BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. JANUÁR HÓ

1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

DR. VERŐ JÓZSEF: Műszaki nyelvünk és a nyelvművelés — — — — — — — — — — — 1
A. G. ULJANOV: A nyersvasminőség javítása és a nyersvasgyártási technológia fejlesztésének fő irányai a Szovjetunióban — — — — — — — — — — — — — 7
DR. FARKAS OTTÓNÉ— SZEMMELWEISZ TAMÁS: A távvezetéki földgáz minőségingadozása és ennek hatása a kemencék hőmunkájára — — — — — — — — — — — — — — — — 10
HERENDI R.— DR. VOIH M.— DERNEI L.: A hengerlés kezdő hőmérsékletének hatása a fajlagos energiaszükségletre — 17
SZŐKE TIBOR: A vastagszabályozás lehetőségei a Dunai Vasmű meleghengerművében — — 26
A Kohómérnöki Kar hírei — — — — — — — — — — — — — 6
Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — 9
Egyesületi hírek — — — — — — — — — — — — — — — 30

FÉMKOHÁSZAT

N. A. KALUZSSZKIJ: A szovjet aluminiumipar fejlődése — — — — — — — — — — — — 31
M. VRHOVEC—. A. P. GUEBELS: Hoboken konverter alkalmazása rezes kéneskő feldolgozása során — — — 36
G. T. HOLMES: Nagy blokkanódos alumíniumelektrolizáló kádak fejlesztése az Alcoa-nál — 41
DR. VITÁLIS LÁSZÓ: Nagyszilárdságú alumíniumötvözetek feszültségi korrózióvizsgálata — — — 45
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — — 35
Fémkohászati hírek — — — — — — — — — — — — — — 40
Szakosztályi hírek — — — — — — — — — — — — — — 44, 48

ÖNTÖDE

Az 50 éves Litejnoe Proizvodsztvo köszöntése — — — — — — — — — 1
DR. BAKÓ KÁROLY— BRUNNER GÉZA— HALÁSZ ISTVÁN: Az öntöttvas minőségének gyártásközi ellenőrzés termikus analízissel — — 2
DR. PETŐ MÁRTON: Az energiagazdálkodásról, különös tekintettel a takarékosságra és az öntödék távlat fejlesztésére — — — — — — — — — — — — — — — — 5
PINTÉR ANDRÁS— STEIERHOFFER LÁSZLÓ: Az öntészeti nyersvas helyettesítésének módszerei — — — — — — — — 12
Szakosztályi hírek — — — — — — — — — — — — — — — 15
Egyetemi hírek — — — — — — — — — — — — — — — 15
Műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — — — — 16
A világ öntészeti folyóiratai — — — — — — — — — — — — — 18
Érc- és ásványvagyonuk komplex hasznosítása. Konferencia Egerben. — — 19
V. nyomásos öntészeti napok — — — — — — — — — — — — — — 20
Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — — 24

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 1. 3044. Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalokban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft

Index: 25,155

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KOHÁSZAT
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 1. szám 1980. január

Műszaki nyelvünk és a nyelvművelés

DR. VERŐ JÓZSEF
a Magyar Tudományos Akadémia r. tagja

DK: 801,316,4:800.6

A címben foglalt téma következő részleteiről esik szó: a műszaki nyelv és a köznyelv viszonya, a magyar mondattan néhány szabálya, szókapcsolatok, idegen nyelvi hatások, idegen szavak és divatos kifejezések túlzottan gyakori használata, az új fogalmak megnevezésének lehetőségei, végül pedig a hazai nyelvművelő tevékenység vázlatos ismertetése.

I.

A műszaki nyelv az úgynevezett szaknyelvek egyike. Ezeknek a szaknyelveknek szókincse nagyobbrészt a köznyelvből számazik, abból, amelyet a szakmán kivülállók is beszélnek; kisebb részük azonban csak a kérdéses szakmában gyakran felvetődő fogalmakat nevez meg.

Minden szakmának, tudományágnak, mesterségnek megvan a szaknyelve. Amikor a műszaki nyelvről beszélünk, voltaképpen általánosítunk. A műszaki tudományok körébe számos, egymástól eléggé különböző ágazat tartozik, ezek szaknyelve sok tekintetben különbözik egymástól. Más fogalmakat kell megneveznie annak, aki bányászati vagy kohászati tárgyról ír vagy beszél és megint másokat, aki gépipari, építőipari, elektrotechnikai vagy hidrológiai tárgyú szöveget ír vagy elmond. A műszaki nyelv tehát gyüjtőfogalom, egy egész sor szaknyelv egységes megnevezésének mondható.

A szaknyelveknek alapjában véve csak a szókincse különbözik egymástól, de valamennyire kötelező a magyar nyelv általános érvényű szabályainak figyelembevétele is. A magyar nyelvű műszaki szövegnek, akár az idegen nyelven írottnak, helyesen fogalmazottnak, világosnak, könnyen érthetőnek és félre nem érthetőnek kell lennie; a szöveg olvasója, hallgatója különösebb fáradság nélkül ugyanazt értse belőle, amit a szöveg alkotója is gondolt, mondani akart.

Korunkban gyorsan szaporodnak az új ismeretek, a hírek is pillanatok alatt elérnek a világ minden sarkába. A hiradástechnika és a nyomdaipar fejlettsége következtében ma sokkal többen írnak sok példányban megjelenő szöveget, mint a történelem folyamán bármikor és sokkal többen beszélnek is a régebben el sem képzelhető nagy hallgatóság füle hallatára. Nem valamennyien ismerik kellő mértékben anyanyelvünket, beszéd, írás közben hibákat is elkövetnek, ezek aztán a hallgatók, olvasók tudatában gyökeret vernek és terjednek. Ha például a még romlatlan nyelvérzékű falusi ember országgyűlési felszólalásban azt hallja, hogy "a létesítmény bekerülési költsége X millió Ft volt", abban a hitben, hogy ezt ma így kell mondani, utánozni kezdi ezt a helytelen kifejezésmódot. Később már maga sem kockáztatja meg, hogy egyszerűen azt mondja: "a létesítmény X millió Ft-ba került".

Anyanyelvünk ápolása, védelme ma időszerűbb feladat, mint korábban bármikor volt. Evvel a feladattal elégé széles körben foglalkozunk is. A feladat egyik fontos része az idegen nyelvekből beszivárgó hatások gyengítése, esetleg teljes kiirtása, a stílus hibáinak feltárása, továbbá a sűrűn felmerülő új fogalmak megnevezésére alkalmas magyar szavak alkotása, a túlságosan elszaporodott szavaknak magyar szóval való helyettesítése.

Írásomban a magyar műszaki nyelv valamennyi kérdésével nem foglalkozhatom, ehhez könyv terjedelmű szöveg se lenne teljesen kimerítő. Inkább csak válogatok a bőséges anyagból, amely nyomtatott könyvek, folyóiratok alakjában is elérhető. Arra törekszem, hogy az időszerűnek látszó legfontosabb kérdések szóba kerüljenek. Példáimat részben a köznyelven írott szövegekből veszem, újságban olvasott hírekből, hallott tudósításokból, hiszen a műszaki szövegeket jelentős mértékig köznyelvben is használatos fordulatok, szavak alkotják.

II.

A mondat szerkezetével, szerkesztésével kezdem. A mondat egyetlen gondolat szavakba foglalása. A magyar nyelv jobban szereti a rövid mondatokat,

mint a bonyolult szerkezetű, hosszú, 10—15 soros körmondatokat. Példaként költőinkre, *Petőfire*, *Aranyra* vagy akár *Balassi Bálintra* hivatkozhatnék. Voltak és vannak is olyan művelői az írás művészetének, akik a körmondatokat is jól, könnyen érthetően tudták leírni. De aki nem művésze az írásnak — legtöbben ilyenek vagyunk — inkább ne írjon le olyan körmondatot, amelynek végére érve az olvasó már nem emlékszik, milyen gondolattal kezdődött az. Evvel azonban nem azt akarom mondani, hogy a mondanivalónkat csupa négy-öt szavas egyszerű tőmondatban fogalmazzuk meg; az ilyen szöveg nagyon egyhangú, unalmas volna. Helyes, ha bonyolultabb, mellékmondattal is bővített mondatokat egyszerűbb szerkezetűekkel váltogatjuk; így a szöveg változatosabb benyomást kelt, egyben pedig pihenteti is az olvasót, hallgatót.

A szavak sorrendjét a mondatban, a szórendet illetően a magyar nyelvnek is vannak szabályai, bár azok talán nem olyan szigorúak, mint például a latin vagy germán nyelvekben. A mondatot általában az alannyal kezdjük, az állítmánnyal fejezzük be. Kivételesen más mondatrész kerülhet az alany helyére, ha azt ki akarjuk emelni. A mondat többi szavát majdnem tetszésünk szerint rakhatjuk sorba. Például: "Az emberiség jövőjéért aggódó tudósok egy csoportja 1968-ban Rómában megalapította a Római Klubot." Ha a testület megnevezése a fontos, akkor "A Római Klubot az emberiség jövőjéért aggódó tudósok egy csoportja alapította meg Rómában, 1968-ban." Ha viszont az alapítás időpontjanak van különös jelentősége, akkor: „1968-ban Rómában az emberiség jövőjéért aggódó tudósok egy csoportja megalapította a Római Klubot." Mind a három mondat lényegében ugyanazt a gondolatot fejezi ki, a szórend ahhoz igazodik, amit a szerző legfontosabbnak tart és ezért ki akarja emelni Azt, hogy mit kell vagy mit célszerű kiemelni, a szöveg többi része, esetleg a kérdéses mondatot közvetlenül megelőző mondat határozza meg.

Van a szórendnek egy szigorú szabálya, igaz, nemcsak a magyar nyelvben érvényes, hanem pédául a németben is. Ez pedig a következő: a jelzőként használt melléknév mindig az utána következő első főnévhez tartozik. Olyan szerzők véthetnek ellene, akiknek a gondolatai nem rendszerezettek, hanem csapongva előreszaladnak. Példák: A 10 oldalas bizottság jelentésében olvashatjuk, hogy ...; a bizottság természetesen nem lehet 10 oldalas, hanem csak a jelentése. Helyes szórendben tehát: A bizottság 10 oldalas jelentésében olvashatjuk, hogy .....

Másik példámat egy tudósításban hallottam: "A megfogyatkozott *Szadat* elnök híveinek tábora ....". A helytelen szórendben leírt szöveg szinte nevetségesnek tűnik.

Szerzőinknek, szónokainknak nem ritkán okoz gondot, hogy a magyar nyelv nem kedveli a szenvedő alakú állítmányt, vagy a régi szabály értelmében: a -tatik, -tetik a magyarban nem használtatik. Erre emlékezve, de a személytelen fogalmazás mellett kitartva, írják, mondják, hogy: megvalósításra, felépítésre, átadásra került. Az ilyen, álszenvedő alakban való fogalmazás helyett jobb volna elárulni, ki vagy kik valósították meg, melyik vállalat építette fel, ki adta át azt a létesítményt, amelyről szó van. A cselekvő személy(ek) elhallgatása azt a gyanút keltheti az olvasóban, hogy például az érdekelt vállalat vagy személy nem akarja vállalni a felelősséget azért, amit tett vagy éppen szégyelli a tevékenységét. Az ilyenféle, személytelen fogalmazással szemben olyan idegen nyelvek szakértői is szót emeltek már, amely nyelvekben a szenvedő igealakok használata teljesen szabad, ellentétben a magyar nyelv szellemével.

Nem szigorúan szórendi kérdés, hogy a magyar nyelv jobban kedveli a birtokos-birtok szókapcsolatot, mint a jelzős főnév szópárt; gyakran hallunk ilyeneket: építési költség, kutatási eredmény, tervezési határidő vagy az előzőleg már említett bekerülési költség.

Azért, hogy így fejezhessük ki magunkat, igéből először -ás, -és képzővel főnevet, ebből pedig -i képzővel melléknevet alkotunk. Jobban hangzik, ha azt mondjuk, hogy: az építés költsége, a kutatás eredménye, a tervezés határideje.

Igéből melléknevet egyébként sokkal egyszerűbben alkothatunk, mint a felsorolt példákban; erre valók a melléknévi igenevek. Ha ezek nem volnának, csak a példaként felsorolt körmönfont lehetőségeink, akkor az evőeszközt evési eszköznek, az írótollat írási tollnak kellene neveznünk. Ne írjunk, de beszéd közben se emlegessünk szervezési készséget, szakítási vagy hajlítási kisérletet, elemzési módszert, stb.

III.

Egymás közelében élő vagy gyakran érintkező népek kultúrája sem marad egymásra hatás nélkül és ez a nyelvünkön is nyomot hagy. Korábban szláv, aztán török, végül pedig főként német hatások jelentkeztek a nyelvünkben. Néhány évtizede még a germanizmusok ellen folyt a harc, mostanában pedig, he elvétve is, russzicizmussal is találkozunk a műszaki irodalomban. A két határérték közé eső adatok összességét az orosz nyelvben *oblasztj*-nak nevezik. Ennek a szónak első értelme: tartomány. Oroszból fordított magyar nyelvű könyvekben olvashattuk először, hogy: az acélt a 850—900 °C hőmérséklettartományból kell edzenünk, vagy azt, hogy: az aluminiumötvözetek szilárdsági tartománya 25—42 kp/mm^{-2}. Az orosz kifejezés az adott helyen természetesen teljesen jó, tudtommal soha nem kifogásolták. A magyar tartomány kifejezés azonban országot vagy legalább országrészt jelent, a fentebb példaként szereplő értelmét az újabban megjelent értelmező szótáraink csak negyedik-ötödik helyen említik. Magyarul talán jobban hangzik, ha ezekben az esetekben a tartomány szó helyett köz-t vagy sáv-ot mondunk.

Az idegen népek észjárására, az idegen nyelv logikájára emlékeztető elemek azért kerülhetnek könnyen a nyelvünkbe, mert a fordító sokszor csak az egyik nyelvet, például az oroszt ismeri kellően, a másikban, a magyar szaknyelvben nem eléggé járatos. Jó fordítás legalább két ember együttes

munkájának lehet az eredménye. Vagy 20 éve megbízást kaptam, hogy lektoráljam *M.G. Lozinszkij*: Viszokotemperaturnaja metallografija című könyvének fordítását. Oroszul jól tudó szakember készített egy nyersnek minősíthető, szó szerinti fordítást. Ez a fordítás nagyon is nyersnek bizonyult. Az orosz nyelv logikája szerint kifogástalan könyvcímet például Magashőmérsékletű metallográfia szópárral fordította. Engem ez a cím meghökkentett, úgy éreztem, nem tarthatom meg. A magyar nyelv logikája értelmében hőmérséklete csak valami érzékelhető testnek, anyagnak lehet. Átvizsgálva a könyv tartalmát, úgy láttam, hogy azt az "Izzó fémek metallográfiai vizsgálata vákuumban" szavakkal írhatjuk le. Ezen a címen jelent meg 1960-ban. Az egész könyv nyers fordítása most már nincs meg; ha megvolna, abból még számos russzicizmust említhetnék példaképpen. Más lektor talán meghagyta volna a nyers fordításban leírt címet és most már a metallugriát is magas, a hidrológiát pedig alacsony hőmérsékletű tudománynak nevezhetnénk.

IV.

Nem csekély feladat a műszaki tudományok, a technika rohamos fejlődésének eredményeképpen gyorsan szaporodó új fogalmakat érthető módon, érthetően és világosan megnevező szavak keresése vagy alkotása. Kétféle megoldás kínálkozik: vagy keresünk és találunk a nyelvünkbe beilleszthető idegen eredetű szót, vagy magyar szóelemekből alkotunk eddig még nem használt vagy legalább az adott értelemben nem használt szót.

A szaknyelvek között elég lényeges különbségeket találhatunk az idegen szavak gyakoriságát illetően; közösnek csak az látszik, hogy lehetőleg a klasszikus holt nyelvek szavait használják elsősorban vagy ezeket a nyelveknek szóelemeiből alkotják az új fogalmakat megnevező új szavakat. Legtöbb görög vagy latin szó használatos az orvosi szaknyelvben; ennek talán az orvosokat kötelező titoktartás az oka. Elég sok a klasszikus eredetű kifejezés a földtudományokban is.

A bányászatnak és kohászatnak, mint ősi, régi mesterségeknek a szaknyelve az említettekhez képest jól fejlett, viszonylag kevés idegen szóval beérik; ezt az előttünk élt szakembereknek köszönhetjük. A kemence, nagyolvasztó, torokzár, adagfelvonó, fúvókas, tűzfej, csapolólyuk, lángkemence, öntőüst, hengersor és sok más szakkifejezés nyelvi szempontból kifogástalan, értelme világos, a kohásznak magyarázatra nincsen szüksége.

Az újonnan felmerülő fogalmakat a kohászat szaknyelvében is új szóval kell megneveznünk. Ha erre a célra idegen szót választunk, azt lehetőleg szintén a klasszikus nyelvek egyikének szavai, szóelemei közül választjuk. Ilyenek: diszlokáció, precipitálás a kristályrács zavarának vagy oldott anyagnak oldatból való kicsapádásának, kiválásának megnevezésére. Minden tudományágnak vannak régóta használt, bevált ilyen idegen szavai is; ilyenek az atom, a hidrogén, oxigén, mikroszkóp, eotektikum, objektív, okuláris és így tovább. Sok közülük még a köznyelvbe is átment; arra gondolok hogy nem sok embernek kell hosszasan magyarázni, mi a mikroszkóp.

Köznyelvünkben ezeken kívül még sok más idegen szó is általánosan használatos. Görög eredetű például a politika, az atmoszféra, a pedagógus, a logopédus, sok tudományág neve, például geológia, daktiloszkópia, retorika, latin eredetűek pedig a diszkrimináció, a kriminológia, az információ, az innováció, a diszkvalifikál, a statisztika, poétika szavaink. Ezek a szavak annyira beépültek a nyelvünkbe, hogy idegen voltukat nem érezzük, aminek avval is jelét adjuk, hogy a magyar helyesírás szabályai szerint, fonetikusan írjuk azokat. Nem írunk tehát precipitatio-t, communicatio-t.

Kevesebb szavunk származik élő idegen nyelvekből. A kohászat nyelvében ilyen alig van, de az újabb tudományágakban, pédául a számítástechnikában használatosak: bit, display, terminal, stb. Ezeket angol helyesítással szokás írni. A kozmetikai ipar is szereti a termékeit angol névvel illetni: spray, preshaw, lotion. Köznyelvünkbe régebben átment néhány angol szó is, például sport, riport, interjú, futball; ezeket már fonetikusan szokás írni.

Néhány évvel ezelőtt Tudományos Akadémiánk illetékes bizottságai azt a feladatot kapták, vegyék vizsgálat alá a nyelvünkben gomba módjára szaporodó idegen szavak ügyét és tegyenek is javaslatokat, hogyan lehetne ezt a nyelvrontó szokást vagy divatot korlátok közé szorítani. A bizottságokban lefolyt tanulságos vita anyaga nyomtatásban is napvilágot látott. Különbséget kell tennünk a köznyelvben és a szaknyelvekben használatos idegen szavak között. Felesleges például problémáról beszélni, ha a termelés akadozik, mert az együttműködő vállalatok egyikének a szállításai késnek, ha valami létesítmény elkészítéséhez kevés a pénz vagy munkaerő, ha a vállalat rosszul gazdálkodott és ezért a dolgozói nem kaphatnak nyereségrészesedést. Probléma helyett nehézséget, akadályt, gondot, bajt mondhatnánk; ez így világosabb, érthetőbb is lenne. Jó magyar szóval, nem ritkán világosabban helyettesíthetjük a koncepció (előterv, irányelv), korrupt (megvesztegethető, nem becsületes), história (történet), diszkrimináció (faji megkülönböztetés) fogalmakat is.

Az idegen szavak ellen folytatott küzdelemnek nem az a célja, hogy tűzzel-vassal kiirtsuk az idegen szavakat a nyelvünkből; csak a jó magyar szóval helyettesíthető idegen kifejezések, szennyezések ritkítása a cél. Elavult, lekopott régi magyar vagy annak tűnő szavakkal például idegen szavakat nem helyettesítünk; nem írunk tömecs-et atom helyett, könenyt hidrogén helyett vagy élecs-et az oxidok egyik fokozata helyett. Sok idegen szót már sikerült jó magyar kifejezéssel felváltanunk; a pentatlon-t öttusának mondjuk, írjuk; miért ne lehetne permet-nek neveznünk a spray-t, vagy játékszer-kiállításnak az interplay-t (annál inkább, mert a play szó a játék művelését jelenti, a játékszer angol neve toy). Nem szükséges kiirtanunk a sport, riporter kifejezéseket, bár van magyar szavunk is (testedzés, tudósító) de az már túlzás, hogy

kvencselés névvel illesük a fémek gyors lehűtésének műveletét, hiszen a jól ismert edz igénk pontosan ezt a műveletet jelenti.

Nem szabad, de nem is lehet magyarra fordítani az idegen nyelléből átvett un. betűszavakat. Legismertebb közülük talán az angol eredetű *lézer* szó. Az angolok laser-nek írják, a light amplification by stimulated emission of radiation szavak kezdőbetűivel. A lézer betűszó, így magyar helyesítással írjuk; a szóban forgó eszköz működésének elvét írja le.

Találó idegen szó hiján új fogalmakat vagy meglevő magyar szóval vagy magyar elemekből új szó képzésével kell megneveznünk. Anyanyelvünk szókincsét nagyon jól ismerő szakember is csak ritkán találhat megfelelő, kész magyar szót, amelyet egy új fogalom megjelölésére lefoglalhat. Többnyire képzővel vagy szavak összetételével kell új szót alkotnunk.

A szóképzés szabályait, hogy milyen szóból milyent, melyik képzővel alkothatunk, a nyelvtan tárgyalja. A leggyakoribb képzők közül az -ás, -és igéből képez főnevet (ír, írás), a -ság, -ség képző melléknévből ugyancsak főnevet (jóság, szépség), az -ász, -ész és az -ászat, -észet képzők elsősorban főnévből képeznek újabb főnevet. Az utóbb említett képzők használatának szabálya nem egészen szigorú; a szabály értelmében helyesen képzett szavak a vad, vadász, vadászat, a seb sebész, sebészet, de már a költészet, szabászat, belgyógyászat szavaink nem nagyon tartják magukat a szabályhoz. A köznyelv ennek ellenére elfogadta azokat, bár azt, aki verseket ír, költőnek, azt pedig aki ruhát szab, szabásznak, vagy szabónak nevezzük. Mindenképpen kerülnünk kell a melléknév képzésének azt már érintett módját, hogy igéből főnevet, ebből pedig újabb képzővel melléknevet alkotunk (evési eszköz, írási toll).

A szavak összetételét illetően szabálynak tekint hetjök, hogy a magyar nyelv a hosszú mondatokhoz hasonlóan a túlságosan hossú szavakat sem kedveli. Valahogyan a középúton marad a német és az angol nyelv között: a németek akár öt-hat szót is egy szóvá egyesítenek, akár 10—12 szótagú szavakat is alkothatnak (Schützengrabenvernichtungskampfkraftwagen), az angolok viszont inkább csak egymás után, külön írják a szóösszetétel elemeit (rolling train = hengersor, driving chain = hajtólánc). Ha nem is szigorú szabálynak, de irányelvnek tekinthetjük, hogy három szónál többet ne rakjunk össze és 6—8 szótagnál több egy összetett szóban lehetőleg ne legyen. Jó, ha az összetett szó is rövid: fémtan, élettan, háztető, íróasztal, stb.; leghosszabb, még jónak mondható összetett szavainkra példa a környezetvédelem, a nyereségrészesedés, a természettudományos szavak. Ne írjuk egy szóba már a nyereségrészesedés elosztását vagy kötőjellel elválasztva azt, hogy nyereségrészesedés-elosztás.

V.

A köznyelvben is, de a szaknyelvekben is elég gyakran helytelenül használunk jó magyar szavakat vagy az éppen odavaló helyett más szót használunk. Néha szinte divatba jön némelyik szavunk, ezt aztán lépten-nyomon használják a találóbb, inkább odavaló helyett. A sok közül néhány példát sorolok fel, hozzátéve, hogy a felsoroltaknál jóval több is van.

A rendelkezik ige bizonyos szellemi tevékenységet is feltételez, erre pedig az összes élő és élettelen lények közül csak az ember képes. Ha tehát azt mondjuk vagy írjuk, hogy valamelyik fém szilárdsággal vagy a kutya éles szimattal rendelkezik, a mondatunknak olyan értelme van, mintha a fém el tudná határozni, hogy szilárdsága legyen, a kutya pedig képes lenne a szimatjának élességét tudatosan szabályozni. Ez nyilván nem igaz, nem is lehet helyes. A fémnek szilárdsága, a kutyának szimatja egyszerűen csak van, de sem a fém, sem a kutya az említett tulajdonságával rendelkezni nem tudhat.

Divatos, gyakran hallható melléknév az egyértelmű; használják, amikor jobb volna azt mondani hogy világos, határozott, parancsoló vagy egyszerűen ismert. Rendszerint helytelen, ha egy mondat úgy kezdődik: Egyértelmű, hogy (például a szovjet űrkisérletek eredménye ez és ez); itt az egyértelmű helyett jobb volna azt mondani, hogy: Ismert dolog... Az imperialisták egyértelműen a fegyverkezés fokozását sürgetik; itt az egyértelmű helyett inkább azt mondanám, hogy határozottan. Az energiaválság korában egyértelmű szükségesség a takarékosság, itt az egyértelmű helyett jobb volna a parancsoló jelző.

Ostoba divat a felé névutó használata olyankor, amikor más fordulat világosabb, majdnem azt írtam, hogy egyértelműbb volna. Olvastam valamikor a következő mondatot: „Az NDK felé meg kell adnunk a felénk szállítandó áru paramétereit." Ennek a mondatnak teljesen homályos az értelme; világosabban így kellett volna megfogalmazni: „Az NDK-val közölnünk kell a nekünk szállítandó áru méretét (vagy a minőségét jellemző adatokat)". A paraméter szó mind a kettőt jelentheti. Ma jelentést nem valakinek teszünk, hanem valaki felé küldjük. Ezt elég nem jól tesszük.

Sok szerző esik kísértésbe, hogy helytelenül vagy egészen feleslegesen használja a nagyságrend kifejezést, amikor elég volna nagyság-ot mondania. A két kifejezés nem ugyanazt jelenti. A nagyság szó értelme, hogy valaki, valami nagy, a nagyságrend pedig azt, hogy valamely szám szorzóként 10-nek hányadik hatványát tartalmazza. 25 és 40 például különböző nagyságú, de egyforma nagyságrendű két szám, különböző nagyságrendűek pedig az egyes, tizes, százas stb. rendű számok. „A milliméter három nagyságrenddel kisebb a méternél", lévén 1 m 1000, azaz 10^3 mm. Ha valami adatot számértékkel közlünk, akkor a nagyságrendű jelző felesleges, mint például a következő mondatban: A vállalat termelésének — nem termelési — értéke 578 millió Ft nagyságrendű. A megadott szám nagyságrendje evvel meg is van határozva, arra nem kell külön felhívni a figyelmet.

Bőbeszédűségnek tartom a keretében, keretén belül fordulat használatát, helyette rendszerint

elég volna a -ban, -ben rag. Például: A vállalat tervének keretében a lakosság igényeinek kielégítését tűztük ki feladatként, helyesebb volna azt mondani, hogy tervében. Névutó helyett se használjunk határozószót, például a kívül helyett azt, hogy túlmenően, mint például ebben: A vállalat a lakosság ellátására szánt termékeken túlmenően kivitelre is gyárt; a túlmenően helyett jobb volna a kívül névutó.

A divatos szavak, fordulatok túlzottan gyakori vagy kizárólagos használata nem okvetlenül nyelvi hiba, de mindenképpen rontja a szöveg változatosságát, azt unalmassá is teheti. Ezenkívül szegényíti is a nyelvünket, mert a divatos kifejezések az ugyanolyan jó vagy esetleg helyesebb szavakat, fordulatokat előbb-utóbb el is feledtethetik, arról nem is szólva, hogy nem vet jó fényt a szerző anyanyelvi tudására, a magyar nyelv szókincsének ismeretére.

VI.

Az előzőkben többnyire olyan nyelvi jelenségekről szóltam, amelyeket ilyen vagy olyan okból kifogásolhatunk. Olvasva ezeket az előző oldalakat, az a gondolatunk is támadhat, hogy valami baj van a magyar nyelvvel. Ez tévedés lenne; a magyar nyelvhez hasonlóan más nyelvek is küszködnek hasonló bajokkal, gondokkal. Ennek lényegében a mai élet az oka, a fejlett hírközlés és tájékoztatás, valamint a népek érintkezésének, találkozásának gyakori, időt alig kívánó lehetősége és az ismeretek nagyon gyors ütemű szaporodása.

Kétségtelen azonban, hogy a nyelvünkben nem kívánatos jelenségek is észlelhetők. A nyelvi hibák megjelenésének manapság az az oka, hogy mostanában sokkal többen írnak, beszélnek a nyilvánosság előtt, mint korábban bármikor; köztük olyanok is akadnak, akiknek anyanyelvi műveltsége, szókincse hiányos, mert fiatalabb korukban, az iskolában abból nem kaphattak eleget. A mai fiataloknak sok olyan ismeretet is el kell sajátítaniuk, amelyeknek a régi tantervekben nyomát sem találjuk. A tanulmányok időtartamát tovább már nem célszerű elnyújtani, a mai fiatalok befogadó készsége pedig jelentősen nem fejlettebb, mint régen volt. Kevesebb időt fordíthatunk az ifjúság anyanyelvi tudásának fejlesztésére, hogy a szükséges új ismereteket is beilleszthessük az iskolai tanulmányok anyagába. Egy nemrég hallott televíziós adásban még arról is szó esett, hogy a pedagógusok anyanyelvi képzése is javíthatónak tűnik, főleg a nem magyarszakos pedagógusoké.

Minden nyelv, a magyar is, élő, fejlődő, változó dolog. Egyes elemei idővel feledésbe merülnek, lekopnak, új elemek, szavak, fordulatok jelennek meg. A változásnak, fejlődésnek helyes irányúnak kell lennie, olyannak, hogy a nyelv szerkezete, jellege, rendszere érintetlen maradjon. Nyelvünk fejlődését éber szemmel figyelnünk kell és törődnünk annak ápolásával. Nyelvművelésnek nevezzük azt a tevékenységet, amely a nyelv torzulását hivatott megakadályozni, nyesegeti az idegen nyelvekből beszivárgó hatásokat, a lábra kapó helytelen szokásokat. Hazánkban ez a tevékenység az utóbbi évtizedekben erőteljesen terebélyesedett, társadalmi üggyé, mondhatnám közüggyé fejlődött.

Nyelvművelő tevékenységünk legfőbb irányítója és jelentős részében végzője is a Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézete; ennek munkatársai nagyon változatos módon látják el a feladatukat. Közülük kerül ki az anyanyelvünk időszerű kérdéseivel foglalkozó két akadémiai bizottság tagjainak jelentős része. A két bizottság, a Magyar Nyelvészeti, valamint az Anyanyelvi Bizottság. Üléseiken a bizottságok a magyar nyelv valamelyik felmerülő, tudományos kérdését, illetve a nyelvvédelem egy-egy időszerű kérdését vitatják meg. Az Anyanyelvi Bizottság például foglalkozott tankönyvek, hivatalos kiadványok, szabványok nyelvével; a vitán az érdekeltek is jelen vannak. A legutóbbi ülésen a tudományos és ismeretterjesztő irodalom nyelvének megvitatására került sor. Az Anyanyelvi Bizottság egy munkacsoportja azokkal a feladatokkal foglalkozik, amelyeket a szakmai nyelvek vetnek fel. Ezeken a hosszú ideje tevékenykedő akadémiai testületeken kívül időről időre a MTESZ egyesületeinek némelyikében megalakul egy-egy csoport nyelvművelés céljából; ezek többnyire nem hosszú életűek.

A bizottságok ülésein a tárgyalások, viták elég szűk körben, legfeljebb egy-két tucat ember jelenlétében folynak. Nagyobb hallgatósághoz szólnak A magyar nyelv hetének műsorába tartozó előadások; ezeknek legalább egy része nyelvművelő. Központi eseményeinek színhelye Budapest vagy valamelyik vidéki nagyobb városunk. A műsor előadásait a kiválasztott központon kívül egyebütt, iskolákban, üzemekben is szerepeltetik.

Legnagyobb hallgatóságra a rádió, televízió műsorába iktatott hasonló célú sorozatok számíthatnak. Évtizedes múltja van *Lőrincze Lajos* Édes anyanyelvünk címen hetenként elhangzó, néhány perces előadásának; hasonló címmel újabban folyóirat is indult. A televízióban *Grétsy László* korábban játékos műsort szerkesztett és vezetett; jelenleg a nyelv világa című sorozat folyik.

A nyelvművelő tevékenység termékeiből jelentős mennyiségű nyomtatott, megszerezhető és bármikor kézbe vehető folyóirat-közlemény és könyv is megjelenik. Az akadémia ilyen jellegű kiadványait említhetném első helyen. A Nyelvtudományi Intézetben készült, az Akadémiai Kiadónál 1972-ben jelent meg a Magyar Értelmező Kéziszótár. Ebben valamennyi élő magyar szónak értelmét, jelentését megtaláljuk, mégpedig a többféle jelentésű szavak értelmét gyakoriságuk vagy fontosságuk sorrendjében rangsorolva. Helyes volna, ha a szerzőink írás közben a kezük ügyében tartanák és ha kétségük támad, ebből merítenének. Több nagyon hasznos nyelvművelő könyv jelent meg a Gondolat kiadó ismeretterjesztő kiadványainak sorában is.

Bárki tanácsot, útbaigazítást kérhet anyanyelvi kérdésekben a Nyelvtudományi Intézet közönségszolgálatától.

Nyomtatásban megjelenő könyveink, folyóirataink szövegén sokat javít a lektorok jelentős részének munkája is. Kiadóink egy része nemcsak szakmai, hanem nyelvi szempontból is megvizsgáltatja és javíttatja a beérkező kéziratok szövegét.

Nyelvművelő tevékenységünk vázlatos leírása is elárulja, hogy ez elég széles körű, nagy méretű. Felvetődik a kérdés, van-e eredménye, hogy megéri-e a fáradságot. Türelmetlen természetű olvasó, hallgató könnyen azt gondolhatja, hogy az eredmény sovány, hiszen hibákkal találkozik az olvasmányaiban, a hallott beszédben is. Úgy gondolom, könnyebben vesszük észre a még felbukkanó hibákat, mint azt, hogy sok régi hiba eltűnt. A régebben gyakori germanizmusok közül mostanában csak nagyon kevéssel és ezekkel is ritkábban találkozunk. A nyelvművelésnek kétségtelenül megvannak az eredményei. A türelmetlenség ebben a tekintetben nem is helyénvaló, hiszen a nyelv fejlődése nem mehet végbe rohamos gyorsasággal. Az sem helyes, ha a nyelvműveléssel szemben közönyösek volnánk és valamikor abbahagynánk. A jövőben is lesznek írók, szónokok, akik nem tökéletes magyarsággal írnak, beszélnek; azt se tudhatjuk előre, milyen idegen hatások érvényesülnek majd a nyelvünkben. Újabban elég gyakran hallunk energiatakarékos berendezésekről, műveletekről; ez a jelző germanizmusnak tűnik; ugyanilyen, de régibb keletű a kamatmentes kölcsön jelzője is. A nyelvművelés ezért állandóan foglalkoztathatja a nyelvészeinket és a szakmák művelőit, mindig lesz éppen időszerű feladatuk, ügyelve arra, hogy anyanyelvünk helyes irányban fejlődjék tovább.

Olyan véleménnyel is találkozhatunk, hogy a magyar nyelv nehéz és műszaki tárgyú szöveg írására nem alkalmas. Ami a nehézséget illeti, azt mondhatom, hogy a magyar környezetben élő gyerek két-három éves korára éppen olyan jól megtanulja az anyanyelvünket, mint a német, angol vagy orosz gyerek ezeket a nyelveket. Abban pedig, hogy magyar nyelven lehet-e jó műszaki szöveget fogalmazni, csak annyi lehet igaz, hogy a magyar nyelv más szerkezetű, rendszerű, mint a latin, germán vagy szláv nyelvek. Magyarul nem mindent tudunk olyan könnyen, esetleg egyetlen szóval kifejezni, amit ezekben az idegen nyelvekben megtehetünk. Mi más gondolatokat, fogalmakat fejezhetünk ki egyszerűbben, egy szóval, mint más nyelvek. Az igekötők, a műveltető igeképzők, a tárgyas ragozás olyan lehetőséget nyújt, hogy egyetlen szóval is megmondhatjuk, amit más nyelven csak mondattal fejezhetünk ki; ilyen szó például a megitathatnálak.

A jó magyar szöveg írása talán több időt, munkát kíván, mint az idegen vagy divatos szavaktól hemzsegő, pongyola szövegé. A takarékoskodásnak itt nincs helye. *Szerzőinknek azt a tanácsot adhatom, hogy ne adják postára a kéziratukat, mihelyt pontot tettek a végére.* Tegyék el az íróasztaluk fiókjába, egy-két hét elteltével vegyék elő és olvassák végig, vagy ha elő is akarják adni, olvassák el hangosan. Sok hibát, rosszul hangzó, nehezen érthető mondatot fognak találni. Ha ezeket kijavítják, a szöveg bizonyára minden szempontból jobb lesz.

A Kohómérnöki Kar Hírei

Automatikai Tanszék

A szept. 4—7. között Budapesten rendezett „CHEMAUT' 79 Vegyipari ,Kőolajipari- és Gázipari Kollokvium"-on az Automatikai Tanszék részéről *Dr. Oláh Miklós:* Kőolaj távvezeték korszerű irányításának hardware és software követelményei; Kisnyomású gázellátó hálózat nyomásszabályozása;
és *Dr. Gyuricza István:* A számítógépes szimuláció problémái gáznyomásszabályozó dinamikus viselkedésének vizsgálatánál címmel tartott előadást.
Okt. 22—26. között Ilmenauban rendezett „24. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium"-on előadást tartott:
Dr. Gyuricza István—Dr. Czekkel János: „Eine blockorientierte Digitalsimulationssprache für TPA/i Kleinrechner" címmel.
Dr. Ing. Klaus Greksch adjunktus, a Magdeburgi Főiskola Technikai Kibernetikai-Elektrotechnikai Intézet oktatója szept. 25—okt. 5. között tanulmányozta az Automatikai Tanszék oktató- és kutató tevékenységét, valamint előadást tartott: „Mikroszámítógép alkalmazása anyagáramok szabályozásánál" címmel.

Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

Balláné dr. Achs Márta egy. docens július 9—13. között „Über die Hadratbildung in den Erdgasen" címmel előadást tartott a Lipcsében megrendezésre került IX. Nemzetközi „Petrolgeochem" Konferencián.

Fémkohászati Tanszék

Okt. 8—13. között *Julia Slivova,* a Kassai Műszaki Főiskola adjunktusa és *Dr. Dietmar Schaab* a Freibergi Bányászati Akadémia Fémkohászattani Intézetének tudományos főmunkatársa a Fémkohászattani Tanszék vendégeként Magyarországon tartózkodott. Megtekintették a Csepeli Fémműveket, az ALUTERV—FKI-t és az NME Kohómérnöki Karának néhány tanszékét. *Dr. Dietmar Schaab* „Az elektródfolyamatok vizsgálata a réz elektrolitos raffinálsánál" című előadást tartott.

Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék

Az MTA Spektrokémiai Munkabizottsága 11—12-én az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumában tartotta kétnapos ülését, melyen a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék részéről *Dr. Péter László* egy. docens beszámolt a tanszék spektrokémiai kutatásairól.

Vaskohászattani Tanszék

Dr. Károly Gyula tud. főmunkatárs okt. 4—6. között Várnában megrendezett Nemzetközi Acélgyártó Konferencián előadást tartott. Az előadás címe:
Dr. Simon Sándor—Dr. Károly Gyula: „Ritkaföldfémszilicidek szerepe az acélok folyamatos öntésében".
A magyar—szovjet tudományos-műszaki együttműködés 30. évfordulója alkalmából a MTESZ, a KGM, az OMBKE Egyetemi Osztálya és Diósgyőri Kohász Csoportja szervezésében okt. 3-án Vaskohászati tudományos-műszaki napot tartottak a Nehézipari Műszaki Egyetemen. A tudományos ülésszakon a Vaskohászattani Tanszékről *Dr. Simon Sándor* akadémikus, tszv. egy. tanár „Kohómérnökképzés és továbbképzés a szovjet—magyar vaskohászati kapcsolatok tükrében" címmel tartott előadást. (UM-né)

A nyersvasminőség javítása és a nyersvasgyártási technológia fejlesztésének fő irányai a Szovjetunióban*

A. G. ULJANOV
Dnyepropetrovszki Vaskohászati Intézet, Szovjetunió

DK: 669.162.22 + 669.162.1

A tanulmány a fúvólevegőnek oxigénnel és földgázzal történő dúsításával, a fúvószél hőmérsékletének növelésével, a toroknyomás növelésével, az elegy jobb előkészítésével a Szovjetunióban elért eredményeket tárgyalja. Mindezeket a termelés növelése, a kokszfogyasztás csökkentése, a nyersvas minőségének javítása szempontjából ismerteti.

A nyersvasgyártás fejlesztése a Szovjetunió népgazdasága 1976—1980-as fő fejlesztési irányai szerint történik, amelyek új, nagyteljesítményű kohászati berendezések építését és a meglevők korszerűsítését irányozzák elő. Tovább kell növelni az oxigén és a földgáz felhasználását, az ércelőkészítést, és javítani kell a nyersvas minőségét.

1978-ban a Szovjetunióban 110,6 millió tonna nyersvasat és kohászati vasötvözetet állítottak elő. Az 1977. évhez viszonyított növekedés 3,1 millió tonna volt.

Az 1976—78-as évek alatt a nyersvasgyártás 5%-kal növekedett, ebből 2,5% új kapacitások létesítésével, a többi pedig az olvasztás intenzifikálása révén keletkezett.

Az intenzifikálás fő tényezője a többi között az oxigén növelése a fúvószélben 24,7-ről 25,6%-ra (összes nyersvasra vonatkoztatva), a földgázfelhasználás növelése 81-ről 87 m^3/t nyersvasra, a nyers hozaganyagok és az öntödei nyersvas menynyiségének bizonyos mértékű csökkentése. Ugyanezek a tényezők elősegítették azt, hogy a fajlagos kokszfelhasználás 539 kg-ról 534 kilogrammra csökkenjen.

A legmagasabb termelékenységet, napi 2,51—2,86 t/m^3 értéket a Cserepoveci Kohászati Üzem kohóiban érték el. Napi 2,11—2,42 t/m^3 termelést értek el a Magnyitogorszki Kohászati Kombinát kohóiban; napi 2,04—2,26 t/m^3-t a novolipecki gyár kohóiban, a nyugat-szibériai Iljics gyár egyes kohóiban stb.

405—470 kg/t nyersvas fajlagos kokszfelhasználással működnek a cserepoveci, novolipecki, zaporozsjei üzemek és a Magnyitogorszki Metallurgiai Kombinát kohói.

Kombinált fúvószél alkalmazása

A fúvószélhez legelterjedtebben oxigént és földgázt kevernek, amelyek együttes alkalmazása biztosítja a kohók termelékenységének növelését, a fajlagos kokszfelhasználás, valamint a nyersvas önköltségének a csökkentését. Kísérletekkel a gyakorlatban is bebizonyították már, hogy a befúvatás oxigénkoncentrációjának 1%-os emelése a földgáz mennyiségének egyidejű növelése mellett 2—2,5%-kal növeli a kohók termelékenységét és minden köbméter földgáz 0,8—1,0 kg koksz megtakarítását teszi lehetővé.

Az elmúlt évben az ország kohóinak 73%-a, amelyek együttesen több, mint 88 millió tonna nyersvasat termeltek, oxigénnel dúsított fúvószéllel működtek és a nagyolvasztók 83%-ánál alkalmaztak földgázt. Csupán az oxigén és a földgáz felhasználásának a növelésével 720 ezer tonna nyersvassal termeltek többet és 570 ezer tonna kokszot takarítottak meg.

A legmagasabb oxigéndúsítást — 33,1% — a novolipecki üzemben alkalmazták, a cserepoveci és a Krivorozssztal üzemeiben 29,8—29,9%-os részaránnyal dolgoztak.

Kidolgozták és kísérleti üzemben már alkalmazták a levegőnek 37,5%-os oxigéndúsítását a földgáz mennyiségének egyidejű növelése mellett.

Az oxigénfelhasználás növelése azért vált lehetővé, mert megépültek a nagyteljesítményű KAP—30, KTK—70 típusú oxigénleválasztók. A jelenlegi ötéves terv végéig a kohászati célú oxigéntermelés 12%-kal növekszik.

Több üzemben bevezették a pakurabefúvatással történő termelést, 30—40 kg/t nyersvas mennyiségben, egyidejűleg 60—80 m^3/t nyersvas földgázt is felhasználva. Az „Azovsztal" üzemben a pakurabefúvó berendezéseket — fúvókánként, vagy fúvóka csoportonként — ellátták automatikus menynyiségellenőrző és szabályozó készülékekkel, ami lehetővé tette 70—80 kg/t nyv. pakura felhasználását, földgáz nélkül.

1978-ban pakura befúvatásával mintegy 13 millió tonna nyersvasat termeltek.

Kidolgozták a technológiát és a szükséges berendezést ahhoz, hogy a koksz helyettesítésére a kohókba szénport fúvassanak be, mintegy 70 kg/t nyersvas mennyiségben (a helyettesítési tényező 0,9 kg/kg szén). A jó gazdasági hatékonyság és a berendezésekre fordított beruházás gyors megtérülése biztosítja azt, hogy a közeli években széles körben elterjed a koksznak ez a perspektivikus helyettesítője. Jelenleg két üzemben folytatnak üzemi kísérleteket és fejlesztik a berendezéseket abban az irányban, hogy mintegy 100 kg szénport lehessen befúvatni egy tonna nyersvasra.

1980-ban, mivel kamragázfelesleg jelentkezik, a Makajevkai kohászati üzemben megkezdik ennek alkalmazását a földgáz helyett. A kamragáz, amelyet átalakított földgáznak is tekinthetünk, a számítások szerint évi 100 ezer tonnás nyersvastermelés-növekedést tesz lehetővé, 25 ezer tonna koksz és mintegy 200 millió m^3 földgáz megtakarítása mellett.

* Előadásként elhangzott okt. 5-én „A vaskohászat eredményei a Szovjetunióban" c. előadássorozatban. (Szerk.)

Kísérleteket végeznek nagy hőmérsékletre hevített redukáló gázok befúvatásával. A novotulszki üzemben 1200 °C-ig felmelegített redukáló gázt fúvattak a kohóba, 950 m./t nyv. mennyiségben és hideg technológiai oxigént (levegő befúvása nélkül), aminek az eredményeként nyersvastonnánként 95 kg-mal csökkent a koksz és 100 m^3-rel a nyers földgáz felhasználása.

A fúvószél hőmérsékletének növelése

A nagy hőmérsékletű fúvószél az egyik hatékony eszköze annak, hogy csökkentsük a kohók kokszfelhasználását és növeljük a termelékenységüket. Az ágazatban a fúvószél átlagos hőmérséklete 1068 °C, de több kohászati üzemben álkalmaznak 1130—1180 °C-os fúvószelet. (Krivorozssztál, Nyugat-Szibériai Üzem, Azovsztál, Novolopeck, Zaporozssztál, MMK,).

Ahhoz, hogy a fúvószél hőmérsékletét 1200—1400 °C-ra növeljék jelenleg folyik és a közeljövőben fejeződik be a léghevítők és az ehhez tartozó berendezések rekonstrukciója.

A földgáz és a kamragáz alkalmazásának hatékonysága lényegesen javítható azok előzetes felmelegítésével. Az ilymódon bevitt többlethő lehetővé teszi a gázok felhasználásának növelését és további koksz megtakarítását. A felmelegítsés hőmérsékletét abból kiindulva kell meghatározni, hogy nem szabad megengedni a metán pirolizisét és a koromkiválást, ennek megfelelően a földgáz 600—700 °C-ra, a kamragáz pedig 900—1000 °C-ra hevíthető.

A toroknyomás növelése

A kohósítás intenzifikálásának egyik tartaléka továbbra is a gázok nyomásának fokozása a kohó belső terében. Az utóbbi években alkalmazott ellennyomás a torokban 1,33—1,37 bar túlnyomás. A legújabb óriáskohókat 2,5 bar üzemi túlnyomásra tervezik.

Az ellennyomás fokozásának gátló tényezői közé tartozik a torokzáró berendezések nem megfelelő tartóssága, ami döntő mértékben függ a berendezés anyagának fizikai tulajdonságaitól és a berendezés konstrukciójától. Ezzel kapcsolatban, a berendezés anyagának szilárdsági tulajdonságainak egyidejű növelésére irányuló intézkedések mellett több új torokzáró berendezés kidolgozása van folyamatban.

Az elegy jobb előkészítése a kohósításhoz

1978-ban 157,7 millió tonna zsugorítványt és 45 millió tonna pelletet termeltek. Ezeknek a vastartalmú komponenseknek a részaránya a kohósításra kerülő elegyben 95,7% volt.

Az elegy pellet-tartalma állandóan növekszik. Az ágazati átlagos 20% mellett több üzemben eléri a 35—40%-ot. A pellet termelése elsősorban új gépek beállításával növekszik, amelyek mennyisége 1976-hoz képest 43%-kal emelkedett. A zsugorítvány gyártásának növelése ez alatt az idő alatt 4%-os volt, amelyet elsősorban a zsugorítóberendezéseken alkalmazott helyi termelékenységnövelő intézkedésekkel értek el, amelyeknek fő célja a zsugorítvány mennyiségének és minőségének javítása volt.

Az 1978-ban gyártott zsugorítvány és pellet mutatói a következők voltak:

	Zsugorítvány	Pellet
Vastartalom (%)	52,85	61,71
Bázicitás CaO/SiO_2	1,22	0,47
Portartalom (0—5 mm frakció, %)	17,5	4,1

A zsugorítvány minőségének javulását az elöregedett és a fizikailag elhasználódott gépsorok leállításával, a működő gépek rekonstrukciójával lehet elérni, különösen a nyersanyagátlagosítás, a zsugorítvány optimális kezelése és hűtése révén, valamint a nagy teljesítményű (650 m^2-es és nagyobb) zsugorítógépek építésével.

Javulnak a pellet olyan minőségi mutatói, mint a kémiai összetétel stabilitása, szilárdsága, bázicitása.

A 40%-os pellettartalmú elegy kohósítására történő áttéréssel, — amelynek bázicitása 0,85 — az MMK feltételei között a kohók termelékenysége 1%-kal növekedett és a fajlagos kokszfelhasználás 3,5 kg-mal csökkent. A jövőben az országban előállított pellet bázicitása 1,2—1,25-re növekszik.

A kokszgyártás nyersanyagbázisának növelése érdekében a XI. ötéves tervben megkezdődik a kohókoksz gyártása olcsó és bőven rendelkezésre álló gázos és gyengén kokszolható szenekből a Szovjetunióban kidolgozott és kipróbált technológia alapján. Kísérleti kohósítások bizonyítják a helyettesítés teljesértékűségét.

A nyersvas minőségének javítása

A fémek népgazdasági alkalmazásának hatékonysága közvetlenül azok minőségétől függ. A nyersvas esetében ezt olyan mutatók határozzák meg, mint a káros szennyeződések tartalma, a vagyi összetétel és a fizikai meleg stabilitása.

A nyersvas megadott szilicium- és mangántartalma és ezek ingadozásának határai függenek az adagolandó elegy összetételétől, az elegyalkotók stabilitásától, a kohójárat egyenletességétől és az automatikus szabályozórendszer hatékonyságától.

Azoknál a kohóknál, amelyeknél nagy kéntartalmú kokszot adagolnak, kutatásokkal és tapasztalati úton meghatározták az alacsony kéntartalmú nyersvas gyártásához szükséges feltételeket: a darabosított érc minőségének javítását, a kohókba jutó kén mennyiségének lehetséges csökkentését, racionális salakrendszert, a kéntelenítési folyamat hőfeltételeinek biztosítását és a termékek feldolgozásának korszerűsítését.

A nyersvas kéntartalmának csökkentésében nagy szerepet játszik az elegy szemcsézete és porosssége. Ez biztosítja az optimális gázeloszlást a kohóban, az egyenletes és stabil járatot, valamint az elsődleges salakképzés kedvező alakulását. A bázikus salak és a végsalak kialakulásának felté-

telei javulnak a komplex zsugorítványok alkalmazásával (amelyek mangán- és magnéziumoxidot tartalmaznak) olyan bázicitással, amely kizárja a mészkőnek az adagolását a kohóba.

A kokszfelhasználás csökkentésére, ennek eredményeként a kohóba bevitt kén csökkentésére irányuló hatékony intézkedés a fúvószél hőmérsékletének növelése, az elegy bázicitásának növelése, egészen oly mértékig, hogy az elegyből teljes egészében eltávolítsák a nyers mészkő adagolását, az oxigénrészarány emelése a fúvószélben, a földgáz egyidejű növelése mellett, alacsony kéntartalmú kokszhelyettesítők alkalmazása, a gázok hő- és redukálóenergiájának fokozása az elegy kémiai és szemszerkezeti homogenitásának növelése révén és a tökéletes gázátbocsátás módszereinek fejlesztése.

Az alacsony kéntartalmú nyersvas előállításában meghatározó szerepet játszik a salakképzés. Krivojrogi ércből készített zsugorítvánnyal és donyecki koksszal működő kohók vizsgálatával és a tényleges üzemi adatok statisztikai feldolgozásával megállapították a salakképzésnek azokat a mutatóit, amelyek biztosítják azt, hogy a nyersvas kéntartalma 0,030% alatt legyen; a bázicitás CaO/SiO_2 1,25—1,30, az aluminium- és a magnéziumoxidtartalom 6,5—7 és 4,0—5,0%, a vas és mangánoxid 0,3—0,4% alatt; és a csapolási hőmérséklet 1490—1530 °C.

Megfelelő kombinált fúvószéllel biztosítják a kohósított anyagok nagyobb hőmérsékletét. Ennek következtében csökken a salak viszkozitása 3—5 poise-re, még a fent megadott bázicitás mellett is és a befúvott gázok nagy redukciós potenciájával együtt a nyersvas aktív kéntelenedési folyamatának lezajlását segíti elő a vasoxidok és a mangán lehető legteljesebb redukciója mellett.

A salak kéntelenítő hatását teljesebb mértékben ki lehet használni a nyersvas csapolónyilások számának növelésével, valamint a csapolások optimális számának megválasztásával.

Alacsony kéntartalmú (0,010 % alatti) nyersvas előállítására kidolgozták a nyersvas kohón kívüli kezelésének berendezéseit és technológiáját granulált, vagy passzivált magnézium felhasználásával. A granulált magnéziummal történő nyersvaskéntelenítés alapja az, hogy a merülő fúvókákkal a granulált magnéziumot mélyen a nyersvasba fúvatják. A nyersvas kohón kívüli kéntelenítésére szolgáló berendezések összes teljesítménye 1978-ban elérte a 18 millió tonnát.

Befejezésül meg kell jegyezni, hogy a kohósítási folyamatok intezifikálása azzal, hogy növeljük a kohókon keresztülhaladó anyagok és kohótermékek mennyiségét, növeljük a hőmérsékletet, a nyomást és a gázok sebességét, szigorítja a berendezések és a kohók egyes elemeinek üzemeltetési feltételeit, ezeken belül az adagoló berendezésekét, a tűzálló falazat minőségét, a léghevítők és annak berendezését, a cspolónyilásokét, stb.

Éppen ezért ezeknek a kérdéseknek a komplex megoldása hozza létre azokat az előfeltételeket, amelyek szükségesek a kohósítási technológia vizsgált fejlesztési irányainak bevezetéséből származó maximális hatékonyság eléréséhez.

Könyvismertetés

Lauenroth, Böhm: **Kibernetika az ipari szervezésben** (Kibernetik in der industriellen Organisation VEB Verlag Technik Berlin 1979, 235 old.)

Az NDK Tecnikai Kamarája tagjaként működő Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület Rendszerelemzés/Rendszerszervezési szekciója „Alkalmazott kibernetika" munkaközösséget hozott létre. A tárgyalt könyv tanulmányai ennek a munkaközösségnek az eredményein alapulnak. A két megjelölt szerző irányítása alatt valójában a 9. fejezetben 14 szerző kutatási eredményeit kapjuk kézbe.

Az „alkalmazott kibernetikát" — legalábbis megfelelő tudományos alapossággal, módszerességgel és terjedelemmel — nemigen művelik hazánkban. Pedig ennek munkasprektuma magába foglalja a termelési folyamatok irányításának racionalizálását, a tervezési eljárások továbbfejlesztését, hierarchikus irányítási algoritmusok kifejlesztését, az optimalizálási eljárások használatát és az adatfeldolgozási rendszereket. E témákon viszont nagy erőkkel dolgoznak a Szovjetunióban, az NSZK-ban és Lengyelországban (ASU). Elmaradottságunk felszámolásában igen jó szolgálatot tesznek az átfogó jellegű könyvek, mint amilyen a szóban forgó.

Az 1. fejezet, amely a könyv közel $^1/_4$-ét foglalja el, az ipari szervezeti rendszerek kibernetikai modellezési alapjaival ismertet meg. Az itt tárgyalt makro- és mikroanalízis, valamint a szintézis és a vetítés ismételt felhasználását megtaláljuk a későbbi fejezetekben.

A 2. fejezet hosszú átfutási idejű egyedi gyártás termelésirányítási rendszerének kialakításával foglalkozik. A szerzők itt foglalkoznak olyan „kényes" problémákkal, mint a rövididejű és operatív termeléstervezés, a felhasználási mutatók és a gyártáselőrehaladás ellenőrzése.

A 3. fejezet a kibernetikai módszerekkel való operatív termeléstervezés hatékonyságnövelését taglalja. Itt háromszintű modellstruktúrával találkozunk, ahol az első két szint algoritmusai gyártmányorientáltak, az utolsó pedig alkatrészorientált. Megtudjuk, hogyan növelhető a reakcióképesség ekvivalenciaszámok alkalmazásával.

A 4. fejezet a termelési folyamatok operatív irányításának adaptív elemeit mutatja be. Megismerkedünk az adaptív irányítási rendszer struktúrájával és funkcióival, az adaptív tulajdonságok növelésének szükségességével. A fejezet végén a szerzők megbecsülik a gyakorlati használhatóságot.

Az 5—7. fejezetek egy-egy iparág területéről származó példákkal illusztrálják a termelésirányítás hierarchikus algoritmusait. Az 5. fejezetet a gép- és szállító eszközgyártásnak, a 6. fejezetet az energiagazdaságnak — pontosabban a városi gázgyártásnak, — a 7.-et pedig a geológiai feltárási kutató munkának szentelték.

E 8. fejezet témája a számítógépi adatbank, amellyel racionalizálni lehet a vezetés információ rendszerét. Néhány oldalon kiemelték az ESZR számítógépre kidolgozott AIDOS dokumentum visszakereső és a DBS/R adatbank kezelő rendszert.

Az utolsó fejezet a területileg szétszórt üzemű kombinátok kialakításával és vezetésük szervezésével foglalkozik.

A könyvet hasznosan forgathatják ipari üzemeink szervezési osztályainak dolgozói, akik munkájukat tudományosabb módszerek segítségével kívánják megalapozottabbá tenni.

Gémes Ferenc

A távvezetéki földgáz minőségingadozása és ennek hatása a kemencék hőmunkájára

DR. FARKAS OTTÓNÉ — SZEMMELVEISZ TAMÁS
okl. kohómérnökök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Tüzeléstani Tanszék

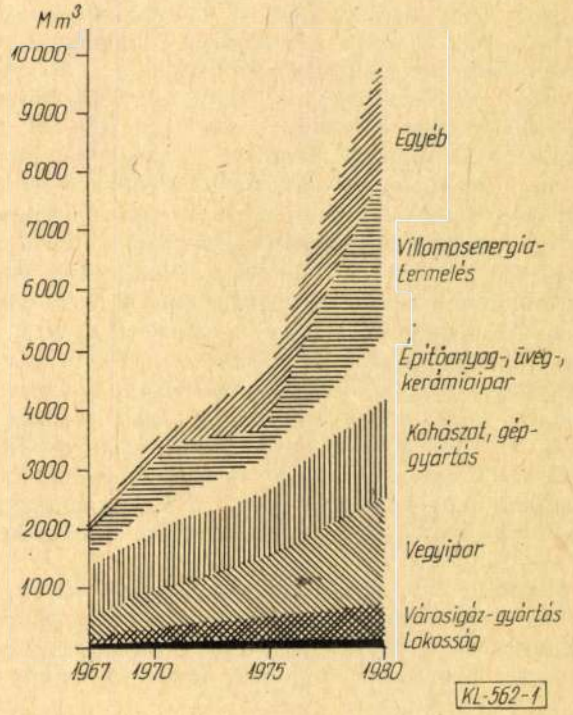
A dolgozat az országos földgáztávvezeték észak-magyarországi ága miskolci fogyasztóvezetékein vett minták elemzési eredményeiről számol be. Elemzi, hogy a földgáz összetétele hogyan hat a földgáztüzelésű kemencék hőhasznosítására.

A Nehézipari Műszaki Egyetem Tüzeléstani Tanszékén évek óta rendszeresen elemzik az országos földgáztávvezeték észak-magyarországi ága miskolci fogyasztóvezetékein vett földgázmintákat. Mivel az országrész kohászati, gépipari, valamint egyéb nagy- és kisüzemeit ezekről a vezetékekről látják el földgázzal, érdeklődésre tarthat számot, hogy miként ingadozik a szolgáltatott földgáz összetétele az idő függvényében és milyen mértékű ennek hatása a földgáz jellemző tüzeléstani paramétereire, valamint ezek következményeként a kemencék hőhasznosítására.

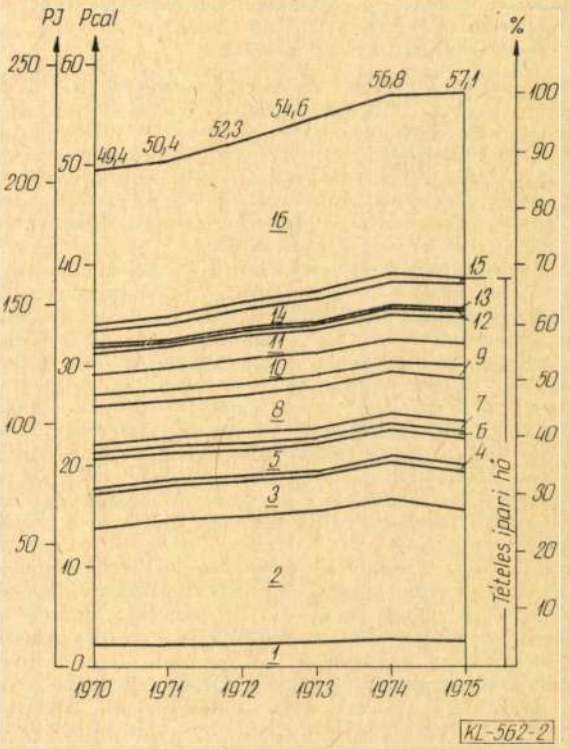
Bevezetés

A Földünkön mintegy 20 éve folyó energiastruktúra-átalakítási folyamatnak Magyarország is részese. Hazánkban a földgázfelhasználás részesedésének növekedését leginkább jellemzi, hogy ez, az 1960-as bázisév 2,6%-áról, 1980-ig 24,3%-ra nőtt. A kohászat és a gépipar, mint energetikai nagyfogyasztók földgázfelhasználását 1967 és 1980 között az *1. ábra* [1] mutatja. Az egyes kemencetípusokban felhasznált — primer és secunder energiahordozókból származó — hő, számottevő mennyiségű az országos energia felhasználásban. Az 1970—75. évek ezirányú hőfelhasználását a *2. ábra* [2] mutatja. A növekvő mennyiségi igények kielégítésére tett gazdasági és műszaki intézkedések meghatározták a hazai földgázipar fejlesztését, s egyidejűleg a földgázimport révén helyünket a nemzetközi kooperációban is.

E két együttes tevékenység eredményét jellemzően mutatja a *3. ábra*, amelyen az idő függvényében növekvő földgázfelhasználásunk forrástételeit láthatjuk a hazai termelés és a behozatal szerint bontva. A forrásnövelés természetszerűen maga után vonja, hogy a földrajzilag, geológiailag eltérő előfordulásokból különböző minőségű gázokat termelnek és kevernek össze a szolgáltató rendszerben. Ebből következik, hogy az országos távvezeték hálózatban — amelyről a *4. ábra* tájékoztat — a források számának ,a betáplálások mennyiségének és helyének, a mennyiségi igények változásának, valamint a tervszerű és nem tervezett karbantartásoknak a függvényében ingadozó összetételű földgázkeverék jön létre. Az ebből származó gondokat tovább fokozza az a tény, hogy potenciális földgázkészleteinken belül az inert gázalkotók hányada egyre növekszik, s ezeket a nagyobb inert tartalmú földgázokat a jövőben még nagyobb mennyiségben



1. ábra. Az országos földgázfelhasználási szerkezet változása (1967—1980) [1]



2. ábra. Ipari hőfelhasználás homogén fogyasztóberendezés-csoportok szerint (1970—1975) [2]

kell a távvezetékrendszerbe keverni [3]. Ezért a minőségingadozással nemcsak napjainkban, hanem a jövőben még inkább számolnunk kell. Következésképpen nem érdektelen vizsgálni azt, hogy az ipari kemencék üzemeltetésében milyen irányú és mértékű hatása van a földgáz-energiahordozó minőségingadozásának.

1. A földgáz összetétel ingadozásának vizsgálata

A több éve folyó földgázvizsgálat eredményeiből e helyen most az 1978. év során laboratóriumi gázkromatográfon hetente végzett analizisek kiértékelt és diagramokba foglalt adatait ismertetjük. Valamennyi földgázkomponens koncentrációváltozását az idő függvényében feltüntető görbéjén megadjuk azokat az adatokat is, amelyeket matematikai statisztikai értékeléseink során számítógéppel határoztunk meg. Ezek számításának alapegyenletei: [5]

1. A minta átlag v. minta közép:

$$\bar{x}=\frac{x_1+x_2+\ldots+x_i+\ldots+x_n}{n}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

ahol: $x_1, x_2, x_3 \ldots x_i \ldots x_n$ — a minta elemei (egyes gázkomponensek)

n — az elemek száma (1-től 53-ig)

2. Az empirikus szórásnégyzetek:

$$\sigma_n^2=\frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2}{n}+\ldots+$$

$$+\frac{(x_i-\bar{x})^2+\ldots+(x_n-\bar{x})^2}{n}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2$$

3. A szórásértékek:

$$\sigma_n=\sqrt{\sigma_n^2}$$

4. A szórási együtthatók (a szórás értéke az átlaghoz képest):

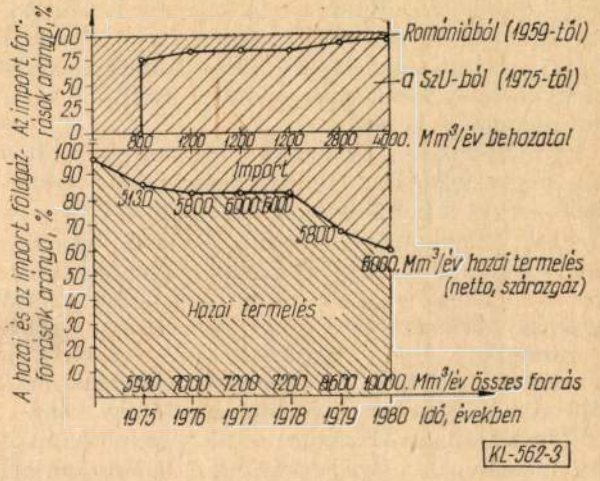
$$\Theta=\frac{\sigma n}{\bar{x}}\,100 \quad [\%]$$

A távvezetéki földgáz metán és etán koncentráció-változását térfogatszázalékban az 1978-as év heteinek függvényében az *5. ábrán* foglaltuk össze. Az eredmények egyértelműen mutatják a szolgáltatott gáz két legjelentősebb alkotójának permanens és nagymértékű ingadozását.

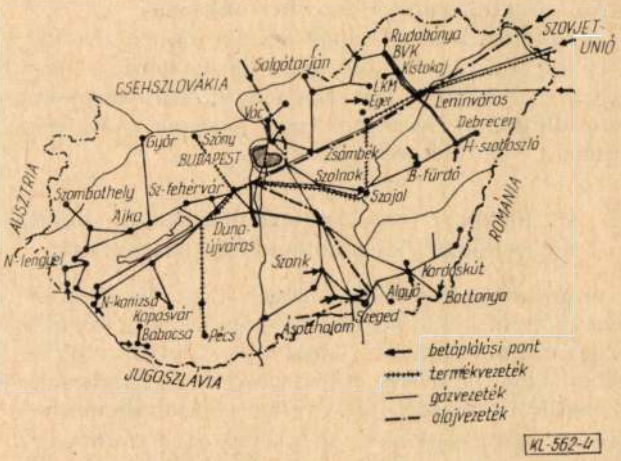
Az egyes gázkomponensek szórásának összehasonlítása alapjául leginkább használható statisztikai jellemzők közül legkifejezőbb az U-val jelölt szórási együttható, amely a szórás mértékét mutatja az átlaghoz képest, %-ban.

A metánra ez 2,13, az etánra 18,77%. Az etán koncentráció abszolút értékének változása mint látható, igen nagy, közel háromszoros.

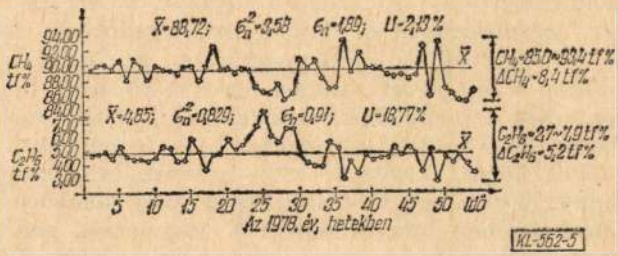
A szénhidrogénsor további két tagjának koncentrációváltozásait a *6. ábrán* állítottuk össze. A földgáz propán- és butántartalmának ingadozása az idő függvényében sokkal fokozottabb, mint az



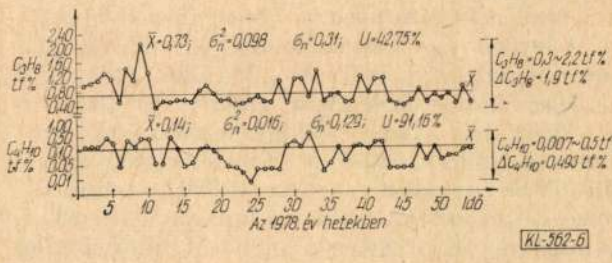
3. ábra. Magyarország földgázmérlegének forrástételei az 1975—80. években



4. ábra. Az országos gáztávvezeték-rendszer [1]



5. ábra. A földgáz metán és etán komponenseinek koncentrációváltozása az idő függvényében



6. ábra. A földgáz propán és bután komponenseinek koncentrációváltozása az idő függvényében

előző két alkotóé. Ezt a szórások értéke is tükrözi. Az átlaghoz viszonyított eltérés a propánnál 42,75%, a butánnál 91,16%. Ez utóbbi 70-szeres értékváltozást jelent a komponens legkisebb koncentrációjához képest.

A pentánnak és a hexánnak a koncentrációváltozása is igen jelentős a *7. ábrán* összefoglalt eredmények szerint. A szórásértékek 65, 33 ill. 44,70%-nak adódtak. Mindkettőnél a minimális érték többszörösére is nő a koncentráció az időbeni ingadozásokkor. Az éghető alkotók utolsó két kimutatható tagjának a koncentráció változása a *8. ábra* szerint a legszembetünőbb. A heptán szórásértéke 83,14%, az oktáné 215,24%. Ez utóbbinál a koncentráció változása 100-szoros a minimumértékhez képest. A földgáz két inert komponensének a széndioxidnak és a nitrogénnek a koncentrációja a *9. ábra* szerinti ingadozást mutatja az elemzések alapján. A széndioxid számított szórása az átlaghoz képest U =49,86%, a nitrogéné U =37,04%. Előbbi minimuma és maximuma között több mint 6-szoros, utóbbinál több mint 10-szeres a változás.

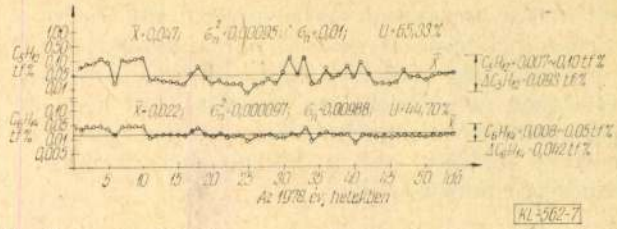
A földgáz összetételének az előzőekben részletezett ingadozása láttán felmerül a kérdés, hogy milyen mértékű és következményű változást okoz ez a földgáz — összetételfüggő — tüzeléstani, égéselméleti paramétereiben.

2. A földgáz összetétel-ingadozásának hatása egyes hőtani és égéselméleti paraméterekre

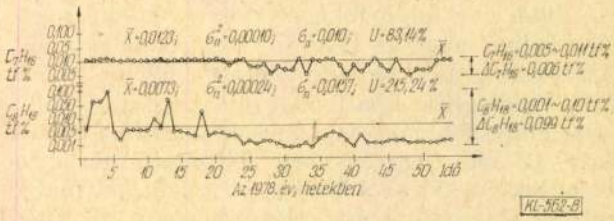
A gáz energiahordozók tüzeléstani, égéselméleti paraméterei közül azt a 12-t választottuk további vizsgálataink tárgyául, amelyek a földgáz minőségének megitélésében, a biztonságos és gazdaságos tüzelésirányításban, valamint a tüzelésellenőrzésében a legfontosabbak. A választott paraméterek értékeit az elemzett és az alábbi ábrákon bemutatott földgázösszetételekre számítással határoztuk meg, némelyeket laboratóriumi folyamatos méréssel kiegészítve [4]. A vizsgált földgázok fűtőértékének, égésmelegének és sűrűségének ingadozását a *10. ábra* mutatja az idő függvényében. Az összehasonlítás alapjául vett szórási együttható értékek, noha csak 2% körüliek, a hirtelen és ismétlődően bekövetkező változások legkisebb és legnagyobb értékei között mintegy 10% eltérést találunk. Ennek hatása egy földgáztüzelésű ipari kemence hőterhelésében már számottevő ingadozást von maga után.

A földgáz tökéletes elégetéséhez szükséges fajlagos, elméleti, normáltérfogatú levegőmennyiség, a keletkező fajlagos elméleti, normáltérfogatú nedves füstgázmennyiség és a keletkező elméleti füstgáz összetételének változását a *11. ábrában* dolgoztuk fel. A levegő- és a füstgázmennyiség változásának szórási együttható értékei 2% körüliek, de az alsó és a felső határértékek között mintegy 10% az eltérés. Ezért, ha valamely földgáztüzelést, jó keverőmunkájú égőhöz tartozó, n =1,05 levegőtényezővel állítunk be egy adott — pl. az 53. heti mintára jellemző — fűtőértékre, akkor a fajlagos ,gyakorlati, normálállapotú levegőszükséglet a 11. ábra alapján

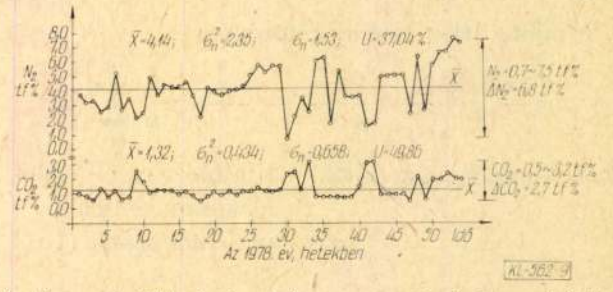
$$L_{\text{gyak}} = n \cdot L_{\text{elm}} = 1{,}05 \cdot 8{,}998 = 9{,}4479 \text{ m}^3/\text{m}^3$$



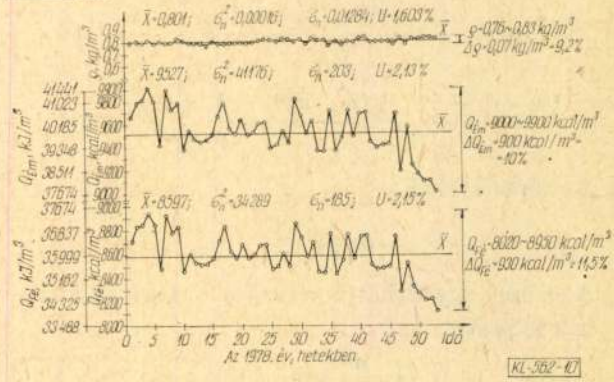
7. ábra. A földgáz pentán és hexán komponenseinek koncentrációváltozása az idő függvényében



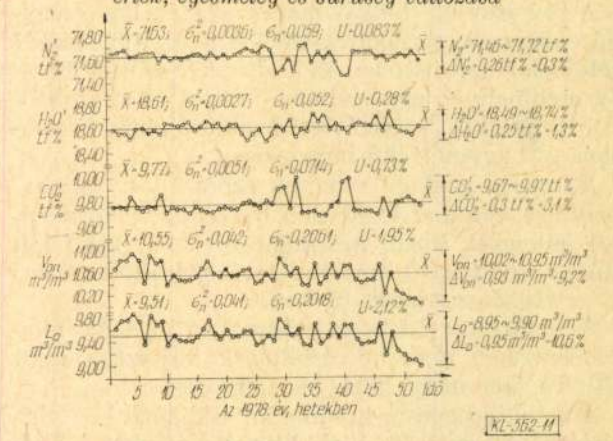
8. ábra. A földgáz heptán és oktán tartalmának koncentrációváltozása az idő függvényében



9. ábra. A földgáz inert komponenseinek koncentrációváltozása az idő függvényében



10. ábra. A földgáz elemzett összetételéből számított fűtőérték, égésmeleg és sűrűség változása



11. ábra. A földgáz elemzett összetételéből számított elméleti levegőszükséglet, -füstgázmennyiség és -füstgáz-összetétel változása

Mihelyt azonban a földgáz fűtőértéke — pl. a 4. hét mintájának megfelelő értékre — változik, a hozzá tartozó elméleti fajlagos, normálállapotú égéslevegő mennyisége a 11. ábrából 9,889 m^3/m^3. Ha a levegő szabályozásával ezt nem követjük, úgy az eredetileg 1,05 levegőtényezőre beállított tüzelés tényleges levegőtényező értéke

$$n = \frac{L_{gyak.}}{L_{elm.}} = \frac{9,4479}{9,889} = 0,956$$

lesz, tehát az égés tökéletlenné válik. Ennek következtében a számottevő többlet fűtőértéket nem tudjuk hasznosítani, így az a füstgázveszteséget növelve latens hő formájában a kemencéből eltávozik, s ezzel jelentős energiaveszteséget okoz. Ellenkező esetben, ha az előbbi nagy fűtőértékre állítjuk be a szükséges levegőmennyiséget — (a 4. hét adatára) — de közben kisebb lesz a földgáz fűtőértéke-, (az 53. heti) — a levegő mennyiségét pedig nem szabályozzuk hozzá, akkor a tényleges levegőtényező

$$n = \frac{L_{gyak.}}{L_{elm.}} = \frac{1,05 \cdot 9,889}{8,998} = 1,15\text{-re}$$

módosul, vagyis a szükségesnél lényegesen több fölös levegő kerül az égéstérbe. Ez jelentősen növeli a fajlagos füstgázmennyiséget, annak arányában természetesen csökkenti az égéshőmérsékletet is.

A levegőtényező ilyen mértékű ingadozása azt eredményezi továbbá, hogy ingadozik a keletkező füstgáz összetétele is, és a széndioxid változó mennyisége miatt, annak a tüzelésellenőrzésben betöltött szerepe bizonytalanná válik.

A *12. ábrán* a földgáz alsó és felső gyulladási határértékeire vonatkozó számítások eredményeit foglaltuk össze. A szórási együtthatók értékei U =4,94, illetve U =12,49%, érzékeltetik az ingadozás nagy mértékét. A minimum és maximum értékek között a gyulladás alsó határértékénél 25,7%-os, a felső határértéknél pedig 76,1%-os az eltérés. Az ingadozás mértékéből következik, hogy a földgáz összetétel változásához nem szabályozott égési levegőmennyiség a gyulladás határértékein kivül eső gáz-levegő koncentrációt is eredményezhet, és ezzel a tüzelés biztonságát csökkentheti.

A normál lángterjedés sebessége, vagyis az éghető keverék meggyújtása után keletkező lángnak az egész lángtérfogatra kiterjedő sebessége szintén erőteljes ingadozást mutat, amint azt a *13. ábra* szemlélteti. A szórási együttható értéke 3,64% ebben az esetben. Látható az is, hogy az elméleti égéshőmérséklet csak 0,24%-os szórást mutat a földgáz változó minősége függvényében, ami mintegy 30 fok ingadozást jelentene, de csak akkor, ha a tüzelésszabályozás a fűtőérték változásán alapulna. Ennek hiányában azonban, ha pl. az átlagfűtőértékre állítjuk a levegőmennyiséget és a levegőt rekuperátorban 553 K átlaghőmérsékletre melegítjük elő, 1, 05-ös levegőtényező esetén, akkor a várható elméleti égéshőmérséklet:

$$t_{elm} = \frac{Q_{F\acute{e}\acute{a}tl.} + 1,05 \cdot L_{elm.\ \acute{a}tl} \cdot c_{plev} \cdot t_{lev}}{\left[V_{ofsg.\ \acute{a}tl} + (1,05-1)\frac{100}{21} O_{2min.\ \acute{a}tl}\right] \cdot c_{pfsg}}$$

$$t_{elm} = \frac{8597 + 1,05 \cdot 9,51 \cdot 0,315 \cdot 280}{0,396\left(10,55 + 0,05\frac{100}{21} \cdot 1,997\right)} = \frac{9477,7}{4,366} =$$

$$= 2171\ °C,$$

vagyis

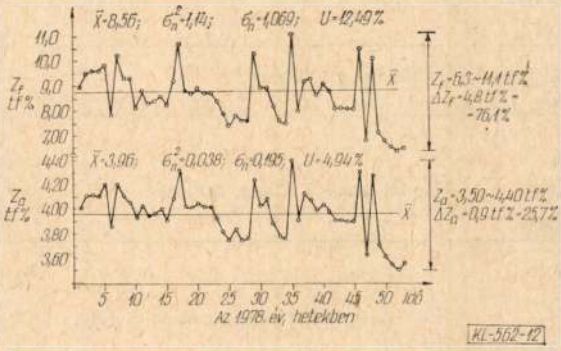
$T_{elm} = 2444$ K, a fűtőgáz átlagfűtőértéke esetén.

Viszont, ha a földgáz minősége romlik, a fűtőérték pl. az 53, heti minimumra csökken és ha nem szabályozzuk ennek megfelelően a levegőmennyiséget, akkor az elméleti égéshőmérséklet a korábbi számításokból vett adatok és a fenti egyenlet alapján

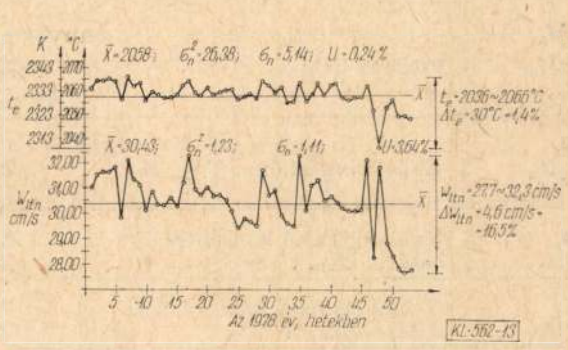
$$t_{elm} = 2005\ °C, \text{ illetve } T_{elm} = 2278 \text{ K-nek}$$

adódik, vagyis $\Delta T_{elm} = 166$ fok elméleti égéshőmérséklet csökkenést okoz. S mivel az ipari és ezen belül a kohászati kemencéknél vagy nincs, vagy ahol van, nem a fűtőérték változásán alapszik a tüzelésszabályozás, nyilvánvalóak ennek hátrányos műszaki és gazdasági következményei.

Jelentősége miatt célszerűnek látszott nevezett vezetékes földgáz összetétel-ingadozásából származó, fent tárgyalt 12 tüzeléstani paraméterének változását még behatóbban vizsgálni. Ezt a matematikai statisztikában ismert lineáris regressziós analízis segítségével tettük [5.]. Előbb egy, majd — a földgáz 10 komponense szerint — tíz változóra alkalmaztuk az analízist. Az e célból készített FORTRAN nyelvű számítógépi programokat a



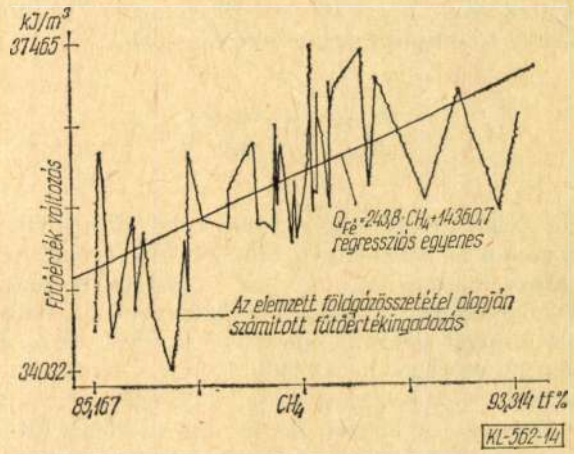
12. ábra. A földgáz gyulladási határértékeinek változása



13. ábra. A földgáz lángterjedési sebességének és elméleti égéshőmérsékletének változása

NME Automatikai Tanszékének — TPAi típusú — számítógépén futtatták. Az analízis során nyert regressziós egyenesek egyenletei megadják a vizsgált 1 illetve 10 gázkomponens számszerű hatását — az itt vizsgált összetételek között változó földgáz — előbbiekben tárgyalt tüzeléstani paramétereire.

Ezek alapján számos következtetés vonható le a földgáz egyes komponenseinek koncentrációváltozásától függő paraméterváltozásaira, másrészt az egyenletekkel bármely — a rendszerbe illő — földgáznak a paraméterértékei egyszerű számítással meghatározhatók. A regresszióanalízis eredményeként kapott egyenletekből szükségszerű szelekcióval kiválasztottuk azokat, amelyeknek korrelációs tényezője $r_m > 0{,}5$-nél. A — közlés szempontjából — nagy terjedelmű anyagból táblázatosan összefoglalva bemutatjuk néhány földgázkomponens és a földgáz vizsgált tüzeléstani paramétere regressziós egyenletét egy- és tízváltozó esetére, az *1.* és *2. táblázatban.* Az egyváltozós analízis számított regressziós egyenletét, valamint a mért összetételingadozás alapján számított tüzeléstani paraméterérték ingadozásnak a számítógép által rajzolt formájú — egy kiragadott példáját — a *14. ábrán* ismertetjük.



14. ábra. A földgáz fűtőértékének változása a CH_4 koncentráció függvényében

1. táblázat

Egyváltozós, lineáris, regressziós egyenletek a földgáz egyes komponenseinek koncentrációváltozása okozta egyes tüzeléstani paraméterek változásának meghatározására

A földgáz komp. jele	A tüzeléstani paraméter megnevezése, jele, egysége	Az egyváltozós egyenlet	A korrelációs együtth. értéke
N_2		$Q^{\varnothing}_{Fé} = -437{,}9 \cdot N_2 + 37806{,}8$	0,8666
CH_4		$Q^{\varnothing}_{Fé} = 243{,}8 \cdot CH_4 + 14\,360{,}7$	0,5953
C_3H_8	Fűtőérték, $Q^{\varnothing}_{Fé}$, kJ/m³	$Q^{\varnothing}_{Fé} = 1836{,}3 \cdot C_3H_8 + 34\,645{,}8$	0,7436
C_4H_{10}		$Q^{\varnothing}_{Fé} = 4085{,}5 \cdot C_4H_{10} + 35\,412$	0,6836
C_5H_{12}		$Q^{\varnothing}_{Fé} = 16\,177{,}8 \cdot C_5H_{12} + 35\,231{,}9$	0,6436
C_6H_{14}		$Q^{\varnothing}_{Fé} = 48\,273{,}8 \cdot C_6H_{14} + 34\,926{,}3$	0,6156
CH_4	Sűrűség, $\varrho^{\varnothing}$, kg/m³	$\varrho^{\varnothing} = -0{,}00550 \cdot CH_4 + 1{,}2890$	0,8114
CO_2		$\varrho^{\varnothing} = 0{,}014 \cdot CO_2 + 0{,}7825$	0,7181
N_2		$L^{\varnothing}_{elm} = -0{,}1161 \cdot N_2 + 9{,}992$	0,8818
CH_4	Égési levegő, $L^{\varnothing}_{elm}$, m³/m³	$L^{\varnothing}_{elm} = 0{,}06745 \cdot CH_4 + 3{,}527$	0,6323
C_3H_8		$L^{\varnothing}_{elm} = 0{,}4736 \cdot C_3H_8 + 9{,}164$	0,7366
N_2		$V^{\varnothing}_{fsgn} = -0{,}1176 \cdot N_2 + 11{,}03$	0,8754
CH_4	Füstgázmennyiség, nedves, $V^{\varnothing}_{fsgn}$, m³/m³	$V^{\varnothing}_{fsgn} = 0{,}06703 \cdot CH_4 + 4{,}600$	0,6155
C_3H_8		$V^{\varnothing}_{fsgn} = 0{,}4885 \cdot C_3H: + 10{,}19$	0,7441
C_4H_{10}		$V^{\varnothing}_{fsgn} = 1{,}088 \cdot C_4Hi_0 + 10{,}39$	0,6847
CO_2		$CO^{\varnothing}_{2max} - 0{,}09504 \cdot CO_2 + 9{,}642$	
C_3H_8	Füstgáz $CO^{\varnothing}_{2max}$, tf %	$CO^{\varnothing}_{2max} - 0{,}1302 \cdot C_3H_8 + 9{,}672$	0,5721
C_4H_{10}		$CO^{\varnothing}_{2max} = 0{,}321 \cdot C_4H_{10} + 9{,}721$	0,5845
N_2		$T_{elm} = -2{,}108 \cdot N_2 + 2340$	0,6311
C_3H_8	Elméleti égéshőm., T_{elm}, K	$T_{elm} = 9{,}532 \cdot C_3H_8 + 2324$	0,5840
C_4H_{10}		$T_{elm} = 20{,}96 \cdot C_4H_{10} + 2328$	0,5307
N_2	Gyulladás alsó koncentráció	$Z_{ain} = -0{,}1134 \cdot N_2 + 4{,}427$	0,8897
CH_4	határa, Z_{ain}, tf %	$Z_{ain} = 0{,}09681 \cdot CH_4 - 4{,}632$	0,9373
N_2	Gyulladás felső koncentráció	$Z_{fin} = -0{,}6313 \cdot N_2 + 11{,}17$	0,9059
CH_4	határa, Z_{fin}, tf %	$Z_{fin} = 0{,}5112 \cdot CH_4 - 36{,}80$	0,9053
N_2	Lángterjedés sebessége,	$W_{ltin} = -0{,}6726 \cdot N_2 + 33{,}01$	0,8343
CH_4	W_{ltin}, cm/s	$W_{ltin} = 0{,}4809 \cdot CH_4 - 12{,}19$	0,8082

2. táblázat

Tízváltozós, lineáris, regressziós egyenletek a földgáz 10 komponensének koncentrációváltozása okozta egyes tüzeléstani paraméterváltozásának meghatározására

A tüzeléstani paraméter megnevezés, jele, egysége	A tízváltozós regressziós egyenlet	A korrelációs együttható értéke
Fűtőérték, $Q_{Fé}$, kJ/m³	$Q_{Fé} = 0{,}0036 \cdot CH_4 + 306{,}35 \cdot C_2H_6 + 547{,}21 \cdot C_3H_8 + 919{,}42 \cdot C_4H_{10} + 958{,}36 \cdot C_5H_{12} + 2676{,}2 \cdot C_6H_{14} + 5882{,}46 \cdot C_7H_{16} + 1339{,}36 \cdot C_8H_{18} - 354{,}83 \cdot N_2 - 334{,}65 \cdot CO_2 + 35\,709{,}22$	0,9979
Sűrűség, $\varrho^{\varnothing}$, kg/m³	$\varrho^{\varnothing} = 1{,}173 \cdot 10^{-8} CH_4 + 6{,}456 \cdot 10^{-3} \cdot C_2H_6 + 1{,}328 \cdot 10^{-2} \cdot C_3H_8 + 2{,}113 \cdot 10^{-2} \cdot C_4H_{10} + 2{,}229 \cdot 10^{-2} \cdot C_5H_{12} + 1{,}435 \cdot 10^{-2} \cdot C_6H_{14} + 3{,}579 \cdot 10^{-2} \cdot C_7H_{16} + 4{,}706 \cdot 10^{-2} \cdot C_8H_{18} + 5{,}377 \cdot 10^{-3} \cdot N_2 + 1{,}242 \cdot 10^{-2} \cdot CO_2 + 0{,}7162$	0,9998
Égési levegő, G_{elm}, m³/m³	$\overset{\varnothing}{L}_{elm} = 1{,}732 \cdot 10^{-7} \cdot CH_4 + 0{,}07136 \cdot C_2H_6 + 0{,}1427 \cdot C_3H_8 + 0{,}2106 \cdot C_4H_{10} + 0{,}3037 \cdot C_5H_{12} + 0{,}3458 \cdot C_6H_{14} + 0{,}4125 \cdot C_7H_{16} + 0{,}5023 \cdot C_8H_{18} - 0{,}09522 \cdot N_2 - 0{,}09535 \cdot CO_2 + 9{,}521$	1,000
Füstgázmennyiség, nedves, V_{fsgn}, m³/m³	$\overset{\varnothing}{V}_{fsgn} = 1{,}493 \cdot 10^{-7} CH_4 + 0{,}0764 \cdot C_2H_6 + 0{,}1527 \cdot C_3H_8 + 0{,}2215 \cdot C_4H_{10} + 0{,}3353 \cdot C_5H_{12} + 0{,}3781 \cdot C_6H_{14} + 0{,}4336 \cdot C_7H_{15} + 0{,}5368 \cdot C_8H_{18} - 0{,}0953 \cdot N_2 - 0{,}09522 \cdot CO_2 + 10{,}52$	1,000
Füstgáz CO_{2max}, tf %	$\overset{\varnothing}{CO}_{2max} = -2{,}024 \cdot 10^{-8} \cdot CH_4 + 0{,}02388 \cdot C_2H_6 + 0{,}04794 \cdot C_3H_8 + 0{,}06445 \cdot C_4H_{10} + 0{,}1184 \cdot C_5H_{12} + 0{,}1721 \cdot C_6H_{14} + 0{,}05859 \cdot C_7H_{16} + 0{,}1569 \cdot C_8H_{18} - 0{,}00644 \cdot N_2 + 0{,}08751 \cdot CO_2 + 9{,}507$	0,9999
Elméleti égéshőmérséklet T_{elm}, K	$T_{elm} = 1{,}718 \cdot 10^{-4} \cdot CH_4 + 2{,}605 \cdot C_2H_6 + 1{,}442 \cdot C_3H_8 + 6{,}874 \cdot C_4H_{10} - 3{,}149 \cdot C_5H_{12} + 73{,}85 \cdot C_6H_{14} + 247{,}4 \cdot C_7H_{16} - 27{,}43 \cdot C_8H_{18} - 1{,}785 \cdot N_2 - 0{,}4928 \cdot CO_2 + 2321$	0,8264
Gyulladás alsó koncentráció határa, Z_{ain}, tf %	$Z_{ain} = 2{,}463 \cdot 10^{-8} \cdot CH_4 - 0{,}02992 \cdot C_2H_6 - 0{,}0159 \cdot C_3H_8 - 0{,}1976 \cdot C_4H_{10} + 0{,}1437 \cdot C_5H_{12} + 0{,}1733 \cdot C_6H_{14} - 1{,}038 \cdot C_7H_{16} - 0{,}01539 \cdot C_8H_{18} - 0{,}1214 \cdot N_2 - 0{,}1206 \cdot CO_2 + 4{,}805$	0,9986
Gyulladás felső koncentráció határa, Z_{fin}, tf %	$Z_{fin} = -6{,}404 \cdot 10^{-6} \cdot CH_4 - 0{,}1248 \cdot C_2H_6 + 0{,}3081 \cdot C_3H_8 - 1{,}48 \cdot C_4H_{10} + 2{,}777 \cdot C_5H_{12} + 3{,}403 \cdot C_6H_{14} - 11{,}99 \cdot C_7H_{16} + 1{,}465 \cdot C_8H_{18} - 0{,}6236 \cdot N_2 - 0{,}6227 \cdot CO_2 + 12{,}47$	0,9914
Lángterjedés sebessége, $W_{ll.in}$, cm/s	$W_{ll.in} = -2{,}968 \cdot 10^{-5} CH_4 + 0{,}09315 \cdot C_2H_6 + 0{,}2076 \cdot C_3H_8 - 1{,}80 \cdot C_4H_{10} + 9{,}159 \cdot C_5H_{12} - 13{,}51 \cdot C_6H_{14} + 7{,}426 \cdot C_7H_{16} + 6{,}358 \cdot C_8H_{18} - 0{,}6325 \cdot N_2 - 0{,}8039 \cdot CO_2 + 33{,}55$	0,9748

A bemutatott regressziós egyenletek közül különösen a tíz változóra számítottak igen jó korrelációt adtak. Ennek gyakorlati alkalmazását megnyugtató pontossággal bizonyítják az 1979. évi földgázanalíziseink elemzett adataiból számított, valamint fenti egyenletekkel meghatározott tüzeléstani paraméterek értékeinek közel azonossága, illetve maximálisan 0,05%-os eltérése.

Ezekkel, a mindennapi üzemi gyakorlatban — egy asztali, kisteljesítményű, mágneskártyára rögzíthető programtárral rendelkező számítógép birtokában — hasznosan dolgozhatunk, hogy alapvető információkat adhassunk a kemencék üzemeltetőinek pl. az égők gáz-levegő arányának beállítására. Ezen túlmenően az egyenletek hasznos információkat adnak az egyes földgázkomponensek ingadozó koncentrációjának az egyes tüzeléstani paraméterek értékeiben bekövetkező hatásáról. A regressziós egyenesek egyenletének iránytangens értéke pozitív vagy negatív előjele az adott komponens növelő vagy csökkentő hatását mutatja az illető tüzeléstani paraméter értékére, abszolút nagysága pedig az adott földgázkomponens hatásának mértékét jelenti.

3. A földgáz tüzeléstani paraméterei ingadozásának hatása a kemence-teljesítményre és a kemence-hatásfokra

Az előzőekben bemutatott jellemzők ingadozásainak hatását a következőkben megvizsgáljuk néhány izzító tolókemence adatainak [6], [7], [8] és a korábbi példában számított adatoknak a felhasználásával. A számítás alapegyenletei a következők:

$$V_g = \frac{P_{mért} q}{Q_{Fé\ átl} + 1{,}05 L_{elm\ átl} c_p t_{lev}}\ \mathrm{m^3/h}$$

3. táblázat

A kemencék egyes jellemzőinek értékváltozása a földgáz minőségváltozásának függvényében

Sorszám	Kemence megnevezése	1	2	3	4	5	6	7
		Q_h Hasznos hő, 10^6 kJ/h; 10^6 kcal/h	q Fajlagos hőfelhaszn. 10^6 kJ/t; 10^6 kcal/t	P Kemence teljesítmény, t/h			η Kemence hatásfok, %	
				$Q_{Fémin}$	optim.	$Q_{Fémax}$	optim.	$Q_{Eémin}$
1.	OFAG tolókemence	62,223	1,567	72,60	74,00	70,99	58,8	52,1
	OKÜ Rúd-drótsor	14,886	0,375000					
2.	Egyterű tolókemence	4,18	2,482	4,88	4,98	4,77	37,4	32,9
	LKM	1,000	0,594232					
3.	Egyterű tolókemence	10,161	2,315	11,88	12,10	11,61	37,2	35,2
	OKÜ	2,431	0,554261					
4.	Kétterű tolókemence	11,996	2,106	14,02	14,30	13,72	41,4	38,7
	CSM	2,870	0,504471					
5.	Kétterű tolókemence	5,734	2,294	6,68	6,82	6,53	36,2	35,6
	CSM	1,372	0,549599					
6.	Ötterű tolókemence	29,552	2,597	34,53	35,2	33,77	36,6	31,6
	LKM	7,070	0,617869					
7.	Ötterű tolókemence	48,780	2,725	56,97	58,08	55,72	30,7	29,9
	DV	11,670	0,652408					

$$PQ_{Fé\,max} = \frac{V_g(0{,}95Q_{Fé\,max} + 0{,}95L_{elm\,átl}c_p t_{lev})}{q}\ \text{t/h}$$

$$PQ_{Fé\,min} = \frac{V_g(Q_{Fé\,min} + 1{,}15L_{elm\,átl}c_p t_{lev})}{q}\ \text{t/h}$$

$$\eta Q_{Fé\,min} = \frac{Q_h}{V_g(Q_{Fé\,min} + 0{,}95L_{elm\,átl}c_p t_{elv})}\ 100\%$$

ahol: V_g[m³/h] a kemence gázfogyasztása,
$P_{mért}$[t/h] a kemence mért teljesítménye
q[kcal/t] ill. [KJ/Mg] a fajlagos hőszükséglet
Q_h[kcal/h] ill. [KJ/h] hasznos hő
t_{lev} =280 °C, ill. 553 K (konstans)

A számításokban konstansnak vettük az átlagfűtőértékhez tartozó óránkénti gázfogyasztást normálállapotban, az ennek megfelelő égési levegőmennyiséget n =1,05 esetén szintén normálállapotban, valamint az üzemi mért adatok közül a hasznos hőt és a betét felmelegítéséhez szükséges fajlagos hőfelhasználást. Az összehasonlítás alapjául választott kemenceteljesítmény és kemencehatásfok értékeit optimális üzemeltetési körülményekre és átlag fűtőértékre számítottuk, hogy az ettől eltérő tényleges üzemeltetési adatokkal nyert értékeket azzal összevethessük. A kapott eredményeket a *3. táblázat* tartalmazza. Ebből kitünik ill. következtethető:

1. hogy a kemencék tényleges teljesítménye az optimumhoz képest kisebb, akár nő, akár csökken földgáz fűtőértéke;

2. a teljesítménycsökkenés mértéke maximális földgázfűtőérték esetén mintegy 2%-nak, (a táblázat 3. oszlopa) a minimális fűtőérték esetén pedig mintegy 4%-nak adódott, (a táblázat 6. oszlopa), a fűtőértékváltozást nem követő tüzelésszabályozás miatt;

3. mindebből az is következik, hogy energiagazdálkodási szempontból veszteséges, környezetvédelmi szempontból pedig káros az a mai üzemi gyakorlat, amelyben figyelmen kivül hagyjuk a gáz minőségének ingadozását.

4. A kemence hatásfokának számszerű vizsgálatából az adódik, hogy az optimális üzemmódhoz tartozó hatásfok értékekhez (6. oszlop) viszonyítva 0,6 — 6,7%-os csökkenés következik be (7.oszlop), ha a földgáz fűtőértéke maximumra nő, de megfelelő tüzelésszabályozás ezt nem követi.

5. Ezek az értékromlások ellentétesek napjaink azon törekvéseivel, amelyek a racionális energiafelhasználásra irányulnak. S mivel hosszú távon számolnunk kell a földgáz permanens minőségingadozásával, az ebből fakadó hátrányos következmények megszüntetése, úgy véljük aktuális feladatunk.

IRODALOM

[1] *Antal Lajos—Csákó Dénes:* A hazai földgáztermelés -előkészítés, -tárolás helyzete és várható fejlődése. Kőolaj és földgáz 1978. 10. 289—299. p.

[2] Energiagazdálkodási Statisztikai Évkönyv 1975, 1976, 1977 Budapest, 1977., 1978., 1979.

[3] *Csákó Dénes*] Magyarország nagy inerttartalmú földgázkészletének hasznosítása. Kőolaj és földgáz 1979. 4. 102—106. p.

[4] *Dr. Farkas Ottóné*] Gáztüzelés. Budapest, Tankönyvkiadó, 1976.

[5] *Vincze István:* Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1975.

[6] Az OKÜ Rúd-Dróthengemű OFAG tolókelemcéjének hőmérlege. ETE ózdi csoport, Ózd, 1977.

[7] *Dr. Bíró Attila:* Izzító kemencék. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.

[8] Az OKÜ Finomhengerműve tolókemencéinek hőtechnikai vizsgálata. NME Tüzeléstani Tanszék, Miskolc, 1972.

A hengerlés kezdő hőmérsékletének hatása a fajlagos energiaszükségletre*

HERENDI REZSŐ
műszaki igazgató
Lenin Kohászati Művek

DR. VOITH MÁRTON
egy. docens

DERNEI LÁSZLÓ
egy. tanársegéd

Nehézipari Műszaki Egyetem

A cikk beszámol arról, hogy a hengerművekben a melegítésre szánt energia egy részét nagyobb alakváltozási energia befektetéssel lehet pótolni. Ennek az átterhelésnek a lehűlési viszonyok és a hengersorok terhelhetősége szab határt.

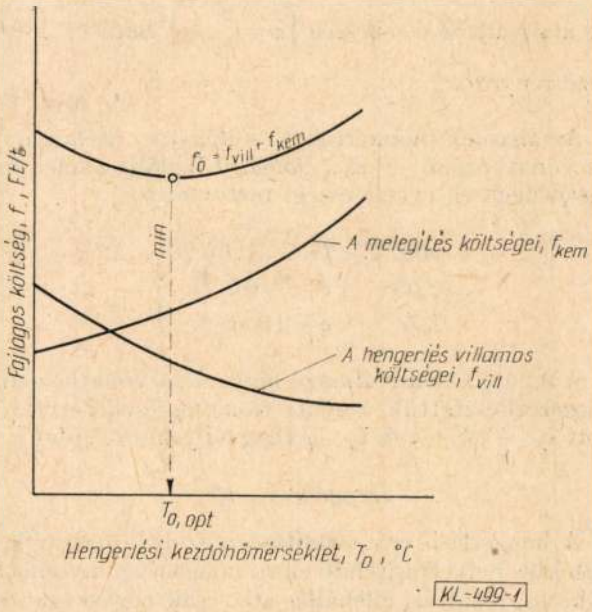
Napjainkban az energiafelhasználási kérdések a figyelem középpontjába kerültek. A hengerművekben energia megtakarítás érhető el — esetleg pótlólagos beruházás nélkül — ha a melegítési energia egy részét nagyobb alakváltozási energia befektetésével pótolják azáltal, hogy a hengerlés kezdő hőmérsékletét csökkentik. Természetesen ennek az "átterhelésnek" a lehülési viszonyok és a hengersorok terhelhetősége határt szabhat. — A dolgozat kitér arra is, hogy ez az "átterhelés" az egy tonna anyag kihengerlési költségeit [Ft/t] hohogyan befolyásolja.

A hengerlés kezdőhőmérsékletét a technológus nyitott hengersorokon a viszonylag nagy lehülés miatt — a fém összetételének és állapotábrájának ismeretében — a lehető legnagyobbra választotta, hogy a kézi kiszolgálással összefüggő kis hengerlési sebesség és a hosszú szúrásközidők miatt bekövetkező nagyfokú lehülés ellenére se csökkenjen a darab hőmérséklete az újrakristályosodási hőmérséklet alá. Ez a nagy kezdő hőmérséklet értelemszerűen még nagyobb kemencehőmérsékletet, nagyobb tüzelőanyag-felhasználást, nagyobb veszteséget és nagyobb karbantartási költséget jelent a kemenceüzemnél, ezzel szemben a fém kisebb alakítási szilárdsága miatt a hengerlés során kifejtendő alakítási munka várhatóan csökken.

A korszerű, folytatólagos egységet vagy egységeket is magába foglaló meleghengersorokon a darab kihengerlésének periódus-ideje — egyrészt a kis közidők, másrészt a nagyobb hengerlési sebességek miatt — viszonylag kisebb, tehát várhatóan a teljes lehülés is lassúbb. Önkéntelenül is felvetődik az a kérdés, hogy ilyen körülmények között érdemes-e, — sőt szabad-e — a fémtanilag megengedhető legnagyobb melegítési hőmérsékletet hengerlési kezdőhőmérsékletként választani?

A hengerlést és a melegítést külön-külön vizsgálva, a két folyamat fajlagos (egységnyi súlyú gyártmányra vonatkoztatott) energiafogyasztása a hengerlési kezdőhőmérséklet függvényében ellentétesen változik: a T_0 hőmérséklet csökkenésével a melegítéshez szükséges energiamennyiség csökken, viszont a kisebb hőmérséklet miatti nagyobb alakítási szilárdság következtében a kihengerléshez szükséges energiamennyiség növekszik.

A két ellentétes tendencia miatt tehát elvileg



1. ábra. Fajlagos költségek

található egy olyan közös optimum, vagyis egy olyan $T_{0,\,opt}$ kezdőhőmérséklet, amelynek alkalmazása estén a kétféle energia (vagy energiaköltség) összege minimális (*1.ábra*).

1. A hengerlési paraméterek meghatározása

A vonatkozó szakirodalomban nagyszámú közlemény foglalkozik a hengerlési paraméterek számítás útján történő meghatározásával. Ezek kritikai elemzése és alakos üregben végzett hengerlésre történő alkalmazása alapján az alábbi számítási metodikát követtük.

Alakítási szilárdság

Acélok alakítási szilárdságát — az anyagminőség ismeretében — háromváltozós függvényként kell kezelni. A három változó: a hőmérséklet [T], az alakváltozás nagysága [φ], és az alakváltozás sebessége [$\dot{\varphi}$].

Analitikai alakban ilyen háromváltozós függvényt 25 különféle acélminőségre vonatkozóan [1] közöl:

$$k_f = k_0 \cdot K_T \cdot K_\varphi \cdot K_{\dot{\varphi}},$$

ahol k_0 [N/mm²] a viszonyítási alapra vonatkozó alakítási szilárdság, amely tulajdonképpen az anyagminőség hatását fejezi ki;

$$K_T = a_1 \cdot e^{-m_1 T}$$

a hőmérséklet hatását kifejező tényező;

* A VI. Országos Hengerész Konferencián (Eger, 1978. október 11—13.) elhangzott előadás átdolgozott anyaga.

$$K_\varphi = a_2 \cdot \varphi^{m_2}$$

az alakváltozás $\left(\varphi = \ln \frac{A_0}{A_1}\right)$ hatását kifejező tényező;

$$K_{\dot{\varphi}} = a_3 \cdot \dot{\varphi}^{m_3}$$

az alakváltozási sebesség $\left(\dot{\varphi} = \frac{v}{l_d} \cdot \varphi\right)$ hatását kifejező tényező.

Az állandók számértékét — néhány acélanyagra vonatkozóan — az *1. tálbázat* foglalja össze. Az összefüggések érvényességi tartománya:

$$\left.\begin{array}{l} \sim 900\ ^\circ\mathrm{C} < T < \sim 1200\ ^\circ\mathrm{C} \\ \sim 0{,}05 \quad < \varphi < \sim 0{,}7 \\ \sim 1{,}5\,\mathrm{s}^{-1} < \dot{\varphi} < 100\ \mathrm{s}^{-1} \end{array}\right\}$$

A 0,20% C-t tartalmazó lágyacélra vonatkozóan megszerkesztettük a fenti összefüggésekel számított k_f—T; k_f—φ és k_f—$\dot{\varphi}$ függvényeket *(2. ábra)*.

Hengerlési erő

A hengerlési erő számítására szolgáló összefüggésekbe helyettesítendő darabmagasság, nyomott ívhossz, alakítási ellenállás stb. csak négyszögletes és szimmetrikus keresztmetszetű darabok hengerlésekor egyértelmű. Profilhengerlésre is érvényes az alábbi számítási módszer [2]; ill. [3], 636—646. old.:

A nyomott felület:

$$A_{ny} = b_1^* \cdot l_{d,\ \text{átl}},$$

ahol a ténylegesen nyomott darabszélesség a kilépési síkban:

$$b_1^* = \xi \cdot b_1.$$

1. táblázat. Az alakítási szilárdság képletében szerepló állandók					
Összetétel %	C	0,20	0,30	0,48	0,56
	Mn	0,53	0,56	0,53	0,47
	Si	0,37	0,28	0,22	0,37
	P	0,015	0,010	0,025	0,005
	S	0,038	0,030	0,028	0,035
	Cr	0,13	0,12	0,07	0,12
	Ni	0,14	0,15	0,11	0,15
k_0	N/mm²	85	86	88	92
Állandók	a_1	15,738	19,037	11,600	22,023
	m_1	0,00275	0,00294	0,00250	0,00310
	a_2	1,729	1,754	1,790	1,772
	m_2	0,233	0,237	0,252	0,246
	a_3	0,697	0,727	0,720	0,715
	m_3	0,162	0,149	0,143	0,143

Négyzetes darabok hengerlésekor (szekrényüregben is) és a készüregre vonatkozóan: $\xi \approx 1$; egyéb profil esetén: $\xi \approx 0{,}95$.

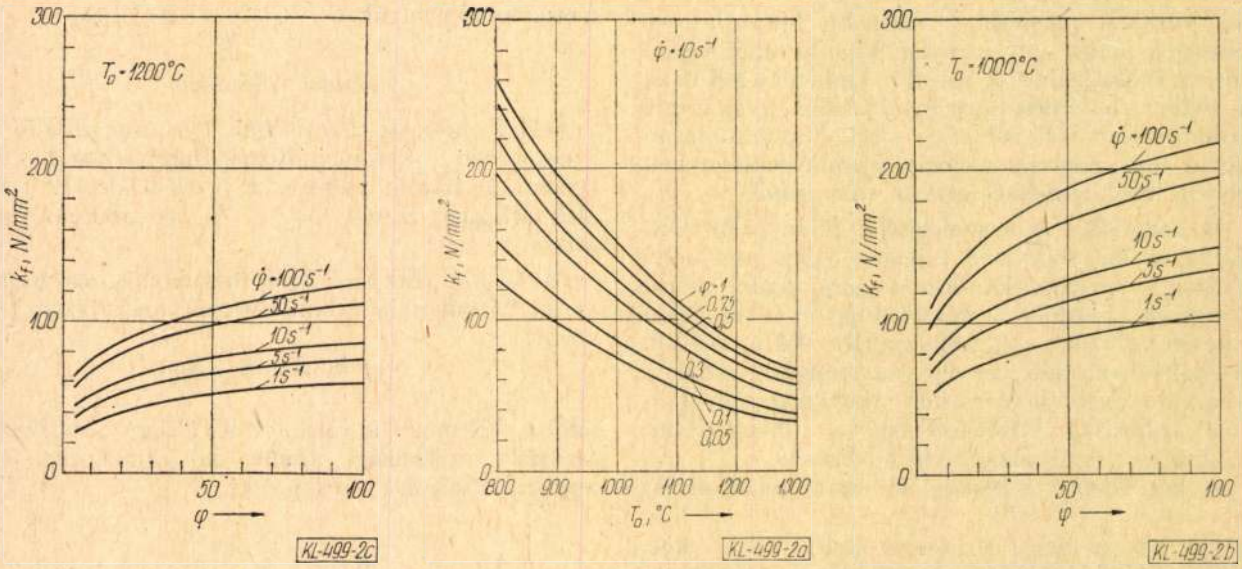
A négyszögletesítéssel nyert átlagos darabmagasság:

$$h_{0,\ \text{átl}} = \frac{A_0}{b_1^*},$$

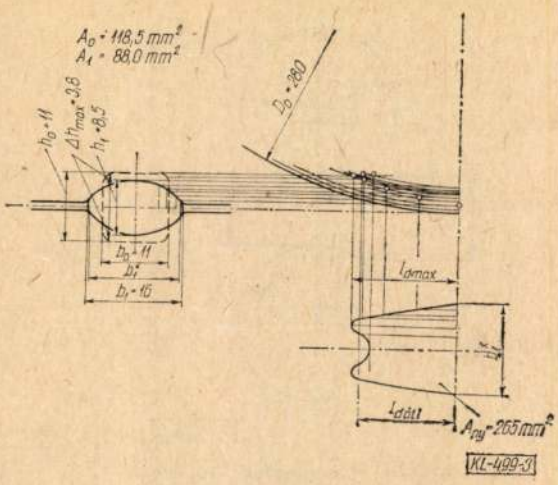
$$h_{1,\ \text{átl}} = \frac{A_1}{b_1^*}.$$

Az átlagos magasságcsökkenés:

$$\Delta h_{\text{átl}} = h_{0,\ \text{átl}} - h_{1,\ \text{átl}}.$$



2. ábra. C20 acél alakítási szilárdsága



3. ábra. Nyomott felület négyzet—ovál szúrás esetén

Az átlagos nyomott ívhosszúság *(3. ábra)*:

$$l_{d,\ átl} = \sqrt{R_{görd} \cdot \Delta h^*}$$

ahol

$$\Delta h^* \sim \frac{1}{4}\left(3\Delta h_{átl} + \Delta h_{max}\right)$$

és a gördülősugár:

$$R_{görd} = \frac{1}{2}\left(D_0 - h_{1,\ átl}\right).$$

A vizsgált üregben fellépő legnagyobb magasságcsökkenés (Δh_{max}) a be- és kifutó szelvény rajzának egymásrahelyezése után mérhető le *(3. ábra)*.

A hengerlési erő:

$$F = k_k \cdot A_{ny},$$

ahol a közepes alakítási ellenállás *Geleji* nyomán:

$$k_k = k_{fk} \cdot \left(1 + 0{,}5 \cdot \mu \cdot \frac{l_{d,\ átl}}{h_{köz}}\right)$$

és a súrlódási tényező

$$\mu = 0{,}94 - 0{,}000\,5 \cdot T^{[°C]} - 0{,}056 \cdot v^{[m/s]},$$

de

$$\mu \geq 0{,}25.$$

A hengerlés időadatai

A hengersoron a periódusidő (darabkövetkezési idő, t_{per}) az egyes részműveletek időszükségletei közül a legnagyobbal egyenlő:

$$t_{per} = \max \begin{cases} t_{kem \to előnyújtó} \\ \Sigma t_{előnyújtó} \\ t_{előnyújtó \to kész} \\ \Sigma t_{kész} \\ t_{kész \to hűtőpad} \end{cases}$$

A fenti reláció értelemszerűen kiegészül, ha több előgyújtó, vagy több készsori egységből áll a hengermű.

A szállítási idők a távolságokkal, a görgősorok és a vonszolók sebességeivel számíthatók, illetve az esetleges vágási műveletekkel (a darab végeinek levágása, vagy a darab több részre való vágása) megnövelendők.

Egytengelyű (reverzáló vagy trió) hengersoron a kihengerlési idő a következőképpen számítható:

$$\Sigma t = \Sigma t_{szúrás} + \Sigma t_{köz} + t_{követk.}$$

A folytatólagos részen:

$$\Sigma t = t_{szúrás} + t_{követk.}$$

ahol a $t_{követk}$ hézag-idő néhány s-re vehető. Két szúrás között a közidő a darab lefékezése-felgyorsítása, a darabtolás- fordítás, a hengerállítás és a reverzálás időszükséglete közül a legnagyobb.

A szúrásidőt adottnak feltételezett hengerfordulatszámból és az aktuális darabhosszból lehet meghatározni:

$$t_{szúrás} = \frac{l}{v} = \frac{l}{R_{görd} \cdot \omega_{heng.}}.$$

A darab aktuális hossza a nyújtási tényezőkön $\left(\lambda_i = \frac{A_{i-1}}{A_i}\right)$ kívül a vágásoktól is függ:

$$l_i = \frac{\left(\frac{A_0}{A_i} \cdot l_0\right) - (\text{végvágás hossza})}{\text{levágott darabszám}}.$$

Meg kell jegyezni, hogy a folytatólagos egységekben az egymás után következő hengerek fordulatszámát a folytonossági összefüggés és az előresietés figyelembe vételével kell megválasztani.

A darab hőmérséklete

A hengerelt darab mindenkori hőmérsékletének meghatározása [4] alapján történik:

$$T_{i+1} = T_i - \Delta T_{sug,szúrás} - \Delta T_{sug,köz} - \Delta T_{heng} + \Delta T_{al} + \Delta T_{súrl.}$$

A darab sugárzás miatti hőmérséklet-változása:

$$\Delta T_{súg} = T'_{i+1} - T_i,$$

ahol

$$T'_{i+1} = T_{körny} + (T_i - T_{körny}) \cdot e^{-\frac{A_{fel,i}}{V_i} \cdot \frac{u}{c \cdot \gamma} \cdot t_i}.$$

Közidőkben t_i—$t_{közi}$, és

$$\frac{A_{fel,\ i}}{V_i} = \frac{K_i l_t}{A_i l_i} = \frac{K_i}{A_i}$$

a fajlagos hűtőfelület. A szúrás ideje alatt $t_i = t_{sz,\ i}$, és

$$\frac{A_{fel,\ i}}{V_i} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{K_{fel,\ i}}{A_i} + \frac{K_{fel,\ i-1}}{A_{fel,\ i-1}}\right)$$

helyettesítendő. A v sebességgel haladó darab és a levegő közötti hőátadási tényező [4], 9.1. ábra alapján (800 °C < T_i < 1300 °C):

$$u_i = 97{,}55 \cdot \left(\frac{\bar{T}_i - 800}{100}\right) + 0{,}419 \cdot \left(\frac{\bar{T}_i - 800}{100}\right)^4 +$$

$$+ 117{,}24 \cdot \sqrt{v^{[m/s]}} + 251{,}22 \quad \left[\frac{kJ}{m^2, h, K}\right]$$

A levegő hőmérsékletének ($T_{körny}$) hatása a darabhőmérséklet (T_i)hatása mellett itt elhanyagolható.

A két henger által elvont hőmennyiség miatt a darab hőmérsékletváltozása:

$$\Delta T_{heng,\, i} = \frac{u_{heng}}{c \cdot \gamma \cdot V} \cdot 2A_{ny,\, i} \cdot (T_i - T_{heng}) \cdot t_{szúrás,\, i}.$$

A darab és a henger közötti hőátadási tényező:

$$u_{heng} \ldots 20\,900\ kJ/m^2, hK.$$

Az alakváltozási munka hőegyenértéke melegíti a darabot:

$$\Delta T_{al,\, i} = \frac{1}{c \cdot \gamma} \cdot k_{k,\, i} \cdot \varphi_i$$

A darab és a henger nyomott felülete közötti relatív sebesség-különbség okozta súrlódás szintén melegíti a darabot:

$$\Delta T_{súrl,\, i} = \frac{2 \cdot F_i \cdot \mu_i \cdot v_{rel,\, i}}{c \cdot \gamma \cdot V} \cdot t_{szúrás,\, i}.$$

A lehülési görbe matematikai összefüggése egyes szúrásokban, ill. a szállítási idők alatt értelemszerűen módosulhat. Váltott szálvéggel történő hengerléskor a szál két vége közötti hőmérsékletkülönbség gyakorlatilag elhanyagolható. Folytatólagos soron azonban a szálvégek között számottevő hőmérsékletkülönbség alakulhat ki, ezért a szál elejének és végének hőmérsékletét számításaink során mindig külön-külön nyomon kisértük.

Ha a darabot két, vagy több részre vágják, akkor a második, ill. további részek később kerülnek továbbhengerlésre; ennek megfelelően a közidő az egyes részek továbbhengerlésekor nem ugyanaz.

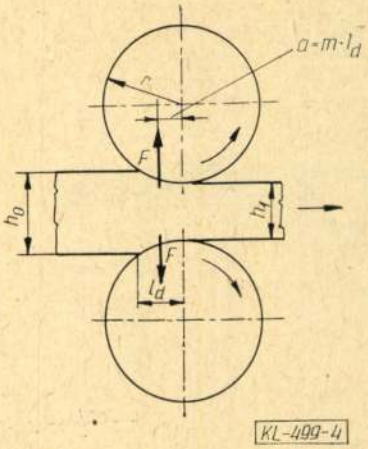
A lehűlési viszonyok számításához szükség van a profil kerületének és a területének ismeretére. Ezeket egy FOK-GYEM típusú, EMG 666 számítógéphez csatlakoztatott rajzdigitalizálóval határoztuk meg, külön matematikai modell és program segítségével.

A lehűlési viszonyok számítása csak iterációval lehetséges: az alakítási szilárdság és a hőátadási tényező a darabhőmérséklet függvénye, ugyanakkor az alakváltozási munka melegegyenértéke, a relatív csúszás okozta melegedés, valamint a sugárzás és a hengerek okozta lehűlés eredményeképpen alakul ki a darabhőmérséklet.

Hengerlési nyomaték, teljesítmény és energiaszükséglet

Az alakváltozás létrehozásához szükséges nyomaték a két hengerre vonatkoztatva *(4. ábra)*:

$$M_{al} = 2 \cdot a \cdot F = 2 \cdot (m \cdot l_{d,átl}) \cdot F \approx 2 \cdot 0{,}4 \cdot l_{d,átl} \cdot F \quad [mkN]$$



4. ábra. A hengerlési erő karja

Az alakváltozáshoz szükséges teljesítmény:

$$P_{al} = M_{al} \cdot \omega_{heng} \quad [kW].$$

A darab és a henger közötti nyomott felületen kifejtendő súrlódási teljesítmény:

$$P_{súrl} = 2\mu F \cdot v_{rel,\, köz} \quad [kW],$$

ahol [3]:

$$v_{rel,\, köz} \approx 0{,}15 \cdot \omega_{heng} \cdot h_{1,\, max}.$$

A csapsúrlódási teljesítmény:

$$P_{csap} = 2 \cdot \mu_{csap} F \cdot v_{csap} \quad [kW].$$

A gyorsítási teljesítmény (reverzáló üzemmódban dolgozó hengersoroknál) külön számítandó.

Egy-egy szúrás teljesítmény-szükséglete (gyorsítás nélkül):

$$P = \frac{1}{\eta_{mech}} \cdot (P_{al} + P_{súrl} + P_{csap}).$$

A teljes hengersor hajtásához szükséges villamos energia az előnyújtón való pl. i, és a készsoron végzett pl. j számú szúrás energiaszükségletének az eredője:

$$W_{ö,\, vill} = W_{előny} + W_{kész} \quad [kJ].$$

Ha az előnyújtó-, vagy a készsor több lépcsőből áll, a $W_{ö,\, vill}$ képlete értelemszerűen kiegészül.

Az energiaszükséglet egy folytatólagos hengersori egységre vonatkozóan:

$$W_{folyt} = \frac{1}{\eta_{vill,\, folyt}} \times$$

$$\times \left[\left(t_{szúrás,folyt} \sum_{j=1}^{j} \frac{P_j}{\eta_{mech,\, j}}\right) + t_{per} P_{üres,\, folyt}\right] \quad [kJ].$$

Amennyiben egy állványban (vagy egytengelyes elrendezés esetén az együttesen meghajtott állványokban) több szúrást végeznek, ennek az egységnek az energiaszükséglete:

$$W_{\text{egyteng}} = \frac{1}{\eta_{\text{vill, egyteng}}} \times$$

$$\times \left[\frac{1}{\eta_{\text{mech}}} \sum_{i=1}^{i} (P_i t_{\text{szúrás}, i}) + t_{\text{per}} P_{\text{üres, egyteng}} \right] \text{[kJ]}$$

Egy tonna anyag kihengerléséhez felhasznált fajlagos villamos energia a hengersoron:

$$w_{\text{vill}} = \frac{W_{\ddot{o}, \text{vill}}}{G} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{t}}\right]$$

A villamos energia egységárának $\left(0{,}84 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}\right)$ ismeretében egy tonna anyag kihengerlésének villamos költsége:

$$f_{\text{vill}} = 0{,}84 \frac{w_{\text{vill}}}{3600} \left[\frac{\text{Ft}}{\text{t}}\right].$$

2. A melegítéshez szükséges hőenergia

A modern, nagyteljesítményű hengersorokat kiszolgáló kemece alaptípusa az ellenáramban izzító toló-, vagy emelőgerendás kemece.
Ezek jellemzői:

— viszonylag kevés fizikai kiszolgáló személyt igényelnek;
— viszonylag kisebb a tüzelőenergia-, de nagyobb a villamosenergia felhasználás (darabmozgatás).

Egy kemence összes tüzelőenergia szükséglete az időegységre vonatkoztatva:

$$\dot{W}_{\text{kem}} = \frac{1}{\eta_T} (\dot{W}_h + \dot{W}_{\text{fal}} + \dot{W}_{l, s} + \dot{W}_{\text{víz}} + \dot{W}_{\text{füst}}) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{h}}\right],$$

illetve, ha a kemencében az óránként felmelegített buga tömege $\dot{G} \left[\frac{\text{t}}{\text{h}}\right]$:

$$w_{\text{kem}} = \frac{\dot{W}_{\text{kem}}}{\dot{G}} = \frac{1}{\eta_T} (w_h + w_{\text{fal}} + w_{l, s} + w_{\text{víz}} + w_{\text{füst}}) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{t}}\right].$$

A tüzelőenergia-szükséglet egyes tételei a következők:

hasznos hő (w_h), amely a buga kezdő- ($T_{\text{körny}}$) és véghőmérsékletétől (T_0), valamint fajhőjétől (c) függ:

$$w_h = c \cdot (T_0 - T_{\text{körny}}) = c \cdot \Delta T,$$

Hideg betét esetén a darab kezdőhőmérséklete az izzítási véghőmérséklet mellett elhanyagolható:

$$\Delta T \approx T_0.$$

— fal, fenék és boltozatveszteség (w_{fal}), amely a kemencetér hőmérsékletétől, a falvastagságtól és a szigetelőréteg vastagságától függ;
— a kilángolási és kisugárzási veszteség ($w_{l, s}$), amely a kemencében uralkodó térnyomástól, a nyitott felületektől és a füstgáz-hőmérséklettől függ;
— vízveszteség ($w_{\text{víz}}$), amely a vízzel hűtött szerelvények felületétől, a kemecetér hőmérsékletétől és a hűtött szerelvények hőszigetelésétől függ;
— füstgázveszteség ($w_{\text{füst}}$), amely a kemencekonstrukciótól, a kemece méretétől, az égési levegő és a gáz előmelegítésétől, és az esetleges füstgázhasznosító berendezésektől függ.

A kemencében történő hőcsere hatásfokát az η_T tüzeléstechnikai hatásfok jellemzi, amelyik üzemi adatok szerint [5]

$$\eta_T = 0{,}68 \ldots 0{,}80; \text{ átlagosan: } \eta_T \approx 0{,}72.$$

Gyakorlati szempontból úgy is fogalmazható, hogy adott kemence esetén a fajlagos tüzelőenergia-szükséglet a buga izzítási véghőmérsékletének — ami megegyezik a hengerlési kezdőhőmérséklettel — a függvénye:

$$w_{\text{kem}} = f(T_0) \sim \frac{w_h}{\eta_{\text{kem}}} + w_{\text{áll}} = \frac{cT_0}{\eta_{\text{kem}}} + w_{\text{áll}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{t}}\right].$$

Az η_{kem} kemencehatásfok nem egyezik meg a tüzeléstechnikai hatásfokkal, mivel η_T folyamatos üzemmódra és automatikus tüzelésre vonatkozik. Üzemi adatok alapján egy 46 t/h teljesítőképességű tolókemence hatásfoka $T_0 = 1250$ °C-on 44% [5], és a T_0 hőmérséklet csökkenésével javul:

$$\eta_{\text{kem}} \sim 0{,}56 - \frac{1}{45} \frac{T_0 - 800}{100}$$

$$(\text{de } 800 \text{ °C} < T_0 < 1300 \text{ °C})$$

Az állandó számértéke: $w_{\text{áll}} = 83\,740 \frac{\text{kJ}}{\text{t}}$.

A földgáz egységárának ismeretében (1Nm³, gyakorlatilag 8300 kcal-ás földgáz ára 1,55 Ft) egy tonna anyag felmelegítésének költsége:

$$f_{\text{kem}} = 1{,}55 \cdot \frac{w_{\text{kem}}}{4{,}187 \cdot 8300} \left[\frac{\text{Ft}}{\text{t}}\right].$$

3. A fajlagos energiaszükséglet meghatározása

A matematikai modell felépítése

Az előzőekben ismertettük a számításaink során felhasznált összefüggéseket, módszereket. A tényleges értékek számítására matematikai programot készítettünk, amelyet EMG 666 tip. számológépen futtattunk.

A számítógépes modell minden olyan hengersor szúrásonkénti technológiai paramétereinek, hengerlési és melegítési energiafelhasználásának a meghatározására felhasználható, amely tetszőleges számú előnyújtó, folytatólagos, ill. nyitott elrendezésű állvánnyal rendelkezik, illetve ezek bármelyike hiányzik, viszont az összes szúrásszám (a rendelkezésünkre álló számológép tárkapacitása miatt) max 30 lehet. (30 szúrásnál több — egy meleggel — a hengerlési gyakorlatban alig fordul elő).

2. tábl. Hengerléstechnológiai alapadatok

Hengersor: _____ Kemence: _____

Kész-szelvény: _____ Anyagminőség: _____

A hengerállvány telepítése	A hengerállvány jele	Szúrásszám	Szelvényadatok: Szélesség b_1 [mm]	Magasság h_{1max} [mm]	Max. magass. csökk. Δh_{max} [mm]	Az üreg töltöttsége $\frac{b_1}{b_{kal}}$	Terület A [mm²]	Kerület K [mm]	Vágási adatok	Heng. sebesség v [m/s]	Közidő $t_{köz}$ [s]	Állványok közötti távolság ΔL [m]	Hengertest: átmérője D_0 [mm]	hőm.-e T_{heng} [°C]	Hatásfok: hajtómű η_{fog}	villamos η_{vill}	Üresjárati telj. $P_ü$ [kW]	Csapsúrl. tény. μ_{cs}
Előnyújtó, reverzáló, folyt. egyirányú, stb.		0					Rajzdigitalizálóval	Rajzdigitalizálóval	Hány részre, ill. mennyit vág									
		1																
		2																
		3 ...																
		30																

A matematikai modell az alábbi szubrutinokat, számításokat tartalmazza:

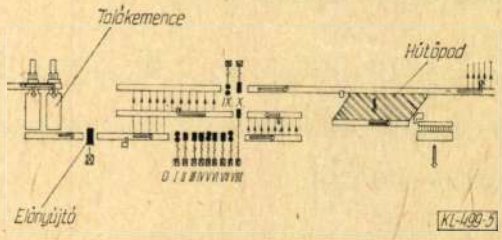
— a darab, vagy darabok hengersoron való tartózkodásának kronológiáját,
— a darab lehűlési viszonyainak és aktuális hőmérsékletének számítását,
— az alakítási szilárdság számítását,
— hengerlési erő, nyomaték, teljesítmény és energiaszükséglet számítását,
— a melegítés energiaszükségletének számítását,
— a különböző fajlagos értékek meghatározását.

A gépi modell a hengerlési erőt, illetőleg az alakítási ellenállást, valamint az üregből kifutó darab hőmérsékletét iteratív úton határozza meg; külön a darab elején és végén.

A darab kettévágása esetén a két fél energiaigényét a gép külön-külön — a különböző hűlési viszonyoknak megfelelően — számítja.

Egy konkrét számítás elvégzéséhez az üregrajzokon (vagy szelvénypróbákon) kívül a *2. táblázatban* összefoglalt adatokra is szükség van.

A számítógépes program alkalmazását példán keresztül mutatjuk be. A példának választott hengermű *(5. ábra)* egy trió előnyújtó állványból, egy 8 állványos folytatólagos sorból, és két, lépcsősen elhelyezett állványcsoportból áll. A vizsgált 100 U és 50×50×6 mm-es szögacél üregezésének elvét a *6.* és a *7. ábrák* szemléltetik. A számított paraméterek közül a hengerlési sebesség, a szál hőmérséklet és a hengerlési erő változását szerkesztettük meg *(8. és 9. ábra)*. Az ábrák jól szemléltetik, hogy az előnyújtósoron a darab eleje és vége azonos hőmérsékletű; a folytatólagos soron ez a két hőmérséklet egymástól elválik; míg a készlépcsőnél — a szálvégek váltása miatt — a darab elejének és végének a hőmérséklete értelemszerűen felcserélődik.

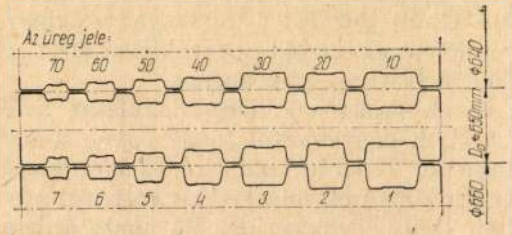


5. ábra. Egy középhengermű telepítése

A 8. és a 9. ábrákból jól kitűnik, hogy a T_0 kezdőhőmérséklet csökkentése a befejező hőmérsékletet alig befolyásolja, míg a hengerlési erőt akár meg is kétszerezheti. Ezért a T_0 hőmérséklet végleges megválasztás a gépészeti paraméterek ismerete nélkül nem lehetséges.

A hengerlési kezdőhőmérséklet optimalizálása

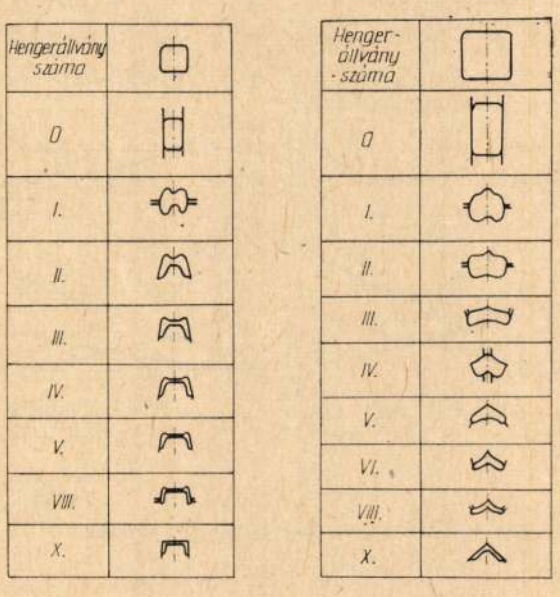
Az ismertetett módszer eredményeképpen adott hengersor és adott szelvény (szúrásterv) esetében megállapítható az a hengerlési kezdőhőmérséklet (izzítási véghőmérséklet), amelynél vagy az együttes összes energiafelhasználás, vagy az összes



Kész szelvény	Induló buga (mm)	1	2	3	4	5	6	7
		számú szúrás melyik üregben történik						
100 U	ϕ 180	1	10	< 2	20	< 4	40	< 5
50 L	ϕ 150	4	40	< 5	50	< 6	60	< 7

KL-499-6

6. ábra. Az előnyújtó henger üregezése



KL-499-7

7. ábra. Az U100 és L50 szelvények üregezési sémája

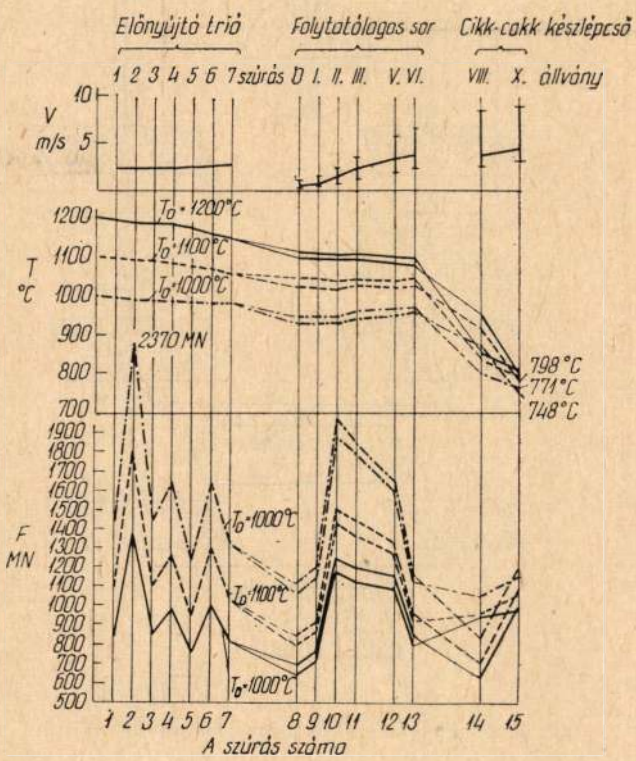
költség a minimális. A két minimum nem esik egybe, mert más a villamos energia és más a fűtőanyag egységára, sőt az utóbbi annak az összetételétől is függ.

A számítás folyamat-ábráját a *10. ábra* mutatja be. A kapott eredményeket a *11, 12* és *13. ábrákon* szerkesztettük meg. A 11. ábrán a vastag folyamatos vonal jól szabályozott kemenceüzemre és állandó segédüzemi (görgősor, vonszoló stb.) villamos energiaszükségletű (kb. 10 kWh/t = 36 000 kJ/t) hengersori üzemrészre vonatkozik. A 11. ábrába vékony vonallal berajzoltuk a fajlagos energia-költségek változását a tényleges üzemi viszonyok alapulvétele mellett.

Az ábrából leolvasható, hogy a reálisnak ítélt $T_0 = 900 \ldots 1250$ °C kezdőhőmérséklet-tartományban az összes energiafelhasználás a T_0 csökkenésével monoton csökken, optimum nincs, határértéket csak pl. a hengersor terhelhetősége vagy az anyag alakíthatósága jelent.

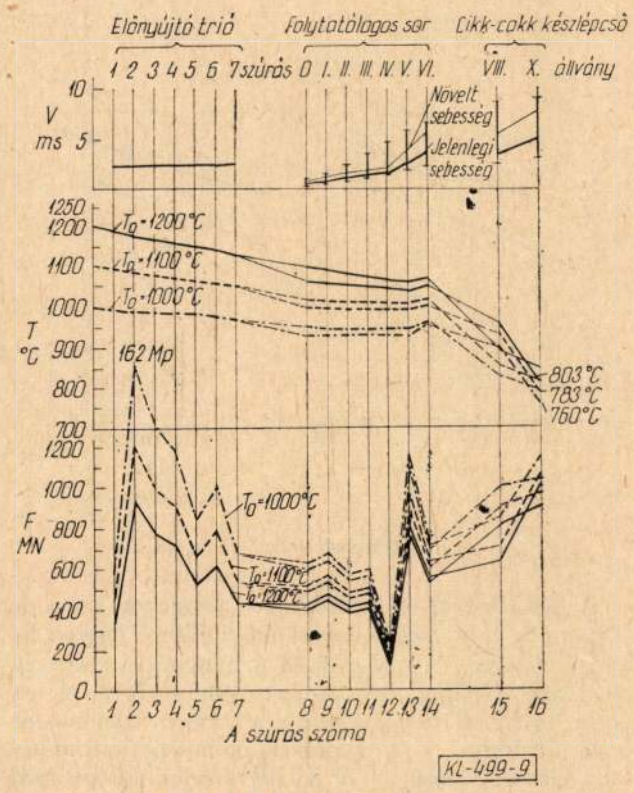
A 12. ábrán az U 100-as, a 13. ábrán az L 50-es acél fajlagos költségeinek a változását szemléltetjük. Mindkét ábrán az *a)* ábrarész a jelenlegi üzemi viszonyoknak, a *b)* ábrarész pedig a jól szabályozott kemence üzemmenetnek felel meg.

A kapott eredmények realitásának érzékeltetésére a $T_0 = 1250$ °C-ra vonatkozó számított és mért értékek a *3. táblázatban* találhatók.



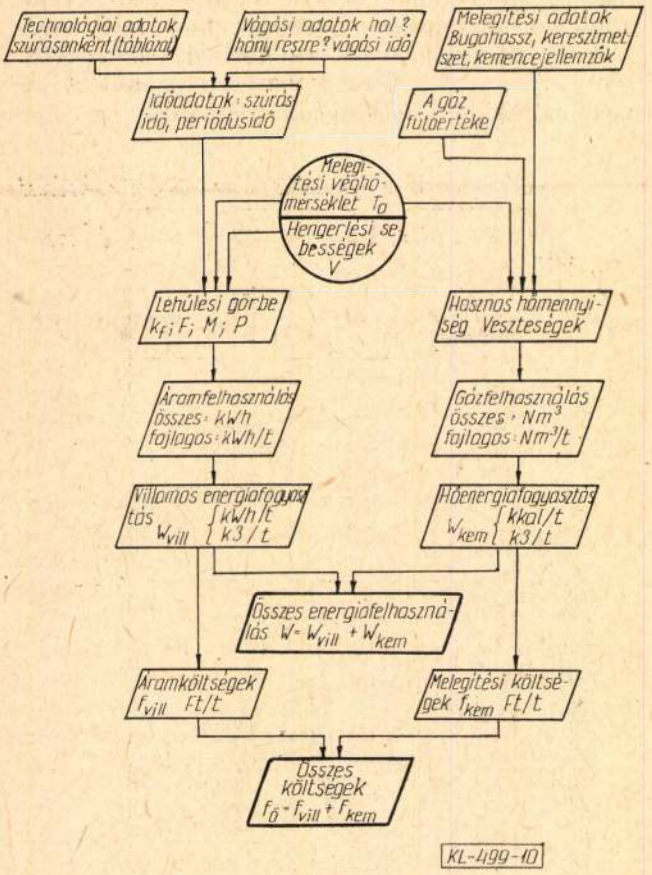
KL-499-8

8. ábra. U100 hengerlési paraméterei

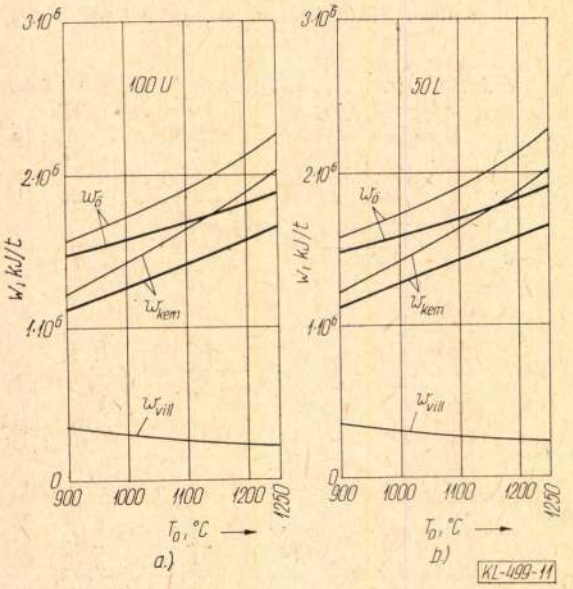


KL-499-9

9. ábra. L50 hengerlési paraméterei



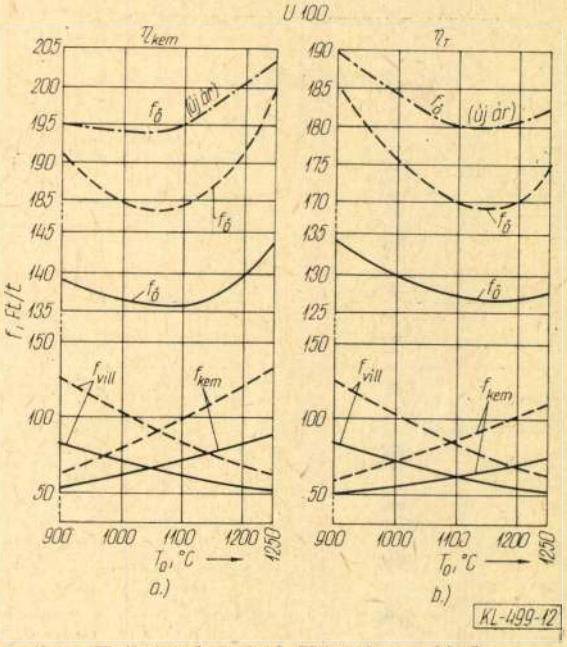
10. ábra. A matematikai modell folyamatábrája



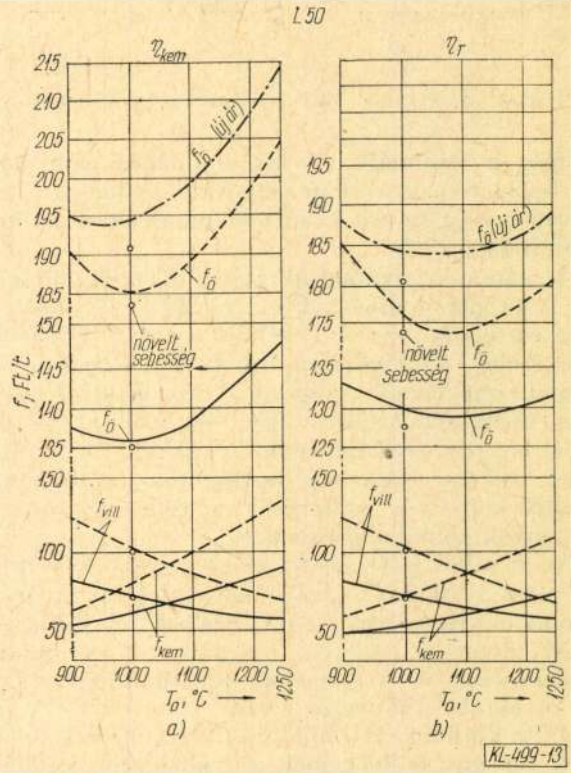
11. ábra. Fajlagos energia-felhasználás

A kialakított számítógépes program arra is alkalmas, hogy segítségével megítélhető legyen az egyes hengersori egységeken a hengerlési sebesség megválasztásának helyessége. Amennyiben pl. az 50-es szögacél hengerlésekor a készsor sebességét megnövelnék — a gépészeti sebességtartomány ezt lehetővé teszi — a X. állványból kilépő szál hőmérséklete $T_0 = 1000$ °C kezdőhőmérséklet esetén 779/760 °C-ról 800/777 °C-ra megnövekedne, a fajlagos költségek viszont ugyanekkor 136,775 Ft/t-ról 135,038 Ft/t-ra csökkennének.

Az összes fajlagos költség alakulását befolyásolja a T_0 hőmérséklettől függő egyéb költségek alakulása is. Kisebb kezdőhőmérséklet esetén a hengersori költségek növekedése várható, mivel a nagyobb igénybevételek (F; M) miatt a hengerfelhasználás nő, a szerelvények tartóssága csökken. Ezzel ellentétesen változik kisebb véghőmérséklet esetén a kemeceüzem költsége: a tűzálló elemek tartóssága javul, a reveveszteség csökken.



12. ábra. Fajlagos költségek U100 hengerlésekor



13. ábra. Fajlagos költségek L50 hengerlésekor

3. táblázat. A mért és a számított fajlagos értékek összehasonlítása				
		Számított érték		Üzemi átlagos érték
		100 U	50×50×6 m	
w_{vill}	kWh/t	63,5	69,4	60 ... 75
	kJ/t	228547	249836	—
w_{kem}	kcal/t	485353	485353	472000 ... 500000
	kJ/t	2032174	2032174	—
f_{vill}	Ft/t	53,328	58,295	49 ... 63
f_{kem}	Ft/t	90,638	90,638	88,5 ... 95,3

4. táblázat. A járulékos költségek					
	T_0 [°C]				
	900	1000	1100	1200	1250
Kemence [%]	20,0	28,6	37,1	45,7	50,0
Hengersor [%]	50,0	41,4	32,9	24,3	20,0

Az egyéb költségek alakulására részletes adataink nincsenek, de ha feltételezzük, hogy a nettó fajlagos költségeket a *4. táblázatban* bemutatott járulékos — a hengerlés kezdőhőmérsékletével lineárisan változó — költségek terhelik, akkor az optimális hengerlési kezdőhőmérséklet kissé máshol adódik (12. és 13. ábra, szaggatott vonal).

Az optimalizálási számítások eredményeit az *5. táblázat* összesíti. A táblázatban a javasolt $T_{0,opt}$ optimális hengerlési kezdőhőmérsékletet és a várható költség-megtakarítást tüntettük fel. A nettó értékek csak az energiaköltségeket takarják, míg a bruttó értékek, a bemutatott módon becsült járulékos költségeket is tartalmazzák.

Megjegyezni kívánjuk, hogy a szakirodalomban talált hasonló témájú közlemény, amely lapos termékek hengerlési költségeinek elemzését tartalmazza [6], hasonló tendenciájú változásokat mutat ki.

Kiegészítés

A villamos- és a földgázenergia árának 1979. július 23-án bekövetkezett módosítása

(1,142 Ft/kWh, illetve 2,31 Ft/Nm³)

az optimális kezdőhőmérsékletet és a várható megtakarításokat módosítja. A vonatkozó számításokat az új tarifákkal is elvégeztük. A kapott eredményeket a 12. és a 13. ábrán pont-vonallal megszerkesztettük, illetve az 5. táblázatba bejegyeztük. Ennek megfelelően az alábbi következtetések tehetők:

a $T_{0,opt}$ tovább csökken,

— az elérhető abszolút és relatív megtakarítás egyaránt tovább fokozódik.

IRODALOM

[1] *Hajduk, M.—Zidek, M.—Elfmark, J.—Kopec, S.:* Urceni strednich hodnot... Hutnické Listy, 1972. (8)., 567 p.—571 p.

[2] *Voith M.:* Kohógéptan II. példatár. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.

[3] *Geleji A.:* Bildsame Formgebung der Metalle. Akademie Verlag, Berlin, 1967.

[4] *Kiss E.—Voith M.:* Kohógéptan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.

[5] Üzemi adatok (LKM).

[6] *Kojnov. T. A.—Tronkina, A. I.:* Nagrev szljavov dlja nyeprerüvnava sirokopolsznava sztana Izv. VUZ Csornaja Metallurgia, 1976. (10). 152 p.—155 p.

5. táblázat.

Tarifa		Szelvény	Fajlagos költség	Kemence üzemeltetés			
				Jól szabályozott		Jelenlegi	
				$T_{0,opt}$ [°C]	várható megtakarítás [Ft/t]	$T_{0,opt}$ [°C]	várható megtakarítás [Ft/t]
1979 Július 23.	előtti	100 U	nettó	1130 ... 1180	~1,1	1060 ... 1100	~7,3
			bruttó	1120 ... 1170	~4,2	1040 ... 1080	~16,0
		50 L	nettó	1050 ... 1100	~3,1	960 ... 1010	~12,2
			bruttó	1080 ... 1120	~6,5	980 ... 1020	~20,7
	utáni	100U	nettó	1110 ... 1160	~2.5	1000 ... 1050	~13.1
		50L	nettó	1030 ... 1070	~5,8	940 ... 980	~20.3

A vastagságszabályozás lehetőségei a Dunai Vasmű meleghengerművében

SZŐKE TIBOR okl. kohómérnök
KOGÉPTERV

DK: 621.771.014

A cikk a készsori vastagságszabályozás konstrukciós szempontjait tárgyalja. Felhívja a figyelmet a hengerállványok terhelhetőségének és kialakíthandó szabályozás minőségének figyelembevételére.

Bevezetés

A lemezgyártás technológiájának és technikájának központi kérdése ma a vastagsági méretek egyenletességének javítása és a hullámosság megszüntetése. A lemezsorokon — különösképpen a folytatólagos sorokon — bonyolult és költséges szabályozórendszereket építenek ki ezen kettős követelmény optimális kielégítése céljából.

A folytatólagos sorból kifutó lemez hosszirányú vastagságeltérései két összefüggő jelenségre vezethetők vissza:

— hengerlés közben megváltozik az alakító erő,
— a változó alakító erő hatására a hengerállvány különböző mértékben deformálódik.

Az erőváltozás leggyakoribb és legdöntőbb oka a darab hőmérsékletváltozása a hengerlés irányában.

A folytatólagos soron alapvetően kétféle hőmérséklet-változás jelentkezik:

— fokozatos hőmérséklet-csökkenés a szál hátsó vége felé, amelynek nagysága a 1. állványba való belépéskor az előlemezvastagság és a szúrásidő függvényében 80...150 °C,
— több, főleg az egyenlőtlen hevítésből származó, periódikusan ismétlődő 30...80 °C-os helyi elhűlés, amelyek az előzőre szuperponálódnak.

A keresztirányú vastagságeltérés (lencsésség) okozója a henger — mint kéttámaszú tartó — meghajlása.

Az első hosszirányú vastagságeltéréseket a darab hőmérsékletbeli különbségei okozzák. A hőmérséklet-eltérések mellett a hengerlés során egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert ezek a korábban keletkezett vastagságkülönbségek. A megközelítőleg egyenletes kifutóvastagság éppen ezért csak alapelveiben és működésében helyesen kialakított szabályozórendszerrel valósítható meg. Az ide vonatkozó több évtizedes tapasztalat szerint az alábbi követelmények kielégítése szükséges:

— a vastagságeltérések pontos észlelése, lehetőleg a keletkezés pillanatában,
— a szükséges beavatkozás helyes megállapítása a mérés alapján,
— a szabályozási folyamat gyors lebonyolítása.

A hengerléstechnikai és technológiai vizsgálatok bebizonyították, hogy a vastagságkülönbségek kiegyenlítésének leghatékonyabb módja az erőváltozás mérésének és a szabályozás beavatkozó (résállító) szervének közös egységben való kialakítása. Az erő változása ugyanis arányos a vastagságeltéréssel, mérése képet ad a hengerrésben levő állapotról a hiba keletkezésének pillanatában is. A gyors végrehajtás egyetlen eszköze pedig a hidraulikus hengerállítás, mivel még 400... 450 kW-os motorokkal sem lehet a beavatkozást a szükséges mértékig felgyorsítani.

A vastagságszabályozás megoldásai

Szabályozáskor a legnagyobb hengerállításokat az első állványokon kell elvégezni. A hőmérséklet állandó mérése tette lehetővé ezeken az állványokon a hengerállítás hőmérséklet szerinti elővezérlését. Az utolsó állványokban csupán a maradó, kisebb vastagsági hibák kijavítása szükséges. Az első állványok hőfokelővezérlése a zavaró jelek kiküszöbölése és a kialakítás egyszerűsége miatt néhány hengersoron a mai napig megmaradt. A ma épített vastagságszabályozások azonban szinte kizárólag, minden állványra egyedileg kiépített és egymással összehangolt rendszerűek.

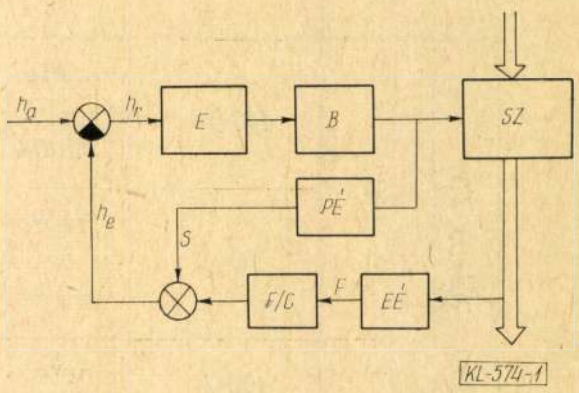
Az erőmérésen alapuló vastagságszabályozás az ismert

$$h = s + \frac{F}{C} \pm k$$

összefüggés alapján működik, ahol

s — beállított (terheletlen) hengerrés (mm)
h — a darab (kívánt) kifutó vastagsága (mm)
F — hengerlési erő (Mp) ill. (MN)
C — a hengerállvány rugalmassági modulusa (Mp/mm) ill. (MN/mm)
k — korrekciós tag

A szabályozás elvi vázlatát az *1. ábra* mutatja be.



1. ábra. A vastagságszabályozás elvi vázlata

E — erősítő, *B* — beavatkozó, *Sz* — szabályozott berendezés, *PÉ* — pozíció érzékelő, — *EÉ* — erőérzékelő, h_a — vastagság alapjel, h_e — el- — lenőrző jel, h_r — rendelkező jel, *s* — terheletlen hengerrés

A „h_a" vastagság alapjel a szúrástervből szár mazik. A terheletlen hengerrést a „PÉ" pozícióérzékelő, a hengerlőerőt pedig az „EÉ" erőérzékelő adja meg.

A „B" beavatkozó szerv lehet elektromotoros (hengerállító motor), hidraulikus, vagy a kettő kombinációja.

A DV meleghengermű készsorának hengerállványai

A készsori öt hengerállvány azonos kialakítású. A támhengerek legnagyobb átmérője 1250 mm, a munkahengereké 650 mm. Hengertesthossz 1700 mm, a csapágyközepek távolsága 2850 mm. A hengerméretek tehát a korszerű sorokhoz képest kedvezőtlenek.

A Nehézipari Műszaki Egyetem méréssorozata és a KOGÉPTERV számításai alapján az az eredmény adódott, hogy az állványok rugalmassági modulusa a szélességtől függően 340°—4300 MN/mm. Az állványkeret és kapcsolódó elemei a rugalmas deformációknak mindössze 22%-át adják, a többi a hengereké. Az állványkeret legnagyobb igénybevétele a keret alsó részén az ún. süveggerenda közepén jelentkezik. (A KOGÉPTERV-ben elvégzett számítások szerint 22 000 MN hengerlési erő felett a fáradt-törési biztonság az $nf = 2{,}5$ megfelelő érték alá csökken.)

A hengerállítás maximális sebessége igen alacsony, 0,27 mm/s. A hengerállító hajtás nyomatéka elvben megfelel a terhelés alatti résállításra, de a szabályozáshoz az állítás gyorsulása sem elegendő.

A felsoroltak nem zárják ki a vastagságszabályozás megoldását, mindössze csak biztosítják, azt hogy a megoldás alapos körültekintést követel.

A vastagságszabályozás és a hengerhajlítás kapcsolata

A szó szoros értelmében vett vastagságszabályozás a hengerelt szalag vastagságának azonosságát biztosítja a hossz mentén, a keresztirányú vastagságeltérések megszüntetésére azonban nem alkalmas.

A vastagságszabályozás jelentős erőváltozásokkal jár. Az erőváltozások a hengerek igénybevételét is megváltoztatják, tehát a hosszirányú vastagságeltérések kiszabályozása járulékos keresztirányú vastagságeltéréseket okozhat.

A keresztirányú vastagságeltéréseket olyan hengerhajlító rendszer tudja megszüntetni, amely a hengerek merevségét a kívánt mértékben növeli. A szabályozás alapja itt is a hengerlési erő és azonkívül a lemezszélesség. A hullámosság abban az esetben küszöbölhető ki, ha a hengerhajlítás nem okoz a szélesség mentén lényeges eltéréseket a nyújtási tényezőben. Ha csak egyetlen állványon hajlítják a hengereket, az éppen ezért rendszerint hullámosságot okoz.

Korszerű vastagságszabályozó rendszer csak hengerhajlítóval együtt valósítható meg s a korszerű hengersoroknak ezek már standard elemei. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy egy vastagságszabályozást vagy hengerhajlítót önmagában megépíteni értelmetlen dolog, csupán azt kell szem előtt tartani, hogy az egyik megvalósításával a másik későbbi kialakítását lehetetlenné tenni nem szabad.

A vastagságszabályozás megvalósításának lehetőségei

Amíg a Dunai Vasmű meleghengermű rekonstrukciójának módja véglegesen nem tisztázódik, nem lenne célszerű egy költséges és minden igényt kielégítő vastagságszabályozó rendszer kialakítása. Szükséges és lehetséges azonban olyan szabályozórendszer kiépítése, amely a mai alaki hibákat lényegesen csökkenti.

A ma szóbajöhető megoldás alapvetően kétféle rendszerben alakítható ki. Az egyik az állvány előfeszítésével, a másik a hengerlési erővel szemben kifejtett szabályozó erővel dolgozik.

Az előfeszítéses rendszerben az előfeszítő erő a támhengerek csapágytőkéi közé helyezett, hidraulikus hengerekkel hozható létre. A másik megoldásnál a hidraulikus henger felül, a csapágytőke és állítóorsó közé, vagy alul, a csapágytőke és az állványkeret közé építhető be. Új állványokon az alsó, míg a szabályozás utólagos kialakításakor a felső elhelyezés szokásos.

Előfeszítéses szabályozásnál az előfeszítő erő és a vastagságeltérés között fordított arányosság áll fenn. Az arány megválasztásakor fő szempont, hogy a szabályozási tartomány ne csak az állványkeretek merevségét növelje, hanem a hengerek rugalmasságának hatását is a lehető legnagyobb mértékben korrigálja. Ezt a „lehető legnagyobb mértéket" az állványkeret terhelhetősége és viszonyított rugalmassági modulusa (a hengerközép és a keret deformációjának aránya) határozza meg.

Ismeretes, hogy a terhelés okozta deformáció zöme a hengerek meghajlásából származik. Ha az összes rugalmas deformációnak az állványkeret pl. $^1/_3$-át teszi ki, akkor a teljes értékű szabályozás eléréséhez a gépészetet az alábbi megfontolások szerint kell kialakítani.

Legyen az eredő rugalmassági modulus:

$$C = 4500 \text{ MN/mm},$$

az állványkereté (a kettő együtt) ebből

$$C_k = 13\,500 \text{ MN/mm}$$

10 000 MN hengerlési erő hatására a rugalmas deformáció ebből számítva

a hengerek közepén: 2,222 mm,

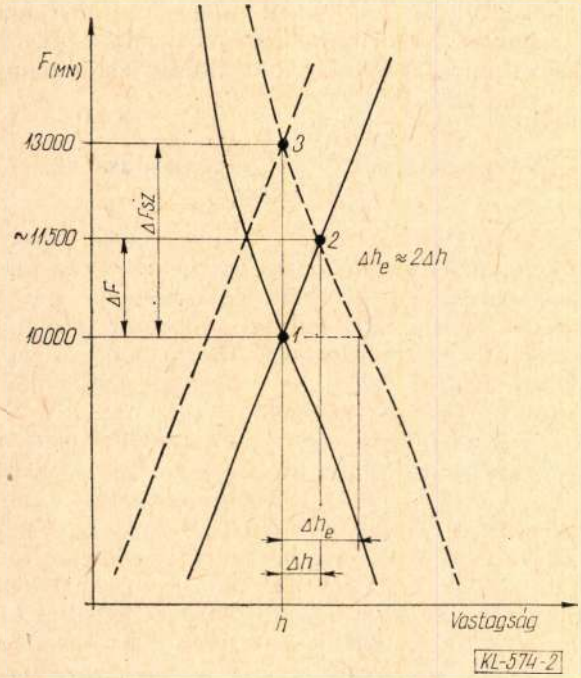
az állványkeretben: 0,74 mm,

A hengerlési erő változatlan hengerrés mellett hengerlés közben a tapasztalat szerint kb. 30%-kal növekedhet, a szabályozási erőtöbblet tehát ebben a példában 3000 MN. Az ebből eredő elvi vastagságnövekedés 0,666 mm, amelyből

az állványkeret megnyúlása: 0,222 mm,

a hengerek deformációja: 0,444 mm.

Ahhoz, hogy a szabályozás a 0,666 mm vastagsági hibát teljes mértékben kijavítsa, az állványkeret előfeszítését a szabályozási erőtöbblet 3-



2. ábra. A hengerállvány és a szalag kapcsolata

h — vastagságnövekedés szabályozás nélkül, h_a — elvi vastagságnövekedés, ΔF — erőnövekedés szabályozás nélkül, F_{sz} — erőnövekedés a hiba kiszabályozásakor

szorosára kell felvenni. (Az elvi vastagságnövekedés megközelítően kétszerese a hengerlés közben, szabályozás nélkül bekövetkező vastagságnövekedésnek, mivel az állvány megnyúlása révén a munkapont egy közbenső helyre áll be. Szabályozás nélkül a hengerlési erő is csak kb. 15%-kal növekszik s a 30%-os növekedés a teljes kiszabályozásra, azaz változatlan hengerrésre vonatkozik. Mindezt a *2. ábra* szemlélteti.)

Általános esetben az előfeszítő erő a teljes kiszabályozáshoz:

$$F_e = \frac{C_k}{C} \cdot \Delta F_{sz}$$

ahol:

F_e — előfeszítő erő
F_{sz} — szabályozási erőtöbblet

A vastagsági hibákat ez a rendszer a

$$\delta_e = \frac{F_e}{F_{sz}} \cdot \frac{C}{C_k} \cdot 100\%$$

összefüggésnek megfelelő mértékben tudja kiegyenlíteni, ahol

δ_e — elméleti szabályozhatóság

Ahhoz, hogy a szabályozó csak az állványkeret merevségét biztosítsa, az előfeszítő erőnek épp a szabályozási erőtöbblettel kell azonos nagyságúnak lennie.

A DV készsori állványokon az eredő állványmodulus középértékben 4000 MN/mm-re vehető és az állványkereteké a csatlakozó hengerállító elemekkel 18 300 MN/mm. A harmadik állványban pl. 1000 Mp hengerlőerő mellett a hiba teljes kiszabályozásához

$$F_e = \frac{C_k}{C} \Delta F_{sz} = \frac{18\,300}{4000} \cdot 3000 = 13\,800 \text{ MN}$$

előfeszítő erőre lenne szükség. Mivel 10 000 MN-nál nagyobb erők is felléphetnek, az előfeszítő erőnek legalább 18 000—20 000 MN-nak kellene lennie. Egy ilyen rendszer megvalósításának két akadálya van:

— A hengerállvány ilyenkor 25 000 MN feletti erővel is időlegesen, de rendszeresen igénybevett, mert az állványkereteket a hengerlési erő és az előfeszítő erő összege terheli. Ez az állvány kifáradását idézi elő.
— 320 bar nyomású rendszerrel a készsori állványokban csak 4000 MN(keretenként 2000 MN) előfeszítő erőt kifejtő hidraulikus hengerek helyezhetők el. Ezzel az elméleti szabályozhatóság csak kb. 30%-ra adódik, a mi alig haladja meg az állványkeretek kimerevíthetőségének határát. Azonkívül a 4000 MN előfeszítő erő is adott esetben olyan terheléstöbbletet jelenthet, ami — ha átmenetileg is — az állvány túlterhelését okozhatja.

A hidraulikus elemekben a nyomást 0 és 100% között kell — a vastagságeltérésnek megfelelően — változtatni. A gyors vastagságeltérések gyors beavatkozást igényelnek, ami ilyen nagy nyomáskülönbségek esetén késés nélkül meg sem valósítható. A rendszer ezzel elveszíti a — hidraulikát egyébként jellemző — tehetetlenség nélküli jellegét.

A vastagságszabályozás előfeszítés nélküli kialakítása esetén a felül elhelyezett hidraulikus hengeres megoldás jöhet szóba. (Alsó elhelyezéskor a hengerlési középvonal felemelésével és a berendezés védelmének nehézségeivel kellene számolni.)

Felső elhelyezésnél a hidraulikus henger az állítóorsó és a felső csapágytőke közé kerül és azt a hengerlési erőnek az egy állványfélre jutó része terheli.

A rendszer működésére jellemző, hogy a szabályozási erőtöbblet a vastagságeltéréssel egyenesen arányos. A hiba keletkezésének pillanatában a hengerlési erő növekedni kezd, mire a szabályozó a hidraulikus henger nyomásának növelésére, azaz a terheletlen hengerrés csökkentésére ad utasítást. A nyomás növekedése a hiba teljes kiegyenlítéséig tart. 15 000 MN tervezett hengerlés mellett az egyik-egyik hidraulikus hengert 10 000 MN-osra kell választani. A hidraulikus hengerek beépítésére az állítóorsó végének átalakítása után 350 mm magasságú hely áll rendelkezésre, amely bőségesen elegendő.

A megvalósítás jónéhány problémát felvet, amelyek közül a legfontosabbak az alábbiak:

— nagynyomású lapos dugattyú tömítésére különleges megoldás szükséges,
— a beépítés 50—80 mm-es maximális hengernyitást tesz lehetővé, ami a vastagabb, előnyújtói selejt áteresztését kizárja,
— az állítóorsó végének átalakítása mellett a felső csapágytőkéket és a hengerkiegyensúlyozó T alakú himbáit is módosítani kell,

1. táblázat

A hidraulikus vastagságszabályozások összefoglaló értékelése a Dunai Vasmű meleghengermű viszonyai között

Jellemző	Vastagságszabályozás Előfeszítéses	Vastagságszabályozás Előfeszítés nélküli
Hidraulika nyomás	320 bar	250—320 bar
Nyomásváltozás szabályozáskor	100 %	30 %
Szabályozás gyorsasága	lassú	gyors
Elméleti szabályozhatóság	29 %	100 %
Az állvány terhelése	nagymértékben nő, esetleg túlterhelt	kismértékben nő, túlterhelés kizárható
Külön erőmérő szükséges-e	igen	nem
Hengerhajlító beépíthető-e	nem	igen
Az átalakítás DV-ben elvégezhető-e	igen	igen
A legnagyobb hengernyitás csökken-e	esetleg	igen

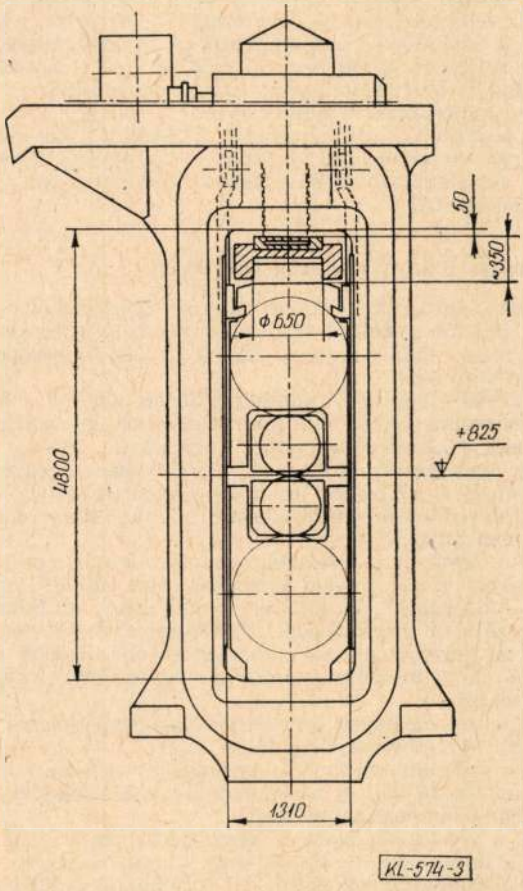
— az állítóorsó végét úgy kell kialakítani, hogy támhengercserekor a hidraulikus henger azon maradjon.

A rendszer elméleti szabályozhatósága 100%, hiszen a szabályozáshoz szükséges erőtöbblet mindig, feltétel nélkül rendelkezésre áll. A hidraulika nyomásváltozása a szabályzási erőtöbblettel arányos és szabályozás közben max. 30%-ot tesz ki. Ennek következtében a szabályozás időállandója elegendően kicsiny.

A hidraulikus hengerben uralkodó nyomás közvetlenül felhasználható a hengerlési erő megállapítására. Egy esetleges tecnhológiai hiba fellépésekor egy megadott erőkorlát beállításával az állvány túlterhelése is könnyen elkerülhető.

A hidraulikus henger beépítését a *3. ábra* mutatja.

A kétféle hidraulikus vastagságszabályozási rendszer értékelésének összefoglalását az *1. táblázat* adja



3. ábra. A hidraulikus henger beépítése

Összefoglalás

A meleghengermű vastagságszabályozó rendszer kialakítása csak hidraulikus berendezéssel lehetséges. A kétféle (előfeszítéssel és anélkül dolgozó) meg oldás közül az előfeszítés nélküli konstrukció megvalósítása látszik célszerűnek, mert

— nem okoz járulékos terheléstöbbletet az amúgy is erősen kiterhelt hengerállványnak,

— elméleti szabályozhatósága jóval nagyobb,

— egy későbbiekben megvalósítandó hengerhajlító rendszer beépítésének nincs gépészeti akadálya,

— a szükséges átalakítások a DV üzemeiben elkészíthetők,

— a kétféle rendszer megvalósításának költségei közel azonosak.

Bármilyen hazai előállítású vastagságszabályozó legyen is a meleghengerműben, annak üzembehelyezését kisérleteknek kell megelőzniük. A kisérleti vastagságszabályozót a működési elv tökéletes ismeretében és a további fejlesztési feladatok tudatában kell elkészíteni. A kisérleti berendezés célja nem a rendszer működésének feltárása, hanem egy helyes alapelveken nyugvó megoldás próbája. A kisérletek objektív értékelésének nyomán megépíthető az egész sorra a berendezéshez legjobban alkalmazható, összehangolt vastaságszabályozó rendszer.

IRODALOM

[1] A meleghengermű készsori hengerállványainak rugalmas deformációja. KOGÉPTERV vizsgálat, 1978.

[2] Kísérleti vastagságszabályozás megvalósítása a meleghengermű készsorán. KOGÉPTERV vizsgálati anyag, 1979.

[3] *Åkesson, Ch.:* Elektrohydraulische Regelung des Walzspalt in Warmbandsrassen. ASEA Zeitschrift 1976. 4. sz. 89—93. o.

[4] *Hegenscheid, H.:* Das SGC-Verfahren zur Banddickenregelung. Metall, 1976. dec. 1179—1183. o.

Egyesületi hírek

Nyersvasgyártási Szakcsoport ülése

A Nyersvasgyártási Szakcsoport aug. 30—31-én tartotta összejövetelét a *Vasipari Kutató Intézetben.* A részvevők részletes tájékoztatást kaptak az üzemek I. félévi termeléséről, a termelést befolyásoló tényezők hatásáról, azokról az intézkedésekről, melyekkel a kedvezőtlen hatásokat ellensúlyozni lehetett.

Ezután az üzemekben, a *NME Vaskohászattani Tanszékén* és a VASKUT-ban a közelmúlt években lefolytatott, a jelenleg folyó ércelőkészítési és nyersvasgyártási kutatásokról, ezek bevezetésével járó eredményekről, a technikai- technológiai színvonal emelésére gyakorolt hatásokról hangzottak el érdekes előadások.

Örvendetes, hogy a szakcsoport ülésén szép számmal vettek részt a fiatalabb korosztály szakemberei, akik aktívitásukkal, érdeklődésükkel új szint jelentenek a szakcsoport munkájában. A résztvevőknek baráti találkozó keretében is módjuk nyílt a szakmai kérdések megtárgyalására, tapasztalatcserésére, személyi kapcsolatok elmélyítésére.

A szakcsoport megtekintette a VASKUT kísérleti és vizsgáló berendezéseit, s örömmel tapasztalta a kutatási feltételekben bekövetkezett korszerűsödést, fejlődést. (P. G.)

Országos titkári értekezlet nov. 29-én

Ezévi második országos titkári értekezleten, melyet *dr. Nagy Zoltán* főtitkár vezetett, kb. 60-an vettek részt, tehát a helyi csoportok és szakcsoportok zöme képviselve volt.

Az első napirendi pontként *Szabó Csaba* titkár Egyesületünk 1980. évi munkatervének és költségvetésének elkészítéséhez adott eligazítást. Utalt arra, hogy 1980 január 1-től a MTESZ összes tagegyesületeiben új gazdálkodási rend lép életbe és előírja, hogy

a) a rendezvények kiadásait a munkaterv alapján kell előirányozni,

b) a jövőben „társadalmi munkát meghaladó tevékenység" címén anyagi elismerés nem adható, erre a célra kizárólag „jutalmazás" címén lehet kiutalásokat eszközölni a munkatervben jóváhagyott keret terhére.

c) a helyi csoportok költségvetésének azonos rovatokból kell felépülnie, mint az egyesületek központi költségvetése,

d) a rendezvények tervezett költségeit részletes bontásban kell jóváhagyásra felterjeszteni,

e) a külföldi kiküldetési költségeket 10%-al, a jutalmazásokat 10%-al és a reprezentációs költségeket 25%-al 1980-ban csökkenteni kell,

f) a rendezvényeken a nem fizető résztvevők száma a teljes létszám 5%-át nem haladhatja meg.

g) a rendezvények kiadásait 3 hónapon belül el kell számolni,

h) a továbbképzési célokat szolgáló rendezvények költségeit a vállalatok a műszaki fejlesztési, vagy oktatási keretből is fedezhetik,

i) a rendezvények tényleges költségeihez 71%-os rezsit kell az előkalkulációnál figyelembe venni,

j) a helyi csoportok költségvetési tételeitől való eltérést előre kell jelezni az egyesületi központnak,

Szabó Csaba titkár ezt követően kiemelte, hogy a jövőben az egyesületi munkabizottságok keretében végzett megbízásos munkák ismét előtérbe kerülnek. Ezeket előzetes szerződés alapján az egyesületek felé a vállalatok, minisztériumok finanszírozhatják.

Az új MTESZ gazdálkodási rend kétéves próbaidőre szól. A két év elteltével az új rendszer előnyeit — hátrányait megvizsgálják, és ha szükséges, az utasításokat a MTESZ korrigálni fogja.

Végül utal arra, hogy lapjaink terjesztéséért a Posta Központi Hírlap Iroda igen tekintélyes összeget kér, ezért célszerűbb volna jövőben a lapok szétosztását a helyi csoportok szerint végezni. Ezesetben minden csoport egy csomagban kapná meg a jövőben a taglészám szerinti lappéldányokat. Ehhez a jelentős költségcsökkentést ígérő megoldáshoz a résztvevők véleményét kérte.

Az első napirendi ponthoz *Szij Zoltán* (Győr), *Jesse Zoltán* (Miskolc), *Czömör Ferenc* (Székesfehérvár), *Jankovich Gyula* (Salgótarján) és *Sztehlik László* (Diósgyőr) szóltak hozzá, majd Szabó Csaba a feltett kérdésekre részletes választ adott.

A második napirendi pontként *Böszörményi Béla,* a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottság vezetője adott tájékoztatást az 1980. évi küldföldi konferenciákon, vagy tanulmányutakon való részvételi lehetőségekről.

Hangsúlyozta, hogy a Bizottság legnehezebb feladata az igények és lehetőségek összehangolása. A tőkés országokba történő utazások anyagi alapja továbbra is az egyesületek devizabevétele alapján képzett 17%-os keret. A jövőben nagy súlyt kell helyezni a kiutazók megfelelő szakmai eligazítására, valamint az utak tapasztalatainak hasznosítására. Utaztatni az aktív egyesületi munkát végző tagok közül elsősorban azokat a fiatalabb tagokat kell, akik a konferencia nyelvét bírják és ott lehetőleg előadást is tartanak, vagy legalább hozzászólást vállalnak az előadásokhoz. Ezt követően részletesen ismertette az előző évek külföldi útjaira vonatkozó statisztikai adatokat szakosztályok szerinti bontásban. Majd azt részletezte, hogy Egyesületünkben mely külföldi társegyesületekkel van szerződéses kapcsolata és ezek keretében belül a jövőben milyen utaztatásokra, ill. cserékre lehet számítani.

A szünet után harmadik napirendi pontként *Bándi József,* az Ellenőrzési Bizottság vezetője ismertette a helyi csoportokban végzett társadalmi munka megszervezésének szempontjait. Kiemelte, hogy az Ellenőrző Bizottság tevékenysége eddig csak az Egyesületünk központjában folyó munkára terjedt ki. Ezt azonban a jövőben a helyi csoportok munkájára is ki kell terjeszteni. Most van kialakítás alatt az egységes MTESZ irattározási rend. Célszerű a rendszeres ellenőrzésre minden helyi csoportban egy-egy vezetőségi tagot kijelölni.

A negyedik napirendi pontként *Serfőző Iván,* a Társadalmi és Szakosztályközi-rendezvény Bizottság vezetője tartott rövid tájékoztatást. Kiemelte, hogy a jövőben a Bizottság célja, színvonalasabb rendezvények szervezése és a nagyrendezvények összehangolása a szakosztályok közös problémáinak előtérbe helyezése.

Ezt követően dr. Nagy Zoltán főtitkár az előző évek tanulságait emelte ki. Eszerint a legnagyobb nehézséget az jelentette, hogy a rendezvények tervezett időpontja gyakran megváltozott és a költségvetéstől jelentős eltérés mutatkozott. Irányelvként célszerű tekinteni, hogy évenként a szakosztályok lehetőleg egy-egy nagyrendezvényt szervezzenek. Ezután ismertette az 1980.-ra tervezett 9 nagyrendezvényt, kiemelve a Szakosztályok közös rendezvényeit.

Hozzászólások során *Szij Zoltán* az alapszabályban jelzett Működési Utasítás hiányát tette szóvá.

Végül a főtitkár a jogi tagdíjakról, az egyesületi új vezetőségek választásáról, az Oktatási Bizottság legsürgősebb feladatairól és a nemzetközi kapcsolatok intézéséről adott tájékoztatást. Kiemelte, hogy a jövőben mód nyílik MTESZ megyei díjak kiadására.

Zárszavaiban pedig utalt arra, hogy az egyesületi munkát egyre nehezebb körülmények között kell végeznünk, a pénzügyi szabályozások is nehezítik az egyesületi munkát. Végül bejelentette, hogy ezévben rendes közgyűlést, a jövő évben pedig tisztújító közgyűlést tartunk. (ÓÁ).

68. közgyűlésünket május 22-én Tatabányán tartjuk.

Fémkohászat

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY ERNŐ

A szovjet alumíniumipar fejlődése

KALUZSSZKIJ N. A. igazgató
Össz-szövetségi Alumínium Magnézium és Elektródipari
Tudományos Kutató és Tervező Intézet
Leningrád, Szovjetunió

DK: 669.71(47+57)

A szovjet alumíniumipar fejlődését mutatja be az elmúlt 15 év eredményeinek ismertetésével. Beszámol a timföldgyártás, az elektrolízis és az öntés helyzetéről. Új eljárások fejlesztéséről is ad ismertetést.

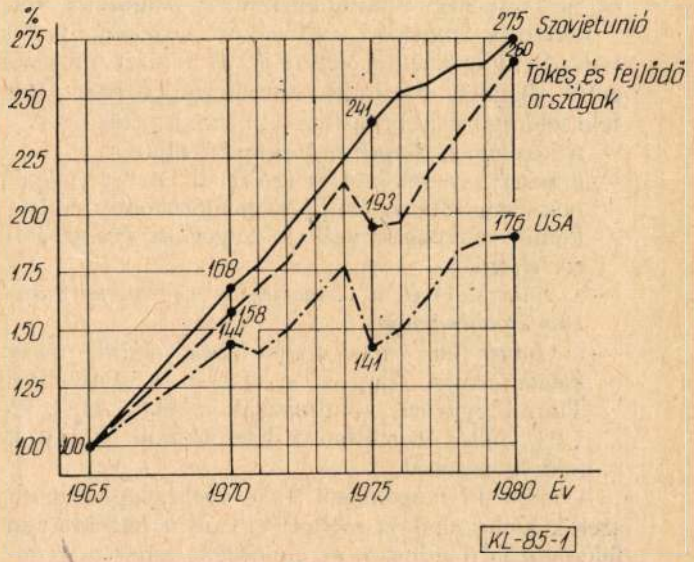
A Szovjetunió alumíniumipara a színesfémkohászat egyik leggyorsabban fejlődő alágazata. A növekedés ütemét tekintve a szovjet alumínium termelés megelőzi az USA-ét és a kapitalista, valamint a fejlődő országok alumíniumgyártását együttvéve *(1. ábra)*.

Az alumíniumiparhoz 27 vállalat tartozik. Ezek 158 fajta terméket állítanak elő, évente összesen 3 milliárd Rbl értékben. Ezeknél a vállalatoknál összpontosul az egész szovjet nyersalumínium-, kristályos szilícium-, timföld-, hamuzsír-, nyers gallium- és fehér korund gyártás, valamint a fluorsó gyártás döntő része, a nagy volumenű szódagyártás, továbbá a cement- és ásványi műtrágyagyártás és egy sor egyéb termék gyártása. Az össztermelés több, mint a fele kiváló minőségű termék.

A termelés intenzív mennyiségi növekedése mellett jelentős sikereket értünk el a műszaki-tudományos fejlődés terén. Az *Össz-szövetségi Alumínium—Magnéziumipari Intézet* (VAMI) kutatói és szakemberei a vállalatokkal karöltve az utóbbi 10 évben több, mint 140 új technológiai folyamatot, egyedi berendezést, gépesítési és automatizálási eszközt fejlesztettek ki és ezalatt 993 szabadalmi bejelentés és 130 külföldön is szabadalmaztatott műszaki megoldás született. Az intézetben kidolgozott találmányok és „know-how-k licencét a világ 12 országában — többek között az USA-ban, Japánban és Kanadában — vásárolták meg.

A korszerű szovjet alumíniumiparra jellemző fontosabb műszaki-tudományos fejlődési irányok közé az alábbiakat sorolhatjuk:

— új alumíniumtartalmú nyersanyagok széles körű ipari feldolgozásba való bevonása és komplex felhasználása;
— a termelés további koncentrálása és szakosítása, a termékválaszték bővítése és a minőség javítása;
— új, igen hatékony technológiai folyamatok kidolgozása és alkalmazása, a gyártógépcsoportok illetve berendezések egyedi teljesítményének növelése;
— a termelési folyamatok gépesítése és automatizálása, valamint a munka termelékenységének fokozása;
— a munkakörülmények további javítása és a környezetvédelem, valamint az egészségvédelem szintjének növelése.



1. ábra. Az alumíniumtermelés növekedésének dinamikája a Szovjetunióban és az USA-ban 1965-től 1980-ig

Timföld- és vegyitermékgyártás

A világ többi országától eltérően a szovjet alumíniumipar a timföldgyártáshoz bauxit mellett széles körben használ nem bauxitos nyersanyagot.

A szovjet tudósok és szakemberek elsőként a világon kidolgozták a nefelin komplex hasznosítását, amely révén timföldet, szódát, hamuzsírt és cementet állítanak elő. Jelenleg három vállalat dolgoz fel nefelin nyersanyagot. A nefelinből előállított timföld mennyisége az 1968—1978-as időszakban 4,7-szeresére, a szódáé és hamuzsíré 4,1-szeresére, míg a cementé 1,8-szeresére növekedett.

A *Pikalevói Timföldgyárban*, ahol 29% Al_2O_3, 13% Na_2O és 7% K_2O tartalmú kolai flotációs nefelinkoncentrátumot dolgoznak fel, korszerűsített új, hulladékmentes technológia bevezetésével elérték, hogy az egész országban a legolcsóbban tudják előállítani a timföldet.

A világ egyik legnagyobb timföldgyárában, az *Acsinszki Timföldkombinátban* is a nefelin érc

(27% Al_2O_3 és 13% Na_2O és K_2O) timfölddé és egyéb más termékké történő komplex feldolgozását valósították meg. A kombinátban a nefelinmészkő elegy zsugorítását 185 m hosszúságú, 5 m átmérőjű forgókemencében végzik. A kemence teljesítménye 100 t/óra. Ezenkívül nagy teljesítményű aprítótörő és egyéb kémiai berendezést is alkalmaznak. A kombinátban állandóan növelik a termelési kapacitást és évről-évre javítják a termelés műszaki-gazdasági mutatóit.

A kirovabadi Timföldgyárban a világon elsőként alkalmazták alunit ércnél a regeneráló-lúgos feldolgozási eljárást. Az ércet, mely 51% alumínium-szulfátot tartalmaz, timfölddé, kénsavvá és jó minőségű káliumszulfáttá dolgozzák fel.

Lényeges műszaki újításokat vezettek be a bauxitfeldolgozás területén is. A bauxit minőségétől függően a szovjet alumíniumiparban négy féle feldolgozási eljárást alkalmaznak, ezek:

— a közismert *Bayer* hidrokémiai eljárás;
— a bauxit mészkővel és szódával kevert elegyének zsugorítása, majd a zsugorítmány hidrokémiai eljárással való feldolgozása *(zsugorításos eljárás)*;
— a *Bayer*-féle és a *zsugorításos eljárás párhuzamos kombinációja*;
— a *Bayer*-féle és a *zsugorításos eljárás soros kombinációja*. Ezt a módszert a Pavlodári Timföldgyárban alkalmazzák a 44% Al_2O_3 és 12% SiO_2-t tartalmazó kazahsztáni bauxitok feldolgozásánál.

A műszaki megoldások és a technológiai módszerek széles skálája mellett egyaránt hatékonyan feldolgozható mind a jó minőségű, mind a gyengébb minőségű bauxit.

A különböző alumínium nyersanyagok feldolgozását jellemző összehasonlító paramétereket az *1. táblázat* tartalmazza.

Kidolgoztak és bevezettek olyan ipari módszereket, amelyek alkalmasak az alumínium tartalmú ércek értékes mikroszennyezőinek — a galliumnak, vanádiumpentoxidnak — a kivonására. Ezáltal még teljesebbé válik a nyersanyag komplex felhasználása. Megszervezték a különféle nem kohászati célokat szolgáló timföldek gyártását a kerámia-, rádióelektronikai, az olajkémiai és egyéb más iparágak számára.

A Szovjetuniónak a különféle alumínium nyersanyagok komplex feldolgozása terén szerzett tapasztalatai a világ sok olyan országa számára érdekesek, ahol nincs jó minőségű bauxit lelőhely.

A szovjet alumíniumipar távlati fejlesztési programja igen jelentős termelési volumen növekedést irányoz elő a timföldgyártás területén a *Nikolaevszki Timföldgyár* üzembeállításával, valamint a többi gyár termelési kapacitásának bővítésével. Eközben a nyersanyag komplex feldolgozása eredményeként növekedni fog a szóda, a hamuzsír, a cement az ásványi műtrágya és más egyéb termék termelési volumene.

Alumínium- és anódanyag gyártás

A Szovjetunió alumíniumipara a termelés koncentráltságát és az alkalmazott alumínium-elektrolizáló berendezések átlagos teljesítményét tekintve a világ összes országát megelőzi. A világ tíz legnagyobb alumíniumipari vállalata közé tartozik a *bratszki*, a *krasznojarszki*, a *novokuznyecki* és az *irkutszki* alumíniumkohó, de ezen kívül hatalmas gyárak épülnek, mint például a *tadzsik* és a *szajáni* alumíniumkohók.

Az iparban háromféle alumínium-elektrolizáló kádtípust használnak: felsőtüskés, ill. oldaltüskés söderberg típusú anódos és blokkanódos kádakat.

A szibériai alumíniumkohók legújabb elektrolizáló üzemeiben nagy teljesítményű elektrolizáló kádakat használnak. Ezek a berendezések max. 159 kA-es áramerősséggel üzemelnek 86—86,5%-os áramhatásfok és 15 5000—15 750 kWó/t alumínium fajlagos egyenáramú energiafelhasználás mellett.

1. táblázat

A különböző alumíniumtartalmú nyersanyagfajták feldolgozásának összehasonlító paraméterei

Termék	Mértékegység	Jó minőségű, 10—15 modulos bauxitok Bayer-féle feldolgozása	Gyenge minőségű 3,5—4 modulos bauxitok feldolgozása a Bayer-féle és a zsugorításos eljárás soros kombinációjával	Nefelines érc feldolgozása: koncentrátum 29 % Al_2O_3	Nefelines érc feldolgozása: érc 27 % Al_2O_3	Alunit érc feldolgozása 51 %-os alunit-tartalmú érc esetén
I. Árutermékgyártás						
Timföld	kg	1000	1000	1000	1000	1000
Kalcinált szóda (100 %-os Na_2CO_3)	kg		—	690	500	—
Hamuzsír (100 %-os K_2CO_3)	kg	—	—	320	90	—
Káliumszulfát (100 %-os K_2SO_f)	kg	—	—	—	23	960
Kénsav (100 %-os H_2SO_f)	kg	—	—	—	—	2070
Cement	tonna	—	—	7,6	8,9	—
II. Az 1000 Rbl értékű összтермékre jutó beruházási és üzemeltetési költségek a Bayer-eljárású bauxitfeldolgozáshoz viszonyítva						
Beruházási költségek	%	100	130	145	155	115
Üzemeltetési költségek	%	100	150	120	125	145

A hasonló típusú berendezések között ez a kádtípus egyike a világon létező legjobb konstrukcióknak: az elektrolizáló kád sínezésének licencét japán és kanadai cégek is megvették. A korábban épített felső tüskés elektrolizáló kádak modernizálását ez utóbbi berendezés — változatnak megfelelően végezzük.

A VAMI-ban kifejlesztett és sorozatgyártásra elfogadott zárt elektrolizáló kád 160 kA-es áramerősséggel blokkanódokkal működik. A tadzsik alumínium kohó új elektrolizáló csarnokában, ilyen konstrukciójú elektrolizáló kádakkal 1130 kilogramm/nap termelés mellett az országban a legkisebb az egyenáramú energiafelhasználás: 14 500 kWó/t.

Az alumíniumgyártás műszaki fejlesztésének és a korszerűbb felépítésű elektrolizáló kádak üzembeállításának következtében az 1968—78-as időszakban az elektrolizáló szériák átlagos áramerőssége az iparágban átlagosan 20%-kal, a blokkanódos elektrolizáló kádakat illetően pedig több, mint 2-szeresére növekedett *(2. ábra)*.

Figyelembe véve, hogy a blokkanódos kádak jobb műszaki, egészségügyi és gazdasági mutatókat érnek el a Söderberg-anódos kádtípusokkal szemben. Annak ellenére, hogy nagyobb fajlagos beruházási költségeket igényelnek, iparunkban mégis olyan határozat született, hogy az épülő új alumíniumgyárakban és a kiöregedett elektrolizáló szériák rekonstrukciója során blokkanódos elektrolizáló kádakat építenek be.

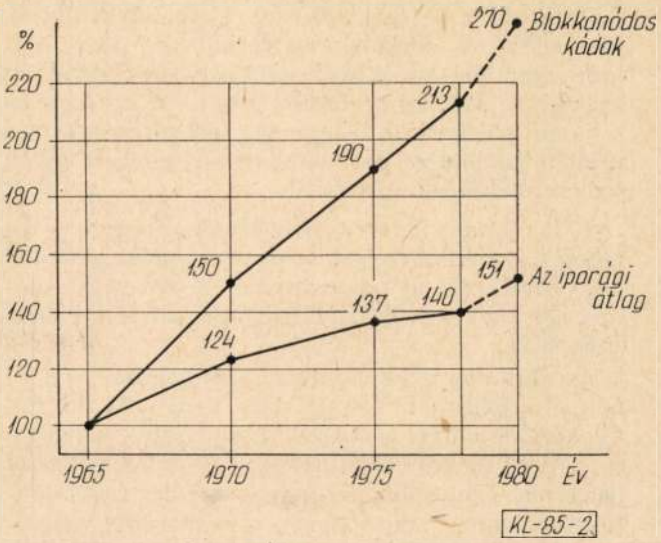
Az új elektrolizáló szériákhoz a VAMI-ban kifejlesztettek egy 175 kA-es blokkanódos elektrolizáló kádtípust, amelynél a timföld adagolás automatikusan történik, ugyancsak most folynak egy óriás teljesítményű 260 kA-es blokkanódos elektrolizáló szériák automatizált vezérlésűek lesznek. A vezérlést az „Elektroliz" elnevezésű folyamatszabályozó számítógép és berendezés végzi.

Mivel a tiszta alumínium iránti kereslet egyre nő, egyik üzemünkben már kidolgoztak egy olyan gyártástechnológiát, amellyel tiszta alumíniumot lehet előállítani, a világon az eddig legnagyobb teljesítményű, 70 kA-es raffináló kádakkal. Ugyancsak megszerveztük a különlegesen tiszta (max. 99,9999%) alumínium zónás olvasztással történő gyártását az elektronikai ipar szükségleteinek kielégítése érdekében.

Az elektrolizáló üzemek technológiai folyamatainak komplex gépesítése és automatizálása lehetővé teszi, hogy a munka gépesítési szintje 85—90%-ra növekedjék és lényeges mértékben csökkenjen a dolgozók fizikai igénybevétele.

A blokkanódos elektrolizáló kádakra alapozott alumínium elektrolízist hatékony, nagyméretű anódblokk gyártással kell kombinálni, amely során ismételten felhasználják az „anódcsonkokat". Ennek kapcsán a tadzsik kohóban már befejezéshez közeledik egy új, korszerű 260 ezer tonna évi kapacitású anódblokk gyártó üzemrész építése (anódméret 1400700×600 mm). Az új üzemben francia cégektől vásárolt nagy teljesítményű berendezések fognak működni.

Igen fontos műszaki korszerűsítéseket hajtottak végre az anódmassza készítő üzemekben is (nagy lágyuláspontú szurok és inhibitor adalékok használata, optimális szárazelegy összetétel, hulladékhőt hasznosító kazánokkal egybeépített forgókemencék használata a petrolkoksz izzítása stb).



2. ábra. A szovjet elektrolizáló kádak átlagos teljesítményének (áramerősségének) növekedése 1965 és 1980 között

A kriolit-timföld olvadékból elektrolízissel történő alumínium gyártás annak ellenére, hogy sokban fejlődött — igen nagy villamosenergia fogyasztással, jelentős beruházási és üzemeltetési költségekkel jár, továbbá fluorvegyületeket tartalmazó mérges gázokkal szennyezi a légkört. Ezért a VAMI-ban más kutatóintézetekkel együttműködve kutatások folynak újfajta alumíniumgyártási módszerek kifejlesztésére, mint például:

— alumínium előállítás alumíniumklorid elektrolízisével,
— kétlépcsős alumíniumgyártás, mikor az első lépcsőben az alumínium érc elektrotermikus redukciója történik meg és egy alumínium-szilícium-vas-titán primer ötvözet keletkezik, a második lépcsőben pedig a primer ötvözetből katalitikus desztillációval szubhaloid vegyületekkel vonják ki az alumíniumot.

A dneperi alumíniumkohóban (Zaporoszje) már 15 éve üzemel egy, világon egyedülálló üzemrész, amelyben alumínium-szilícium ötvözeteket állítanak elő közvetlen redukcióval alumíniumszilikátokból. Az érc redukcióját 16 500 kVA-es termikus kemencékben végzik.

Alumínium és alumíniumötvözetek öntése és megmunkálása

Az alumínium és alumíniumötvözetek öntése és megmunkálása terén a műszaki fejlődés és készterméklaszték bővítése, a további felhasználásra kerülő alumínium minőségének növelése, valamint az öntőolvasztó és öntvehengerlő berendezések egyedi teljesítményének növelése irányába mutat.

Az utóbbi tíz évben több, mint 3-szorosára növekedett a speciális és a nem átolvasztott termékfajták termelése, mégpedig a hengerelt árué kb.

5,5-szörösére, a tuskóé 5,2-szeresére, az öntészeti ötvözeteké és porkohászati termékeké pedig 5,5-szeresére. Megvalósították a nagyméretű tuskók, valamint öntészeti ötvözetek gyártását a Volgai és a kámai autógyárak igényeinek kielégítésére, valamint a különleges porkohászati anyagok és egyéb más termékfajták gyártását.

1975. január 1-től a szovjet alumíniumipar új GOSZT szabványra tért át az alumínium gyártásnál. Ennek az új szabványnak a követelményei megegyeznek a nemzetközi szabvány követelményeivel.

Az alumíniumkohók öntödéiben igen széles körben elterjedtek a 25—40 t-ás kemencék, a félfolyamatos öntést biztosító berendezések hengeres és lapos tuskós előállítására, öntvehengerléssel hengerelt árut előállító gépcsoportok, tuskó öntésre alkalmas öntőláncok automatikus tuskólerakóval — teljesítményük 6 t/óra, valamint egyéb más berendezések.

A közeljövőben várható:

— a nem átolvasztott és a specializált termékfajták termelési volumenének további növelése, valamint az öntészeti alumínium ötvözetek kibocsátásának növelése;
— az újonnan épülő vállalatoknál és a meglevő vállalatok rekonstrukciója során nagy termelékenységű öntő-olvasztó berendezések üzembehelyezése (70 t kapacitású mixerek, 10—15 t/óra teljesítményű félig folyamatos tuskóöntő gépek stb.);
— korszerű technológiai folyamatok bevezetése és széles körű alkalmazása (folyamatos alumíniumtisztítás — fémes szennyezők, gázzárványok és oxidok eltávolítása, a fém magnetohidrodinamikai módszerekkel történő szállítása, keverése) és ennek alapján a kibocsátott termék minőségének növelése;
— a fóliák, szalagok és konzervipari csomagoló anyagok, tárcsák és fémbetétes műanyagok gyártásához szükséges hengerelt félkész termékek egyidejű öntsésel és hengerléssel történő gyártásának megszervezése;
— alumínium ötvözetekből készített fémgranulátum ipari méretű gyártásának a granulátum további félkész termékké való feldolgozásának bevezetése, újfajta fémporok gyártási kapacitásának növelése.

Környezetvédelem

Az alumíniumipar komplex műszaki fejlesztési tervében igen nagy figyelmet fordítanak a környezetvédelemre. A légkörbe kibocsátott ipari szennyezők mennyisége évről-évre csökken. Az alumíniumipar gyártási kapacitásának több mint 88%-át egy- és kétfokozatú gázszűrő és fluorvegyület regeneráló berendezésekkel látták el. Az új blokkanódos elektrolizáló szériáknál a keletkező káros szennyezők több, mint 93%-át felfogják.

A vízkészletek ésszerű felhasználása terén a fő irányvonalat az ipari szennyvízkibocsátás teljes megszüntetése jelenti. Az alumíniumgyárak tisztított szennyvízfelhasználása évről-évre nő és jelenleg a teljes vízfogyasztás 75%-át teszi ki.

A légkörbe kibocsátott káros szennyezők mennyiségének további csökkentésével és a vízszennyeződés meggátolásával kapcsolatos legfontosabb feladatok közé az alábbiak sorolhatók:

— olyan komplex technológiai és műszaki-szervezési intézkedések megvalósítása, melyek célja a gyártóeszközök által kibocsátott szennyezők összmennyiségének csökkentése;
— blokkanódos elektrolizáló kádak széles körű elterjesztése és a meglevő elektrolozáló kádak hatékony gáztisztító berendezésekkel való ellátása, a jelenlegi ipari-gáztisztító rendszerek és berendezések korszerűsítése;
— a káros szennyezők normáinak megállapításával kapcsolatos munkák befejezése és az alágazat minden egyes üzemére egyedileg kibocsátott szennyező anyagok megengedett mennyiségének meghatározása;
— az alumíniumipar valamennyi üzemének átállítása a szennyeződés nélküli üzemmódra.

A szovjet alumíniumipar nemzetközi kapcsolatai

Az SZKP XXIV. és XXV. kongresszusán hozott határozatainak értelmében a 70-es években igen jelentősen kiszélesedett és elmélyült a nemzetközi együttműködés és alumíniumiparban.

A világ 35 országának 80 vállalatával és intézményével létesítettünk műszaki-tudományos vagy gazdasági kapcsolatot. A VAMI által kidolgozott fejlesztések és tervek alapján, valamint szovjet műszaki segítséggel az utóbbi években több alumínium és timföldgyárat helyeztek üzembe Egyiptomban, Indiában, Törökországban, Jugoszláviában, folyik illetve tervezik alumínium- és timföldgyár építését a KNDK-ban, Algériában, BNK-ban és több más országban.

Több külföldi cég érdeklődik a szovjet alumíniumipar olyan műszaki-tudományos eredményeinek licence után mint például a timföld tartalmú (nefelin, alumit, kaolin) nyersanyagok komplex feldolgozása, a timföldgyártás egyes folyamatainak hatékony gépi berendezésekkel való megvalósítása, nagy teljesítményű alumínium-elektrolizáló kádak és azok sínezési rendszere, alumínium—szilícium ötvözetek elektrotermikus gyártási eljárása és egyéb más korszerű technológiai folyamatok.

Különösen szoros és gyümölcsöző együttműködés alakult ki a szocialista országokkal, a 30 éves fennállását ez évben ünneplő KGST keretein belül.

Az efajta együttműködés hatékonyságának igen szemléletes példája a Szovjetunió és a MNK alumíniumipari vállalatai és szervei között kialakult tervszerű szoros kapcsolat.

Az 1962-ben megkötött szovjet—magyar alumíniumipari együttműködési kormányközi egyezmény értelmében a Szovjetunió alumíniumkohóiban dolgozzák fel a magyar timföldet és a törlesztés nyersalumínium viszontszállítással történik, ami elősegíti ennek a baráti országnak a gazdasági fejlődését.

1964. óta műszaki-tudományos együttműködés folyik a VAMI (SZU) és az Aluterv-FKI (MNK) között mindkét ország alumíniumipari vállalatainak közreműködésével. Az eltelt időszak alatt közös erővel 40 témát dolgoztak ki, melyek az alumínium és a timföldgyártás legfontosabb problémáinak megoldására irányultak.

Ezen együttműködés keretén belül csak az 1968—1978-as időszakban a szovjet fél 180 műszaki dokumentációt adott át a magyar félnek és az 158-at adott a szovjet félnek. Ugyancsak ezen időszak alatt a VAMI-ben és a szovjet alumíniumipari üzemekben 198 magyar szakember tett látogatást, illetve 122 szovjet szakértő volt magyarországi kiküldetésben. Az együttműködés során számos közös találmány született, mindkét ország tudósai és szakemberei rendszeresen tartanak szemináriumokat és szimpóziumokat az alumínium- és a timföldgyártást érintő aktuális kérdések megvitatására.

A licenc-egyezmények is szélesítik a Szovjetunió és Magyarország között az együttműködést. 1973. óta 6 egyezményt kötöttek VAMI által kidolgozott és a szovjet alumíniumgyárakban bevezetett szabadalom és know-how átadásra, illetve felhasználásra, többek között a gallium gyártásra és a timföldgyártás fejlesztésével kapcsolatban.

Igen fontos formája az együttműködésnek a két ország szakembereinek közös részvétele harmadik országban végzendő alumíniumipari fejlesztésekben. Ennek egyik jó példája Európa legnagyobb timföldgyárának, az 1978-ban üzembehelyezett jugoszláviai „*Diracs*" gyárának tervezésében és építésében való közös részvétel.

Kétségtelen, hogy a Szovjetunió és Magyarország egyre fejlődő együttműködése az alumínium- és timföldgyártás területén a jövőben is elősegíti mindkét ország alumíniumiparának műszaki-tudományos fejlődését és erősíti a szovjet és a magyar nép között fennálló barátságot.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Befejeződtek a törökországi *Seydisehir alumíniumkombinát* beruházási munkái. A szovjet segítséggel épült gyárkomplexum kapacitásadatai a következők: 200 et/év timföld, 60 et/év kohóalumínium, 25 et/év félkészáru. (Ismeretes, hogy a cég megoldást keres vörösiszap problémáinak megoldására, szerk.) (H. W.)

Alumínium, 1979. 9. szám.

Ausztrália alumíniumkohászati tervei között szerepel a Pechiney által *Hunter Valley*-ben építendő 500 millió A$ költségű 110 et/év kapacitású alukohó. Az üzemindítást 1983-ra tervezik és 1985. júliusig 220 et/év-re történő kapacitásbővítést terveznek. Az *Alcan Australia Ltd. Kurri Kurri*-ban levő kohóját 1981 végéig 95 millió $ költséggel 90 et/év kapacitásra, 1982 végéig pedig újabb költséggel 135 et/év-re bővítik. Az *Alcan Aluminium Queensland*-ban építendő 100 et/év teljesítményű kohóra készített tanulmányt. A kohó tervbevett indulása 1983, a tervezett végkapacitás 250 et/év, a beruházás költsége 290 millió US$. A timföldet az épülő *gladstonei timföldgyár* adná.

A két bővítésen kívül 2,7 milliárd A$ költséggel további hat új létesítményről is folynak tárgyalások. Ezen bővítésekkel együtt Ausztrália 1 millió tonna feletti fémtermeléssel a nyugati világ legnagyobb alumíniumtermelője lesz. (H. W.)

Alumínium, 1979. 9. szám

A Londoni fémtőzsdén szeptember első felében tovább csökkentek az alumínium készletek (az augusztusi mennyiség 80 %-ára). A tőzsdei jegyzések az Alcan 3 üzemének újraindítási hírére csökkenni kezdtek, majd ismét 700 £/t (1,520 $/t) fölé emelkedtek, mivel több országban emelték az alumínium belföldi árát.

Az NSZK-ban a *Vereinigte Aluminiumwerke* szeptember 10-től 2,900 DM/t-ról 3,000 DM/t-ra (1,553 US $/t-ról 1,606 US $/t-ra), az USA-ban az *Alcan Aluminium Corp.* szeptember 5-től 2,5 *C*/lb-val 60,4 *C*/lb-ra (1,330 $/t-ra) emelte az alumínium árát.

A *Nemzetközi Kohóalumínium Intézet* becslése szerint a tőkés országok termelése 1979. I. félévében 2,6 %-kal volt magasabb az előző év azonos időszakának értékénél (6771 et ill. 6599 et), ebből Észak-Amerika termelése 3146 et. Nyugat-Európáé 1975 et volt). (H. W.)

BIKI, 1979. szeptember 13.

A *Kaiser Aluminium* előrejelzése szerint a lanyha gazdasági aktivitás ellenére jó évet fog zárni az USA alumíniumipara 1979-ben. Az alumínium iránti kereslet elsősorban a repülőgépgyártás és a csomagolóipar területén növekszik gyors ütemben. A hazai személygépkocsi-gyártában bekövetkezett visszaesés ellenére e területen is nő az alumínium felhasználás, mivel az autók átlagos súlya az 1978. évi 522 kg-mal szemben az 1979. évi és 1980. évi modellek esetében 544 kg ill. 635 kg lesz.

Az USA-ban az alumínium iránti kereslet növekedése következtében az alumíniumkohók átlagos kapacitás kihasználtsága javul: 1979-ben eléri a 94,4 %-ot, szemben az 1978. évi 92,5 %-kal és az 1977. évi 87,5 %-kal. (H. W.)

Metal Bulletin Monthly 1979. 8. szám

A *New South Wales-i* kormány döntést hozott egy Ausztráliában építendő 150 et/év kapacitású új alumíniumkohó építéséről. A szükséges energiát a *New South Wales*-i kormány fogja biztosítani, az irányító a *Nabalco Consortium*, melyben az *Alusuisse* 40 %-os érdekeltséggel vesz részt.

A magas energiaköltségek miatt, előrejelzések szerint, az USA-ban és Európa központi részein nem tervezik újabb kohók létesítését, a fejlesztési kilátások inkább Guineaban, Brazíliában és Venezuelában kedvezőek. (H. W.)

Mining Journal, 1979. szeptember 14.
BIKI, 1979. szeptember 13.

A tőkés világ magnézium-termelése

A világtermelés 1978-ban 209 ezer tonnás csúcsot ért el. Ennek kétharmadát *Észak-Amerikában* kohósították, negyedét *Nyugat-Európában*. A kapacitáskihasználás 82 % volt.

A kapacitás háromnegyed része elektrolízissel dolgozik, a maradék többféle termikus eljárást alkalmaz.

1985-re a jelenlegi teljesítmény 42 %-kal való növelését jósolják.

A magnézium legfőbb felhasználási területe az alumínium-ötvözés, de jelentős mennyiségeket dolgoz fel a nyomásos formaöntés, a vegyipar redukálószerként használja, a vasöntészet a gömbgrafitos öntvényekhez alkalmazza. (K. J.)

Metall, 1979. szept.

Hoboken konverter alkalmazása rezes kéneskő feldolgozása során

VRHOVEC M. — GUEBELS A. P.
MECHIM S. A. Belgium

DK: 669.332

A szerzők a Hoboken típusú konverterek alkalmazásának szükségességét ismertetik. Tájékoztatást adnak a Hoboken konverterek működési jellemzőiről. Összehasonlítják a Pierce—Smith és a Hoboken konverterek beruházási költségét.

1. Bevezetés

A réz pirometallurgiájának fő művelete során, vagyis a koncentrátumok olvasztásakor általában két folyékony fázis képződik: kéneskő és salak. Az olvasztókemencéből kikerülő kénesküvet nyersrézzé alakítják konverterben úgy, hogy fúvókákon át levegőt, vagy oxigénnel dúsított levegőt fúvatnak a kéneskő fürdőbe.

Ennek a műveletnek az első lépésében a *salakra való fúvatáskor* a fémszulfidok (vas, cink, ólom stb.) oxidokká alakulnak és a beadagolt salakképzővel elsalakulnak. A kén viszont a fúvatás során SO_2 alakjában a füstgázokkal eltávozik. Ennek a szakasznak a végén elméletileg Cu_2S fürdő ún. fehér-kéneskő marad vissza, 80% réztartalommal.

A második szakaszban, a *rézre való fúvatásnál* csak a kén oxidálódik kéndioxiddá és folyékony fémréz (konverterréz) keletkezik.

A kéneskő réztartalma nagymértékben befolyásolja a konverterezés időtartamát és általános lefolyását. Szegény kéneskő, aminek réztartalma 45%, vagy ennél kisebb, nagyon hosszadalmas műveletre vezet, aminél sok salak és SO_2 tartalmú konvertergáz keletkezik. Dús kéneskő, 60%-nál magasabb réztartalommal, sokkal gyorsabban konverterezhető, ezért a konverter mérete kisebb lehet.

A kéneskő réztartalma több tényezőtől függ, elsősorban a felhasznált koncentrátumoktól és az olvasztási eljárástól. A kéneskő előállítása leggyakrabban kalkopirit tartalmú koncentrátumokból történik. Ennek olvasztásánál ajánlatos konverterezést alkalmazni, mert az egylépcsős rézelőállításnál a hasznos fémek jelentős hányada kerül a túloxidált salakba, amiben sok a magnetit és ennek újrakezelése nagyon költséges, illetve nehéz. Ez az oka annak, hogy a *Noranda eljárással* ismét kénesküvet állítanak elő és azt külön konverterben dolgozzák fel. Kalkozin koncentrátumok réztartalma magas, de kevés vasat és kenet tartalmaznak. Ezek olvasztásakor lángkemencében is dús kéneskő, a Flash Smelting kemencében pedig fémréz keletkezik.

A kéneskő összetétele az alkalmazott gyártási eljárásonként változó. A *hagyományos lángkemencében*, nyers koncentrátumok olvasztásakor a legszegényebb kéneskő keletkezik, 35% réztartalommal. A koncentrátum fluidizáló pörkölése után, a *pörk elektromoskemencében* végzett olvasztásakor 45—50% réztartalmú kéneskő képződik. A korszerű autogén olvasztó eljárások — pl. a *Flash Smelting*, vagy a *Noranda* eljárás — 60—70% réztartalmat biztosítanak.

2. A kéneskő konverterezése és ennek környezetszennyező hatása

A konverterezés technológiája metallurgiai szempontból teljesen tisztázott. Azonban a művelet folyamán kéndioxid tartalmú füstgáz keletkezik és ez fokozott figyelmet követel, mert a gáz erősen környezetszennyező. Egyes gyárak megelégednek azzal, hogy ezt a gázt — mint a múltban — magas kéményen át közvetlenül a környező levegőbe juttassák. *Pierce-Smith* konvertereket alkalmaznak, a szájnyílás fölött szénacélból készült elszívó ernyővel. A forró konvertergázok hűtése a szájnyílásból való kilépésnél történik, ahol nagy mennyiségű levegő lép be az elszívó ernyőbe.

Az ipari országokban fokozatosan szükségessé vált a konvertergázok felfogása, tisztítása és kénsavvá történő feldolgozása (semlegesítése). A tisztítás első lépése csak a szállópor felfogásából állt, de ezt gyorsan követte az a feladat, hogy a kénnek minél nagyobb hányadát kénsavgyárban leválasszák. A meglevő elszívóernyők átalakításával és a gázok hűtésére, elszívására kezelésére szolgáló berendezések felállításával bizonyos haladást elértek, de állandóan növekvő ráfordítások árán. Nagy nehézségek léptek fel azonban, amikor a kénhasznosítás hatásfokát 70%-ról 85—90%-ra akarták emelni.

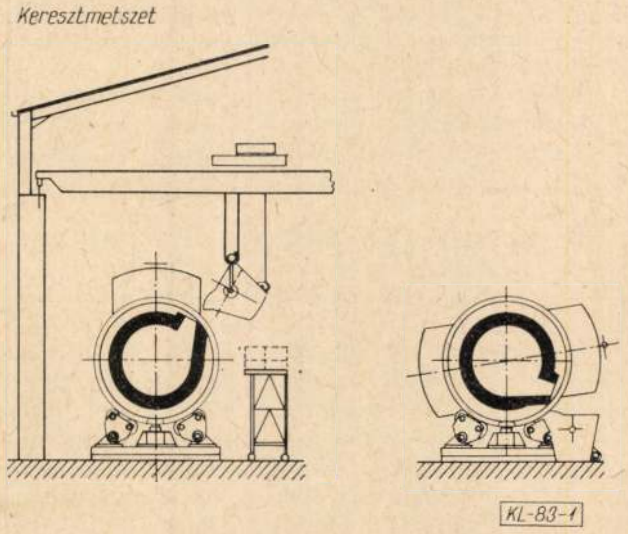
Jelenleg a fő gázáramok hatásos kezelése sem látszik elégségesnek, és ezen kívül még tartósan biztosítani kell a környezeti levegő tisztaságát a konverter csarnokban. A fő gázáramokon — *primer emissziókon* — túlmenően a hangsúly azért most az elszökő emissziókon, vagy a *szekunder emissziókon* van. Márpedig a hagyományos konverter az ilyen emissziók egyik fő forrása, valahányszor a szájnyílást elfordítják az elszívó ernyő alól adagolás végett, vagy salak, illetve konverterréz csapolására. A fúvószelet nem lehet azonnal leállítani a forgatás pillanatában és bizonyos időszakban a konverter szájnyílása már az elszívó ernyőn kívül van , de a fúvókák még a fürdőbe merülnek, vagy ahhoz olyan közel vannak, hogy a fúvatást még nem lehet leállítani. Ezért a konvertercsarnokba — sűrű felhő alakjában — kéndioxid tartalmú gázok lépnek ki.

A hagyományos konvertereknek nagy problémája, ezeknek a gázoknak az elszívása és annak megakadályozása, hogy a másodlagos kénemisszió elfogadható szinten maradjon nagyon nehéz. A *Hoboken konverterrel* ilyen problémák nincsenek.

3. A Hoboken konverterek ismertetése

A szifonos konvertereket a belga *Metallurgie Hoboken Overpelt* cég fejlesztette ki. A *Hoboken* rendszerű konverteren, — melyet az *1. ábrán* mutatunk be — egyik végén ellensúllyal kiegyenlített, fordított „U" alakú füstgáz elszívócső helyezkedik el, ami a gázok elvezetésére szolgál. Az „U" alakú cső folytatódik egy a konverter tengelyével egyvonalba eső vízszintes csőben. A konverter buktatása közben mind az „U" alakú, mind a vízszintes csőcsonk elfordul. A vízszintes csőcsonk egy rögzített függőleges helyzetű füstvezetékbe torkollik. A vízszintes csőcsonk elfordulását, egy speciális csatlakozó elem biztosítja. Ez a csatlakozó elem szabadalommal védett. A csatlakozó elem megakadályozza a levegő beáramlását is a füstvezetékbe. Szifon nélkül a konverter test ugyanolyan mint a *Pierce Smith* típusú konverter, csak a gázáramlás iránya változik meg. A konverter szájnyílásán sem füstgáz kiáramlás, sem levegő beáramlás nem történhet, mert a rendszer — nyomás szempontjából vizsgált — 0 pontja a szájnyílásnál van. Ez tolózár rendszerrel és szabályozható fordulatszámú ventillátor segítségével biztosítható. A konverterekhez speciális kettős füstvezeték rendszert építenek ki. Az egyik csővezetékrendszeren át a kéndioxidban dús füstgáz a kénsavüzem irányába, a másikon át a kéndioxidot nem tartalmazó — a konverter felfűtésénél keletkező — füstgáz a kéménybe áramlik. Mindkét csővezeték rendszer egy-egy tolózárat tartalmaz. A tolózárakat villamosmotorok működtetik. Mindkét tolózárnak a teljesen nyitott helyzettől a teljesen zárt helyzetig hét különböző fokozata van. A tolózárak egymáshoz képest villamosan reteszelve vannak. A kéndioxidot nem tartalmazó füstgázokat szállító füstvezetékrendszerbe épített tolózár zárt állapotban van a konverter fúvatása idején. Ezt a tolózárat már a kéndioxid tartalmú füstgázok vezetékében elhelyezett tolózár nyitása előtt teljesen le kell zárni.

Ha a kénsavüzem a konvertercsarnokból bizonyos távolságban fekszik és a füstvezeték nem korrózióálló anyagból készült, a csővezetékben kisméretű — finom mészport befúvó — injektort helyeznek el. Ez a mészmennyiség abszorbeálja azt a kevés, a csővezeték falára kivált kénsavat, amelyet a füstgázban levő ólom- és cinkoxid nem semlegesített.



1. ábra. Hoboken konverter metszetei

A szifonnal felszerelt konverter előnyei

a) A konvertercsarnokban nincs füstgázterhelés.

Az elszívóernyővel felszerelt *Pierce Smith* konverterek használata esetén gyakorlatilag nem lehet elkerülni, a folyékony vagy szilárd betét adagolásakor és csapolásakor mindig áramlik füstgáz a csarnokba. A szifonnal ellátott konverter esetében — ha a szájnyílásnál a nyomáspontot 0 értéken tartják — a füstgázventillátor fordulatszámának szabályozása útján, mindig elkerülhető, hogy a csarnok légterébe füstgázok jussanak.

b) A konvertergázok magas SO_2 tartalma

A szifonnal ellátott konverter messzemenően megakadályozza azt, hogy a gázáramba bárhol higitó levegő kerüljön. A fuvatás alatt ebből kifolyólag nagy SO_2 tartalmú füstgáz keletkezik. A tolózárak villamos reteszelése következtében biztosítható, hogy csak a fuvatás alatt keletkező füstgázok kerüljenek a kénsavgyárba. A kéntartalmú gázokat a kénsavgyárba szállító ventillátor és a füstvezetékek tolózárai villamosan reteszelve vannak a konverter fúvóberendezésével, ezért a fuvatás nem kezdődhet meg addig, amíg a kénmentes füstgázok vezetékébe épített tolózár nem áll zárt, a kénsavgyár felé vezető füstgázvezeték tolózára pedig nyitott állapotban. Ilyen módon biztosított, hogy SO_2 tartalmú füstgázok ne kerüljenek az üzemi kéménybe. Például két üzemben levő és helyesen vezetett konverterrel úgy, hogy a kettő közül egyik mindig fúvatás alatt van a füstgázok SO_2 tartalma 7,5—8% között ingadozik, valamint ezen átlagértéktől való eltérése nem lesz nagyobb 1,5%-nál. Három üzemben levő konverter esetén, amelylyek közül kettőt állandóan fúvatják, a füstgázok átlagos SO_2 tartalma 8,5—9% között ingadozik, az ettől való eltérés pedig nem lesz több 1%-nál.

c) A fúvatást az adagolás alatt nem kell leállítani

Miután a konverter szájnyilása teljesen szabad, ezen füstgáz áramlás nincs, mind folyékony, mind szilárd anyagokat is lehet adagolni a fúvatás közben. Ezzel különben egy 24 órás munkanap alatt kb. egy órai fúvatási idő nyerhető és ezzel csökken a fúvatáson kivüli idő a konverteren. A fúvatásson kivüli idők csökkenésével egyenletesebb lesz a konvertergáz mennyisége és összetétele.

d) A konverter buktatása alatt a szájnyiláson át kidobott anyagok mennyiségének csökkentése

Ez annak tulajdonítható, hogy a konverter nyomáspontját a szájnyilásnál 0-nál tartják. Ezen felül fennáll még annak a lehetősége is, hogy a konverter szájnyílását ajtóval lefedjék.

e) A fúvókák kezelésével foglalkozó munkások biztonságának, balesetvédelmi szempontból való növelése

Miután nincsen elszívóernyő a konverterszájnyilás felett, nem áll fenn annak veszélye, hogy az elszívóernyő faláról salak darabok váljanak le, így a fúvókatisztító szint fölé nem kell védőtetőt elhelyezni.

f) A műveletek ellenőrzésének megkönnyítése

Miután nincs gázelszívó ernyő, a szájnyiláson füstgázok nem áramlanak ki, az állandóan hozzáférhetővé válik. A konverterezési folyamat ennek következtében nyomon követhető.

g) Kisebb teljesítményű ventillátor szükséges

Miután a gázhigulás csökkenése nyomán a konvertergáz mennyisége kevesebb mint a *Pierce Smith* konverternél, a füstgázelszívó ventillátorok teljesítménye is lényegesen kisebb lehet.

A szifonos konverter hátrányai

a) Nagyobb az épület igénye

A szifonnal ellátott konverter helyszükséglete kb. 30%-kal nagyobb az azonos teljesítményű *Pierce Smith* konverter helyigényénél.

b) A tűzálló bélés teljes felújítása esetén a magnezittégla igény nagyobb

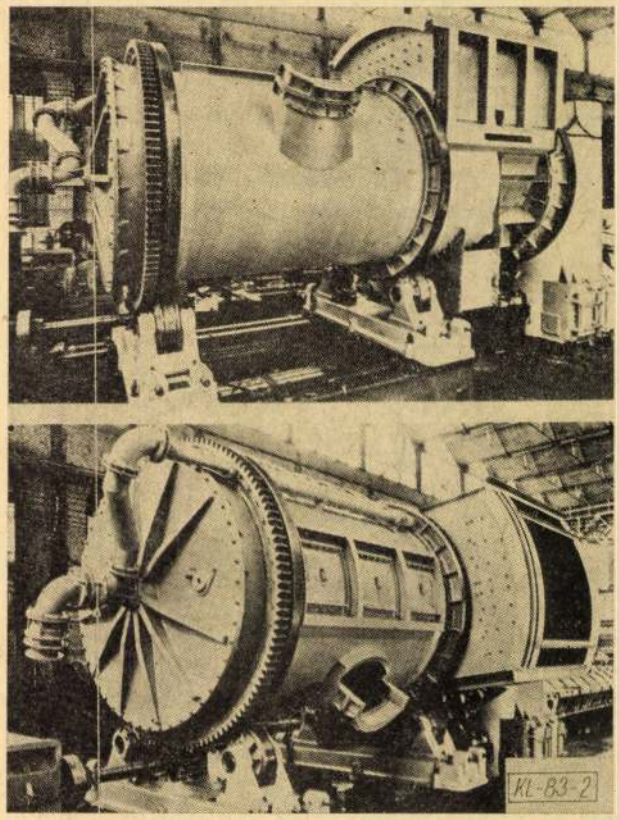
Az azonos teljesítményű konverterbe kb. 20%-kal több tűzálló tégla szükséges. Ez azt eredményezi, hogy *Hoboken konverter* alkalmazása esetén nagyobb lesz a fajlagos tűzálló anyag felhasználás is kb. 10%-kal mint a más típusú konvertereknél.

c) Ellensúly szükséges

A szifon tömegének kiegyenlítésére meglehetősen nehéz ellensúlyt kell beépíteni és a buktatás során mozgatni.

d) Nagyon nehéz a konvertert erőltetett menetben járatni

A szokványos kivitelű *Pierce Smith* konverternél annak árán, hogy a szájnyiláson át nagyobb mennyiségű anyagot kidob, a fúvószélteljesítményt (ha a fúvóberendezés ezt lehetővé teszi) fokozni lehet. Annak ellenére, hogy a *Hoboken* típusú konverter szifonjának keresztmetszetét túlméretezik, a szifon mégis nagyobb ellenállást jelent a füstgázoknak, mint a nyitott szájnyilás, amelyen keresztül a gázok szabadon távozhatnak. Ezen felül nagyon erőltetett menetben nagyobb a fürdőmozgás, aminek következtében cseppfolyós fürdőrészecskéket is elragadhat a füstgáz, és azok a szifonfalra tapadva annak szabad keresztmetszete fokozatosan csökken, sőt elérhet olyan mértéket az elrakódás, hogy a konvertergáz elszívása lehetelenné válik. Az eldugult szifonkeresztmetszet kivésése komoly fizikai munkával és termeléskieséssel jár. Az utóbbi időben ezen úgy kivánnak segíteni, hogy a szifon boltozattégláit függesztett kivitelben készítik, az



2. ábra. Hoboken konverter

egész boltozat leemelhető. A lerakódások így könnyebben levéshetők.

A Hoboken rendszerű konverter előlnézeti képe a *2. ábrán* látható.

4. A Hoboken konverter működési jellemzői

4.1 Egyensúly a fúvószél és a konvertergáz mennyisége között

A *Hoboken konverter* jó üzemelésének az az alapja hogy gáz vagy levegő nem halad át a konverter szájnyilásán, pontosabban nincs gázemisszió és a levegőbelépés minimális. Ezt úgy érik el, hogy a konverter szájnyilásánál $\pm 0{,}00$ nyomást tartanak, vagyis tökéletes egyensúlyt állítanak be a fúvókákon áthaladó fúvószél és szifonon keresztül elszívott füstgázok között.

A *Hoboken konverter* jó üzemének előfeltétele a fúvószél szabályos és pontos biztosítása. Ez minden konverternél a jó hatásfok előfeltétele, de szükséges, azért is, mert nagyon fontos az egyensúly ellenőrzése.

A gyakorlatban minden konverterhez saját fúvógép tartozik, mert a mennyiségi arányszabályozás mellett ez a leghatékonyabb mód a fenti cél eléréséhez.

A *Hoboken konverterekhez* mindig javasolta a *Mechim cég* az elszívás szabályozását változtatható sebességű elszívó ventillátorokkal. Ez kulcsprobléma, hogy a szájnyilásnál a nulla nyomáskülönbséget fenntarthassuk. Ennek vizuális ellenőrzése könnyű és eléggé megbízható. A konverterben keletkező láng olyan legyen, mintha a szájnyílás belsejében táncolna. Mivel a szifon kilépésénél lévő,

füstkamrából távozó gázok hőmérséklete magas, hatásos gázhűtöt kell a kamra és az elszívó ventillátor közé helyzeni, ez utóbbi védelmére. Amennyiben az elszívó ventillátort a konverter közelében helyezzük èl, az a legjobb hatással lehet a huzatra. Ennek az elrendezésnek megvan az az előnye is, hogy csökkenti a nyomásesést a későbbi vezetékekben, porleválasztóban, ezzel csökken a külső levegő belépésének kockázata.

4.2 A kéntartalmú gázok felfogása minimális hígítással

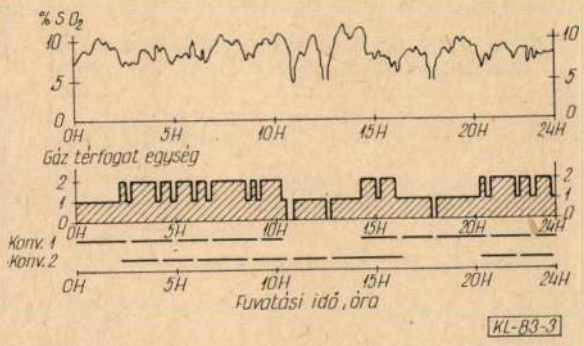
Ez az előny közvetlenül a fentiekből származik. A szájnyílásnál fenntartott nulla vagy kissé negatív nyomáskülönbség biztosítja a kéntartalmú gázok felfogását minden elszökő emisszió nélkül. Ezenkívül a konvertergázok csekély hígitása előnyös a kezelésük és további feldolgozásuk szempontjából, nemcsak a magas SO_2 tartalma miatt, hanem azért is, mert a gáztérfogat jóval kisebb, illetve a konvertergáz mennyiségi és minőségi ingadozása kisebb mint a *Pierce Smith* konverternél.

A *Metallurgie Hoboken Overpelt* cégnél működő konverterekben kimérték a keletkező gázok fontosabb paramétereit, amit a következőkben mutatunk be. A méréseket először 2 db működő konverternél végezték el, amikor a 2 konverter 1 nap folyamán 35 óra időtartamig volt fúvatás alatt. A kénsavgyárnak átadott konvertergáz mennyiségének és kéndioxid tartalmának ingadozásait a *3. ábrán* mutatjuk be. Abban az esetben, ha 3 db konverter működik folyamatosan a gázszolgáltatás a *4. ábra* szerint alakult, a 3 konverter 52 órás tényleges fúvatásánál. Amennyiben a konverterek kapacitása lehetővé teszi a gázszolgáltatás közel egyenletessé tehető. Ezt szemlélteti az *5. ábra*, ahol 3 db működő konverter gázszolgáltatása látható 39 óra fúvatási idő mellett.

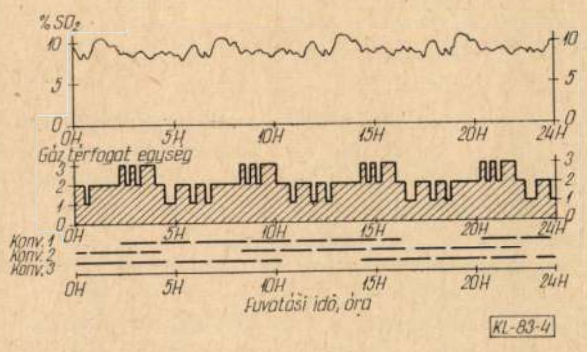
5. A beruházási költségek összehasonlítása

Amikor a környezetszennyezés nem volt olyan központi kérdés mint napjainkban a *Pierce—Smith* konverter — egy elszívó ernyővel és gázvezetékkel felszerelve — olcsóbb volt minden más berendezésnél.

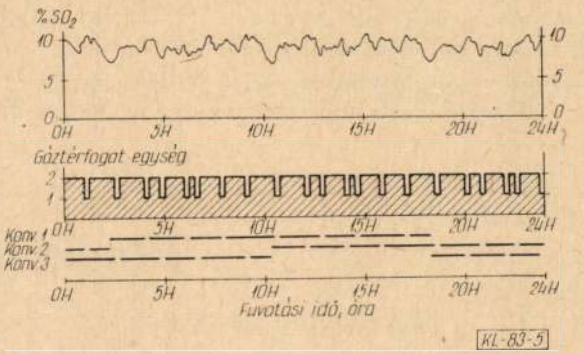
A környezetvédelmi előírások megszigorítása után a hagyományos konvertert olyan kiegészítő berendezésekkel szerelték fel, amivel az elszívás javítható. Ez viszont a *Pierce—Smith* konverterek egyszeri ráfordítási költségét megemeli. Napjainkban, ha összehasonlítjuk egy konverter üzem —három *Hoboken*, illetve *Pierce—Smith* konverterből álló létesítmény — beruházási költségét, eltekintve az elszökő emissziókkal kapcsolatos minden berendezéstől, de ideértve a gázmosást a kénsavgyár előtt, a Hoboken konverter előnyben van. A fenti feltételezésekkel készített költségbecslésünket az *1. táblázatban* mutatjuk be. A számításnál a létesítési költségekben az épületek, magas és mélyépítési munkák, valamint a szerelés költségeit is figyelembe vettük. Az öntőüstöket és híddarukat nem számítottuk be a költségekbe.



3. ábra. A konvertergáz mennyiségi és minőségi változása 2 konverter működése esetén



4. ábra. A konvertergáz mennyiségi és minőségi változása 3 konverter működése esetén



5. ábra. A konvertergáz mennyiségi és minőségi változása 3 konverter elnyújtott működése esetén

A *Pierce—Smith* konvertereknél az elszökő emissziók elszívására és kéménybe vezetésére alkalmazott szekunder rögzített, illetve mozgatható

1. táblázat

A konverter üzem becsült beruházási költsége a környezetvédelmi berendezések nélkül

	Beruházási költség millió U.S. $	
	Hoboken konverterekkel	Pierce—Smith konverterekkel
Konverter berendezések	14,5	14,5
Nedves gázmosás	4,2	5,4
Összesen	18,7	19,9
Különbség	—	1,2

2. táblázat

A konverter üzem becsült beruházási költsége a környezetvédelmi berendezésekkel együtt

	Beruházási költség millió U.S. $	
	Hoboken konverterekkel	Pierce—Smith konverterekkel
Konverter berendezések	14,5	14,5
Nedves gázmosás	4,2	5,4
Elszökő emissziók felfogása	0,6	2,5
Összesen	19,3	22,4
Különbség	—	3,1

3. táblázat

Konverter üzem és kénsavgyár becsült beruházási költsége

	Becsült költség millió U. S. $	
	Hoboken konverterekkel	Pierce—Smith konverterekkel
Konverterberendezések	14,5	14,5
Nedves gázmosás	4,2	5,4
Kénsavgyár	7,3	8,4
Elszökő emissziók felfogása	0,6	2,5
Összesen	26,6	30,8
Különbség	—	4,2

elszívó ernyők költségét konverterenként 800 000 $-nál többre becsüljük. A *Hoboken konvertereknél* feltételezésünk szerint az üstbe való öntésnél és az üstök elszállításánál fellépő emissziók megszüntetésének költsége nem több 200 000$-nál konverterenként. Az elszökő emissziók megszüntetése költségeinek figyelembevételével a beruházási költségeket a *2. táblázatban* mutatjuk be.

Amennyiben a kénsavgyár egyszeri ráfordítási költségét is figyelembe vesszük, a beruházási költségeltérés még nagyobb lesz. Napi 600 t kapacitású kénsavgyár esetében — ami a tárgyalt konverter üzemnek megfelel — a beruházási költség az alábbiak szerint becsülhető:

— *Pierce—Smith konverternél* a kénsavgyár 5—6% kéndioxid tartalmú konvertergázt dolgoz fel, aminek beruházási költségét, a nedves gázmosókkal együtt 13,8 millió U. S. $-ra becsüljük.

— *Hoboken konvertereknél* a kénsavgyár 9—10% kéndioxid tartalmú konvertergázt dolgoz fel, aminek beruházási költségét, a nedves gázmosókkal együtt 11,5 millió U.S. $-ra becsüljük.

Az összes lényegesebb létesítmény figyelembevételével készült és a kénsavgyár teljes egészét magában foglaló beruházási költségek összehasonlítását a *3. táblázatban* mutatjuk be.

A fentiekből látható, hogy a környezetvédelmi előírások szigorításával a *Hoboken konverter* nemcsak a legjobb rendelkezésre álló technológia, hanem legjobban tudja a követelményeknek megfelelő növekvő költségeket korlátozni.

Fémkohászati hírek

Ausztria alumíniumipara

Az alumíniumnak hagyománya van Ausztriában. Az osztrák *Bayer József* nevéhez fűződik a timföldgyártás világszerte alkalmazott eljárásának feltalálása. A *Salzburg* melletti *Lendben* még a múlt század végén üzembe került *Európa* első alumíniumkohója. A *Braunau* melletti *Ranshofenben* 1939-ben indult be egy 60 ezer tonnás alumíniumkohó, ez az akkori világtermelésnek több mint 10 %-a volt.

A ranshofeni kohó évi 82 ezer tonnát termel jelenleg, a lendi kohó pedig 11 ezer tonnát. Ranshofenben *feldolgozó üzem* is van, melyben hengerelt és sajtolt termékeket állítanak elő. Az osztrák ipar élénken érdeklődik az alumíniumtermékek iránt, ami ösztönzi a termelés fejlesztését.

Az osztrák alumíniumipar is nehéz helyzetben van az *energiaszűke* és az emelkedő energiaár miatt.

A jelenlegi energiahelyzetben különösen fontos az alumíniumhulladékok újrafeldolgozása. Ranshofenben építenek egy évi 12 ezer tonna kapacitású hulladékfeldolgozó üzemet az alumínium újrafelhasználása céljából.

Ausztria alumíniumfelhasználása 1977-ben 11 kg volt egy főre, ami ugyan elmarad a svéd 19 kg-tól és az NSZK 15 kg-tól, de további fejlődést várnak. (K. J.)

Metall, 1979. aug.

RENDEZVÉNY-NAPTÁR 1980—1981-RE

7. Nemzetközi Könnyűfém Kongresszus Leobenben

A már évtizedek óta nagy érdeklődéssel kísért *leobeni konferencia*-sorozat következő száma a 7. Nemzetközi Könnyűfém Kongresszus, amit Leobenben és Bécsben rendeznek meg *1981 jun. 22—26.* között. A konferencia témái:

— Az alumínium gazdasági és műszaki perspektívája
— Környezetvédelem
— Energiaproblémák
— Az alumínium előállításának, feldolgozásának, a hulladékok újrafeldolgozásának korszerű eljárásai
— Új anyagok és azok fémtani problémái

Az előadások bejelentésének módjáról részletes tájékoztatást a rendezők 1980. évben adnak.

A Metal Bulletin első nemzetközi alumínium konferenciája

A *Metal Bulletin* első nemzetközi alumínium konferenciájának kitűzött időpontja *1980. szept. 28—okt. 1.*, helye a *madridi Melia Castilla* szálló. Részleteket később közül a Metal Bulletin. *Dr. D. A.*

Hidegalakító Konferencia Székesfehérvárott

A Fémkohászati és a Vaskohászati Szakosztályok közösen rendezik meg *1980. okt. 7—9-én* Székesfehérvárott a VI. Országos Kohászati Hidegalakító Konferenciát.

Nagy blokkanódos alumíniumelektrolizáló kádak fejlesztése az Alcoa-nál

HOLMES G. T.
Aluminium Company of America Pittsbrugh, PA. USA

DK: 669.713.7

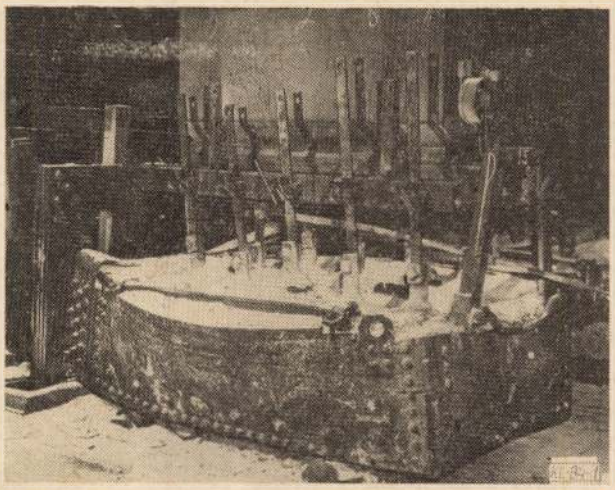
Az Aluminium Company of America figyelemreméltó eredményeket ért el nagyteljesítményű blokkanódos alumíniumelektrolizáló kádak kifejlesztésénél. Néhány jelentősebb típus tervezésének, tökéletesítésének történetét és az elért eredményeket ismertetik.

Az alábbiakban ismertetjük a *Hall* eljárással dolgozó elektrolizáló kádak Alcoánál folytatott fejlesztésének történetét, az alkalmazott módszereket és az elmúlt mintegy húsz év alatt elért eredményeket.

A korai blokkanódos *Hall* kádakat 1935-ig 10 kA-ról 50 kA-re, és az 1950-es években 100 kA-re fejlesztették.

Ezen fejlesztések csaknem mindegyikét kísérletezés és a hibák kijavításának alapján végezték el, a korábbi kádak méreteinek megnövelésével. Az Alcoánál a legtöbb kád középtöréses volt, és a kádak a kohócsarnokban keresztben voltak elhelyezve *(1. ábra)*. Ahogy ezeknek a kádaknak a méretei és üzemi áramerőssége növekedtek, a mágneses hatások és a hőegyensúly alapvető összefüggéseit felismerték; de ezeknek a problémáknak a tanulmányozására kialakított módszerek nem álltak rendelkezésre. Amint a kádáramerősség a 100 kA-t megközelítette, ezen hatásfok fontossága a hőáramlások és mágneses hatások tanulmányozására alkalmas analitikai és mérési módszerek fejlesztését sürgette.

Az 1950-es években az Alcoa kádfejlesztési tevékenysége a *Tennessee* Kohó B szériájában, egy kohófejlesztési laboratóriumban összpontosult. Itt teljes méretű prototípus kádakat üzemeltettek, tanulmányoztak, és értékeltek az üzemeltetési módszerek és üzemi áramerősség széles tartományában. Ebben a fejlesztési laboratóriumban a hőveszteségekre, feszültségesésre és mágneses hatásokra vonatkozóan sok adatot gyűjtöttek



1. ábra. A Hall elektrolizáló kád második generációja (1915. év)

össze, és ezeket laboratóriumi elemzéssel, főként kézi módszerekkel vizsgálták. A hőáramlások mérésére szolgáló berendezéseket Központi Fejlesztési Intézetünkben dolgozták ki. Az állandó elhelyezésű és hordozható kivitelű hőáramlás transzduktorok Alcoa által történt kifejlesztését a szakirodalomban már korábban közöltük [1]. A hőveszteségekre és mágnesesen indukált fém és fürdőáramlásra vonatkozó tanulmányokban az egymásra hatások számos típusa nyert bizonyítást. Néhányat ezen munkákból *R. F. Robl* írt le egy 1978-as előadásában [2]. A mágneses problémák megoldásában kulcsfontosságú tényező volt a javasolt kádtípusok modelljeinek megépítése. Ezek igen pontos, 1 : 16 méretarányú modellek voltak, és magukban foglalták a megfelelő mágneses és nem mágneses alkotóelemeket. Ezekkel a modellekkel a sínezés elrendezésében és az árnyékolás elhelyezésében eszközölt sok változtatás hatását gyorsan és kis költséggel lehetett kiértékelni. Az ezúton összegyűjtött adatokat ezután teljes méretű kádakon, mérésekkel lehetett igazolni. Megfordítva, ezen a módon a később kifejlesztett számítógépes egyenletekben a megfelelő tapasztalati tényezőket figyelembe vették.

Ma számos számítógépes modellt használnak a kádtervezés során és üzemeltetési analízisben. Ezek egy egydimenziós egyensúlyi modellt és egy háromdimenziós körülhatárolt hő és áramkeringési modellt foglalnak magukban. Egy további egydimenziós dinamikus modellt használnak legújabban a különböző áramerősségek és kádüzemeltetési feltételek üzemi és gazdasági eredményeinek előrejelzésére. Ez hasznos volt a kádteljesítmény optimalizálásánál.

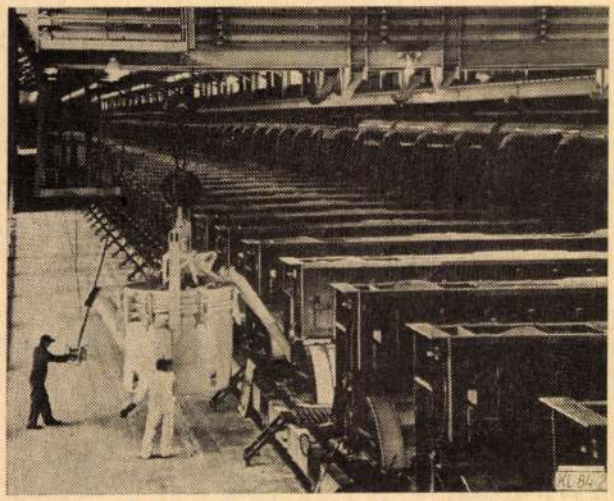
Az Alcoa viszonylag olcsó villamosenergia bázisának következtében az 1960-as években a fejlesztési erőfeszítések legtöbbje a nagy kádteljesítményre és a kis beruházási költség elérésére összpontosult. Ez szöges ellentétben áll a más kontinenseken tapasztalható törekvésekkel, ahol a villamosenergia rendelkezésre állása és költsége kisebb áramsűrűségek alkalmazására, és ezáltal kisebb villamosenergia felhasználás elérésére kényszerítette a termelőket. Az Alcoa alapvető közelítése ezen időszakban amegnövelt áramerősségű, általában 0,8 A/cm² feletti, 0,9 A/cm²-ig terjedő anódáramsűrűségű kádtípusokhoz vezetett.

A 150 kA feletti áramsűrűségű kádak kifejlesztésénél két alapvető elgondolást követtek.

Az első elgondolás eredményezte azt az Alcoa konstrukciót, amely ma P-155 néven ismert. Ezt a kádat kezdetben 155 kA névleges áramerősségen történő üzemeltetésre alkalmas katódszigeteléssel tervezték. Az elsődleges hangsúly egy olyan katódsín rendszer kialakításán volt, amellyel kiegyensúlyozott áramvezetést és stabil mágneses

teret lehet elérni. A kívánt eredmények megvalósítására lépcsőzetes méretű katódsínek alkalmazása vált szükségessé, hogy a megfelelő áramutakat biztosítsák.

Ezen prototípushoz pneumatikusan működtetett automatikus timföldadagoló járult, amelyet az Alcoa Berendezésfejlesztési Osztálya dolgozott ki. Az automatikus teljesítményszabályozást számítógépes vezérléssel végezték. Jól tömített burkolatrendszert terveztek a gázok hatékony összegyűjtésének biztosítására. A kádat kétfokozatú gázelszívó rendszerrel szerelték fel, hogy az anódcsere és csapolás alatt, amikor néhány burkolatrészt el kell távolítani, nagyobb mértékű gázelszívást biztosítsanak. Ennek a kádnak a képe a *2. ábrán* látható. Ezt a kádat feltétlenül sikerültnek ítélték, és az első üzemi beépítést *Point Henry*-ben, *Ausztráliában* (1963) és *Badin-ben, Észak Karolinában* (1964) eszközölték. Korábban ezeket a kádakat a 155 kA-es prototípus áramerősséggel üzemeltették. A termelés és termelékenység növelésének kényszere sürgette, hogy kutató létesítményeinkben a katódszigetelést és fürdőkémiát tovább tanulmányozzuk. Ezen erőfeszítésekből származik a mai, 170 kA-es áramerősséggel történő üzemeltetés. Ennek a konstrukciónak az eredményeit az *1. táblázatban* feltüntetett adatok tükrözik. Amint az üzemeltetési adatokból láthatjuk, a villamosenergia felhasználás — habár jó — nem olyan jó, mint amilyet újabb, kis áramsűrűségű konstrukciókkal elértek. Kitűnő termelékenysége és az évenkénti egy tonna termelésre vonatkoztatott kis beruházási költsége miatt ez a kád mégis sok helyen gazdaságilag vonzó. Ma hét ilyen széria üzemel, és három építése folyamatban van.



2. ábra. P-155-ös széria Badinben

1. táblázat

Az Alcoa P-155-ös kád konstrukciós és üzemi adatai

Jellemző	Tervezett	Tényleges*
Üzemi áramerősség A	165—170 000	171 200
Kádfeszültség V	4,5—4,6	4,6
Anódáramsűrűség A/:cm²	0,81—0,83	0,84
Termelés kg/kádnap	1200—1235	1 246
Villamosenergia felhasználás kWó/kg	14,88—14,99	14,85
Áramhatásfok %	90	92,4
Bruttó szénfelhasználás t/t al	0,600	0,561
Netto szénfelhasználás t/t al	0,450	0,441

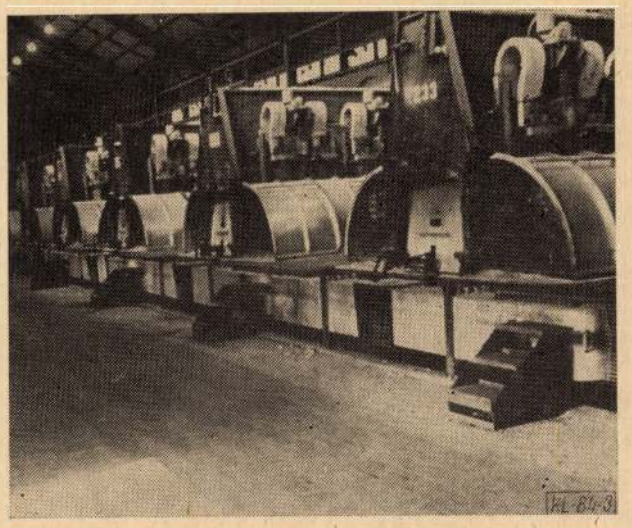
* Badin (Észak Karolina), 1978.

A kádfejlesztés másik elgondolásának eredménye az Alcoa P-225 kádkonstrukciójaként vált ismertté. Ezt a kádat nagyfokú automatizáltságra és termelékenységre, valamint ésszerű villamosenergia felhasználásra fejlesztették ki. Ez a kád szintén B szériákban (Alcoa Tennessee), 225 kA névleges áramerősséggel történő üzemeltetéshez került kifejlesztésre. Meglehetősen bonyolult katódsínelrendezés alkalmazása volt szükséges, hogy kompenzáljuk a komoly mágneses hatásokat, melyekkel ezen a nagy áramerősségen szembekerülünk. A hagyományos kádakkal szemben a másik jelentős eltérés a számítógépes vezérlésű 16 pár anód egymástól független mozgatása volt. Azok, akik előreégetett anódos kádakat üzemeltettek, és ismétlődően szembekerültek a túlterhelés okozta anódveszteség (mi ezt anódleégésnek nevezzük) problémáival, méltányolni tudják az anódáramok figyelésének és szabályozásának ezzel a képességével rendelkezésre álló jobb szabályozási lehetőséget. Ez a fejlesztés a B szériában 14 évi erőfeszítést igényelt, és ezalatt három kádkonstrukció generációt kellett megvalósítani. A sikeres kivitelezés napjaink igen gyorsműködésű számítógépeinek párhuzamos fejlesztését igényelte a hallatlanul nagymennyiségű adat feldolgozására és a megfelelő kimeneti jelek létrehozására. Tapasztalatból tudtuk meg azt, amit sok üzemeltető mindig gyanított, hogy a nem megfelelő adatok alapján történő anódvezérlés instabilitást idézhet elő, fémmozgást okozhat a kádban és a kádfeszültség szabályozását nehezebbé teheti. Új nagy *Massena*-i szériánkban hat Mod Comp II. típusú számítógép (három szabályozó-három kisegítő) használatával most képesek vagyunk a 230 kA okozta mágneses hatásokat úgy befolyásolni, mint azt 170 kA-nél tettük. Ezt egy üzemelő szériában a világon mindenütt elérhetetlennek tartják.

A kádkonstrukció egyebekben kétlépcsős elszívórendszerű burkolatot, automatikus timföldadagolókat és levegővel működő szállítórendszert foglal magában a timföld kádakhoz történő továbbításához. A kádat a *3. ábrán* mutatjuk be.

Ezen kád üzemeltetési mutatói jók. Amint az üzemeltetési adatokból látható *2. táblázat*, ez a konstrukció a P-155-ös kádhoz hasonlítható hatásfokkal üzemel, de az Alcoa kádkonstrukciók között a termékegységre vonatkoztatva a legkisebb a munkaóra igénye.

Ennek a kádnak az első üzemi beépítése 1969-ben történt az Alcoa Tennessee-i kohójában. Ma három szériában üzemeltetik ezt a kádtípust 230 kA-en felüli áramerősséggel. A legnagyobb széria Massénában van (New York állam), ennek évi termelése meghaladja a 130 ezer short tonnát (117,9 ezer metrikus tonnát).



3. ábra. P-225-ös széria Massénában

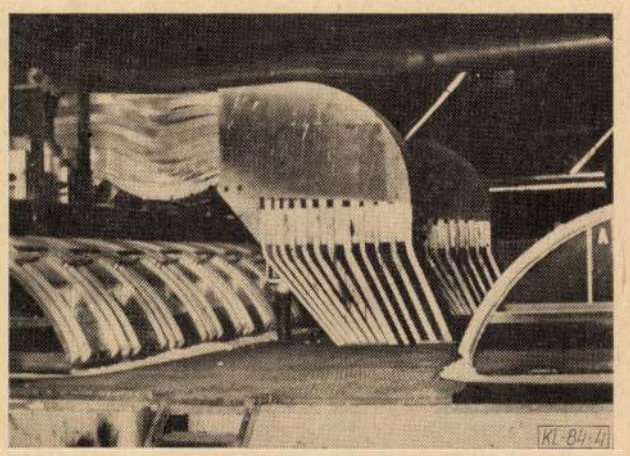
2. táblázat

Az Alcoa P-225-ös kád konstrukciós és üzemi adatai

Jellemző	Tervezett	Tényleges*
Üzemi áramerősség A	225 000	231 000
Kádfeszültség V	4,5	4,6
Anódáramsűrűség A/cm²	0,87	0,89
Termelés kg/kádnap	1 620	1 698
Villamosenergia felhasználás kWó/kg	14,9	15,07
Áramhatásfok %	89,4	91,0
Brutto szénfelhasználás t/t al	0,595	0,581
Netto szénfelhasználás t/t al	0,450	0,453

* Masséna (New York), 1978.

Az 1970-es évek kezdetén az energiaköltségek Egyesült Államokban jelentkező növekedésével az Alcoán belül fontossá vált kisebb energiafelhasználású *Hall* rendszerű kádkonstrukció kifejlesztése. A világ más alumíniumtermelői, akiknél már régebben nagy volt az energiaköltség, áttértek a kisebb áramsűrűségű kádkonstrukciókra. Az Alcoa első nagyobb erőfeszítése a most *Alcoa 697*-es kádnak elnevezett kádkonstrukciót eredményezte. Amint a képről *(4. ábra)* látható, ez a kád hasonlít a P-155-ös kádhoz, de annál nagyobb. Ennek a kádnak a kifejlesztését nem laboratóriumban végezték, hanem egy meglevő üzemi szériában, Badinben (Észak-Karolina). Ez a gyökeres eltérés a régi gyakorlattól két prototípus kád beépítéséből állt, a korábban három P-155-ös kád által elfoglalt helyre. A prototípus kádak kiértékelése rugalmasságának biztosítására addíciós egyenirányítót építettek be, hogy 200 kA áramerősségig történő üzemeltetést tegyenek lehetővé.



4. ábra. Az Alcoa 697-es kád Badinban

Az előző konstrukciókhoz képest jelentős fejlesztések vannak a gáz legnagyobb mértékű összegyűjtésére jól reteszelt burkolatrendszert alkalmaznak. Ezt a kádat automatikus timföldadagolókkal és pneumatikus timföldszállító rendszerrel szerelték fel.

A prototípus kádakat 1977 májusában helyezték üzembe és folyamatosan üzemeltetik. Az első beépítésnél elért siker mértéke részben a számítógépes modellnek tulajdonítható, amelyet a katódsín méreteinek és a kádbélés szigetelési részleteinek meghatározásánál alkalmaztak.

1978-ban egy alumíniumtermelő elhatározta, hogy egy, az Egyesült Államokban levő üzemben beépíti az Alcoa 697-es kádkonstrukciót. Ekkor az Alcoa 697-es kádakat analizálták, hogy kiválasszák az optimális áramerősséget és a szükséges villamosenergia felhasználást. Döntés született a 180 kA áramerősséggel történő üzemeltetésre, amely áramerősség a termelést kitűnő villamosenergia felhasználással tartja egyensúlyban. A *3. táblázatban* ezeknek a kádaknak az üzemi adatait mutatjuk be különböző áramerősségeknél.

Az Alcoa 697-es kádkonstrukció vásárlójával folytatott tárgyalások során számos finomítást és üzemeltetési változtatást hajtottak végre, hogy kiértékelják azok hatását a kád üzemelésére és hatásfokára. Ezek az értékelések egy figyelemreméltó változtatást eredményeztek. A kis áramsűrűségű üzemeltetésnél jelentkező jelentős oldallefagyás miatt számos problémával kellett szembenézni a sarokanódok cseréjénél. Ezen probléma enyhítésére a rövid oldali kádbélés szigetelését újból tanulmányozták, hogy egy jobb munkakörülményeket biztosító oldallefagyási profilt nyerjenek. Ez év februárjában a prototípus kádak egyikét kikapcsolták, és abba a módosított kádbélést beépítették. Ezideig a módosított kádbélés üzemben van, kitűnő eredménnyel, és a kívánt oldallefagyási profilt elértük.

A P-225-ös konstrukció hasonló, kisebb áramsűrűségű üzemeltetésre történő áttervezését most fejeztük be. Ennek, az Alcoa által valaha üzemeltetett legnagyobb kádnak most két prototípusa üzemel a Masséna-i P-225-ös szériában. A kezdeti előzetes eredmények az Alcoa 697-es kádhoz hasonelőzetes eredmények az Alcoa 697-es kádhoz hasonló, de 230 kA feletti áramerősséggel üzemelő sikeres kádkonstrukciót jeleznek.

Az Alcoa gyakorlatát a működő üzemekbe beépített új kádkonstrukciók fejlesztésében sikeresnek ítélték. Az a vélemény alakult ki, hogy a ma rendelkezésre álló tervezési módszerek és számítógépes modellezés lehetővé teszik a kádkonstrukció

3. táblázat

Az Alcoa 697-es kád konstrukciós és üzemi adatai

Jellemző		Tervezett	Tényleges *			Az adatok átlaga**
			170 kA	180 kA	190 kA	
Üzemi áramerősség	A	180 000	170 594	180 192	189 667	181 209
Kádfeszültség	V	4,2	4,13	4,17	4,20	4,18
Anódáramsűrűség	A/cm²	0,72	0,68	0,72	0,76	0,73
Termelés	kg/kádnap	1350	1302	1369	1402	1366
Villamosenergia felhasználás	kWó/kg	13,5	12,96	13,20	13,62	13,31
Áramhatásfok	%	93	94,6	94,1	91,6	93,5
Üzemeltetési idő	kádnap	—	122	296	218	1322
Bruttó szénfelhasználás	t/t al	0,600	nincs adat	nincs adat	nincs adat	nincs adat
Netto szénfelhasználás	t/t al	0,450	nincs adat	nincs adat	nincs adat	nincs adat

* Két kísérleti kád a Badin Művekben (Észak Karolina).
** 1977. májusától 1979. áprilisáig.
Az adatok a beállítási pontok közötti átmeneti időszakok adatait magukban foglalják.

és üzemelési eredmények egész pontos előrejelzését. Így a régebbi, az eredeti B szériában levő fejlesztési laboratóriumban használt fáradságos módszerek utat nyitottak az üzemben történő fejlesztésnek, amelyet az Alcoa 697-es konstrukciónál és a többi hasonló, jelenleg folyó fejlesztésnél alkalmaznak.

IRODALOM

[1] *Haupin, W. E.—Luffy, J. W.:* 106. AIME Évi Értekezlet, 1977.
[2] *Robl, R. F.:* 107. AIME Évi Értekezlet, 1978.
[3] Az anyag összeállításában szintén közreműködtek: *Clark, J. F., Fisher, D. C., Ludwig, W. D.*, mind az Alcoa munkatársai.

Szakosztályi hírek

Fémkohászati Szakosztály vezetőségi ülés

A Fémkohászati Szakosztály 1980. ~~jan.~~ jan. 10-én tartotta évi első Vezetőségi ülését *Várhelyi Rezső* elnökletével, amelyen az alábbi kérdésekkel foglalkozott.

Dr. Laboda Sándor tájékoztatást adott az 1979. évi költségvetési tervezetről.

Várhelyi Rezső ismertette, hogy a Szakosztály munkatervét január végéig kell elkészíteni, az Egyesület közgyűlése március 9-én lesz Székesfehérváron és a Ritkafém Konferenciát Budapesten tartják meg.

Várhelyi Rezső felkérte *Török Frigyest*, hogy a következő Szakosztályi ülésen tegyen javaslatot *Garay László* elhunyta miatt megüresedett rovatvezetői tisztség betöltésére.

Szabó Csaba titkár beszámolt a március 9-én megtartásra kerülő közgyűlésre való felkészülésről és kérte a székesfehérvári Helyi csoport segítségét a szakmai előadás, terembiztosítás, dekoráció, forgatókönyv elkészítésénél.

Búza Ferenc tájékoztatta a vezetőséget az eddig megtett előkészületekről, amelyekről II. 27-én *Szabó Csaba, Várhelyi Rezső* és *Török Frigyes* személyesen meggyőződhet Székesfehérváron.

A Vezetőség a Szakosztály könyvtárának vezetésével *Gerencsér József* tagtársat bízta meg.

A Vezetőség *dr. Laboda Sándort* kérte fel, hogy a Fémkohászati Szakorsztály megbízásából január 11-én vegyen részt a Magyar—Szovjet Tudományos Napok rendezvényén Székesfehérváron.

Várhelyi Rezső beszámolt az Elnökségi ülésről, kiemelve az Ifjúsági Bizottság, valamint az Energia és Környezetvédelmi Bizottság megalakulását.

M. J.

Az ICSOBA Magyar Bizottságának X. teljes ülése

Okt. 25—26-án tartotta X. teljes ülését az ICSOBA Magyar Bizottsága, Kecskeméten a Technika házában.

A tanácskozás, *Dr. Zámbó János* főtitkári beszámolójával kezdődött október 25-én, 26-án *dr. Siklósi Péter* számolt be a szeptember 26—28-án Cagliariban tartott nemzetközi ICSOBA konferenciáról. Majd a résztvevők megvitatták az elnökség által 1980. évre javasolt munkaprogramot és az 1981-ben, valamint 1982-ben Magyarországon tartandó nemzetközi konferenciák rendezésének kérdését.

1980-ra az IMB a következő programot fogadta el:

Február 20:	IMB elnökségi ülés Budapesten.
Március 19:	Alumíniumkohászati szakmai nap Tatabányán.
Május 21:	Timföldgyártási szakmai nap Ajkán és az 1982. évi konferencia kérdéseinek megbeszélése.
Június 18:	Bauxitgeológiai és bauxitbányászati szakmai nap Kincsesbányán és az 1981. évi szimpózium megbeszélése.
Október 8:	IMB elnökségi ülés Budapesten.
Október 30—31:	IMB XI. teljes ülése Budapesten, és vezetőségválasztás.

Az 1981. évi rendezvény „a timföldgyártás várható helyzete 2000 körül" témában, az 1982. évi pedig a „bauxitgeológia, bauxitbányászat" témával foglalkozna.

A szakmai program keretében az ülés résztvevői meghallgatták *Dánfy László* előadását a hazai alumínium pigment gyártásának fejlődéséről és *Szabó Lajos* helyi MTESZ titkár ismertetését Kecskemétről.

A jól sikerült rendezvény a Kőbányai Könnyűfémmű kecskeméti Alumíniumpigment Üzemének meglátogatásával ért véget.

H. W.

Nagyszilárdságú alumíniumötvözetek feszültségi korrózióvizsgálata

DR. VITÁLIS LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök
Alumínium Tervező és Kutató Intézet

DK: 669.715.018.295 : 620.197.2

A nagyszilárdságú alumíniumötvözetek alkalmazása tekintetében lényeges a feszültségi korrózió iránti érzékenységük. Jellemzőek a korróziós repedés terjedési viszonyai. Vastagfalú gyártmányok feszültségi korrózió vizsgálatára dolgoztak ki módszert.

Bevezetés

A nagyszilárdságú alumíniumötvözetek alkalmazása szempontjából lényeges a feszültségi korrózió (FK) iránti érzékenységük ismerete. Gyártmányok FK-érzékenységét legmegbízhatóbban a korróziós repedés terjedési viszonyaival jellemezhetjük. Ez a törésmechanikából átvett bemetszett próbák segítségével lehetséges, célszerűen a feszültségintenzitási tényező — repedésterjedési sebesség diagramok alapján.

A FK-vizsgálatok időigénye, de gyakran a vizsgálati közeg agresszivitása miatt is sorozatvizsgálatokhoz azokat az „önfeszítő" mintákat célszerű alkalmazni, amelyek vizsgálata nem igényel költséges berendezéseket.

Feszültségi korrózióvizsgálat DCB-próbákkal

A FK-repedések terjedési sebességének a feszültségintenzitási tényező függvényében való meghatározására célszerűen használhatók az idegennyelvű szakirodalomban DCB (double-cantilever-beam-kettős konzolos tartó)-próba néven elterjedt minták. A nagyszilárdságú alumíniumötvözetek FK-érzékenységére vonatkozó ismeretanyag jelentős részét DCB-próbák szolgáltatták [1].

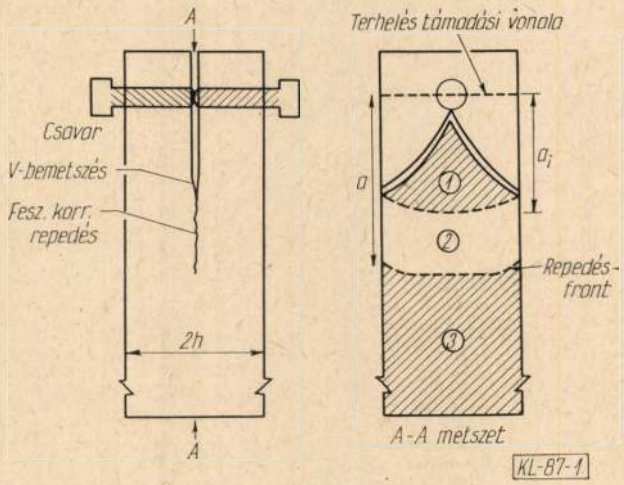
A DCB-próbát az *1. ábra* mutatja be. A próbában terjedő repedés csúcsán ható feszültségintenzitási tényező értékére a következő közelítő egyenlet vezethető le [2]:

$$Kf = \delta Eh[3h/a+0{,}6h)^2+h^3]N/4[(a+0{,}6h)^3+h^2a],$$

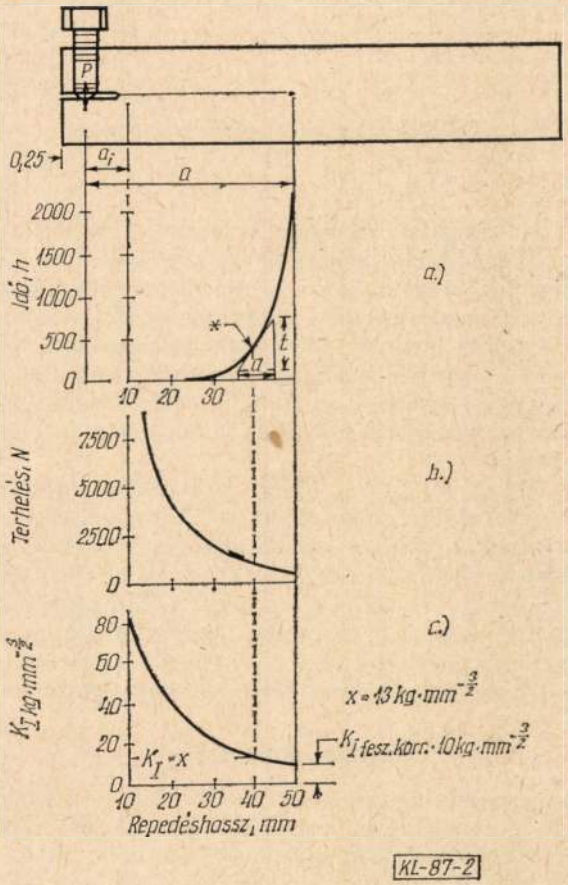
ahol:

δ a minta bemetszett végének kihajlása a terhelés vonalában,
E a rugalmassági modulusz,
h a minta magasságának fele,
a a repedésnek a terhelés vonalától mért hossza.

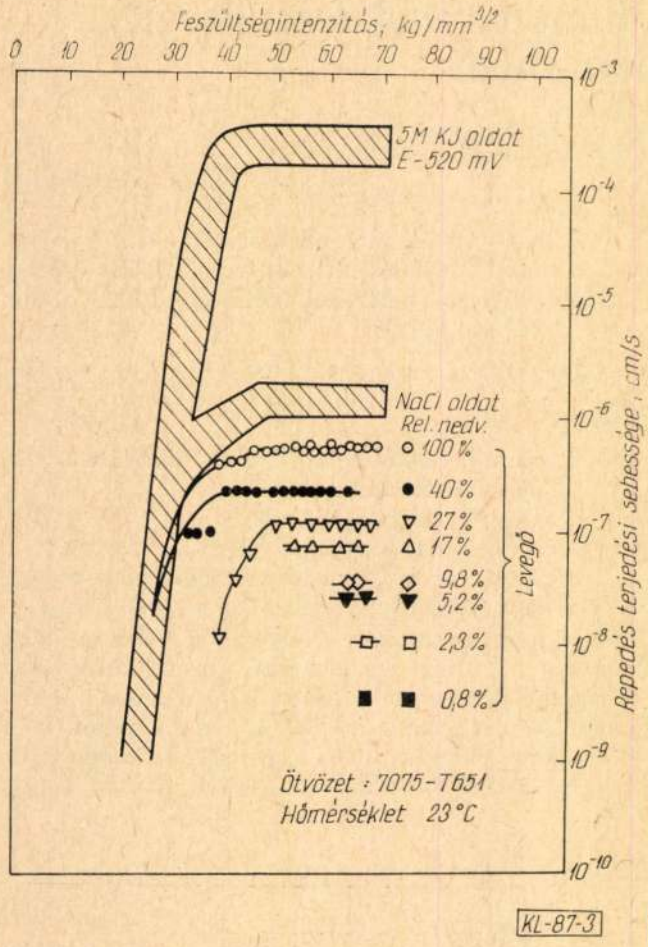
A FK-vizsgálatot a következő módon végezzük. A mintába behajtott csavarokkal a terhelést addig növeljük, amíg a bemetszés által közrefogott ékalakú mintarész felszakad, és a repedés a minta oldalán megjelenik (ld. az 1 jelű tartományt az 1. ábrán). A csavarok középvonalában megmérjük a repedést nyitó kihajlítás értékét. Ezután a min-



1. ábra. A DCB-próba (sematikusan). Az A-A metszeten feltüntetett tartomány:x: 1 — a bemetszett rész kihajlításával mechanikusan létrehozott repedés, 2 — FK-repedés, 3 — a FK-vizsgálat befejezése után a minta felszakításával kapott töretfelület



*2. ábra. A vizsgálati körülmények változása a DCB-próbában terjedő repedés hatására [3]. a) repedéshossz az idő függvényében **-gal jelölt érintő adja a repedés terjedési sebességet a = 40 mm esetére). A terhelés (b), ill. a feszültségintenzitás (c) a repedéshossz függvényében*



3. ábra. DCB-próbákkal kapott FK-vizsgálati eredmények [1]

tát a vizsgálati közegbe helyezzük, és a minta mindkét oldalán mérjük a repedés hosszát a vizsgálati idő függvényében. A repedés terjedési sebességét a repedéshossz — idő görbe meredekségeként határozzuk meg. Az adott repedéshosszaknál mért repedés terjedési sebességekhez tartozó feszültségintenzitási tényezőt a fenti egyenlet segítségével határozzuk meg. Az eljárást sematikusan a *2. ábra* mutatja.

Az ábrán $K_{I\ \text{fesz. korr.}}$ jelöli a feszültségintenzitás küszöbértékét, amely alatt a FK-repedések nem terjednek tovább az illető anyagban. A *2. ábrán* látható, hogy a $K_{I\ \text{fesz. korn.}}$ értékhez tartozó repedéshosszat a korróziós repedés asszimptotikusan közelíti meg. A 3. ábra egy nagyszilárdságú alumíniumötvözeten különböző vizsgálati közegekben DCB-próbákkal kapott eredményeket mutat be 1.

Vizsgálati körülmények

Vizsgálatainkat ipari berendezéseken gyártott sajtolt termékeken végeztük. Az ötvözet összetétele tömegszázalékban a következő volt: Zn 4,8% Mg 2,4%, Cu 0,7%, Fe 0,28%, Si 0,25%, Cr 0,1%, Mn 0,15%, Ti 0,04%, Zr 0,05%, maradék Al.

Az ∅366/∅110 mm-es tuskókat vízhűtéses kokillában öntötték, a fém hőmérséklete 993 K volt. A tuskókat 750 K hőmérsékleten 12 h idő-

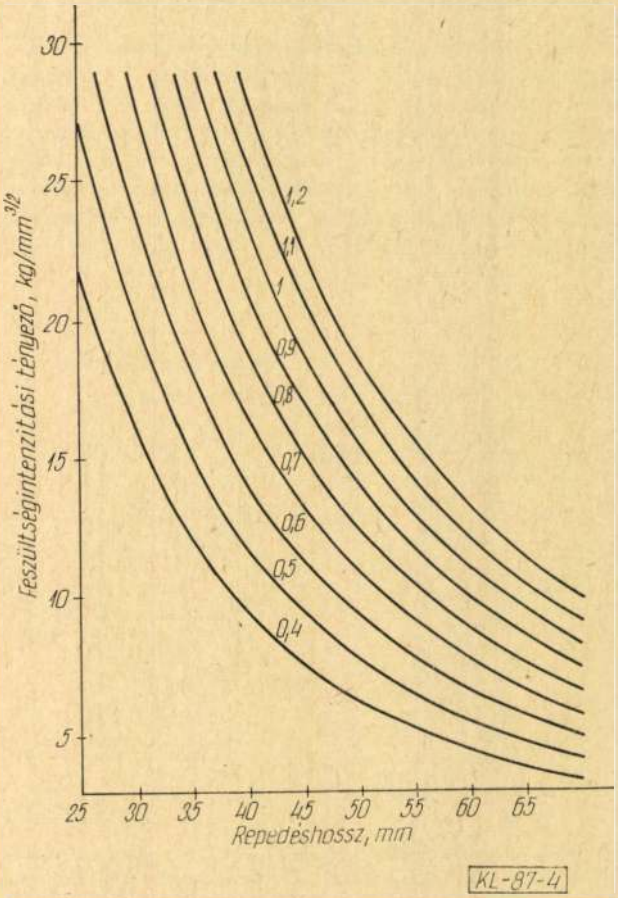
1. táblázat

Az alkalmazott hőkezelések paraméterei

állapot jele	1. lépcső hevertetés szobahőmérsékleten	Megeresztés* 2. lépcső	Megeresztés* 3. lépcső
1	12 h	6 h hőntartás 373 K hőmérsékleten	4 h 413 K hőmérsé,leten
2	24 h	8 h hőntartás 373 K hőmérsékleten	4 h 413 K hőmérsékleten
3	6 d	8 h hőntartás 373 K hőmérsékleten	6 h 423 K hőmérsékleten
4	6 d	9 h hőntartás 373 K hőmérsékleten	6 h 423 K hőmérsékleten

* Valamennyi változatban a termékeket megeresztés előtt 730 K hőmérsékleten 1 h ideig oldóhőkezelték, vízben edzették, majd ezt követően 0,5—1 % nyújtással egyengették.

tartamig homogenizálták, ezt követően ∅148/∅113 mm-es csővé sajtolták 720 K hőmérsékleten. A termék hőkezelését a vizsgált állapotokban az *1. táblázat* tünteti fel. A mechanikai tulajdonságok jellemző értékei a következők: $R_m \geq 500$ N/mm², $R_{p0,2} \geq 460$ N/mm², $A_5 \geq 13\%$



4. ábra. A vizsgált próbákhoz készült értékelő nomogram (paraméter a σ kihajlítás mm-ben)

A hőkezelt anyagokból 12×12×120 mm-es mintákat munkáltattunk ki. A minta egyik végét ∅100×1,2 mm-es, két oldalról 45° alatt hegyesre köszörült marótárcsával az 1. ábrán látható módon bemetszettük. A bemetszés síkra merőleges volt az eredeti cső sugarára,a bemetszés csúcsa a minta végétől 21 mm-re érte el a minta oldalfelületét. A mechanikai feszültség létesítésére szolgáló csavarok számára a minta végétől 5 mm-re, a bemetszésre merőlegesen M5-ös menetet vágtunk.

Az ismertetett egyenlettel az adott méretű mintákra kiszámítottuk *Kt* értékét a repedéshossz, ill. kihajlítás különböző értékeire. Az eredményeket nomogramokban foglaltuk össze (ld. *4. ábra*).

A korrózióvizsgálatokat nátriumacetát- ecetsav pufferrel pH=5-re pufferolt 0,5 mol/dm^3 koncentrációjú NaCl-oldatban végeztük 303 K hőmérsékleten. A mintákat a felületi korróziós hatások csökkentése és következésképpen a repedések jobb észlelhetősége érdekében anódos oxidációval készítettük elő a vizsgálathoz [4]. Az *5. ábrán* 21 napos vizsgálati időtartam után mutatunk be egy-egy pácolással, ill. anódos oxidációval előkészített, egyébként azonos mintát. A repedés hosszát a repedés terjedési sebességétől függően, meghatározott időközökben mértük IZA-2 típusú mérőmikroszkóppal.

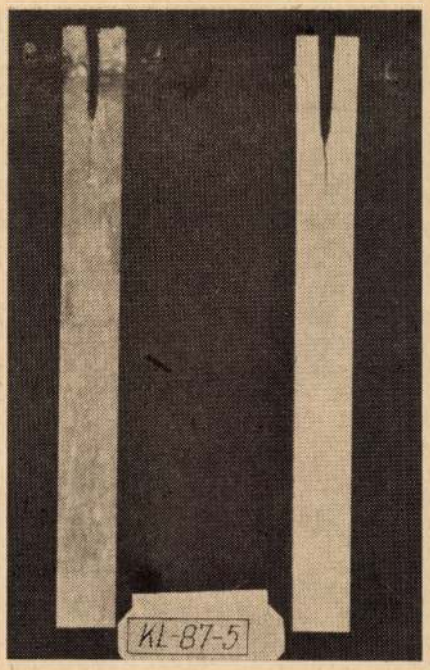
Vizsgálati eredmények

A repedéshossz—idő görbe érintőjének meredeksége megadja az illető repedéshosszhoz tartozó repedés terjedési sebességet. A nomogramokról leolvashatjuk az ehhez a repedéshosszhoz tartozó feszültségintenzitás értéket. Az összetartozó értékeket a szokásos *Kf*-log repedés terjedési sebesség koordinátarendszerben ábrázolva a vizsgálati eredményeket a *6. ábrán* foglaltuk össze. Az ábrán az egyes állapotokból vett legalább 4 párhuzamos minta eredményeit együtt tüntettük fel.

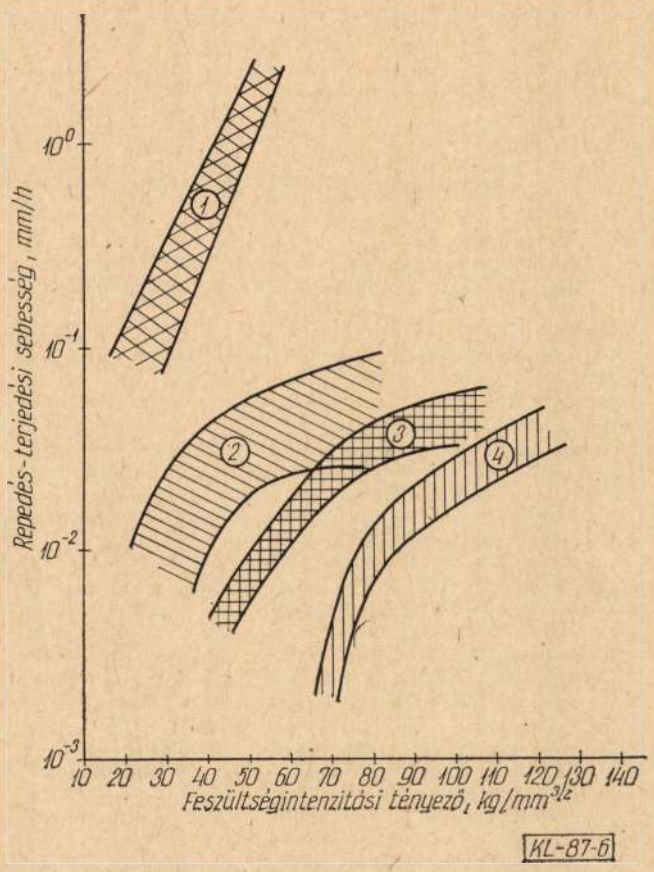
A vizsgált anyag az egyes állapotokban a mechanikai tulajdonságok szerint csekély mértékben (35 N/mm^2-en belül) különbözik egymástól, FK-érzékenységük viszont lényeges eltéréseket mutat.* A FK-érzékenység az 1—2—3—4 sorrendben csökken. 65 kg/mm$^{3/2}$ feszültségintenzitás esetén a korróziós repedések az 1 jelű anyagban mintegy 3 nagyságrenddel gyorsabban terjednek, mint a 4 jelű anyagban. 10^{-2} mm/h repedés terjedési sebesség kiváltásához a 2, 3, ill. 4 jelű állapotokban rendre mintegy 30, 55, ill. 80 kg/mm$^{3/2}$ feszültségintenzitás szükséges.

A vizsgálati eredmények mind jellegükben, mind nagyságrendben jól egyeznek nagyszilárdságú alumíniumötvözetekre kapott eredményekkel [1]. Az elvégzett vizsgálatok igazolják, hogy a bemutatott módszer érzékeny, szelektivitása meghaladja a hagyományosan sima próbákkal végzett élettartam-vizsgálatokét. A feszültségintenzitás — repedés terjedési sebesség görbék alapján a félgyártmányok FK-érzékenysége megbízhatóan, mennyiségileg jellemezhető.

* A korróziókeménység anyagszerkezeti vonatkozásait következő közleményünkben tárgyaljuk.



5. ábra. Pácolással (balról), ill. anódos oxidációval (jobbról) előkészített DCB-próbák 21 napos vizsgálat után



6. ábra. Különböző állapotú anyagokon nyert FK-vizsgálati eredmények (az állapotok jelölését ld. az 1. táblázatban)

Összefoglalás

A nagyszilárdságú alumíniumötvözetek kutatásában fontos szerepet tölt be a gyártmányok feszültségi korrózióérzékenységének vizsgálata. A

korrózióérzékenységet megbízhatóan a korróziós repedések terjedési sebességének megadásával jellemezhetjük. Ez a törésmechanikában alkalmazott bemetszett próbákkal lehetséges.

A dolgozat vastagfalu gyártmányok feszültségi korrózióvizsgálatára célszerűen alkalmazható vizsgálati módszert ismertet. A módszer vizsgálóberendezést (a mechanikai feszültség létesítésére) nem igényel, sorozatvizsgálatok végzésére is jól alkalmazható. A leírt módszerrel egy nagyszilárdságú alumíniumötvözeten kapott eredményeket igazolják, hogy a módszer szelektivitása meghaladja a hagyományos élettartam-vizsgálatokét.

IRODALOM

[1] *Speidel, M. O.—Hyatt, M. V.*: Stress-Corrosion Cracking of High-Strength Aluminium Alooys: Advan — Cracking of High-Strength Aluminium Alloys: Advances in Corrosion Science and Technology (szerk.: Fontana, M. G., Staehle, R. W.) 2. köt. Plenum Press, New York—London, 1972.

[2] *Mostovoy, S.—Crosley, P. B.—Ripling, E. J.*: J. Basic Eng Trans. ASME 1967 (Sept.) 661.

[3] *Hyatt, M. V'*: Corrosion 26 (1970) 487.

[4] *Vitális, L'*: Műszaki doktori értekezés, Veszprémi Vegyipari Egyetem, 1978.

Szakosztályi hírek

Megemlékezés a Magyar—Szovjet Tudományos- és Műszaki Együttműködés 30 éves évfordulójáról

Szept. 24—29. között került sor az OMBKE Fémkohászati Szakosztály, MAT és KŐFÉM rendezésében a Magyar—Szovjet Tudományos- és Műszaki együttműködés 30 éves évfordulója tiszteletére rendezett Alumínium Napokra.

A szovjet vendégeket szeptember 24-én a Ferihegyi repülőtéren *Bakos Zsigmond* könnyűipari államtitkár, *Prokl László* MTESZ főtitkárhelyettes, *Hoznek János* MTESZ NKO vezető és *Török Frigyes* az OMBKE Fémkohászati Szakosztály elnökhelyettese fogadta.

A fémkohászati Alumínium Napokra szovjet részről megérkezett: *N. A. Kaluzsszkij* műszaki tudományok doktora, a VAMI igazgatója, *E. M. Szavickij* Szuta szovjet tudományos akadémia tagja és *Bondorjev* főosztályvezető, a VILSZ-től.

Az egy hetes program keretében a vendégek megtekintették a székesfehérvári KŐFÉM-et, ahol *Juhász János* igazgató, Inotai Alumíniumkohót, ahol *Szina Gábor* igazgató adott tájékoztatót vállalataik életéről.

Szeptember 26-án a székesfehévári Technika Házában nagy érdeklődés mellett került sor az ünnepi ülésre.

Szeptember 28-án a MAT székházában fogadta a vendégeket *Dr. Dózsa Lajos* vezérigazgató, majd kerekasztal megbeszélésre került sor.

Szeptemper 29-én a szovjet szakemberek az Aluterv—FKI-t tekintették meg, ahol *Dr. Zámbó János* igazgató és *Dr. Várhegyi Győző* igazgatóhelyettes adott tájékoztatót az intézetről.

A szovjet vendégek egész hetes szakmai programját múzeum-látogatás és Tihany—balatonfüredi kirándulás egészítette ki.

Vendégeink szeptember 30-án utaztak haza.

A szovjet vendégeket az egész hetes program alatt *Török Frigyes* kalauzolta.

T. F.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. FEBRUÁR HÓ 2

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I, 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

V. G. LAMENCEV: A Szovjetunió hengereltáru termelése és fejlesztésének perspektívái 49
DR. VERŐ JÓZSEF: Kerpely Antal tudományos és iparfejlesztő munkássága 53
DR. IVÁNYI ATTILA: Az értékelemzés alkalmazása törőüzemi beruházás előkészítése során 60
MOLNÁR JÁNOS: A hazai acélcsőgyártás-fejlesztés alapvető problémái 68
KALMÁR ELEMÉR: A kötésmód szerepe az acélok alumíniumtartalmának meghatározása során .. 73
Beszámoló konferenciáról 67
Egyesületi hírek 77
Beszámoló külföldi konferenciákról 80

FÉMKOHÁSZAT

A. F. BELOV: Az alumíniumötvözetek öntéstechnológiájának fejlődése 81
WIEDER NÁNDOR: Rézszulfid-koncentrátum előállítása hidrometallurgiai úton 85
Kiadvány-szemle 92
Cornwall hagyatéka: régi bányászati és fémkohászati módszerek 94
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 95
Alumíniumipari hírek 96
Pályázatok 96

ÖNTÖDE

HAVASI LÁSZLÓ: Kis szilíciumtartalmú betétanyagok használata lemezgrafitos öntöttvashoz ... 25
DR. BAKÓ KÁROLY—BRUNNER GÉZA: Öntöttvasak minősítése dermedési jellemzőik alapján 32
DR. FARKAS I. ZOLTÁN: Az ívkemencék alkalmazása a vasöntödében 36
Szakosztályi hírek 39
Megalakult a Vajdasági Öntők Szövetsége 40
Könyvismertetés 40
Az 1979. évi nívódíjas cikkek 40
46. Nemzetközi Öntőkongresszus 41

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 2. 3370 Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő posta hivatalban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155

HU ISSN 0005-5670

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette- KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 2. szám 1980. február

A Szovjetunió hengereltáru termelése és fejlesztésének perspektívái*

V. G. LAMENCEV
Szovjetunió, Moszkva, Vaskohászati Minisztérium

DK: 669—122+621.771

A tanulmány kiindulva a Szovjetunió utolsó években elért hengereltáru termelésének adataiból, megállapítja, hogy az évi több mint 100 millió tonnát meghaladó hengereltáru termelés igen sokrétű és jelenleg már 3730 típusméretet állítanak elő.

Kitér a negatív tűrési mezőben történő hengerlés eredményeire, valamint a sokirányú termékfejlesztési célkitűzésekre. Foglalkozik a hengerlési sebesség tervezett további növelésével és a hengerlési technológia fejlesztésével. Részletesen tárgyalja a lapostermékgyártás bővítésére és korszerű új termékek bevezetésére vonatkozó terveket.

A Szovjetunió hengereltáru termelésének főbb irányvonalát az 1976—1980-as időszakra az SZKP XXV. kongresszusán határozták meg. A XXV. kongresszus határozatában a vaskohászatra vonatkozó ellenőrző számok olyan mutatók, melyek nemcsak mennyiségi, hanem minőségi vonatkozásban is meghatározzák a 10. ötéves tervben — a minőség ötéves tervében — a hengereltáruk termelésének növekedését. Mennyiségi értelemben kolosszálisnak mondható mutató értékek elérésének semmi értelme sincs a Szovjetunió teljes hengereltáru termelésének hatalmas minőségi ugrása nélkül. Így az ötéves terv végére el kell érni, hogy a 160—170 millió tonnás éves össz-acéltermelés mellett a hengerelt késztermékek kibocsátása 115—120 millió t legyen.

A XXV. kongresszus határozatai arra késztetik a Szovjetunió hengereltáru iparát, hogy a fejlődés minőségi oldalról történjen, amit elsősorban úgy kell felfogni, mint a termékválaszték bővítését és ezen belül az olyan hatékony fémtermékfajták részesedésének növelését, melyek az 1980-as évben 5—6 millió t hidegenhengerlt lemezáru, különböző bevonattal ellátott hengerelt lemezáru, termikus és termomechanikus megmunkálással mechanikai szilárdságúvá tett hengereltáru, gyengén ötvözött acélokból készített hengereltáru stb. megtakarítását teszi lehetővé. Úgyszintén tervezik a széles I-tartók nagytömegű gyártásának megszervezését. Az ónozott lemezgyártás növelése biztosítja majd az élelmiszeripar növekvő igényeinek kielégítését.

Ez a tanulmány a Szovjetunió hengerészeti iparának alapvető, ún. „klasszikus" ágazatainak jelenlegi állapotát és fejlődési tendenciáit tárgyalja.

Az idomacélok gyártását a késztermék széles választéka jellemzi. Ez a választék 3730 típusméretet tartalmaz és jelenleg olyan irányzat figyelhető meg, hogy új profilfajták bevezetésével egyre bővítik. Jelenleg több, mint 1400-féle különböző rendeltetésű profilt gyártanak. Ezek minimális megmunkálást igényelve a gépgyártásban vagy késztermékként a népgazdaságban kerülnek felhasználásra. Állandóan bővül a hengerelt áruk minőség választéka is azáltal, hogy növekszik a szénacélokból és a gyengén ötvözött acélokból készített profilok hányada.

A kohászati üzemek rendszeres munkát végeznek a negatív és a csökkentett pozitív tűrésű hengereltáruk termelési volumenének bővítése érdekében. 1978-ban 45,2 millió t negatív és csökkentett tűrésű hengerelt árut állítottak elő, ezzel 673,5 ezer t fémmegtakarítást értek el. A hengerelt profilok minőségének növelése több irányban folyik: speciális konstrukciójú hengerállványok alkalmazásával és a hengerlés hőmérsékleti viszonyainak stabilizálása révén növelik a hengereltáru geometriai méretpontosságát; ezzel párosul a félgyártmányok és a kész hengereltáruk felületi minőségének növelése, mechanikai szilárdságának termikus és termomechanikus megmunkálással való növelése.

A Szovjetunió profil hengereltáru gyártásának növelését hatalmas anyagi bázis biztosítja. Ezt a bázist új. nagytermelékenységű hengersorok és régi konstrukciójú hengersorok modernizálása jelenti.

* „A vaskohászat eredményei a Szovjetunióban" c. okt. 3-án tartott előadássorozaton elhangzott előadás anyaga (Szerk.).

A szovjet profil-hengersorok nagy termelékenysége a folytatólagos hengerlés széles körű bevezetésének, a növelt súlyú bugák alkalmazásának, a nagy hengerlési sebességnek és a technológiai folyamatok komplex gépesítésének és automatizálásának köszönhető. A korszerű hengersorok alapvető termelékenységi mutatója — a hengerlés-sebesség — jelenleg a következő értékekkel jellemezhető: a középsorok kikészítő hengerállványainak hengerlési sebessége 10—15 m/sec; a finomsoroké max. 20 m/sec, a dróthengersoroké pedig 30 m/sec.

A nagytávolságú fővasútvonalak építése, a vasúti szerelvénysebességek növekedése, valamint a nehéz szerelvények hányadának növekedése miatt különösen nagy figyelmet kell fordítani a vasúti sín gyártására. Egyre nő a nehéz vasúti sínek, a P 75, P 65 típusú sínek gyártási volumene, és emellett a termelés 35%-át már a hőkezelt sínek teszik ki.

A népgazdaság igényeinek kielégítése érdekében a profilgyártás és a vasúti síngyártás fejlesztését a következő főbb célkitűzések irányában végzik:

— új, főként folytatólagos hengersorok, valamint kisebb teljesítményű hengersorok építése, mely utóbbiak hatékonysága a széles termékválasztékú és kismennyiségű sorozatoknál érvényesül;

— a hengerelt áruk választékát bővíteni és korszerűsíteni kell azáltal, hogy növeljük az új, különböző rendeltetésű profilok, a megnövelt méretpontosságú profilok, az egységesített profilok, hosszirányba hengerelt periodikus profilok, vékonyfalú profilok, a szögprofilok, a kettős és szimpla széles és párhuzamostalpú I tartók, a gazdaságos profilok és a kismennyiségű sorozatokban készülő különböző sínek gyártási volumenét és mennyiségét;

— a hengereltáru mechanikai tulajdonságainak javítására, a többi között az északi kivitelűét is

— a sorok felszerelése olyan berendezéssel, mely lehetővé teszi a hengerelt termék hőkezeléséhez és termomechanikai kezeléséhez szükséges technológiai viszonyok realizálását, főként a szabályozott hengerlését, mely lehetővé teszi, hogy az acél folyáshatárát 20—40%-kal növeljük, a ridegedési hőmérsékleti határt pedig −80 °C alá csökkentsük;

— a hengerelt termék felületi dekarbonizálódásának csökkentése és a reveképződés csökkentése céljából tökéletesíteni kell a tuskó hevítési technológiáját;

— szélesebb körben kell alkalmazni a hengerlés során a hengerelt termék minőségének helyi és komplex automatizált irányítási rendszerét, valamint a hengerlés és a kikészítés alapvető technológiai folyamatainak mechanizálását és automatizálását;

— új, nagyhatékonyságú hevítőkemencék kidolgozása, melyek biztosítják a nagy hevítési teljesítményt és a jó minőséget;

— a hengersorok hengerlési sebességének további növelése (a durvahengersoré 12—15 m/sec-ig; középsoroké 20—25 m/sec-ig, finomsoroké 30—40 m/sec-ig, dróthengersoroké 70—90 m/sec);

— a hengerek kalibrálásának tökéletesítése és az élettartamuk növelése;

— a kiváló minőségű hengerelt termékek gazdaságos gyártását biztosító új és nagy hatékonyságú technológiai folyamatok kidolgozása;

— a hengersor üzemelését jellemző fajlagos műszaki-gazdasági mutatók javítása és a beruházási és üzemeltetési költségek csökkentése;

— a termelékenység növelése, a munkakörülmények javítása, a környezetvédelmi intézkedések megvalósítása.

A durvalemez hengerlés gyártáselemzése kimutatja, hogy az össz durvalemeztermék 60%-át a durva acéllemez és az általános rendeltetésű, szokványos minőségű szénacélból készült csőszalag teszi ki. Állandóan nő az olyan nagyhatékonyságú hőkezelésnek, mint az edzés megeresztéssel, alávetett durvalemez fajlagos mennyisége. A kohászati üzemek sikeresen oldják meg az olyan problémákat, mint az 10G2SZ1, 10HSZND, 15HSZND, 14HGSZ, 09G2SZ minőségű alacsonyan ötvözött acélból készült durvalemez gyártása.

Különös figyelmet kell fordítani a durvalemezek minőségi problémájának komplex megoldására; a mechanikai tulajdonságok és a geometriai jellemzők, mint pl. kereszt- és hosszirányú vastagságeltérés, síkfekvés, hullámosság stb. — megfelelő szintjének biztosítása.

A fent vázolt probléma megoldásának kulcsa az ellenőrzött hengerlési technológia széles körű bevezetése. Az ellenőrzött hengerlés lehetővé teszi, hogy a durvalemez szilárdsági és képlékenységi tulajdonságainak aránya megfelelő legyen, többek között az északon felhasználásra kerülő hegesztett csövek számára is. Ennek a folyamatnak a jellemző technológiai sajátossága az, hogy az alakváltozás bizonyos szakaszában lehűtik a készre hengerelt darabot, szigorúan betartják a hőmérsékleti és alakváltozási viszonyokat a hengerlés utolsó szakaszában és csökkentik a folyamat véghőmérsékletét. A kidolgozott és jelenleg már ipari méretekben bevezetett ellenőrzött hengerlési technológia a komplex tulajdonságok magas szintjén és a lemez jó geometriai viszonyain kívül a berendezés megbízható munkáját is biztosítja.

Az ellenőrzött üzemmód mellett hengerelt durvalemezt különböző rendeltetésű szerkezeteknél lehet alkalmazni, és tulajdonságai alapján jól helyettesítik a nagyszilárdságú alacsonyan ötvözött acélokat.

A durvalemez tulajdonságát irányító egyik hatékony módszer az alacsonyan ötvözött és a szénacélok esetében — a hengerlési meleg felhasználása edzéshez, edzéshez megeresztéssel és edzéshez normalizálással.

Jelenleg a hőkezelt durvalemez termelési volumene az összdurvalemezre vonatkoztatva kb. 15%.

A hőkezelt durvalemez mennyiségének további növelése a X. ötéves tervben 2,0—2,5-szeres lesz, melyet az edzett és megeresztett lemez mennyiségének növelése kell, hogy kísérjen. A hengerlési meleg felhasználási sajátosságai biztosítják a magashőmérsékletű termomechanikai kezelés hatásának alkalmazását az acél komplex mechanikai tulajdonságainak nagymértékű javítására.

A progresszív technológia széles körű bevezetését az tette lehetővé, hogy az iparban szigorított alaptechnológiájú berendezések üzemelnek. A berendezés kiemelkedő konstrukciós jellemzői, a hengerek hajlását nem megengedő rendszerek alkalmazása és a hengerprofil szabályozási folyamatának automatikus vezérlése biztosítják, hogy négyszögszelvényű késztermékет állítsunk elő és a durvalemez gyártás során csökkentsük a fémfelhasználást.

Az említett feladatokon kívül a jelen ötéves tervben a durvalemez gyártás előtt még a következő feladatok állnak:

— növelni kell az alacsonyan ötvözött acélból készült durvalemez és csőszalag gyártási volumenét, az adott durvalemez-termék fajta jelenlegi gyártását 4,1 millió t-val kell növelni;

— meg kell szervezni az 55—60 kp/mm^2 szilárdsággal rendelkező alacsonyan ötvözött acél csőszalag gyártását, melyek garantált képlékenységgel rendelkeznek mínusz hőmérsékleteken is;

— folytatni kell a durvalemezsorok további szakosítását;

— növelni kell a durvalemez hengersorok automatizáltsági szintjét;

— optimalizálni kell a durvalemez kikészítési technológiájátja sorokon.

A finomlemez és ónozott lemez gyártás a Szovjetunióban az utóbbi 20—25 évben különösen nagy iramban fejlődött. A lemeztermék aránya az összes hengereltáruhoz képest az 1965. évi 37,3%-ról 1978. évben 42%-ig növekedett és a tendencia szerint további növekedés várható. Az 1985. évben a lemez aránya 44%-ra, 1990-ben 45%-ig fog nőni.

Ennek a törvényszerűségnek az az oka, hogy a színesfémgyártás és műanyaggyártás volumene növekedésének ellenére, a lemezacél továbbra is alapvető szerkezeti anyag marad úgy a gépgyártás területén, mint az építőipar nagy részében. A lemezáru fő felhasználója a gépjárműipar. A legmagasabb a lemezáru felhasználási arány az összanyag-felhasználásban az elektrotechnikai iparban és a könnyűipari és élelmiszergépgyártásban. A mezőgazdasági gépgyártó üzemek által felhasznált hengereltáru (a gépiparban felhasznált összes összes hengereltáru 17,4%-a) 18,9%-át teszi ki a szerkezeti acéllemez aránya.

A melegen hengerelt szélesszalag vastagsága 1,2 mm-től 16 mm-ig, szélessége 850—2350 mm.ig terjed. A hengerlést hengerelt és folyamatosan öntött bugákból végzik, melyek általában szénacél vagy alacsonyan ötvözött acélminőségek. Az üzemelő hengersorokon a tekercs relatív súlya eléri a 21 kg/mm-t.

Az új szélesszalag hengersorokat a Szovjetunióban 7—9 mill. t/év teljesítményre tervezik. Ezeken a sorokon a buga súlya 45, sőt 60—80 t-ra fog növekedni. A relatív súly mintegy 30—40 kg/mm-t fog kitenni. A szélesszalag hengersorokon típusbővítést fognak végrehajtani és a választék úgy a finomabb szalagok (0,8—1,2 mm), mint a vastagabb szalagok (25—30 mm) irányában bővülni fog 600—2200 mm szélesség mellett.

Az új szélesszalag hengersorok tervezésekor a termékpontosság szerinti követelmények alapjában véve a következőkben foglalhatók össze: a hosszirányú vastagságeltérés — max. 0,020 mm a szalagok alaphosszúságán, a szélesség eltérés max. 5 mm.

Lényegesen növekszik a szélesszalag-hengerlés sebessége. Így, ha a 60-as években a tervezett hengerlési sebesség nem haladta meg a 12 m/sec-t, úgy a 70-es években, üzembe helyezett sorokon a hengerlési sebesség elérte a 21 m/sec-t, az új soroknál pedig a tervezett hengerlési sebesség 30—35 m/sec. A 2000-es hengersoron a vízszintes hengerek főhajtásának névleges teljesítménye 116 900 kW, a függőleges hengerekének 4620 kW.

A lemezbuga súlyának, hosszának és vastagságának növekedése megkövetelte, hogy különösen az előnyújtó sorok esetében tökéletesítsék a hengersor elrendezését. Elsőként a világon a Szovjetunióban alkalmazták és üzemeltették sikeresen a 2000-es hengersoron 3 állványos folytatólagos szakaszt az előnyújtósor részeként. Hasonló szakaszokat próbálnak megvalósítani a tervezendő szélesszalag hengersorokra is.

A sorok egy részén gyorsítják a készsori anyagáramlást, ami biztosítja a hengerlési véghőmérséklet stabilizálását a szalag hossza szerint és ennek következtében csökken a vastagságeltérés és javítja az acél mechanikai tulajdonságait. A szalag hosszán a hőmérsékleti ingadozások elkerülése végett a gyorsítás értékét 0,02—0,2 m/sec^2 között választják meg. Mivel a szalag első végének befogását a csévélőbe 10 m/sec-nál nem nagyobb sebesség mellett valósítják meg, ahhoz, hogy a hengerlési véghőmérséklet szintjét jelentősen növeljük, célszerű nagy gyorsításokat alkalmazni — 2 m/sec^2-ig.

Jelentős munkát folytattunk a hengerlés folyamatának automatizálása terén is. A hengerlés folyamatának automatikus irányítási rendszere a 2000-es hengersoron azt jelenti, hogy megvalósítják a fém mozgatásának, szállításának vezérlését az egész soron, kezdve a hevítőkemencékbe való berakodástól, vezérlik a hőmérséklet-sebesség és alakváltozás folyamatát, a húzást, a hűtést és a szalagtekercselést, továbbá szabályozzák a szalagvastagságot és szélességet.

Több hengersoron sikeresen üzemeltetnek olyan lokális rendszereket, melyek a többi között megoldják a vastagság, a húzás, az alak és profil szabályozást.

A melegen hengerelt szélesszalag gyártási technológiájának tökéletesítésekor a Szovjetunióban jelentős figyelmet fordítanak a készsori állványok hengereinek kenésére. Az ipari kutatások kimutatták, hogy a kenőanyaggal való hengerlés során az energetikai jellemzők 5—10%-kal csökkennek, a hengerkopás pedig 1,5—2-szer kisebb lesz. Ezen kívül csökken a hengerek hőmérséklete, javul a felület minősége, növekszik a pácolási sebesség. A hengersor teljesítménye 1—5%-kal nő.

A Szovjetunióban kutatásokat végeznek, melyek a melegen hengerelt acéllemez fizikai-mechanikai tulajdonságainak javítására irányulnak. Az acél vegyi összetételének optimalizálása, valamint a melegen hengerelt szalag szigorú előállítási körülményeinek előírása biztosította, hogy a nagy-

átmérőjű gázcsővezetékek gyártásához megfelelő minőségben állítsák elő a szalagacélt.

A Szovjetunióban fejlesztették ki és be is vezették a hideg sajtolásra kerülő alumíniummal stabilizált acél meleghengerlési technológiáját.

A melegen hengerelt dresszírozott pácolt lemezacél egy sor esetben sikeresen használható az azonos típusméretű, de drágább hidegen hengerelt lemezacél helyettesítésére.

A Szovjetunió hidegen hengerelt lemezacél gyártását az alábbi táblázat-adatokkal jellemezhetjük *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Év	A hidegen hengerelt lemezacél hányada a teljes lemezacél-gyártásban (%)
1965	15,8
1970	17,6
1975	18,3
1985	23,0
1990	24,0

A hidegen hengerelt lemezacél nagyobb részét a Szovjetunióban jelenleg négy és öt hengerállványos folytatólagos hengersorokon állítják elő.

A hidegen hengerelt lemezáruk termelésnövekedésének jelentős részét az elkövetkező időkben üzembe állítandó új hengersorok révén fogják elérni.

1980-ban a 2000-es típusú hengersoron elsőként a Szovjetunióban megvalósítják az ún. „végtelenített" szalaghengerlést autóipari szerkezeti lemezek gyártásánál. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a jelenlegi tekercsnövelési módszerrel (max. 200 t-ig) ugyanekkora termelékenység biztosítható, amellett, hogy a módszer kisebb beruházási költséget igényel és már működő hengersorokon is bevezethető.

A tudományosan megalapozott korrózióvédelem alapján a Szovjetunióban kifejlesztenek egy sor korrózióálló és gazdaságos anyaggyártást, mint például az alumíniumozott és a krómozott acél, a lakkfesték bevonatú lemezek stb.

Igen nagy program végrehajtását tervezik a polimer bevonatok gyártása és bevezetése terén.

A kifejlesztett technológiai folyamat lehetővé teszi, hogy egy gépcsoportban történjen meg a különböző polimer bevonatok lakk és festék, plasztiszol és organoszol, vagy hártya formájában való felvitele a tűzihorganyzott vagy elektrolitikusan horganyzott vagy vasalapú fémre. A tűzihorganyzott és polimerbevonattal ellátott fém jelentős része további profilozásra került.

A Szovjetunióban a hajlított profilok iránti igények jelentősen meghaladják a termelés fejlődési tempóját, bár a hajlított profilok gyártása terén jelentős eredményeket értek el.

Így a kohászati üzemekben előállított hajlított profilok választéka 1979. jan. 1. adatok szerint, meghaladta a 700 profilméretet, s figyelembe véve a más ágazatokban előállított profilokat is, az 1050-et.

A finomlemezgyártás területén új gyártástechnológiát dolgoztak ki és vezettek be a növelt korrózióállóságú, csökkentett rétegvastagságú, elektrolitikusan ónozott vékonylemez előállítására. Ennek az intézkedésnek a bevezetése lehetővé teszi, hogy minden tonna ónozott lemeznél 25% ónt takarítanak meg. Bevezetésre kerül az igen vékony ónozott lemez gyártása (0,08—0,16 mm). A folyamatos üzemű áteresztő izzító kemencék bevezetésével lehetőség nyílik a több keménységi fokozatban előállított ónozott lemez gyártására.

Folytatjuk a fejlesztést az új bevonatok kialakítására, melyek elektronsugaras módszerrel hordhatók fel a vékony ónozott lemezre — vákuumban.

A tűzihorganyzott lemezgyártás területén tervbe vettük a nagy termelékenységű egyedi berendezések kifejlesztését. Ezeknek a berendezéseknek segítségével lehetővé válik a különböző kihúzási kategóriába tartozó (CB és OCB) horganyzott lemezek gyártása.

Jelentős fejlesztési munkát vettünk tervbe a különböző fémbevonatokból (Al, Cr, Ni stb.) ötvözetekből (korrózióálló acél stb.) és porokból készült bevonatok felhordására elektrosztatikus térben, utólagos hengerléssel és hőkezeléssel. Az ilyen anyagokat az ipar különböző területein alkalmazhatjuk a színesfémek, korrózióálló acélok és bimetálok helyettesítésére.

Az ötvözött acélból készült hengereltáru gyártása 1960 és 1975 között a 2,3-szorosára nőtt. Figyelembe vettük az öntvények ötvözött lemezzel való helyettesítését.

Az elektrotechnikai finomlemezt tekercsek, szalagok és lemezek formájában állítjuk elő a villamos gépek mágneses köreinek, transzformátorok, berendezések és műszerek gyártásához.

A tekercsbe hengerelt elektrotechnikai acélt folytatólagos és félfolytatólagos meleg hengersorokon, valamint kemencében elhelyezett csévélővel ellátott sorokon állítjuk elő.

Az elektrotechnikai acél hideghengerlését 4—5 állványos folytatólagos soron és egy-állványos kvarto és 20-hengeres sorokon végezzük.

A jövőben az elektrotechnikai acél gyártására, a többi között az anizotróp acél gyártására — mivel ezek hengerlése során nagy jelentősége van a készsori állványokban a magas hőmérsékletnek (1200°—1150 °C) — különös szerepük van a bolygóhengeres soroknak, valamint a rövid folytatólagos és félfolytatólagos soroknak.

A melegen hengerelt izotróp acélok helyettesítésére tervbe vettük többféle minőségű hideghengerelt ötvözetlen és ötvözött izotróp acél gyártását. 1985-re az acélgyártás volumene az 1978. évihez képest növekedni fog a watt-veszteség csökkentése és a mágneses indukció szintjének növelése mellett.

Ez népgazdasági méretekben nagy mennyiségű fém (Cu, dinamóacél, Al) megtakarítását teszi lehetővé.

Végül szükséges mégegyszer kiemelni, hogy a tanulmányban a Szovejtunió sokrétű hengereltáru gyártásának csak alapvető aspektusait tudtuk megvizsgálni. A Szovjetunió hatalmas gazdasági bázisa alapot képez ahhoz, hogy a hengereltáru gyártás egészét progresszíven továbbfejlesszük.

Kerpely Antal tudományos és iparfejlesztő munkássága

DR. VERŐ JÓZSEF, a Magyar Tudományos Akadémia r. tagja

DK: 929 Kerpely Antal

Hat évi üzemi szolgálat után 1868-ban Selmecbányán a kezdeményezésére létesített kohászattani tanszék első vezetőjévé nevezték ki. Előadásait az addig használt német helyett magyar nyelven tartotta, és ezen a nyelven kohászati tankönyvet is írt. 30 éven keresztül minden évben német nyelvű könyvben ismertette a vaskohászat fejlődésének lényeges adatait. Európának úgyszólván minden jelentős vasgyárát meglátogatta. Az ott látottakat a magyar üzemekkel összehasonlítva, az utóbbiakat elavultnak és gazdaságtalanul működőnek tartotta, ezt a véleményét ismételten kifejtette, egyben azonban javaslatot tett és terveket dolgozott ki a siralmas helyzet megjavítására. Terveit 1881 után, két évtized alatt, mint a kincstári vasgyárak központi igazgatóságának vezetője maradéktalanul meg is valósította, a gyárak termelő képességét céltudatos beruházásokkal növelte, új termékek gyártását indította meg. Vajdahunyadon pedig új vasgyárat létesített. Ennek a pusztulóban levő magyar vaskohászatot megmentette.

Az Akadémia tagjává választás és annak előzményei

A Magyar Tudományos Akadémia *Kerpely Antalt* az 1877. évi közgyűlésén levelező tagjává választotta, alig 40 éves korában. A kohász szakmának az Akadémia tagjainak sorában nemcsak első, hanem sok évtizeden keresztül egyedüli képviselője volt. 1877 őszén meg is tartotta székfoglaló előadását [1]. Megválasztásakor aránylag fiatal kora ellenére már olyan tevékenységre és eredményekre hivatkozhatott, amelyek az akadémiai tagságra valóban méltóvá tették. Tekintélye nemcsak itthon, hanem egész Európában is nagy volt. Pályakezdő szakmai, irodalmi és oktatói tevékenységéről a kéziratban fennmaradt önéletrajzában [2] részletesen beszámol.

Korán árvaságra jutván, már 16 éves korában kénytelen volt a kenyerét megkeresni. 19 éves korában Bécsbe került, az Osztrák-Magyar Államvasút Társaság igazgatóságára titkárként. Itt olyan pártfogókra talált, akik évi 300 Ft ösztöndíjjal, több évi szabadsággal Selmecbányára küldték, hogy ott a bányász-kohász tanfolyamot elvégezze. 1862 nyarán kitűnő végbizonyítvánnyal a kezében jelentkezett Bécsben a munkaadójánál. Ezután hat évet különböző kohótelepeken töltött, kezdve Aninán, végül pedig a zólyombrézói vasgyári kerület főnökének helyettese volt. Aninán a termelés siralmas körülmények között folyt, az ott töltött két esztendő mégis nagyon hasznosnak bizonyult. „*Minden szabad időmet a rengeteg sok nehézséggel küszködő vasolvasztók körül töltvén, megismerhettem a vasolvasztás műfolyamatát minden fázisában; ezután kerestem a káros jelenségek okait, tudományos elvek alapján és azoknak felismerése után utat és módot a megszüntetésükre.*"

Üzemi szolgálatának első éveiben szakirodalmi tevékenységét is már megkezdte. Hazai lehetőség híján megfigyeléseit, tapasztalatait a német *Berg- und Hüttenmannische Zeitung*-ban közölte. Itt két közleménye jelent meg; ezekben a nyersvas kéntelenítésére tett javaslatot. Módszerét, amelyből később szabadalom lett, több külföldi üzemben gyakorlatilag is bemutatta. Azután, hogy Péch Antal a Bányászati és Kohászati Lapokat 1868-ban megindította, ennek szerzői között is találkozunk a nevével; néhány év múlva a lap szerkesztője is lett.

Közleményeit, az azokban tett javaslatait itthon is, főleg azonban külföldön nagy elismeréssel fogadták. Ezen felbátorodva, 1866-ban megjelentette a vaskohászat 1864. évi fejlődését ismertető művét [3]; ezután 1896-ig minden évben írt egy-egy kötetet ugyanavval a címmel.

Üzemi munkája éveiben rangban egyre előbbre jutott és egyre nagyobb felelősséggel járó feladatokat látott el, de ez nem elégítette ki. „*Régen az volt vágyaimnak netovábbja, tanárrá lenni az akadémián. Irodalmi tevékenységre is ez ösztönzött.*" Ez a vágya 1868 őszén teljesült: kinevezték a kezdeményezésére újonnan alapított kohászati tanszék vezetőjévé.

14 évi selmecbányai tanári működését több nevezetes újítása tette emlékezetessé. A kohászati előadásoknak addigi német nyelvét magyarral váltotta fel. Ehhez meg kellett teremtenie a magyar kohász szaknyelvet is. „*Önálló, szabad előadásaimnak megszerkesztése és begyakorlása eleinte nagy fáradságomba került, de megvolt az az elégtételem, hogy tanítványaim megkedvelték előadásaimat és ennek következtében tanártársaim is jóindulatot tanúsítottak irányomban.*" A magyar szaknyelv birtokában vállalhatta a Bányászati és Kohászati Lapok szerkesztését és megkezdhette egy több kötetre tervezett magyar kohászati tankönyv írását is. Két kötete 1874-ben jelent meg [4]. Ennek az első magyar kohászati szakkönyvnek nyelve, szakmai kifejezései külön tanulmányt érdemelnek.

Másik újításaként a korábban Selmecbánya közelében levő üzemekbe irányuló tavaszi tanulmányutakat messzebbre, először Krassó-Szörény megyébe, majd külföldre, főleg Sziléziába vezette és megkívánta, hogy azokon minden hallgatója részt vegyen. „*Én a vaskohászati gyakorlatoknak nagy fontosságot tulajdonítottam és feltétlenül megkívántam, hogy hallgatóim, kik közül legtöbben kohót sohase láttak, a kiránduláson részt vegyenek; de gondoskodtam is róla, hogy a fiatalok a pénzükön olyan mintatelepekkel ismerkedjenek meg, amelyekbe később könnyű szerrel be nem juthatnak.*"

Tanszékén a kísérletezés, kutatás lehetőségeit is bővítette. Hazánkban ő végezte az első mikroszkópos fémvizsgálatokat és erősen maratott sínek keresztmetszetéről is számos felvételt készített.

Azokat a magyar üzemeket, amelyekben korábban dolgozott és azokat is, amelyeket a hallgatói tanulmányútjain ismert meg, nagyon elmaradottnak, korszerűtlennek találta, a működésük pedig gazdaságtalannak bizonyult. Az 1870. évi nyári

szünetet arra használta fel, hogy valamennyinek, főleg azonban a kincstári üzemeknek műszaki és gazdasági helyzetét megismerje. Tapasztalatait és a helyzetük javítását célzó javaslatait magyar és német nyelven is közzétette [5]. „*A magyar vasgyárak sajátos viszonyait, nemkülönben hiányait leplezetlenül tártam fel, javaslatokat téve a hiányok megszüntetésére, valamint vasiparunk korszerű fejlesztésére, átalakítására. Javaslataimnak egy része alig egy évtized alatt másik, költségesebb része tőkehiány miatt a század vége felé gyakorlatilag mind megvalósult.*"

Avval, hogy az előadások nyelve magyar lett, veszélybe került a selmecbányai akadémia addigi jó hírneve: elakadt a korábban folytatott kutató tevékenység, elmaradtak a tudományos közlemények. Kerpely érdeme, hogy ez a tevékenység újból megindult. „*Évekig — igaz, csak magam munkálkodtam ez irányban — de az elismert eredmény buzdítólag hatott egyes tanártársaimra s a 80-as évek vége felé már többen voltunk, kik ugyanazon czélzattal munkálkodtunk.*"

1877-ben újabb nagy munkája jelent meg magyar nyelven [6]. A megvizsgálandó ércminták összegyűjtésével, azok vizsgálatával és az eredmények összefoglalásával a Természettudományi Társulat bízta meg. „*A vegyelemzéseket és kísérleteket nagyobbrészt magam végeztem. Két éven át minden szabad órámban majdnem kizárólag ezzel foglalkoztam.*" A művet a Magyar Tudományos Akadémia Marczibányi-díjjal tüntette ki.

Azt, hogy a [6] alatt felsorolt művét, a többi nagyobb írásművéhez hasonlóan nemcsak magyar, hanem német nyelven is közzétette, így magyarázza: „*Akkoriban magyar szakmunkára sem kiadót, sem vevőt, de még olvasót is alig lehetett találni.*" A német kiadás költségeit gyakran maga viselte, nem egyszer jelentős veszteséggel. Egy ilyen súlyosabb ráfizetés feletti elkeseredésében elfogadta a Freiberg-i Bányászati és kohászati Akadémia meghívását az ottani vaskohászattani tanszékre. Végül mégsem ment el Freiberg-be.

A Tudományos Akadémia tagja

Székfoglaló előadásának szövege 1878-ban jelent meg nyomtatásban [1]. Ebben olyan kérdés tisztázására törekedett, amelynek akkor nagy gazdasági jelentősége volt, de amely sok munkával is nehezen volt elvégezhető. Az egész világ vasútvonalainak hossza akkoriban 294 000 km volt és azokba a használhatatlanná vált sínek helyébe évenkint 1,6 millió tonna új sínt kellett beépíteni. Az világ acéltermelése ugyanakkor csupán 14,5 millió tonna volt, ennek több, mint 10%-át kellett a síncserékre fordítani. A téma feldolgozásának nehézsége egyrészt abból adódott, hogy a sínek anyagának elemzését csak hosszadalmas nedves módszerekkel végezhette, másrészt meg abból, hogy a keménység mérésére általánosan elfogadott módszer még nem volt ismeretes.

A téma kiválasztásának előzménye is volt. 1876-ban az érdekelt minisztériumok egy bizottságot hoztak létre, hogy az vizsgálja meg és lehetőleg derítse fel, mi lehet az oka annak, hogy a vasúti sínek élettartama rendkívül tág határok közt változik. A bizottságnak Kerpely nem volt ugyan tagja, de az elvégzett vizsgálatok eredményét volt alkalma megismerni. Ez ösztönözte a székfoglaló előadás címében foglalt feladat elvégzésére. Mint írja: „*fölötte hasznosnak látszott ezen eredményeket tudományos szempontból bővíteni és alapos tanulmányozás tárgyává tenni.*"

Vizsgálataihoz hazai és osztrák üzemekben készült 21 féle sínpróbát gyűjtött össze. Volt közöttük kavart vasból hengerelt nagyon lágy sín, volt acélfejű sín és néhány konverter acélból készült sín is. Összetételükből ítélve, valamennyi sínpróbája a mai fogalmaink szerint lágy volt: C-tartalmuk 0,12—0,45%, S-tartalmuk pedig 0,03—0,13% között változott.

A minisztériumi bizottság többek között megpróbálkozott a megvizsgált sínek keménységének mérésével is. Erről Kerpely a következőképpen vélekedik: „*egyszerű empiricus módszert rögtönzött e czélra, de mint később meggyőződtem, kevés sikerrel. Ugyanis vasvezetékek között járó 5 kgr. súlyú vaskolonzot húzattak fel zsinórral 1 méterre. s azután leesni hagyták egy, a sín fölibe állított aczélszegecsre. A sín fején támadt mélyedés átmérője, mely mikrométer segélyével méretett, képezte a keménység fokának mértékét.*"

Ehelyett a rögtönzöttnek minősített mérőmódszer helyett, amely a később kifejlődött és általánosan elterjedt keménységmérő módszerek előfutárának tekinthető, Kerpely egy „*electromagneticus*" mérőmódszer mellett döntött. Azt az erőt mérte, amellyel egy Bunsen-elem, később pedig egy termooszlop áramával táplált indukciós tekercs a sín fejéből esztergált hengeres próbát magába húzni törekedett. A próbát analitikai mérleg egyik karjára akasztotta. A mért húzóerő kicsiny volt, alig néhány gramm és természetesen csak szűk határok közt változhatott. A legnagyobb mért húzóerőt 1000 egységnek tekintette, a többi, kisebb erőket pedig a nagyságukkal arányosan kisebb számmal jellemezte. A sínek mért adatait összegező táblázatában az „*electromagneticus*" módszerrel kapott eredmények 1000 és 930 között változnak. Ebből az következik, hogy a próbát behúzó legkisebb erő a legnagyobbnál csak 7%-kal volt kisebb.

Evvel a döntésével Kerpely tévedésbe esett. Akkoriban nem tudhatta, hogy a ferromágneses tulajdonságok az atomi szerkezettől függnek, a keménység viszont elsősorban az ötvözet szerkezetétől, a szövetelemek minőségétől és mennyiségétől. Ezért a mágneses tulajdonságok és a keménység összefüggése csak közvetett és nagyon laza lehet, ha ugyan egyáltalán van ilyen összefüggés. Kerpely méréseinek eredménye nem is lehet rendszeres, ami az eredményeket feltüntető diagramból is kitűnik. Előadásában ki is mondja: „*Gyengeség volna azt állítani, hogy a diagramokból a keménység és az egyes alkatrészek közötti vonatkozásokat első pillantásra és feltétlen szabatossággal ki lehet magyarázni.*"

Eredményeinek lényegét négy pontban foglalja össze:

„*1-szőr, hogy a réz, mangán és phosphor az ingotvas*

és ingotaczél (folyt terméyek) keménységét fokozza; 2-szor, hogy a silicium és kén azok keménységét csökkenti;
3-szor, hogy a réz és phosphor és ha mangán nincsen jelen, vagy csekély réztartalom mellett a silicium is, keményebbé teszi a carbonban szegényebb kovácsvasfajtákat;
4-szer, a kén pedig ezeket feltétlenül lágyítja."

Előadása szövegében említi ugyan, az összefoglalásból azonban valami ismeretlen okból kihagyta, hogy a keménységet a karbon növeli a legjobban.

Legfontosabb következtetését a kavart vasból és folytvasból hengerelt sínek összehasonlítása alapján így fogalmazta meg: „*Hogy az úgy nevezett ingotsínek (Bessemer- és Martin-aczélsínek) sokkal tartósabbak, mint a forrasztott, szemcsés fejű vagy aczélfejű sínek, az minden kételyt kizáró, bebizonyított tény. E körülményt természetesen oly szembetűnően elő nem tüntetheti sem diagrammunk, sem fentebbi fejtegetéseim, és pedig azon egyszerű oknál fogva, mert a sínek tartóssága nem egyedül a keménységtől függ.*"

Ez a legutóbbi megállapítás Kerpely előadásának egyik jelentős tanulsága. Helyesen látta előre a vasúti sínek anyagának várható gyártásmódját az olvadt állapotban csapolt acélban, bár azokban az években a folytacél gyártásának módszere külföldön is, meg hazánkban is még a kezdeti nehézségekkel küzdött. Még évtizedekig tartott, amíg sínné hengerlendő acélt a kívánt minőségben kellő biztonsággal gyártani tudtak. Kerpely a véleményét a kavart vasból, acélból készült sínek belső hibáira alapozza: „*A vassínek vagy aczélfejű sínek mind külön-külön rudacsokból rakott és összeforrasztott csomagból készülnek, a forrasztás pedig könnyen megnyílik.*"

A megválasztását követő néhány évben Kerpely sokat ígérően gyakran szerepelt a Természettudományi Osztály ülésein. A vaskohászat kérdéseivel foglalkozó előadásait az osztály egyik rendes tagja, *Nendtvich Károly* mutatta be.

Pár hónappal a székfoglalója elhangzása után röviden arról számolt be, hogy az egyik alsósajói, faszénnel járatott olvasztóból a csapolás céljából már megvékonyított dugón keresztül sónemű anyag fúvódott ki olvadt állapotban [7]. A kohón kívül megdermedt ugyan, de a ráfolyó salak újra megolvasztotta és részben gőzzé változtatta. A kohótól ebből a sónemű anyagból vizsgálatra néhány kg-ot szerzett. Elsősorban annak összetételét kívánta meghatározni, de nehézségekre bukkant. Amikor lúgzással el akarta választani a sót a hozzákeveredett, vízben nem oldódó idegen részektől, salaktól, tűzálló anyagtól, erős ammónia fejlődést tapasztalt. A só tehát bomlékonynak látszott. A rendelkezésére álló laboratóriumi felszereléssel a sót nem is sikerült bomlatlan, eredeti összetételében elkülönítenie. Az elemzés főként kálium, vas és cián, kisebb mennyiségben még további néhány elem jelenlétét mutatta ki. A só képződésének körülményeit nem törekedett felderíteni; ehelyett azt vizsgálta, mennyire gyakori a cián vegyületek képződése nagyolvasztóban. Többféle, vasolvasztóból származó salakpróbát vízzel lúgzott, az oldatot pedig ciánra megvizsgálta. Nagyon gyenge, kétséges ciánnyomokat csak két salakban talált.

A következő jelentős tanulmányában [8] az akkoriban már használatos, de kivétel nélkül szobahőmérsékleten végzett vizsgálatokra, a szakító kísérletre és a technológiai próbákra hivatkozva, arra a következtetésre jut, hogy „*roppant horderejű hibákat követhetünk el*", ha acélt a szokásos körülmények között végzett vizsgálatok eredménye alapján minősítünk. Ekkor ugyanis már ismeretes volt, hogy a kovácsvasnak nevezett kavart vas törete és majdnem valamennyi mechanikai tulajdonsága is megváltozik, főleg a teherbírása csökken, ha a minősítés céljából végzett vizsgálatot tartós rázkódtatás vagy hosszasabb melegítés, hevítés előzte meg. Ezeket a következményeket annak tulajdonították, hogy a rázkódás — ismétlődő mechanikai igénybevétel —, valamint a hosszasabb melegítés megváltoztatja „*a tömecsek rakodási és cohasiobeli viszonyait.*" Az ilyen változásnak az akkori felfogás szerint az az oka, hogy „*a vasnak legkisebb részecsei mozgásban, indított állapotban voltak. A vas- és aczélrészecsek e tömecsbeli változások alatti állapotát indított állapotnak nevezem, holott nyugalmas állapotban levőknek mondom, ha fokozottabb meleg sem közvetlenül, sem mechanikai igénybevétel alakjában be nem foly rájuk.*"

Ebből világos, hogy akkoriban még nem tettek különbséget a fárasztó igénybevétel és a nagyobb hőmérséklet következményei között, hanem minden ilyen változást az acéllal közölt mechanikai vagy termikus energia következményének tartottak. „*E változások kétségtelenné teszik, hogy a vasnak legkisebb részecsei mozgásban voltak*", a vizsgálat szokásos hőmérsékletén pedig „*teljes nyugalomban vannak.*"

Ebből a helyzetképből kiindulva azt javasolja, hogy az acél minősítése céljából végzett vizsgálatok sorozatát egészítsék ki meleg állapotban végzett törőpróbával. „*A meleg törőpróba felvilágosít bennünket a molekuláris változások felől, amelyeknek a vizsgált aczél ki van téve, ha részecsei izzáson alul a legmagasabb futtató szín hőmérséklete által indíttatnak.*" Ez a futtató szín a kék, amely rövid idő alatt mintegy 300 °C-on jelenik meg.

Javaslata helytállóságának bizonyítása céljából magyar, osztrák, német, francia, angol és svéd üzemekben készült 30 féle acélból gyűjtött össze próbaanyagot. Köztük minden akkoriban járatos acélgyártó módszer terméke képviselve volt; volt közöttük frisstűzi acél, kavart vas és acél, cementacél, tégelyacél, konverterben, valamint lángkemencében készült folytacél is. Valamennyinek közli az összetételét és képtáblákon azoknak hideg és meleg töretét.

Nem volna értelme, hogy a töretpróbák leírását megismételjem, ma is érdekes azonban, hogyan hozta összefüggésbe a meleg töret hibátlan, tiszta, repedés vagy felszakadt rés nélküli voltát az acél összetételével és gyártásának módjával, csak hozzávetőlegesen ismert hőmérsékletével. Nem lehetett tudomása az acél oxigéntartalmáról és annak zárványképző hatásáról, mégis különleges jelentőséget tulajdonított az acél mangán- és szilíciumtartalmának. Azt természetesen tudta, hogy a

folytacél mindig nagyobb hőmérsékleten készül, mint a frisstűzi vagy kavart acél; erre alapozta azt a következtetését, hogy „*a mangán és silícium visszatartásának elsősorban a magas hőmérsék kedvez. Frisstűzi aczélban legkevesebb van a két elemből, valamivel több van belőlük a kavartaczélban, ezután következik a Bessemer-frissítés, továbbá a gázzal fülő olvasztópestek és végül a tégelyben való másodolvasztás* (terméke)."

Evvel a különböző módon gyártott acélfajták dezoxidáltságának sorrendjét állapította meg helyesen, anélkül, hogy az oxidzárványok létezéséről, a képződésük körülményeiről és a hatásukról tudomása lett volna. Száz évvel ezelőtt a mangán és a szilícium szerepét legfeljebb sejthették; ezt Kerpely a következőképpen fejezte ki: „*A silícium és mangán befolyása kevésbbé közvetlen, mint inkább közvetett.*" A két elem jótékony hatására mintegy fél évszázaddal később derült fény, amikor az acél oxigéntartalmának meghatározására alkalmas készülékek első példányait elkészítették. Ekkortájt vált ismeretessé az is, hogy a mangánnak a kéntartalom megkötésében is része van.

A szilícium- és mangántartalomnak az acél minőségét javító hatására hivatkozva, a továbbiakban talán elsőként fogalmazza meg a jó acél gyártásának ma is érvényes, lényeges feltételét: „*A meleg törőpróbából következtetések vonhatók a frissítés alatti hőmérsék befolyására, a műfolyamat miképi lefolyására.*" Kiemeli, hogy — mai kifejezéseket használva — jó minőségű acélt „*heves dekarbonizáló folyamat, erős fövés eredményeképpen kaphatunk. E körülményből tűnik ki leginkább, hogy miért alkalmasabb a heves frissítésből, tehát túlizzított nyersvasból készülő Bessemer-aczél alakos öntésre, nem különben, hogy miért alkalmas e czélra a heves kezelés mellett készülő lángpestaczél, mely a tégelyaczélt pótolni leginkább van hivatva.*"

Kerpelynek ezek a következtetései messzire előremutatók. Egyszerű eszközökkel, időt rabló elemzésekkel jutott el idáig. Kísérleteit ma pontosabb eszközökkel végezhető mérések, vizsgálatok helyettesíthetik. Kéktörő próbája ma is használatos, néhány éve pedig szabványos vizsgáló módszer.

Selmecbányai tanári működésének éveiben a vasúti sínek minőségének kérdésével többször is foglakozott. Kísérleteinek eredményét nagyobb olvasótáborra számítva, nem akadémiai kiadványban jelentette meg, hanem magyarul a Bányászati és Kohászati Lapokban, ezenkívül pedig még német kiadásban is [9]. De egyik akadémiai közleményében is visszatért erre az akkoriban jelentős kérdésre; a [10] alatt felsorolt tanulmányában a kérdést a sínacél gyártásának oldaláról közelítette meg.

Gyakran tapasztalták ugyanis, hogy az egy SM-adag anyagából hengerelt sínek, amelyeket egyforma minőségűnek véltek, az átvételi vizsgálatkor nagyon különböző módon viselkedtek: egy részük károsodás nélkül elviselte a használatos dinamikus hajlítókísérletet, más részük pedig az első ütésre ridegen kettétört.

A rejtélyesnek látszó ügy felderítése céljából hazai SM-üzemekben gyártott négy adagból hengerelt sínekből a hajlító vizsgálathoz elegendő hosszú darabokat szerzett be. Az egyik adag anyagából négy, további három adagból pedig két-két próbadarabot vetett alá a hajlító vizsgálatnak. Az alátámasztás köze egy m volt, az igénybevételt pedig 7,5 m magasból lezuhanó 500 kg tömegű vaskolonc keltette. A hazai acélgyártóknak ekkor még nagyon kevés tapasztalatuk volt, különösen az adagok végső kikészítése volt kezdetleges.

A sínek vizsgálata avval az eredménnyel járt, hogy az első adag négy próbája közül kettő, a többi három adag próbái közül pedig egy-egy az első ütésre ridegen eltört, a többiek azonban legalább az első ütést elviselték, némelyik még a második ütésre se tört el.

A négy adagból származó próbák fele tehát kellően szívósnak, azok másik fele pedig ridegnek bizonyult. A baj okát az összes próbák anyagának elemzésével törekedett felderíteni. Azt találta, hogy az egy adagból származó próbák összetétele, különösen azok foszfortartalma jelentősen különbözik egymástól. Az egy adagból vett négy sínpróba foszfortartalma 0,13 és 0,20% között változott, de még a kéntartalmuk is 0,04 és 0,10% között.

A továbbiakban helyes magyarázatát adja, hogy a 3—4 t súlyú, kis adagok összetétele miért lehet ennyire különböző. „*Az aczélkemenczék olvasztó tere ugyanis szokott módon lejtős lévén a csaplyuk felé, annak táján a megömlött aczél sokkal vastagabb rétegben gyűl össze, mint a szemben fekvő, a munkaajtóhoz közel eső oldalon; amaz tehát az ajtón vagy annak oldalrésein beáramló légáram oxydáló hatása elől biztosítva van, holott az utolsó, éppen vékony rétegű olvadék folyton eme hatás alatt áll. Carbon, silicium, mangán, kén, phosphor mind kisebb-nagyobb és változó mértékben változásokon mennek keresztül, amint az egyes fémrétegek közelebb vagy távolabb esnek a munkaajtótól. A kész terméket közvetlenül a mintákba folyatják, melyek a csaplyuk alatt hosszirányosan elhaladó szekeren állanak E csapolásmód hiányos voltát már régen felismerték és az által szüntették meg, hogy az előbb jól megkevert kész terméket üstbe eresztik és csak az üstből öntik körben vagy hosszirányosan felállított mintákba.*"

A leírásból könnyen kiolvasható javaslatát hamarosan minden hazai acélműben megvalósították.

Évtizedekkel később derült ki, hogy Kerpely a sínek ridegségének okát a súlságosan nagy foszfortartalomban helyesen ismerte fel. Ezt kiváló megfigyelő készségének köszönhette. A sínpróbák anyagából vett forgács oldásakor ugyanis észrevette, hogy a szívós sínek anyaga hígított salétromsavban símán teljesen feloldódott, a rideg sínek anyagának oldásakor pedig üledék maradt, amely csak nehezen, ismételt főzéskor oldódott Az üledéket külön is megvizsgálta és azt foszforvasnak találta.

Nehezebb, Kerpely idejében megoldhatatlan feladat lett volna magyarázatot találni arra a kérdésra, hogyan és miért kerül foszforvas a sínek anyagába. Kerpely azt gondolta, hogy a sínek anyagában kétféle foszfor lehet. Egyik változata a betét anyagaival kerül a kemencébe és a kész

acélba, a másik része pedig a munkaajtókon beáramló levegővel érintkezve oxidálódik, aztán ismét redukálódik. A ridegséget nézete szerint a foszfor utóbbi változata okozhatja. Ma azonban, minthogy ismerjük a Fe-C-P ötvözőrendszer egyensúlyi diagramját [11], a jelenség magyarázata sokkal egyszerűbb. 0,1%-nál több foszfort tartalmazó acél austenitjének átalakulása Fe_3P foszfid kiválásával kezdődik meg és ez az austenitkristályok határán jelenik meg. A foszfidháló rideg és ha elég folytonos, az acélt is rideggé teszi. Kerpely sínpróbáinak egy része 0,15%-nál is több foszfort tartalmazott és ez bőven elegendő a folytonos foszfidháló kialakításához. A 0,1—0,15% foszfortartalmú sínek anyagának austenitje finomabb szemnagyságú lehetett vagy a lehűlés volt aránylag gyors; ilyenkor folytonos foszfidháló nem jön létre.

A kincstári vasgyárak központi igazgatóságának vezetője

1881 elején Kerpely Antal életének útja újabb fordulatot vett. Február 3-án az uralkodó aláírta kinevező okiratát a kincstári vaskohászat központi igazgatóságának vezetőjévé. Pár nap múlva az okiratot a következő szavak kíséretében vehette át „*Most már megtehetsz mindent, amit jónak látsz, csak pénzt ne kérj.*" Ez nem hangzott éppen biztatóan, mert a vasgyári berendezések akkor sem voltak olcsók.

A kinevezés előzménye egy előző évi kormányhatározat volt. Éppen Kerpelynek kritikus szemmel írt műveiből ismeretes volt, hogy az állami vasgyáraink elhanyagolt, siralmas állapotban vannak, a működésük pedig gazdaságtalan. A helyzet megjavítása, az üzemek korszerűsítése érdekében központi irányító szerv létesítése látszott szükségesnek, minden szükséges intézkedés megtételére alkalmas, nagy hatáskörrel. Ennek a központi igazgatóságnak megszervezését és további irányítását kívánták Kerpely Antalra bízni.

A kormány választása könnyen érthető: Kerpelynél alkalmasabb személyt nem is találhattak volna. Jól ismerte nemcsak valamennyi hazai üzemünket, hanem a tanulmányútjain úgyszólván egész Európa minden számottevő vasgyárát és azok neves szakembereit megismerte. 1866-ban a német, 1869-ben ismét a német és a francia, 1872-ben az angol és svéd üzemekben járt, 1880-ban pedig Essenben hosszabb ideig tanulmányozta a Krupp-művek Bessemer- és Thomas-konvertereinek működését. Az osztrák vasgyárakban többször is megfordult.

Utazásairól feljegyzésekkel, vázlatokkal tért haza. „*A gyakorlat kiélesítette megfigyelő és memoráló képességemet. Ha valamely kohótelepen még oly gyorsan vezettek is keresztül, kikerülve azonnal odavetettem a berendezések elhelyezési és csoportosítási vázlatát. Számadatokat, ha eredeti feljegyzésekbe betekintést engedtek, legnagyobbrészt megtartottam, míg észrevétlenül feljegyezhettem.*" Utazásai, az azokról írt beszámolói, főleg pedig a [3] alatt említett könyvsorozata révén egész Európában ismert és elismert szaktekintély volt.

Az 1874. évi bécsi világkiállításon találkozott először a Siemens-módszerrel készült acélgyártmányokkal. Lesujtó véleményt nyilvánított róluk, különösen a szilárd tüzelőanyaggal fűtött kemencében készültekről. Mint a módszer ellenzőjét, őt küldték ki Birmingham-be, hogy az ottani kemencékben gyalári vasércből petrozsényi kőszénnel kísérleti adagokat gyártson. Ezek a kísérletek is sikertelenek voltak, de érdekes következményük volt itthon. „Első, ki a (Siemens-féle, de már gázzal fűtött) kemenczéknek fontosságát a barnaszénre utalt magyar vasiparra nézve felismerte, *Borbély L.* salgótarjáni vasműigazgató volt. Tanácsomra szabadalmat vett a gázkavaróknak általa módosított gázcsatornáinak szerkezetére és csakhamar a barnaszéngázzal fűtő kavarókemencze Salgótarjánban gyakorlati megoldást nyert. E biztató eredményektől sarkalva ... hazai vasgyáraink majdnem mind meghonosították ... a gázzal való regeneratív tüzelést forrasztó, izzító és más kohászati tüzeléseknél általában". Ebben burkoltan benne foglaltatik, hogy Kerpelynek abban is része volt, hogy az acélgyártó lángkemencéket ilyen tüzeléssel látták el.

Amikor a felállítandó központi igazgatóság vezetésével meg akarták bízni, az előzetes tárgyalások, Kerpely részéről pedig a tanakodás, hogy elvállalja-e a felkínált megbízást, hónapokat vett igénybe. „*Bizalmasaimmal Selmecbányán tanakodtunk és végre arra a meggyőződésre jutottam, hogy a kitüntető megbízást okvetlenül el kell fogadnom, mert ha visszautasítom, én, aki annyira kikeltem a kincstári vasgyárak gazdálkodása és elmaradottsága ellen, jogosan azt a gyanút kell, hogy felkeltsem, mintha nem éreznék bátorságot a gyakorlat terén megvalósítani a papíroson több ízben hangoztatott reformokat.*"

A döntés főleg azért eshetett nehezére, mert a megbízás elvállalásakor természetesen le kellett mondania a selmecbányai tanszékéről, az ott kialakított kísérleti-kutatói lehetőségről. Munkásságának egészen új irányba kellett fordulnia. „*Az igazgatóság megszervezése, a hatáskör megszerkesztése, a személyzet összeválogatása és kinevezése április 1-re megvolt és az igazgatóság működése megkezdődött.*"

Terveit még a kinevezés megtörténte előtt kidolgozta és azokat az illetékes miniszter teljes egészében jóváhagyta. Ezeket a terveket a Magyar Mérnök és Építész Egylet kassai vándorgyűlésén 1881 őszén a nyilvánosság előtt ismertette.

Tervei végrehajtásához haladéktalanul hozzálátott. Első teendőjének azt tartotta, hogy a tíz kincstári üzemben rendet teremtsen. Zólyombrézón megszűntette a vasúti sinek gyártását, helyette ott létesítette a Monarchia első, hengerelt csöveket gyártó üzemét, felhasználva a Riesa-ban 15 évvel korábban szerzett ismereteit. A Diósgyőrt nyersvassal ellátó tiszolczi nagyolvasztókat nagyobb teljesítményű fúvógépekkel, léghevítőkkel és adagfelvonókkal látta el, jelentősen megnövelve a termelésüket. Kisgaramon (Róniczon) megszűntette a nyersvasgyártást; ez az üzem öntödeként működött tovább; itt készítettek Magyarországon először lágyított öntvényeket. Kudsiron tégelyacélt gyártó üzemet létesített; itt képezték ki a később Diósgyőrött működő tégelyacél-üzem szakmunká-

sait is. Két üzemet, amelynek sem érce, sem tüzelőanyaga nem volt, de vasúti összeköttetése sem, nevezetesen a fehérpataki és a sebeshelyi üzemeket, megszűntette.

A legtöbb figyelmet a gyalári vasérctömeg mielőbbi hasznosítására fordította. A Vajdahunyadra telepítendő kohóüzem tervezésével már sokkal korábban is foglalkozott. A végleges terv azonban csak most készült el. A tervnek minden jelentős részlete Kerpely agyából született. Gyalárról a vasércet drótkötél-pályán juttatták a kohótelepre. Az erdőkben termelt faszenet ugyancsak drótkötélen szállították Gyalárra, onnan pedig Vajdahunyadra. 1882 tavaszán már teljes folyamatban volt az építés, mind a kötélpályán és az iparvasutak vonalain, de már folyt a vajdahunyadi vasgyár telepítése és a többi kincstári vasgyárak korszerűsítése. „*Az új kohótelepen az első, faszénnel járó vasolvasztó 1882-ben kezdett termelni, a második 1883-ban. Az ország azonban még ezután is jelentős mennyiségű nyersvas behozatalára szorult, ezért 1891-ben egy harmadik, 1895-ben pedig egy jóval nagyobb, koksszal járó olvasztó építésére került sor.*"

A vajdahunyadi gyár építéséhez Kerpey nagyon kevés állami pénzt kapott; a hiányzó részt két hazai banktól 25, majd 35 évi törlesztésre sikerült megszereznie. A negyedik nagyolvasztó építésére például mindössze százezer Ft-ot kapott az államtól. „*Bele is került a kokszolvasztó telepe közel egy millió Ft-ba. Meg is ért ennyit, mert nem csak csökkentette a külföldi nyersvas beözönlését és ellátta a diósgyőri államvasúti aczélgyárat annyi nyersvassal, amennyit csak akart, hanem a kincstári vaskohászat veszteségeit is egy csapással tetemes és tartós nyereséggé változtatta.*"

A vaskohászati termelés fokozását célzó intézkedésekre nem a legszerencsésebb időben került sor: egy bécsi bank bukása nyomán két-három évig tartó gazdasági válság söpört végig egész Európán a szokásos kísérőjelenségekkel, többek között a vas- és acéltermelés átmeneti csökkenésével és az árak lemorzsolódásával. Ellenfelei ezt is felhasználták ellene, hogy gáncsot vessenek különösen a vajdahunyadi gyártelep építésének útjába. „*Sok keserűség, sok bosszúság ért azon körülménytől fogva, hogy Andrássy Manó gróf gömörmegyei vasolvasztóműveit féltette az új kincstári olvasztóktól. A pénzügyi bizottságban* (az országgyűlés ilyen bizottsága értendő) *többször felszólalt a kohók építése ellen s kemény támadásokat intézett ellenem, én sem enyhén mondtam el czáfolataimat és a napi sajtóban megindult, mindjobban elmérgesedett polémia után színleg kibékültünk azon feltétel alatt, hogy több új olvasztót nem építek.*" Ez a vita 1890 táján folyt le; öt-hat évvel később, amikor a negyedik nagyolvasztó építéséről volt szó, a vita már nem újult fel.

A két súlyos bajokkal és hiányokkal küzködő üzemnek, a fehérpatakinak és sebeshelyinek megszüntetése ellen a bányahatóságok vették fel a harcot. „*Az egyes bányaigazgatóságok becsület vagy tekintélybeli dolognak tekintették, lehetőleg sok gyár felett rendelkezni s ezért alig volt rá eset, hogy az igazgatóság kerületében vasgyárat vagy hámort önszántából megszüntetett volna. Ez az 1881-ben életbe léptetett igazgatóságnak volt fenntartva. Erélyesen el is járt megbízatásában.*"

Kerpely, a közgazdász

Kerpely a véleményét, álláspontját mindig meg tudta védeni és azok védelmében nem ismert fáradságot, a terveit pedig hatáskörénél fogva meg is tudta valósítani. Ez szerencsés dolog volt, mert elgondolásai, javaslatai utólag mindig helyesnek bizonyultak. Azokra a támadásokra, amelyeket az 1882. évi gazdasági válság ürügyén sokan hangoztattak, a [12] közleményben adott kielégítő választ. Felhasználva az 1882. évi, már pontosan ismert termelési és fogyasztási adatokat és figyelembe véve a termelésnek 1883-ban várható növekedését, a kivitelt és behozatalt, arra az eredményre jut, hogy a következő években „*172 000 tonna vas- és aczélszükségletünk fedezéséhez 125 000 tonnával fogunk hozzájárulni és hogy nyersvasszükségletünk addig, amíg ócska sínek állnak rendelkezésünkre és a gépipar nagyobb fejlődésnek nem indul, saját olvasztóink által fedezhető lesz. E szerint körülbelül 47 000 tonna vas és aczél ezentúl is külföldről fog behozatni és ennek nem is vehetjük elejét egyhamar, sem új vasművek építése, sem a meglevőknek kibővítése által; és megnyugtatásukra szolgál, hogy vasgyáraink jól el legyenek foglalva, a következő években is.*"

Külön kiemeli, hogy a kincstári gyárak „*nemcsak, hogy versenyre nem kelnek magániparunkkal, hanem összes vas- és gépiparunknak tagadhatatlanul kitűnő szolgálatot tettek a múltban és jelenben, és a jövőben sem fogják megérdemelni azon szemrehányásokat, melyekkel egyesek tájékozatlanságból vagy önérdekből annyi előszeretettel illették.*"

Olyan vád ellen is védekeznie kellett, hogy a vajdahunyadi első három nagyolvasztót faszénnel járatja. „*Nagy befolyású egyének, kik, mint mindenben úgy a vasiparban is szakértőknek tartják magukat és fájdalom sokaktól el is ismertetnek, azt hangoztatják, hogy túl vagyunk azon időn, melyben növényi tüzelővel vasat készíteni szabad, ezen urak véleménye szerint tehát faszénnel tüzelő vasfinomítóinkat le kellene romboltatni és vasiparunkat szomszéd uraiméknak prédául átengedni.*"

A védekezésében felvetett gondolatai száz évvel ezelőtt helytállóak voltak, ma azonban nyilván ő maga sem folyamodnék azokhoz. *Négy millió kataszteri hold erdőterületünk van, ennek több, mint a fele csak tüzelőanyagként felhasználható bükkös. Sok erdőnk a vasútvonalak közelében van, a vasút pedig a fát olyan olcsón szállítja, hogy a Szepes- vagy gömörmegyei olvasztók akár Ung- vagy Zemplénmegyéből szerezhetik be a tüzelőjüket.* Így „*az évtizedeken át teljességgel parlagon hevert és éppenséggel semmit sem jövedelmezett rengeteg erdőterületek jövedelmeznek a birtokosaiknak és az államnak, adóképessé téve a szegény, eddig kenyérkereset nélküli lakosságot. A faszénnel tüzelő vasolvasztók ezek után nem gáncsolást, hanem minden szakértő és jó hazafi támogatását érdemlik meg.*" Röviden még azt is megemlíti, hogy a faszénnel olvasztott nyersvas jó minőségű és ezért keresett termék.

Akkortájt kokszot külföldről, legközelebb Szilé-ziából kellett volna behoznunk. A szállítás költségei miatt ez a tüzelőanyag legfeljebb az ország északnyugati határa közelében levő kohók számára jöhetett szóba, az erdélyi kohók távol esvén, rá voltak utalva a faszénre.

1867 után Magyarország lassú gazdasági fejlődésnek indult. Közel két évtized múltán, 1885-ben, elérkezettnek látszott az idő, hogy a már elért eredményeket a nyilvánosságnak Országos Kiállításon mutassák be. Ezen a kiállításon, mint fontos iparág, a vaskohászat előkelő helyet foglalhatott el. A Kerpely vezetése alatt működő központi igazgatóság is bemutatta a négy év alatt végrehajtott intézkedései hasznos eredményeit. A régen ismert, hagyományos termékeken kívül a négy év folyamán meghonosított termelő ágazatok gyártmányait is kiállította. A kiállítás vasipari részéről Kerpely szakszerű ismertetést közölt [13], amelyben a végrehajtott korszerűsítések hasznos voltát kellően hangsúlyozta. Ez a közleménye inkább azért jelentős, mert 11 évvel később, a millennium évében rendezett nemzetközi Bányászati, Kohászati és Geológiai kongresszuson tartott előadásában a vaskohászat további fejlődését az 1885. évi helyzettel összehasonlítva értékelte [14]. A szóban forgó évtized alatt a világ nyersvastermelése megközelítően 40%-kal, acéltermelése pedig 60%-kal növekedett, Magyarország megfelelő értékei pedig 25, ill. 40%. A hazai vaskohászatnak korábbi stagnálásához vagy roppant lassú fejlődéséhez képest valóban tekintélyes nagyságú számok. Értékelését a következőképpen fejezte be: „*Igaz ugyan, hogy azon szaktársainkra, kik az iparországok tízszerte vagy húszszorta nagyobb termelésekhez vannak szokva, mint tisztelt vendégeink nagyobb része, az itt közölt magyarországi termelések nem fognak mély benyomást gyakorolni, de ha felhívom becses figyelmüket azon haladásokra, amelyeket csak az utóbbi tíz év alatt tettünk, lehetetlen, hogy még közönyösek maradjanak fejtegetéseinkkel szemben.*"

Még a 80-as évek gazdasági válságához kapcsolódik egy további és hosszú életű alkotása, az 1885-ben megkötött ún. vasegyezmény. A válság következtében ugyanis „*a vasipar Európa-szerte válságos helyzetbe jutott és a hazai vasgyárak, úgy mint az osztrák gyárak élet-halálharcot vívtak egymással. A kölcsönös verseny folytán a vasgyári termékek árai olyan alacsonyra süllyedtek, hogy kisebb, tőkeszegény gyárak jobbnak látták az üzemet vagy szűk korlátok közé szorítani vagy teljesen megszüntetni.*" 1885 elején a Rimamurány Salgótarjáni Vasmű RT a legnagyobb osztrák vállalatokkal az áldatlan állapot megszüntetése céljából tárgyalásokat kezdett. Sok fondorkodás és kemény viták végén létrejött egy kartellszerződés tervezete. Ekkor azonban már az állami vaskohászatnak is jelentős szerepe volt a vaspiacon. A szerződéshez az állami vaskohászat képviselőjének, vagyis Kerpely Antalnak is hozzá kellett járulnia. A hatásköre erre is kiterjedt. Felismerve a szerződés várható kedvező következményeit, csatlakozott ahhoz és az állami vaskohászat nevében aláírta. A szerződés három évre szólt, annak elteltével évente megújították.

A szerződés legfontosabb következményeként megszűnt a túltermelés és ezzel nemcsak a magyar, hanem az osztrák vasgyáraknak öldöklő versenye is. Az egyes vasfajták és termékek legkisebb árai nagy büntetések terhe alatt kötelezők voltak a szövetkezet minden tagjára. Némi bonyodalmat csak a vidéki piacokra szánt áruk fuvarköltsége okozott, de a szerződés védelme alatt még a kisebb üzemek is zavartalanul termelhettek. „*A hatalmas tőkéjű nagy vasgyárak versenye többé nem zavarhatta őket.*"

Önéletrajza evvel a most idézett mondattal zárul, miután megemlíti, hogy az 1885-ben kötött egyezmény az utolsó sorok leírásakor, 1905 júliusában is érvényben van.

Kézzel írott önéletrajzát majdnem két évvel a halála előtt evvel befejezte. Az önéletrajz közlését *Barlai Béla* a következő szavakkal kezdi: „*Kerpely Antal élete korszakot jelent a magyar vasipar történetében. Pusztuló vaskohászatunkat ő mentette meg, ő teremtette újjá, ő tette magyarrá.*"

IRODALOM

[1] *Kerpely A.:* A vas chemiai alkata és keménysége közötti vonatkozások. Ért. a term. tud. köréből 8 (1878),9.

[2] *Krassai lovag Kerpely Antal önéletrajza.* Közli *Dr. Barlai B.* BKL 49 (1916) 197 és 228.

[3] *Kerpely A.:* Berichte über die Fortschritte der Eisenhüttentechnik im Jahre 1864. Leipzig, 1866. Évente további kötetek 1896-ig.

[4] *Kerpely A.:* A vaskohászat gyakorlati és elméleti kézikönyve. Selmecbánya. 1874.

[5] *Kerpely A.:* Magyarország vaskohászata, annak jelene és jövője. BKL 5 (1872). Das Eisenhüttenwesen in Ungarn, sein Zustand und seine Zukunft. Leipzig. 1872.

[6] *Kerpely A.:* Magyarország vaskövei és vasterményei, különös tekintettel a vas chemiai és physikai tulajdonságaira. Az OMBKE kiadása. Budapest. 1877.

[7] *Kerpely A.:* Folyékony cyánsó vas-nagyolvasztóból. Ért. a term. tud. köréből 8 (1878), 5.

[8] *Kerpely A.:* Az aczél megkülönböztető jelei (indított tömecsű állapotban, meleg törőpróba). Ért. a term. tud. köréből 9 (1879), 11.

[9] *Kerpely A.:* A vaspályasínek főbb tulajdonságaira vonatkozó kísérletek és tanulmányok. Klny. a BKL-ból, 1878.

[10] *Kerpely A.:* Adatok a Martin-aczél tulajdonságainak ismertetéséhez. Ért. a term. tud. köréből 10 (1880), 4.

[11] *Verő J.:* Az ipari vasötvözetek metallografiája. I. köt. Budapest. 1960. Akad. Kiadó.

[12] *Kerpely A.:* A magyar vasipar jövője (a következő tíz évben). Ért. a nemzetgazd. köréből 2 (1884), 5.

[13] *Kerpely A.:* Magyarország vasipara az Országos Kiállítás idejében. Ért. a nemzetgazd. köréből 3 (1885), 7.

[14] *Kerpely A.:* Vaskohászatunk a millennium idejében. Előadás 1896 szeptemberében. Ugyanevvel a címmel: *Verő J.:* BKL Kohászat 111 (1978), 391.

Az értékelemzés alkalmazása törőüzemi beruházás előkészítés során

DR. IVÁNYI ATTILA okl. gépészmérnök, a közgazdaságtudományok kandidátusa
Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem

DK: 658.152.011.47 334.744.2.669.046.516

A szerző módszertani szempontból általánosítható eljárást mutat be a közelmúltban Salgótarjánban lefolytatott ötvözetgyári beruházás értékelemzéses tervezéséről.

A törőüzemi beruházás általános ismertetése és a fejlesztés főbb célkitűzései

Az értékelemzés eredményesen alkalmazható technológiák, illetve termelőberuházások hatékony formában történő megtervezéséhez. A következőkben részleteket mutatunk be egy ilyen típusú elemzésből, melynek segítségével az elemző team jelentős mértékű beruházási költségcsökkentést tudott megalapozni.

A szóban forgó törőüzemi beruházás műszaki célja évi 23,3 ezer tonna különböző típusú ötvözőanyag meghatározott szemnagyságokra törése. A berendezések átbocsátóképességét úgy kell méretezni, hogy — az egyenetlen vasúti beérkezések ellensúlyozása végett — alkalmas legyen napi 450 tonna ötvözőanyag törésére is.

A gazdasági célkitűzések elsősorban a rendelkezésre álló 35 millió forintos beruházási költségkeret hatékony felhasználásához kapcsolódnak. Miután a nagyvonalú előzetes tervvariációk megvalósítása mintegy 48 milliós tényleges költséget jelentett volna, igyekezni kellett a költségcélos értékelemzés szemléletét alkalmazva megközelíteni a 35 millió fejlesztési keretet. Ennek legfőbb útja az egyes technológiai műveleteket megvalósító funkcióhordozók (gépek, berendezések stb.) műszaki-gazdasági optimumra törekvő kiválasztása és az egyes keresztmetszetek kapacitásának közelítő összehangolása. Figyelembe kellett ezen kívül venni a terepadottságokat, a vonatkozó hatósági (MÁV, ÉVM, PM stb.) előírásokat és a nehéz fizikai munka csökkentésének igényét, illetve a technológiai folyamat magas termelékenységi színvonalát, éppen az e területen jelentkező munkaerőgondok enyhítése céljából.

A fejlesztés világosan megfogalmazott célkitűzései fontos iránytűt jelentettek a munkacsoport számára az egyes változatok vizsgálata során.

A felhasznált elemző módszer rövid ismertetése

A törőüzemi beruházástervezést értékelemzéses szemléletmóddal igyekeztünk koncepcionális szinten megalapozni. Ennek lényege a technológiai funkcióknak és az ezekhez tartozó ráfordításoknak a kedvező kialakítására való törekvés. Az értékelemzéses beruházástervezés során tehát a technológia haszonhatáselemeit megjelenítő funkciók és a funkcióköltségek viszonyát elemeztük a sokoldalú (műszaki-gazdasági, vállalatpolitikai stb.) optimumot megközelítő döntés előkészítése céljából.

Ebben a logikai rendszerben funkciónak az egyes technológiai műveletek rendeltetésszerű feladatát, működését tekintjük. A beruházó (Ötvözetgyár) részére tehát a törőüzemi objektum hasznossága rendre az egyes funkcióteljesítésekben nyilvánul meg.

Funkcióköltség alatt az illető technológiai tevékenység teljesítéséhez szükséges élő- és holt munka ráfordítások pénzben kifejezett értékét értjük. A beruházási objektum létrehozásának költségei tehát felbonthatók funkcióköltségekre.

Az értékelemzéses beruházástervezés szemléleti rendszerében minden technológiai (működési) funkciót olyan konkrét megoldással igyekeztünk megvalósítani, hogy a $\frac{\text{funkció}}{\text{költség}}$ = értékesség formában értelmezett elemi hatékonyság maximális legyen. Természetszerűleg mind a funkcióteljesítés színvonalának értékelése (minősítése), mind a funkcióköltségek számbevétele összetettebb feladatot jelentett, mint a szokványos termékelemzések alkalmával. A technológiai funkciók teljesítésének színvonala ugyanis rendszerint nemcsak néhány kvantifikálható paraméter tükrében, hanem számos egyéb (pl. minőségi jellemzők, termelékenységi szint, balesetmentesség stb.) tényező alapján ítélhető csak meg. Ugyanígy sajátos problémákat vetett fel a funkcióköltségek teljes körű számbavétele.

Az értékelemzéses beruházástervezés jellemző vonása, hogy az objektumot nem egészében, hanem funkcióiban szemléli. A funkciókat pedig mindig megvalósításuk költségével összefüggésben vizsgálja és alakítja olymódon, hogy szükséges mértékű teljesítésük mellett a funkcióköltségek minimumát igyekszik megközelíteni. Az optimális értékességű beruházási objektum esetében valamennyi (F_i) technológiai (működési) funkciót minimális költséggel (K_i) teljesítjük az igényelt mértékben. Az optimális beruházási objektumot tehát optimális értékességű elemi $\frac{\text{„funkció } (F_i)\text{”}}{\text{költség } (K_i)}$-párok kombinációjával állíthatjuk elő. Az értékelemzés alapján végzett beruházástervezés menetének főbb logikai lépéseit az *1. táblázatban* szemléltetjük.

A beruházási lánc optimalizálása tehát zárt logikai rendszerben történik. Ennek során felhasználunk minden olyan módszert, amely alkalmas az optimális beruházási lánc létrehozatalára.

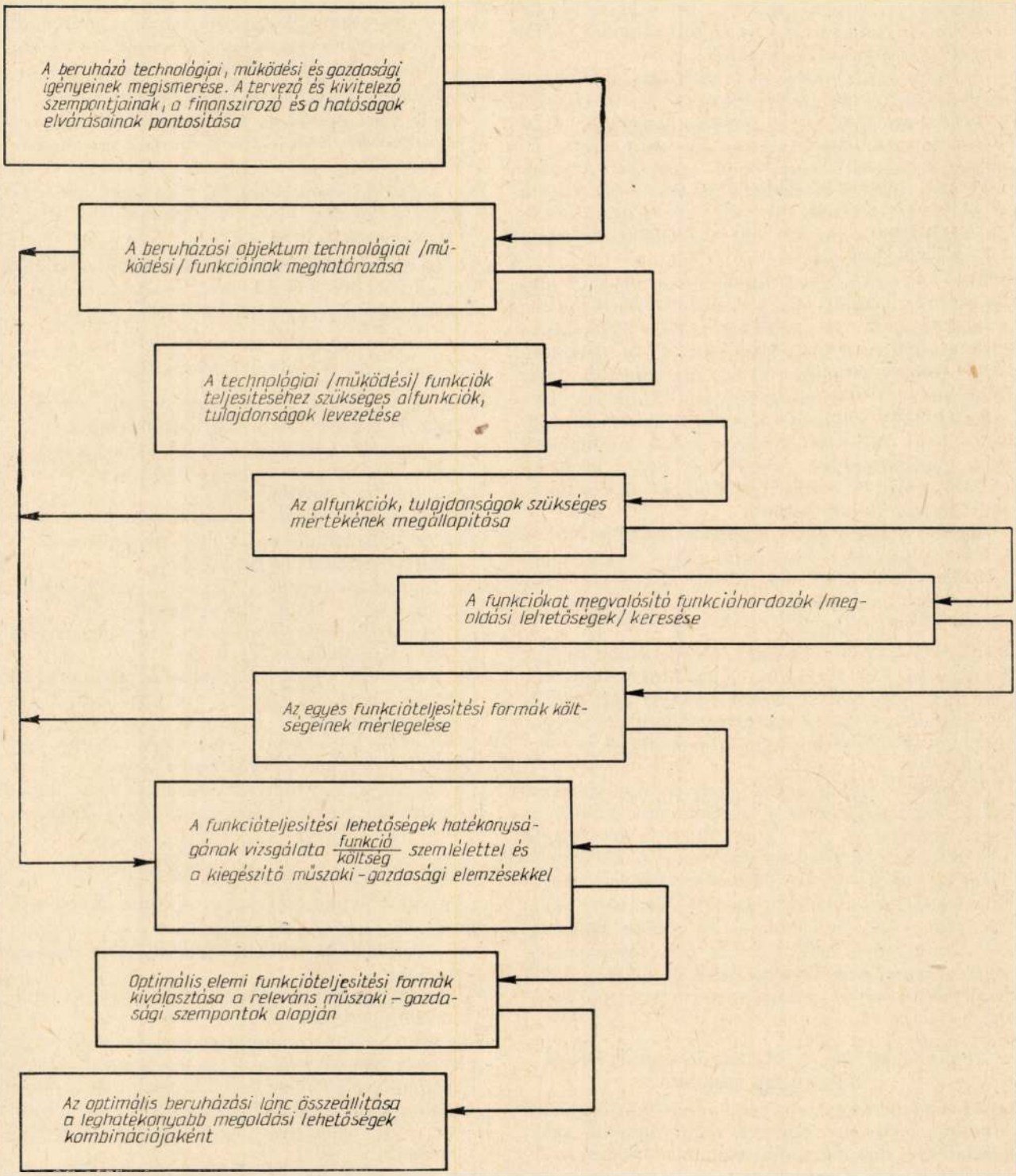
Esetünkben elsősorban a konkrét műszaki-technológiai számításokra, egyes optimumkeresési, öt-

letkeltő, gazdaságosságszámítási módszerekre és egyéb műszaki-gazdasági megfontolásokra gondolunk.

Az értékelemzés 1. táblázatban bemutatott beruházástervezésre adaptált logikai algoritmusát eredményesen lehet felhasználni a beruházások hatékony formában történő megtervezéséhez. Ezáltal esetünkben is jelentős mértékű beruházási költségcsökkentést lehetett elérni a technológiai igények kellő szintű kielégítése mellett.

A beruházástervezés bemutatott logikai lépéseivel kapcsolatban megemlítjük, hogy az igényelemzést csak az ún. többlépcsős igénysor feltárásával tudtuk megoldani, hiszen a beruházási folyamat komplex jellegéből következően nemcsak a termék előállítási szempontjait kellett mérlegelnünk, hanem a finanszírozó Lenin Kohászati Művek és a közreműködők (tervező és kivitelező), továbbá a különböző hatóságok elvárásainak is eleget kellett tenni. Ilyen szempont volt például a Lenin Kohászati Művek mennyiségi követelménye, készletezési igénye és esővédelmi előírása. Emellett

1. táblázat



természetszerűleg az ötvözetgyári specifikus vállalatpolitikai szempontokat (például a nehéz fizikai munka, illetve a munkaerőigény csökkentését, a rövid átfutási idő követelményét stb.) is szem előtt kellett tartani.

A beruházási objektum koncepcionális szintű megtervezése közben a technológia elsőbbségéből indultunk ki, vagyis abból a meggondolásból, hogy a granulátum előállítását célzó technológiai lépések — ezen belül az anyagmozgatás, törés, osztályozás és egyéb működési funkciók — fontosabbak, mint az ún. statikus jellegű funkcióhordozók (például az épület, tetőszerkezet stb.) kérdése. Az ötvözőanyag-átalakítást ugyanis a működési funkciók szolgálják. Ebből következően a működési funkciók fő-, az építési funkciók pedig mellékfunkcióknak tekinthetők.

A technológia működési funkcióinak a szabatos meghatározása döntően kihatott a tervezéssel szembeni követelmények megfogalmazására. A létesítendő technológia pontos ismerete nélkül optimális beruházási tervezés nem végezhető. Ugyancsak nem célszerű értékelemzéses tervezést végezni a környezeti feltételek, vállalati csatlakozások, anyagbeérkezési módok, hatósági előírások precíz figyelembevétele nélkül.

Mint a későbbiekben bemutatásra kerülő funkciósémából kitűnik, nagy gondot fordítottunk a technológiai fő- és mellékfunkciókat megvalósító alfunkciók (elemi funkcióteljesítések) és tulajdonságok teljes körű meghatározására, továbbá a már számszerűsített formában megjelenő funkciók megvalósításának szükséges mértékére is. Ez a módszer tehát követte a beruházások többlépcsős funkciómegállapítását, vagyis azt, hogy „kívülről-befelé" haladva célszerű a funkciókat tisztázni, rendszerezni és pontosítani.

Miután minden egyes funkciót többféle módon is lehet teljesíteni, fontos munkalépés volt a gazdaságosnak ítélt funkcióhordozók feltárása. Ezek közül azután $\frac{\text{funkció}}{\text{költség}} \rightarrow \max.$ szemlélettel és a kiegészítő műszaki-gazdasági elemzésekkel tudtuk kiválasztani az optimális elemi funkcióteljesítési formákat. Ezek szintéziséből született meg azután az általunk optimálisnak tartott beruházási lánc, amelyet telepítési koncepció formájában is megterveztünk.

Végezetül megjegyezzük, hogy miután az elemzés a beruházástervezés időszakában zajlott le, így a munka az ún. Value Engineering (értéktervezés) csoportjába sorolható. Ez a körülmény azért figyelemre méltó, mert a tapasztalat szerint minél előbb alkalmazzuk az értékelemzést, annál nagyobb a költségcsökkentés lehetősége. Esetünkben, amikor még csak a tervkészítés fázisában járunk, minimális változtatási költség mellett nyílik mód megvalósítani valamennyi racionális javaslatot.

A beruházási lánc értékelemzéses tervezésének információs szakasza

Az értékelemzéses tervezést reális információkra kívántuk alapozni. Ezért a team illetékes szakterületekről delegált tagjai számos műszaki-gazdasági és hatósági információt munkáltak ki, illetve szereztek meg. Az alábbiakban specifikáljuk azokat a főbb kérdésköröket, amelyekben megbízható adatokhoz igyekeztünk jutni az elemzés későbbi fázisainak sikere érdekében.

A termékre vonatkozó információk:

— az aprítandó anyagféleségek specifikációja és az egyes anyagmennyiségek behatárolása, tonna/év dimenzióban,
— az importból beérkező nyers ötvözőanyagok szemcsenagysága, homogenitása és mechanikai jelemzői,
— az egyes granulált anyagfajtákra — ezen belül összetételükre, szemnagyságukra stb. — vonatkozó szabványok megszerzése,
— a vállalati vizsgálatok eredményeinek, úm.: az egyes anyagféleségek mechanikai jellemzőinek, a próbatörés kísérleti eredményeinek stb. pontosítása,
— a Lenin Kohászati Művek minőséggel és állagmegóvással (pl. az esővédelemmel) összefüggő elvárásainak tisztázása,
— a hasonló profilú külföldi kohászati vállalatok granulált ötvözőanyagokra vonatkozó adatainak megszerzése.

A technológiára vonatkozó információk:

— az egyes ismert technológiai lépések leírása, s ezek főbb paramétereinek megállapítása,
— az aprítási technológia főbb karakterei, az egyes tevékenységek nagyvonalú arányai, normaóraigényben kifejezve,
— a technológia végigvitelének kritikus műveletei, az esetlegesen igényelt különleges berendezések (gyártóeszközök) megállapítása,
— a termékminőséget alapvető meghatározó technológiai pontok elhatárolása,
— a technológia várhatóan szűk keresztmetszetei, illetve szabad kapacitásai,
— a különböző értékű technológiai berendezések (funkcióhordozók) várható kapacitáskihasználási színvonala,
— a porkeletkezés pontjainak megállapítása és a várható pormennyiségek behatárolása,
— a vasúti szállítmányok beérkezésének időbeli ütemezése, az ütemesség statisztikai jellemzői.

A beruházási láncra vonatkozó információk:

— az objektumra vonatkozó előtanulmányok adatai,
— a tervezőintézet által szolgáltatott előzetes anyagok,
— a beruházástervezés időbeli ütemezése, az egyes fázisok feladatai,
— a már korábban elindított ajánlatkérések, illetve megrendelések (pl. a törőgépekre vonatkozó megállapodás) műszaki-gazdasági adatai,
— a terepadottságok, illetve a beruházási objektum főbb behatároló méreteinek helyszíni felmérése,

— az objektum kivitelezésére, illetve üzembe helyezésére vonatkozó hatósági (KPM, ÉMÁM, ÉVM, PM, tanácsi, balesetvédelmi és tűzrendészeti) előírások pontosítása.

Gazdasági jellegű információk:

— a hasonló termékek gyártási költségei,
— a költségfelmerülés kritikus pontjai,
— a beépítésre tervezett elemek beszerzési árai, a főbb költségösszetevők szerinti bontásban,
— alternatív beszerzési források főbb költségjellemzői,
— az előtárolás és a késztermektárolás készletezési költségei,
— a beszerzés és szállítás feltételei,
— a vagonkirakást időben korlátozó MÁV előírások, illetve szankciók megismerése, az állásidők csökkentéséhez fűződő gazdasági érdekeltség megállapítása.

A felsorolt információk beszerzését, illetve kimunkálását tartottuk szükségesnek az értékelemzéses beruházástervezés szakszerű megalapozásához. Anélkül, hogy e helyütt ezek öncélú ismertetését megtennénk, utalunk arra, hogy a funkcióséma, a törőüzem telepítési koncepciójának kialakítása során, az optimális beruházási lánc felépítésének tárgyalásakor, és az egyes megoldási változatok műszaki-gazdasági értékelésekor hivatkoztunk a releváns adatokra.

A beruházási lánc tervezése funkcióelemzéssel

A beruházási objektumtól elvárt elemi teljesítéseket, s ezek kölcsönös logikai kapcsolatait a funkcióelemzés segítségével tártuk fel. Ebben a munkafázisban megszerkesztettük a beruházási lánc ideális teljesítményrendszerét, amelyet azután az egyes terv-alternatívák különböző mértékben lennének képesek kielégíteni. A funkcióséma segítségével ítélhető meg a konkrét megoldási változatok műszaki szempontból vett alkalmassága, a vonatkozó költségvizsgálat elvégzésével pedig funkciónként kiválasztható lesz a leghatékonyabb funkcióhordozó.

A *2. táblázatban* bemutatott funkcióséma tehát az ún. terv-állapot funkciórendszerét fejti ki, de ennek alapján értékelhető, sőt minősíthető lesz a véglegesen elfogadott tervvariáns műszaki megfelelősége is. A funkcióséma alapján nyilvánvaló, hogy a beruházási objektum bonyolult követelményeknek kell, hogy megfeleljen. Ezért az optimális felépítésű beruházási láncot csak oly módon hozhatjuk létre, ha rendre megtaláljuk az egyes funkciók teljesítésére alkalmas legkedvezőbb megvalósítási formát. Ezt a munka további fázisaiban igyekeztünk elérni.

A beruházási lánc kritikus pontjainak megállapítása

Bár a beruházástervezés során a funkciósémán levezetett mind a 16 funkciót létre kell hozni a kívánt mértékben, mégis súlyozottan foglalkoztunk egyik-másik követelmény hatékony megvalósításával. Néhány megoldás megválasztása ugyanis döntően befolyásolja a költségek alakulását, ráadásul eközben egyéb műszaki-gazdasági meggondolásokat is mérlegelni kellett. Magának a „szállítmányt fogad" funkciónak a látszólag egyértelmű megvalósítási lehetősége mögött lényegesen eltérő megoldások húzódnak meg. Korántsem mindegy ugyanis, hogy hol történik például a mintavétel, hiszen ez helytelen szervezés mellett jelentős veszteségidőt eredményezhet. Kritikus funkció a *vagonból anyagot kirak* elnevezésű tevékenység is, amelyet polipmarkolós daruval éppúgy meg lehet valósítani, mint rakodógéppel, csakhogy a lehetséges megoldások költségei és a műszaki megfelelőség között nagy különbségek vannak.

Ugyancsak kritikus problémaként vizsáltuk az *előtárolást végezni* és a *granulátumot tárolni* funkciók teljesítését. Itt az alapvető problémák a következők voltak: az előtárolás szerepének tisztázása; az elő- és késztárolók térfogatarányának helyes megválasztása és a szelektív tárolás kialakításának részfeladatai.

Koncepcionális problémát jelentett az *anyagot törőbe továbbít* elnevezésű funkció teljesítésének vizsgálata is, amennyiben az alkalmazott megoldási mód összefüggésben van a vagonkirakás és anyagtárolás konkrét megvalósításával.

A többi funkció megvalósítási módja kevésbé befolyásolja a beruházási költségkeret betarthatóságát, s az ésszerű megoldást könnyebb volt kiválasztani. Volt olyan funkció is (az *anyagot méretre tör* elnevezésű), melynek megvalósításában már nem volt a team-nek választási lehetősége, hiszen a szóban forgó törőberendezések, ill. a szállító adott volt. Végül is az említett súlyozási szempontok mellett az információs szakaszban valamennyi funkció teljesítésének szempontjait részletesen megvizsgáltuk, majd ezt követően kezdtük meg az egyes funkciók leghatékonyabb formában való megvalósításának kutatását.

Megoldási változatok keresése

Az értékelemző team az alkotó szakaszban számos ötletkutató ülést tartott. Ezeken sorra vettük a funkcióséma szereplő elemi funkciókat és igyekeztünk hatásos megoldási lehetőségeket találni. Egy-egy esetben vállalati szakértőt is meghívtunk a team-ülésre, illetve külső specialistákat is megkérdeztünk. Különösen az előzőekben említett kritikus pontok hatékony megvalósításával foglalkoztunk részletesen, de a többi funkciónál is megkíséreltük feltárni az elképzelhető megoldási lehetőségeket. A legtöbb funkció esetében több változat is felmerült. Ezek közül csak a későbbi részletes $\frac{\text{funkció}}{\text{költség}}$-vizsgálattal lehetett kiválasztani a legkedvezőbb változatot. A heteken át folytatott ötletkereső ülések javaslatait — a funkciókhoz rendezve — egy morfológiai sémán mutatjuk be *(3. táblázat)*. Ebben már csak a további vizsgálatra érdemes megoldások szerepelnek. A bemutatott morfológiai séma segítségével nagyszámú — egymástól legalább egy elemben különböző — beruházási láncot tudunk felépíteni, szám szerint: $V = 3.6.4.5.1.1.2.4.2.3.3.2.2.1.1.1 = 207\,360$ felét.

Kiemelt főfunkciók	Funkciók	Alfunkciók /I./	Alfunkciók /II./ és tulajdonságok	Szükséges mértékek specifikációja
Ferroötvözetek tárását elvég.	Szállítmányt fogad	MÁV értesítést rögzít	Informálódik vagon beérkezésről	Vagonozás
		Vámkezelést adm. intéz		Anyagféleség
		Vámkezelést végeztet		Anyagmennyiség
		Mintát vesz		Előírás szerint
		Vagonokat rendez		
		Ipari ra szerelv. kiáll.		
	Vagonból anyagot kirak	Anyagot megfog	Emelőtérfogatot létrehoz	0,4 m³
		Anyagot emel	Anyagsúlyt megemel	1,2 t/l megfogás
		Anyagot továbbít	Kirakási telj. biztosít	20 t/óra
		Anyagot lerak		
	Előtárolást végez	Zárt teret létrehoz	Tárolóterületet létrehoz	300-400 m²
			Tárolótérfogatot létrehoz	684-7803 m³
		Anyagfajtákat szétválogat	Fajtánként tárol	5 db /min./
		Nedvesség ellen véd	Csapadék ellen véd	Előírás szerint
			Aljzatnedv. ellen véd	Előírás szerint
	Anyagot tárába továbbít	Közvetlenül vag.ból tárába sz	Anyagot mozgat	20 t/óra
				50 m/max./
		Közvetve előt. nél tárába sz	Anyagot mozgat	20 t/óra
				50 m /max./
	Anyagot méretre tör	Anyagot m.re megf. tárába t		PB VIII; PG VI.
		Anyagot tör		max.50. min.10
	Anyagot osztályoz	Méret szerint elkülönít		10-50; 0-10 mm
	Granulátumot késztár továbbít	Közvetlenül vagonba szállít	Anyagot mozgat	40 t/óra
				15 m
		Késztermék tárolóba szállít	Anyagot mozgat	20 t/óra
				40 m
	Granulátumot tárol	Zárt teret létrehoz	Tárolóterületet létrehoz	120 m²
			Tárolótérfogatot létrehoz	350-400 m³
		Anyagfajtákat szétválaszt	Fajtánként tárol	5 db /min./
		Nedvesség ellen véd	Csapadék ellen véd	Előírás szerint
			Aljzatnedv. ellen véd	Előírás szerint
	Port a tárolóba továbbít	Port rostból bunkerba sz	Anyagot mozgat	4 t/óra
				20 m
		Port porlev.tól bunk. sz	Anyagot mozgat	4 t/óra
				10 m
	Portárolást végez	Adagokat képez	Súlyegységeket zsákol	50 kp
		Zárt teret létrehoz	Tárolóterületet létrehoz	60 m²
			Tárolótérfogatot létrehoz	30 m³
		Zsákfajtákat szétválaszt	Fajtánként tárol	5 db /min./
		Nedvesség ellen véd	Csapadék ellen véd	Előírás szerint
			Aljzat nedv. ellen véd	Előírás szerint
	Granulátumot vagonba rak	Tárából közvetlenül vagonba sz.	Anyagot mozgat	20 t/óra
				10 m
		Készt.ból vagonba szállít	Anyagot mozgat	40 t/óra
				20 m
	Port elszállít	Zsákokat mozgat		4 t/óra
				20 m
		Zsákokat járműre rak		40 t/óra
	Környezetvédelmi előírás bet.	Porfogást végez	Szabványértéket betart	
		Zajvédelmet biztosít	Szabványértéket betart	MSz specifikáció
	Munkavéd. előírásokat bet.	Ált. balesetvéd szab. bet.	Szabályzat értékeit bet.	ABEO specifikáció
	Hatósági előírásoknak megfelel	KÖJÁL előírásokat bet.	Hatósági szab.nak megfelel	KÖJÁL specifikáció
		KPM előírásokat bet.	Hatósági szab.nak megfelel	KPM előírások
		MÁV előírásokat bet.	Hatósági szab.nak megfelel	MÁV előírások
		ÉMÁM előírásokat bet.	Hatósági szab.nak megfelel	ÉMÁM előírások
		ÉVM előírásokat bet.	Hatósági szab.nak megfelel	ÉVM előírások
		Tűzrend. előír. bet.	Hatósági szab.nak megfelel	Tűzrendészeti köv.
		PM előírásokat betart	Hatósági előírásokat megv.	PM előírások
		MT Ip.O. előírásait bet.	Hatósági előírásokat megv.	Tanácsi előírások
	Szállítmányt indít	Szállítólevelet kiállít		
		Vagont műbizonylatol		Előírás szerint
		Vagont MÁV-nak kijelent		

2. táblázat

Törőüzemi beruházás lehetséges funkcióhordozóinak morfológiai sémája — 3.sz.táblázat

A beruházás egyes funkciói / A funkciók megvalósitási lehetőségei	A LEHETSÉGES FUNKCIÓHORDOZÓK					
Szállitmányt fogad	Szállitmányt Záhonyban fogad	Szállitmányt Kisterenyén fogad	Szállitmányt Gyula-rakodón fogad			
Vagonból anyag kirak	Hiddaru polipmarkolóval	Rakdaru Polipmarkolóval	Vagonbuktató	Vagonbejáró targonca/v/	Homlokrakgép szoc.i.b.	Markológép NDK.b.
Előtárolást végez	Előtárolást nem végzünk	4 előt.val /DV Vázszerkezettel/	17 előt.-val /DV vázsz.-tel/	11 előt.-val /DV vázsz.-tel/		
Anyagot törőbe továbbit	Hiddaru val	Mozgó rakodógéppel	Géplapátos száll. szal.gal	Sz.szalaggal feladó b.-ba	Hidr.tolósz.tes szalaggal	
Anyagot méretre tör	Adagolóbunkerrel, 8-as törővel, binder r.-val 6-os t.-vel					
Anyagot osztályoz	Szelekciós binderrostával					
Granulátumot késztárolóba továbbit	Ledobókocsis száll. szalaggal	Mozgó, reverzálható száll.szalaggal				
Granulátumot tárol	Nem tárolunk közvetlenül v.-ba rak.	Bet.ter.en szabadban tárolunk	12 db vasszerk.tár. ikerb.ban	17 db vassz. készterméket. bunkerben		
Port a tárolóba továbbit	Két törőnél és a rostánál porel.val majd a portár.-ba sz.gal	Föld.-nál, törőknél rost.nál sz.végeken és bunk.be men.nél porelsz.val majd a por. tárba szalaggal				
Portárolást végez	Konténerben	Műanyagzsákban	Papirzsákban			
Granulátumot vagonba rak	Közvetlenül szállitó szaleggal	Szállitószalaggal és rakodógéppel	Közvetlenül vagonba rakodógéppel			
Port elszállit	Teherautóval	Targoncával				
Környezetvédelmi	Minden átrakodóhelyen porelszivással	Törőgépeknél, oszt. gépeknél a közv.len csatl.átrak.h-en porel. sz.-sal				
Munkavédelmi előirásokat betart	Egyéni bal.véd.mel a törő és oszt.gépeken beépitett védelemmel					
Hatósági előirásoknak megfelel	A tervezés során a hatósági előirások betartásával					
Szállitmányt indit	Gyula-rakodón a vagon kiállitásával					

A morfológiai séma éppen ebben a nagyszámú variációs lehetőségben nyújtott vízuális eligazítást.

Bár fel sem merült e nagyszámú variációs lehetőség egyenkénti vizsgálata, mégis tudomásul kellett vennünk, hogy elvileg ennyiféle műszaki megoldással (és színvonalon), valamint költséggel lehetne megtervezni a vizsgált törőüzemet. Ebből kerestük azt a beruházási láncot, amely a kívánt

szinten teljesíti a funkciókat és az összköltsége megközelíti a rendelkezésre álló beruházási keretet.

Azt is meg kell említeni, hogy a morfológiai sémában szereplő egy-két eredetileg életképesnek tartott beruházási lánc költségigénye a részletesebb vizsgálatok szerint mintegy 10—15 millió forinttal haladta volna meg a 35 milliós beruházási keretet.

Az általunk leghatékonyabbnak tartott beruházási láncot funkcióként való optimalizálással kívántuk felépíteni. Ennek alapját a felülvizsgáló és értékelő szakaszban dolgoztuk ki.

Felülvizsgáló és értékelő fázis

Ahhoz, hogy funkciónként ki tudjuk választani a leghatékonyabb megoldási módot (funkcióhordozót), részletesebben meg kellett ismernünk a felmerült javaslatokat. Először is műszaki információk beszerzésével igyekeztünk megítélni az egyes szóba jöhető funkcióhordozók alkalmasságát. Ebben a vonatkozásban elég nagy eltéréseket tapasztaltunk az egyes javaslatoknál. Csak azokat a lehetőségeket vettük végül is figyelembe, amelyek maradéktalan funkcióteljesítést tesznek lehetővé. A kívánt teljesítési szint túlszárnyalását azonban (pl. a híddaru és a 17 rekeszes előtároló esetében) nem preferáltuk.

Ezután a megvalósíthatóság és beszerezhetőség feltételeit vizsgáltuk meg. Ebbe persze beleértettük az illető funkcióhordozó többi elemmel való harmonikus kapcsolódását is. Több megoldási javaslat esetében kiderült, hogy a megvalósíthatóság műszaki nehézségekbe ütközik (pl. a vagonbuktató alkalmazásánál), vagy éppenséggel devizális korlátokba ütközik a beszerezhetőség (pl. a francia homlokrakodógép esetében).

A legtöbb gondot a javaslatok gazdasági értékelése okozta. Az eredeti célkitűzés értelmében összességében belül kellett maradnunk a szűkre szabott 35 milliós beruházási kereten és gondolni kellett az alacsony üzemeltetési költségekre is, ráadásul csak a termelékeny, s így kevés számú dolgozóval működtethető berendezéseket vehettük figyelembe. Meg kellett ítélnünk az egyes megoldások funkcióköltségeit is az optimális megoldás kiválasztása érdekében. Miután az ilyen típusú beruházásoknál az egyszeri költségek mellett az üzemeltetés során évenként folyamatos költségek is felmerülnek, célszerű volt a következő formában végezni a költségmérlegelést:

$$q\left(B+\sum_{t=1}^{n} \ddot{u}_t D^t\right)=K \rightarrow \min,$$

ahol:

- B — az illető állóeszköz bruttó beruházási költsége, beleértve a beszerzés, kivitelezés és üzembe helyezés ráfordításait egyaránt,
- $\ddot{u}_t$ — az illető funkcióhordozó éves szintű üzemeltetési, javítási és egyéb költségei,
- D^t — a vonatkozó diszkont-tényező, melynek segítségével a jövőbeli ráfordítások jelenértékszámítását végeztük,
- q — annuitás-tényező, amely segítségével az illető beruházási elem megvalósításával kapcsolatos egyszeri és tőkésített folyamatos jellegű költségeket a gazdaságilag indokolt élettartamon belül (amely n év) évenkénti átlagos tőkeköltséggé alakítottuk.

A funkcióköltségeknek erre a számítási formájára azért volt szükség, mert a különböző áron megvalósítható (beszerezhető) és eltérő üzemeltetési költségekkel járó berendezések gazdaságos élettartama is rendszerint különböző volt. Az adott funkciót különböző mértékben teljesítő funkcióhordozók ráfordítási oldala másképpen nem volt összemérhető.

Ezekkel a vizsgálatokkal teremtettük meg a megfelelő alapot a funkciónként való optimalizáláshoz, mivel ily módon mérlegelhettük a különböző megoldások $\frac{\text{funkció}}{\text{költség}}$ = értékesség viszonyait.

Az optimális beruházási lánc kiválasztása

Az optimális felépítésű beruházási láncot a leghatékonyabb elemi funkcióhordozók kiválasztásával igyekeztünk megtervezni. Eközben figyelembe vettük az elemi funkcióhordozók esetleges kapcsolódásait, illetve kölcsönhatásait is. A működőképesnek tartott és a technológiai alkalmasság, kapacitásegyenlőség stb. követelményeit főbb vonalakban kielégítő optimális beruházási lánc az előzőekben bemutatott morfológiai sémában vastagon bekeretezve látható.

A kivitelezésre javasolt elemi funkcióhordozókat — alapos információs munkára támaszkodva — részletes funkció- és költségvizsgálattal, valamint műszaki-gazdasági elemzéssel választottuk ki.

Az optimális elemi funkcióhordozókból álló javasolt beruházási lánc alkalmas a korábban specifikált technológiai funkciók maradéktalan teljesítésére. Műszaki színvonalát tekintve tehát a beruházási objektum — a team megítélése szerint — kielégíti a gyártási igényeket.

A törőüzem kapacitását tekintve szintén megfelel a szerződésben rögzített felhasználási igényeknek. Sajátos képet mutat viszont az egyes technológiai keresztmetszetek átbocsátóképességének vizsgálata. Eszerint éppen az alapvető keresztmetszetnek, vagyis a technológiai láncot alapvetően meghatározó, legnagyobb értékű berendezésblokknak legnagyobb a kapacitása. A két törőgép és a binder-rosta termelési kapacitása tehát — teljes kihasználás esetén — a tervezett termelési volumennél mintegy 30—40%-kal többet is képes lenne átbocsátani. Önmagában véve ezt a körülményt nem indokolt kedvezőtlen színben feltüntetni, hiszen az alapvető keresztmetszet bővítése utólag rendszerint roppant költséges dolog, tehát ez a sor termelőképességének felső határát szokta adni. Esetünkben tehát idővel mód nyílik a mellékfunkciókat (pl. tárolást, anyagmozgatást) teljesítő funkcióhordozók kapacitását felbővítve az egész törőüzem átbocsátóképességét is növelni, mégpedig viszonylag alacsony pótlólagos ráfordítások árán.

A rendszer megbízhatósága is megfelelő szintűnek mondható. Az elő- és utótárolók szelektivitásának és térfogatának gondos megválasztásával megfelelő védelmet biztosítottunk a szállítási ütemezetlenségek, de akár az alapvető keresztmetszetben bekövetkező váratlan meghibásodások esetére is.

Az anyagmozgatási rendszer esetleges lokális meghibásodása esetére kellő kompenzációs lehetőséget nyújt a tudatos redundanciával méretezett (3 db) mobil vagonrakodó gép kiválasztása. A koncepció szintjén megtervezett beruházási lánc elemeinek kedvező térbeli allokációja minimális szállítási úthossz elérését jelenti, s ez a körülmény viszonylag alacsony anyagmozgatási költséget von maga után. Kedvezőnek ítélhető az objektum automatizáltsági színvonala is. Direkt üzemmód esetén — erre normál anyagbeérkezési viszonyok mellett lehet elsősorban számítani — a nyersanyag egyszeri, vagonban való megfogására lesz csak szükség, miután a továbbiakban a szállítószalagos, illetve a gravitációs anyagmozgatási rendszer automatikusan lép életbe. Ezáltal a rendszer termelékenységi színvonala magas fokú lesz, s ennek következtében a technológiai sor minimális munkaerő-szükséglet mellett viszonylag rövid átfutási idővel tud üzemelni.

A megoldási lehetőségek kritikus értékelése következtében sikerült elkerülni a nehéz fizikai munkával járó alternatívák beépítését, s ugyancsak szem előtt tartottuk az egyéni balesetvédelem, illetve az általános környezetvédelem szempontjait is.

Végezetül az egyik legfontosabb célkitűzés teljesülését, az eredetileg is meglehetősen szűkre szabott 35 millió forintos beruházási keret betartását vizsgáltuk meg. Miután a részletes költségvetést a tervdokumentáció elkészítését végző tervezőintézet csak az elemzést követően készíti el, fejlesztési tanulmányunkban egy vázlatos előkalkulációt készítettünk az optimálisnak tartott beruházási lánc költségeit illetően.

Az előkalkuláció azt mutatta, hogy az optimális beruházási lánc várható kivitelezési költsége megfelel az eredetileg meghatározott fejlesztési forrás nagyságának (35 MFt). Ezt figyelemre méltó eredménynek tartjuk, hiszen a korábban elkészített kétféle tervkoncepció is jelentős költségtúllépéssel számolt. Az ötvözetgyári elemző munka nyomán jött létre tehát az értékelemzés egyes fázisaiban közreműködő tervezőiroda által is megfelelő tervezési alapnak tekintett hatékony beruházási koncepció.

Bár a koncepcionális fejlesztési tanulmánytól aligha várható el, hogy végül is minden konkrét megoldási javaslata maradéktalanul megvalósuljon, hiszen a tervezés és kivitelezés későbbi szakaszaiban helyenként felmerülhetnek még racionálisabb megvalósítási részlehetőségek, vagy előre nem látott akadályok, mégis várhatóan jelentős mértékben hozzájárul a törőüzemi nagyberuházás hatékony kialakításához.

Beszámoló konferenciáról

Érc- és ásványvagyonunk komplex hasznosítása Konferencia Egerben

Egyesületünk összes szakosztályai, az Ipargazdasági Bizottság, a Bányászati Szakosztály Mátraaljai Csoportja, valamint az Országos Érc- és Ásványbánya Vállalat közös rendezésben szeptember 26—27-én Egerben, a Technika Házában konferenciát tartottak. A konferencia célja az volt hogy ásványvagyonunk termeléséről, felhasználási lehetőségeiről, az új technológiákról tájékoztatást nyújtson. A résztvevők száma kb. 200 fő volt, képviseltette magát az OT, NIM, KGM, Mineralimpex, MVAE, KFH, KBFK, VASKUT és még sok intézmény, vállalat.

A konferenciát *Kreffly Gábor*, egyesületünk elnöke nyitotta meg, majd *dr. Gagyi Pálffy András*, az OÉÁ igazgatója tartott előadást „Az érc- és ásványbányászat feladatai a VI. ötéves tervben" címmel. Kiemelte, hogy a hazai vasércbányászat az új termelői áron veszteséges, hasonlóképpen a színesfémércek exportja is.

Ezt követően *Csépányi Sándor* KGM-miniszterhelyettes tartott előadást a hazai ásványvagyon hasznosítási lehetőségeiről. (Előadását lapunk 5. számában teljes terjedelemben közöljük.) Előadást tartottak még: *J. G. Szkornyakov*, a szovjet bányászatról, *Podányi Tibor*, az OÉÁ műszaki igazgatóhelyettese, a rudabányai vasércek népgazdasági hasznosításáról, *Pálfy Gábor* (OÉÁ) a mangánércekről, *dr. Horváth János* (távollétében *dr. Péntek István* olvasta fel) a kokszfelhasználásról, ill. svéd vasércek felhasználásának előnyeiről, *Mező Barna, Zéman Imre* (OÉÁ) a dolomitjainkról, *Hazai Béla* (Magnezitipari Művek) dolomitjaink felhasználásáról és a szintetikus magnezitgyártásról, *Cser Arisztid* (MM) a szintetikus magnezitgyártási kísérletekről.

Több előadás (*dr. Gyurkó László, Miskey Kálmán, Marczis László, Mónos Ferenc* és *Török László*) foglalakozott a mészkőbányászattal. Ezt követő előadások a kovaföld, a perlit és öntödei homok bányászattal foglalkoztak.

Nagy érdeklődést váltottak ki a recski rézércbányászattal és a rézérc hasznosításával foglalkozó előadások, amelyeket *ifj. dr. Gagyi Pálffy András* (KBFI), *Fodor Gyula* (OÉÁ) és *dr. Szabó László* (NIM) tartottak.

Az eredményes konferencia Kreffly Gábor zárszavaival, majd a Taverna borpincéjében tartott, jól sikerült szakestéllyel ért véget. (OA)

A hazai acélcsőgyártás fejlesztés alapvető problémái

MOLNÁR JÁNOS okl. kohómérnök
Csepel Művek Tervező Intézete

DK: 621.774.3

A tanulmány foglalkozik a hazai varratnélküli csőigények várható alakulásával. Ebből adódik a hazai csőgyártás fejlesztésének szükségessége. A tanulmány vázolja az eddig kidolgozott optimális fejlesztési terveket.

Bevezetés

A bevezetőben a csepeli csőgyártás kb. 50 éves fejlődését, a csőgyártás jelenlegi és a folyamatban levő szinttartó beruházás utáni állapotát tárgyaljuk. Ezt követően a hazai varratnélküli csőigények várható alakulását vetjük össze a csőgyár fejlesztésnélküli termelési lehetőségeivel, amely eredményeként levonható az a következtetés, hogy a csőgyártás fejlesztése elkerülhetetlen szükségszerűség. Ezt a csőpiac prognózisai is alátámasztják.

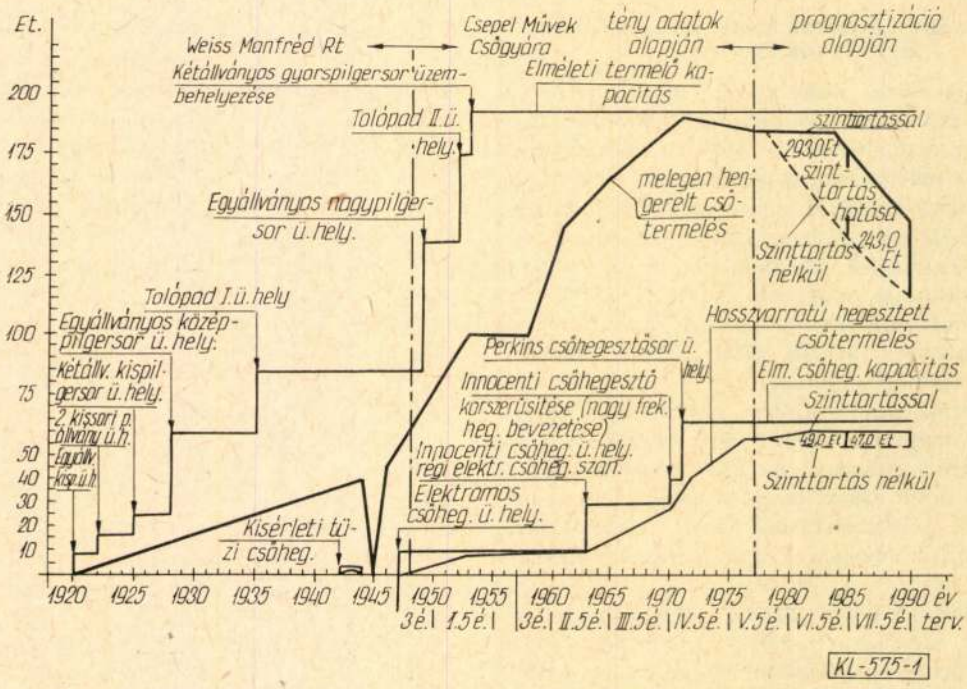
Ezt követően a hazai csőgyártás fejlesztésének alapvető kérdéseit tárgyalja a tanulmány, és egyben, elsősorban közgazdasági megközelítésben tárja fel azok optimális megoldását.

Az eddigi fejlesztések áttekintése

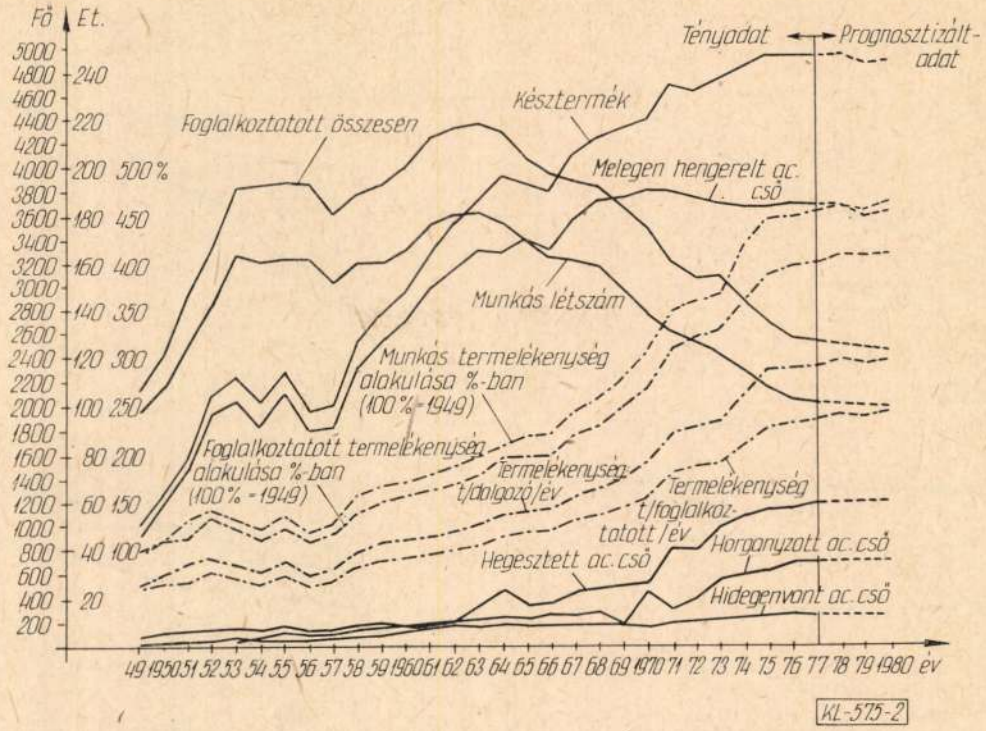
A csepeli csőgyártás 1920-ban jött létre a jelenlegi kispilger hengersor telepítésével, vagyis közel 60 éves múltra tekint vissza. A csőgyártás fejlesztése alapvetően átgondolt következetes koncepció nélkül, a mindenkori igények kielégítésére, a kiskapacitású termelőegységek számának növelésével valósult meg. Ez megnyilvánult nemcsak tőkés termelési viszonyok közepette, hanem a szocialista tervgazdálkodásnak időszakában is, gyakorlatilag napjainkig. Nem változtatott ezen a kedvezőtlen fejlesztési módon az sem, hogy a csőgyártás technológiájának fejlesztéséhez a csepeli szakembergárda a harmincas években jelentős módon hozzájárult tolópadi görgős nyújtó házak kidolgozásával és szabadalmaztatásával.

Hasonló képpen nem változtatta meg Csőgyárunk fejlesztési módját az sem, hogy a Csepel Művek csőgyártó, gépgyártó és tervező szakembereinek együttműködése következtében több tolópadi és pilgersori, közel komplett termelősorok exportjára került sor az elmúlt 30 évben Románia, Kína, Szovjetunió részére, amelyek korszerűségükben közelítettek az élenjáró csőgyártás színvonalához. Ezen országokba mintegy 40 000 t. berendezést exportáltunk.

A csőgyártásunk fejlesztését az *1. ábra* mutatja be. Az ábrából kitűnik, hogy 1970 óta a varratnélküli csőtermelés visszaesése elkezdődött és a ma már megvalósulás alatt levő 1,4 Mrd Ft költségű szinttartó beruházás sem szünteti meg ezt a folyamatot, csak 4 6 évvel későbbi időpontra tolja el a termelés gyors visszaesésének kezdetét. Ennek a helyzetnek alapvető oka az, hogy a bemutatott fejlesztés lényegileg, extenzív módszer, amely a mai viszonyok között hosszú távon már nem teszi lehetővé a meglevő, nehéz fizikai munkát igénylő, mostoha munkakörülmények között üzemelő gyártó sorok üzemben tartását sem. A helyzet összefüggéseit a *2. ábra* mutatja be. A termelési volumen és létszám alakulás összevetése, valamint a csőtermelő sorok műszaki állapota együttesen azt bizonyítja, hogy a varratnélküli csőtermelés



1. ábra. A CSM Csőgyár alaptermelő egységei üzembeállítása és a termelés alakulása



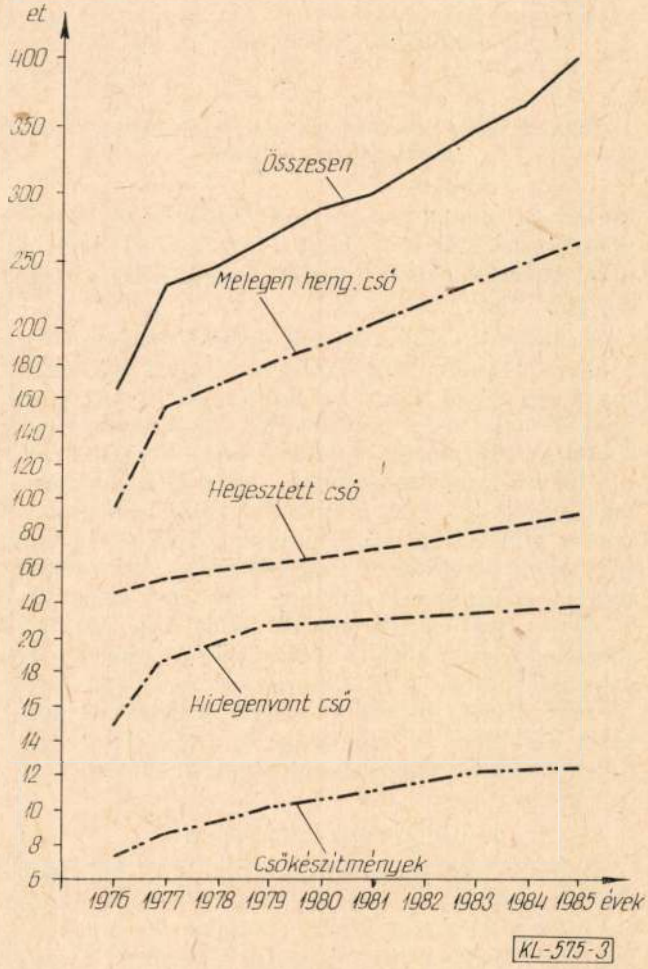
2. ábra. A CSM Csőgyár létszámának, termelésének és termelékenységének alakulása

rohamos visszaesésével kell számolnunk a VI. ötéves terv végétől a szinttartó beruházás ellenére is. Mivel hazánkban a Dunai Vasmű spirálhegesztett csőgyártásán kívül számottevő csőgyártás nincs, és a DV csőgyártása a mérettartománya miatt nem válthatja ki a csepeli csőtermelést, ezért szükségszerű a hazai csőfelhasználás alakulásának alapos vizsgálata.

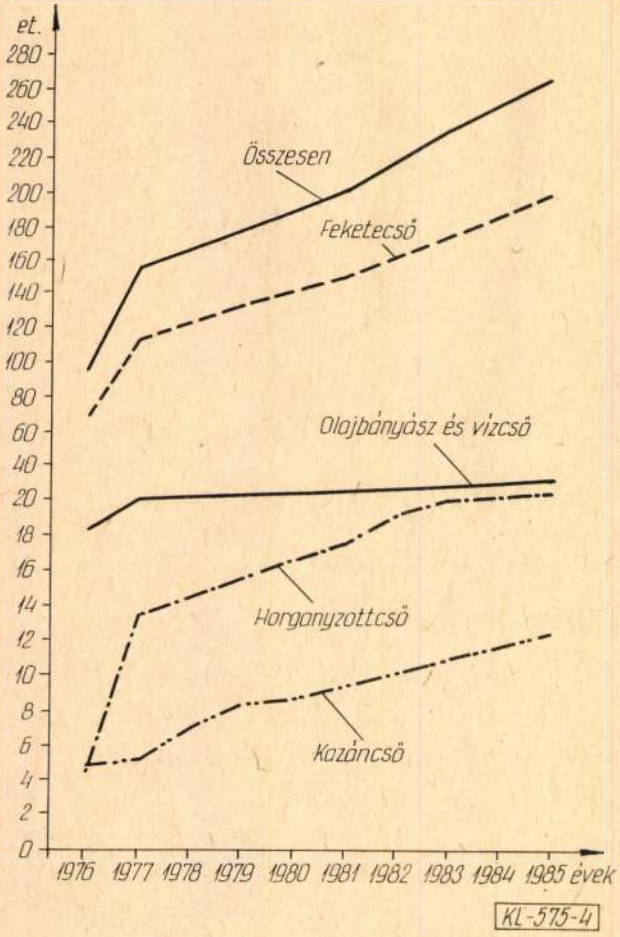
Az igények alakulása

A hazai csőigények várható alakulására a CSM Csőgyár Piackutató Csoportja 1977-ben a rendelők igényeinek tételes felmérésével igényprognózist készített 1985-ig, melynek jellemző trendjeit a *3, 4, 5, 6. ábrák* mutatják be. A felméréssel közel azonos időben az OMFB 2-7501-T számú tanulmányában is készült a csőfelhasználásról prognózis. Ez összetételében eltér a csőgyári felméréstől, végszámaiban azzal lényegileg azonos. Az OMFB prognózisát az *1. táblázat* mutatja be. A két prognózis közötti eltérés oka az, hogy a csőgyári felmérésnél a felhasználók a varratnélküli csöveket helyezték előnybe, aminek oka egyrészt a hazai hegesztett csövekről szerzett korábbi kedvezőtlen tapasztalataik, valamint a felhasználói szokások. Az OMFB készítői viszont eleve a hegesztett csőarány optimálisnak ítélt értékéből indultak ki. Mindkét módszer sok szubjektív elemet tartalmaz, de feltehetően a valóságos igény a két véglet között foglal helyet, amelynek értékeit a *2. táblázat* mutatja. A várható felhasználói igény, valamint meglevő csőgyártó üzemek távlati termelési lehetőségeinek egybevetése a csőgyártás fejlesztésének szükségességét egyértelművé teszi.

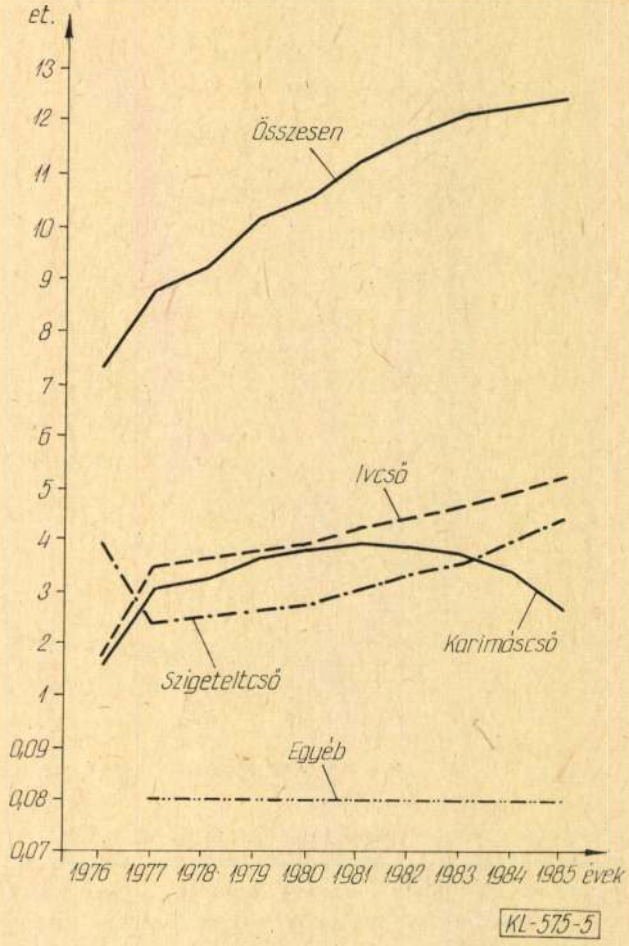
A belföldi igények vizsgálatán túlmenően szükségszerű az export lehetőségek vizsgálata is. Amióta a csőgyár létrejött, a belföldi igények részleges



3. ábra. A hazai csőigény prognózisa a Csőgyár felmérése alapján az 1976—1985. években



4. ábra. A hazai varratnélküli csőigény összetétele (csőgyári felmérés alapján)



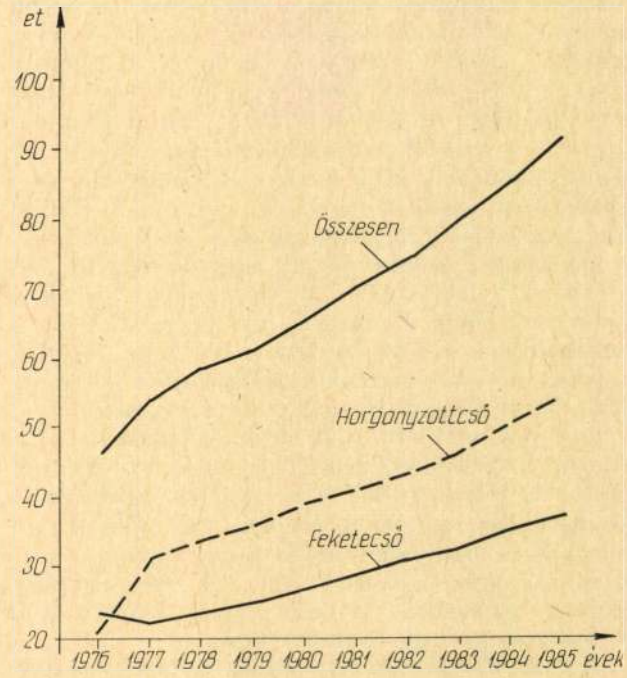
5. ábra. A hazai csőkészítmények összetétele (csőgyári felmérés alapján)

kielégítése mellett az export tevékenység állandóan létezett. Az tény, hogy a CSM termékei közül a legbiztosabb export termék a varratnélküli acélcső volt, illetve az ma is.

A világ 64,5 millió tonnás acélcső termeléséhez a hazai termelés, méginkább az export volumene olyan elenyésző, hogy ez alapján az export piac nem ítélhető meg. A Pannónia Külkereskedelmi Vállalat csőexportot bonyolító szakembereinek az a több évtizedes tapasztalata, hogy az exportálási lehetőségeinket nem a piaci felvevőképesség, hanem a belföldi igénykielégítés korlátozza. Az export piaci lehetőségek megítélésére jó támpontot nyújt a tőkés piac csőárainak alakulása, melyet a *7. ábra* mutat be. Az elmúlt 10 év árai alapján megállapítható, hogy a varratnélküli csövek évi átlagos árindexe 1,072, a hosszvarratú hegesztett csöveké 1,059, vagyis a csövek árainak hosszútávú alakulása a szakemberek tapasztalataival egyezően biztos export lehetőségeket jeleznek.

A fejlesztési elképzelések

A CSM vezetése az eddig felsorolt és felismert tények alapján napirendre tűzte a varratnélküli csőgyártás szükségességét, melynek eredményeként több csőgyártási fejlesztési koncepció, tanulmány, majd fejlesztési cél is készült, melyet az ÁTB 1975. 5082/1975. számú határozatával el is fogadott és sor került beruházási javaslat készítésére is. A beruházási javaslat azonban nem ke-



6. ábra. A hazai hegesztett csőigény összetétele (csőgyári felmérés alapján)

1. táblázat

A hazai csőigényekre vonatkozó OMFB prognózis

Et

Csőfajta	1975	1980	1985	1990
Összes melegen hengerelt igény (OMFB)	180,0	200,0	160,0	150,0
Hosszúvarratú hegesztett cső	54,0	73,0	165,0	200,0
Spirálhegesztett cső	56,3	57,0	52,0	55,0
Összes hazai csőigény	290,3	330,0	377,0	405,0

2. táblázat

A csőszükséglet várható reális alakulása

Et

Csőfajta	1975	1980	1985	1990
Varratnélküli acélcső	180,0	200,0	192,0	191,0
Hosszvaratú hegeszt. cső	54,0	73,0	133,0	159,0
Spirálhegesztett cső	56,3	57,0	52,0	55,0
Összesen hazai igény	290,0	330,0	377,0	405,0

rült ÁTB vitára és ez arra utal, hogy a hazai csőgyártás fejlesztését illetően, alapvető problémák merültek fel, amelyek miatt a döntés késik. A következőkben ezen alapvető problémák vizsgálatával kapcsolatban fejtem ki véleményemet.

Az első alapvető probléma úgy fogalmazható meg, hogy a magas kb. 10 Mrd Ft-os nagyságrendű csőgyári beruházás helyett nem lenne-e célravezetőbb az, ha a csőgyártást nem fejlesztenénk, a termelés tehát visszaesne, és a csőigényeket importból fedezné a népgazdaság? Vizsgáljuk meg, hogy ez milyen terheket jelentene a népgazdaság külkereskedelmi mérlegére. A vizsgálatot egy évre 1990-re célszerű elvégezni, mivel erre az időre a CSM Csőgyár varratnélküli termelése, mintegy 100 Et-ra esik vissza fejlesztés nélkül az alábbi *3. táblázat* szerint:

3. táblázat

Belföldi felhaszn.	v. n. csőből	191 Et,	heg. csőből	195 Et
Termelés	v. n. csőből	100 Et,	heg. csőből	60 Et
Import igény	v. n. csőből	90 Et,	heg. csőből	99 Et
Import ár	v. n. csőből	1160 $/t	heg. csőből	730 $/t
Deviza kiadás	v. n. csőért	105,6 M$,	heg. csőért	72,3 M$

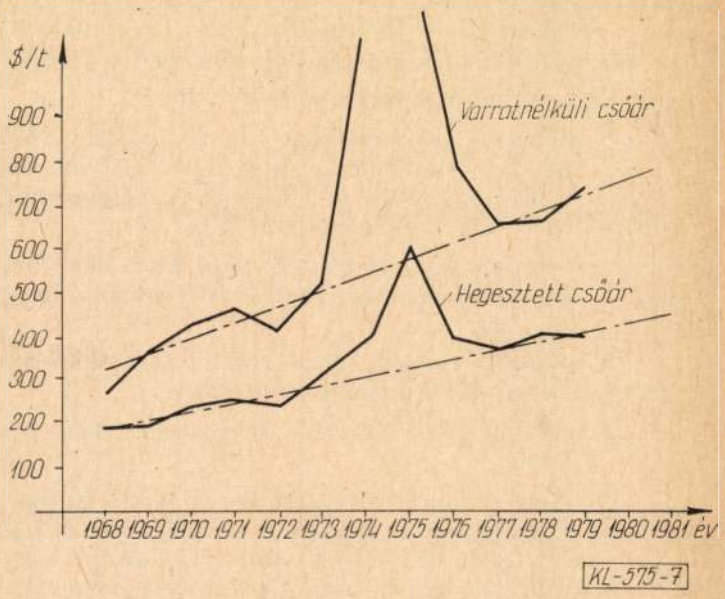
A csőimport összes deviza kiadása 177,8 M$ = 4,4 Mrd Ft

Amennyiben az éves (177,8 M$) import kiadást összevetjük a csőgyártás beruházási költségével, akkor egyértelművé válik az, hogy *erről a fejlesztésről nem szabad lemondani.*

A második alapvető probléma abból adódik, hogy a hegesztett és varratnélküli csőgyártás egyidejű fejlesztése nem lehetséges, tehát dönteni kell, hogy melyik legyen előbbre sorolva.

Tételezzük fel, hogy a fejlesztés első ütemében a hegesztett csőgyártás fejlesztése történik meg *4. táblázat* szerint (a vizsgálatot 1990-re végezték).

A hegesztett csőgyártás fejlesztésének első lépcsőben történő megvalósítása a népgazdaság deviza mérlegét évenként 39,1 M$-ral 0,9 Mrd Ft-tal



7. ábra. A tőkés világpiaci csőárak alakulása

4. táblázat

Belföldi felhaszn.	v. n. csőből	191 Et,	heg. csőből	159 Et
Termelés	v. n. csőből	100 Et,	heg. csőből	250 Et
Export lehetőség	v. n. csőből	—	heg. csőből	91 Et
Export ár	—	—	heg. csőből	730 $/t
Export árbevétel	—	—	heg. csőexportért	66,4 M$ = =1,7 Mrd forint
Import igény	v. n. csőből	91 Et,	—	—
Import ár	v. n. csőből	1160 $/t,	—	—

Deviza kiadás v. n. csőből 105,5 M$ = 2,6 Mrd Ft

rontaná. Amennyiben a varratnélküli csőgyártás fejlesztése történik meg előbb, akkor ennek a hatása a következő *5. táblázat* szerint alakul:

5. táblázat

Belföldi felhaszn.	v. n. csőből	191 Et,	heg. csőből	159 Et
Termelés	v. n. csőből	255 Et,	heg. csőből	60 Et
Export lehetőség	v. n. csőből	64 Et,	heg. csőből	—
Export ár	v. n. csőből	1160 $/t		
Export árbevétel	v. n. csőért	74,2 M$ = 1,9 Mrd Ft		
Import igény	v. n. csőből	—	heg. csőből	99 Et
Egységár				730 $/t
Deviza kiadás	—	—	heg. csőért	72,3 M$ = =1,8 Mrd forint

A fejlesztés ilyen iránya a népgazdaság deviza mérlegét évente 1,9 M$-ral ≈ 47,5 MFt-tal javítja, vagyis a vizsgálat alapján *elsőnek a varratnélküli csőgyártás fejlesztése az indokolt.*

A *fejlesztés következő alapkérdése* az alapanyag biztosítása. A csőgyártás alapanyagigénye jelenleg a következő tételekből tevődik össze:

— csőöntecs (körszelvényű öntecs) ∅ 220, 260, 280, 300, 340, 360, 380, 400 és 430 méretekben (1100, 1350, 1650 mm hosszban) méretenként kb. 8—10 minőségben évi 116 et.

— hengerelt köracél ∅ 105, 110, 120, 130, 150, 160 mm-es méretben, kb. 5—8 féle minőségben évi 55 et.

— hengerelt csőbuga ∅ 90, 105, 120, 145 méretben, egyfajta minőségben évi 76 et.

— melegen hengerelt széles szalag (tekercsben) évi 70 et.

A felsoroltak közül a 116 et csőöntecs gyártására, valamint a hengerelt köracél gyártására, amelyet a szovjet fél sem szállít (mintegy 13 et) a hazai kohászati üzemek nincsenek berendezkedve, a gyártási profilba nem illeszkedik szervesen és jelentős (3—4 Mrd Ft-os) beruházás nélkül gyártásukat biztosítani nem lehet. A Csepeli Siemens—Martin üzem viszont a VI. ötéves terv végére termelőképtelenné válik, tehát ha a csőkiesést meg akarjuk előzni, akkor beruházást kell végrehajtani az alapanyag biztosítása érdekében már a VI. ötéves terv elején. Ebben az esetben viszont a legcélszerűbb megoldás a csepeli, illetve budapesti hulladékbázisra alapozott csepeli elektroacélmű létrehozása folyamatos öntőművel, melyet a csőgyári fejlesztés ütemében 350—400 et-nás évi teljesítményig bővíteni lehet, ezzel ideális alapanyagbázis teremthető meg a varratnélküli csőgyártáshoz. Az alapanyagbázis megteremtése természetesen kihat a csőgyártás gazdaságosságára, mind vállalati, mind népgazdasági szinten. Az elvégzett számítás szerint az SM acélgyártás kiváltása elektroívfényes acélmű megépítésével átmenetileg (a Csőgyári fejlesztés megvalósításáig) mérsékli a csőgyártás nyereségét, de a csőgyár fejlesztésével és acélgyártás-fejlesztés befejezésével a csőgyártáson belül létrehozható termékszerkezeti változások és volumen növekedés hatására 255 et-nás varratnélküli csőgyártás esetén a csőgyártás a CSM kiemelkedő gazdaságosságú termelési ágává válik, és 15 év alatt népgazdasági szinten is megtérül (csőgyártás és acélgyártás együttesen'). A termelési volumen növelésével a gazdaságossági értékek további jelentős javulását lehet elérni.

A *varratnélküli csőgyártás utolsó alapvető kérdése* az, hogy milyen csőgyártási alaptechnológia, illetve alaptechnológiák kerüljenek megvalósításra, milyen esetben biztosítható, hogy a minimális beruházási költséggel maximális eredményt, termeléskiesés nélkül lehessen elérni. A létrehozott csőgyártó sorok az ezredforduló után is korszerű csőgyártó üzemek legyenek, biztosítsák a belföldi igények majdnem teljeskörű kielégítése mellett az exportálási lehetőséget is. Az eddig elvégzett vizsgálatok, tanulmányok alapján a csőgyári fejlesztés következő változatai jöhetnek szóba a fentiek kielégítésére. A felsorolás a mai ismeretek szerinti rangsort jelenti, de dönteni csak az ajánlatok, és a kidolgozott műszaki-gazdasági tanulmányok alapján lehetséges.

A) 12″-os rekonstruált pilgersor és 6″-os új tolópad nyújtvaredukálóval.

B) 12″-os rekonstruált pilgersor és folyamatos csőhengerlősor nyújtvaredukálóval.

C) 12″-os folyamatos csőhengersor méretezővel és nyújtvaredukálóval.

D) 12″-os rekonstruált pilgersor és 6″-os csősajtó nyújtvaredukálóval.

Az optimális fejlesztés

Az optimális eredményt biztosító varratnélküli csőgyártási fejlesztést az a változat biztosítja, amelynek műszaki, gazdasági paraméterei legjobban kielégítik a következő feltételeket.

— az alapanyag zömmel folyamatosan öntött acél, lehetőleg négyszögkeresztmetszetű, mert csak ebben az esetben lehet a szűkös alapanyagbázist maximális csővolumen gyártására kihasználni, és ezzel biztosítható az acélgyártás legalacsonyabb önköltsége,

— a csőgyártás fajlagos alapanyag szükséglete közelítsen az 1100 kg/t cső értékhez, mert ezzel növelhető a késztermékvolumen és csökkenthető az alapanyag költség,

— a gyártási mérettartomány ∅ 21—324 mm közt biztosítható legyen,

— a technológia tegye lehetővé a jelenlegi termékstruktúra változtatását azzal, hogy bővíthető a hidegenvont csőtermelés kb. 26 et-ra, biztosítható a nagyszilárdságú olajbányászati csövek gyártása kb. 25 et nagyságrendben, lehetővé válik az I. és II. fokozatú kazáncsőgyártás 10—12 et mennyiségben,

— a munkakörülmények vonzóak, a folyamatok automatizáltsági foka magas, a létszámszükséglet alacsony. Ezzel érhető el a szükséges munkaerő, a stabil kiegyensúlyozott üzemvitel biztosítása,

— a varratnélküli teljes keresztmetszetű csőtermelés érje el az évi 300 et-nát, mert ennek alapanyag ellátása még biztosítható, és ezzel a termelési volumennel kedvező önköltség (kedvezőbb ÁKN struktúra) érhető el.

Összefoglalás

A varratnélküli csőgyártás fejlesztéséhez alapos népgazdasági érdek fűződik, a fejlesztés vállalati szinten is gazdaságos, tehát a CSM egészének érdeke. A fejlesztés megvalósítása előtt e csőtermelés visszaesésének megakadályozása érdekében az SM acélgyártás kiváltását csepelen biztosítani kell már a VI. ötéves tervben, és az alapanyagbázis teljes kiépítését és a csőgyártás fejlődését a VII. ötéves terv végére be kell fejezni, mert különben igen magas terhet ró a csőimport a külkereskedelmi mérlegre. Az optimális csőgyártás és acélgyártás összefüggéseit tisztázó, ajánlatokra alapozott tanulmányokat legkésőbb 1980. I. felében be kell fejezni, hogy a fejlesztés kérdéseiben minél előbb dönteni lehessen.

IRODALOM

[1] Varratnélküli acélgyártás fejlesztése a Csepeli Csőgyárban, Fejlesztési Cél. Kiadó CSM, kiadás ideje 1975. március.

[2] Csepel Művek Csőgyárának korszerűsítése új varratnélküli Csőgyár megépítésével, Beruházási javaslat. Kiadó KGM, 1976.

[3] Beruházási Javaslat. Csepel Művek Csőgyárának korszerűsítése, új csőtolópad megépítésével, KGM, 1977.

[4] Beruházási Javaslat a CSM Csőgyár színtartó beruházására KGM, 1977.

[5] CSM Acélmű új elektróacélmű fejlesztési céltanulmány CSMTI. 1978. december.

[6] A VI. Ötéves Terv megalapozását szolgáló Vaskohászati Műszaki Gazdasági koncepció Csepel Vas- és Fémművek 1978. október.

A kötésmód szerepe az acélok alumíniumtartalmának meghatározása során

KALMÁR ELEMÉR okl. vegyészmérnök
Dunai Vasmű

DK: 543.42.062 : 669.15'71

A tanulmányában a szerző azt a kérdést vizsgálja, hogy az acélokban levő alumínium kötésmódjának milyen hatása van a kapott eredményekre a különféle módszerekkel végzett alumínium meghatározások esetén. A szerző összehasonlítja a nedveskémiai és spektrométeres eredményeket, és megállapítja, hogy megfelelő pontosságú spektrométeres eredményekhez a készülék hitelesítésére szolgáló etalonokban levő alumínium kötési módját is ismerni kell. További lehetőség a pontosság növelésére és a nedves kémiai eredményekkel való egyezésre a spektrometriás módszernél alkalmazott gerjesztési körülmények módosítása.

Az acélgyártás egyik legfontosabb művelete a dezoxidálás, melynek során az acél minőségét károsan befolyásoló oxigén mennyiséget eltávolítják, illetve egy kevésbé ártalmas mértékre csökkentik. A kohászatban erre a célra igen kiterjedten alkalmazzák az alumíniumot, mivel viszonylag olcsó és egyúttal hatásos dezoxidálószer. Viszonylag csekély, 0,01—0,02% Al-tartalom esetén a folyékony acélolvadék csak minimális mennyiségű oxigént tartalmaz. A fém alumínium oxigénhez való nagy affinitása következtében az acél már igen kis fémes Al-tartalom mellett is gyakorlatilag dezoxidáltnak tekinthető. Az alumíniummal történő dezoxidáció időszükséglete minimális, mivel az Al_2O_3 képződés nagy negatív szabadentalpia változással jár együtt. Kedvező az alumínium alkalmazása a dezoxidációs termékek eltávolítása szempontjából is. Gyakran szerepel az alumínium komplex dezoxidálószerek egyik komponenseként, növelve a komplex dezoxidáló ötvözet hatását, mivel kedvező összetételű zárványokat hoz létre. Az acélok végső oxid-zárvány-tartalmával kapcsolatban azonban azt is ki kell hangsúlyozni, hogy annak nagysága nemcsak az alkalmazott dezoxidálószerek mennyiségétől és minőségétől, hanem az adagolás időpontjának, sorrendjének és módjának megválasztásától is függ.

Az alumíniumot nemcsak dezoxidálószerként, hanem mint nitridképző és ötvöző elemet is alkalmazzák. A nitrogén lekötése alumíniummal, finom eloszlású alumíniumnitrid alakban, csökkenti az acél öregedési hajlamát és növeli a folyáshatárt. Mindezekből következik, hogy az alumínium kötésformáinak vizsgálata, az egyes vegyülettípusok pontos megállapítása, az acélgyártó szakemberek számára nagy fontossággal bír. Különösen fontos ez a kérdés az alumíniummal részlegesen, vagy teljesen dezoxidált acéltípusok esetén.

Ezekben az acélokban tehát az összes alumínium egy része alumíniumoxid, egy másik része nitrogénhez kötve mint alumíniumnitrid, míg a maradék elemi alumíniumként az alapfémben oldva van jelen. Az is ismeretes, hogy az oxigénhez kötött alumínium részben tiszta Al_2O_3, részben pedig más oxidhoz kötött oxidvegyületek formájában fordulhat elő az acélban. Az eddigiekből egyértelműen következik, hogy nem elegendő az acélok Al-tartalmának meghatározásáról általában beszélni; mindig ki kell hangsúlyozni, hogy mely kötéstípus megállapításáról van szó. A különböző alumínium-vegyületek ugyanis eltérő oldhatósággal rendelkeznek, ezért valamennyi nedveskémiai alumínium meghatározási módszernél figyelembe kell venni az alumínium kötésmódtól függő, eltérő oldhatóságát. Ugyancsak jelentős szerepe van a kötésmódnak az alumínium spektrométeres meghatározásánál kapott eredményekre. Az egyes alumínium vegyületek gerjeszthetősége az acélok vizsgálatánál alkalmazott gerjesztési körülmények között lényeges eltérést mutat, ezért a spektrométeres Al-eredmények az esetek többségében nem egyeznek a nedveskémiai úton megállapított összes alumínium értékekkel. Az utóbbi időben elterjedőben levő elektrokémiai mérőszondák alkalmazásánál is jelentős szerepe van az alumínium kötésmódjának.

Vállalatunknál, a Dunai Vasműben évek óta nagy figyelmet fordítottunk az alumínium-meghatározás kérdéseire, mivel az üzemünkben gyártott acélok több mint fele alumíniummal különböző mértékben félig csillapított minőségű. Az utóbbi években tovább bővült a részlegesen dezoxidált és folyamatosan öntött lágyacélok alkalmazási területe. Különösen fontos a folyamatos öntőgépen öntött és finomlemezgyártásra kerülő acélok minőségének alakulása. A jó dezoxidálás érdekében az Acélmű komoly erőfeszítéseket tesz az alumíniumnak öntés közben drót, vagy fólia formában tört téno folyamatos bevitelére. Ennek hatásosságá-

1. táblázat

Az alumíniummal, illetve szilíciummal különböző mértékben dezoxidált acéltípusok

	Si %	Al %
1.	0,0	0,04 felett
2.	0,0	0,015—0,030
3.	max. 0,08	max. 0,015
4.	max. 0,12	max. 0,008

természetesen csak igen pontos, megfelelően érzékeny, és az alumínium kötésmódjának megállapítására is kiterjedő vizsgálatokkal lehet ellenőrizni, mivel ennél a beavatkozásnál az Al-tartalom növelése csupán 2—3 ezred százalékot tesz ki. A két jelentősebb dezoxidálószer, a szilícium és alumínium alapján lényegében az *1. táblázatban* felsorolt acélminőség került kidolgozásra.

Az adatokból látható, hogy alumínium meghatározás szempontjából néhány ezred százaléktól a 0,10%-os tartományig a legváltozatosabb értékek előfordulnak. Különösen a 4. acélminőségnél, vagyis a néhány ezred %-os Al-tartalmak esetén mutatkozott meg a nedveskémiai és spektrométeres értékek eltérése. Az eltérés okának kiderítésére számos vizsgálati módszert vettünk igénybe, így többek között a neutronaktivációs oxigénmeghatározási metodikát, a zárványizolációs módszert, a brómészteres alumíniumnitrid meghatározást és a nitrogén meghatározási módszereket.

Nedveskémiai vizsgálatok

Az acél alumínium-tartalmána kmeghatározására számos nedveskémiai módszer ismeretes. Legelterjedtebbek a fotometriás vizsgálati módszerek. A fő gond valamennyinél az alumíniumnak a nagy mennyiségű vastól történő elválasztása. Tapasztalataink szerint legmegbízhatóbb a higanykatódos elválasztás, de igen jó eredményeket értünk el ioncserés elválasztással, Dowex 50 Wx8 típusú gyanta alkalmazásával. A vas hatásának kiküszöbölésére javasolt tioglikolsav, vagy aszcorbinsav csak a nagyobb Al-tartalmak esetén jöhetnek szóba, mivel jelentős mértékben csökkentik az alumínium színes vegyületeinek színintenzítását, s ezzel a módszer érzékenységét. A fotometriás reagensek közül a krómazurol S és eriokrómcianin alkalmazását egyaránt kipróbáltuk. A szabvány előírásokkal összhangban azonban az eriokrómcianin mellett maradtunk, bár a krómazurol S használatán alapuló módszert ugyanolyan jónak tartjuk. Az acélok savban történő oldásánál a fém alakban levő alumínium mellett az AlN is jórészt feloldódik. Az alumíniumnitrid savban való oldhatósága a részecskék nagyságától és az AlN típusától is függ. A durva szemcsék formájában fellépő alumíniumnitrid kémiai viselkedés szempontjából a legellenállóbb. Az ilyen nitridek elsősorban a nagy Al-tartalommal rendelkező acélokban képződnek és ellenállnak az elektrokémiai izolálás után alkalmazott klórozásnak és az 1%-os lúgoldattal történő kezelésnek is.

Tapasztalataink szerint az acélforgács savban történő oldásánál az alumíniumoxid egy része szintén oldódik. Ebből következik, hogy a savas oldással kapott nedveskémiai Al-eredményeket helytelen fémes alumíniumnak kell tekinteni. Ugyanilyen szempontok alapján az is kimondható, hogy savas oldással nem érhető el az alumínium kötések, illetve vegyülettípusok éles elválasztása. Ennek ellenére a legtöbb kohászati üzemben elterjedten alkalmazzák a savoldható alumínium meghatározását, mivel ez a módszer egyszerűen és gyorsan kivitelezhető. A savoldható alumínium meghatározásánál a leggyakrabban elkövetett hiba az, hogy az oldásra alkalmazott sav, vagy savkeverék túlságosan töményen, és rendszerint az oldási hőmérsékletre sem mindig ügyelnek. Töményebb savakban és a forrásig történő melegítés során ugyanis nemcsak a fémes alumínium és az alumíniumnitrid oldódik, hanem az alumíniumoxid egy része is.

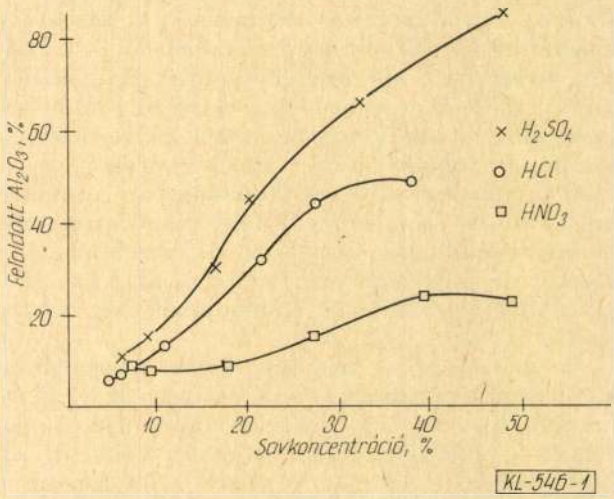
Vizsgálataink során a különböző módszerekkel kapott eredményeket, valamint az eltérő alumínium kötéseket a következők szerint jelöltük:

Al_5 = összes alumínium-tartalom
Al_o = oxigénhez kötött alumínium
Al_N = nitrogénhez kötött alumínium
Al_F = fém alumínium
Al_S = savoldható alumínium
Al_Q = kvantométerrel meghatározott alumínium

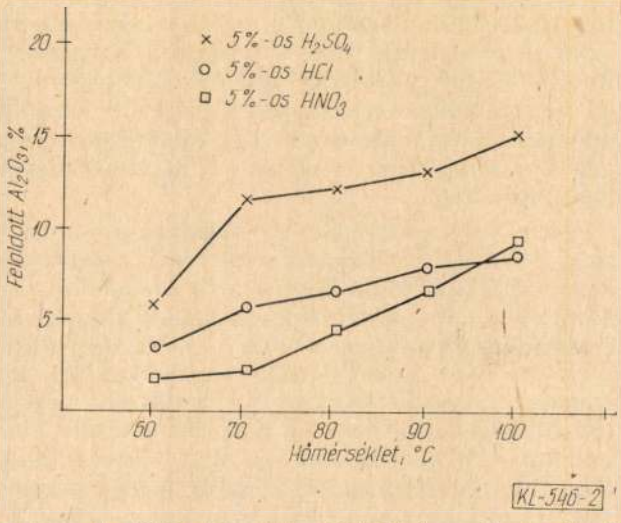
Az alumíniumoxid savakban való oldhatóságára külön kísérleteket végeztünk, melynek eredményét az *1. ábrán* mutatjuk be.

Az ábra alapján megállapítható, hogy a tiszta alumíniumoxid oldására felhasznált különböző savak közül a salétromsav fejti ki a legkisebb oldó hatást. Az 5% körüli savkoncentráció tartományban még a sósav alkalmazása sem kifogásolható, bár emelkedő savkoncentrációknál már lényegesen több alumíniumoxidot old, mint a salétromsav. A kénsav által feloldott alumíniumoxid százalékos aránya — minden koncentráció tartományban — lényegesen nagyobb, mint a másik két sav esetén.

A hőmérséklet hatása az alumíniumoxid oldhatóságára a *2. ábrán* látható. Az oldásra használt savak koncentrációja azonos volt: 5%-os. A hőmérséklet emelésével az Al_2O_3 oldhatósága viszony-

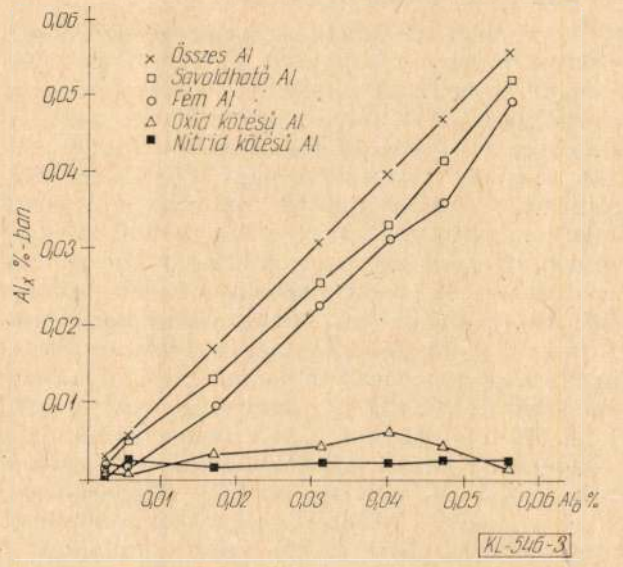


1. ábra. Az Al_2O_3 oldhatósága különböző savkoncentrációk esetén



2. ábra. Az Al_2O_3 oldhatósága különböző savakban, változó hőmérséklet mellett

lag egyenletesen növekszik és még az ilyen híg savakban is — különösen a kénsav esetén — jelentős mennyiségű oxid oldódik, ha az oldatot forrásig melegítjük. Ezért az acélok oldásánál a 60 °C körüli hőmérsékletet semmiképpen nem célszerű túllépni és oldósavként híg (5% körüli) salétromsavat, vagy esetleg sósavat ajánlatos alkalmazni. Ebben az esetben a savoldható és fém alumínium közötti különbség a lehető legkisebb és gyakorlatilag az acélban levő alumíniumnitrid mennyiségétől függ. Annak alátámasztására, hogy a savoldható alumínium nem azonos a fém alumíniummal, valamint az alumínium egyes kötésmódjai miképpen alakulnak a különböző összes Al-tartalommal rendelkező acélokban a *3. ábrán* mutatjuk be. A vizsgálati metodikából is egyértelműen következik, hogy az összes alumínium görbéje fut legmagasabban; ezt követi a savoldható alumínium, majd a fém alakban előforduló alumínium görbéje. A nitrogénhez és oxigénhez kötött alumínium mennyisége nem mutat lényegesebb



3. ábra. Az acélokban levő alumínium különböző kötéstípusainak alakulása az összes Al-tartalom függvényében

változást az acél összes Al-tartalma függvényében, csupán a kis alumíniumtartalmak esetén csökken le mindkét kötésforma aránya, pontosabban a nitrogénhez kötött Al mennyisége gyakorlatilag nullára esik vissza. Ez teljesen világos, mivel itt már gyakorlatilag nincs elegendő alumínium az AlN képződéséhez. A 3. ábrából az is jól kivehető, hogy 0,006% összes Al-tartalomtól felfelé a nitrogénhez kötött Al közel állandó, ami a vizsgált acélminták szinte azonos nitrogén-tartalmával függ össze.

Megemlítjük, hogy a fém Al-tartalom meghatározását a brómészteres eljárással végeztük, amely jelenleg az egyedüli módszer a fém alakban jelenlevő alumínium meghatározására. A bróm+metilacetát elegyben ugyanis csak a fém alumínium oldódik, az alumíniumnitrid és -oxid oldatlanul visszamarad. Az oldatot azbeszt szűrőn leszűrve, majd kénsav hozzáadása és lefüstölés után az oldatból a fém Al mennyisége a szokásos fotometriás módszerrel meghatározható.

A szűrés utáni maradékot 5%-os meleg lúggal kezelve csak az AlN oldódik fel, míg az Al_2O_3 változatlanul visszamarad. A lúgos szűrlet kénsavas átsavanyítása után tehát az AlN mennyisége állapítható meg. A végső szilárd maradék káliumbiszulfátos feltárása, majd oldatba vitele után az Al_2O_3 százalékos értéke is mérhető. Ezzel a módszerrel tehát az alumínium valamennyi kötéstípusa szelektíven, megfelelő pontossággal vizsgálható.

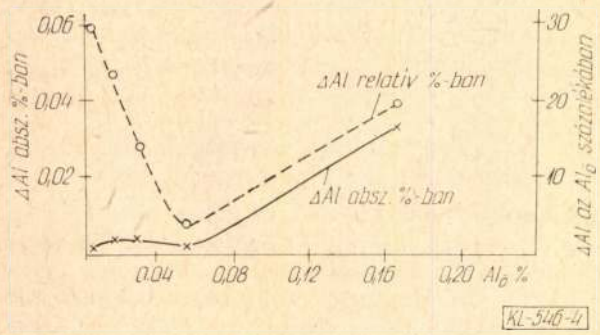
Az alumínium-tartalom megállapítása elektrokémiai mérőszondákkal

Az acélolvadékok elektrokémiájában bekövetkezett ugrásszerű fejlődés új mérési lehetőségeket teremtett az oxigénanalítikában, s ezen keresztül az acélok alumínium-tartalmának meghatározására is. Az új mérési módszer előnyei még nincsenek eléggé kihasználva, legalábbis abban a vonatkozásban nem, hogy az acélolvadék pillanatnyi összetételének megállapítása a metallurgiai reakciók lefutásával egyidőben történő korrigálás lehetőségét rejti magában. Az ún. *EMK módszerrel* történő alumínium meghatározást elsősorban azért említjük meg, mert ennél az eljárásnál sem közömbös, hogy az alumínium milyen kötésmódban fordul elő. Számos irodalmi közlemény arról számol be, hogy az elektrokémiai mérőszondákkal végzett mérések során összefüggést találtak a savoldható alumínium-tartalom és az oxigén-aktivitás között. Olyan tudósítás is van, amely oldott alumíniumot említ a savoldható helyett. A tény mindenképpen az, hogy a már lekötött, Al_2O_3 vagy AlN formában levő alumínium nem vizsgálható az elektrokémiai módszerrel. Ennél az eljárásnál lényegében az aktív oxigéntől függő elektródpotenciált mérik, amiből közvetett úton, az oxigén- és alumínium-tartalom közötti összefüggés alapján állapítják meg a folyékony olvadék Al-tartalmát. A kísérleti mérések közös tapasztalata, hogy az Al-tartalom növekedésével csökken az oxigén-aktivitás. A kezdetben gyártott szondáknál a viszonylag kis oxigén-aktivitást, vagyis a nagyobb Al-tartalmat nem tudták elegendő pon-

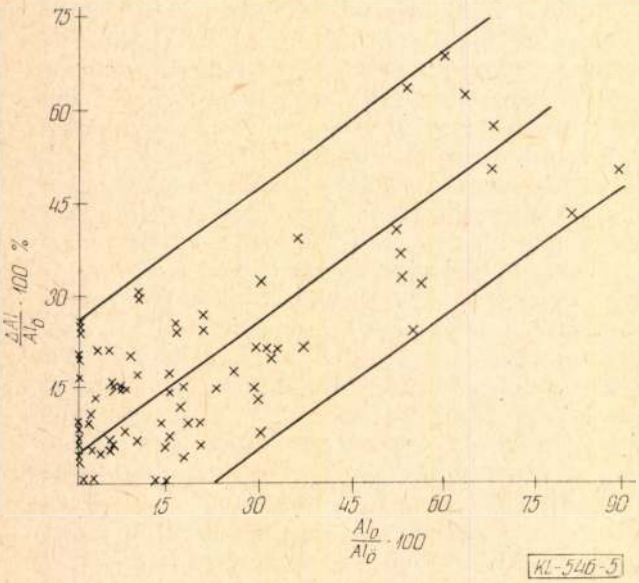
tossággal vizsgálni, mert a cellákban alkalmazott kvarccső és a papírcső kötőanyagának kovasav komponense reakcióba lépett az acélban levő alumíniummal, megakadályozva ezáltal a stabil, végső elektródpotenciál beállását. Az oxigén mérőszondák továbbfejlesztésével a nagyobb alumínium-tartalmak mérésére is kielégítő pontosságú módszert dolgoztak ki. Ezeket az új mérőszondákat egyes üzemekben eredményesen alkalmazzák az alacsony karbontartalmú, alumíniummal csillapított acélok Al-tartalmának öntőüstben történő meghatározására.

A spektrométeres alumínium-meghatározás eredményeinek összehasonlítása a nedveskémiai vizsgálatok adataival

A spektrométeres vizsgálatok kezdeti időszakában is közismert tapasztalati tény volt, hogy a próbákban helyenként előforduló alumíniumoxid dúsulások megbízhatatlanná, sőt néha lehetetlenné teszik az analízist. Az ilyen dúsulásos helyeken végzett szikráztatásnál, a nagy mértékben szóró eredményeken túlmenően a szikrafolt jellege is felhívja a figyelmet arra, hogy az oxigén, illetve alumínium inhomogén eloszlásával van dolgunk. Az alumíniumoxidban dús részeken az egyéb alkotók elgőzölgése visszaszorul, ezért rendszerint az egyéb komponensekre a ténylegesnél lényegesen kisebb százalékos értékeket kapunk. Ezzel szemben az alumíniumra természetesen nagyobb értékek adódnak. Ezért a zárványos, dúsulásos próbatesteket spektrométeres vizsgálatra alkalmatlannak kell minősíteni.



4. ábra. Az összes alumínium és a spektrométeres Al-tartalom különbsége az Al_0 függvényében



5. ábra. A ΔAl összes alumíniumhoz viszonyított százalékos értékeinek alakulása az oxidos alumínium arányának függvényében

Az acélok spektrométeres vizsgálata során szerzett sok éves gyakorlati tapasztalat összegezéseként megállapítottuk, hogy a nedveskémiai összes alumínium és a spektrométerrel kapott alumínium értékek között rendszeres eltérés adódik. Az eltérés a spektrométerek megbízható etalonokkal történő, igen gondos beállítása esetén is jelentkezik. Az esetek túlnyomó többségében a spektrométeres alumínium értékek kisebbek, mint a nedveskémiai összes alumínium százalékos értéke. Az összehasonlító vizsgálatok során viszonylag hamar kiderült, hogy az eltérés mértéke elsősorban a vizsgált minták alumíniumoxid tartalmával van összefüggésben. Joggal volt feltételezhető, hogy az alumínium eltérő kötésmódjaitól függően, lényeges különbséget mutat a gerjeszthetőségben. Ezért leszikrázási görbéket vettünk fel az olyan acélminták gerjeszthetőségének vizsgálatára, amelyek alumíniumoxid tartalomban jelentősen különböztek. A leszikrázási görbékből levonható tanulságok a következők:

— az olyan acélpróbák esetén, amelyek csak kevés alumíniumoxidot tartalmaznak, vagyis az Al-tartalom túlnyomóan fém alumíniumként van jelen, a leszikrázási görbe nagyon stabil, az intenzitás ingadozása jelentéktelen. Az ilyen minták szikráztatása során az alumíniumnak a felületről történő kiégési sebessége csak mintegy 3 perc után kezd növekedni, vagyis a vizsgálat pontosságát érdemlegesen nem befolyásolja.

— abban az esetben, ha a mintában az alumíniumoxid-tartalom jelentős, akkor a leszikrázási görbén számottevő ingadozások tapasztalhatók, ami az intenzitás átlagosnál nagyobb változásainak következménye.

Az alumíniumoxidnak a spektrométeres eredményekre gyakorolt hatását 114 minta esetében vizsgáltuk, melynek eredményét a *4. és 5. ábrákon* mutatjuk be. A 4. ábrán a nedveskémiai összes Al és a spektrométeres Al különbségét (ΔAl) ábrázoltuk az összes Al-tartalom függvényében. Az értékeléshez a vizsgált minták eredményeit 5 tartományra bontottuk növekvő Al_0 szerint. A diagramon az egyes tartományok átlag adatai vannak feltűntetve. A spektrométeres értékek minden tartományban kisebbek, mint az összes alumínium-tartalom, és növekvő Al_0 függvényében az eltérés is emelkedő tendenciát mutat (az alsó, folyamatosan kihúzott vonal). A 4. ábrán szaggatott vonallal kihúzott felső görbe a ΔAl összes alumíniumhoz viszonyított, relatív százalékban kifejezett értékeinek alakulását mutatja az Al_0 függvényében. A görbe a 0,06% körüli Al_0 értékeknél minimumot mutat. Az 5. ábrán a ΔAl összes alumíniumhoz viszonyított százalékos értékeinek alakulását láthatjuk az oxidos kötésben levő alumínium arányá-

nak függvényében. A vizsgálati eredmények 95%-a a berajzolt szórási intervallumba esik. Az ábra alapján az a következtetés vonható le, hogy minél nagyobb hányada van oxid-kötésben az összes alumíniumnak, annál nagyobb a ΔAl relatív %-ban kifejezett értéke, vagyis a spekrtométeres értékek annál nagyobb mértékben térnek el a nedveskémiai úton kapott összes alumínium értékektől. Ebből következik, hogy az alkalmazott gerjesztési körülmények között spektrométerrel semmiképpen nem az összes alumínium-tartalmat határozzuk meg.

A feldolgozott vizsgálati eredmények, valamint a kérdéssel kapcsolatos egyéb vizsgálati tapasztalataink szerint a spektrométeres értékek közelebb állnak a savoldható, illetve fém alumínium adatokhoz, mint az összes alumínium-tartalomhoz. Természetesen sok függ attól, hogy milyen spektrométeres etalonokat használunk a készülék beállításához, pontosabban fogalmazva: mennyi az oxid alakban kötött alumínium aránya a hitelesítésre, beállításra használt etalonokban. Minél közelebb áll ez az arány a vizsgálandó próbákéhoz, annál megbízhatóbb a spektrométeres alumínium meghatározás eredménye. Ez a követelmény merőben új igényt jelent a spektrométeres etalonokkal kapcsolatban. Az alumínium meghatározásra szolgáló spektrométeres etalonokkal szemben tehát az eddigi szempontokon túlmenően — a vizsgálandó komponens homogén, egyenletes eloszlása, a megadott százalékos érték megbízhatósága — további igényként jelentkezik a kötésmód ismerete, s a kötéstípusok arányainak a vizsgálatra kerülő próbákéhoz közelálló értéke. Ennek alátámasztására megemlítjük, hogy amikor a spektrométeres Al-meghatározásnál új beállító etalonokra tértünk át, rendszerint megváltozott — kis mértékben ugyan — a nedveskémiai összes alumínium értékek közötti eltérés mértéke. Célszerű volna tehát a spektrométeres etalonokat az alumínium kötéstípusaira is bevizsgálni és az adatokat a felhasználók rendelkezésére bocsátani.

A spektrométeres Al-meghatározásokkal kapcsolatban megemlítjük, hogy a vizsgálatokat részben az ARL 31000-es, részben pedig ARL 17500-as típusú berendezésekkel végeztük a minták többszöri előkészítésével és előkészítésenként három felvétellel. Az acélok vizsgálatára ajánlott lehetséges gerjesztési módokat egyaránt kipróbáltuk. A gerjesztési körülmények ellenőrzését kiterjesztettük a spektrográfos vizsgálatokra is, ahol szaggatott ívgerjesztést alkalmaztunk. A felvételek kiértékelésénél a spektrométeres eredményekkel közel egyező eredményeket kaptunk, ami arra utal, hogy az egyes kötéstípusok azonos mértékű gerjesztése szaggatott ívgerjesztéssel sem megoldott kérdés.

Az alumíniumnitrid hatását, vagy szerepét a gerjesztési kérdéseknél nem tudtuk megállapítani, mivel az AlN mennyisége a vizsgált acélokban viszonylag csekély, és ez a kis mennyiség sem változott lényegesebben az egyes mintáknál. Feltehető azonban, hogy az AlN gerjeszthetősége is eltér a fémalakban levő alumíniumétól.

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy az alumínium kötésmódjainak valamennyi vizsgálati módszernél hatása van az eredmények alakulására, illetve az alkalmazott vizsgálati módszerek kivitelezési körülményeire. A nedveskémiai módszereknél megoldottnak tekinthető az egyes kötéstípusok elválasztása és ezen keresztül az alumínium különböző vegyületeinek pontos meghatározása. A színképelemzési módszereknél viszont több tisztázatlan kérdés van, főleg az egyes kötéstípusok gerjeszthetőségével kapcsolatban. Olyan gerjesztési módszer kidolgozására volna szükség, amelynek alkalmazásával az egyes alumínium vegyületek gerjeszthetősége nem térne el lényegesen egymástól. A jelenlegi körülmények között is sokat javít a helyzeten, és viszonylag megbízható eredményekhez vezet, ha a spektrométerek hitelesítéséhez olyan etalonokat alkalmazunk, amelyeknek nemcsak az összes alumínium-tartalmát ismerjük, hanem ezen belül az egyes kötéstípusok százalékos mennyisége is rendelkezésre áll.

IRODALOM

[1] *Hagen Kurt* és *munkatársai:* Ermittlung der Aluminiumgehalte in beruhigtem Stahl durch EMK-Messung. Stahl und Eisen 1975. 9. 398—402. o.

[2] *Ohls K.* és *munkatársai:* Fortschritte bei der emissionsspektrometrischen Stahlanalyse. Zeitschr. für Analytische Chemie 240 (5) 289—302 (1968).

[3] *Oberhauser R.:* Die photometrische Aluminiumbestimmung in Stahl nach Abtrennung am Kationenaustauscher. Metarialprüfung, 15 85—89 (1973).

[4] *Schultz R.—Fischer L.:* Die spektrochemische Aluminiumbestimmung im Unlegierten Stahl. Neue Hütte 4. 1965. 236. o.

[5] *Pluschkell W.:* Einsatz elektrohemischer Sauerstoffmesssonde bei der Stahlerzeugung. Stahl und Eisen 1976. 14. 657—662. o.

Egyesületi hírek

Szakosztályvezetőségi ülés októberben Salgótarjánban

A Vaskohászati Szakosztályunk 1979. október 30-án Salgótarjánban tartotta meg a soron következő vezetőségi ülését. A vezetőség tagjait *Hopka László* a SKÜ műszaki igazgatója fogadta az SKÜ Műszaki Klubjában. Az ülést *Hammer Ferenc* a szakosztály elnöke nyitotta meg.

Első napirendi pontként Hopka László tartott értékes előadást a Salgótarjáni Kohászati Üzemek fejlesztési eredményeiről. (A beszámolót az alábbiakban kivonatosan közöljük.)

A Salgótarjáni Kohászati Üzemek fejlesztési eredményei az V. ötéves tervben, különös tekintettel a termékszerkezet váltására

A 111 éves Salgótarjáni Kohászati Üzemek közel 4000 dolgozója 1979-ben 3,5 milliárd Ft termelési értéket hoz létre, mint az általában ismeretes, a kohászati másod- és harmad termékekből.

A vállalat a jól ismert salgótarjáni gyártelep mellett 1976 óta rendelkezik Kisterenyén egy újabb gyáregységgel, a korábban ott működő MEZŐGÉPTRÖSZT Gyáregységének megvásárlása révén. Az új telephelyét 1979. máj. 8-án helyezték üzembe, és ez képezi a vállalat jövőbeni fejlesztésének egyik bázisát is.

A közel 230 000 t készárut 1,7 milliárd Ft értékű állóeszközzel gyártjuk. Az állóeszközök átlagos leírási foka az utóbbi 10 évben végrehajtott nagyobb arányú fejlesztés ellenére is 55 %. Forgóeszközeink értéke 650 millió Ft.

A vállalat rentabilitását jellemzi, hogy eszközarányos nyereségünk jelenleg 18,5 %. A vállalat a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés tagvállalata, a magyar vaskohászat 4. legnagyobb vállalata. Nógrád megyén belül pedig a legnagyobb ipari üzem. A gyárat 1868-ban alapították és acélműként kezdte meg működését. A I. világháború előtti években a melegalakítási technológiák domináltak, a Thomas acélgyártástól kezdve meleghengerlés, vas- és acélöntés és szabadalakító kovácsolás képezték a vállalat fő profilját.

Az elmúlt 111 év alatt a profil erősen változott. Még a II. világháború előtti években váltakozó fejlesztések és visszafejlesztések közepette alakult ki a mai másod-, harmadterméket előállító üzem.

A termékfejlesztés következetes megvalósítását a technológiai berendezések korszerűsítését és fejlesetését komplex programban 1958 után fogalmazta meg a vállalatvezetés. Ennek keretében elsőként a hideghengermű került rekonstrukció alá 1960—62 között —, majd a huzalmű és a kovácsüzemi épületek korszerűsítése következett. Ezzel párhuzamosan történt a továbbfeldolgozó bázisaink kiépítése is. A vállalat alapvető technológiája jelenleg a következő:

A legnagyobb volument a drót- és rúdhúzás révén előállított késztermékek jelentik. Ezen belül foglalkozunk a hidegen húzott huzalok továbbfeldolgozásával így, huzalszeg, CO_2 hegesztőhuzal és porbeles hegesztőhuzal gyártással. Elsősorban tűzihorganyzott huzalokat kisebb mértékben galvanikusan ónozott-rezezett és PVC-vel bevont huzalokat állítunk elő. A huzalok az alacsony szilárdságú acélhuzalok közé tartoznak, ötvözetlen minőségben. Rúdáruk kivitele sokféle lehet: kör, lapos, hatszög és különböző alakos szelvények. A vállalat legnagyobb volumenét képező rúd- és huzalféleségekkel a nyereséget illetően a huzalmű gyárrészleg, a négy termelő üzem közül a legkevesebbet állítja elő. Sajnálatos módon jelenlegi ismereteink szerint az 1980-as árrendszerben a huzalféleségek, elsősorban a vashuzal vesztesége tovább nő. Következő nagy technológiai terület, mely nyereségességét illetően is a leggazdaságosabb készáruink közé tartozik a hidegen hengerelt acélszalaggyártás. Ezen belül alacsony, közepes és magas C-tartalmú, valamint gyengén ötvözött minőségeket gyártunk, lágy, keményre hengerelt és kötött kemény, valamint nemesített kivitelben. Hideghengerművünk a keskeny szalaghengerművek közé tartozik, hiszen a maximális szalagszélesség 400 mm lehet. Ezen a területen a feldolgozott termékek között található az óra- és játékrugó, a nagyszilárdságú pántolószalagok, a raktári állványok építéséhez szolgáló DS-elemek, redőnyrugók, faipari fűrészek. Saját hideghengerművünkben állítjuk elő a kisterenyei gyáregységünkben ez évtől kezdve gyártott kisátmérőjű vékonyfalú, egyenes varratú hegesztett csövek alapanyagát is.

Vállalatunknál található egy kovácsoló és öntöde gyárrészleg is, ahol ma már elsősorban süllyesztékes termékeket állítunk elő, főleg a járműipari területekre, de megtalálható még a szabadalakító kovácsolás is, amelyekkel elsősorban mezőgazdasági szerszámokat és talajművelő alkatrészeket gyártunk. Az acélöntödét az 1970-es évek elején megszüntettük, de ma is üzemel még a vasöntödénk, amely kizárólag az Ózdi Kohászati Üzemek részére állít elő kokillákat, meleghengereket és az acélmű, valamint a meleghengerművek részére szerelvényeket.

Kisterenye térségében van egy továbbfeldolgozó gyáregységünk, ahol a saját horganyzott huzalunkból gyártanak kerítésfonatokat, különböző kerítéskapukat, a nehezebb raktári állványok szerelésére szolgáló DS-Reck termékeket, és a gyáregység új telephelyén ez évtől kezdődően 10—40 mm átmérővel, 2,5-től0,8 mm alfvastagsággal szerkezeti és camping bútorokhoz használatos hegesztett csöveket, valamint az amerikai Rapistan cég licence alapján hajtott és szabadon futó görgőspályákat.

A 4 termelő gyárrészleget, karbantartóműhelyek, energiaszolgáltatás és szerszámkészítés mint szolgáltató egységek egészítik ki.

A vállalat éves termékkibocsátásának jelenleg 42 %-át elsősorban gépipari továbbfeldolgozóknak, mintegy 20 %-át elsősorban készletező vállalatoknak, 17 %-át közvetlen a lakosság ellátására, és közel 20 %-át exportpiacon, elsősorban tőkés piacon értékesíti. Alapanyagot túlnyomórészt az Ózdi Kohászati Üzemektől, a Dunai Vasműtől, Lenin Kohászati Művektől és a Csepel Vas- és Fémművektől vásárolunk.

A felhasznált alapanyagok 30 %-át importból, döntő mértékben a Szovjetunióból, kisebb mértékben Csehszlovákiából, NDK-ból és tőkés piacról szerezzük be. Az import alapanyagok melegtekercsek és hengerhuzalok.

A vállalat fejlesztő tevékenységének alapját már hosszú idő óta a népgazdasági elképzelésekkel összhangban a termékstruktúra olyan értelmű átalakítása képezi, amely az úgynevezett hagyományos technológiákkal gyártott alaptermékeink továbbfeldolgozását, ennek révén új, korszerű, magas színvonalú, hazai és tőkés piacon is keresett termékek létrehozását jelentik.

A termékválaszték bővítésére a IV. és V. ötéves terv folyamán több mint 1 milliárd Ft-ot invesztálunk be, és ezzel közel 1,3 milliárd Ft új termelési értéket hozunk létre. A termékszerkezet átalakítása következtében a meglevő termelőkapacitásainkat bővítettük, de ezzel párhuzamosan az elavult, korszerűtlen termékek gyártását mintegy 600 millió Ft értékben megszüntettük.

Ezen termékek gyártáskihelyezését részben megoldottuk, részben igény hiányában az előállítást országon belül teljesen megszüntettük. Így felszámolásra került az acélöntvény, a bútorrugó, a lópatkószeg, és a szekértengely gyártása.

1976-ban az akkor megvásárolt kisterenyei gyáregységben valósítottuk meg a DS-Reck nehézállványok gyártását 2000 t/év új kapacitás létrehozásával. A 27 millió Ft-os beruházással 40 millió Ft/év termelési értéket valósítottunk meg. A terméket ma is jó nyereséghányad mellett, az eredeti kapacitás, közel 150 %-os kihasználásával gyártjuk.

Ugyancsak 1976-ban fejeztük be a törzsgyárban 73,3 millió Ft-os beruházással a 6000 t/év kapacitású, 181 millió Ft termelési értékű CO_2 hegesztőhuzal-gyártás fejlesztését a svéd ESAB licenc alapján. E korszerű termék értékesítését nagyrészt tőkés import kiváltással 1500 tonnát pedig közvetlen dollárelszámolású exportra terveztünk és valósítunk is meg. A kezdeti minőségi problémákat felszámoltuk, és ma már bírjuk a három loyd, a szovjet regesziteri hivatal minősítését is.

A teljes kapacitást itt is kihasználtuk és ez évben, ha a hazai piac engedte volna az eredetileg tervezett mennyiségnek közel kétszeresét tudtuk volna tőkés piacon értékesíteni.

Az V. ötéves terv időszakában a termékszerkezetátalakító tevékenységünk realizálása céljából közel 600 millió Ft beruházást terveztünk, amiből eddig mintegy 550 millió Ft-ot valósítottunk meg.

Fejlesztési pénzeszközeinket úgy csoportosítottuk, hogy beruházásainka tervciklus első felében valósuljanak meg, és a tervciklus második felében már a hitelek törlesztése mellett az új kapacitások eredményét is élvezhessük.

Így került sor 1977-ben az 5000 t/év kapacitású 153 millió Ft termelési értékű süllyesztékes kovácsüzem 147 millió Ft-os beruházásának befejezésére, mely termékeivel a járműprogramhoz kapcsolódik. A kezdeti nehézségek ellenére — mivel a járműipari alkatrészeket bizalmi cikknek tekintik — ma már egyre több komoly tőkés piaci érdeklődés is van termékeink iránt.

Ezek a fejlesztések korszerű technológiát, modern berendezéseket, fizikailag lényegesen könnyebb munkát, de sokkal nagyobb felkészültséget igényeltek és nagy értékű, korszerű végterméket eredményeztek.

Az V. ötéves tervünk legnagyobb beruházását az ez év májusában üzembehelyezett kisterenyei cső- és görgőspályagyártás jelentette. A megépített kettős csarnok egyik felében az anyagmozgatás és raktározás egyik döntő láncszemét alkotó görgőspálya-gyártás, a szakmában világszínvonalat jelentő amerikai Rapistan licenc alapján valósult meg. Ezek a gravitációs és hajtott pálya-

elemek a korszerű anyagtovábbító, osztályozó, komissóozó rendszerek megvalósításánál már régen hiányt jelentettek és sokszor kényszer megoldással, vagy importbeszerzéssel voltunk kénytelenek a hiányt pótolni.

A közel 80 millió Ft-os bekerülési összeggel létrehozott üzemrész teljes felfutása után 130 millió Ft termelési értéket hoz létre évente, magas műszaki színvonalon.

A másik csarnokfélben fejlesztési céljainkhoz kapcsolódva kisátmérőjű, vékonyfalú hosszvarratú hegesztett csőgyártást valósítottunk meg.

A termékcsoporton belül az első mérettartamot jelentő 10—40 mm átm. 0,8—2,5 mm falvastagságú lágy kivitelű fekete és dessirozott kivitelű horganyzott felületű csövek eddig szintén hiánycikkek voltak az országban. A megvalósított 10 000 tonna kapacitás biztosítja, hogy az eddig tőkés importból beszerzett építőipari, szerelőipari és tömegcikkipari igényekhez, vagy az iskolai, irodai és campingbútor-gyártáshoz felhasznált csövekből teljes mértékben kielégítjük az igényeket, sőt ezen felül évi 1500 tonnát tőkés exportra is szállítsunk. A 158 millió Ft-os beruházással teljes felfutás után 168 millió Ft termelési értéket kívánunk előállítani. A berendezéseket Csehszlovákiából, Franciaországból, Finnországból és az Amerikai Egyesült Államokból vásároltuk a hazai előállítású berendezések mellett.

A tervciklus hátralevő időszakában már csak kisebb pénzeszközöket igénylő, és számunkra fontos, elsősorban környezetvédelmet és a munkakultúrát javító fejlesztéseket kívánunk megvalósítani.

Ezek közül legjelentősebbek a vállalat fűtési rendszerének korszerűsítése, a saját kazánkpark bővítése, valamint a hideghengerműi kénsavas pácoló sósavra történő átállítása.

Ez utóbbival a pácolási kapacitás bővítése révén megteremtjük a lehetőségét a hideghengermű továbbfejlesztésének, ugyanakkor a jelenlegi sósavas regeneráló kapacitásának bővítésével megszüntethetjük a használt páclé által okozott környezetszennyezést is.

A porbeles heg. huzalgyártó kapacitásunk jobb kihasználása céljából a Vasipari Kutató Intézettel közösen kifejlesztettük a felrakó hegesztésre alkalmas porbeles heg. huzalok gyártását, elsősorban a kohó adagolókúpjai és a darukerekek javítására. Bevezetést nyert, és felfutás alatt van az Ózdi Kohászati Üzemek által gyártott 1 tonnás tekercsekből történő huzalgyártás, amely a termelékenységet és egyben az anyagkihozatalt is javítja.

A hideghengermű területén saját szabadalmi eljárásunk révén alakítottuk ki az ötvözött faipari szalagfűrészek gyártását, amellyel többlet árbevételre és nyereségre tett szert vállalatunk, nem beszélve a hazai és exportigények kielégítéséről. Saját kutatás eredményeképpen folyamatos felfutással bevezetésre került a minimum 90 kp/mm² szakítószilárdságú és min. 10 % nyúlású hőkezelt pántolószalag és hozzátartozó lakatok, illetve plombák gyártása. Szinte kizárólag tőkés területekre szállítjuk a készregyártott redőnyrugókat, melyekből jóminőségben a fokozódó exportigényeket mennyiségben és minőségben is ki tudjuk elégíteni.

A süllyesztékes kovácsüzem megvalósításával korszakváltás következett be a kovácsolás területén. A vásárolt berendezések lehetővé tették a többrétegű sajtolás, az indukciós hevítés, a nemesítés és a normalizálás bevezetését. Hazai szabadalom felhasználásával oldottuk meg a kisméretű őrlőgolyók hengerléssel történő előállítását.

A hazai triplex-lemezgyártás megszüntetését követően megoldottuk a cementált kormánylemezek gyártását. Termékeink minőségének további javítása céljából ebben az évben korszerűsítjük a kovácsológyári festési technológiát, új festőüzem megvalósításával, módszeresen javítjuk az acélműi kokillák minőségét és tartósságát, a süllyesztékes kovácsolt termékekre új minősítési rendszert dolgoztunk ki, mely kielégíti a legigényesebb felhasználók kívánságait is.

A kisterenyei gyáregységnél saját tervezésben a DS-Reck termékek festés előtti zsírtalanítását javítjuk, mellyel a munkafeltételek korszerűsítése mellett a termék korrózióvédelmét kívánjuk fokozni.

A drótfonatgyártás korszerűsítésére 2 db új NDK drótfonó gépet helyezünk üzembe. Az ilyen jellegű technológiai korszerűsítésekre az elmúlt 3 év alatt 662 millió Ft fejlesztési alapot fordítottunk, ideértve a megvalósított beruházásokat is, és további mintegy 65 millió Müfa-alapot használtunk fel.

A jelentősebb pénzeszközökkel megvalósított termékszerkezet-átalakító tevékenységünk mellett termelésszervezés terén is ugyanezeket a célokat szolgáltuk.

Így a hagyományos berendezéseink kihasználásán belül különös gondot fordítottunk a szalaggyártási, és továbbfeldolgozási területekre és csak a létszám és egyéb korlátok adta lehetőségeken belül fejlesztettük a hagyományos úgynevezett vashuzalgyártási területeket. Mindezek hatására értük el, hogy töretlenül fejlődött az V. ötéves tervben a vállalat rentabilitása, és egyre nagyobb hírnévre tett szert a hazai felhasználók mellett különböző tőkés piacokon is. A VI. ötéves tervidőszakban fejleszteni fogjuk a hidegen hengerelt szalag gyártását, licencvásárlással a szocialista országok közül, elsőként kívánjuk bevezetni az úgynevezett félmeleg-alakítást. A sósavas páclé regenerálása révén képződő vasoxidból a nagytisztaságú vasport állítjuk elő. Fejleszteni szeretnénk rúdhúzói és csőgyártási kapacitásunkat és reméljük lesz lehetőségünk a szeggyártásunk korszerűsítésére is. Mindezek ma még tervek, azonban mindent megteszünk annak érdekében, hogy realizálódjanak is a vállalat és a népgazdaság hasznára.

Az előadást élénk vita követte.

A második napirendi pontra áttérve *Brezniczky János* titkárhelyettes számolt be a helyi csoport tevékenységéről. Az írásos beszámolót kiegészítve elmondta, hogy az egyesületi munka az utóbbi években megélénkült, a különböző szakmai rendezvények látogatottsága jó. Folytatják történeti emlékek gyűjtését, megoldották a régi gépek tárolását. Szoros kapcsolatot tartanak fenn a helyi erdész és bányász egyesületi csoportokkal.

A tájékoztatóhoz *Grega Oszkár, Schmidt György Osztatni Mihály, dr. Nagy Zoltán, Horváth Gyula* és *Óvári Antal* szóltak hozzá, illetve tettek javaslatot.

Az egyebekben *dr. Tardy Pál* szakosztályi titkár ismertette a következő titkári és vezetőségi ülés időpontját.

Dr. Nagy Zoltán főtitkár bejelentette, hogy *Kovács Sándort* betegsége miatt felmentették MTESZ főtitkári funkciójából és *dr. Tóth Jánost* kooptálták, aki vegyésztanár, 13 évig volt a XIII. kerületi PB. első titkára, korábban pedig a BME párttitkári tisztét töltötte be. Elmondta, hogy a gazdasági élet keményedése az egyesületi életben is érezteti hatását. A lap áremelését a vállalatok segítségével minimális tagdíjemelés mellett sikerült rendezni. Javasolta, hogy valamelyik három évenként tartott nagyrendezvény (hidegalakító, környezetvédelmi v. beruházási) házigazdája Salgótarján legyen. Nagy örömmel üdvözölte a régi gépek megőrzését és javasolta a kovácsokkal való kapcsolatfelvételt egy esetleges kovácsmúzeum létrehozásához.

Az ülés után a vezetőség tagjai megtekintették a törzsgyárat.

A gyárlátogatás befejezése után jó hangulatú közös ebéden vettünk részt. Ebéd után *Hammer Ferenc* szakosztályelnök megköszönte a helyi csoport vezetőinek a jól szervezett ve etőségi ülés lebonyolítását és további eredményes egyesületi és gazdasági munkát kívánt.

Hazafelé még megtekintettük a vállalat új, kisterenyei gyáregységét, ahol a korszerű Coder csarnokban az egyenesvarratú cső és a görgőspálya-gyártás folyik.

Hantó Kálmán

Beruházási Szakcsoport Értekezlet a Lenin Kohászati Művekben

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Beruházási és Fővállalkozási Szakcsoportja — munkaterve szerinti értekezletét — 1979. nov. 23-án tartotta meg. Az LKM Vendégházában a Szakcsoport 50 tagja nagy figyelemmel és érdeklődéssel hallgatta meg a következő előadásokat:

a) *Hálótervezési módszerek és számítógépek alkalmazása nagyberuházási és fejlesztési munkák irányításánál.*

Az előadás keretében *Simon Sándor* a DV Beruházás Tervezési és Szervezési Irodájának dolgozója ismertette a náluk alkalmazott számítógépes műszaki-gazdasági információs rendszert, valamint a beruházási raktérállomány nyilvántartásának módját.

b) *Az LKM Kombinált Acélmű folyamatban levő állami nagyberuházás tapasztalatai* címmel, *Majtényi Lajos* az LKM beruházási igazgatója tartott részletes kritikai elemző előadást.

Tájékoztatást kaptunk — többek között arról, hogy a beruházásokhoz szükséges 18 400 épület acél szerkezetből eddig mintegy 11 et szállítottak le a gyártó vállalatok, s ebből kb. 9 et került összeszerelésre. A beruházás halmozott pénzügyi ráfordítása év végéig várhatóan 3,7 MdFt körül, a tervezett szintnek megfelelően alakul. Céljuk a beruházás első szakaszának keretén belül a konverter 1980. IV. negyedévben való üzembehelyezése.

A jelenlegi helyzetben azonban már látható, hogy 1980-ra egy feszített ütemű szerelési helyzet áll elő. Ilyen körülmények között különös hangsúlyt kap a jól szervezett organizációs és koordinációs tevékenység.

c) *A beruházások előkészítési színvonalának javítása* címmel *Tóth Lajos* fejlesztési főmérnök tartott értékes előadást. Nagyberuházásuk gyakorlati példáján keresztül mutatta be az előkészítési szakasz pozitív és negatív tapasztalatait. Előadása végén a beruházások előkészítési színvonalának javítására a következő javaslatokat tette:

1. Fejlesztési cél pénzes ajánlatok alapján készüljön.
2. Műszaki Fejlesztési alap legyen felhasználható a fejlesztési célkitűzések kidolgozásához.
3. A beruházási javaslat műszaki tartalmát részletesebben és konkrétabban kell meghatározni.
4. Új beruházási kódex megalkotását tartja szükségesnek, a meglevő sok rendelet egységes rendszerbe való foglalására.

A három előadást vita követte, amelyen *Osztatni Mihály* a szakcsoport vezetője elnökölt.

A vitában felszólaltak: *Dr. Kecskeméti Sándor, Czina Tivadar, Farkas László, Szabados Géza, Tarr József, Rózsa László és Ackermann János* elvtársak.

A vitát munkaebéd, s ezt a Kombinált Acélmű beruházási munkáinak helyszíni megtekintése követte.

A szakcsoport értekezlet hasznos és tanulságos volt. Szervezett lebonyolítását az LKM fejlesztési-beruházási szakemberei vállalták magukra, melyet ezúttal is megköszönünk.

Tarsoly Sándor
a szakcsoport titkára

A 68. küldöttközgyűlésünket máj. 22-én tartjuk Tatabányán

Beszámoló külföldi konferenciákról

III. Nemzetközi Ipartörténeti Szimpozium Szófiában

Az ICOHTEC, a Nemzetközi Ipartörténeti Bizottság 1979. szept. 2—7 között megrendezett VIII. szimpoziumán, amelyet Bulgáriában Szófia székhellyel rendeztek meg, Egyesületünk részéről az alábbiak vettek részt:

Bányai Bálint bm., *Cserjési Miklós* bm., *Krétai József* fkm., *Kiszely Gyula* tud. fts., *Ligeti Jenő* műsz. előadó, *Rosta Ferenc* bm., *Szeless László* vkm., *Szomolányi Gyula* bm.

Az ICOHTEC vezetősége ülést is tartott, amelyen részt vettünk. Érdeklődésünkre elmondták, hogy az UNESCO keretében működnek. Csúcsszerv az általános történeti bizottság és ennek egyik albizottsága az ipartörténeti rész. Tehát az ICOHTEC semmi esetre sem kizárólagosan a bányászat-kohászat történelmi kérdéseivel foglalkozó nemzetközi szervezet, s bár alapszabályait nem ismerjük, az ICOHTEC vezetőségi ülésein folytatott beszélgetésekből kitűnt, hogy általános műszaki témakörök kimunkálása ébren tartása a szervezet fő célja ipartörténeti vonatkozásban.

Az elhangzott 25 előadás tematikája is ennek megfelelően alakult:

— 11 előadás a technikai rendszerekről, felhasználásukról, kialakulásukról szólt.
— 8 előadás a műszaki tudományok, technikai eszközök (pl. számítógépek) befolyásáról, használatuk lehetőségeiről adott ismertetést a technológiai folyamatok irányításában.
— 6 előadásnak volt többé-kevésbé a bányászat és kohászat történetét érintő tárgya. Ezek között szerepelt *Kiszely Gyula* öntészettörténeti tárgyú előadása.
— Ezen kívül egy előadás és több korreferátum keretében ismertették *Leonardo da Vinci* szerepét és jelentőségét a technika fejlesztésében.

Így az előadások tükrözték a szinpozium előre meghatározott „technikai rendszerek, fejlődések, felhasználásuk és irányításuk" tárgykörét.

A konferencián 53 fő vett részt Angliából, Japánból, Csehszlovákiából, Szovjetunióból, NDK-ból, Magyarországról, Spanyolorsáágból, USA-ból, Kanadából és természetesen a vendéglátó Bulgáriából.

A szinpoziumot kiegészítette egy egésznapos kirándulás Bulgária történelmileg is egyik legjelentősebb vidékére: Gabrovoba, Velokoba, Trnovoba és a Sipka-szorosba. (B. B.)

VII. Nemzetközi Hőkezelési Szimpozium Bukarestben

Az 1979. szept. 23—27.-e között tartott konferencián az OMBKE kiküldöttjeként a következők vettek részt: *Komlós Ferenc* tervező csoportvezető, Kohászati Gyárépítő Vállalat, *Kovács József* laborvezető, Csepel Művek Fémtani és Technológiai Kutató Intézet, *Romenda József* üzemvezető, Lenin Kohászati Művek.

A konferencián 300 fő román és 200 fő külföldi, azaz összesen 500 fő vett részt.

A szimpoziumon elhangzott jelentősebb előadások:

— A nitridálás fejlődési irányai
— Nitrálási folyamat vezérlése
— Alutermikus felületkezelési módszerek
— Az öregedő ausztenites acélok termomechanikus kezelése
— Az SW3S2 jelű új gyorsacél alkalmazási tapasztalatai Lengyelországban
— Indukciós edzés után visszamaradó feszültségek a megeresztés és köszörülés különböző változatainál
— Az energiafelhasználás csökkentése rekuperációs égők felhasználásával
— Hőkezelésnél alkalmazott hőfokellenőrző berendezések és módszerek fejlesztése
— Rugóacélok vákuumhőkezelése
— Mezőgazdasági gépek gyorsan kopó alkatrészeinek élettartam növelése
— A fémek hőkezelésére szolgáló elektromos hevítő berendezések fejlesztésének irányai

A résztvevők a szimpozium előadásainak komplett anyagát megkapták. A szimpoziumon szerzett ismeretek hasznosíthatók.

A szimpozium példásan szervezett rendezvény volt. A fogadás és az ellátás kifogástalan volt. (KS)

Fémkohászat

Rovatvezetők: GYULAS ISTVÁN, KOLOSY JENŐ

Az alumíniumötvözetek öntéstechnológiájának fejlődése*

A. F. BELOV akadémikus
Össz-Szövetségi Könnyűfém-ötvözetek Intézete
Szovjetunió

DK: 669.715 : 621.74.04

A növekvő minőségi igények tisztább, homogénebb tuskók és termékek előállítását kívánják meg. Fémszűrő és fémtisztító eljárásokat tárgyal. Felhívja a figyelmet az ötvözetek hatásos keverésének fontosságára, például elektromagnetikus szivattyúk segítségével. Jelentősnek minősíti a folyamatos olvasztó és öntő eljárásokat. Vizsgálja az ultrahangkezelés hatását a termék minőségére.

Az öntéstechnológia értékelési kritériumai

Az alumíniumötvözetekből készült féltermékek minősége és megbízhatósága nagymértékben függ az olvasztás és az öntés technológiájától. Az öntéstechnológia színvonalának kritériuma a tuskó minősége, ami magában foglalja a gáz- és fémes-zárványok mennyiségét, illetve a fém tisztasági fokát, a fémes szennyezők megoszlását, a struktúrát és a fém melegalakítása folyamán a szerkezet által meghatározott technológiai tulajdonságokat.

Napjainkban úgy véljük, hogy a nagy szilárdságú alumíniumötvözetű tuskók minőségi mutatójának alapjául elvileg új követelményeket kell venni:

— alacsony hidrogéntartalom — a szilárd oldhatóság határain belül, a szolidusz-görbe szerinti hőmérsékleten;
— nem fémes zárványok hiánya;
— a „legyező" és az oszlopos kristályszerkezet, valamint a dendrites struktúra kiküszöbölése.

A tuskóknak ki kell bírni, rétegeződés nélkül a képlékeny átalakítást (hengerlést, szabad kovácsolást).

A kohászati megmunkálásban nagy jelentőségre tett szert a technológiai folyamat gazdaságossága. Ezzel kapcsolatban bővíteni kell a folyékonyfém felhasználásával történő tuskóelőállítást (alumínium ötvözése a kohókádban, fel kell használni a másodlagos alumíniumötvözeteket és hulladékokat), valamint növelni kell a szilárd betét feldolgozásának termelékenységét az olvasztási folyamat intenzifikálásával és az egy öntőgépen egyidejűleg leöntött tuskók számának növelésével. A különböző hatékonyságú és különböző költségű finomítási módszerek azt a feladatot állítják elénk, hogy megtaláljuk az olvadt anyag optimális tisztítási eljárásait.

* Az alumíniumipari tudományos-műszaki napok előadássorozatának keretében Székesfehérvárott 1979. szeptember 25—26-án elhangzott előadás részlete.

Az ötvözetek előállításának technológiája

Az alakítható ötvözetek előállítására egyre szélesebb körben alkalmazzák közvetlenül a kohóban előállított folyékony alumíniumot. Ennek a folyamatnak az előnye és gazdasági hatékonysága magától értetődik: nincs szükség az alumíniumtömbök újraolvasztására, aminek eredményeként lényegesen csökken a vissza nem térülő fémveszteség, csökken az ötvözetek előállításához szükséges villamosenergia-felhasználás és javulnak az egyéb műszaki-gazdasági mutatók is. Ennek során az alakításra kerülő félkésztermékek minősége azon a szinten van, amelyen a tuskókat felhasználó üzemekben kialakult, a hidrogéntartalom pedig ennél is alacsonyabb *(1. táblázat)*.

A rendelkezésre álló tapasztalatok lehetővé tették azt, hogy feltárjuk az ötvözetek folyékony elegyből történő készítésének legáltalánosabb sajátosságait. Az elektrolízisből érkező kohóalumínium hőmérséklete 800—900 °C, ami jóval magasabb a tuskók öntési hőmérsékleténél. Ezért a hőmérséklet csökkentése érdekében a folyékony alumíniumba szilárd fémet kevernek, ötvözőanyag és részben alumíniumhulladék formájában. Az elegy összetételének függvényében elemezve a hidrogén- és a nátriumtartalmat, figyelmet kell fordítanunk arra, hogy a betét szilárd összetevőinek növekedésével az olvadt fém gáztartalma 30%-kal megnövekedhet. A folyékony betéttel készült ötvözet nátriumtartalma általában magasabb, mint a szilárd betéttel készítetté. A folyékony alumínium nátriumtartalma 0,0009—0,0014%, a szilárd betéttel készültté pedig 0,0005—0,0008%. A folyékony fémből készült tuskók makrostruktúrája finom, de valamivel durvább, mint a szilárd elegygyel készültté. A félkésztermékek mechanikai tu-

1. táblázat

Az alumíniumötvözetek hidrogéntartalma az előállítás módjának függvényében

Az ötvözet típusa	H_2 tartalom $cm^3/100$ g Szilárd betét	Folyékony betét	Az önköltség csökkenése folyékony betét alkalmazásának esetén %-ban
Alumínium	0,22—0,28	0,18	12
AD31	0,28	0,28	10
AMc	0,26—0,33	0,25	10
AHg2	0,39—0,43	0,40	10
D16	0,34—0,38	0,29—0,31	8

lajdonságai megfelelnek a szabványok előírásainak.

A szilárd betétes alumíniumötvözet előállítási folyamata intenzifikálásának alapja a folyamatos olvasztás. Ennek megvalósításához korszerűsíteni kell az olvasztási technológiát és új olvasztó-öntő aggregátokat kell létrehozni. Ennek során figyelembe kell venni a betétkészítés, tárolás és szállítás munkaigényességének csökkentését, a vissza nem térülő veszteségek csökkentését, a kemencék hatásfokának növelését, a folyamat maximálisan lehetséges gépesítését, automatizálását számítógépek alkalmazásával.

Napjainkban a betét szállítása és adagolása a kemencébe részben adagoló gépek segítségével szakaszosan történik, ami óhatatlanul oda vezet, hogy a betét beadásához kézi munkára van szükség. Ezzel magyarázható, hogy az olvasztókemencék lehetséges 7 t/óra teljesítménye gyakorlatilag csak 3,5 t/óra teljesítményre van kihasználva.

Az alakítható alumíniumötvözetek gyártási gyakorlatában alkalmazott olvasztókemencék nagyon hasonlóak a martinkemencékhez. Létrehozásuk során azonban nem vették figyelembe azt a sajátosságot, hogy az acél feketesége 0,8-hoz közeli, az alumíniumé pedig mindössze 0,2 körüli, és ennek következtében az alumínium felhevítése a kemence felfűtött kupolájáról történő sugárzással nem éppen kedvező változat. Az olvasztókemencék hatásfokának növelésére törekedni kell arra, hogy maximálisan növeljék a kemencén belül a konvektív hőátadási összetevőt. Ennek a feladatnak az egyik megoldása lehet az égők vertikális elhelyezése az égéstermékek eltávozási sebességének egyidejű növelésével.

A folyamatos olvasztás nagy hatékonyságú folyamatának elengedhetetlen feltétele az olvasztás során az anyag intenzív keverése. A keverés hidrodinamikus vagy elektromágneses szivattyúkkal történik.

A folyamatos olvasztás végzése szempontjából nagy jelentősége van annak, hogy az ötvözet vegyi összetételét a megadott értékeken belül állandó szinten tartsuk. Az elvégzett számítások, a kísérleti és statisztikai adatok azt mutatják, hogy a D16 ötvözet megadott összetételétől való eltérés a réznél 0,2%, a magnéziumnál 0,07%, a mangánnál pedig 0,025%.

A folyamatos öntőberendezés teljesítménye 10—12 t/óra.

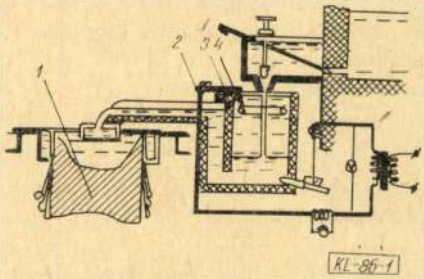
Elég sokáig nagy figyelmet fordítottak arra, hogy a berendezés konstrukciója milyen hatást gyakorol a termékek minőségére. Az olvadt anyag tisztítása és szemcsefinomítása terén elért eredmények azonban ezt a kérdést levették a napirendről.

A *vákuum* létrehozása az öntőkemencékben és az olvadt fém keverése gyakorlatilag megbízható ipari módszert jelent az alumíniumötvözetek *gáztalanítására* és gyakorlatilag minden ötvözethez alkalmazható, kivéve azokat, melyeket az olyan aktív és könnyen illó elemekkel ötvöznek, mint a lítium, kádmium, stb. Ez a módszer lehetőséget ad arra, hogy a megadott makro és mikro szerkezetű anyagot kapjunk és garantálja a hegesztési varrat tömörségét.

Az olvadt anyag nem teljes, vagy nem kellő ideig való keverése csökkenti a vákuumozás hatékonyságát. A gázeltávolítás hatékonysága a vákuumkamrában a keverés nélküli nagy fémtömegek esetében kisebb, mint ahogyan az várható a diffúziós tömegáramlás kinetikájából.

Keveréshez eredményesen alkalmazható a fürdő semleges gázokkal történő átbuborékoltatása, vagy gázdinamikus szivattyúkkal történő szabályozott keverés. A vákuumkezelés hatékonyságának növelésében fontos elem az oxidok előzetes eltávolítása az olvadt anyagból. Ez elérhető, ha az olvadt fémet klórtartalmú vegyületekkel, vagy klórral kezeljük. Nagy figyelmet kell fordítani a fém igen lassú átöblítésére a vákuumkeverőbe, annak érdekében, hogy megelőzzük az oxidok képződését és bekeverését.

Az oldat folyamatos átfúvatása egyszerű befúvatókon keresztül szintén igen aktív gáztalanító módszer, ami lehetővé teszi az alacsony gáztartalom elérését az ötvözetekben. A gáztalanítás foka szerint a folyamatos befúvatás azonos értékű a pihentető kemencékben történő vákuumkezeléssel. A szilárd nem fémes zárványoktól történő megtisztítás hatékonysága azonban az átfúvatásnál alacsonyabb. A folyamatos átfúvatás alkalmazása előnyös az olyan félkésztermékeknél, ahol korlátozott az *ultrahangos* ellenőrzéssel feltárható makrorétegeződések száma. Azoknál a termékeknél, amelyekben az üzemeltetési feltételek alapján nem engedhető meg nem fémes zárványok jelenléte, de nincsenek merev követelmények a gáztartalom és a félkésztermékek ultrahangos ellenőrzése szempontjából, előnyösebb az olvadt anyag sugarának folyamatos finomítása *(1. ábra)*.

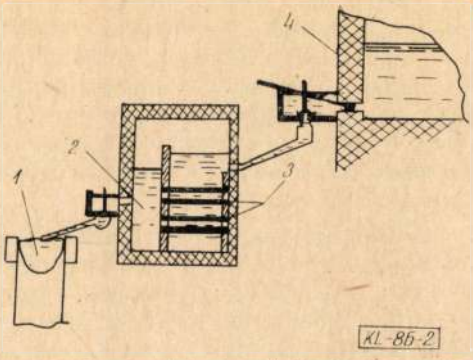


1. ábra. Alumíniumötvözetek tisztítására szolgáló elektrosalakos olvasztóberendezés vázlata

A módszer lehetővé teszi:
— az olvadt anyag oxidzárványainak csökkentését 0,001 %-ára
— az olvadt anyag hidrogéntartalmának csökkentését 10—30 %-kal
1 = tuskó, *2* = tisztafém-kamra, *4* = olvadt anyag, *3* = áramvezeték

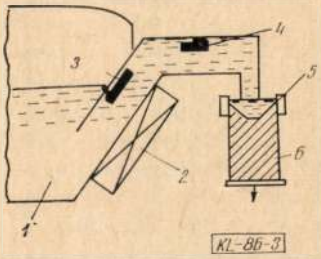
Az olvadt anyag finomításának és gáztalanításának új módszerei elsősorban azt jelentik, hogy az anyagot sugár formájában közvetlenül a kokillába történő öntés előtt kezelik *(2. és 3. ábrák)*.

Ezek közé tartoznak: a fém finomszűrése kerámiaszűrőkön keresztül, amelyeknek pórusmérete 10—12 mikrométer, öntés elektromágneses csatorna segítségével, és az abban elhelyezett gázelnyelővel és üveggyapotból készült több rétegű szűrő beállításával. Ide tartozik az anyagsugár kezelése ultrahanggal és végül a vákuumkezelés a fo-



2. ábra. Olvadt alumínium szűrése kerámia csőszűrőkön keresztül

A módszer lehetővé teszi:
— az anyag oxidtartalmának csökkentését 0,001—0,003 %-ra
— a 10 mikrométernél nagyobb zárványok visszatartását
1 = tuskó, *2* = tisztafém-kamra, *4* = kerámia szűrőcsőköteg, *3* = pihentető kemence



3. ábra. Az olvadt fém folyamatos gáztalanításának vázlata az elektromágneses csatornában

A módszer lehetővé teszi:
— az olvadt anyag hidrogéntartalmának 50—60 %-os csökkentését
1 = pihentető kemence, *2* = elektromágneses csatorna, *4* = csatorna a gáztalanító berendezéssel, *3* = teknő a szűrőberendezéssel, *5* = kokilla, *6* = tuskó

lyékony anyag hőmérsékletének egyidejű csökkentése mellett. Mindezek a módszerek már túlnőttek a laboratóriumi kutatások keretein, és széles körű ipari kipróbálásoknak vetik őket alá.

A kerámiaszűrőkön keresztüli szűrés lehetővé teszi olyan anyag kialakítását, amelyben a nem fémes zárványok mennyisége 10-nél kevesebb, és jelentősen 30—40%-kal csökken az anyag gáztartalma.

A tuskók vizsgálatának összehasonlító eredményeit tartalmazza a *2. táblázat.*

2. táblázat

A tuskóvizsgálatok összehasonlító eredményei

Ötvözet	Tisztítás	H_2 cm³/100 gAl	Porozitás	A technológiai próba tisztasági mutatója
AMg6	finomszűrésel	0,25—0,35	nincs	0,001
	szűrés nélkül	0,40—0,45	közepes	0,015—0,02
D16	finomszűrésel	0,19—0,21	nincs	0,001
	szűrés nélkül	0,25—0,27	közepes	0,010—0,02

A kerámiaszűrőkön keresztül történő szűrés és az öntőkemencékben történő előzetes vákuumkezelés együttes alkalmazása lehetővé teszi gyakorlatilag bármilyen szükséges gáztartalom és fémtisztaság elérését.

Nem kevésbé jó eredmények érhetők el gáznyelős elektromágneses csatornán keresztül történő

Különböző olvadéktisztítási eljárások hatékonysága AlMg6 ötvözet esetében *3. táblázat*

A fémminőség-mutató:	Hagyományos eljárások (tisztítás gázzal v. sóval az olvasztóöntő kemencében)	Vákuumkezelés keveréssel az öntőkemencében	Fémsugár folyamatos átöblítése inert gázzal	A fémsugár folyamatos átöblítése inert gázzal és folyékony sórétegen keresztül történő szűrés	Elektródos olvadék-tisztítás	Vákuum kezelés és finomszűrés kerámikus szűrőkkel	Ti-gázelnyelős elektromágneses csatornán történő öntés és szűrés több rétegű üvegszöveten keresztül	Megjegyzés
Vákuumextrakcióval meghatározott hidrogéntartalom cm³/100 g fém	0,6—0,7	0,25—0,35	0,25—0,35	0,25—0,35	0,4—0,5	0,25—0,35	0,20—0,25	
Pórusosság, %	0,6—0,7	0,2—0,3	0,3—0,4	0,2—0,3	0,4—0,5	0,1—0,2	0,1	
Nagyobb nemfémes zárvány (azonos területegységre)	3	2	3—4	1—2	1	1	1	
Hajlam az alakítás közbeni rétegződésre (a hagyományos tisztításnál elért %-ában	100	5	10—15	5—10	70—80	5	5	
Hajlam a varratkörnyéki pórusságra (a hagyományos tisztításnál elért %-ában)	100	5	50—60	5	70—80		0—3	

A két utolsó eljárás kísérleti jellegű, ipari ellenőrzésük most van folyamatban

öntéssel, és több rétegű üvegszűrőn keresztül történő kényszeráramoltatással. A fémtisztaságról és gáztartalomról kapott adatok ennek a módszernek az esetében semmivel sem rosszabbak azoknál az eredményeknél, amelyeket vákuumkezeléssel érhetők el, és a *3. táblázatban* szerepelnek. A gáztartalom pedig még ennél is kedvezőbb.

A különböző finomítási módszerek hatékonyságát és a tuskóminőség paramétereit mutatja be a *3. táblázat.*

A félgyártmányokkal szemben támasztott igényektől függően a 4. táblázatban felsorolt tisztítási eljárások ajánlhatók.

A termelési gyakorlat azt mutatja, hogy valamennyi esetben szükség van a fém ülepítésére és az üvegszövetekből készült szűrők szélesebb körű alkalmazására.

A nagy hatékonyságú finomítási módszerek széles körű kipróbálása és bevezetése kiemeli a szemcsefinomítási eljárások fontosságát. Az ötvözetek nem fémes zárványainak és szennyeződéseinek csökkenése a szemcseszerkezet növekedéséhez vezet. A jelenleg ismert összes szemcsefinomító között a leghatékonyabb a titán és a bór együttes adagolása, amelyet az olvadt fémbe a hármas alumínium-titán-bór előötvözetből visznek be. A szemcsefinomítók beadagolását célszerű az oldat finomítása után elvégezni. A tuskó finom szemcsés struktúrája biztosítja a képlékenység javulását, ami lehetővé teszi az öntés 10—20%-os intenzifikálását, valamint a tuskók alakítási sebességének és mértékének növelését.

Az olvadt fémsugár tisztítási módszereinek fejlődésével kapcsolatban egyidejűleg kidolgozták és bevezették a folyamatos modifikálás módszerét előötvözött szemcsefinomító anyag adagolásával, ami összetételben megfelel az alumínium-titán-bór előötvözött anyagnak. Ez a módszer igen jó eredményeket ad kisebb ötvözőadalék felhasználásával és az előötvözött anyag kisebb ötvözőanyagtartalmával.

A szemcsefinomítás, a tuskók minőségének javítása mellett, az egyik útja az öntőberendezések termelékenység-növelésének. Ismeretes, hogy a folyékony fém 770 °C fölé melegítése a tuskó szemcseszerkezetének eldurvulásához vezet. A titán és bór egyidejű adagolásával elérhető a folyékony fém 850 °C hőmérséklete, megtartva a tuskó és félkésztermékek jó minőségét. Az olvasztási folyamat ilyen intenzifikálása lehetővé teszi az olvasztókemencék termelékenységének 15%-os növelését.

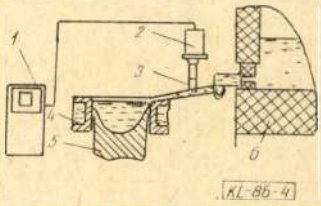
Az utóbbi években széles körben elterjedtek azok a munkák, amelyek az olvadt fém ultrahangos kezelésének alkalmazására vonatkoznak, annak érdekében, hogy csökkenjen a szemcseméret és részleges gáztalanítás lépjen fel. A tuskó különösen finom szerkezetének elérése érdekében, vagyis az úgynevezett szubdendrit-típus szerkezethez, ahol a szemcseméret kisebb, vagy azonos a dendritsejt méretével, az utóbbi években ipari körülmények özött kezdték az olvadt anyag ultrahangos kezelését a kristályosodási folyamat során *(4. ábra).*

Az ultrahangos kezelés a tuskó folyékony fürdőjében történik, a folyamatos öntés során. Az ultrahang hatásának fizikai mechanizmusa abban rejlik, hogy az ultrahangos kezelés során gyökeresen megváltoznak a kristályosodás feltételei. Megnő az aktív kristályosodási központok száma, és a kristálynövekedési terület közeledik közvetlenül a kristályosodási fronthoz. Ez azért lehetséges, mert a dermedő fémben akusztikus kavitáció lép fel, ami az anyag felmelegedéséhez és a szennyeződések aktivizációjához vezet.

4. táblázat

A finomítási módszer kiválasztása

A fémtermékkel szemben támasztott követelmény	A tisztítási eljárás
Ultrahanggal nem ellenőrzött félkésztermékek	Hagyományos finomítási módszerek
Hegesztendő félkésztermékek, amelyeket ultrahanggal ellenőriznek, kémiai megmunkálásra kerülő félkésztermékek	Vákuumkezelés gyűjtőkemencében folyamatos átfúvatás szűréssel, új finomítási módszerek
Hegesztésre nem kerülő félkésztermékek ultrahangos ellenőrzéssel	Folyamatos átfúvatás semleges gázzal, szűrés üvegszöveten keresztül
Speciális rendeltetésű termékek korlátozott számú belső és varrat körüli zárványokkal	Elektroolvasztásos finomítás, szűrés kerámia szűrőkön keresztül új finomítási módszerek



4. ábra. Az olvadt fém ultrahangos kezelésének sémája

A módszer lehetővé teszi:
— a nagy méretű tuskók szemcseméretének csökkentését 10—12-szeresen
— a fém hidrogéntartalmának 50 %-os csökkentését
— az öntött fém technológiai plasztcitásának 50—70 %-os növelését
1 = generátor, *2* = átalakító, *4* = sugárzó test, *3* = kokilla, *5* = tuskó, *6* = pihentető kemence

5. táblázat

Az ultrahangos kezelés hatása a D16 (2124) ötvözetből készült 650 mm átmérőjű nagyméretű tuskó struktúrájára és tulajdonságaira, homogenizálás után

Öntéstechnológia	Szemcseméret	H_2 cm³/100 g Al	Zárványok mm²/cm²	Mechanikai tulajdonságok		
				Rm N/mm²	A %	UK N/cm²
Öntés ultrahangos kezeléssel	75—100	0,10	0,003	238	6,9	15
Öntés ultrahangos kezelés nélkül	800—1500	0,16	0,065	224	4,0	10

A 650—800 mm-es átmérőjű nagyméretű tuskók ultrahangos kezelése 10—12-szeresen csökkenti a szemcseméretet, 50%-kal csökkenti a hidrogéntartalmat növeli a képlékenységet. *(5. táblázat)* A tuskó struktúrájának és tulajdonságainak javulása csökkenti az alakított fém mechanikus tulajdonságainak anizotrópiáját, és növeli a törési szívósságot.

Az argongázos ívhegesztéssel végzett hegesztéseknél eltűnnek a hegesztési varratok rétegződései. Az említett öntési technológia rendeltetése elsősorban az, hogy kovácsolt, préselt és hengerelt félkésztermékekhez állítson elő tuskókat Al, Cu, Mg, Mn és Al, Mn, Cr, Mg stb. ötvözetekből, amelyek Zr, Ti modifikáló adalékokat tartalmaznak, és átmérőjük 800 mm-nél nagyobb. A homogén struktúrának és a fém fokozott képlékenységének lényeges jelentősége van.

Rézszulfid-koncentrátum előállítása hidrometallurgiai úton

WIEDER NÁNDOR okl. fémkohómérnök, tud. munkatárs
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

A szerző röviden ismerteti a rézelőállítás problémáit, nehézségeit. Részletesen tárgyalja saját módszerének alapjait és kísérleti eredményeit.

Lehetségesnek tartja, hogy megfelelő piritmenynyiség esetén már 0,4 % Cu-tartalmú ércből, bármilyen meddő esetén, gazdaságosan ki lehet nyerni a rezet és a ritkafémeket.

1. Bevezetés

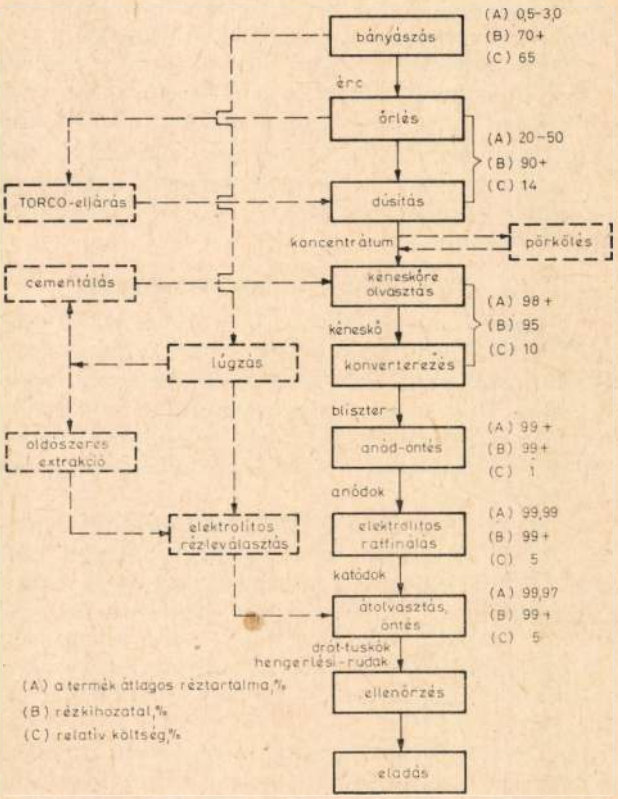
Az *1. táblázaton* a primér-réz nyersanyagaiból való előállításának munkafolyamatai láthatók *Armstrong Smith* nyomán [1].

Eszerint a rézelőállításnál a flotálással előállított szinpor (koncentrátum) a *Torco* dúsítmánnyal, esetleg a cementrézzel (egyes üzemekben az érc egy részének pörkölése után) a kéneskőre olvasztáshoz kerül. Itt meg végbe — elsalakítópótlékok, mint SiO_2, $CaCO_3$, adása mellett — a vastól való elválasztás első lépése. A műveletnél több-kevesebb (0,25—3,0%) Cu-tartalmú vas-kalciumszilikát-salak és 30—50% Cu-tartalmú, FeS-Cu_2S-ből álló termék, az ún. „*kéneskő*" keletkezik. (1 sr. rézre, 2 sr. salak!). A kénesküvet a konverterezéshez viszik, ahol újabb SiO_2-adással (levegő egyidejű befújtatása mellett) a vas megmaradó részét távolítják el, majd a keletkező salak leöntése után megmaradó réz-szulfid-olvadékból további fujtatással nyerik a nyersrezet (bliszter). Ebből tűzi, majd szükség esetén elektrolitos raffinálással nyerik a fizikai továbbfeldolgozáshoz szükséges tisztaságú rezet. Az elektrolit-réz ma már iparszerűen akár 99,99%-os (nemzetközileg *4N*-nel jelölt) tisztaságban is előállítható. Elektrolitos raffinálást alkalmaznak a nemesfémekben (Au, Ag, Pt), illetve Se, Te-ban dúsabb ércek feldolgozásánál akkor is, ha a későbbi rézfelhasználás nem igényelne ilyen tiszta rezet. Ezek ugyanis az elektrolízisnél keletkező „anódiszapban" összegyűjthetők és megfelelő módszerekkel kinyerhetők.

A rézelőállításnak ezt a ma már klasszikusnak mondható, és a világ réztermelésének döntő hányadát képező technológiát, főleg pedig a kéneskőre olvasztást és konverterezést, elsősorban környezetvédelmi, de gazdaságossági szempontból is komoly fogyatékosságok terhelik. Nem tárgya a cikknek ezeknek a problémáknak a részletes ismertetése, nem lesz azonban felesleges néhány szót szólni a problémákról, mert alátámasztja, a réz hidrometallurgiai úton való kinyerésének, illetve dúsításának szükségességét.

A kéneskőre olvasztás ma még főleg lángkemencében, illetve az utóbbi időben a finnországi Outokumpu-ban kifejlesztett „*flash smelting*" (röptében olvasztás) elven működő kemencében történik. Az irodalomban található nagy számú üzemi adat alapján megállapítható, hogy lángkemencében való olvasztásnál keletkező salak rézben sze-

1. táblázat



gény (0,25—0,35% Cu), ugyanakkor nagy a fajlagos energia-igénye, a nagy mennyiségű füstgázba kerülő SO_2 eltávolítása rendkívül költséges. A flash smelting elven dolgozó olvasztásnál keletkező gáz SO_2-ben dús, kénsavra aránylag könnyen feldolgozható, a keletkező salak azonban rézben dús (2—3% Cu), ennek valamint a konvertersalaknak a réztelenítése nagyon költséges. Mindkét módszernél kapott kéneskő konverterezésekor keletkező SO_2 gáz ingadozó összetételű, kénsavra való feldolgozása nehézkes. Ez utóbbi kiküszöbölésére született a folyamatos konverterezés, helyesebben a színpor közvetlen konverterezése (Noranda-eljárás, WORCRA-eljárás, stb.). Mindkettőnél rézben dús salak keletkezik, ezt külön kell réztelenítení. Nem alaptalan tehát egy külföldi — egyik eljárás irányában sem elkötelezett — tervező intézet tanácsadójának véleménye, miszerint „a mondabeli *Diogenész* könnyebb helyzetben volt, amikor lámpásával az igazembert kereste, mint az a kohász, akinek meg kell mondania, hogy melyik eljárás a rézkohászat királynője" [2].

Hogy a rézkohászat valójában forradalmát éli, talán eléggé megfoghatóan bizonyítja az a hír is, hogy a négy legnagyobb konkurrens amerikai réztársaság mint a *Kennecott*, *Anaconda* és társaik, közös kutatócsoportot hozott létre, amelynek rendeltetése a jövő rézelőállítási technológiájának megállapítása. A megoldásban nagy szerepe lehet a hidrometallurgiának.

A hidrometallurgia a kémiai metallurgiának (magyar terminológiával kohászatnak) az a módszere, amely az ércekből olvasztás, pontosabban szétolvasztás helyett folyékony oldószerrel, rendszerint valamilyen vízben oldott reagenssel (kénsav, sósav, salétromsav, ammónia, NaOH stb.) távolítja el a hasznos fémet (fémeket) az érc meddő alkatrészeitől, majd a többé-kevésbé tiszta oldatból szinfémet vagy vegyületet állít elő.

Ilyen hidrometallurgiai módszer pl. a cinknek szfalerit koncentrátumból elektrolitos úton való előállítása, vagy az Al_2O_3-nak a bauxitokból elektrolízis céljaira való kinyerése (timföldgyártás).

A metallurgia tárgykörébe tartozik egyébként az öntés, hengerlés, kovácsolás, stb. is (fizikai metallurgia).

2. A klasszikus rézhidrometallurgia

A réznek, maximálisan 33% Cu-t tartalmazó kalkopirit ($CuFeS_2$) koncentrátumból hidrometallurgiai úton való előállítása csak kísérleti állapotban van. Ipari megvalósítása legalább annyi nehézséget és problémát jelent, mint amennyi az előbbiekben említett tűzi eljárásoknál fellelhető, jövője ezért kétséges [11].

A réznek (jelenleg az USA-ban külszíni fejtésnél 0,5% Cu alatt) műre-valósági határon aluli réztartalmú anyagokból, meddőhányókból, fizikai előkészítéssel (flotálással) nem dúsítható (pl. oxidos, karbonátos stb.) ércekből való kinyerésére szolgáló hidrometallurgiai módszerek munkafolyamatait az 1. táblázaton szaggatott vonallal jelzett törzsfa szemlélteti.

A törzsfa szerint a fenti réztartalmú anyagok réztartalmának fémalakban való kinyerésére szolgáló klasszikus hidrometallurgiai módszer lényegében két lépésből áll:

— rezet tartalmazó oldat előállítása,
— a réznek oldatból való kinyerése.

21. Rezes oldatok előállítása

A réz kioldására általában — a rendelkezésre álló ként is igénybe véve — a legolcsóbb ásványi savat, a kénsavat, illetve kénsavas ferri-szulfát oldatot használják. A sósav, salétromsav valamint az ammóniás-ammon-karbonát oldat környezetvédelmi okokból nem jöhet szóba. Az egyes rézásványoknak híg kénsavban, illetve kénsavas ferri-szulfát oldatban való oldódásának sebességét a *2. táblázat* tartalmazza [4].

Az anyagok 100—200 csokros szemcseméretűek voltak, a lúgzási hőmérséklet a közönségesnél valamivel nagyobb (35 °C-os) volt.

Amint látható, a réznek ezidőszerint legfontosabb alapanyagát képező kalkopirit ($CuFeS_2$) oxidáló jellegű kénsavas ferri-szulfátban való oldódása még finomra őrölt állapotban is nagyon lassú, de

2. táblázat

Néhány rézásvány réztartalmának oldódási sebessége kénsavas ferritszulfát oldatban [4]

Az ásvány megnevezése	Az oldószer	A rézoldódási sebesség
Krizokoll	5 %-os H_2SO_4	24 óra alatt 100 %
Krizokoll	2 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 2 %-os H_2SO_4	1 óra alatt 100 %
Kuprit	2 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 2 %-os H_2SO_4	1 óra alatt 100 %
Kalkozin	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	20 nap alatt 97 %
Bornit	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	21 nap alatt 99 %
Kovellin	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	47 nap alatt 57 %
Kalkopirit	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 1 %-os H_2SO_4	43 nap alatt 2 %
Kalkopirit 300 csokrosnál finomabb	5 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	42 nap alatt 30 %
Enargit	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	60 nap alatt 2 %
Tennantit	2 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	30 nap alatt 7 %
Tetraedrit	1 % Fe $Fe_2(SO_4)_3$ alakban 0,5 %-os H_2SO_4	23 nap alatt 95 %

a többi kettős szulfid, mint pl. a bornit, kubanit, stb., valamint enargit is kedvezőtlen oldódási tulajdonságokat mutat. Durvább szemnagyságoknál több évig tartó ismételt lúgzásokkal lehet csak elfogadható kihozatalokat elérni (lásd később).

Ezen az utóbbi időben felfedezett kén- és vasoxidáló baktériumok, mint a *Thiobacillus thiooxidans*, illetve *Thiobacillus ferrooxidans* alkalmazása sem hozott nagyságrendileg elfogadható gyorsulást. (Továbbra is évekig tartó lúgzásokra kell számítani) [5].

A fejezet elején említett anyagok réztartalmának kioldására az USA-ban használt módszereket, gazdasági adatokkal kiegészítve, nagyon jól foglalja össze Thole [3]. Ezek az egyébként különkülön másutt is ismertetett, a nyersanyagtól is függő módszerek a következők:

— Medencékben való lúgzás.
— Halomban vagy hányón való lúgzás.
— „In situ" (lelőhelyen, helyszínen való) lúgzás.

211. Medencékben való lúgzás

Nem túlságosan elterjedt módszer. Az Asarco Co. San Xavierben (USA) levő bányáinál alkalmazzák oxidos-karbonátos (szilikátos) rézércek lúgzására. Az érc a hagyományos fizikai előkészítő eljárással nem dúsítható, viszont elég nagy (~1%) Cu-tartalma miatt alkalmas arra, hogy az aránylag költséges eljárást használni lehessen. A nyersanyagot 10 mm alatti szemnagyságban rakják a medencékbe, melyek mérete 21 × 21 ×6,5 m. Egy medencébe 3100 t anyagot raknak, 1,13 millió liter oldatot öntenek naponta az anyagra. 5—6 napig lúgoznak az ellenáram elvén, vagyis a friss savat (30 g H_2SO_4/l) a legrégebben lúgzás alatt álló ércre vezetik; a 7—8. napon már csak vízzel mosnak, míg a 9. napon a medencék ürítése folyik. A működésre vonatkozó adatok a *3. táblázatban* láthatók.

212. Hányón és halomban való lúgzás

A két módszer több szempontból hasonlóan dolgozik, ezért közösen lehet tárgyalni őket.

A halomban való lúgzáshoz is előnyös, ha a karbonátos-szilikátos érc porózus és belőle az önürítő szállító edényekből minden további aprítás nélkül halmokat lehet képezni lúgzás céljaira.

3. táblázat

Az egyes lúgzási módszerek mutatói [3]

Időszükséglet	A lúgzás módszere			
	Medencében	Halomban	Hányón	lelőhelyen (in situ)
	napok	hetek—hónapok	évek—évtizedek	
H_2SO_4 a friss lúgban, g/l	20—60	10—30	0—10	
A feladott friss lúg, l/m²/perc	1,8	kb. 0,1	0,01—0,12	0,1—0,2
Elérhető fémkihozatal, %	70	50	50	50

A hányók lúgzása a legelterjedtebb lúgzási módszer, az USA nyugati külfejtéses bányák meddőinek legnagyobb részét így lúgozzák. A hányókra szállított, főleg szulfidos ércek fedőrétegéből álló anyag mérete nagyon változó (poralakútól tonnás darabokig). A jó folyadék- és levegő áteresztőképesség biztosítására az új hányókat úgy képezik ki, hogy a durvább darabok a hányó aljára, a kisebbek a tetejére kerüljenek. A hányóképzés későbbi folyamán ez már természetesen alakul.

Az új hányók vagy halmok felhalmozása időszakosan történik; mihelyt a lefolyó lúg réztartalma egy bizonyos érték (pl. 0,6 g/l) alá csökken, újabb réteget raknak felülre. A hányók méreteit a rendelkezésre álló hely szabja meg, a halmokét a szegény érc mennyisége.

A lúgzó oldat feladása a halomra, illetve a hányóra vagy hálószerűen elhelyezett csővezetékről szórók segítségével, vagy a felületen kiképzett kis tavacskák oldattal való elárasztása útján történhet. Ebből következik, hogy a hányón, illetve halomban való lúgzás csak klímatikailag alkalmas (melegebb) vidéken lehetséges. Itt viszont jelentős párolgási veszteségek léphetnek fel.

Károsak a lúgzásnál a feladott (visszajáró) lúgban levő vas-sók, mivel ezek az érc bázikus alkotóitól kicsapódhatnak és eltömhetik a természetes járatokat, ezenkívül az ércdarabok felszínét bevonva idővel megakadályozhatják a lúgzószernek a darab belsejébe jutását. Ennek a veszélynek a csökkentésére váltakozó módszerrel dolgoznak. Több hányóból, illetve halomból folyik a lúgzás egyszerre, közülük egyesek lúgzás alatt vannak, mások viszont „*száradás*" (oxidáció) periódusában.

A különböző helyekről lefolyó oldatokat a természetes esést kihasználva, csővezetéken, vagy pl. kiszáradt patak medrében vezetik a gyűjtőhelyre ahol (a később ismertetendő módszer szerint) kinyerik a rezet.

Betonból készült berendezéseket, gátakat csak szigeteléssel lehet használni a műveleteknél, mert a nagyon korrozív oldat „*megeszi*" a betont.

213. Az „in situ" lúgzás

A rézlúgzás legősibb formája. A blokk-bányászás folyamán keletkezett üregek a bányászás után idővel a külszínről leszivárgó vízzel telnek meg. Ez a víz a megmaradt anyagokat, pilléreket megtámadja és az idők folyamán kioldja belőlük a rezet. A folyadékot időnként kiszivattyúzzák az üregekből és kinyerik belőle a fémet.

Sokan ebben a módszerben vélik felfedezni a jövő rézkohászatát. Az elképzelés szerint érctestet robbantással (esetleg földalatti atomrobbantással) [4] aprítják fel, majd a felaprított anyagot lúgzószerrel árasztják el és hosszabb-rövidebb ideig az üregben hagyják. A rezet tartalmazó oldatot bizonyos időnként valamilyen módszerrel lecsapolják és a felszínre juttatják a rézkinyeréshez.

A módszer alkalmas lehet olyan érctömbök fémtartalmának kinyerésére, amelyek nehezen dúsítható rézásványokat tartalmaznak és biztosítható az oldat megszökésének a kiküszöbölése, továbbá, ha a meddő nem túl bázikus. A [3] ismer-

tet egy szintén USA-beli kísérletet (Tucson, Arizóna).

Egy 3,6 millió tonnás, 0,8 Cu tartalmú szulfidos-oxidos tömzsöt feltártak, majd 1800 t-nyi robbanóanyaggal egy-tűzben felrobbantottak. Robbantás után terraszokat képeztek ki, ezekre adták fel a híg kénsav lúgszert 0,16 l/perc,m^2 mennyiségben. 4 hét után jelent meg először az oldat. 1974-ben 2250 t rezet termeltek ki belőle (kb. 8%-a az összréznek). Ehhez a feltárásra és berendezésekre 1 millió, a robbanóanyagra 0,7 millió $ volt szükséges. Az ismertetés nem közli az összetört anyag szemcseeloszlását. A [4] szerint atombombával felaprított bazaltból, illetve gránitból álló kőzettest a *4. táblázatban* látható átlagos szemcseeloszlást

4. táblázat

Földalatti atomrobbantással összetört anyag általános szemcse-eloszlása [4]

Lyukbőség		Az áteső anyag, %
6 ft	= 182,80 cm	100
5 ft	= 152,30 cm	95
4 ft	= 121,80 cm	88
3 ft	= 91,40 cm	75
2 ft	= 60,90 cm	60
1 ft	= 30,40 cm	40
6 inch	= 15,24 cm	30
4 inch	= 10,16 cm	25
2 inch	= 5,08 cm	20
1,5 inch	= 4,81 cm	16
1 inch	= 2,54 cm	14
0,75 inch	= 1,91 cm	12
0,5 inch	= 1,27 cm	10
3/8 inch	= 0,953 cm	9

mutatta. Amint látható, az anyagnak több mint 60%-a 1 lábnál (30,47 cm) nagyobb, ami 15 évnél is hosszabb lúgzási időket tehet szükségessé, feltételezve még, hogy biztosítani lehet az oxidáló jellegű (ferriszulfátos) sav állandó jelenlétét (legalább 2-es pH-t). Ez utóbbi esetleg minden más műveletnél költségesebb lehet, hiszen pl. az új recski ércelőfordulás egyes mintáiból csak 30—40t H_2SO_4/t Cu fajlagos kénsavfelhasználással lehetett biztosítani a baktériumos lúgzási feltételeket [5]. (Az ércben levő S-ből nem lehet in situ H_2SO_4-et előállítani$_4$).

Az egyes módszereknél szükséges lúgzási időket, valamint az elérhető rézkihozatalokat a 3. táblázat mutatja.

22. A réz kinyerése az oldatokból

A lúgzásnál kapott oldatokból a rezet kétféle módon nyerik ki: vassal való *cementálással*, vagy oldószeres extrakciót követő *elektrolízissel*.

221. Cementálás

Fémes vas a

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu \qquad (1)$$

reakció szerint választja le a rezet neutrális vagy gyengén savanyú oldatából. A levált rezes anyag általában 60—80% fémrezet tartalmaz (a többi fémvas), melyet mint az 1. táblázat is mutatja, a kéneskőre olvasztáshoz adnak fel. (Darabosítás nélkül csak lángkemencében lehet feldolgozni).

Nagy hátránya a vassal való cementálásnak, hogy az ércekben kisebb mennyiségben jelenlevő és feloldódó egyéb fémek, mint pl. a Ni, Co, Mo, V, U stb. ilyen módon nem választhatók le és a lúg visszajáratása folyamán elvesznek [6].

222. Oldószeres extrakciót követő elektrolízis

Ha, az általában 4—5 g/l mennyiségű Cu-t tartalmazó (tehát elég szegény), oldatot szerves oldószerben, rendszerint petróleumban oldott nafténsavval, vagy a tökéletesebb szétválasztást biztosító LIX-féleségekkel, illetve Kelex-szel kevernek össze, a réz cserebomlásos reakcióval a szerves fázisba megy át, amelyből kénsavas oldattal (pl. az elektrolízis véglúgjával) visszaoldható (az angol stripping szó kevésbé jól sikerült fogalmazásával reextrahálható).

Az így kapott és az elektrolízis céljaira megfelelő réztartalmú (40—50 g/l) oldatból oldhatatlan anód (ólom) használatával a réz a katódon elektrolikusan elválasztható. Ilyenkor a fajlagos villamos energia felhasználás 2200 kWh/t Cu, szemben a tüzi úton előállított réz elektrolitos raffinálásához szükséges 220 kWh/t energiaigénnyel. Az így nyert elektrolit-réz nem is olyan tiszta, mint az utóbbi, elektrotechnikai célokra nem mindig megfelelő, ami rézötvözetek számára a mai energiaárak mellett viszont drága és feleslegesen tiszta [7].

23. Klasszikus rézhidrometallurgiai értékelések

Az előbbiekben ismertetett és még klasszikusnak tekinthető rézhidrometallurgiai értékelését a jelenlegi ismeretek alapján a következőkben lehet összefoglalni:

Előnyök:

— elvileg rézben bármennyire szegény anyagok réztartalma kinyerhető (feltételezve, hogy a meddő sem túl bázikus);
— aránylag kis beruházással megvalósítható: a [3] szerint napi 9 t cementréz oldatból való előállítására szolgáló üzem 2 millió dollárba került (1976-os adat).

Hátrányok:

— környezetvédelmi szempontból veszedelmes, fennáll az oldatok megszökésének lehetősége [8];
— az ércekben levő kén teljes egészében elvész;
— az említett (ritka-) fémeken kívül a nem, vagy kevéssé lúgzódók, mint pl. a Se, Te, As (amelyek ma már technikailag fontos fémek), szintén elvesznek.

Az említett hátrányokat ki lehetne küszöbölni, továbbá a hidrometallurgai előnyeit fel lehetne használni, ha a [9] alatt megadott eljárás alapján történnék a réznek nyersanyagaiból való kinyerése, pontosabban a pirometallurgiához való előkészítése.

3. A rézszulfid-előállítás technológiája és eredményei

Az eljárás, melynek szilikátos meddőjű rézércek feldolgozásra használható törzsfáját az *5. táblázat* szemlélteti, egyaránt alkalmas szegényebb, vagy gazdagabb szulfidos és/vagy oxidos, hidroxidos, karbonátos, szilikátos rézércek, kollektív koncentrátumok (angol néven copperpyrites); de elvileg komplex réz-cink vagy réz-nikkel ércek (koncentrátumok) fémtartalmának tiszta szulfid alakban való szelektív kinyerésére is. A réz technikailag tiszta réz szulfid-színpor alakjában keletkezik bármilyen szegény nyersanyagból. Az előállítható rézszulfid szárítás után akár a flash-smelting eljáráshoz, akár Noranda, WORCRA vagy egyéb hasonló eljáráshoz minden további nélkül felhasználható lenne, belőle a Cu-t salak keletkezése nélkül lehetne kinyerni.

Az eljárás lényege, hogy a nyersanyagtól függő módon előállított, ammónium-szulfátot is tartalmazó rézszulfát oldatból a rezet ammónium-szulfiddal ejtjük ki, mikor is a következő reakció játszódik le:

$$CuSO_{4old} + (NH_4)_2S_{old} \rightarrow$$
$$\rightarrow CuS_{szil} + (NH_4)_2SO_{4old} \qquad (2)$$

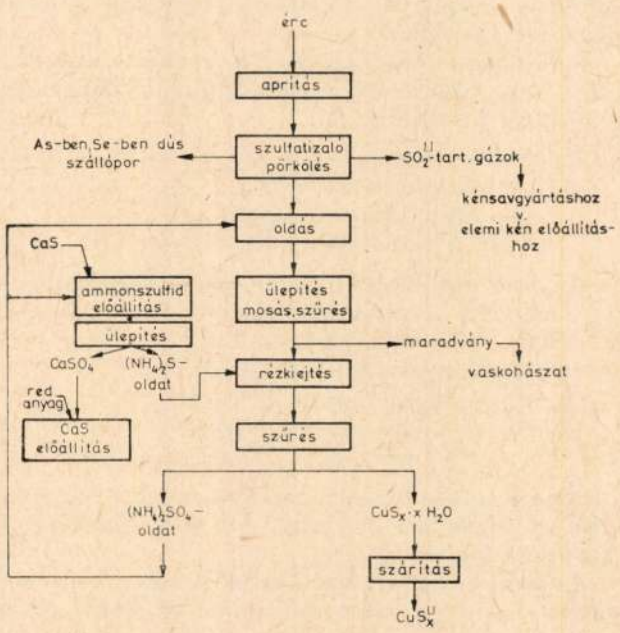
Amennyiben a kiejtést olyan módon hajtjuk végre, hogy utána a végső pH 1,8—2,0 körül van, a réz-szulfid mentes lesz Fe-től, Ni-től, Zn-től és a többi $(NH_4)_2S$-sel egyébként kiváló fémtől.

Az eljáráshoz az ammónium-szulfidot nem az analitikában használt módon H_2S-ből és ammóniából, hanem CaS-ból és a kiejtés és szűrés után visszanyert $(NH_4)_2SO_4$ oldatból állítjuk elő a következő reakció alapján:

$$CaS_{szil} + (NH_4)_2SO_{4old} \rightarrow$$
$$\rightarrow (NH_4)_2S_{old} + CaSO_{4szil} \qquad (3)$$

A szűrés után kapott $CaSO_4$-ből vagy friss $CaSO_4$-ből (célszerűen anhidrit-ből) redukáló anyaggal CaS-et lehet készíteni bármilyen ilyen célokra alkalmas kemencében.

Az eljárás egyes műveletei gyorsan lejátszódók, nem igényelnek különleges berendezéseket.



31. A technológia egyes részletei

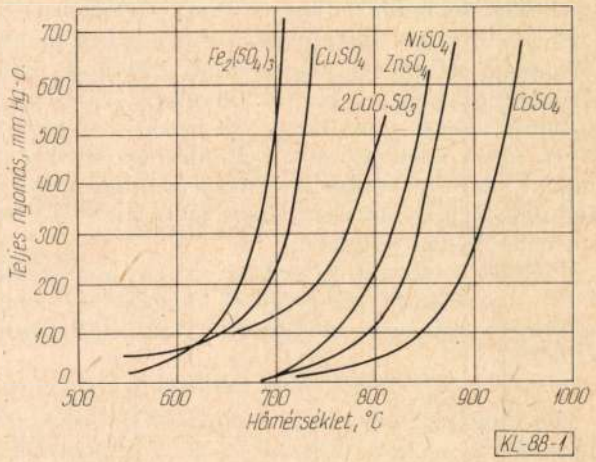
311. Rézszulfát-oldat előállítása

Híg kénsavban nehezen oldódó (komplex) szulfidos vagy arzenides ásványok réztartalmának feltárására a leggyorsabb és legcélravezetőbb módszer a szulfatizáló pörkölés és az utána következő vizes vagy egészen híg kénsavas lúgzás.

Szulfatizáló pörkölés igen régóta ismert a fémkohászatban. Ha szulfidos anyagokat a bomláshőmérsékletük (350—400 °C) fölé hevítünk, a levegő oxigénjének a hatására meggyulladnak és több lépcsőben szulfátokká alakulnak. Kalkopirit esetén az első lépcsőben lejátszódó reakció a következőképpen írható le:

$$2CuFeS_2 + 8O_2 \rightarrow 2CuSO_4 + 2FeSO_4 \qquad (4)$$

Mivel a reakció hőtermelő, helyi túlmelegedések keletkeznek. Ennek hatására a szulfátok — bomlás hőmérsékletüktől függően (lásd *1. ábrát*), — el-



1. ábra. Az egyes fémszulfátokból lehasadó SO_3-gáz egyensúlyi nyomása

bomolhatnak. Az ábrából látható, hogy legalacsonyabb hőmérsékleten az $FeSO_4$ bomlik, például az alábbi reakció szerint

$$2FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3 \qquad (5)$$

és nem oldódó vasoxidok keletkeznek belőle, így a réz lényegében elválasztható a vastól.

Színporok esetén a reakció-hő elegendő a pörkölés hőmérsékletének fenntartásához. Bár egy 6% — pirit formájában jelenlevő — ként (12% pirit) tartalmazó érc 1 tonnájának

$$2FeS_2 + 5{,}5O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2 \qquad (6)$$

reakció szerinti oxidálásakor 25 °C-ra vonatkoztatva $\frac{60}{128}(198{,}4 + 4 \cdot 70{,}94 - 2 \cdot 38{,}62) = 189{,}8 \cdot 10^3$ kilokalória hő keletkezik, ugyanakkor ennek az anyagnak (pontosabban a meddőnek) a vasszulfát bomláshőmérsékletére (600 °C-ra) való hevítésére 0,25 kal/g, fok fajhővel számolva: — a [10] szerint a kvarc fajhője 0 °C-on 0,17 kal/g, fok; 350 °C-on pedig 0,28 —

$0{,}25 \cdot 600 \cdot 10^6 = 150 \cdot 10^3$ kkal szükséges, a hő-

veszteségek miatt mégis minden valószínűség szerint külsőhő használatára lenne szükség.

Színporok üzemszerű pörkölésére több üzemi irodalmi adat is található pl. [11], ércek szulfatizáló pörkölésére épült üzemről nincsen tudomásunk.

A pörköléskor keletkező gázokból akár kénsavat, akár elemi ként lehetne előállítani.

A pörkölés folyamán kapott terméket akár meleg, akár hideg állapotban közvetlenül lehet lúgozni vízzel vagy célszerűbben — a hidrolízis megakadályozására — egészen híg 4—5 g/l H_2SO_4 tartalmú kénsavoldattal.

Lúgzásra Pachuca rendszerű kád, vagy más keverőszerkezettel ellátott edény alkalmas. Az oldódás egészen rövid idő, 1,0—1,5 óra alatt végbemegy. A kapott oldat a szulfatizálódott réz mellett, a réz 1—2%-ára rúgó mennyiségű vasat, a szulfatizálódott Zn-et, Ni-t, Co-t, Ag-t stb. is tartalmazni fogja. A meddőtől ülepítéssel, szűréssel egyaránt eltávolítható.

Meg kell jegyezni, hogy annak ellenére, hogy viszonylag gyorsan, 5—6 óra alatt, jó kihozatallal (92—95%) rezet tartalmazó oldatot lehet nyerni, mégpedig színporból közvetlenül, ércből pl. ellenáramú lúgzással, amely oldat alkalmas lehet oldhatatlan anóddal való elektrolitos rézleválasztáshoz, ilyen üzem jelenleg nincs működésben sehol a világon; bár erre pontos gazdasági elemzés nincsen, feltételezhetően az elektrolízis igen nagy elektromosenergia igénye miatt.

Oxidos, karbonátos, esetleg szilikátos rézércekből — a meddő minőségétől függően — lehet, aránylag egyszerű módszerrel rézszulfát-oldatot előállítani.

312. A kiejtőszer előállítása

Az eljárás az előbbiek szerint $(NH_4)_2S$-oldatot használ a réznek oldatból való leválasztására. Az ammónium-szulfid-oldatot a (3) reakció alapján CaS-ból és $(NH_4)_2SO_4$ oldatból állítja elő.

A CaS előállítása $CaSO_4$-ből (anhidritből esetleg gipszből) pl. az alábbi reakciók szerint lehetséges:

$$CaSO_4 + 2C = CaS + 2CO_2 \quad (7)$$
$$CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO \quad (8)$$

természetesen gázalakú redukálószerek, mint hidrogén, bontott metán, valamint nehézolaj-féleségek szintén előnyösen használhatók erre a célra.

Üzemi méretekben való előállítása [12]-ből ismeretes. Kén-termelési célokra forgódobos kemencében (60 m hosszú, 2 m átmérőjű volt) óránként 80 t CaS-et állítottak elő anhidritből. A nyers CaS 70% CaS-et és 20% CaO-t tartalmazott, a redukáló szén a beadott anyag 35%-a, a fűtőszén 15—20%-a volt.

Üzemi méretekben folyik BaS előállítása $BaSO_4$-ből több etázsos fluidreaktorban, ami arra enged következtetni, hogy a CaS-előállítás is megvalósítható lesz gázalakú redukálószerrel. Ezzel lehetővé válik a $CaSO_4$ ismételt felhasználása is.

Az elméleti redukálószer-mennyiség a [8] reakció szerint 1 t Cu-ra vonatkoztatva, 95%-os kénkihozatallal számolva az ammonszulfid előállításnál:

$$\frac{1000}{64} 72 \frac{1}{0,95} \frac{4 \cdot 12}{72} = 825 \text{ kg karbon.}$$

A [7] reakció (szilárd karbonnal való redukció) alapján a karbon-felhasználás ennek a fele.

A gyakorlati érték valahol a két érték között lesz.

Emlékeztetőül: az Outokumpu-i flash-smelting eljárásnál az 50—60% Cu_2S-et tartalmazó kéneskőre olvasztáskor (a különbözet FeS) 1 t Cu-ra vonatkoztatva 275 l (9800 kkalóriás) fűtőolaj felhasználás van, ami 675 kg 4000 kkalóriás szénnek felel meg.

A lehűlt CaS-ból és $(NH_4)_2SO_4$-oldatból valamilyen belső keverésű edényben 2—3 órai reagáltatás után ammónium-szulfidban dús oldatot lehet nyerni, mely ülepítő berendezésben vagy centrifugában jól elválasztható a $CaSO_4(2H_2O)$-től, de valószínű, hogy hidrociklonban is hatásosan megvalósítható lenne az elválasztás.

313. A rézszulfid kiejtése

A S—koncentráció alapján számítható mennyiségű ammóniumszulfid-oldat és a rézszulfát-oldat összeöntésekor pillanatszerűen lejátszódik a rézleválás. Megfelelő ütemű keverés mellett 1,8—2,0 végső pH-nál biztosítani lehet, hogy a levált rézszulfid gyakorlatilag vasmentes lesz, legfeljebb az oldatban levő ezüst fogja szennyezni.

A levált réz-szulfid levegőn való szárítás (a közönségeshez közel eső hőmérsékleten) folyamán homokszerű anyag lesz, a későbbi műveletekhez kiválóan alkalmas formában.

32. Különböző nyersanyagok réztartalmának kinyerésére végzett laboratóriumi kísérletek eredményei

321. Rézszulfát-oldatok előállítása

321.1. Rézszulfát-oldat előállítása a régi recski bánya enargitos ércéből

Mivel a baktériumos lúgzási hőmérsékletek [5] szerint az enargitos érc lúgzásánál több éves (évtizedes) lúgzási időre lehet számítani, célravezetőbbnek látszik a szulfatizáló pörkölést követő híg kénsavas lúgzás.

A pörkölési és lúgzási kísérletekhez használt érc, mely már több évvel ezelőtt került a *Tanszékre*, 0,67% Cu-t tartalmazott.

Az eredeti szemnagysága:
15 — 5 mm között 67%,
5 — 2,5 mm között 14,6%,
és — 2,5 mm alatt a különbözet.

Az örlés után kapott anyag szemcseösszetétele:
nagyobb 1,2 mm-nél 0,76%,
1,20—0,75 mm között 3,64%,
0,75—0,40 mm között 32,80%,
0,40—0,20 mm között 16,70%,
0,20—0,06 mm között 18,50%,
0,06 mm alatt 27,60%.

Az anyag tehát jóval durvább, mint a flotáláshoz szükséges szemnagyság, ami nem elhanyagolható szempont.

Az őrölt anyagot villamos fűtésű tokos kemencében 4 óráig pörkölve majd lehűlés után (ipar-

szerűen nincsen szükség rá), 5,0 g/l H_2SO_4-et és 132 g/l $(NH_4)_2SO_4$-et tartalmazó oldattal, közönséges hőmérsékleten 2 óráig lúgozva 95%-os rézkihozatalt lehet elérni.

Ugyanilyen körülmények között kezelve az eredeti (zömében 15—2,5 mm közötti szemnagyságú) ércet, 70% körüli Cu kihozatalt lehet elérni.

321.2 Az új recski előfordulásból származó érc réztartalmának feltárása

Az [5] alatti diploma-tervezőhöz használt 0,36% Cu-t tartalmazó, erősen bázikusmeddőjű (19% CaO), meglehetősen durva ércből a 321,1 szerinti szulfatizáló pörkölés és — mutatis mutandis végzett — lúgzással 92%-on felüli rézkihozatallal lehet a rezet kioldani.

321.3 Rézkioldás a régi recski bánya kollektív színporából

A Metallochemiától (Nagytétény) származó (régebben tűzi rézelőállításhoz használt) pörkölékből, mely 5,0% Cu-t és 38,0% Fe-t tartalmazott, híg kénsavas lúgzással a réznek csak a fele oldódott ki. Megfelelő körülmények között végzett (utó-) szulfatizálással azonban elérhető volt, hogy a réznek 98—100%-a is oldatba ment.

321.4 Piritpörkök réztartalmának kioldása

Kénsavgyári piritpörkölékeket, melyekben 0,4—0,8% Cu szokott lenni, több más, a réznél is kisebb mennyiségben jelenlevő ritkafém mellett, a vaskohászat használja fel a nyersvas előállításnál. Duisburgban (NSZK) van egy nagy üzem, ahol klórozó pörkölés után kioldják a klórozódott — vízben oldódó — fémeket és a későbbi lépésekben külön-külön kinyerik őket.

A Lenin Kohászati Művekben felhasznált 0,4% Cu-tartalmú pörköléket, melynek réztartalma eredeti állapotában csak kb. 50%-ig oldódott, szulfatizáló pörkölésnek alávetve az utána következő lúgzással 92—96%-os kihozatallal lehetett rézteleníteni.

Valószínűleg annak sem lenne akadálya, hogy magában a kénsavgyárban történjék meg a réz szulfatizálása.

321.5 Ércelőkészítési maradvány réztartalmának kilúgzása

A Kombinat Gorniczo-Hutnicky Miedzi Zaklady, Gornicze (Lengyelország)-tól kapott 9 láda 0,18—0,25%-ig terjedő réztartalmú flotálási meddőminták (!) réztartalma minden előkezelés nélkül 80—85%-os kihozatallal kioldható volt.

Mivel sem az eredeti érc, sem a koncentrátum réztartalma nem ismeretes előttem, csak feltételezve lehet állítani, hogy elég rossz hatásfokú előkészítésről lehet szó. Lehet, hogy eredményesebb lenne az ércet eredeti állapotában oldani [az eljárással ugyanis teljesen tiszta rézszulfidot lehetne előállítani (lásd alább)].

322. Ammóniumszulfid-előállítás

A kereskedelemből beszerzett, 40% CaS-tartalmazó nyers kalciumszulfidból és 1 × mólos ammonszulfát-oldatból Erlenmayer-lombiknak rázógépen 2—3 óráig tartó rázogatásával 28—32 mg/ml S^{--}-et [1 × mólos = 68 g/l $(NH_4)_2S$-et] tartalmazó oldatot lehet előállítani, jó kénhasznosulással.

323. Rézszulfid-leválasztás az oldatokból

A fenti anyagokból előállított 1—10 g/l Cu tartalmú oldatokból és a CaS-sel előállított ammóniumszulfid-oldattal leválasztott és leszűrt CuSY csapadékok [az y mindig nagyobb 1-nél, mivel az $(NH_4)_2S$ a levegővel való érintkezés hatására gyorsan poliszulfiddá oxidálódik] lényegében vastól mentesek voltak, szobahőmérsékleten szárított állapotban 45% Cu-t tartalmaztak. A különbség főleg S, ezenkívül SO_4 és H_2O.

A kb. 2-es pH-jú szűrlet tartalmazza a szulfatizáló pörkölésnél szulfatizálódott és a 2-es pH-nál le nem vált Ni, Co, Mo, W, In, V stb. főtömegét (esetleg frakcionált), kinyerésükre akkor kerülhet sor, ha a szűrlet már sokszor körbejárt és a nyomelemek feldúsultak. Kísérleteimnél nem volt mód ezek kinyerési lehetőségeinek tanulmányozására.

324. Az eljárás előnyei és gazdaságossága

Az eljárás előnyei a következőkben foglalhatók össze:

— a lelőhelyi vagy hányólúgzáshoz viszonyítva nagyságrenddel nagyobb a rézkinyerés sebessége,
— lehetőség van az ércben levő (pirit-) kén legnagyobb részének a kinyerésére akár kénsav, akár elemi kén formájában,
— a pörkölésnél gyakorlatilag minden fém és metalloid (Se, Te, As) feltáródik és az oldás folyamán az ólmot, valamint a kalciumot kivéve fel is oldódik; a vas és alumínium később leválasztható, a többi fém pedig kinyerhető állapotban marad az oldatban,
— a Se, Te és As jelentős része már a pörkölésnél keletkező szállóporral, feldúsult állapotban, felfogható és belőle könnyen kinyerhető,
— minden bizonnyal jobb Mo kinyerést lehet biztosítani, mint a fizikai előkészítéssel,
— a pörkölés nem igényel olyan finomra való feltárást, mint a flotálás,
— az eljárás használatával megnőne a bányászati kihozatal.

Az eddig rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet komplett gazdaságossági értékelést végezni, mindenesetre az alábbiak támpontot nyújthatnak megítélésére.

324.1 Bármilyen meddőjű oxidos (karbonátos) ércek

feldolgozásánál a bányászás, szállítás, törés, aprítás, valamint (az eljárás szerint dolgozó) dúsító üzem gépeinek meghajtásához szükséges energián kívül még a kiejtőszer-előállításhoz felhasználandó energia áll fogyasztói oldalon. Ez utóbbi az előzőekben megadott 825 kg és 410 kg karbon érték között lehet, becsléssel 800 kg 4000 kalóriás szénnel egyenértékben.

A gazdaságosan kinyerhető réztartalom alsó határát a szükséges energia költségei szabják meg; amennyiben meddőről van szó, ez az érték már akár 0,2—0,3% Cu-nál is kedvező eredményt adhat. Az esetleg jelenlevő ritkafémek kedvező hatással lehetnek a gazdaságosságra.

324.2 Szulfidos ércek esetén a helyzet a pörkölés energiaigénye miatt módosul. Mint az előzőkből láttuk, 6% pirit alakban jelenlevő kén (és vas) oxidációjakor keletkező hő több, mint amennyi elméletileg szükséges a pörkölés 550—600 °C-os hőmérsékletének fenntartásához. Valószínű azonban, hogy külső, koncentráltabb energia is szükséges, főleg a teljes mértékű vas-szulfát elbontáshoz. (Elképzelhető, hogy ezt az energiát piritkoncentrátum formájában biztosítják a pörköléshez).

Ha elfogadjuk Woodcock [6] gyakorlati megállapítását, mely szerint a bányászáskor 1 tonna dús érc kibányászásához 2 tonna szegényebb — meddőnek tekinthető — anyagot kell megmozgatni, ez a nagymennyiségű anyag, amelyet a feltárás és bányászás költségei nem, csak a dúsítóhoz való szállítás költségei terhelik, fontos alapanyaga lehet az eljárásnak.

Ha a pörköléshez a külső energiaszükséglet 10 kg olaj/t érc nagyságnál nem nagyobb, az eljárással már 0,4% Cu-tartalmú anyag réztartalma gazdaságosan kinyerhető lehet.

A számítás az amortizációs és egyéb költségeket, valamint munkabéreket nem veszi figyelembe, mert a későbbiekben ismertetett melléktermékként keletkező nemes- és ritkafémdúsítmányok értéke messzemenően fedezheti azt.

A rézkinyeréshez és a feltétlenül megvalósítandó kénhasznosításhoz (becslés alapján) a következő anyag, pontosabban csak energiaigényekkel lehet számolni: (Az egyes kihozatalokat — egyenlőre — 100%-osnak tekintem, ezért 250 tonna érc/t Cu-val számolok.)

Ezek a tételek:

a pörköléshez szükséges 2500 kg olaj, á: 100,0 $/t	250 $
ércszállítás a dúsítóhoz	250 $
aprítás, törés	250 $
gépek hajtása a dúsítóban	200 $
redukáló olaj és földgáz a kiejtőszerhez	150 $
kénkinyerő üzem energia-felhasználása	600 $
Energia összesen:	1700 $
A bevételi oldalon	
1 t Cu-nak megfelelő CuS	1000 $
15 t elemi kén á: 60 $/t	900 $
Termékek ára:	1900 $

Amennyiben az érc tonnánként 3,5 g Ag-t, 100 g (0,01%) Se-t, 50 g (0,005%) Te-t, 100 g (0,01%) Mo-t, valamint összesen 100 g Ni-t, Co-t, V-t, U-t, továbbá valamennyi As-et is tartalmaz, 1 t Cu-ra melléktermékként keletkezik a Cu-ban, oldatban, illetve szállóporban:

0,875 kg Ag	á: 170,0 $/kg	145 $
25,0 kg Se	á: 40 $/kg	1000 $
12,5 kg Te	á: 45 $/kg	560 $
25,0 kg Mo—S_2	á: 10 $/kg	250 $
25,0 kg egyéb		250 $
	összesen:	2205 $-nyi

érték.

(A kén- és fémárakat az Engineering and Mining Journal 1978. augusztusi számából vettem.)

IRODALOM

[1] *Armstrong Smith, G.:* Metals and Materials 4. kötet, 11. sz. (1970. november) 462. o.
[2] *Herbert, J. C.*] Journal of Metals 1974. aug. 16. o.
[3] *Thole, Bernhard:* Erzmetall *29.* kötet 10. sz. (1976. okt.) 453—456. o.
[4] *Hardwick, W. R.:* Fracturing a deposit with nuclear explozives and recovering copper by the in situ leaching method. Bureau of Mines R. I. 6996. 1967. november.
[5] *Török Tamás:* Diploma-tervező Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc 1974.
[6] *Woodcock:* Proc. Austr. Inst. Min. Met. No. 224. (1967. dec.) 54. o.
[7] *Rawling, K. R.:* World Mining. 1969. dec. 34—36. o.
[8] *Herbert J. C.:* Journal of Metals. 1974. aug. 18. o.
[9] *Wieder, N.:* 151 513. sz. magyar szabadalom, 3322.532. sz. USA szabadalom, 749.292. sz. kanadai szabadalom, 351.892. sz. osztrák szabadalom.
[10] *Perry, J. H.:* Vegyészmérnökök kézikönyve (magyar nyelvű kiadás) I. kötet, Műszaki Könyvkiadó 1968.
[11] *Haskett és társai:* Copper recovery from chalcopyrite by a roast-leach procedure Bureau of Mines, Technical Progress Report 67 1973. március.
[12] *Thieler, E.:* Schwefel, Theodor Steinhop 77, Dresden und Leipzig, 1936.

Kiadvány—szemle

Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában *Nagy Péter—Kolosy Ernő: Fémkohászattan I.* című könyve a szakközépiskolák számára. A könyv a bauxitok ismertetésén túl részletesen foglalkozik a timföldgyártással és alumíniumkohászattal.

Foglalkozik a *Bayer* timföldgyártás részletes ismertetésével, de egyéb timföldgyártási eljárásokat is bemutat.

Áttekintést ad az alumíniumkohászat *Hall-Heroult* eljárásának fizikai-kémiai alapjairól, önsülő és blokkanódos szerkezeteket mutat be.

A könyvet szabad forgalomra is kiadják. (Gy. I.)

Az alumínium gazdaságos felhasználása — magyar tapasztalatok figyelembevételével

Az *UNIDO* kiadványának szerzői *Bokor András, dr. Domony András és dr. Varga István.*

A világgazdaság jövője és ezen belül a fejlődő országok helyzetének alakulása egyre inkább az érdeklődés előterébe kerül. Az UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) a problémát már régebben felismerte. A fejlődés gyorsításának egy lehetséges változataként a technológiai ismeretek széles körű átadását javasolta. Ebben a szellemben írta alá 1976. októberében a Magyar Kereskedelmi Kamara

elnöke és az UNIDO ügyvezető igazgatója azt az egyezményt, mely az alumíniumipar területén történő együttműködés kezdeményezésére is kiterjed. A referálásra kerülő tanulmány ennek a programnak a keretében készült.

Magyarországon — saját bauxitvagyonra támaszkodva — kiépült a teljes alumíniumipari vertikum és az ország figyelemre méltó alumínium felhasználási szintet ért el.

Az alumínium a színesfémekben szegény, iparilag fejlett vagy fejlődő országokban — mint például Magyarország, India vagy Irak — fontos szerepet tölthet be a színesfémek helyettesítésében is.

A kiadvány előszavában az UNIDO titkárság felhívja a figyelmet arra, hogy *szerkezeti anyagoknak* alumíniummal történő helyettesítésére vonatkozó magyar tapasztalatok, azok megvalósítását célzó technológiai ismeretek, valamint a know how elsajátítása terén rendelkezésre álló gyakorlat érdekelhet olyan államot vagy vállalatot, amely szerkezeti anyagok helyettesítését és alumíniumipara fejlesztését most tervezi. Ugyancsak figyelemreméltók lehetnek egyes országok számára a magyar alumíniumipar államosításával kapcsolatos hatékony szervezési tapasztalatok is.

A tanulmány az alumíniumfelhasználás indítékairól és módszereiről tájékoztat. Azért írták, hogy segítséget nyújtsanak mindazoknak, akiknek hasonló problémáik illetve célkitűzéseik vannak.

Sajátos — de többnyire általánosítható — esettanulmány igyekszik feltárni az alumíniumipar megvalósításában, kibontakozásában és felfutásában szerepet játszó gazdasági összefüggéseket, megmutatni az egyes részterületeken szerzett tapasztalatokat. Példaként került felsorolásra a tervezés, prototípusgyártás és a sorozattermelés legfontosabb műszaki megoldásaira és azok honosítását elősegítő ismeretanyagok megszerzésének néhány lehetősége. Végül áttekinti az alumíniumfelhasználás fejlesztésére alkalmas szervezeti, oktatási, tudománypolitikai intézkedéseket is. Minden egyes felsorolás csak példákat tartalmaz és a teljességre nem tart igényt.

A példa természetesen nem jelent egyedül követhető mintát. Magyarországon az alumíniumipar a két világháború után fejlődött jelentős színvonalra. Az ország politikai, gazdasági, kulturális, műszaki helyzete sokoldalúan befolyásolta a vizsgált iparág fejlődését.

Mindebből bizonyára vonható le tanulság — ezért készült a dolgozat — e a tanulságot ajánlatos minden országban a helyi körülmények figyelembe vételével levonni.

A tanulmány bevezető része a különböző szerkezeti anyagok és az alumínium világtermelésének és világpiaci árviszonyainak vizsgálata, valamint ezeknek a tényezőknek az egyes országok nyersanyagfogyasztási struktúrájára gyakorolt hatásának elemzése. Az elemzés az ezredfordulóig ad prognózist.

Ezt követően részletes műszaki-gazdasági elemzés ismerteti az alumínium alkalmasságát egyes szerkezeti anyagok helyettesítésére. Sorbaveszi a kedvező tényezőket, az alapanyaghelyzetet, az árstabilitást, az alumínium versenyképességét bizonyító példákat valamint az alumínium előnyös műszaki tulajdonságait, beleértve a hulladékfeldolgozás előnyeit is. Ezeket szembeállítja az alumínium széleskörű bevezetésével járó nehézségekkel, így például az alumíniumkohászat nagy energia- és tőkeigényével, bár ez a körülmény az alumínium feldolgozására nem vonatkozik, a nagyobb műszaki kultúra igényével, az új megoldásokkal szembeni ellenállással. Kiemeli, hogy az alumíniumfelhasználás széles körű térhódítása nem spontán, hanem mindig céltudatosan irányított folyamat.

A folyamat irányítását végezheti esetenként az állam ipari vezetése, vagy egy alumíniumipari tröszt illetve az alumínium feldolgozásában érdekeltek társulása.

A tanulmány részletesen foglalkozik az alumíniumfelhasználás növelését célzó szellemi bázisok kiépítésének szervezeti és műszaki követelményeivel. Modellként közli a magyar szervezetek (Fémipari Kutató Intézet, Alumíniumipari Tervező Vállalat, Alumínium Alkalmazástechnikai Központ illetve ezekből egyesített Aluterv-FKI) főbb feladatait és működési tapasztalatait. A legfontosabb iparágak példáival érzékelteti azt a bonyolult és sokrétű ismeretanyagot igénylő munkát, ami szükséges egy-egy területen az alumínium térhódításához. Ugyanakkor rámutat, hogy ezek az eredmények állandó fejlesztést és gondozást igényelnek, mert a gyorsan változó technológiai lehetőségek valamint a szerkezeti anyagoknak állandóan változó árai folyamatosan újabb problémákat vetnek fel. Kiemelten foglalkozik a kiadvány a villamosipar egészével, a vegyipar egyes területeivel, az élelmiszeripari felhasználással, a hőcserélők néhány jellegzetes igényével, továbbá foglalkozik az építőipar, járműépítés és mezőgazdaság felhasználási példáival.

Külön fejezet foglalkozik a tárgyalt megoldások ismereteinek beszerzési lehetőségével. Ismertetik azokat a vállalatokat, melyek alkalmasak a kérdéses ismeretek átadására, szállítására.

Végül összefoglalják az alumíniumfelhasználás fejlesztésének hatékonyságát elősegítő szervezeti intézkedéseket. Újabb fogyasztási területek bekapcsolása a gazdaságos felhasználásba elsősorban az alapanyaggyártás érdeke, ugyanis ez nem csak a keresletet növeli, hanem elősegíti különleges egyedi igényeket kielégítő alapanyagok és féltermékek kedvezőbb értékesítését. Célszerű, ha a fejlesztő és tanácsadó szervek tevékenységüket nem csak az alumíniumipar és a feldolgozók közös műszaki problémáinak megoldására korlátozzák, hanem

— elősegítik és irányt szabnak a szabványosítási munkáknak,
— gondoskodnak arról, hogy a tervezők kézikönyveibe, segédleteibe megfelelő súllyal beépítsék az alumínium megoldásokat és azok követelményeit,
— az ország életét irányító hatóságokkal együttműködve elősegítik az országos anyag- és energiagazdálkodási célkitűzések realizálását (pl. energiamegtakarítás a közlekedésben, egyes szerkezeti anyagok helyettesítése az ország fizetési mérlegének az igényei szerint).

Kedvező, ha az adottságok lehetővé teszik az alumíniumipar teljes vertikumára hosszútávú programok kialakítását. Magyarországon az alumíniumipar nagy hatást gyakorol az ország gazdasági életének alakulására és ennek felismerése alapján kormányszintű program biztosítja az alapanyag és a készáru ipar hosszútávú fejlesztését.

A tanulmány összefoglaló következtetése, hogy általános érvényű ajánlásokat nem lehet tenni, a helyi tényezők szabják meg a konkrét intézkedéseket. Új felhasználási területek meghódítása *nem spontán folyamat*. A fogyasztók készen igénylik a megoldásokat. A fejlesztések nagy szellemi és anyagi ráfordításokat kívánnak, de végső soron gyümölcsözők a gyártónak és felhasználónak egyaránt.

Dr. D. A.

Javaslatok a fejlődő országokban létesülő alumíniumkohók munkavállalóinak kiképzésére

Az *UNIDO* tanulmány szerzője *Carlos M. Varsavsky*, Argentína, 1979. március.

Az UNIDO közgyűlési határozatai szellemében vitát rendezett Bécsben 1977. júniusában 17 országból származó szakemberek részvételével a fejlődő országokban telepítendő alumíniumkohók létesítése tárgyában. A vita végén elhatározták, hogy szakértői tanulmányt készíttetnek a fejlődő országokban létesítendő alumíniumkohók személyzetének kiképzése tárgyában.

A tanulmány elöljáróban leszögezi, hogy a személyzet kiképzése nem csupán pénz kérdése, hanem rendkívül *időigényes folyamat*. Ez utóbbi figyelmen kívül hagyása komoly zavarhoz vezethet és meggátolhatja a kohó termelésének felfejlődését. Az eddiginél sokkal részletesebben kell legtöbb esetben a jövőben megvizsgálni, hogy kiket és milyen előkészítéssel lehet majd a kohóban dolgoztatni.

Kétségtelenül szükséges a know how szállítójának a segítsége és kooperációja a képzéshez, de ez messze kevés az eredményhez. Célszerű, ha a fejlődő országok

ipari létesítményeiért felelősök a know how átadóján kívül független tanácsadót is igénybe vesznek a személyzet kiképzéséhez. Ezáltal csökken az a veszély, hogy a személyzet túlságosan *egyoldalú* legyen.

1978. decemberében 40 országban mintegy 170 alumíniumkohó dolgozott kb. 16,7 millió tonna évi kapacitással. Ebből a *fejlődő országokra* mintegy 10 % esik. A tervek szerint 1983-ra ez a részesedés 18—19 %-ra növekszik.

A fejlődő országokban termelő illetve tervezett kohók helyzetének elemzésére vizsgálták 9 olyan kohó adatait, melyek fejlett országokban vannak, továbbá 10 olyan kohót, mely fejlődő országokban működnek. Az átlagot az alábbi paraméterek jellemzik:

— évi 100 ezer tonna termelés,
— 150 ezer amper áram körüli blokkanódos kádak,
— mintegy 350 kád két villamos szériában, szériánként két-két kohócsarnok,
— szilíciumos egyenirányítók,
— saját anódüzem az anódblokk-ellátáshoz,
— az öntödében 3 stabil pihentető, 6 buktatható öntőkemence, ezek 2 tuskóöntőgépet, egy tömböntőgépet és egy öntvehengerlő berendezést szolgálnak ki.

A létszámigény fejlődő országokban 1625 fő, fejlett országokban ennek a létszámnak a fele is elegendő. Fejlődő országokban működő kohók súlyos gondja a munkaerővándorlás, ami szélső esetben eléri az évi 40 %-ot. A munkaerő stabilizálása érdekében jobb az egyéni lakásépítés támogatása a vállalati lakótelepnél.

A tanulmány részletesen ismerteti a kohó munkavállalóinak pontos munkaköri leírását és a munkakörhöz tartozó ismeretanyagot.

A tanulmány számos újszerű felismerést tartalmaz, ami túlságos lehet azoknak, akik ipari szakszemélyzet képzéséért felelősek.

Az *UNIDO Metallurgical Industries Section Industrial Operations Division* (A-1070 Wien Postfach 707) levélbeli megkeresés alapján várja az érdeklődők jelentkezését UNIDO/IOD 251 jelzéssel, akiknek a kiadványt igyenesen bocsátják rendelkezésre. *Dr. D. A.*

Cornwall hagyatéka: régi bányászati és fémkohászati módszerek

Kevés bányavidék volt olyan nagy hatással a gazdaság-történelemre, mint *Cornwall*, Anglia délnyugati tartománya. Először ónbányái alapozták meg a korai ipari forradalmat, a bronz-korszak virágzását. Az óntermelés megindulása segítette elő ötezer évvel ezelőtt a bronz feltalálását, serkentette a kereskedelmet és ez lett a civilizáció hajnala. A 18. században a cornwalli bányák elsőként alkalmazták a gőz erejét a bányaműveléshez, ami azután ahhoz az ipari forradalomhoz vezetett, ami rövidesen befutotta az egész világot. Mindamellett Cornwall legfontosabb hagyatéka a bányászati és kohászati módszerek és azok a bányászok-kohászok, akik világszerte elterjesztették az ismereteket, melyek megteremtették a világ ásványi termékekre alapozott gazdagságát.

A *fóníciaiak* közvetítésével indult meg igazán a cornwalli ón kereskedelme. A fóníciaiaknak a spanyol *Cadizban* volt a kereskedelmi központjuk, ahonnan nyugatra és északra hajóztak, hogy növeljék Spanyolország gazdagságát. Időszámításunk előtt 1100 évvel alapították a kereskedő központot Cadizban.

A *görög* gyarmatosítók időszámításunk előtt 600 körül alapították *Massiliát* (a mai Marseille), mely a végpontja volt annak az útvonalnak, melyen a *Rhone* folyón szállították az ónt egy ismeretlen helyről. *Herodotus* említette időszámításunk előtt 490-ben: „A Cassiteridák, az ország ahonnan az ónt szerezzük be." Ez a név a görög Kassiteros szóból ered, ami az ónt jelöli.

A rómaiak időszámításunk előtt 149-ben véget vetettek a fóníciai uralomnak, és ekkor *Posidonius* jutott el a cornwalli félszigetre, aki itt az ónércet cassiteritnek nevezte el.

Az ónércet széréléssel dúsították és egyszerű agyag bélésű kemencében olvasztották fatüzeléssel, az így keletkezett faszén redukálta az ércet. A redukált folyékony ónt tömbökké öntötték. Eléggé sok ón került a salakba, mindamellett az óntömbök minősége viszonylag jó volt. Később az ón kohósítását levegő-befúvással fejlesztették.

A fóníciaiak után „*veneti*"-nek nevezett kereskedő hajósok jártak Cornwallban az ónért. Időszámításunk előtt 56-ban *Julius Cézár, Gallia* meghódítója tűnt fel. A római hódítókat mindig nagyon érdekelték az ásványi kincsek. Julius cézár akciói nem érték el Cornwallt, a Galliában levő nehézségek Britannia feladására kényszerítették. Később időszámításunk után 78-ban *Agricola* újabb római uralmat teremtett, de ón és arany helyett könnyen bányászható ezüst-ólom ércet találtak *Somersetben, Derbyshireben, Shropshireben és Flintshireben.*

Először közelsége miatt a spanyol ónérc látta el Róma szükségletét és a cornwalli bányászatot hanyagolták mintegy 200 évig. De a spanyol bányák kimerülése után kb. 250-ben feléledt a bányászat római uralom alatt Cornwallban és évszázadokon át virágzott. 410-ben Róma kénytelen volt Britanniából visszavonni légióit, mert a sűrűsödő barbár támadások elhárításához minden erőre szükség volt. Ekkor elcsendesedtek a bányák Cornwallban.

A középkorban 1066 után, *William of Normandy* hódítása után újra virágzott az ónipar, megnőtt a kereslet főleg az ónötvözetből készült étkező edények, poharak, serlegek iránt. Jelentős mennyiségű bronzot használtak fel harangöntésre és templomi díszek készítésére. Később ágyúk öntése fogyasztott sok bronzot.

Oroszlánszívű Richárdnak, Anglia királyának jó oka volt a hálára Cornwall iránt, ugyanis amikor harmadik keresztes hadjáratáról tért haza, az osztrák Lipót herceg fogságába került, aki a Duna-menti Dürnstein várába záratta (romjai ma is állnak). Egy hatalmas váltságdíj szabadította ki 1194-ben, melyben jelentős rész volt a cornwalli készítmény. Richárd utóda *János* király 1201-ben különleges jogokat biztosított az ón-tartománynak. E jogokat biztosító törvény ugyanolyan fontos volt Cornwallnak, mint a Magna Charta az angol báróknak, mely biztosította a jogi alapját a szabadság kibontakozásának. A bányászat és kohászat adóztatását inkább az önműhelyek udvaraiban intézték, mint a királyi kancelláriában. Hasonlóan fontos volt a kutatási terület elhatárolásának joga, így virágozhatott a bányászat az adó lefizetése mellett. Így Cornwall volt egyike az első tartományoknak, ahol a hűbéri uradalmakban kezdett a jobbágy kötelék feloldódni.

1337-ben fordulópontjához érkezett a cornwalli bányászat, amikor rézércet találtak az ónérc mellett. A 17. században a mélyszintű bányászat indult meg. A kőzet fejtésére kézi szerszámokkal fúrtak lyukat, ezt lőporral töltötték meg és robbantással fejtettek. A lőport először Schemnitzen (Selmecbánya, most Csehszlovákia) alkalmazták. Ez a módszer nagy könnyebbség volt az évezredes „tűzrakásos" módszer után, melynél hatalmas harsogó tüzet raktak a kőzethez, majd hirtelen erős vízsugárral repesztették. A mélyművelésben a „tűzrakás" fojtó füstje igen kellemetlen volt.

A történelem folyamán hosszú ideig a fő energiaforrás az emberi és állati izmok voltak. A középkorban kezdték alkalmazni a szélenergiát és a gyorsan folyó vízfolyások energiáját. Később amikor a cornwalli bányászat egyre mélyebbre került a föld színe alá, megindult a *gőzenergia* hasznosítása, ami teljesen átalakította a társadalmi fejlődést.

Az első elfogadott találmány a gőz alkalmazására 1698-ból való „vízkiemelő gép" címen, *Thomas Savery* nevéhez fűződik. *Thomas Newcomen* fejlesztette tovább a gépet, de az igazi fejlődést *James Watt* gépe hozta, melyek 1798-ban már elterjedten dolgoztak Anglia bányáiban. Az első nagynyomású gőzgépet a cornwalli *Richard Trevithick* találta fel és a *Dolcoath* bányában alkalmazták. Ugyanesak Trevithick építette az első sínen járó mozdonyt, mely 70 embert, öt kocsit és 10 tonna ércet szállított. Trevithick mozdonya megelőzte *George Stephensonét*, akit általában a mozdony feltalálójának tartanak.

Az ősi időkben a bányászokat kötélen bocsátották le az aknába. A kötélre erősített kengyelbe állt be a bányász. 1841-ben építették az első gőzgéppel hajtott bányász-szállító berendezést.

Kevéssé ismerte fel a világ, milyen nagy szerepe volt Cornwall találékonyságának a csodálatos gőzkorszak megalkotásában, mely a világ legnagyobb társadalmi átalakulását eredményezte.

Cornwall aranykora 1850 táján volt, amikor 340 bányát tartottak számon, mintegy 50 ezer ember megélhetését biztosította és 200 millió font értékű rezet és ónt állítottak elő.

A cornwalli bányászok és kohászok eljutottak az új világba is, a múlt század 30-as éveiben *Wisconsinban* fedeztek fel gazdag ólomérceket. 1846-ban cornwalli szakemberek tűntek fel Michigan állam rézérc-vidékein és a Felső-tó vasérc-telepein, de részt vettek a nagy aranylázban is *Californiában, Dél-Amerikában, Afrikában és Ausztráliában.*

A cornwalli bányászok és kohászok úttörő munkát végeztek középeurópai szász társaikkal együtt a nehézipar megalapozásában, ami előfeltétele volt mai civilizációnk virágzásának. (K)

World Mining, 1979. szept. p. 111—113

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A szocialista államok kifejlesztették *visszavásárlásos kereskedelmük* több változatát, hogy a devizafelhasználás mérséklése mellett maximálisan kihasználják a kereskedelmi előnyöket. A hosszútávú visszavásárlási ügylet különösen érdekes. Az eladó gépet vagy teljes berendezést szállít licenc-szel együtt és ezért a vevő később áruval fizet, amit a szállított berendezéssel gyárt. Ez az ügylet gyakran kedvező hitelkonstrukcióval kapcsolódik. Az ügylet a vevő számára kedvező alkalom fejlett technológia vásárlására.

1978 óta államközi szerződésben fogadták el az NSZK és a Szovjetunió közt az együttműködést a visszavásárlásos kereskedelem formájában. A szerződés elősegíti a nyersanyag kinyerését és feldolgozását, többek közt a tenger mélyén történő bányászatot, továbbá a kohászatot, vegyipart és gépgyártást. Az NSZK először a fémipar területén végzett nagyobb szállítást a szovjet fél részére. A Siemag—Siemens—Sundwig Eisenhütte a 70-es évek első felében szállított egy *5-állványos alumínium hengersort* folyamatszabályozó berendezéssel. További nagy szerződés volt a 70-es évek második felében a Salzgitter—Krupp-Korfstahl—Lurgi szállítása az Oskol (Kurszk) Nemesacél Kombinát részére, ami készpénz fizetéses ügylet volt. A Pechiney konszern a francia—szovjet 10 éves gazdasági együttműködési szerződés keretében Odessza közelében egy *timföldgyárat* épít. A tervek szerint a szovjet fél a szibériai *Udokan rézércvagyon* hasznosításánál japán együttműködést vesz igénybe.

A szocialista országok nagyon megfontolják tőkés technológia vásárlását. A kohászat területén saját technológiával rendelkeznek és a szocialista államok egymás közt kereskednek a technológiával.

A *Szovjetunió* számos technológia birtokosa és vezető helyet foglal el a szocialista közösségben. *Kubában* két nikkelüzemet létesített, *Mongóliában* pedig egy rézmolibdén üzemet. A szocialista közösség több országa segítette Mongóliát geológiai kutatással és más fejlesztési munkával, amit Mongólia termékkel kompenzált. A Szovjetunió nagy támogatást ad a bolgár fémiparnak. Az NDK a szegény ónércét dolgozza fel szovjet eljárással és szovjet segítséggel létesített durvahuzal öntvehengerlőművet rézhuzalok gyártására. Az ukrán mangánércfeltárás munkálatait NDK, Lengyelország, Románia és Csehszlovákia közreműködésével végezték. Régi az NDK—magyar együttműködés az alumíniumiparban. A merseburgi alumíniumfólia üzemet a franciák létesítették.

Lengyelország hosszútávon fontos rézszállítója lesz az NSZK-nak, az Orskban levő réz öntvehengerlő műben német, belga és svéd technológiát alkalmaznak. A finnek a réz kohósításához adnak technológiát, a franciák a kábelgyártáshoz.

Magyarország élénken működik a piacon a visszavásárlás módszerével a bauxitbányászatban és a timföldgyártásban (Jugoszlávia, Románia, Lengyelország, Vietnam) és Lengyelországtól egy csőprést vásárol a Székesfehérvári Könnyűfémmű számára. Tárgyal Nyugat-Európa, Egyesült Államok és Japán illetékes vállalataival egy új alumíniumkohó építéséről. Építtet Japánnal egy korszerű alumínium fóliaművet, amiért a szállító terméket vesz át. Az Egyesült Államokból vesz technológiát alumínium nagynyomású öntéséhez.

Jugoszlávia fehérlemez üzemet rendelt Angliából, a bori rézmű fejlesztésén dolgozik az NSZK, Svédország és Japán. Az akkumulátor-gyártáshoz az USA és a német Varta cég szállít technológiát. Az alumínium-feldolgozás fejlesztésében az Alusuisse dolgozik be. A mostari timföldgyár építésében a Pechiney cég vesz részt.

A szocialista országok törekszenek a technológia *exportjára.* A Szovjetunió ebből a célból egy szervezetet hozott létre, mely kapcsolatot teremtett az USA-val, Olaszországgal, NSZK-val és Japánnal. A magyar Aluterv több külföldi terven dolgozik, így Jamaikában is, know-how cserét folytat az amerikai Kaiser céggel. Bulgária, Lengyelország, NDK és Szovjetunió számos technológiát ad el tőkés és szocialista viszonylatban egyaránt. (K. J.)

Metall, 1979 .okt.

Románia alumíniumipara Európa legnagyobb termelői közé tartozik. A szocialista országok közül csak a Szovjetunió termel több alumíniumot ennél a balkán országnál és jelentős exportálóvá küzdötte fel magát.

A *Nagyvárad* közelében levő bauxitelőfordulás volt az alapja a alumíniumkohászat kifejlesztésének. A nagyváradi timföldgyár 1964-ben kezdte meg a termelést, 1965-ben 120 ezer tonna timföldet termelt, 1977-ben pedig már 270 ezer tonnát. 1965-ben csapoltak először alumíniumot Slatinán, mely ma is az egyetlen kohója Romániának. Ugyancsak Slatinán építették ki az alumíniumfeldolgozó üzemeket is a 70-es évek elején. Tulceában pedig timföldgyárat létesítettek.

Az alumíniumkohó a francia Pechiney cég műszaki segítségével létesült, 63 és 83 kiloamperes kádakat építettek, anódüzem biztosítja az anódblokk-ellátást. A feldolgozó üzemek építésénél elsősorban az amerikai American Metal Climax Inc. vállalattal dolgoztak együtt. A beruházásoknál nagy mértékben alkalmaztak tőkés import gépi berendezéseket. A *kohó kapacitása* a most folyó beruházással évi *265 ezer tonnára* emelkedik.

Jelenleg a termelt kohóalumínium 40 %-át dolgozzák fel, ennek a hányadnak a növelésére törekszenek. 1975-ben 85 ezer tonnát exportáltak, később a belső szükséglet miatt csökkent az export. Alumíniumot exportálnak Angliába, Ausztriába, Japánba, NSZK-nak és számos egyéb országba. Igyekeznek az exportot a nagyobb fokban feldolgozott termékek irányába fejleszteni. (K. J).

Metall, 1979. okt.

Alumíniumipari hírek

Emlékülés a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény aláírásának évfordulóján

A *Magyar—Szovjet Baráti Társaság* rendezésében nov. 15-én tartották meg a hagyományos emlékülést az *Almásfüzítői Timföldgyár* művelődési házában.

1962. november 15-én írták alá a timföld-alumínium egyezményt, ami meghatározója lett a magyar alumíniumipar fejlődésének. Az egyezmény hatálya 1980. év vége, de illetékes kormányszervek már meghosszabbították 1985-ig.

Az ülésen a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* vezetésén kívül jelen voltak a *Komáromi Járás* vezetői továbbá az egész alumíniumipar vállalatainak gazdasági és társadalmi vezetői. *Nagy Albert* főosztályvezető-helyettes, aki a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezetői közt volt jelen, beszédében méltatta az egyezmény jelentőségét, a KGST sokoldalú segítségét egész népgazdaságunk erősítése terén.

Dr. Molnár Imre, a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgató-helyettese elismeréseket és jutalmakat adott át az együttműködés végrehajtásában kitűnt dolgozók közt.

Az ülést a *Vegyipari Dolgozók Szakszervezete Bartók Béla Művészegyüttesének* műsora zárta. (K.)

Pályázatok

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének felhívása a magyar műszaki és agrár értelmiséghez

Az MSZMP KB a XII. kongresszusra kiadott irányelveiben megállapítja: „Népgazdaságunk jövő fejlődését döntően megszabja a nyersanyag- és energiahelyzet. A nagy ráfordításokat igénylő hazai termelésből és az egyre drágább importból nehezebb feltételek között kell biztosítani az ország kiegyensúlyozott energia- és nyersanyagellátását. A nyersanyag- és energiatakarékossági programok következetesen valósuljanak meg."

E cél és feladat, valamint a Minisztertanács energiagazdálkodással kapcsolatos határozata végrehajtásának elősegítése az energiatakarékosság, tágabb értelemben a mind gazdaságosabb energiafelhasználás érdekében az MTESZ felhívja a szövetségbe tömörült egyesületek vezetőségét, az egyesületek szakembereit és az ország műszaki, valamint agrár értelmiségét, hogy a kongresszus tiszteletére dolgozzanak ki energiamegtakarítást eredményező feladatokat.

Az MTESZ olyan javaslatokat kér és vár,

— amelyek javítják az energiafelhasználás hatásfokát és energiamegtakarítást eredményeznek,

— amelyek bármely energiahordozó-fajtára vonatkozóan csökkentik a fajlagos energiafelhasználást akár a technológia változtatása, korszerűsítése, akár egyéb — ellenőrzési, szervezési, karbantartási vagy beruházási — intézkedések révén,

— amelyek minden, közműhálózat útján továbbított energiahordozóra (villamos energia, gázenergia, távvezetékből vételezett hőenergia stb.) vonatkozóan csökkentik az egyidejű (főként csúcsidei) teljesítményigényt,

— amelyek közvetve csökkentik az energiafelhasználást, vagyis nagy energiatartalmú anyagmegtakarítást, fajlagos anyagfelhasználás-csökkenést eredményeznek,

— amelyek a vállalati, szövetkezeti programok felülvizsgálatára, módosítására, illetve kiegészítésére vonatkoznak.

A javaslatok kidolgozásánál célszerű az alábbi csoportosítást figeylembe venni:

1. Olyan energiatakarékossági lehetőségek felmérése és erre vonatkozó javaslatok, illetve intézkedések kidolgozása, amelyek beruházási költség nélkül, szervezési és egyéb intézkedésekkel megvalósíthatók.
2. Beruházási eszközök igénybevételével megvalósítható javaslatok kidolgozása.
3. Olyan energiamegtakarítást eredményező jaaaslatok kidolgozása, amelyek megvalósításához kutatásfejlesztés vagy licencia megvásárlása szükséges.

A javaslatokat a téma koordinálásával megbízott Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület titkársága (1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 6—8. Postai cím: 1372 Budapest, Pf. 451.) kell beküldeni.

A javaslatok ne csak ötleteket adjanak, hanem konkrét megoldást. A javaslatoknak ezért tartalmazniuk kell a részletes műszaki megoldás leírását és a gazdaságossági számításokat is.

A beérkezett javaslatokat az erre a feladatra felkért bizottság értékeli, és továbbítja az érdekelt vállalatoknak, intézményeknek bevezetés, illetve a hatóságoknak intézkedés céljából.

Az MTESZ a legötletesebb, legkiválóbb, legtöbb megtakarítást eredményező javaslatokat erkölcsi és anyagi elismerésben kívánja részesíteni.

I. díj 50 000 Ft
II. díj 30 000 Ft
III. díj 20 000 Ft

A bizottság II. és III. díjjal több pályázatot is elismerhet.

A zsűri a pályázatokat évente két alkalommal értékeli.

Az MTESZ az MSZMP XII. kongresszusára vonatkozó irányelvének értelmében ezt a felhívást nem kampány jellegűnek tekinti. Ezért kéri, hogy a jelentkezők javaslataikat évente április 15-ig és október 15-ig, első ízben

1980. május 15-ig

küldjék be.

Budapest, 1980 február

Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Országos Elnöksége

★

Tudományos osztályvezetői munkakör betöltésére

Az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet pályázatot hirdet tudományos osztályvezetői munkakör betöltésére.

Követelmények:

— egyetemi végzettség,
— olvadéksóelektrolízis, ill. elektrokémia területén szerzett nagy szakmai gyakorlat,
— idegen nyelvismeret,
— tudományos fokozat.

A pályázatnak tartalmaznia kell:

— a pályázó szakmai munkájának, a munka eredményeinek ismertetését,
— a pályázó jelenlegi beosztásának, besorolásának, fizetésének, fizetési igényének megjelölését,
— önéletrajzot.

A pályázatot az ALUTERV—FKI Személyzeti és Oktatási Osztályára (1138 Bp., XIII. Pozsonyi út 56.) kell benyújtani, a pályázati felhívás megjelenését követő 30 napon belül.

A pályázat eredményéről értesítést küldünk.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESULET LAPJA

BUDAPEST, 1980. MÁRCIUS—ÁPRILIS HÓ

3–4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia
Hammer Ferencnek, a Vaskohászati Szakosztály elnökének üdvözlő és megnyitó beszéde 97
Csépányi Sándor kohó- és gépipari miniszterhelyettes megnyitó előadása 100
Várszegi Zoltánnak, a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetőjének bevezető előadása a Nyersvasgyártási Szekció munkájához 103
Dr. Sziklavári Jánosnak, az Acélgyártó Szakcsoport vezetőjének bevezető előadása az Acélgyártási Szekció munkájához 105
DR. RÉPÁSI GELLÉRT: A nyersvas- és acélgyártás fejlesztésének kérdései a Dunai Vasműben 108
DR. FÜRJES EMIL: A nyersvas- és acélgyártás fejlesztési kérdései az Ózdi Kohászati Üzemekben 115
HERENDI REZSŐ: A nyersvas- és acélgyártás fejlesztési kérdései a Lenin Kohászati Művekben .. 119
PROSZT ERVIN: Az acélgyártás fejlesztésének kérdései a Csepeli Acélműben 124
DR. HORVÁTH JÁNOS: A nyersvasgyártás műszaki gazdasági jelentősége acélgyártásunk fejlesztésében 126
DR. FARKAS OTTÓ— TÓTH L. ATTILA— VARGA ISTVÁN: Oxigénben dúsított fúvószél hatása a nagyolvasztó teljesítményére 129
DR. CSUTOR TIVADAR: Az elegyviszonyok hatása a nyersvas minőségére 135
DR. GÁRDONYI SÁNDOR— TAGÁNYI ZSOLT: Nagyolvasztók elegyszámítása számítógéppel 138
DR. SIMON SÁNDOR— DR. KÁROLY GYULA: Ritkaföldfém dezoxidáció- és mikroötvözőszerek alkalmazásának gyakorlati tapasztalatai 143
SZIPKA KÁROLY— GOMBÁS LÁSZLÓ: Az acél és nyersvas minőségének javítása porított anyagok befúvásával 149
KISS LÁSZLÓ: A vakuumos kezelés tapasztalatai a Lenin Kohászati Művekben 155
DR. REMPORT ZOLTÁN: Tuskók és folyamatosan öntött termékek minőségjavítási igényei 159
Várszegi Zoltánnak, a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetőjének értékelése a Nyersvasgyártási Szekció munkájáról 164
Schottner Lajosnak értékelése az Acélgyártási Szekció munkájáról 166
A VII. Országos Nyersvas- és Acélgyártó Konferencia ajánlásai 167
DR. KÁROLY GYULÁNÉ— GREUTTER ISTVÁN: A szabályozott hűtéssel hengerelt, valamint ólompatentozott huzalokból gyártott kötélhuzalok tulajdonságai 168
Könyvismertetés 171
Egyesületi hírek 163, 172
Beszámolók külföldi konferenciákról 148, 174
Felhívás szerzőinkhez az új mértékegységek használata tárgyában 175

FÉMKOHÁSZAT

HORVÁTH ANTAL: A rézipar helyzete 177
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 182
Beszámoló külföldi tanulmányútról 183
Szakosztályi hírek 183
Az ICSOBA 1980. évi munkaterve 184
Szabványosítási hírek 184

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 3—4 414. Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalokban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft

Index: 25,155

СОДЕРЖАНИЯ

Пепаши, Г.: **Вопросы развития производства чугуна и стали в Дунаи Вашмю** ..... С 108

Зависимость между производственной мощностью и построением нового конверторного цеха. Масыръевая и энергобаза для увеличения производства. Потребность чугуна для производства стали. Использование новых технических достижений в производстве стали и чугуна. Применение инъекционного способа при сименс-мартеновском и конверторном производстве стали.

Фюрйеш, Э.: **Вопросы развития производства стали и чугуна в МЗ Озд** ..... С 115

Статъя оценивает настоящее положение производства чугуна. Возможности развития: увеличение прочности стенки печей, улучшение выноса шихты с уменьшением основности шлака и пылосодержания. Увеличение температуры дутъя. Развитие производства стали с помощью улучшения снабжения металлоломом и сплавосоставляющими. Ввод металлургии ковша литейного двора в интересах производства качественной стали.

Херенди, Р.: **Вопросы развития производства стали и чугуна в МК им. Ленина** ..... С 119

Автор познакомит нас с ходом доменной печи и результатами производства. Суммирует достигнутые результаты сименс-мартеновского и электросталеплавильного цехов. Создание нового комбинированного сталеплавильного цеха. Два этапа построения нового цеха: конвертор с кислородным дутъем мощностью 80 т, а затем электропечь УХП также мощности 80 т. и непрерывно литейный цех. Подготовка к вводу нового цеха.

Прост, Э.: **Вопросы развития производства стали в чепельском сталплавильном цеху** ..... С 124

Статъя подчеркивает, что полную потребность в основных материалах производства бесшовной трубы надо обеспечить из производства стали Чепеля. Для получения 300 тысяч тонн расплавленной стали в год надо построить новый электрплавильный цех с применением металлургии ковша и непрерывным литьем.

Хорват, Й.: **Технико-экономическое значение производства чугуна в развитии нашего производства стали** ..... С 126

В шихте для кислородно конверторного производства стали пропорция чугуна находится между 75—100%. Огромное технико-экономическое значение имеет применение чугуна оптимального состава и оптимальной температуры.

Фаркаш, О.—Тот, Л. А.—Варга, И.: **Влияние дутъя, обогащенного кислородом на мощность доменной печи** ..... С 129

Статъя определяет физические изменения (дутъя, количества горневого и природного газа, количества кокса и теплоты, и теоретической температуры горения) возникающих при двух крайних технологических возможностей применения дутъя, обогащенного кислородом; а затем ожидаемый при этом прирост производства для дутъя с 21, 22, 23, 24 и 25%-ой концентрацией кислорода при 1273, 1373 и 1473 °К температуре, и добавлением 1 м³ кислорода нормального состояния. На основе всего этого укажет заводские причины различных вариаций технологий двух крайних положений.

Чутор, Т.: **Влияние компонентов шихты на качество чугуна** ..... С 135

Статъя рассматривает из условий предусмотренных для экономичного производства чугуна равномерность химического состава компонентов шихты, увеличение железосодержания шихты и ее гранулометрический состав. Подчеркивает, что в будущем все более надо стремиться к улучшению этих условий у отечественных доменных печей.

Тардони, Ш.—Тагани, Ж.: **Определение состава доменной шихты на ЗВМ** ..... С 138

После рассмотрения исчичления шихты по исторически статъя предлогает применение закономерностей матричной алгебры с целью упрощения и наглядности определения состава шихты. В дальнеишем авторы излогают возможности исчисления на ЗВМ удельного потребления кокса по тепловому балансу.

Шимон, Ш.—Карой, Д.: **Экономичность и практический опыт применения успакоительных и микросплавных средств для редкоземельных металлов** ..... С 143

У высокопрочного сваримого сорта стали среди способов микросплава распространяется применение редкоземельных металлов. Авторы в серии лабораторных и заводских экспериментов анализировали влияние материалов с различным содержанием редкоземельных металлов (мишметалл церия, FeCe, CeSi, CaSiCe), с особым вниманием на оценку техникоэкономической роли CaSiCe, дающего возможность сбережения импортных средств.

Сипка, К.—Гомбаш, Л.: **Улучшение качества стали и чугуна с помощью вдувания распылчатых материалов** ..... С 149

Металлургия ковша тесно встроился в процесс современного производства стали. Ее частью является дутъе порошков в ковш. Первычной его целью стало успакоение, а позднее десульфурация. Последняя происходит в двух стадиях, сначала в чугуновом ковше, а затем после выпуска стали в литейном ковше; делая возможным уменьшение энергоемкости производства стали и улучшения качества готовой стали.

Киш, Л.: **Опыт обработки в вакууме в МК им. Ленина** ..... С 155

Автор показывает вакуумные оборудования, находящиеся в элекросталеплавилном цеху МК им. Ленина, и опишет проведенные эксперименты, исследования и заводской опыт. Перечисляет те результаты, которые были достигнуты с обыкновенными методами металлургии ковша с помощью различных технологических способов. Укажет то направление, которому надо уделять больше внимания при применении современных оборудований металлургии ковша.

Ремпорт, З.: **Требования по повышению качества для слитков и потойно литих изделий** ..... С 159

Что косает качественных проблем: как поверхностные так и внутрение дефекты нуждаются в поправке. Вод поточно литих болванок также оказывает ряд проблем, т.к. требования по качеству очень высокие.

Каройне—Грайттер, И.: **Свойства канатных проволок, прокатанных с регулированным охлаждением, а так е произведенных из свинцопатентной проволоки** ..... С 168

При обработке проволок, произведенных с регулированным охлождением в МЗ «Озд» возникает ряд проблем. Лишь у одной части прокатных проволок можно было достигать суммарную обработку свыше 70%. Анализ стандартности для малого количества изделий, произведенных с суммарной обработкой свыше 80% показывал, что механические параметры не удовлетворяют стандартам МС — 210—71.

CONTENTS

Répási, G.: **The problems of increasing the pig iron and steel production in the plant Dunai Vasmű** P 108

Relation of the productive capacity of plate mills to the erection of a new steel plant consisting of oxygen converters. The material and energy resources required to increase production. The pig iron cover of steel production. Utilisation of new technical achievements in the produciton of pig iron and steel. The use of an injecting process of the production of steel both in the open hearth and converter plant.

Fürjes, E.: **Questions of increasing the production of pig iron and steel in the Metallurgical Works at Ózd** ..... P 115

Appraisal of the present situation of pig iron production. The means of its increase are: to increase the lifetime of the blast furnace walls, to improve the output from the feed, to decrease the dust content of the sinter and the basicity of the slag, to raise the blast temperature. Production of steel should be increased by improving supply of scrap and of alloying materials and in addition by introduction of handling tapped steel in the casting bay for the interest of quality steel production.

Herendi, R.: **Problems of increasing the production of pig iron and steel in the Lenin Metallurgical Works at Diósgyőr** ..... P 119

First the blast furnace plant and its present production is made known. Then the present steel plant consisting of open hearth and electric furnaces together with their production are described, The erection of a new combined steel plant, planned in two steps: first the converter plant with 80 ton converters, then a 80 ton UHP electric furnace with a continuous casting plant. Preparations to start the new plant.

Proézt, E.: **The question of developing steel production in the Steelwork at Csepel** ..... P 124

In this lecture it is pointed out, that the total quantity of steel needed to make seamless tubes must be supplied frsm the production of the own steelwork. To produce yearly 300 thousend tons of liquid steel it is unavoidable to build a new electro steel plant, complete with ladle metallurgy and a continuos casting device.

Horváth, J.: **The technical and economic significance of pig iron production in development of our steel production** ..... P 126

In the metallic feed of oxygen converters the proportion of pig iron amounts 75—100 p.c. The use of pig iron with optimum composition and temperature has therefore a fundamental significance perature has therefore a fundamental significance.

Farkas, O.—Tóth, A.—Varga, I.: **The effect of oxygen enriched blast upon the output of blast furnace** ..... P 129

First the physical changes are listed which occur in two extreme technological alternatives, when oxygen enriched blast is employed (quatity of blast, of natural gas, of coke and of the total heat, respctively of the theoretical burning temperature/and then herefrom the increase of output to be awaited is deduced, regarding oxygen concentrations of the blast amounting 21, 22, 23, 24 and 25 p. c.-s, its temperature being 1273, 1373 and 1473 K, besides relatively to the addition of 1 m^3 oxygen in normal state. On this basis the industrial reasons are given for different variations of the two extreme technological alternatives.

Csutor, T.: **Effect of the feed properties upon the quality of pig iron** ..... P 135

As requirements of an economic production of pig iron the constant composition of feed components, the increase of the iron content in the feed and its granulometric composition are dealt with. It is pointed out that it is desirable to improve these most important factors of pig iron production more intensely during the coming years.

Gárdonyi, S.—Tagányi, Zs.: **Calculation of the blast furnace feed with computer** ..... P 138

After some short remarks on the historical development of calculating the blast furnace feed it is proposed to make use of the laws of matrix algebra, in order to make it more simple and clear. Then going out from the specific coke consump' tion and from the heat balance, the possibilities of calculattion of the feed by means of computer are dealt with.

Simon, S.—Károly, Gy.: **Industrial experience and economy of the use of rare earth metals as deoxydisers and micro alloying elements** ..... P 143

In the production of high strength weldable steels with rare earth metals is increasingly used. The authors ivestigated the effect of different alloys containing rare earth metals (Mischmetall, FeCe, CeSi and CaSiCe) in a series of laboratory and industrial experiments, giving special regard to estimate technically and economically the importance of the imports saving alloy CaSiCe.

Szipka, K.—Gombás, L.: **Improvement of the quality of pig iron and steel by injecting powdered materials** ..... P 149

Mettallurgical treatment of tapped steel is tigthly inserted into the process of modern steelmaking. A part of it is blowing in powdered materi) als into the steel. The primary purpose was deoxydation, but later it became desulphurisation. The latter is carried out in two steps: first the pig iron and then the steel is treated, both after being tapped, resulting in saving energy and improving quality of the finished steel.

Kiss, L.: **Results of vacuum treatment in the Lenin Metallurgical Works at Diósgyőr** ..... P 155

The equipment serving vacuum treatment of steel existing in the electric steel plant of the Lenin Metallurgical Works and in addition the performed experiments, researches and industrial experiences are dealt with. Then the results are listed which were obtained by traditional metallurgical treatments of tapped steel in connection with differing technological processes. Finally the direction is fixed which should be intesely considered when using the modern equipment to treat tapped steel metallurgically.

Remport, Z.: **Requirements relative ingots and continulusly cast blooms** ..... P 159

Among the problems of quality it is necessary to eliminate both the superficial and the inner defects. There are some problems with the continuosly cast blooms also, because the requirements relative to their defects are more rigorous.

Mrs. Károly, Gy.—Creutter, I.: **Properties produced from wires rolled during controlled cooling and patented in molten lead** ..... P 168

Some difficulties arose on further processing cable-wires rolled in Ózd with regulated cooling rate. Only a part of the rolled wires could be dravn further, than by 70 p.c. Testing a smallar quantity of the final product drawn to a total deformation higher, than 80 p.c. showed that the mechanical properties did not meet the values required in the Hungarian standard MSZ 210—71.

Horváth, A.: **The situation of the copper industry** P 177

The author reviews the problem, how the production and the consumption of copper was formed last time. A comparison is made between the consumption of copper and the using up of the other most important materials. The reason for the change in price of the copper will be discussed.

INHALT

Répási, G.: **Entwicklumgsprobleme der Roheisen- und Stahlerzeugung im Donau-Eisenwerk** ..... S 108

Zusammenhang zwischen der Kapazität der Blechwalzwerke und der Erstellung des neuen Konverter-Stahlwerkes. Werkstoff- und Energiegrundlagen der erhöhten Produktion. Die Roheisendeckung der Stahlerzeugung. Die Ausnutzung der neuen technischen Errungenschaften in der Roheisen- und Stahlherstellung. Anwendung des Injektierungsverfahrens im Siemens—Martin und im neuen Konverter—Stahlwerk.

Fürjes, E.: **Die Entwicklungsprobleme der Roheisen- und Stahlerzeugung in den Hüttenwerken zu Ózd** ..... S 115

Die Bewertung der Jetztlage der Roheisenerzeugung. Entwicklungsmöglichkeiten sind: die Erhöhung der Haltbarkeit der Hochofenausmauerung, die Verbesserung des Möllerausbringens durch Verminderung des Staubgehaltes vom Sinter und der Basizität der Schlacke. Die Erhöhung der Windtemperatur. Die Entwicklung der Stahlherstellung durch die verbesserte Besorgung von Schrott und Legierungsstoffen. Einführung der Pfannenmetallurgie zum Zwecke der Qualitäts-Stahlerzeugung.

Herendi, R.: **Entwicklungsprobleme der Roheisen- und Stahlerzeugung in den Lenin Hüttenwerken** ..... S 119

Das Hochofenwerk und seine Erzeugungsergebnisse. Die Anlagen des Siemens—Martin und des Elektrostahlwerkes und die erreichten Betriebsergebnise. Das neue — im Bau befindliche — kombinierte Stahlwerk. Seine zwei Ausbaustufen: erst ein 80 Tonnen Sauerstoff-Konwerter, dann ein 80 Tonnen UHP Elektroofen mit Stranggiessanlagen und Pfannenmetallurgie. Die Vorbereitungen der Inbetriebnahme der neuen Stahlwerke.

Proszt, E.: **Die Probleme der Entwicklung der Stahlerzeugung im Stahlwerk zu Csepel** ..... S 124

Es wird betont, dass der gesammte Grundstoffbedarf der Herstellung von nahtlosen Rohen aus der Stahlerzeugung im Werk Csepel gesichert werden muss. Zur Erzeugung von 300 000 Jahrestonnen Rohstahl soll ein neues Elektrostahlwerk, ausgestattet mit der Pfannenmetallurgie und mit einer Stranggiessanlage erstellt werden.

Horváth, J.: **Die technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Roheisenerzeugung in der Entwicklung der Stahlherstellung** ..... S 126

Entwicklung der einheimischen Stahlherstellung. Der Roheisenanteil im Einsatz der Konverterstahlerzeugung beträgt 75—100%. Die optimale Zusammensetzung und Temperatur des angewendeten Roheisens hat eine wichtige technisch-wirtschaftliche Bedeutung.

Farkas, O.—Tóth, A.—Varga, I.: **Die Wirkung des mit Sauerstoff angereicherten Gebläsewindes auf die Leistung des Hochofens** ..... S 129

Die physikalischen Änderungen der Anwendung von mit Sauerstoff angereicherten Gebläsewind (d. h. die Änderungen des Windes, des Gestell-

gases, der Menge von Erdgas, Koks und vom Wärmeverbrauch, bzw. der theoretischen Brenntemperatur). Bestimmung der auf diesen Anderungen aufgebauten Zunahme der Produktion bei Sauerstoffgehalten von 21, 22, 23, 24 und 25 v. H. und bei K-Temperaturen von 1273, 1373 und 1473, sowie bei 1 m³ zegegebenen Sauerstoff von normalem Zustand. Aufgrund der angegebenen Produktionsfaktoren werden die zwei extremen technologischen Möglichkeiten und die betrieblichen Beweggründe der Variationen dieser Möglichkeiten bezeichnet.

Csutor, T.: **Die Wirkung der Möllerverhältnisse auf die Qualität des Roheisens** ..... S 135

Von den Anforderungen der wirtschaftlichen Roheisenerzeugung werden die Gleichmässigkeit der chemischen Zusammensetzung der Möllerbestandteile, die Erhöhung des Fe-Gehaltes und die granulometrische Zusammensetzung des Möllers behandelt. Zur Besserung dieser wichtigen Faktoren muss in der Zukunft bei den einheimischen Hochöfen mehr geachtet werden.

Gárdonyi, S.—Tagányi, Zs.: **Möllerberechnung der Hochöfen mit einem Rechner** ..... S 138

Die geschichtliche Entwicklung der Möllerberechnung von Hochöfen. Zur Vereinfachlichung und übersichtiherer Gestatung der Möllerberechnung wird die Anwendung der Gesetze der Matrix-Algebra vorgeschlagen. Die Möglichkeiten der Berechnung des spez. Koksverbrauches mit einem Rechner aufgrund der Wärmebilanz.

Simon, S.—Károly, Gy.: **Erfahrungen und Wirtschaftlichkeit der Anwendung von Seltenenerdmetallen als Desoxydationsmittel und als Mikrolegierungsstoffe** ..... S 143

Bei den hochfesten und schweissbaren Stählen verbreitet sich die Anwendung von Seltenenerdmetallen als Mikrolegierungsstoffe. Durch Laboratoriums- und Betriebsversuche wurde die Wirkung der verschiedenen seltenenerdmetallhaltigen Werkstoffen (Ce-Mischmetall, FeCe, CeSi, CaSiCe) untersucht mit besonderem Rücksicht auf die technisch-wirtschaftliche Bewertung des auch Import-Ersparnis bedeutenden CaSiCe-s.

Szipka, K.—Gombás, L.: **Die Verbesserung der Qualität von Stahl und Roheisen durch Einblasen von pulverartigen Werkstoffen** ..... S 149

Die Pfannenmetallurgie fügte sich fest in den Verlauf der modernen Stahlherstellung ein. Eins ihrer Teilprozesse ist das Einblasen von Pulvern in die Pfanne. Als erstes Ziel ist die Desoxydation, dann weiter auch die Entschwefelung anzusehen. Ablauf der letzteren erfolgt in zwei Stufen: erstens in der Roheisenpfanne, zweitens nach dem Abstich in der Stahlgiesspfanne wird der Energieverbrauch der Stahlerzeugung vermindert und die Qualität des Stahles verbessert.

Kiss, L.: **Die Erfahrungen des Vakuumbehandelns in den Lenin Hüttenwerken** ..... S 155

Beschreibung der Vakuumanlage im Elektrostahlwerk der Lenin Hüttenwerke und der durchgeführten Versuche, Forschungen, schliesslich der hierbei gesammelten Betriebserfahrungen. Die mit der verschiedenen Verfahren der herkömmlichen Pfannenmetallurgie erreichten Ergebnisse. Bezeichnung der Richtung, welche bei der Anwendung der modernen pfannenmetallurgischen Methoden berücksichtigt werden muss.

Remport, Z.: **Die Verbesserung der Qualität von Stahlblöcken und Strangknüppeln** ..... S 159

Sowohl die inneren wie auch die äusseren Fehler der Stahlhalbzeuge bedürfen eine Verbesserung. Die Fehler der Stranggussknüppel müssen mit erhöhter Aufmerksamkeit behandelt werden.

Károly, Frau Gy.—Greutter, I.: **Die Eigenschaften von Seildrähten, die aus geregelt abgekühlten und bleipatentierten Walzdrähten erzeugt wurden** . S 168

Die im Werk Ózd mit geregelter Abkühlung erzeugten Walzdrähte weisen mehrere Probleme auf. Eine Gesamtverformung von 70 % konnte nur bei einem Teil der Drähte erreicht werden. Ein kleiner mit über 80 % Gesamtverformung gezogener Teil der Fertigwaren haben den Eorschriften für mechanischen Kennwerte der Norm MSZ 210—71 nicht entsprochen.

Horváth, A: **Die Lage der Kupferindustrie** ..... S 177

Es wird gezeigt, wie sich die Produktion sowie der Verbrauch des Kupfers in der letzten Zeit gestaltet haben. Der Verfasser vergleicht den Verbrauch an Kupfer mit der Benützung der wichtigsten Materialien. Die Gründe der Preisänderung des Kupfers wurden erürtert.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 3—4. szám 1980. március április

VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia*

Hammer Ferencnek, a Vaskohászati Szakosztály elnökének üdvözlő és megnyitó beszéde

Tisztelt Konferencia!

Tisztelt Vendégeink!

Kedves Elvtársak!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Elnöksége, a Vaskohászati Szakosztály és a Dunai Vasmű Vezetősége nevében tisztelettel és szeretettel üdvözlöm a VII. Országos Nyersvasgyártó- és Acélgyártó Konferencia résztvevőit, a külföldi és hazai előadókat, a társegyesületek delegációit, illetve képviselőit.

Tisztelettel üdvözlöm az Elnökség tagjait. *Csépányi Sándor* elvtársat a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának tagját, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Miniszterhelyettesét. Megköszönöm, hogy eleget téve a konferencia rendezősége felkérésének elvállalta a megnyitó előadás megtartását.

Tisztelettel üdvözlöm *dr. Kocsis József* elvtársat a KGST magyar titkárhelyettesét, *Borovszki Ambrus* elvtársat a Dunai Vasmű nyugalmazott vezérigazgatóját, a VASAS Szakszervezet Elnökét, *Kreffly Gábor* elvtársat egyesületünk elnökét, *Longa Elemér* elvtársat a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezérigazgató-helyettesét, *dr. Répási Gellért* elvtársat a Dunai Vasmű vezérigazgató-helyettesét, konferenciánk házigazdáját és *Nagy Zoltán* elvtársat egyesületünk főtitkárát.

Tisztelettel és szeretettel köszöntöm a társegyesületeink képviseletében konferenciánkon résztvevő:

Javojszkij professzor elvtársat a Szovjetunióból,
dr. Herbert Trenkler professzor urat Ausztriából,
Klaus Schäfer urat a Német Szövetségi Köztársaságból,
K. H. Eckstein professzor elvtársat a Német Demokratikus Köztársaságból és
Georgi Groschew elvtársat a Bolgár Népköztársaságból.

Konferenciánkat az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztálya ismét a Dunai Vasmű közreműködésével rendezi meg. Ezúton is szeretném köszönetemet kifejezni a Dunai Vasmű vezetőségének és a Vasmű helyi Csoportjának, hogy nagy követelményeket támasztó termelési és beruházási feladataink mellett ismételten vállalták ezen háromévenként rendszeresen megrendezésre kerülő konferenciának házigazda szerepét.

Ez idén immár hetedik alkalommal rendezzük meg ezt a szakmai összejövetelt, amely az elmúlt több mint két évtized során igen rangos, nemzetközileg is elismert helyet biztosított magának a Vaskohászat egyes szakágazataival foglalkozó konferenciák sorában, bizonyítva ezt az élénk külföldi és hazai érdeklődés is.

Az 1957 óta megrendezésre kerülő konferenciáknak elsősorban az a célja, hogy szakembereink rendszeres időközökben tájékoztatást kapjanak a nyersvas- és acélgyártási technológiák fejlődéséről és a hazai kohászat időszerű feladatairól. A konferenciák egyidejűleg alkalmat nyújtanak arra is,

* A Konferenciáról lapunk 1979. 9. számának 413—416. oldalán részletes beszámolót közöltünk. Jelen összevont számunkban közreadjuk a begyűjtött előadásokat. A terjedelmi okokból kimaradt néhány előadást későbbi számainkban közöljük. (Szerk.)

Hammer Ferenc elnök üdvözlő és megnyitó beszédét tartja
Az elnökségben balról jobbra: Longa Elemér a MVAE vezérigazgatóhelyettese, Borovszki Ambrus ny. vezérigazgató, a Vasas Szakszervezet elnöke, Csépányi Sándor KGM miniszterhelyettes, Hammer Ferenc a Vaskohászati Szakosztály elnöke, Kocsis József KGST titkárhelyettes, Kreffly Gábor Egyesületünk elnöke, dr. Répási Gellért a Dunai Vasmű vezérigazgató-helyettese

hogy a különböző vállalatainknál és intézményeinknél tevékenykedő szakemberek a hivatalos előadásokon túlmenően kölcsönösen tájékoztassák egymást eredményeikről, problémáikról és a megvalósításra váró új feladatokról.

Az eddig megrendezett konferenciákon elhangzott előadások mindig szorosan kapcsolódtak a hazai nyersvas- és acélgyártás aktuális termelési, fejlesztési problémáihoz, így a konferenciák anyagának áttekintése hű képet ad kohászatunk elmúlt 20 éves történetéről.

Ettől, az immár tradícióvá vált szokástól a legutóbbi, 1976 évben rendezett konferencia sem tért el, hiszen alapvető célkitűzése az volt, hogy az akkor már megkezdett, illetve részben még csak elhatározott oxigén konverteres acélműi beruházásokkal összhangban, a konverteres acélgyártás különböző aspektusaival ismertesse meg a résztvevőket, köztük az új LD acélművek leendő vezető szakembereit.

Az akkor elhangzott előadások többek között foglalkoztak a konverteres acélművek nyersvas ellátásának mennyiségi és minőségi kérdéseivel, így a kohójárat egyenletességének biztosítására, valamint intenzifikálására szolgáló különböző lehetőségekkel, a kohón kívüli kéntelenítés különböző módszereivel. Az acélgyártási szekcióban széleskörű tapasztalatokkal rendelkező külföldi szakemberek tartottak előadásokat a konverteres acélművek tervezési, automatizálási és számítógépes irányításával kapcsolatos kérdésekről és több előadó foglalkozott a konverteres acélgyártás metallurgiai problémáival. Néhány előadás a konverterek tűzállóbélése kialakításának lehetőségeivel, a konverter falazatok karbantartási, illetve tartóssági problémáival foglalkozott.

Az elmúlt években a világ vaskohászatában jelentős változások történtek és ez a folyamat még távolról sem zárult le.

A világ acéltermelése az 1974-es csúcsévet követően jelentős mértékben visszaesett, annak ellenére, hogy a szocialista országok acéltermelése ezen időszak során is egyenletesen növekedett. 1978-ban ugyan a világ acéltermelése elérte, sőt kismértékben meghaladta az 1974-es szintet, de ez a KGST országok, Kína és néhány fejlődő ország, így Brazilia, Mexikó, Dél-Korea átlagosnál jóval nagyobb ütemű termelésnövekedésének a következménye. A fejlődő országok elsősorban tömegacél termelésüket növelik, és várható, hogy bősé-

ges nyersanyag- és energiahordozó készleteik, olcsó munkaerő forrásaik és nem utolsó sorban a nagymértékű állami támogatás következtében tömegacél termékeikkel a világpiacon már a közeli jövőben a legkedvezőbb helyzetbe kerülnek.

A világ vaskohászata eddigi földrajzi súlypontjainak eltolódásával párhuzamosan, tovább folyik az acélgyártás technológiájának szerkezetváltása is.

A fejlett ipari országokban az SM acélgyártás részarányának fokozatos csökkenésével párhuzamosan, dinamikusan növekszik az LD és az elektroacélgyártás részaránya. A termelékenyebb acélgyártási eljárásokra történő áttéréssel egyidejűleg azonban a termékszerkezet váltásnak is tanúi vagyunk.

A fejlett ipari országok kohászati vállalatai, miután a már említett okok miatt a tömegacél értékesítési lehetőségek egyre nehezebbé válnak, növelik a minőségi és ötvözött acélok, valamint az értékes, magas feldolgozási fokú másod- és harmadtermékek részesedését termékválasztékukban.

Termelékenységi és minőségi okok miatt egyre szélesebb körben kerülnek alkalmazásra a nagy szakmai felkészültséget igénylő különböző üstmetallurgiai eljárások, amelyek lényege az, hogy a beolvasztás utáni műveleteket részben, vagy egészben a kemencén kívül, az üstben hajtják végre. Az üstmetallurgiai eljárások különösen alkalmasak az ötvözött és nemesacél minőségek előállítására.

Kiemelten kapcsolódik előzőekhez az a tény, hogy az energia- és az alapanyagárak állandó növekedése miatt kulcskérdéssé vált a kohászati vállalatok anyag- és energiafelhasználásának racionalizálása, amire számos lehetőség van. A legtöbb fejlett országban, így elsősorban Japánban, a jelenlegi beruházások nagy része éppen a fajlagos energia- és anyagfelhasználás csökkentésére irányul.

Mint Önök előtt is ismeretes, vaskohászatunk metallurgiai ágazatában jelenleg olyan nagy beruházások vannak folyamatban, amelyek jelentősége talán csak a Dunai Vasmű alapításához hasonlítható és ezek eredményeként a következő két év során egy új LD konverteres acélmű és egy kombinált acélmű üzembe helyezésére kerül sor. Az új beruházások révén nemcsak acéltermelésünk mennyiségének jelentős növelése, a munkakörülmények javítása, hanem a termékszerkezet átalakítása, a minőségi és ötvözött acéltermékek arányának a növelése is lehetővé válik. Ez utóbbi szempontból különösen nagy jelentőségű az LKM kombinált acélműve, ahol a telepítésre kerülő üstmetallurgiai berendezések révén lehetővé válik mind az LD konverterben, mind a rendkívül korszerű, oxigén-földgáz égőkkel felszerelt elektromos ívkemencében olvasztott acéloknak különböző ötvözött acélminőségekké történő finomítása is.

Ugyancsak nagy fontosságúnak tartjuk a Dunai Vasműben bevezetésre kerülő acélkéntelenítő eljárást is, mivel így a DV. termelésének növelésével párhuzamosan, termékeinek minőségét is tovább tudja javítani.

A nemzetközi trend ismeretében elmondhatjuk, hogy kohászatunk fejlesztése helyes irányba halad, mivel mind az épülő új acélműveink tervezésénél, mind a már korábban telepített üzemek és berendezések korszerűsítésénél figyelembe vettük a termelékenység növelését, a termékszerkezet átalakítását, valamint a racionális anyag- és energiafelhasználás követelményeit.

Az ez évi, VII. konferencia programján szereplő előadások is szinte kivétel nélkül vaskohászatunk metallurgiai ágazatának időszerű kérdéseivel foglalkoznak, vagy ahhoz kapcsolódnak.

A plenáris ülés keretében a hazai kohászati vállalatok műszaki vezetői fogják ismertetni az egyes üzemek legaktuálisabb termelési és fejlesztési kérdéseit. A nyersvasgyártó szekció legfontosabb témája továbbra is az LD konverteres acélműveink üzembe lépésével jelentkező nyersvasigények kielégítésére szolgáló különböző lehetőségek, illetve tervbe vett intézkedések, míg az acélgyártó szekció központi témája a minőségi acélgyártás lesz, különös tekintettel az üstmetallurgiai eljárások alkalmazására.

Az elmúlt konferenciák eredményes munkája, az OMBKE Szakosztályaiban és helyi csoportjaiban folyó élénk társadalmi tevékenység és nem utolsó sorban a széleskörű nemzetközi részvétel biztosítékul szolgál arra, hogy a mostani konferencia is hatékony munkát fog végezni és a konferencia résztvevőinek értékes, a mindennapi munkájukban is jól hasznosítható tapasztalatokat fog nyújtani.

E gondolatok jegyében nyitom meg a konferenciát és minden kedves résztvevőnek jó munkát kívánok.

Ez évi nagyrendezvényeink:

II. Termometriás Szeminárium Budapesten szept. 1—7.

Az Etalon Bizottság Kerekasztal Munkaülése Balatonszéplakon szept. 16—18.

VI. Orsz. Kohászati Hidegalakító Konferencia Székesfehérvárott okt. 7—9.

Ipartörténeti és Muzeológiai Konferencia Salgótarjánban okt. 14—26.

Környezetvédelmi Konferencia Miskolcon szeptemberben.

Csépányi Sándor kohó- és gépipari miniszterhelyettes megnyitó előadása

Előadásomban a Metallurgus Konferencia tisztelt résztvevőit a magyar kohászat aktuális problémáiról, feladatairól kívánom tájékoztatni, különös súlyt adva termékeink minőségjavítását célzó törekvéseinknek.

A magyar vaskohászat dolgozói jelenleg az V. ötéves tervünk sikeres megvalósításáért dolgoznak. Ezen tevékenység mellett a vállalataink az irányítószervekkel együttműködve hozzákezdtek a VI. ötéves terv főbb feladatainak meghatározásához. Már a jelenlegi, 1979-es évben is konkrétan érezzük a világgazdaság változásából ránk háruló nehézségeket. Növekednek a gondjaink a koksz és ötvözőanyagok beszerzésében. Az értékesítés területén a fokozódó világpiaci verseny egyre nagyobb minőségi követelményeket támaszt a termékeinkkel szemben.

A tervbe vett beruházásaink megvalósításával nagymértékben növekednek a gazdaságossági követelmények.

A vaskohászatban tevékenykedő dolgozóinknak, vezetőinknek ebben a bonyolultabb helyzetben is biztosítani kell a kohászati termelés folyamatosságát és a termelés gazdaságosságának növelését.

A vaskohászati vertikum problémáit áttekintve először a nyersvasgyártásunk elegyminőségi helyzetét kell kiemelnem. Elegykihozatalunk országos értéke az elmúlt években 44% körül mozgott, ami köztudottan a legrosszabbak között van az európai összehasonlításban, és mintegy 15—16%-kal marad el a jó nemzetközi színvonaltól. Legfontosabb feladataink közé tartozik ennek az értéknek minél gyorsabb növelése, a Fe-hordozók ferrumtartalmának emelésével, a SiO_2 tartalmának csökkentésével.

A Nehézipari Műszaki Egyetemen lefolytatott kísérletek igazolták, hogy a rendelkezésünkre álló hematitos agloérc korszerű,- nagy mágnesesterű szeparálással eredményesen dúsítható. Erre a megállapításra is támaszkodva kezdődtek meg a tárgyalások a Szovjetunió illetékes szerveivel, egy Krivoj-Rog térségében közös erőfeszítéssel építendő dúsítómű létesítésére. Ugyanakkor meg kell vizsgálnunk a min. 65% Fe és kis kovasav tartalmú tőkés ércimport gazdaságosságát is.

Az V. és VI. ötéves tervidőszak folyamán végrehajtott — illetve befejezésre kerülő — vaskohászati fejlesztések eredményeként a népgazdasági igényekkel összhangban növekszik hazánk acél- és hengereltáru termelése. Az 1975. évben elért 3,6 millió tonnával szemben 1980-ban 4,0 millió tonna, 1985-ben 4,3—4,5 millió tonna és 1990-ben előreláthatóan 4,8 millió tonna lesz acéltermelésünk, ami az 1975. évihez képest 33,3%-os növekedésnek felel meg. Ezekhez az adatokhoz kiegészítésként még az egy lakosra jutó évi acéltermelési számokat célszerű felidézni. Ez nálunk jelenleg 360 kg/fő és még 1990-ben sem fogjuk a 450 kg/fő értéket túlhaladni. Nemzetközi összehasonlításban Jugoszláviára 158 kg/fő, Bulgáriára 291 kg/fő, Ausztriára 541 kg/fő, Csehszlovákiára pedig 992 kg/fő jellemző az 1978. évi statisztikai adatok alapján.

A hengereltáru termelésünk ezzel párhuzamosan, de a folyamatos öntőművek hatására nagyobb mértékben nő és 1990-re 47%-os szintnövekedés várható, ha az 1975. évi hengereltáru termelés volumenét 100%-nak vesszük.

A fejlesztések során vaskohászatunk állóeszközértékének növekedése és az egyes tervidőszakok beruházási költségeinek alakulása a következő. Az 1975. évi 32,5 milliárd forintos állóeszköz érték 1990-ig 85 milliárd forintra nő, ami 162%-os emelkedésnek felel meg. A beruházások költségei az V. ötéves tervben 25,3 milliárd forintot tesznek ki, a VI. ötéves tervben várhatóan elérhetik a 26—29 milliárd forintos szintet.

Vizsgáljuk az előmunka termelékenységét. A vaskohászatban dolgozó egy főre jutó termelt acélmennyiség az 1975. évi 45,7 t/fő értékről 1980-ban 52,8 Ft/ főre, azaz 16%-kal nő. Ez a hatékonysági szám a nemzetközi összehasonlítás tükrében igen kedvezőtlen, mert a jelenlegi svéd szint egyharmada, a francia szint egynegyede, a köztudomásúan élenjáró japán szintnek pedig csupán egyhetede.

A gazdaságosság és a versenyképesség növelésének az érdekében meghatározottan csökkenteni kell az energia- és anyagfelhasználásunkat, javítani kell termékeink minőségét, növelni kell azon termékeink mennyiségét és számát, amelyeknek nagyobb a nyereséghányada. Ezeket a célkitűzéseket a MSzMP KB-a 1977. október 20-i ülésének határozata nyomatékosan kiemeli, sürgetve a termelési szerkezet gazdaságos, versenyképesebb átalakítását.

A vaskohászat bruttó termelési értéke 1975-höz képest 1990-re 51%-kal nő.

A termelés szerkezetében végrehajtott és tervezett változások közül ki kell emelni a folyamatos öntéssel előállított bugák részarányának növekedését az összes nyersacél termelésben. 1975-ben az összes acél 21,4%-át öntöttük le folyamatos öntőműveinkben, 1978-ban pedig több mint 30%-át. A további években ez az arány kisebb mértékben növekszik és 1985-ben 36,5%-ot, 1990-ben pedig várhatóan az 55,0%-ot ér el. Az új acélművek építése általában együtt jár az acélműi, valamint hengerműi kapacitást növelő, az energia fogyasztást pedig jelentősen csökkentő folyamatos öntőmű létesítésével, megalapozva ezzel az acél- és hengereltáru önköltsége csökkentését. Természetesen a meglévő acélművek is sorra térnek át erre az öntési módra. Így például Ausztriában a folyamatosan öntött buga jelenlegi 40%-os arányát 1981-ig 71%-ra fogják növelni, ugyanakkor növelik a folyamatosan öntött ötvözött acélok mennyiségét is.

A hazai vaskohászat fontos feladata a feldolgozóipar ellátása megfelelő minőségű acélgyártmánnyal. Ezért kiemelt témaként kezeljük a minőség javulását és a minőségre közvetlenül vagy közvetve jellemző paraméterek alakulását. Üzemeink összes selejtje általában megnyugtató módon alakul; viszonylag kicsi a selejtszint és tendenciája csökkenő. Az üzemi összselejt azonban egyes esetekben eltakarja az egyes termékek selejtszintjének alakulását, ezért a selejt okait elemeztük. Eszerint az 1975—78. évek során a vizsgált gyártmányok 15%-ára növekvő selejtszint a jellemző, 52% selejtszintje ingadozó, 33%-ának pedig csökkenő volt a selejtszintje. Nyilvánvaló, hogy a növekvő, a magas és az ingadozó selejtszint arra utal, hogy nincs még mindenütt elterjedve a minőségszabályozás korszerű rendszere, amely dinamikusan, a gyártásra azonnal visszahatóan, céltudatosan csökkenti le a selejtképződést. Sok területen még a hagyományos, jó minőségi szint eléréséhez is csak regisztráló jellegű minőségellenőrzési módszereket alkalmaznak. Fontos feladatunk, hogy a matematikai statisztikai módszerek és a számítógépes technika kiterjedt alkalmazásával minél gyorsabban vezessük be a gyakorlatba a teljes gyártási folyamatot átfogó és a felhasználói tapasztalatokat is feldolgozó minőségszabályozási rendszereket. Ez annál is fontosabb, mivel a vaskohászati gyártmányokat felhasználó vállalatok minőségi kifogásaikat általában nem támasztják alá a hiba jellegére és mértékére jellemző konkrét adatokkal. A vaskohászati termékeket felhasználó vállalatok általában nem pontosan megfogalmazott minőségi kifogásai az alábbiakban foglalhatók össze:

— a melegen hengerelt lemezre vonatkozóan a mechanikai tulajdonságokkal, a belső hibákkal — főleg rétegesség — és a minőségjelzés hiányosságaival kapcsolatosak az észrevételek,
— a hidegen hengerelt lemez és szalag esetén a méreteltérések, a felületi és alakhibák, valamint a mechanikai tulajdonságeltérések az uralkodó panasz okok,
— a spirálvarratú és egyenesvarratú, valamint a varratmentes csövek méreteltérései és minőségjelzési hiányosságai emelhetők ki,
— a melegen hengerelt rúd-, idom- és kovácstermékekre vonatkozóan a legtöbb panasz a méreteltérésekre, az alakhibákra, a belső hibákra és a minőségjelzés hiányosságára vonatkozik,
— a húzott, hántolt, csiszolt rúd- és huzal vonatkozásában a felületi- és belső hibák, a mechanikai tulajdonság- és szövetszerkezet eltérések a panaszok okai,
— több felhasználó nincs megelégedve az acél- és a vasöntvényekkel, főleg a felületi és alakhibák miatt.

A konferencia résztvevőinek egy csoportja

A vaskohászati gyártmányok minőségének javításával kapcsolatban azonban azt is hangsúlyoznunk kell, hogy ezt a törekvést a gazdaságosság nézőpontjából is szükséges megítélnünk. A túl gyenge minőség a gyártási alapköltségeken túl csak kis minőségbiztosítási költségeket tesz ugyan szükségessé, a selejt utólagos javítási és reklamációs költségei azonban nagyok. Ha viszont túl jó minőségi szintet akarunk elérni, a minőségbiztosítás költsége lesz tetemes, minimális selejtköltség mellett, azonban mégis nagy gyártási összköltséget eredményezve. Valahol a két véglet között található a költségek szempontjából optimális minőség. Mindezek figyelembevételével a vaskohászati termékeket feldolgozó ipar reális minőségi kifogásaira alapozva, még egy sor gyártmányunknál a minőség növelése a feladatunk.

A VI. ötéves terv első éveiben két konverter-acélművet helyezünk üzembe. Elvárjuk, hogy a metallurgus dolgozóink jól felkészülnek ezen, hazánkban újszerű technológia gyors bevezetésére és megoldják az egyenletes minőségű, szűk összetételtűrésű acélok gyártását. A nyersvas- és az acélgyártás vezetőinek feladata, hogy a munka színvonalának a növelése mellett jól válasszák meg azokat a berendezéseket, amelyek nagymértékben hozzájárulnak a termékeink minőségének javításához. Így például a Dunai Vasműben még ez évben korszerű berendezést fognak üzembe helyezni a folyékony acél üstben való kezelésére. A „skandináv lándzsás" eljárás poralakú dezoxidáló anyag vagy salakképző semleges gáz segítségével történő befúvásán alapszik, amelynek segítségével 0,005% alá is le lehet csökkenteni a kéntartalmat és igen kis oxigénszintet lehet biztosítani. A módszer segítségével kváziizotrop szilárdsági tulajdonságú, alacsony hőmérsékleten is kiváló szívósságú lemeztermék állítható elő, kedvező zárványalakkal és kis zárványtartalommal. Az ilyen, hazánkban újszerű lemezminőség komoly feladatot jelent a gépi és egyéb berendezéseket tervező szakemberek számára és újabb ösztönzést adhat a kisebb önsúlyú szerkezet kialakításához, az acél hatékonyabb felhasználásához.

A Lenin Kohászati Művekben, a kombinált acélműben felállításra kerülő ASEA—SKF üstmetallurgiai berendezés a legkorszerűbb feltételeket teremti meg a kis gáztartalmú, nagy zárványtisztaságú, kiváló minőségű acélok és ötvözetek gyártásához.

A berendezés igen kis, max. 0,03% C-tartalmú acélfajták előállítását is lehetővé teszi és ezért — többek között — megalapozza a vegyipari gépgyártás stabilizálatlan saválló acélokkal szemben támasztott igényeinek kielégítését is, A kriogén acélok, különösen a 9% Ni-tartalmú minőség kis hidrogén tartalommal való előállítása a hazai földgáz szállítására és tárolására, továbbá a vegyipar számára készülő berendezésekhez fontos hozzájárulást jelenthet.

Célszerű lenne már most gondosan mérlegelni azokat a kooperációs lehetőségeket, amelyekkel a többi hazai vaskohászati vállalat különleges minőségű nemesacél vagy ötvözet-alapanyagot kaphatna az LKM-től saját profilú felhasználásra. Ez egyik eszköze lehetne a ma még mintegy 25 millió dolláros, tőkés nemesacél importunk legalább egy részének kiváltásához. Természetesen más területeken is fel kell tárnunk lehetőségeinket.

A vaskohászati termékeink minőségének további javítása céljából figyelmet kell fordítanunk a folyamatosan öntött acélok kristályosodásának korszerű eszközökkel való befolyásolására. Ilyen módszer például az indukciós keverő alkalmazása, ezért a folyamatos öntőműveinkben vizsgálni kell az elektromágneses keverő alkalmazásának lehetőségeit is. Az elektrosalakos átolvasztó eljárás hazai bevezetésében jelentős lépés lesz egy kísérleti berendezés felállítása a Vasipari Kutató Intézetben.

A gyártmányaink belső szerkezeti hibáinak kiszűrésére automatikusan működő ultrahangos vizsgáló berendezéseket célszerű beszereznünk.

A vaskohászati vállalatok céltudatos minőségjavító munkáját akkor fogja teljes siker koronázni, ha lényegesen javítják és még élőbbé teszik kapcsolataikat a vaskohászati gyártmányokat felhasználó vállalatokkal. A feldolgozó üzemekben gyártmányaink minőségével kapcsolatban szerzett tapasztalatai értékes útmutatást kell, hogy jelentsenek a vaskohászati technológia módosítására, a selejt csökkentése érdekében. Olyan együttműködésre kell tehát törekedni, amely mind a két fél érdekeinek és lehetőségeinek maximális figyelembevételével a vaskohászati és a feldolgozó ipar gyártmányai minőségének javítását szolgálja.

A minőség javításának további feladatai:

— a szerkezeti acélok szilárdságának növelése, szívósságuk és hegeszthetőségük csökkentése nélkül,
— a hengereltáruk felületi minőségének javítása és méreteik tűrésének csökkentése,
— a kovácsolt termékek belső hibáinak megszüntetése és a ráhagyások csökkentése,
— a gömbgrafitos vasöntvények és a különleges tulajdonságú ötvözött vas- és acélöntvények választékának bővítése.

Biztosak vagyunk abban, hogy a magyar vaskohászok évszázados hagyományú társadalmi összefogása elősegíti az előttünk álló újabb feladatok megoldását is. Olyan együttműködés ez, amelyben a termelő üzemeket segítik

— az irányító központi szervek,
— a kiszolgáló intézetek és vállalatok,
— a tudományos és a szakmai társadalmi egyesületek.

Az együttműködésnek egyik fontos területe lehet az a kutatási program, amely vaskohászatunk műszaki-technológiai fejlődését szolgálja. A program szorosan illeszkedik a népgazdasági célkitűzésekhez. Kiemelkednek belőle az energiamegtakarítást és a minőségjavítást elősegítő kutatási, illetve licenc- és know-how adaptálási feladatok.

A vaskohászati technológiák lényeges fajlagos energiafogyasztásának csökkentését indokolja az is, hogy a népgazdaság összes energiafogyasztásának 15,2%-át a vaskohászat használja fel.

Az alágazat 1980-ban várható fogyasztása a fontosabb energiahordozókból és a villamos energiából az alábbi:

földgázból	900 MNm^3
olajból	200 et
kokszból	2 Mt
villamos energiából	2 GWh

Fajlagosítva, s a hőenergiát is beszámolva, az 1 t hengereltárura eső energiafelhasználás nagyságrendileg 7,5 Gcal, ami 25—30%-kal több, mint a fejlett kohóiparral rendelkező országok energiafelhasználása. Az energiatakarékosság jegyében ennek a kutatásfejlesztési programnak a fő irányai

— a hazai és az import szén optimális arányú felhasználása a kokszolási technológia korszerűsítésével,
— a kokszfelhasználást csökkentő technológiák bevezetése a nyersvasgyártásban,
— az acélgyártás energiamérlegének javítása,
— a képlékenyalakító üzemek izzítókemencéinek korszerűsítése,
— a hőkezelőkemencék korszerűsítése.

A nemrég befejezett beruházások és a folyamatban lévő fejlesztések sok tekintetben megteremtik a műszaki feltételeket ahhoz, hogy a termékek használati tulajdonságait javítsák, de ez még nem elégséges! Egyrészt el kell sajátítani az új berendezések műszaki adottságainak célszerű kihasználását, másrészt korszerűsíteni kell a régi acélgyártó üzemek metallurgiai finomító technológiáját is.

A társadalmi műszaki egyesületek együttműködő és segítő készségének bizonyítéka az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztálya keretében működő Nyersvasgyártó és Acélgyártó Szakcsoport most megnyitott konferenciája is, amely a magyar vaskohászat fejlődését közelről érintő nagyon fontos témákat tűzött napirendre. Biztos vagyok abban, hogy éppúgy, mint a korábbi nyersvasgyártó és acélgyártó konferenciákon, a mostani konferencián is mindannyiunk hasznára gyarapodik a nyersvasgyártó és acélgyártó szakembereink ismeretanyaga és születnek majd olyan javaslatok, amelyek megkönnyítik a vaskohóipart irányító központi szervek munkáját.

Várszegi Zoltánnak a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetőjének bevezető előadása a Nyersvasgyártási Szekció munkájához

Tisztelt Konferencia, Kedves Elvtársak!

A Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület legnagyobb múltú konferenciája. A vas- és acél metallurgiával foglalkozó szakembereknek ez a fóruma mindig is igyekezett azoknak a szakmai kérdéseknek megvitatására lehetőséget nyújtani, amelyek az iparág előtt álló feladatok megvalósítását elősegítik.

Eme tradíciók alapján, de a jövő feladatainak helyes megítélése miatt is olyan témakört választottunk konferenciánknak és ezen belül a nyersvasgyártási szakcsoportnak, amely az acélgyártás megkezdett korszerűsítése kapcsán szorosan összefügg az ércelőkészítés és nyersvasgyártás feladataival és elősegíthetik azokat a konkrét elhatározásokat, amelyek előre vihetik a technikai színvonal emelését, a gyártás gazdaságosságának javítását. Az a célunk, hogy az előttünk álló feladatok megoldásának lehetséges módjait megvitassuk, tudományos igényességgel, elméleti fejtegetésekkel vizsgáljuk és mutassuk be az ércelőkészítés és a nyersvasgyártás technikai és technológiai előrehaladásának módszereit, s ezek helyességét és szükségességét a gyakorlatban már elért eredményekkel bizonyítsuk, külföldi tapasztalatokkal gazdagítsuk.

Az elhatározott konverterüzemek telepítése fokozott igényeket támaszt a nyersvasgyártással szemben. A konverterek üzeméhez, illetve a jelenlegi termelésnél lényegesen több, minőségben állandóbb összetételű, csapolásonként is egyenletes hőmérsékletű folyékony nyersvasra van szükség. Ezek a követelmények ércelőkészítés és nyersvasgyártás jelenlegi technikai színvonalán és feltételei között nem biztosíthatók.

Jelenlegi alapviszonyaink között nem elegendő a rendelkezésre álló kohókapacitás, nincs elegendő zsugorítási kapacitás, s a meglevő zsugorítóművek sem rendelkeznek azokkal az eszközökkel, amelyek a gyártott zsugorítvány kifogástalan minőségét biztosíthatnák.

Kétségtelen, hogy az utóbbi években történtek olyan intézkedések, amelyek mind az ércelőkészítés, mind a nyersvasgyártás terén előrehaladást jelentettek. Ezek között a mészkőőrlés kapacitás bővítése, a zsugorítvány bázikusságának növelése, a gyártott zsugorítvány minőségi jellemzőinek javítása, a nagyolvasztóknál a Dunai Vasmű II. sz. kohójának nagy toroknyomású üzemre való átállítása és a hozzá csatlakozó léghevítőpark kibővítése, az OKÜ-ben az acélgyártási kapacitáshoz illeszkedően a kohók térfogatbővítése, a léghevítők korszerűsítésének beindítása, a Lenin Kohászati Művekben a térfogatbővítéssel tervezett III. sz. kohó átépítéséhez negyedik léghevítő építése, elpárologtató hűtőrendszer alkalmazása stb. jelzik az előrehaladást. Tárgyilagosan azt is meg lehet állapítani, hogy az elhatározott intézkedések lassan valósulnak meg és nem elegendőek a célok eléréséhez.

A nyersvasgyártási szekció munkájában feladatunknak tekintjük megvizsgálni, hogy meglevő berendezéseinknél hogyan lehet a legkedvezőbb üzemviteli feltételeket megteremteni. Alapvető szempontnak tekinthetjük, hogy csak megfelelően előkészített, megfelelő szemnagyságú, fizikai és kémiai tulajdonságú alapanyagokat dolgozzunk fel nagyolvasztóinkban, mert ezek állandósított tulajdonságai alapvető feltételét jelentik a metallurgiai folyamatok egyenletes időbeni lefolyásának, a nagyolvasztók hőállapota stabilitásának, a nyersvasösszetétel és nyersvashőmérséklet állandóságának. Ugyanakkor kedvezően hat a nagyolvasztóban keletkező gázok egyenletes eloszlására, azok fizikai és kémiai energiájának jobb kihasználására, az indirekt reakció mértékére, a folyamat hőenergia-igényének csökkenésére és a termelés növekedésére.

Csupán példaképpen szeretnék utalni arra, hogy a Borsodi Ércelőkészítőmű 1969—71-ben történt üzembehelyezésével a nagyolvasztók előkészített érccel való ellátása alapvetően megjavult, a zsugorítványrészesedés a kohóbetétben elérte a 95—96%-ot: több mint 150 kg/t fajlagos kokszfogyasztás csökkenés jelentkezett országos szinten, OKÜ és LKM esetében ennél jóval több, közel kétszerese.

Az ércelőkészítés technikai és technológiai követelményei azóta már sokat változtak. Ma a jó zsugorítványnak

állandó kémiai összetétellel (Fe, FeO, CaO, SiO_2),
homogénebb szemcseösszetétellel,
jobb szilárdsági tulajdonságokkal,
nagy porozitással és redukálhatósággal kell rendelkeznie.

Konkrét adatokban kifejezve az a jó zsugorítvány, amelynél

az összetételingadozás	Fe ± 0,25%
	FeO ± 1,00%
	P ± 0,05%
granulometria	8—35 mm = 90—95%
	0—5 mm max 6%

Szakcsoportunk meg fogja vitatni, melyek azok a legcélravezetőbb módszerek és eszközök, amelyek megvalósítása révén el lehet érni, vagy meg lehet közelíteni az előbb említett, nemzetközileg is elismert követelményeket, és milyen hatása van mindezeknek a termelésre és a kokszfogyasztás alakulására.

Kedvezőbb, korszerűbb üzemviteli feltételeket kell teremtenünk a nagyolvasztóműveknél is annak érdekében, hogy a jól előkészített elegy a legkisebb kokszfogyasztással, megfelelő hatékonysággal kellő intezitással kerüljön feldolgozásra és a térfogatadta kapacitás maximális kihasználásával meg lehessen termelni az acélgyártáshoz szükséges nyersvasmennyiséget, amely kielégíti a kívánt minőségi követelményeket is.

Olyan módszerek megvitatása szerepel a nyersvasgyártó szekció programjában, amelyek új termelő egység építése nélkül, a metallurgiai folyamatok intenzifikálása révén jelentenek többlettermelést, egyben kokszcsökkenést. Az intenzifikálások ma a nyersvasgyártás technikájában általánosan elfogadott és alkalmazott módszerek, amelyek gazdaságossági vonatkozásai elsősorban egy új kohó építésével szemben jelentkeznek, de mert a korszerű technika eszközei, új berendezések építésének is elengedhetetlen tartozékai. A nagy toroknyomás alkalmazása például az 1950-es évek végén még csak a meglevő berendezések kapacitásnövelését szolgálta, de a 60-as évek közepétől új kohót már nem is építettek nagy toroknyomás nélkül.

A fúvólevegő oxigéndúsítása viszont könnyebben kapcsolható meglevő berendezésekhez, ezért ennek elterjedése a berendezések kapacitásnövelését és a szénhidrogének befúvott mennyiségének növelhetőségén keresztül a kokszfogyasztás csökkentésének volt hatásos eszköze. Az oxigéngyár ma már ugyanolyan természetszerű szerves tartozéka kezd lenni a nagyolvasztóműnek, mint a fúvógépház, vagy a léghevítőpark. A fúvólevegő hőmérsékletének növelése, tehát a léghevítők rekonstrukciója továbbra is feladatunk. Az e területen megkezdett munkát fel kell gyorsítani, meg kellene fontolni egy olyan program kidolgozását és elfogadását, amely célul tűzi ki a VI. ötéves tervidőszak alatt az összes léghevítők rekonstruálását, 1100—1200°C szélhőmérséklet elérését.

Azzal a céllal, hogy a nemzetközi élvonalat bemutassam, követendő példaként engedjenek meg néhány idevonatkozó adatot a Szovjetunió nyersvasgyártásáról.

A Szovjetunióban a nyersvasgyártás intenzifikálását a nagyolvasztók elegyének jobb előkészítésére, a nagy toroknyomás alkalmazására, az oxigénnel és szénhidrogénekkel kombinált fúvólevegő alkalmazására, s a fúvószél magasabb hőmérsékletre való hevítésére alapozták.

Természetesen ezeken kívül egyéb tényezők is szerepet játszottak, mint amilyen a több csapolónyilás alkalmazása, automatizálás, műszerezettség, stb.

A szovjet nagyolvasztók 85%-a működik növelt toroknyomással, ezen belül 58 % 1 att feletti nyomással. (Tapasztalat szerint 0,1 att növekedés 1% termelésnöveléssel jár). Az összes nagyolvasztó 81%-ához használnak földgázt, 64%-ánál alkalmaznak a fúvólevegőben oxigént és földgázt vagy pakura befúvást. Az oxigénnel dúsított fúvószélben az O_2 koncentráció átlagban 26%, vannak nagyolvasztók, ahol ez az érték 30—35%. Az ezekhez tartozó földgázbefúvás 120—160 m^3/t. (Tapasztalat, hogy 1% O_2 koncentráció emelkedés 1,8—2,0%-kal növeli a termelést és minden 1 m^3/t többletföldgáz 0,8—1,0 kg/t kokszmegtakarítást is eredményez.) A fúvószélhőmérséklet a szervezett léghevítőrekonstrukciók eredményeképpen (évente 20 léghevítő átépítés) országos átlagban 1075°C. A technikai felszereltség ilyen viszonyai között 54,3% ércbetét Fe-tartalom mellett 460 kg/t salakmennyiség keletkezik, és a fajlagos kokszfogyasztás 515 kg/t. Megjegyzendő, hogy a szocialista országok között Csehszlovákiában legkisebb a kokszfogyasztás, 505 kg/t és 1032°C a szélhőmérséklet.

Szólnom kell még a kohókoksz szerepéről, amely mint a nyersvasgyártás tüzelőanyaga ma még pótolhatatlan a kohósítás metallurgiai folyamatában

— hőt fejleszt a nyersvas és a salak megolvasztásához,
— redukciót végez és redukáló gázt fejleszt,
— karbonizálja a nyersvasat,
— elősegíti az anyagoszlop gázátbocsájtó képességét és biztosítja a megömlött salak és nyersvas bejutását a kohómedencébe.

Mennyiségénél és szerepénél fogva jelentős mértékben befolyásolja a nyersvasgyártás költségeit.

A nyersvasgyártási szekció feladatának tekinti megvitatni a koksz szerepével és felhasználásával összefüggő kérdéseket is abból a szempontból, hogy a gyártás és felhasználás rendszerében minősége és minősítése a hatékonyság növekedését segítse elő.

Az elmondottakból kitűnik, hogy feladatunk sokrétű, komplex. Alapvető célunk elősegíteni azoknak a fontos feladatoknak a megvalósítását, amelyek az elkövetkező években nemcsak a nyersvasgyártás, hanem az egész magyar vaskohászat fejlődését, műszaki-technikai színvonalának emelkedését, gazdaságosságának számottevő javulását eredményezik.

Dr. Sziklavári Jánosnak az Acélgyártó Szakcsoport vezetőjének bevezető előadása az Acélgyártási Szekció munkájához

Tisztelt Konferencia!

A világgazdaság fejlődése a szerkezeti anyagok felhasználásával mérhető és a szerkezeti anyagok felhasználásának a növekedésével prognosztizálható. S mivel a szerkezeti anyagok közül még sokáig az acél játssza a főszerepet, ezért a világgazdaság fejlődése és a világ acélfogyasztása egymással szoros összefüggésben van. Eme kapcsolatból kifolyólag: a vaskohászat reagál legélénkebben azokra a hatásokra, amelyeket a világgazdaság változások általában a műszaki fejlesztésre kifejtenek.

A jelenkor világgazdasági változásai úgy változtatták meg a műszaki fejlesztés szerepét, hogy míg korábban a tudományos-technikai forradalom eredményeinek a termelésbe állításával a műszaki fejlesztés csaknem kizárólag a gazdasági növekedést szolgálta, addig ma már inkább a növekedés és fékezés racionális egyensúlyának a kialakulását és a gazdasági stabilitást segíti.

A műszaki fejlesztés feladatának változása tükröződik a vaskohászat fejlődésében (amit az 1960-as években világszerte a gazdasági növekedés motivált): a 70-es évek közepétől mind fontosabb és fontosabb szerepet kap a megváltozott gazdasági körülményekhez való alkalmazkodás. Alkalmazkodás a gazdasági és természeti környezethez, az energia- és nyersanyagadottságokhoz, a világméreteket öltött nemzetközi munkamegosztáshoz, a tőkeeloszlásban bekövetkezett változásokhoz és az éles piaci versenyhez. Az alkalmazkodás volt az ösztönzője a különféle intenzitásnövelő, anyag- és energiatakarékos, minőségjavító és termékszerkezet-bővítő technológiai innovációknak.

A technológiai innovációkon van a hangsúly, mert akár a gazdasági növekedés, akár a struktúraváltozás vagy bármi más is a műszaki fejlesztést motiváló tényező, a fejlesztés lényegét mindenkor technológiák megvalósítása jelenti. A kiválasztott és megvalósított technológiák színvonala meghatározza a műszaki fejlesztés színvonalát. Optimális műszaki fejlődés csakis az adott körülmények között optimális technológiákkal érhető el. Nyilvánvaló, hogy — a napjainkban elvárt — sokféle körülményhez, optimálisan alkalmazkodó műszaki fejlesztés csak akkor valósulhat meg, ha a fejlesztők válogathatnak jól alkalmazkodó technológiákból. A technológiáktól ezért ma sokat várunk Többet, mint korábban bármikor. Mindenek előtt nagy alkalmazkodó képességet nyersanyagokhoz, termékválasztékhoz, ergonómiai követelményekhez, mikro- és makrokörnyezethez, stb.

*

A társadalom számára a vaskohóipar azzal fejt ki hasznos tevékenységet, hogy szerkezeti és szerszám anyagot hoz létre. E tevékenység során a vertikum technológiai rendszerén belül a fémkinyerő nyersvasgyártás a fémes alapanyagot adja az acélgyártás számára; az acélgyártás a még nem szerkezeti anyag nyersvasból (és újraolvasztott hulladékból) szerkezeti alapanyagot állít elő, amely már rendelkezik a készárú használati értékét meghatározó tulajdonságok döntő többségével; ebből a szerkezeti alapanyag acélból formálja ki a képlékenyalakítás, a kívánt használati tulajdonságok teljességével bíró szerkezeti anyagot.

Az acélgyártás technológiájának tehát meghatározó szerepe van a vaskohászat társadalmi feladatának a teljesítésében, ezért kellő rugalmasságot kívánunk tőle: elfogadni a megelőző technológiai fázis minőségi adottságait és egyidejűleg kielégíteni a követő képlékenyalakító fázisok technológiai és minőségi követelményeit. A kényszer ma a képlékenyalakítás követelményeinek a kielégítése irányába erősebb. A képlékenyalakítás van ugyanis „piacközelben", ő tolmácsolja a társadalom (a vevő) kívánságát, ő ismeri a piaci verseny-

képesség feltételeit. Az acélgyártás technológiai újításainak túlnyomó hányada ezért a képlékenyalakítás felé fordul és a terméktulajdonságok javítását szolgálja. (Korábban az intenzív gazdasági növekedés évtizedében a nagyobb jelentőségű technológiai újítások a nyersvas acéllá konvertálásának a teljesítményét, az ívkemencék villamosteljesítményét és a folyamatos öntés teljesítményét növelték.)

A világgazdasági változások hatásai az acéltermelést szerkezetváltoztatásra kényszerítették. Ezt a szerkezetváltoztatást egyrészt a technológiaváltás, másrészt a termékszerkezetváltoztatás jellemzi.

A technológiaváltás az oxigénes konverterek és UHP-ívkemencék révén elsősorban az acéltermelés teljesítménynövelését és gazdaságosságának javítását szolgálta, ezért főleg a kohóipar belső vertikumi rentábilitását fokozta. Emelett műszaki alapot nyújtott ahhoz, hogy a világ acéltermelése gyorsan — a klasszikus eljárásokkal csaknem elérhetetlen méretekkel — növekedhetett.

Az acélgyártás szerkezetváltozásának a társadalom fejlődése szempontjából ma fontosabb oldala a termékszerkezet korszerűsítése, amely a választékbővítés és főleg a minőségjavítás révén elégíti ki a megváltozott gazdasági körülményeknek, a világgazdaság lassúbb fejlődésű szakaszának a követelményeit.

**

Csak a terméktulajdonságok javulása jelent biztosítékot az egyetemes technika továbbfejlődéséhez. Az energiahordozók és a nyersanyagok átértékelése arra int: nem sokáig engedhető meg, hogy a vasfémeket nagy tömegekben a mai alacsony átlagos szilárdsági értékkel használják fel. Növelni kell átlagos szilárdságukat, megtartva azonban biztonságos mértékű szívósságukat. Mint jól ismert, a szilárdság és a biztonságos szívósság összhangja a hagyományos technológiával gyártott gyakorlati acélokban aránylag kis szilárdsági határig áll fenn. Az ötvözetlen és ötvözött szerkezeti acélok szokásos szilárdságának kis mértékű növelése szívósságuk nagy mértékű csökkenését vonja maga után. (Ridegednek; emiatt nem növelhető a szilárdságuk.)

A nagyobb szilárdság mellett is aránylag nagy szívóssággal az olyan acél rendelkezik, amely tömör és valamennyi tulajdonsága tekintetében izotróp vagy közel izotróp. Ilyen szerkezeti anyagot csak a nagyon tiszta (kevés zárványt tartalmazó), tömör tuskóból és bugából lehet hengerel ni vagy kovácsolni. Tiszta és tömör tuskóra van tehát szükség!

Az acéltermékek minőségét és használati értékét meghatározó tényező elsősorban a tisztítás (oxigén-, kén- és zárványtatalom csökkentés) és a kristályosítás műveleteinek az eredményessége. E műveletek hatékonyságának a növelése az 1970-es évek elején világszerte az első helyre került az acélgyártás technológiai célkitűzései között, és ez eredményezte a kemencén kívüli fínomító technológiák, a folyamatos öntés és a különleges kristályosító eljárások gyors fejlődését és terjedését. E technológiák lényegét és hasznosságát megkísérlem az alábbiakba tömöríteni.

Az acélolvadék tisztulása és kristályosodása egyidejű és egymásutáni fizikai és kémiai folyamatok eredménye. A folyamatok hatékonysága számos tényezőtől függ (pl. hőmérséklettől, áramlási körülményektől, a fém-salak-gáztér rendszer alkotóinak tulajdonságaitól és érintkezési felületeik nagyságától, stb.) Annak érdekében, hogy az acélolvadék tisztulását befolyásoló tényezők hasznosan fejtsék ki hatásukat, kidolgoztak egy sor módszert, amelyeket gyűjtőnéven „kemencén kívűli finomító eljárásoknak" nevezünk.

Ilyenek — többek között — a vákuumozás, inertgázos öblítés, oxigénezés, szilárd szemcsék injektálása, a szintetikus salakos kezelés, az indukciós keverés. Ezek a műveletek az acélolvadékon végrehajthatók az üstben, a közbenső üstben (tundishban) egyik-másik a kokillában vagy kristályosítoban, sőt — pl. az indukciós keverés — a kristályosodó szálban vagy tuskóban is. Ilyenformán beszélhetünk üstmetallurgiáról, tundishmetallurgiáról, kokillametallurgiáról (kristályosítómetallurgirától) és újabban kristályosodás közbeni metallurgiáról is.

A tisztító műveletekkel csökkenthető a nem fémes zárványok mennyisége, a még visszamaradó zárványok eloszlása fínomítható és tulajdonságaik is módosíthatók: szétbonthatók a kellemetlen, alacsony lágyuláspontú, képlékeny — hengerléskor megnyúló — zárványok és létrehozhatók belőlük magas lágyuláspontú, nem képlékeny zárványok vagy az acélolvadékban könnyen felúszó zárványok.

A tisztább folyékony acélból tisztább tuskók kristályosodnak ki, de — a magára hagyott rendszerben — a kristályosodás fizikai folyamatainak következményeképpen a tuskók porózusak és dúsulásosak lesznek. Ilyenek a hagyományos öntésű tuskók, amelyekből csak sokszoros keresztmetszetcsökkentéssel hengerelhetők tömör anyagok. De a kristályosodás menetébe is be lehet avatkozni! Többnyire fizikai módszerekkel. Pl. a kristályosodó acéltömeg vibrálásával, ultrahangos kezelésével, indukciós kezelésével, stb. Legeredményesebben a kristályosodás sebességének a növelésével, ami egyszerűen gyors hűtéssel érhető el.

A gyors kristályosítás a technológiai alapja a folyamatos öntésnek is, amely folyamatossá teszi és gépesíti az öntést és kristályosítást. A folyamatok jól szabályozhatók és automatizálhatók. A kristályosítandó acél fizikai és kémia tulajdonságai (pl. vegyi összetétele, hőmérséklete, kristályosodási hajlama) alapján beállíthatók a kristályosító paraméterek (pl. az öntés sebessége, a primer és szekunder hűtés intenzitása), szabályozható velük a kristályosodás folyamata és ennek eredményeképpen a szál kristályszerkezete. Az öntött szál szerkezete annál kedvezőbb, minél kisebb mélységű, minél laposabb medrű tócsából kristályosodott. Ideálisan lapos tócsa azonban csak olyan lassú öntéssel lenne fenntartható, amit a gyakorlat nem engedhet meg. Az üzemi öntési sebesség több-

szöröse az ideálisnak, ennek következtében a tócsa mély, a kristályosodott szál a tengelye mentén porózus. Az intenzív hűtés azonban megakadályozza a dúsulást okozó áramlást és vele a dúsulást. A zárványok aránylag aprók és eloszlásuk fínom. A központi porozitás környéke tehát tiszta, ezért elegendő mértékű képlékenyalakítás hatására összezáródik.

A nagyobb keresztmetszetű, főleg kovácsolásra vagy sajtolásra szánt tuskók kristályosítására a folyamatos öntés-kristályosítás nem alkalmas, mert a központi porozitás elviselhetetlenül nagy lenne. Nagyméretű, nagytömegű tömör tuskók csak lapos medrű tócsából kristályosíthatók. Laposmedrű tócsából kristályosítanak a vákuumíves, az elektrósalakos, az elektronsugaras, a plazmasugaras és plazmaíves leolvasztó-kristályosító és átolvasztó-kristályosító eljárások, de jó eredményeket produkálnak még más ismert módszerek is. A termék dúsulástól mentes, tömör, kristályszerkezete fínom és gyakorlatilag már szerkezeti anyag, amely képlékenyalakítás nélkül is kitünő használati tulajdonságokkal rendelkezik.

A szerkezetváltozási kényszer nemcsak a világtermelés statisztikai összességére érvényes, hanem mindazoknak az országoknak az acéltermelésére, amely országok a maguk acéltermékeivel résztvesznek a nemzetközi gazdasági együttműködésben. Hazánk acélipara sem kivétel! Nem marad mentes a világgazdasági változások okozta hatásoktól, ezért műszaki fejlesztési programunkban a szerkezetváltozásnak kell prioritást kapnia.

Az 1976. évi Konferencián a technológiaváltásról tanácskoztunk. Az oxigénes konverteres eljárások technológiai sajátságairól, gyors terjedésük indokairól, a nagy villamosteljesítményű ívkemencékről, gazdasági előnyeikről; és arról is, hogy a technológiaváltás terén a magyar acélgyártás mennyire lemaradt: acéltermelésének 90%-át martinkemencék adják. Azóta sok minden változott! A folyamatban lévő vaskohóipari fejlesztések és köztük elsősorban az épülő oxigénes konverteres acélművek üzembe helyezése után — egy-két év múlva — hazánkban is kezdetét veszi a technológiaváltás. De az a termékválaszték és az a termékminőség, amit az oxigénes konverteres és az UHP-ívkemencés eljárások gazdaságosan képesek produkálni, nem elégíti ki a korszerű követelményeket. A termékszerkezet javítása és mindenekelőtt a minőség javítása — vagyis mindaz, amit ma a magyar vaskohóipartól népgazdaságunk elsősorban elvár — kiegészítő technológiák bevezetését igényli! Ezek a kiegészítő technológiák teszik ki a mostani Konferencia acélgyártási témáinak a zömét.

A magyar acélgyártás ez idő szerint csak a folyamatos öntés arányával sorolható az élenjáró országok közé. A kemencén kívüli acélkezelés csupán az inertgázos keverésre és kis hatékonyságú vákuumozásra terjed. Nagyobb méretű tuskók szabályozható kristályosításához semmiféle berendezése nincsen.

Az acélművi beruházások acélgyártásunkat hozzájuttatják Dunaújvárosban injektáló berendezéshez, Diósgyőrben komplex üstmetalluriai rendszerhez és újabb folyamatosöntő gépekhez. Reménykedünk abban, hogy hamarosan az ózdi és csepeli acélmű is bevezeti a hatékony injektáló technológiát, és Diósgyőr építhet a nagykovács tuskók kristályosítására alkalmas berendezést. Az injektáló technológia hasznáról nemsokára itthon — a Dunai Vasműben — is meggyőződhetnek a fejlesztésért felelős szakemberek; ezt a technológiát most dícsérnem felesleges. Nem így a nagytuskókat szabályozva kristályosító technológiát! Ezt e helyütt is hangsúlyozva kell dícsérni. Nem azért, mert rajtunk kívül valamennyi ipari ország rendelkezik már ilyennel (a legtöbb elektrosalakos eljárással), hanem azért, mert ugrásszerűen megjavulna a kovácsolt termékek minősége. Egy kristályosító berendezés műszakilag kompenzálhatja a kovácsműi rekonstrukció esetleges elmaradását, mert minőségi hatása nagyobb.

A nyersvas- és acélgyártás fejlesztésének kérdései a Dunai Vasműben

DR. RÉPÁSI GELLÉRT vezérigazgató-helyettes
Dunai Vasmű

DK: 669.16+669.18. Dunai Vasmű

A lemezhengerművek termelési kapacitása és új konverteres acélmű létesítése közti összefüggés. A termelésnövelés anyag- és energiabázisa. Az acéltermelés nyersvasfedezete. Az új technikai eredmények hasznosítása a nyersvas- és acéltermelésben. Injektáló eljárás alkalmazása az SM. és az oxigén konverteres acélgyártásban.

Bevezetés

A Dunai Vasmű szélesszalag hengerművének kapacitása —a folyamatban lévő rekonstrukciót is figyelembe véve — 1,5—1,6mt, a hengerlési feladattól függően. Durvalemez hengerművünk kb. 250 ezer tonna lapos bugát képes kihengerelni. Mindkét esetben 240 mm vastagságú, a szélesszalagsor esetében 8—10 tonnás bugákat vettünk számításba. Ebben a lépcsőben tehát hengersoraink kapacitása 1,75—1,85 mt lapos buga hengerlését teszi lehetővé. Ezek a számok még 200—250 ezer t/év tuskó hengerlését is magukban foglalják.

A szélesszalagsor rekonstrukciójának tovább folytatásával, a bugavastagság csökkentésével, ill. súlyának növelésével a termelőkapacitás mindkét hengerműben jelentősen növelhető. Az így létrejövő hengerlési teljesítmények (DV+LH) meghaladhatják a 2,5 m tonnát is. Ebben az esetben a tuskóhengerléssel már nem számolunk.

A belátható jövőt az első szakasz képviseli. Az 1,75—1,85 mt betétből hengerelhető termékek értékesítése, ill. továbbfeldolgozása újabb jelentős beruházások nélkül is biztosítottnak látszik, sőt ez ma már sokkal kedvezőbb variációkban valósítható meg, mint azt az 1978. évben jóváhagyott beruházási javaslatunkban előterjesztettük.

A hengerlési kapacitás és a ma még csak 1,2 tmt-kitevő saját acéltermelés közötti űrt ma is egyre növekvő mennyiségű bérmunkával töltjük ki. Különösebb magyarázat nem kell annak megértéséhez, miért nem előnyös adott hengersori kapacitás 25—30%-ának bérmunkával való leterhelése.

Az 5—600 ezer tonnát kitevő hengerlési betéthiány megszüntetése céljából egy évi 1,1—1,2 mt termelési kapacitású, 2/1-es üzemeltetésű, egyenként 130 t adagsúlyú konverteres acélmű épül fel. Ugyanakkor a jelenlegi 1,2 mt kapacitású SM üzem termelése 0,6—0,7 mt-ra esik vissza. Az acélművek kapacitása több acél termelését is lehetővé tenné. Ennek feltétele a nyersvastermelésnek az eddig tervezettnél nagyobb mértékű növelése.

Érthetőek azok a kérdőjelek, amelyek az állami gazdaságirányítás felelősei e beruházás hatékonyságával kapcsolatban a beruházási javaslatra tettek. Ezen kérdőjelek összességét röviden a következő kérdésekben fejezhetjük ki: kellően biztosított-e a félmillió tonnás acéltermelés növekedés anyag- és energia bázisa és a tekintélyes beruházási kiadásokat képesek-e a várható termelési és értékesítési eredmények ellensúlyozni a DV eddigi eredményeinek romlása nélkül. Előadásom azt kívánja igazolni, hogy a nyersvas- és acélgyártás területén az utóbbi években elért tudományos-műszaki haladás eredményeinek hasznosítása — a világpiac értékítéletével mérve is — versenyképes, és a népgazdaság külkereskedelmi egyensúlyát nem csekély mértékben javító hengereltáru termelést tesz lehetővé. Ugyanakkor a belföldi felhasználókat néhány új acélminőséggel is ki tudjuk szolgálni, illetőleg lapos termékben meglévő importunk is jócskán csökkenthető.

A termelésnövekedés anyag- és energiabázisa

A konverter acélmű létesítésére vonatkozó állami előterjesztések és jóváhagyások meghatározzák nemcsak a termelési eszközök, hanem a termeléshez szükséges anyag- és energiamennyiségek forrásait is. Időközben azonban az anyagok és energiahordozók árainak további rohamos növekedése következett be. Gazdasági szabályozó rendszerünk a világpiac mozgását követve 1980-tól jelentős változásokat hajt végre a termelői árrendszerben. Számításaink szerint a DV-ben a termelési költségek 85%-a anyag- és energiaköltség lesz. Nyomós indokok ezek annak vizsgálatára, vannak-e reális, a gazdaságos termelést biztosító alapjai a megváltozott körülmények között az acéltermelés növelésének. Mi a kérdést viszont úgy tesszük fel: milyen mértékű anyag- és energiamegtakarítással biztosítandó a termelés világpiaci mércével mért versenyképessége.

Az energiatakarékosság terén a DV eddigi fejlődését az *1. ábra* mutatja. Az ábra kimutatja, hogy a termelés több, mint megkétszereződése ellenére primér energiafelhasználásunk 1965 óta lényegében nem változott. A konverter és kokszolómű üzembehelyezése után növekedni fog a vásárolt kokszolható szén mennyisége, de ugyanakkor növekszik az értékesíthető energia mennyisége is, és radikálisan csökkennek a fajlagos energiafogyasztás mutatói. Ezek reálissá teszik annak az alapvető célkitűzésnek az elérését, hogy *a hengereltáru termelés növelése a netto energia felhasználás továbbra is változatlan értékben való tartásával történjék meg.*

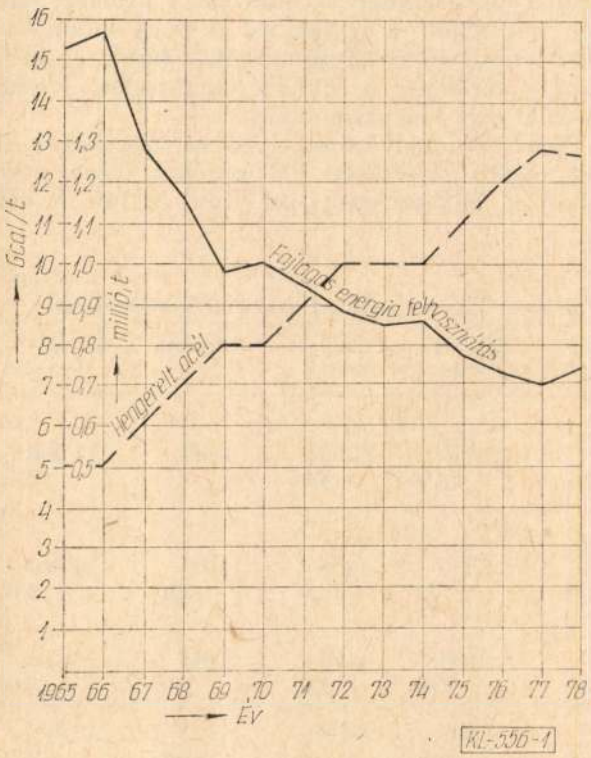
E cél megvalósítását nagymértékben segíti elő, hogy az acéltermelés növelése a DV-ben a termelőeszközök anyag és energiafelhsználása oldaláról nézve, nagy rugalmassággal hajtható végre. SM üzemünk fajlagos nyersvasfelhasználása ma 700 kg/t, a hulladéké 420 kg/t. Ez az érték évek óta közel állandó, és — most nem részletezendő okok miatt — lényegesen nem is változtatható. Konvertereink üzembehelyezése után egyrészt az 1120 kg/t fajlagos felhasználási érték csökken 1100 kg/t alá, másrészt a teljes acéltermelés rugalmassága a

betétanyagok felhasználása szempontjából nagymértékben változik. Ezt a rugalmasságot mutatja az *1. táblázat*, a metallurgiailag lehetséges szélső határok között. A táblázat igazolja, hogy a teljes acéltermelésre számított fajlagos hulladékfelhasználás a jelenleginél kedvezőbb értéket érhet el, mivel SM kemencéink hulladékolvasztó egységekké alakulnak át. Ugyanakkor megteremthetők azok a feltételek is, melyek lehetővé teszik, hogy konverter üzemünket kb. 350 kg/t hulladék felhasználással tartsuk üzemben. A táblázat adatai alapján kiszámítható, hogy a fajlagos hulladék felhasználás a 490 kg/t értéket is elérheti, ha ezt országunk hulladékmérlege lehetővé teszi. Ez a rugalmasság nemcsak a világpiac konkurenciális változásaihoz való gyors alkalmazkodás lehetőségeit teremti meg, hanem a termelőeszközök javítása alkalmával keletkező veszteségek áthidalását is lehetővé teszi.

A kb. 600 ezer tonnára visszaeső SM acél termeléshez csak 3 db. SM kemence folyamatos üzemére van szükség akkor is, ha teljesen szilárd betétanyagok felhasználásával számolunk és az adagsúlyt 150—160 tonnára csökkentjük. 1 db. SM kemence állandó tartalék. Ha viszont ugyanilyen üzemvitel mellett a nyersvasat folyékonyan adagolnánk 350 kg/t mennyiségben, akkor a termelés 800 et-ra emelkedne.

SM kemencékből és konverterekből álló acélgyártási rendszerünket *energetikai oldalról* vizsgálva, meglepő eredményre jutunk. Ezt mutatja a *2. táblázat*.

A táblázat összegezése kimutatja, hogy az 1,2 mt-ról 1,7 mt-ra növekvő acéltermelés évi 171 TJ



1. ábra. Hengereltacélra vonatkoztatott energiafelhasználás alakulása

1. táblázat

A SM és konverter üzem metallurgiailag lehetséges hulladék és nyersvas felhasználásának szélső esetei

	SM	Konv.	Hulladék felhasználás max.	Hulladék felhasználás min
Hulladék kg/t	750	350		
Termelés et/év	600	1100	835/1035*	515/1355*
	600	1400	940/1260*	590/1610*

* Nyersvas-felhasználás.

2. táblázat

Acélgyártás energiaszükségletének alakulása

1978. évi 1176 et martinacél termelésnél:

	Kátrányolaj	földgáz	összesen	évi felh. Tcal	(TJ)
	Gcal/t				
Kemencére	0,28	0,38	0,66	780	(3260)
Egyéb	—	—	0,03	35	(146)
Összesen	0,28	0,38	0,69	815	(3406)
Oxigén (47 Nm³/t) tüzelőanyag szükséglete				119*	(497)
Martin-acélgyártás teljes energiaszükséglete				934	(3904)

600 et/év martinacél gyártásnál szilárd betét esetén:

	Gcal/t			évi felh. Tcal	(TJ)
Kemencére	0,30	0,80	1,10	660	(2759)
Egyéb	—	—	0,02	14	(58)
Összesen	0,30	0,80	1,12	674	(2817)
Különbség a két gyártási eljárás között				260	(1087)

Konverteres acélgyártásnál (1,1 mt/év)

	Gcal/t	Tcal	(TJ)
Hulladék előmelegítés (10 Nm³/t földgáz (350—370 kg/t, 500 °C-os előm.)	0,08	83	(388)
Oxigén (53 Nm³/t) tüzelőa. szükséglete	0,11	126*	(526)
Egyéb	0,02	—	
Összesen	0,21	219	(914)
A konverter füstgáz hasznosításával elért tüzelőanyag megtakarítás		330	(1379)

Összegezés

	Tcal	(TJ)
1978. évi martinacél gyártásnál	934	(3904)
600 et martinacél+1100 et konverteracélnál	893	(3721)
Megtakarítás az acélgyártásnál	41	(171)
Megtakarítás konv. füstgázhasznosításnál	330	(1379)
Összes megtakarítás	371	(1550)

* 0,9 kWó/Nm:, 2400 kcal/kWó.

abszolut megtakarítást jelent. Ha a konverter kazánok hőhasznosításával elért megtakarítást is figyelembe vesszük, úgy az éves megtakarítás: 1550 TJ. Mint a táblázatból látható, az oxigéngyá tás energiaszükségletét is figyelembe vesszük. Ugyszintén 350—370 kg/t hulladéknak a konverterben történő 500°C-os előmelegítésének hőszükségletét is. Nagyban növelné az energiamegtakarítás mértékét, ha a hulladék előmelegítést hulladékhővel tudnánk elvégezni.

Ha pedig meg tudjuk valósítani azt a célkitűzésünket is, hogy a nyersvastermelés kb. 200 et/év növekedése az éves kokszfelhasználást csak kis mértékben növelje, úgy nyugodt lelkiismerettel állítjuk: *a DV-ben 500 ezer tonnával több acél termelhető az éves netto energiaszükséglet mai szintjének fenntartása mellett.*

Hasonló a helyzet az acéltermelés másik súlyos költségtétele a *tűzállóanyagok* esetében is. SM üzemünk karbantartási költségeinek alakulását mutatjuk be a *3. táblázat*ban. A táblázat adatai egyértelműen mutatják, hogy 1971-től 1978-ig csaknem megkétszereződő felújítási költség döntő többségét a SM kemencék falazati és szerkezeti felújításának költségei okozzák. A gépészeti és villamos karbantartás költségei a termelés növekedésével és a tartalékalkatrészek drágulásával arányosak. Alapvető célkitűzésünk, hogy a félmillió tonnával növekvő acéltermelést ne terheljék nagyobb fenntartási költségek, mint SM üzemünk fenntartásának 1980.-ra várható költségterhei. E cél elérésének alapfeltétele a tűzállóanyagokkal való szigorú takarékosság. Az elérhető eredményeket tükrözi a *4. táblázat*. Ebből egyértelműen leolvasható, hogy a félmillió tonnával növekvő acéltermelés ellenére tűzállóanyagszükségletünk minden fajtában csökkenni fog. E célkitűzés megvalósítása azonban feltételezi hogy:

— a felhasznált, elsősorban bázikus tűzállóanyagok minősége a kor színvonalán áll, legyen az saját termelés, vagy import eredetű,
— a felújításra rendelkezésre álló idő a felújítások minőségét jelentékenyen megjavítja
— felhasználjuk mindazon ismereteket, melyeket a metallurgiai folyamatok, elsősorban a salak által okozott korrózióelleni védekezésre időközben a tudományos kutatások napvilágra hoztak,
— a tuskótermelést nem növeljük az 1979 éves szint fölé,

Biztosítékot nyújtanak ilyen irányú célkütűzéseink megvalósítására: a SM üzemben az adagsúly 15—20 t-val, a salakmennyiség 60—70%-ka való csökkentése, az oxigénfelhasználás kizárása és 1 db. SM kemence állandó tartalékként való használata. A konverter üzemben a tervezett tűzállóanyag felhasználás realitását korszerű szín vonalon dolgozó 9 üzem adatainak összevetésével *(5. táblázat)* igyekszünk igazolni. Rámutat ez a táblázat a tűzállóanyagok minőségében és a felszórásos technológia általánossá válásában való változásokra éppúgy, mint az átépítések gépesítésének jelenlegi színvonalára. A 3. és 4. táblázat adatai igazolják azon reményünk jogosságát, hogy a konverteres acélmű üzembelépése ellenére az acéltermelés fenntartási költségei a jelenlegi szinten maradnak, és egyben azt is, hogy sem a karbantartás, sem az anyagmozgatás, tárolás és készletezés területén a munkaerőszükséglet növekedésével nem kell számolnunk.

Nem ilyen kedvező a helyzet *az ötvözőanyag felhasználás* tekintetében. SM üzemünk összes ötvözőanyag felhasználása 1978-ban 20,150 t volt

3. táblázat

A SM. üzem fenntartási költségei (mFt)

Év	SM-kemencék felújítása	Gép és vill. fennt. költségei	Összesen
1971	118,0	119,0	237,0
1972	121,0	11,0	238,0
1973	139,0	132,0	271,0
1974	203,0	134,0	337,0
1975	250,0	149,0	399,0
1976	284,0	138,0	422,0
1977	299,0	144,0	443,0
1978	328,0	145,0	473,0

4. táblázat

A tűzállóanyagok szükségleteinek változása az acéltermelés 1,700 ezer tonnára való emelkedése esetén

	Nyers dolom.	Égetett dolom.	Magn. szemcse	Felszóró anyag.k.	Bázikus tégla	Samott kem.t.	Samott üst.t.	Döngölt homok
SM acél								
Össz. 1978. t.	52 000	20 000	11 000	2800	14 900	6300	6800	14 000
kg/t	44,0	17,0	10,0	2,5	12,66	5,35	5,7	12,0
SM acél 600 ezer t/év								
Össz. t.	12 000	6 000	6 000	900	4 800	1800	1800	4 800
kg/t	200	10,0	10,0	1,5	8,0	3,0	3,0	8,0
Konv. acél 1,100 et/év								
Össz. t.	—	—	—	1700	2 700	1100	2200	5 500
k /t	—	—	—	1,5	2,5	1,0	2,0	5,0
Össz. felh. t.	12 000	6 000	6 000	2600	7 500	2900	4000	10 300
Fajl.felh. kg/t	7,0	3,5	3,5	1,5	4,4	1,7	2,35	6,5
Becsült megtakarít. t/év	40 000	14 000	5 000	200	7 400	3400	2800	3 700

5. táblázat

Tűzállóanyag felhasználás konverter béléshez

	1	2	3	4	5	6	7	8	9 sz. üzem
Béléstartósság (adag)	1709	1034	1073	1474	503	1806	1233	1153	581
Munkabélés felhaszn. kg/t	0,91	1,50	1,5	0,6	3,91	1,11	1,54	1,5	3,1
Döngölőanyag felh. kg/t	0,03	0,04	0,05	—	—	—	—	—	0,5
Biztonsági bélés fh. kg/t	0,13	0,05	0,15	0,02	0,39	0,15	0,11	0,2	0,55
Javító anyag felh. kg/t	1,23	1,41	1,8	1,71	1,27	1,15	1,15	1,1	1,3
Átfalazási idő ó	146,8	137	104	128,9	102	187,8	237,7	286	216
Átlagos adagsúly t	256,8	187,2	175,6	147,4	93,9	245,3	151,3	271	110,5

(17,1 kg/t). A nagy fajlagos felhasználási mutató jelzi egyrészt, hogy sok a gyengén ötvözött termékek részaránya a termelésben (nagytisztaságú durvalemezek és csövek), másrészt rámutat arra a feladatra, hogy új eszközöket keresünk az ötvözőanyagok leégési veszteségeinek csökkentésére.

A felhasznált ötvözőanyagfajták szerinti főbb megoszlás az alábbi: FeMn: 9,5 kg/t, FeSi: 2,5 kg/t, Al: 1,1 kg/t, FeSiMn: 2,5 kg/t, a többi V,Nb-t és ritka földfémeket tartalmazó ötvözőanyag. A felhasználás egy része ma is tőkés import, a termelés növekedéséhez szükséges FeMn, CaSi, FeSiMn, V, Nb FeCr és Ni csak tőkés importból biztosítható. Ennek költségkihatásait azonban uj metallurgiai módszerekkel, melyek a salak okozta oxidációs veszteségek radikális csökkentését célozzák, részben ellensúlyozni lehet.

Az utóbbi hónapokban bizonyos lehetőségek körvonalai bontakoztak ki a FeMn-ban mutatkozó növekménynek oxidos Mn-érceink redukciója útján történő fedezésére. Az üstmetallurgiai eljárások növelni fogják a Ca-Si és más komplex ötvözőanyagok felhasználását, ugyanakkor szükségessé teszi ezek törését és meghatározott szemcsefrakciók előállítását. Ez utóbbit biztosítja, hogy konverteres acélművünkkel egyidőben megoldjuk az ötvözőanyagok törését, osztályozását, raktározását és ezek szállíószalagrendszeren történő mozgatását.

Az értékesebb termékek exportja irányába való fejlődés megkövetelné az ötvözött lemeztermékek exportját is. Ha azonban az ezekhez szükséges ötvözőanyagokat csak tőkés importból tudjuk beszerezni, az export gazdaságossága kétségessé válhat. Ezért tovább kell keresnünk a hazai nyersanyagforrásokra, vagy a szocialista integrációra alapuló ötvözőanyag termelés lehetőségeit.

Az acéltermelés nyersvasfedezete

A nyersvasgyártás szakértői jól tudják, milyen jelentős az a lemaradás, amelyet a nyersvasgyártásunk műszaki-gazdasági mutatói képviselnek a ma lehetségeshez képest. A lemaradás mértékét leginkább a fajlagos kokszfogyasztásban meglévő 200—250 kg/t-ás különbség mutatja a DV-ben is.

Az utóbbi években ez a kérdés — az épülő konverter üzemek nyersvasszükségeletének biztosításával kapcsolatban — több fórumon, tanulmányokban és előterjesztésekben, nagy nyomatékkal jelenik meg.

Helytálló azonban az a megállapítás is, hogy az ércelőkészítés és nyersvasgyártás technikai-technológiai fejlesztésére már kidolgozott eljárásokat, módszereket — természeti adottságainkra szabva — akkor is adaptálnunk kell ha pl. a nyersvastermelést nem kívánnánk növelni. Mélyrehatóbb gazdasági elemző munka sem szükséges ahhoz, hogy az ezzel járó előnyök: a népgazdasági szinten is jelentős mértékű energia megtakarítás, a munkatermelékenység rohamos növekedése, a munka- és környezetvédelmi kiadásokban jelentkező csökkenés stb. népgazdasági hasznossága belátható legyen.

Illusztrálásként: ismerjük a cserepoveci 1000 m³-es kohó adatait és tudjuk, hogy ennek az egy kohónak az évi termelése valamivel nagyobb, mint a DV. 2 db. 960 m³-es kohójáé.

A DV — földrajzi fekvésénél fogva — kedvező helyzetet foglal el a világpiacon is versenyképes nyersvastermelés tekintetében. A mecseki szénmedence közelségének, jelentős szénvagyonának és a vasércek víziúton történő szállíthatóságának köszönhető, hogy a DV azonos energiaköltségek esetén a környezetében lévő legtöbb kohóműnél kisebb költségekkel lenne képes nyersvasat termelni. A versenyképesség elérésére eddig is tettünk bizonyos lépéseket, de lemaradásunk így is jelentős maradt. Az ércdarabosítómű szállítására megkötött magyar-szovjet kormányközi egyezmény, valamint a konverter építés kapcsán folyamatban lévő technológiai fejlesztések már nagy lépést jelentenek előre. Ezt mutatjuk be a műszaki-gazdasági mutatók tükrében a *6. táblázatban*, utalva a jövő lehetőségeire is. A haladás a 200 etval növekvő nyersvastermelés mellett abban je-

6. táblázat

A DV nagyolvasztók fontosabb műszaki mutatóinak alakulása

Megnevezés	1978 év	Új zsugorítóművel	Javított elegyviszonyok mell.
1. Kohótérfogat m³	1910	1910	1910
2. Ny.vastermelés et/év	825	1030	1400—1500
3. Elegykihozatal (szállópor nélk.)%	47,0	49,0	60,0
4. Fajl. kokszfogy. (nedves) kg/t	668	570	450—560
5. Fúvószél hőmérs. °C	985	1150	1300
6. Fúvószél oxig. tart. %	21	23—24	30—32
7. Szénhidrogén befúvás			
— Olaj, kg/t	42,3	75—80	—
— Földgáz, Nm³/t	—	—	200

7. táblázat

Kokszszükséglet alakulása a Dunai Vasműben

Megnevezés	1978 évi tény	Új zsugorítóművel	Javított eleggyel
1. Kohókoksz ny. vasgyártáshoz et/év	552	590	675
2. Aprókoksz zsugorításhoz et/év*	64+22=86	96	96
3. Szénpor zsugorításhoz et/év	30+11=41	41	41

* A vásárolt zsugorítmány figyelembevételével.

lentkezik, hogy az ehhez szükséges többlet kokszmennyiség alig 30 et/év. A technikai-technológiai haladás lényegében a darabosítvány portartalmának radikális csökkentésében, a kokszolómű fejlesztésével egyidőben megvalósítható jobb kokszminőségben, a fúvószél hőmérsékletének 100—150°C-os növelésében, a toroknyomás és a fúvószél oxigéntartalmában mérsékelt növelésében fejeződik ki. Még ekkor is 780 kg/t salakot kell megolvasztanunk. Ez az állapot biztosítja a 6. ötéves tervre tervezett acéltermelési célkitűzések teljesítését.

A nyersvastermelés kokszszükségletét *(7. tábl.)* mai koksztermelésünk is fedezné. A felépülő 1 mt kapacitású kokszolómű kb. évi 300 et-val segíti a belföldi kokszigények kielégítését, főleg testvérüzemeink kokszellátását. A kokszolóművel egyidőben megépülő száraz kokszoltási technológia alkalmazása pedig 40 t/ó gőz termelésével tovább csökkenti az abszolut energiaszükségletet.

Az új darabosítómű felépítése és konverteres termelés felfutási ideje közötti időben a betétviszonyokat a hulladékarány növelésével kívánjuk biztosítani.

Nyersvasgyártó szakembereink kidolgozták a nyersvasgyártás fejlesztési eredményeinek további adaptálásával elérhető eredményeket. Ezt mutatja a 6. táblázat 3. rovata. Ez képviseli a dús, vagy dúsított ércek beszerzésére folyó magyar-szovjet tárgyalások eredményes lezárásával elérhető gazdasági előnyöket. Ez döntően a fajlagos kokszfogyasztás 450—460 kg/t-ra való csökkenésében fejeződik ki, ugyanakkor a nyersvastermelés elérheti az 1,5 mt-t. Ennek 675—690 ezer tonnás évi kokszszükségletét a megépülő kokszolómű még mindig bőségesen fedezi. Az alig 100 et-val növekvő kokszfelhasználás mellett ebben az esetben 450 et-val emelhető az éves nyersvastermelés. Az évi 1 mt-ás kokszterme lés szénfedezete még mindig nem igényli új aknák nyitását, ha szocialista szénimportunk jelenlegi szintje tartható marad. A szénelőmelegítés technológiájának bevezetésével a hazai kokszolható szénbázis is bővíthető, a kokszterme lés pedig 1,3 mt-ra emelhető. Elegendő szén esetén valamelyik leállított kokszolóblokk esetleg újra üzembe állítható.

A 6. táblázat harmadik rovata azonban még mindig nem képviseli az eddigi fejlesztési eredmények teljes adaptálását. Nagy előrelépést képvisel az 58—60%-os elegykihozatal, az 1300 °C-os fúvószélhőmérséklet, a 200 Nm^3/t szénhidrogén felhasználás. Kihasználatlan marad azonban az olyan lényeges technológiai változások hatása, mint az ércek átlagosítása, az 5 mm alatti darabnagyságú ércnek a torok előtt való kirostálása, a toroknyomás 1,8—2,5 atm-ra való emelése, a számítógépes folyamatvezérlés, és még nem vettük figyelembe a napjainkban folyó kutató-kísérleti munkák eredményeit sem. Ezek egyike: a kokszednedvesség automatikus mérése és szabályozása a közeljövőben megvalósításra kerülhet. Számolnunk kell viszont azzal is, hogy a megnövekedett termelés az anyagmozgatási és adagolási rendszer egyidejű korszerűsítését is megkívánja.

A tudományos technikai haladás eredményeinek hasznosítása a DV nyersvas- és acéltermelésének fejlesztésében

A továbbiakban a tudományos technikai haladás eredményeinek hasznosításával kívánok foglalkozni, mert meggyőződésem szerint hiányzó anyag- és energiakincseinket ezen az úton pótolhatjuk a legkevesebb költségráfordításokkal, de a legnagyobb gazdasági eredményekkel.

Az ércelőkészítés területén pl. a felépítendő darabosítóműben a zsugorítmány minőségi jellemzői a *8. táblázatban* bemutatott módon változnak. A max. 5%-ot képviselő 5 mm alatti szemcsefrakció, éppúgy, mint a 250 mm-es ércdarabok eltünése mai helyzetünkhöz képest nagy előrelépés, amit a környezethőmérsékleten történő adagolás előnyei még fokoznak. E változásokat a kétréteges adagolásnak, a zsugorítmány hőkezelés jellegű hűtésének, a kétszeres rostálás és hűtés módszereinek alkalmazása okozza. További lehetőség az égetett mész nagyobb mennyiségű felhasználása — erre épülő mészégetőművünk ad majd lehetőséget — és a zsugorítmány kémiai összetételbeli szórásának az ércek átlagosítás útján történő csökkentése. Nagy előnyt jelentene, ha a magyar—szovjet tárgyalások nem a krivojrogi koncentrátum termelés, hanem dús agglóércek felhasználásának lehetőségét eredményeznék. Ilyen megállapodás nem csökkentené ércdarabosítóműveink termelési kapacitását, viszont kisebbek lennének

8. táblázat

A zsugorítvány minőségi mutatói a DV-ben

Megnevezés	1978. évi tény	Új zsugorítóművel tervezett	Javított eleggyel
1. Vegyi összetétel %			
Fe	47,0	49—50	59—60
SiO_2	11,7	18,8	6—7
2. Bázicitás $\frac{CaO+MgO}{SiO_2}$	1,30	1,25	1,2—1,3
3. Portartalom (5mm alatti szemnagys. részesedés) %			
átlag	18	max. 5	max. 5
ingadozás	10—30	—	—
4. Max. szemnagyság, mm.	250	50	50
5. Zsugorítmány hőmérsékl. °C	tüzes	max.100	max.100

9. táblázat

Kohókoksz minőségi mutatók

Időpont	Szemnagyság mm	Dobszilárdság %	Morzsalékonyság %	Hamu %	Nedv %	Kén %
Jelenleg, és 1983-ig	40—80	78—82	5,5—6,5	12,5—13,5	3—4	1,45—1,55
Az új blokk belépése után	30—70	78—80	5,0—6,0	12,5—13,5	3—4	1,45—1,55
Száraz kokszoltás bevezetése után	30—70	80—82	5,0—5,5	12,5—13,5	0	1,45—1,55

A száraz kokszoltás bevezetése lehetővé teszi kb. 10 % gyengén kokszolható szén bekeverését, a kokszminőség romlása nélkül.
A szénelőmelegítés későbbi bevezetése lehetővé teszi kb. 30 % gyengén kokszolható szén bekeverését.

a hazai beruházási költségek. Segítik ezen változások energetikai hatását a kokszminőségben *(9. táblázat)*, mindenekelőtt a szemcsefrakciók kedvezőirányú csökkentésében jelentkező előnyök. A 12,5—13,5% hamu és az 1,5% S-tartalmat pedig kokszolható szénvagyonunkból eredő kohászati többletkiadásnak tekintjük. Ez azonban nem akadályozhatja a kokszolható szénvagyonunk hasznosítását, mert a hamutartalom csökkentése érdekében végrehajtott szénmosás melléktermékе elektromos energia termelésre jól használható az 1,5% körüli kéntartalom káros hatása pedig már ismert metallurgiai módszerekkel ellensúlyozható. A kokszgázokból kinyert kén pedig kénsav igényünk fedezésére ad lehetőséget.

Ismeretes, hogy a kohójárat intenzifikálását célzó technológiai változtatások hatékonysága és a megolvasztandó salakmennyiség szorosan összefügg. Ezek többsége annál eredményesebb, minél kevesebb salakot kell megolvasztani. Nyersvasgyártási technológiánk fejlesztésére az 1978-81-es években mintegy 650 mFt költséget fordítunk. Ebből 300 mFt- a konverteres acélmű beruházásához kapcsolódik. Az új turbófúvó üzem beállításával megteremtjük az 1,5 at toroknyomás alkalmazásának feltételeit az I. sz. nagyolvasztónknál is. A léghevítő rekonstrukciója lehetővé teszi az égési levegő hőmérsékletének 1250°C-ra való emelését, bár a választott megoldás még nem a legkorszerűbbet —t.i. a külső tűzaknás léghevítők alkalmazását — képviseli. Kedvezőtlen elegyviszonyaink kényszerítettek erre a kompromisszumra. További nagy lépést jelent az égési levegőnek 30—32%-os oxigéntartalomra való dúsítása. Az elpárologtató hűtést az egyik kohónknál már — eddig jelentős energetikai eredménnyel — bevezettük. A közeljövőben új — a jelenlegihez képest sokszoros tartósságú — fúvóformák kerülnek felhasználásra, szovjet licenc alapján. A csapolások gyakoriságának növelése, a csapolónyilások és csatornák nagyobb tartóssága érdekében, új tüzelőanyagok felhasználását követelik meg. Tudomásunk van olyan csapolócsatorna döngölőmasszákról, melyek 100 ezer tonnánál is több nyersvas csapolását teszik lehetővé. Ugyanakkor gépesítik a csatornafalazat kitörésének fáradtságos munkáját is. Terveket dolgoztunk ki a kohósalak útépítési célokra történő felhasználására, valamint a salakhányónk Fe és tűzállóanyagkészleteinek kitermelésére.

A konverteres acélgyártás jólismert minőségi követelményeket támaszt a folyékony nyersvas kémiai összetétele és hőmérséklete tekintetében. Egyes számítások arra engednek következtetni, hogy a DV. feltételei között számítanunk kell a nyersvashőmérséklet emelésének szükségességével, a Mn-tartalom kismértékű növelésével kísérve. Energetikai megfontolások miatt erre majd csak a gyakorlat ad helyes választ. A kémiai összetétel egyenletességével szemben támasztott acélgyártási követelményt az 1300 tonna kapacitású keverőkemence felépítésével biztosítottnak látjuk. A fajlagos kokszfogyasztás tervezett csökkenése következtében — valamint a nyersvaskéntelenítésre kidolgozott eljárások drágasága és hővesztesége miatt — újabb nyersvaskéntelenítő eljárás bevezetését nem tervezzük. Indokolja ezt, hogy üstmetallurgiai úton van már eljárásunk az acél kéntelenítésére.

Az acélgyártás technológiai fejlesztése területén elért eredmények eddig is jelentősek. A SM acélgyártás fejlődésének legfontosabb állomásait: a fürdőfelület (adagsúly) növelése, a kemence szerkezetének és építési-javítási módszereinek korszerűsítése, kiváló minőségű tűzállóanyagok alkalmazása, a felszórásos kemencejavítás bevezetése, az oxigénes intenzifikálás, az üstök döngölésére való áttérés falazás helyett, a tolózárak alkalmazása, a hulladékelőkészítés és adagolás korszerűsítése, valamint metallurgiai módszereink állandó fejlesztése, képviselték. A 4 db, eredetileg 125 t. adagsúlyú SM kemence mai, közel 1,2 mt-ás termelése és a hozzátartozó minőségválaszték némileg kifejezik erőfeszítéseink mértékét. Acéltermelési kulturánk megteremtésén fáradozó, és az ezt segítő munkások, technikusok, mérnökök nagy részének szíve kissé összeszorul, amikor SM acélgyártásunk számára már kevésbé látványos utat kell kijelölnünk. Ez az út nem tonnákban, hanem a gazdasági hatékonyság és a minőség fejlődésében lehet majd figyelemre méltó. A hulladékok olvasztására átalakuló SM acélmű főleg nagy szilárdságú durvalemez és csőalapanyagok gyártására áll át. A lecsökkent mennyiségű salak oxigén aktivitásának és bázicitásának gyors megváltoztatására megnyilt lehetőségek, ma már reális és gazdaságos utakat nyitnak, eddig nem alkalmazott ötvözési eljárások bevezetésére is, főleg, ha ezeket az üstmetallurgiai módszerekkel kapcsoljuk össze.

Az elmult években a DV legjelentősebb, gazdaságilag legeredményesebb technológiai fejlesztése a folyamatos öntőmű felépítése volt. Államközi egyezmény biztosítja a harmadik folyamatos öntőmű felépítését is.

Ennek ellenére jelenlegi öntőművünk rekonstrukcióját is tervezzük. A 800 et/év teljesítményre épített 2 db. kétszálas, vertikális rendszerű öntőmű teljesítménye ma már meghaladja az évi 950-et-t, a folyamatosan öntött bugákból hengerelt lemezek minősége pedig felülmúlja a tuskóból hengereltekét. A tervezett rekonstrukció műszaki megoldását a Gipromez szakértői dolgozták ki. Ennek lényege: a vertikális öntőgépek acélszerkezetére szerelt forgatható állvány, mely lehetővé teszi az adagról-adagra öntött szálak részesedési arányának növelését. Új megoldást képvisel a közbenső üst geometriai alakjának kiképzése. A relatív nagyméretű üst metallurgiai előnyöket is jelent, lehetőség van a salak visszatartására is. Az üstök falazására és bélelésére, valamint a kiömlőnyilások és zárószerkezetek tartósságának növelésére kidolgozott újfajta tűzállóanyagok alkalmazása radikálisan csökkentik a veszteségidőket, növelik a termelést, csökkentik a tűzállóanyag eredetű minőségi hibákat. A SM és LD üzem közötti termelési program célszerű elosztása pedig lehetőséget nyújt azonos minőségű adagok sorozat-öntésére is.

Ilyen feltételek mellett biztosítottnak látjuk, hogy az acéltermelési növekmény nem tuskók, hanem folyamatosan öntött bugák formájában jelenik meg.

Öntőműveink rekonstrukciója nem teszi feleslegessé a harmadik, ívelt rendszerű, folyamatos öntőmű felépítését. Ellenkezőleg, ennek felépítése nemcsak a tuskóöntés teljes abbahagyását, és a már régen amortizálódott mélykemencék lebontását teszi lehetővé, hanem a buga vastagságának 180—200 mm-re való csökkenése révén reverzáló előnyujtó sorunk és durvalemez hengerművünk teljesítménye is emelkedik.

A folyamatos öntés automatikus szabályzórendszerének egyes elemeit időközben már kidolgozták. Ilyenek pl. az automatikus szintszabályozás a kristályosítóban, a hűtésszabályozás, az automatikus száldarabolás, valamint a kristályosodási folyamatnak elektromágneses keveréssel való szabályozása. A teljes automatizáció több eleme azonban még hiányzik. Egyik legnehezebb feladatnak tűnik a hűtésszabályozás olymértékű automatizációja, mely egy adott keresztmetszetben mindig azonos felületi hőmérsékletet biztosít. Az izotópos tócsamélység-mérés eredményének és az öntési sebességnek automatikus összehangolása növelhetné az öntési sebességet. A folyamatos öntés teljes automatizációja belátható közelségbe került.

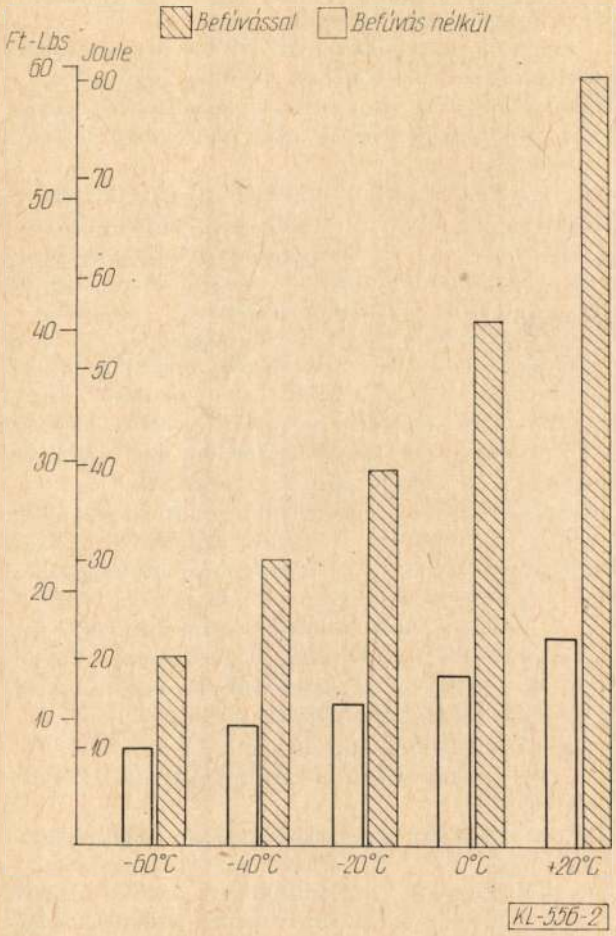
Az eddigi fejlődéshez a DV. metallurgusai és tűzállóipari szakértői nem kis mértékben járultak hozzá. A fínomlemez gyártásra szolgáló öntött bugák esetében olyan dezoxidációs módszert dolgoztak ki, mely lehetővé teszi mind a gázhólyagok képződéséből, mind pedig az Al_2O_3 zárványcsomókból származó felületi hibák elkerülését. Ezek a bugák a felület előzetes hántolása nélkül, még melegen kerülhetnek a tolókemencébe. Hasonló eredménnyel zárult a nagy szilárdságú csőalapanyagok dezoxidációjának optimalizálására folyó kutatás. Az elért eredményeket mutatják az alábbi műszaki értékek: az API előírásait — az öntött bugákból tisztítás nélkül gyártott csövek — 95%-os találati biztonsággal elégítik ki, a fajlagos anyagfelhasználás pedig 1180 kg folyamatosan öntött buga, 1 tonna csőre számítva. E munkák közben tisztáztuk a gömbszerű oxidzárványok képződésének, valamint a szulfid II. típusú zárványok elkerülésének metallurgiai, technológiai feltételeit is. Tisztáztuk a folyékony és kristályos fázis határán végbemenő reakciók hatását a kristályosodás közben keletkező zárványok morfológiájára és elhelyezkedésére.

Tűzálló szakembereink nagy lépéseket tettek a hazai ásványi kincseink hasznosítására és újfajta tűzállóanyagok használatára. Nyersvas és acélgyártásunk fejlesztésének egyik legnagyobb lehetősége a tűzállóanyagok minőségének javításában, valamint azok alkalmazásának technikájában elért eredmények minél gyorsabb hasznosítása. Nemcsak a 100 ezer t nyersvas csapolást kibíró tűzállómasszákról vannak irodalmi ismereteink, hanem a többezer adagot kibíró konverterbélésekről, a 40—50 adagot kibíró üstökről is.

Ha ezeket a feladatokat hazai erőforrásaink eddiginél nagyobb mértékű bevonásával oldjuk meg, további gazdasági eredményeiről adhatunk számot. Továbbra sem nélkülözhetjük azonban a határainkon túl elért eredmények rendszeres figyelemmel kísérését és felhasználását sem.

Lemezeink minőségének javítására folyamatban, vagy tervezés alatt lévő intézkedések közül kiemelkednek *az acélok üstmetallurgiai úton történő dezoxidációjának, kéntelenítésének és ötvözésének lehetőségei.* A KGM és az OMFB segítségével megvásárolt szabadalom és know-how még ebben az évben nagyüzemi alkalmazásra kerül. Az eljárás durvalemez- és csőalapanyagok ugrásszerű minőségjavítását eredményezi azáltal, hogy az acélok S-tartalmát $5 \cdot 10^{-3}\%$, oxigéntartalmát pedig $2 \cdot 10^{-3}\%$-nál is kisebb értékre képes csökkenteni. A II. típusú zárványok eltüntetése, és Ca-tartalmuk következtében gömbalakú zárványtípusok létrehozása, a térbeli izotrópiával bíró durvalemezek és csövek előállítását teszik lehetővé. Az ütőmunka értékek pedig +20°C-tól −60°C-ig terjedő tartományban a *2. ábra* szerint változnak.

Hasonló eredményt várunk a fínomlemezek minőségének javulásában is, bár az eljárást eddig ilyen célra még nem próbálták ki. Úgy véljük, az okt., nov. hónapban lefolytatandó kísérletek igazolni fogják azt a reményünket, hogy a kisebb mint $10 \cdot 10^{-3}\%$ S-tartalmu adagok folyamatos öntése az öntött szál repedéseinek elkerülésére és a $10 \cdot 10^{-3}\%$ alá csökkenő oxigéntartalommal együtt a felületi minőség, valamint az alakíthatósági tulajdonságok (Erichsen, $\bar{r}$ és $\bar{n}$) javulását eredményezi. Az acél Ca-tartalmának növelése az Al-tartalmu acélok folyamatos öntését könnyí-



2. ábra. Keresztirányú ütőmunka

ti meg, mert csökken az Al_2O_3 okozta kagylószűkűlés veszélye, az öntés gyorsabb és egyenletesebb lehet.

Az eljárás bevezetése kapcsán — annak előkészítő fejezetként — módszert dolgoztunk ki a SM salaknak a kemencében való visszatarátsára és az üstben lévő folyékony acél felületén maradó kismennyiségű salak szintetikus salakokkal történő kezelésére. E módszerrel radikálisan csökkenthető a SM salak oxigénaktivitása, változtatható bázicitása. Egy ilyen kísérlet eredményét mutatja a *10. táblázat*. A kb. 6% FeO-ra csökkent oxidtartalom, a csak kis mennyiségű és alacsony hőmérsékletű salak nemcsak a kéntelenítéshez ad kedvező feltételeket, hanem jelentékenyen növeli az üstbélés tartósságát, továbbá csökkenti a nagy oxigénaffinitású ötvözőanyagok fajlagos fogyasztását. *Az eljárással csapolás közben 30—40%-os kéntelenítő hatás érhető el.* Ezért a módszert mind SM, mind konverterüzemünkben széles körben kívánjuk alkalmazni.

10. táblázat

SM salakok kezelése üstmetallurgiai módszerrel

Időpont	SiO_2 %	CaO %	FeO %
Csapoláskor	11,12	33,04	23,16
Szintetikus salak adagolása után	22,98	36,68	1,67
Argon öblítés előtt	22,81	33,81	8,36
Argon öblítés után	28,53	31,64	6,30

Az eddig elmondottak alapján is nyugodt lelkiismerettel felelhetnek a bevezetőben feltett kérdésre. A válasz az, hogy a nyersvas és acéltermelés növelése a DV-ben a világpiac értékítéletével mérve is hasznos vállalkozás: hozzájárul mind a nemzeti jövedelem növeléséhez, mind a külkereskedelmi mérleg javításához. Ennek egyik legfőbb biztosítéka, hogy alkalmazni fogjuk a technikai-technológiai haladás legújabb eredményeit. ezeket saját kutató-fejlesztő tevékenységünkkel is gazdagítani kívánjuk, valamint segítségül hívjuk a kutatással, fejlesztéssel foglalkozó hazai intézmények és kutató intézetek szellemi erejét is.

A nyersvas- és az acélgyártás fejlesztési kérdései az Ózdi Kohászati Üzemekben

DR. FÜRJES EMIL okl. kohómérnök, főosztályvezető
Kohó- és Gépipari Minisztérium

DK: 669.16+669.18 Ózdi Kohászati Üzemek

A nyersvasgyártás jelenlegi helyzetének értékelése. Fejlesztési lehetőségek: a kohófalazat tartósságának növelése, az elegykihozatal javítása, a zsugorítmány portartalmának és a salak bázicitásának csökkentésével. A fúvószél hőmérsékletének növelése. Az acélgyártás fejlesztése, a hulladék- és ötvözőanyag ellátás javításával. Öntőcsarnoki üstmetallurgia bevezetése a minőségi acélgyártás érdekében.

Az OKÜ nagyolvasztóit az 1950-es években építették át, az Acélmű az 1960-as évek közepén érte el fő vonásaiban a jelenlegi arculatát.

A korszerűsített metallurgiai üzemek már az átépítés utáni 2—3 évben lényegesen többet termeltek a tervezettnél és kedvező feltételekkel is rendelkeztek a további szervezési és műszaki intézkedések megtételéhez és termelés bővítéséhez. Míg 1968-ban 514 et nyersvasat és 800 et acéltermeltünk, addig 1979-re 960 et nyersvas és 1,4 mt acél szerepel tervelőirányzatunkban. A 10 év átlagában tehát az évenkénti fejlődés meghaladja a 8%-ot, ami a kohászatban figyelmet érdemel.

Nyersvasgyártás

Az Ózdi Kohászati Üzemek nyersvas gyártását jelenleg a következő fontosabb műszaki mutatók jellemzik: *(1. táblázat)*

1. táblázat

Az Ózdi Kohászati Üzemek nagyolvasztóinak néhány jellemző műszaki adatai

Megnevezés	Érték
Kohó élettartam kb. év	6
Elegykihozatali %	42
Szélhőmérséklet, °C	900
Kokszfelhasználás, kg/t	690
Földgázfelhasználás, Nm^3/t	70
Járatintenzitás t.elegy/m^3.ü.nap	2,9
Fúvósík terhelés, kg koksz/m^2.üzemóra	720
Éves nyersvastermelés, e tonna	900
Hasznos kohótérfogat, m^3	2300
BÉM Fe %,	46
BÉM bázikussága	0,99
BÉM portartalom 0,5 mm, %	16
Kohósalak bázicitás	1,23

A mutatókat megvizsgálva több lényegi megállapítást lehet tenni. Nézzük sorba a legfontosabbakat, amelyekből a jövőre nézve meghatározó következtetések vonhatók le.

— A kohó élettartama 6 év! Ez az érték megfelel a hazai átlagnak, de tudnunk kell azt is, hogy a nálunk fejlettebb országokban a 10—12 éves kohó élettartamot is elérték. Miután egy kohóátépítés ideje 100—120 nap, az üzemidő kihasználás növelése terén a ciklusidő meghosszabbítása egyik jelentős tényező.

Az üzemidő kihasználás növelésének jelentőségét nem kívánom részletezni, de hangsúlyt kívánok adni, hogy ezzel a kérdéssel a magyar kohászatnak is érdemben többet kell foglalkoznia, hiszen számos technológiai, gazdaságossági és műszaki tényező indokolja ezt.

Az élettartam növelését többek között a megfelelő páncélzat, a hatásos és üzembiztos aknahűtőrendszerek és a jobb minőségű tűzállóanyag, ill. üzemviteli mód befolyásolja, amelyeket csak céltudatos fejlesztési tevékenységgel lehet biztosítani.

Az Ózdi Kohászati Üzemek tapasztalatai alapján a karbonmassza felhasználása a fenék döngöléséhez jó eredményeket hozott, s a következő kohó átépítésnél a második kampányra is lehetőséget látunk a kohófenék meghagyására. Ezzel szemben kedvezőtlen a helyzet az aknapáncélzat és a hűtési rendszert illetően.

1973-ban a IV. kohó átépítése során alkalmaztuk először a függőleges aknahűtőlapos rendszert — a tervezők kedvező véleménye alapján — és vezettük be sorban a többi kohónál is. Utólag azonban bebizonyosodott, hogy ezek a hűtőlapok nem megfelelő szerkezetűek, kiégésük hamar bekövetkezik és kijavításuk gyakorlatilag nem lehetséges. A vízbetörések miatt a falazat idő előtt tönkrement, a tapadékleválások sokasodtak, a fúvószerelvény kiégések száma csaknem kétszeresére megnövekedett.

— Az elegykihozatali érték 42% ! Ez a szám hazai vonatkozásban is a legrosszabb. Felvetődik a kérdés mivel magyarázható ez? A feleletet a következőkben lehet megfogalmazni:

—a betét túlnyomó részét képező BÉM tömörítmény Fe-tartalma 2—3%-kal alacsonyabb, mint a DV-ben gyártott zsugorítmányé; ez a koncentrátum elosztással függ össze.

— a betétben kevesebb az úgynevezett vasforgács, mint az LKM-ben.

— a kohósalak bázicitás OKÜ-ben indokolatlanul magas, 1,23, ami azt jelenti, hogy a zsugorítmány 15%-os, vagy azt meghaladó SiO_2 tartalma mellett közel 900 kg salak keletkezik 1 tonna nyersvasra.

Szakirodalomból és külföldi tapasztalatokból tudjuk, hogy nem egy országban dolgoznak jelenleg már 55%-os, vagy ennél jobb kihozatalú elegygyel. A szakemberek előtt az is ismeretes, hogy az elegykihozatal javítása világszerte tendencia. Ennek érdekében a hazai kohászat területén is történik erőfeszítés a nemzetközi megállapodások módosításával és a fejlesztési intézkedések segítségével. Ezek azonban a legjobb esetben is csak a VI. ötéves terv végére érhetnek be, addig az elegyösszetétel lényegesen nem változik.

Lehetőségünk és feladatunk tehát az, hogy a meglévő elegyviszonyok mellett érjünk el javulást. Megítélésem szerint a következő intézkedésekkel az elegykihozatal értéke 3—4%-al növelhető:

— a zsugorítmány minősége minél kevésbé ingadozzon Fe-ben, SiO_2-ben, bázicitásban, portartalomban, hogy ezen keresztül a nagyolvasztók egyenletes járatának feltétele javuljon.

Ennek érdekében szükséges

— a jobb átlagosítás az érceknél, szilárd tüzelőanyagnál,

— a zsugorítmány osztályozásának megvalósítása,

— a kohóelegyben a salakképző anyag ésszerű csökkentése 1,1—1,15 bázicitás tartása céljából.

A részintézkedések között talán az utóbbit tudja a vállalat a legnagyobb mértékben befolyásolni, a többi intézkedés két-három vállalat összehangolt tevékenységét igényli. Meggyőződésem, hogy a közeljövőben élünk a lehetőségekkel, hisz a népgazdasági és vállalati érdek is mindjobban parancsolóan mutat ez irányba. Ha pl. a bázicitás 1,15-re csökkenne, kb. 2—3%-kal nőne az elegykihozatal, ennek eredményeként 40—50 et nyersvastöbblet, illetve 25—30 et kokszmegtakarítás érhető el évente. A nyersvas kéntartalmát azonban a kohón kívüli kéntelenítéssel kell csökkenteni.

— A szélhőmérséklet 900°C' E mutató hazai vonatkozásban sem számít a jók közé, nem beszélve a nemzetközi élmezőnyről, ahol már 1300°C szélhőmérséklettel is dolgoznak. Közismert a szélhőmérséklet növelés hatása, úgyszintén a feltételei is. A magasabb szélhőmérséklet eléréséhez többek között megfelelő léghevítőparkra, magas hőmérsékleten is üzembiztos szelvényrendszerre, (léghevítőktől a fúvóformákig) és jó gázáteresztőképességgel rendelkező kohói betétanyagra van szükség.

Az OKÜ-ben jelenleg mindhárom feltétel hiányzik.

A léghevítőpark kapacitása nem elegendő, átépítésük jelenlegi üteme az elért eredmények tartásához is kevés, nem beszélve a további fejlődésről. Szerelvényrendszerünk még 1000°C-os levegő befúvására sem felel meg. A BÉM portartal-

ma is magas, ami a váltakozó dobszilárdságú koksszal párosulva szinte önmagában is kizárja az említett szélhőmérséklet alkalmazását.

A szükséges teendők intézkedési tervben vannak megfogalmazva, így többek között:

— A meglévő léghevítők gyorsütemű rekonstrukciója, az alap átépítésével, páncélcserével; a 13. sz. léghevítő átépítése.
— Kerámikus égők, korszerű tolózárak beépítése, a gáz- és levegővezetékek átalakítása.
— Egy új kémény építése, 2 meglévő kémény és a füstcsatornák átépítése.
— Két új léghevítő (a 14. és 15. sz) építése.
— A forrószélvezetékek átfalazása különleges hőszigeteléssel.

A forrószélszolgáltatás berendezéseinek fejlesztése csak akkor lehet kellő hatékonyságú, ha a léghevítők fűtésére szolgáló kohógáz portartalma legalább 15 mg/Nm^3-re csökken. Ezt biztosítani fogja a tervezett új 5. és 6. elektrószűrő üzembeállítása, valamint a meglévők hatásfokának javítása.

A kokszfelhasználás 690 kg/t nyersvas, ami a DV és LKM kohóinak fajlagos kokszfogyasztásánál is rosszabb érték. A nemzetközi szinvonal 500 kg/t körül van, de az élvonalbeli kohóművek 400 kg/t alatti kokszfelhasználást is elérik.

E rövid összehasonlításból is következik, hogy teendőink mind műszaki, mind gazdaságossági szempontból egyre sürgetőbbek.

A már említett három tényező; a kohó élettartam, elegykihozatal, szélhőmérséklet összefüggésben van a kokszfelhasználással. A korábbiakat megerősítve és azt kiegészítve, lehetőségeinkről a következőkben teszek említést.

Első és legfontosabb a kohók egyenletes járatának biztosítása, amelyre legfontosabb hatással van

— a betét,
— a karbantartási munka színvonala,
— a forgalmazási, anyagmozgatási és üzemvezetési tevékenység.

A betét vonatkozásában elmondottak között nem tértem ki egy fontos területre, az elegytér állapotára.

Az elegytér adagolási rendszere elavult, korszerűtlen és a mérlegek hibái miatt nem dolgozik megbízhatóan sem a koksz-, sem az ércadagolás tekintetében. A koksz mérése jelenleg térfogatosan történik és elméleti súllyal van elszámolva.

A korszerűsítésre már az elmult években előtervet dolgoztattunk ki a SZIKKTI-vel.

A VI. ötéves tervben, 2 kohónál tervezzük a korszerűsítést külső támogatással.

A karbantartás teendői, feladatai közül a következőket emelem ki:

— A kohó hűtőrendszerének szisztematikus felülvizsgálata és a hibák gyors elhárítása
— a léghevítők, levegővezetékek és azok szerelvényeinek tervszerű javítása, a levegő, gáz- és hőveszteségek csökkentése céljából,
— a léghevítők tervszerű karbantartására kiemeltebb figyelmet kell fordítani, mint eddig. El kell kerülni, hogy több negyedéven keresztül egy-egy léghevítő üzemen kívül legyen átépítés miatt.

A kohóbetét ütemes szállítása általában megoldott, kivéve a rendkívüli forgalmazási viszonyokat (pl. árvíz, hófúvás, kokszhiány). Nem mondható ez el a belső anyagmozgatásról, elsősorban a salaküstkocsi igény kielégítéséről.

Ennek legfőbb oka a vasúti kocsi ellátás időnkénti súlyos elégtelensége és a hányó telítődése. A forgalmazás, ill. elhelyezése ezért a súlyponti feladatok közé tartozik. Az erre vonatkozó tervek kidolgozása már megtörtént, legfontosabb tétele a centeri új salaktürítő tér létesítése.

Összefoglaló jelleggel az OKÜ nagyolvasztóinak jelenlegi értékelésénél a következőket tartom olyan irányvonalnak, amelyek betaházolják, de egyben jelölhetik az elkövetkezendő időszak feladatait és teendőit:

1. Új kohókapacitás bővítésére nem lehet gondolni, ugyanakkor a jelenlegi kapacitás jobb kihasználására mind a mennyiségi termelés, mind a gazdaságosság szempontjából szükség van és lesz. Erre a lehetőség is fennáll: elegy minőségének javítása, O_2-dúsítás, toroknyomás növelés a legismertebb intenzifikálási lehetőségek.

2. A jövőben nem elsősorban a több, hanem az olcsóbb és jobb minőségű nyersvastermelés áll a feladatok középpontjában. Ehhez nélkülözhetetlen út a fajlagos kokszfelhasználás csökkentése, valamint az azt befolyásoló feltételek kedvezőbbé tétele. A fajlagos kokszfelhasználást befolyásoló tényezők indokolják a kohászati vállalatok szoros együttműködését az olyan technikai és gazdálkodási intézkedések megtételében, amelyek a kohóbetét minőségének javítását szolgálják. E feladatkörbe a fúvóformák, hűtőrendszerek, az anyagelőkészítés fejlesztése, a léghevítők üzemének javítása, a fúvólevegő oxigéntartalmának dúsítása és még sok egyéb intézkedés sorolható. A kohászati vállalatok ismerete szerint jó irányba indultak el és hiszem, hogy a közeljövő meghozza a várt eredményt.

3. A jobb műszaki mutatók eléréséhez a karbantartás, a szervezés színvonalának fejlesztése és az energiaracionalizálási hitelforrások nyújtotta lehetőségek kihasználása tekinthetők biztos forrásnak, más fejlesztési eszköz a népgazdaság teherbíró képessége figyelembevételével aligha lehetséges.

Acélgyártás

Az SM-acélművet, mint említettem, az 1960-as évek közepén befejezett rekonstrukció során teljesen átépítettük. Azóta a 80 tonnás kemencéket 110 tonnás betétsúlyúra növeltük és 1977 őszén egy 10 eNm^3/ó teljesítményű O_2 fejlesztő megépítésével a korábbi 10—11 Nm^3/t O_2 felhasználást 40 Nm^3/t értékre fokoztuk. Az oxigéngyár építésével bővítettük az adagelőkészítés kemencesori és az öntőcsarnoki kiszolgáló berendezéseket is. Egyik leg-

2. táblázat

Az Ózdi Kohászati Üzemek acélművének néhány jellemző műszaki adata

Megnevezés	Érték
Kemence fürdőfelülete, m^2	40
Termelt acél et/év	1360
Kemenceteljesítmény t/h	20
Átlagos kemence hőterhelés, GJ/h	70 (16,6 Gcal/h)
Fajlagos hőfelhasználás, GJ/t	3,65 (0,870 Gcal/t)
Fajlagos O_2 felhasználás, m^3/t	40
Átlagos kihozatal, t/adag	106
Fémbetét, kg/t	1154
Fémbetét a frissítő érc 100%-os tartalmával, kg/t	1165
Kampánytartósság (adagszám)	355
Hidegjavítás, %	8,8
Fémek és melegjavítás, %	2,2
Üzemidő kihasználás, %	89
Selejt, %	0,9
Nyersvasarány a fémbetétben, %	60
Összes frissítő anyag, kg/t	43

jelentősebb, korszerű berendezés a 6-szálas, ívelt kristályosítóval működő Concast-licenc alapján létesített folyamatos öntőmű. 1973 őszén helyeztük üzembe és jelenlegi termelése 330—340 et, 120 × ×120-as öntött buga.

Acélművünk néhány jellemző műszaki adatát mutatja be a *2. táblázat.*

A táblázat adatai alapján a következő megállapításokat tehetjük:

— Az adott kemence fürdőfelület, hő- és oxigén bevitel és betét, illetve kiszolgálási viszonyok mellett, a műszaki mutatók többsége jónak ítélhető mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban. Ez elsősorban az üzemidő kihasználásra, a tonna/óra teljesítményre és a selejtjtszázalékra vonatkozik, de a többi mutató is kiállja az összehasonlítás próbáját. A korszerű acélgyártó berendezésekhez viszonyítva (LD, QuBOP, UHP elektró) az SM kemencék teljesítménye lényegesen kisebb, kb. ötödrésze egy azonos nagyságú konverternek.

— A fajlagos fémbetét mutató megítélésem szerint elfogadható, de a további csökkentésre további erőfeszítéseket kell tenni a mérlegelésnél és az adagvezetési technológiában. A mérlegelés pontosságával a kihozatali súlyeltéréseket és a csapolás alatti acélveszteséget, az adagvezetési technológia további tökéletesítésével pedig a salakba kerülő és a salakkal elvitt fémveszteséget lehet csökkenteni. A salak fémveszteség jelentősége miatt erről a kérdésről kissé részletesebben is szólok.

A salak Fe-tartalma a beolvadás alatti időszakban oxigénezés mellett 30—40%-ot is elér. Korábbi technológia szerint a beolvadási salakot igyekeztünk minél előbb leengedni a kemencéből, részben minőségi, részben adagidő rövidítés céljából.
A korai salak eltávolításnak azonban negatív hatása is volt; a fajlagos fémbetét Fe-ra számítva elérte a 1185 kg/t értéket is, ami, ha idejében nem történt volna intézkedés, kb. 120 mFt éves veszteséget jelentett volna. Intézkedéseink lényege a következőkben foglalható össze:

A nyersvasbeöntésnek a berakás befejezése után legkésőbb 35 percen belül meg kell történni és az adagvezetést (fűtést, oxigénezést) úgy kell irányítani, hogy a salak a kemencéből csak késleltetve. 20—30 perc múlva folyjon ki. Ezzel a módszerrel az adagidő növekedést is elkerültük és kb. 20 kg/t fémbetétcsökkenést értünk el.

Hasonló lehetőség van az optimális tüzelési mód bevezetésével a fajlagos kalória felhasználás javítására is.

Acélművünk fő problémái, amint az elmondottakból megállapítható, nem a fő termelő berendezés, a kemencék területén van, hanem elsősorban az öntőcsarnok vonatkozásában. Itt az üst és kokillaelőkészítés jelenlegi gyakorlata okoz gondot. Az acélüstöket ma is többségében hagyományos módon falazzák és szárítják. Az üstslingerezés bevezetésével nehéz fizikai munkát lehetne kiküszöbölni, ugyanakkor javulna a tartósság és biztonság is.

A hőszigetelő lapok alkalmazásával a kokilla előkészítés nehéz és manuális műveletét lehetne egyszerűsíteni és a végveszteség csökkenését is kedvezően befolyásolná.

A ferroötvözők adagolási módja is sürgősen megváltoztatandó a minőségjavítás, munkaerő és anyagtakarékossági szempontok figyelembevételével.

Sok zavar és nehézség származik az SM kemencék hulladék és javítóanyag ellátásának tervszerűtlensége miatt. Nincs eléggé gyors előrehaladás a hazai tűzállóanyagok fokozottabb mértékű felhasználásában, az import tégla kiváltása céljából.

Összefoglalva az OKÜ-ben az acélgyártás legfontosabb teendőit, a gazdaságosságot, a minőséget és a nehéz fizikai munka csökkentését kell kiemelni. Nagyon valószínű, hogy az OKÜ-ben nem kell több acélt gyártani az 1,4 mt-nál, de arra szükség van, hogy javuljanak a műszaki paraméterek és a gyártott acél minősége. A kemence és kiszolgáló berendezések vázolt jellemzéséből a teendők következnek. Nagy fejlesztések nélkül, szinttartó és korszerűsítő beruházással, karbantartással kell gyorsítani a termelés feltételeinek javítását, újabb eredmények elérését. Minőségi intézkedések között új technológiák meghosszabbítására is lehet gondolni.

Sziklavári kartárs említette az üstben lehetséges metallurgiai műveletek előnyeit, felhasználási lehetőségét. Vele egyetértve a szondás befúvás alkalmazására külön is szeretném a figyelmet felhívni. A jövőben mind nagyobb figyelmet kell fordítani a munkakörülmények javítására és a munkaerő utánpótlására is, mert e téren már az OKÜ-ben is érezhető a gond.

A vállalat vezetése, a gyáregység vezetése meggyőződésem, hogy megteszi a tőle telhető leghatékonyabb intézkedéseket, a társvállalatok, a KGM és más országos szervek pedig megadják a tőlük telhető maximális segítséget. Ez a közös erőfeszítés minden bizonnyal néhány év multán az eredményekben is tükröződni fog.

A nyersvas- és acélgyártás fejlesztési kérdései a Lenin Kohászati Művekben

HERENDI REZSŐ okl. kohómérnök, műszaki igazgató
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.16+669.18 Lenin Kohászati Művek

Nagyolvasztó üzem és a termelési eredmények ismertetése. A jelenlegi SM acélmű és elektróacélmű termelő berendezéseinek és elért eredményeinek összefoglalása. Az új kombinált acélmű létesítése. Az új acélmű építésének két szakasza: a 80 t-ás oxigén konverteres acélmű, illetve 80 t-ás UHP elektrókemence és folyamatos öntőmű. Felkészülés az új üzem beindítására.

A Lenin Kohászati Művek nagyolvasztó és acélgyártó berendezései nem tartoznak a korszerű berendezések közé.

Nagyolvasztóink kora és méretei, konstrukciós megoldásuk, kiszolgáló berendezései messze elmaradnak a ma szokásos és műszakilag elvárható szinttől. Siemens—Martin üzemünk állapota más egyébként is korszerűtlennek minősülő Siemens—Martin üzemekhez képest is gazdaságtalan, elavult és veszélyes üzem. Elektrókemencéink között még kézi adagolású egységek is vannak, és csupán az 50 tonnás szovjet kemence felel meg a mai kor követelményeinek.

Azon célkitűzéseinket, hogy gyártmányainkat korszerűbbé és gazdaságosabbá tegyük, ilyen berendezésekkel elérni nem lehet. Ezért került sor 1977 januárjában kormány szinten fejlesztési döntésekre, amelyek egy korszerű acélgyártó bázis létesítését tartalmazzák.

Az acéltermelés mennyiségi és minőségi fejlesztésével, a gazdaságosságra való törekvéssel lépést kell tartani a nyersvasgyártásnak is. A Lenin Kohászati Művekben a nyersvastermelés közel kétszerese a 10 évvel ezelőttinek. Ez a fejlődés nem új kohók építése, vagy kohóbővítés, hanem az elegyelőkészítés színvonalának javítása és különböző technológiai módszerek bevezetése révén vált lehetővé.

Ezek eredményezték, hogy a fajlagos kokszfelhasználás az 1968 évi 840 kg/t értékről jóval 700 kg/t érték alá csökkent az 1970-es évek elején. Ebben természetesen közrejátszott a földgázbefúvatás és a fúvószél hőmérsékletének növelése is.

A mennyiségi növekedéssel lépést tartott a nyersvas minőségének, a nyersvas összetétel állandóságának fokozatos javulása is.

A minőség javulásán belül külön ki kell térni az összetétel állandóságára, elsősorban a Si- és S-tartalom ingadozásának mértékére. A Si gyakorisági statisztikánk szerint az átlaghoz mért ±0,1% ingadozási sávon túl gyártott termék relatív mennyisége az 1968 évi 75,1%-ról az utóbbi években 39,7%-ra csökkent. Hasonló tendencia tapasztalható a S-tartalom szórási értékeinél is.

Eltekintve a III sz. kohó elhasználódott állapotától, a jelenlegi nyersvasgyártás kielégíti a Siemens—Martin acélművünk mennyiségi és minőségi igényeit.

A konverter acélmű üzembelépésével növelnünk kell a termelés mennyiségét és számottevő minőségi javulást kell elérni, mivel a nyersvas összetétele, nevezetesen a Si, S és Mn-tartalom tényleges értéke és minimális ingadozása a konverter kapacitás kihasználásának egyik fontos tényezője. Pénzügyi korlátok miatt csak részintézkedéseket lehet tenni, mégpedig az I. és II. sz. kohók a kohótest, a léghevítők és segédberendezések állagmegóvását tudjuk biztosítani.

Az I. sz. kohó páncélcsere nélkül 5 éves üzemelés után 1978-ban került átépítésre, melynek során a felvonó vasszerkezet erősítését is elvégezték. 5 éves kohókampányt figyelembevéve a medence falazatának jelentős mérvű elhasználódására nem számítottunk, ezért a kohót fenékcsapolás nélkül állítottuk le. A leállás és a medence kikaparása után azonban a medencefalazatnál olyan nagymérvű bemaródásokat tapasztaltunk, ami a medence újrafalazását is szükségessé tette. Emiatt a kohó átépítése a tervezett 25 nappal szemben 39 nap alatt fejeződött be.

A II. sz. kohó átépítését ez évben végeztük el a tervezett 60 napos átépítési idővel szemben 45 nap alatt. A kohó fenékcsapolással állt le, melynek során a medencéből a teljes folyékony termékmennyiséget leengedtük.

A kohó átépítésével azonos fontosságú volt itt is a felvonó vasszerkezet erősítése. Az átépítési idő lerövidítését jelentős mértékben segítette a medencében visszamaradt anyag gyors kikaparása, a KGYV jó munkája, valamint az előkészítés és munkaszervezés hatékonysága.

Az átépítésekkel párhuzamosan eddig három léghevítőt építettünk át. Ezek figyelembevételével 950 °C fúvószélhőmérséklet folyamatos tartása tervezhető, ezzel párhuzamosan bizonyos mértékben a földgázbefúvást is növelhetjük.

Terveink középpontjában a legtöbb lehetőséget kínáló III. sz. kohó áll. Ez a kohó adja jelenleg is az összes termelés kb. 55%-át és bővítése után ez az arány 70—75%-ra növekszik, vagyis a konverter üzemet döntően a III. sz. kohó fogja ellátni.

A kohóátépítés kivitelezésének megkezdéséig (1980. VII. hó.) azonban jelentős erőfeszítést kíván az 1975. évben épített kohó biztonságos üzemelésének fenntartása, mivel a nyugasz és aknafalazat elhasználódása miatt 1977—78-ban erős páncéldeformálódás és páncélrepedés jelentkezett.

A több alkalommal végzett páncélerősítések után az 1979. III. hóban sorrakerült torokcserével párhuzamosan jelentős páncélerősítési munkát is végeztünk, a nyugaszpáncélnál ú. n. táskázásos javítással, melynél a meglévő páncélra illesztett táskákat tűzálló betonnal töltöttük ki.

A páncélvédelem érdekét célzó központibb járat kialakítására a korábban alkalmazott 150 mm átmérőjű fúvóformák helyett 130 mm-es fúvófor-

mákat szereltünk be a kohóba, amelynek azonban elkerülhetetlen következménye a járatintenzitás és ezáltal a termelés csökkenése, kokszfelhasználás romlása volt.

Már megkezdődött a negyedik léghevítő alapozása, és ez várhatóan 1979. október közepén befejeződik.

Az új léghevítőbe beépített rács fűtőfelülete a jelenlegi léghevítők 12 800 m^2-ével szemben 27 100 m^2. A rács soklyukú F_2 típusú rácstéglából épül, fajlagos fűtőfelülete majdnem a duplája a jelenlegi léghevítőink fűtőfelületének.

Az új léghevítő felépítése és a jelenlegi három léghevítő hasonló korszerűsített kivitelben történő átépítése után az egy hasznos m^3 kohótérfogatra vonatkoztatott fajlagos rácsfelület a jelenlegi 50 m^2-ről kb. 100 m^2-re növekszik. Négy léghevítős üzemmel 1110—1150 °C-ra kell növelnünk a jelenlegi 950—1000 °C-os fúvóhőmérsékletet és ezzel egyidejűleg a technológiailag megengedhető mértékben 90—100 Nm^3/t értékére növelni a földgázbefúvatást is.

Az új kohóhoz vásárolt és beépítendő japán-Láng axiális fúvógép kapacitása bizonyos mérvű járatintenzitás növelést is lehetővé tesz.

A konverter üzem jellege rendkívüli mértékben megköveteli a nyersvas összetétel állandóságát, a jelenlegi nyersvas összetétel ingadozás ennél az acélgyártó berendezésnél már nem engedhető meg. Ezért a minőség biztosítása végett javítjuk a III. sz. kohónál az elegy és kokszmérlegelés pontosságát:

— az ércmérlegkocsikat elektronikus mérlegekkel szereljük fel,
— a kokszmérlegelés szintén elektronikus úton történik, kiegészítve automatikus szabályozó berendezéssel, ami a koksz nedvességtartalom ingadozásait korrigálja folyamatosan.

Ugyancsak fontos szerepet tulajdonítunk a tervezett elgőzölögtető hűtésnek. Az elgőzölögtető hűtőrendszerrel párhuzamosan tervezzük a fúvószerelvények zárt rendszerű hűtésének bevezetését is, 1981-ben pedig új típusú szovjet licenc szerint gyártott fúvóformák alkalmazását, mely a fúvószerelvények kiégésének csökkenésével szintén az üzembiztonság növeléséhez vezet.

Az új acélmű üzembe lépése és a Siemens-Martin acélmű párhuzamos üzemelése sajátos helyzetet jelent a nyersvas forgalmazásában. A 70 tonnás üstök csak a Kombinált Acélműben emelhetők meg. Az eltérő fogadási lehetőségek miatt az 50 és 70 tonnás nyersvasüst átmenetileg szükséges lesz.

Az előzőekben röviden vázolt intézkedések, fejlesztések megvalósításával a konverter üzem nyersvas alapanyagát a műszakilag elvárható szinten fogjuk biztosítani. Természetesen ez egyúttal az adott lehetőségeinken belül a nyersvasgyártás technikai színvonalának optimális mérvű javulását is eredményezi, amit leginkább a kohói technológiát alapvetően tükröző fajlagos kokszfogyasztással lehetne jellemezni. A jelenlegi szinthez viszonyítva változatlan elegy és kokszfelhasználási viszonyok mellett 1981—82-re kb. 40—50 kg/t fajlagos kokszfogyasztás csökkenést tervezünk.

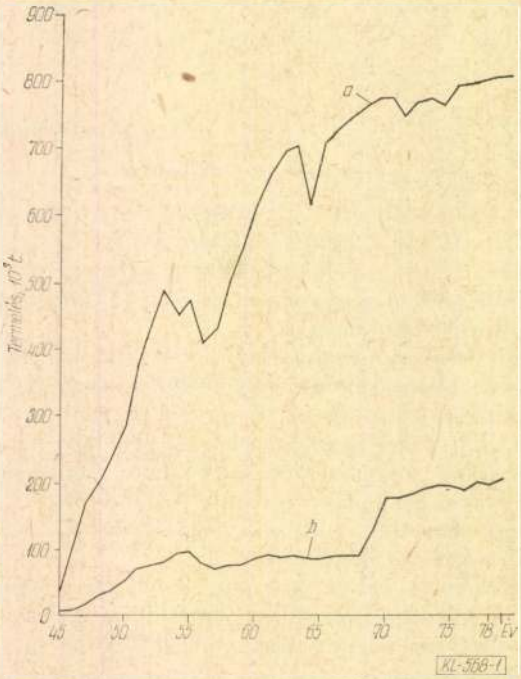
Komoly probléma szürkenyersvas gyártás kérdése. Ugyanis a konverter üzembelépése után nyersvas felesleggel az LKM nem fog rendelkezni, mert a felfutásban lévő konverter, ill. a Martin-acélműi kemencék üzemeltetéséhez szükség lesz az összes nyersvasra.

Véleményem szerint miután a másik két kohászati vállalatnál is nyersvashiány fog mutatkozni, ezért meg kell vizsgálni, hogy importból beszerezhető-e teljes mennyiségben az öntödék összes szürkenyersvas igénye.

A technológiai fejlesztési tervek mellett szólni kell a szakember utánpótlás kérdéséről is, mely az egyéb területeken jelentkező létszámhiányhoz viszonyítva is súlyosabb problémát jelent az olvasztár szakma területén. Ennek a helyzetnek áthidaló megoldására a gyáregység dolgozóit olvasztárképző szakmásító tanfolyam elvégzésére kérjük fel, munkaidő kedvezményt, tanulmányi szabadságot biztosítva számukra a szakmai ismeretek minél alaposabb elsajátítása érdekében.

Vállalatunk a közelmúltban ünnepelte a Siemens-Martin acélgyártás bevezetésének 100 éves évfordulóját. Az üzem ezalatt az idő alatt jelentős fejlődésen ment keresztül, de különösen 1945-től ugrásszerű volt a fejlődés. *(1. ábra)*

Az ország felszabadulása után az újjáépítés, a gazdasági fellendülés egyre több acélt igényelt. A nagy mennyiségi igények szükségszerűen az acéltermelő berendezések korszerűsítéséhez, fejlesztéséhez vezettek. A szükséges intézkedések és kohász szakembereink korszerűsítő tevékenységének hatására már 1947-ben sikerült elérni az SM-acélgyártás területén az utolsó békeév, 1938 termelési színvonalát. Ettől kezdve termelésünk mennyiségi növekedése egy-két esettől eltekintve folyamatosnak tekinthető.



1. ábra. Az üzemek acéltermelésének alakulása
a — SM-acéltermelés, *b* — Elektroacél termelés

Az SM-acélműben üzembe lépett a 9. sz. 80 tonnás névleges kapacitású kemence, 1951-től termelnek az 1, 2, 3. sz. kemencék, majd 1952-ben elkészült az ország akkor legnagyobb kemencéje, a 4. sz. 180 tonnás buktatható kemence. 1954-ben áttértünk a generátorgáz tüzelésről a pakura tüzelésre, és a gyors átváltást biztosító tolattyús váltóberendezéseket szereltünk fel. 1959-ben kialakítottuk a kombinált földgáz pakura tüzelés feltételeit, korszerűsítettük a tüzelési levegő ellátást. Az új tüzelési módhoz modern, kettős porlasztású égőket építettünk be. Jelentős műszaki intézkedés volt 1960-ban az, hogy néhány kemence adagsúlyát megnöveltük és ezzel egy időben billenthető csatornás megoldással a három üstös csapolás lehetővé vált. Az utolsó fejlesztés az SM-acélműben 1977—78. évben volt, amikor az állagmegóvó beruházások mellett korszerűsítettük a kemencék mérőműszereit valamint új biztonsági berendezések felszerelésére került sor.

Az elektroacélgyártásban is az SM-acélgyártáshoz hasonló fejlesztés tapasztalható, melyet termelési görbéje is egyértelműen mutat.

Nemesacélgyártásunk fejlesztése érdekében 1951-ben 2 db 10 tonnás Tagliaferri-rendszerű elektrokemencét, 1969-ben 1 db DSZP 50 típusú 50 tonnás névleges kapacitású ívfényes kemencét helyeztünk üzembe, mely jelenleg a legmoderneb acélgyártó berendezésünk.

A mennyiségi termelés mellett az egyre fokozódó minőségi igények kielégítése céljából 1967-ben az acélgyártás technológiai folyamatába vákuumozó berendezés beállítását határoztuk el az elektroacélművekben.

A mennyiségi termelés növelése mellett az egyre fokozódó minőségi igények kielégítését is feladatunknak tekintettük, ami nem könnyű feladat, mivel vállalatunk termékszerkezete igen sokrétű. *(2. ábra)*

A gyártott acélfajták száma megközelítőleg 1100, melyből közel 600 az ötvözött.

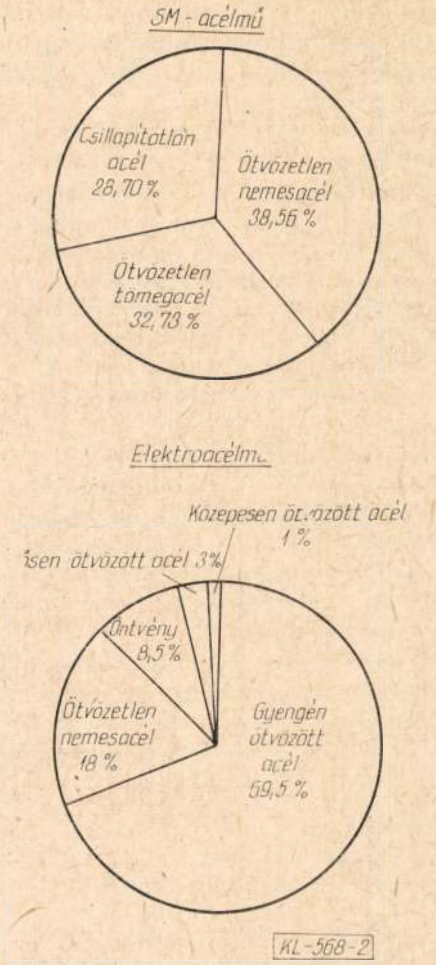
A minőség javítása érdekében adottságainknak megfelelően korszerű acélgyártási technológiákat vezettünk be. Így pl.

— különleges dezoxidálási módokat
— szintetikus salakkezelést
— mikroötvözést
— vákuumozást

Jelenlegi helyzetben azonban nem tudunk minden igényt maradéktalanul kielégíteni.

A feldolgozó iparban, és itt elsősorban a gép- és járműiparra gondolok, a fejlesztési célkitűzéseknél (beruházás, licenc-vásárlás, stb.) nem mindig veszik figyelembe a hazai vaskohászat lehetőségeit. Sok esetben kész tények elé állítják az acélgyártó szakembereket. Ezek az alapanyag oldalról nem kellően megalapozott fejlesztések, nagy költséget jelentenek az acéltermelő üzemeknek, mivel egyes rendeléseket csak többszörös gyártással tudunk kielégíteni.

A szigorú minőségi követelményeket és új vizsgálati előírásokat gazdaságosan csak különleges eljárásokkal, pl. elektrosalakos átolvasztással le-



2. ábra. Termékszerkezet az acélművekben

het kielégíteni, melyek jelentős beruházásokat igényelnek. Ebbe a problémakörbe tartoznak pl. a turbinatengelyek, speciális vegyipari és reaktortechnikai berendezések, gyors- és szerszámacélok, stb.

A meglévő gondjaink és a viszonylag elavult termelő berendezéseink ellenére is javítottuk egyes termékeink minőségét, illetve új korszerű termékek gyártását kezdtük el. Ilyen termékünk a ZF-acél amit a korszerű szinkron-sebességváltók gyártásához használnak. Bór-ötvözés segítségével javítottuk a magszilárdságot és szívósságot, illetve az ezt kifejező dinamikus törőerő értéket.

Vegyipari beruházásokhoz a felhasználók igényeinek megfelelő nagy folyáshatárú, jól hegeszthető, kovácsolt gyűrűk alapanyagát kísérleteztük ki.

Kísérleteink során a nióbium és vanádium mikroötvözést használtuk. A mikroötvözés hatására a ferrit szemcseméret a szokásos 5—7 fokozatról 10 etalon fokozatra javult és —80 °C-on fajlagos ütőmunka 2,8 mkp volt.

Kísérleteket végeztünk ritkaföldfém ötvözettel (mischmetall). Ennek hatására eredményeket értünk el a forgattyústengelyeknél. Az ütőmunka értékek jelentős mértékben javultak és lényegesen csökkent az ütőmunka értékek anizotrópiája.

*

Acélgyártásunk minőségének és gazdaságosságának javítása céljából eddigi legnagyobb beruházásunkat hajtjuk végre. Két szakaszban kombinált acélművet építünk.

Első szakaszban az LD konverter és az üstmetallurgia épül meg.

Az LD-konverter cserekonverter rendszerben üzemel, tehát egy konvertertest mindig üzemel, míg a másik konvertertest javítás alatt, vagy készenlétben van. A konverter adagsúlya 80 tonna, hasznos térfogata 68 m^3. A maximális fúvatási intenzitás 300 Nm^3/perc. Egy tonna acél fúvatásához 52 Nm^3/t oxigén szükséges.

Az acél leöntésére 8 keresztirányú öntőhely szolgál, ahol egy-egy öntőhelyen 2 öntőkocsin 7 kokillás alátéten öntik a 6,5 t-s tuskókra. Az öntőkocsikat páronként vonszolóberendezés mozgatja a technológiai sorrendnek megfelelően egyik csarnokból a másikba. A tuskók kihúzása kétféle stripper daru segítségével történik. A tuskókat közúti portál VALMET-targoncák segítségével szállítják a Durvahengerműbe.

Az acél minőségével szemben támasztott igények szükségessé teszik, hogy az acél kéntartalmát minimálisra szorítsuk le. A kéntelenítés hatásfoka az LD-konverterben meglehetősen korlátozott, kb. 40—60%. Ez függ a

— salak bázicitásától, a
— CaO/FeO viszonytól, és a
— kiinduló nyersvas kéntartalmától.

A nyersvas kéntelenítésére keverőlapátos kéntelenítő berendezést telepítünk. Kéntelenítőszerként mészport, hordozógázként nitrogént tervezünk. A nyersvasban kb. 50%-os kéntelenedés lesz elérhető, így előkéntelenítéssel a nyersvas kéntartalmát várhatóan 0,025%-ra tudjuk csökkenteni. Ha figyelembe vesszük, hogy a konverterben is további 40% kéntelenedés érhető el, így a kész acél kéntartalma kb. 0,015—0,018% körüli érték lesz. További kéntelenítést csak üstmetallurgiával lehet elérni.

Az üstmetallurgia főbb berendezései és az itt végezhető műveletek:

— Az üstkemence 80 t acél kezelésére szolgál.
— Az acél keverésére indukciós keverő van beépítve. A keverés hatásosságát a fenékbe beépített porózus téglán keresztül argonbefúvással lehet növelni.
— A fűtőrész egy 8 MVA-es transzformátorral van ellátva, amellyel 3—5°C/perc fűtési sebesség érhető el. A felfűtés atmoszférikus nyomáson történik.
— A vákuumozó részgőzsugár szivattyúkkal, vákuumfedővel, vákuumvezetékkel és a frissítéshez szükséges oxigén lándzsával vanellátva. Az elérhető legkisebb vákuumérték 0,5 Torr.
— Az üstök tolózáras rendszerűek, az üstök kb. 1 m^2-nyi felülete ausztenites acélból van
— Az üstök mozgatása buktatható üstkocsival történik. A buktatási szög 50°, a mozgatási sebesség 12 m/perc.

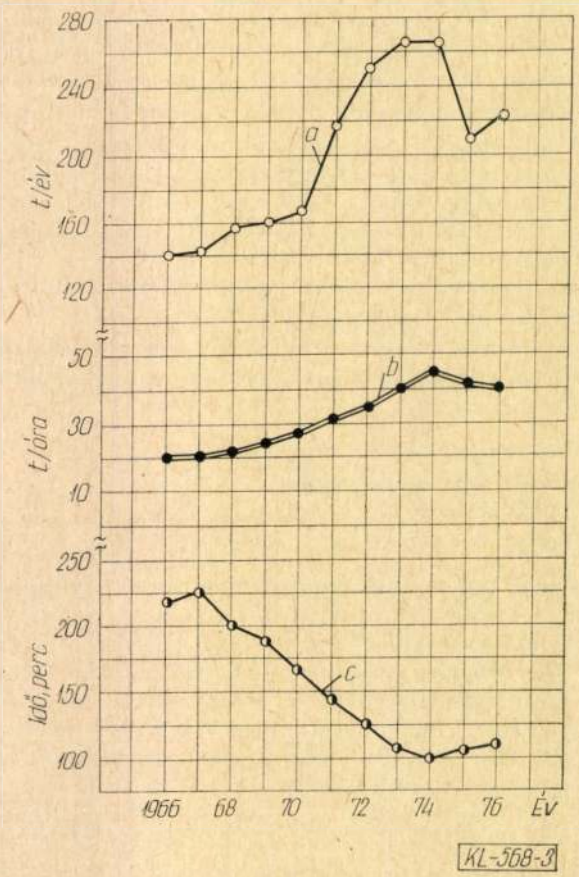
Az ASEA—SKF üstkemencében a következő műveletek végezhető el:

— hőmérséklet kiegyenlítés
— vákuumos gáztalanítás
— kéntelenítés
— dezoxidálás
— ötvözés
— salakolási lehetőség
— vákuum-frissítés
— öntés

A berendezés mind technológiai, mind programozási szempontjából nagy rugalmasságot biztosít, mivel összekapcsolható bármely primer olvasztó berendezéssel.

Összefoglalóként elmondhatjuk, hogy az üstmegallurgia összekapcsolása bármely olvasztó berendezéssel egyértelműen gazdaságos, különösen akkor, ha figyelembe vesszük minőségjavító hatását is.

A második szakasz építésére 1979 év júliusában kötöttünk szerződést. Ebben a szakaszában kerül sor egy nagy teljesítményű ívkemence és a folyamatos öntőmű építésére. A berendezéseket két japán cég, a KOBE STEEL és a NIPON—KOKAN szállítja. Az ívfényes kemence Toschin-rendszerű, névleges évi teljesítménye 220 000 tonna, betét-



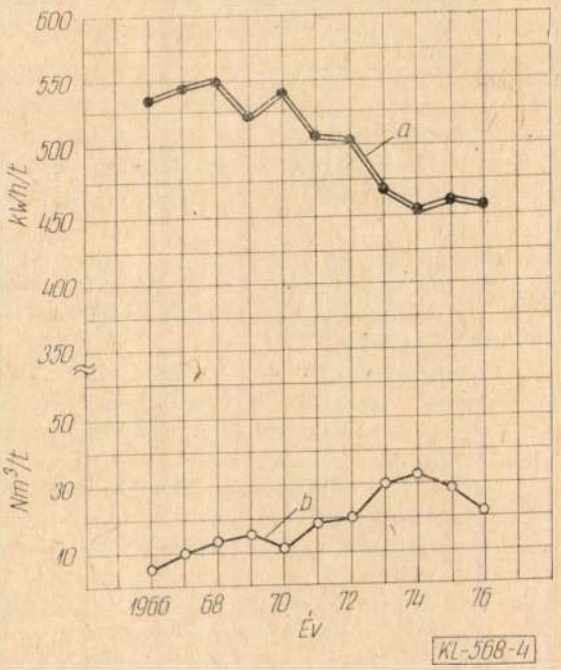
3. ábra. Egy 70 tonnás villamos ívkemence acélgyártási üzemidejének (csapolástól-csapolásig), teljesítményének és évi termelésének alakulása

a — évi termelést/év/kemence, *b* — kemenceteljesítmény t/ó, *c* — adagidő csapolástól—csapolásig perc

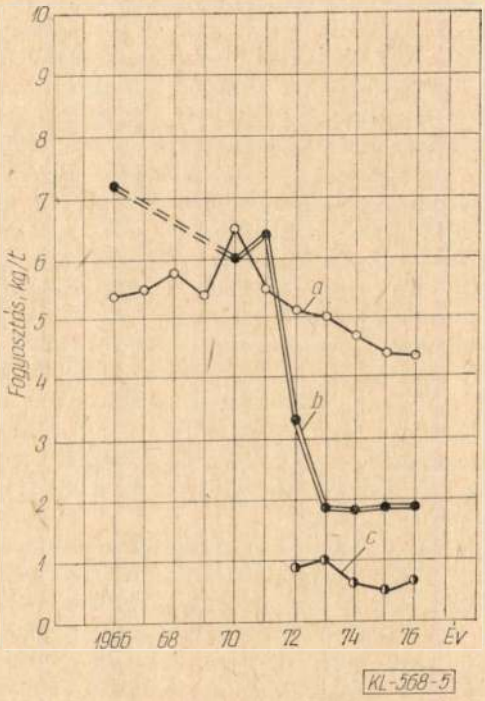
súlya 80 tonna, transzformátor teljesítménye 36 MVA, beolvasztási ideje maximálisan egy óra.

A beolvasztási teljesítményt javítja a kemence oldalfalazatába beépített 3 db földgáz oxigénégő.

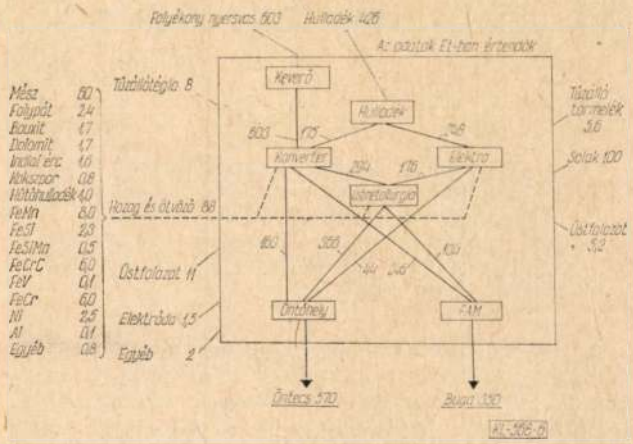
A kemence osztott köpenyű, és speciális falhütő rendszerrel van kiképezve, annak érdekében, hogy a tűzálló bélés kopása minimális legyen.



4. ábra. Egy 70 tonnás villamos ívkemence fajlagos villamosenergia és oxigén fogyasztásának alakulása
a — villamosenergia kWh/t, *b* — oxigén Nm³/t



5. ábra. Egy 70 tonnás villamos ívkemence fajlagos tűzállóanyag és elektróda fogyasztásának alakulása
a — elektróda, *b* — bázikus tűzálló tégla, *c* — grafitos tűzálló tégla



6. ábra. A kombinált acélmű anyagfolyási terve

Egy Toschin-kemence évi termelésének és teremlékenységének alakulását a *3. ábra*, a villamosenergia, oxigénfogyasztását a *4. ábra* és a tűzálló anyag, valamint elektróda fogyasztását az *5. ábra* mutatja be.

A diagramok egy Japánban felépített 70 tonnás kemence termelési fajlagos adatait tartalmazzák.

A második szakasz fontos egysége a folyamatos öntőmű.

A folyamatos öntőmű 5 szálas, melyen ∅ 120 mm-es, ∅ 150 mm-es és ∅ 180 mm-es bugákat fogunk önteni.

Az öntőgép kapacitása 350 000 tonna/év. A folyamatos öntőmű radiális típusú ívelt kristályosítóval van kiképezve. A névleges sugár 10 m, a gép metallurgiai hossza 16 m. Az öntési sugár oxidációjának elkerülése érdekében az öntőüst és a közbenső üst, valamint ez utóbbi és a kristályosító közé egyaránt argongázas védelem van tervezve. Minden szál az első görgősor alatt a szekunder hűtőzónában elektrómágneses keverővel van felszerelve. Az öntési sebesség 1,0—2,4 m/perc között változik, minőségtől és bugaméretttől függően.

A Kombinált Acélmű termelő és öntőegységei között az anyagfolyás biztosítása jól összehangolt, szervezett munkát igényel. *(6. ábra)* A nagy számú variálási lehetőség feltétlenül szükségessé teszi egy számítógépes irányítási rendszer alkalmazását, amelynek szállítását a már említett japán cégektől megrendeltük.

Szakembereink tervszerűen készülnek a Kombinált Acélmű üzemeltetésére. Pillanatnyilag a legfontosabb feladat az első szakasz technológiájának kidolgozása, mely a további szervezési, technikai és munkaügyi intézkedések alapját képezi.

Ennek érdekében külső intézetek bevonásával kutatómunkát végzünk a konverteres acélgyártás technológiai folyamatainak vizsgálatára, a hulladék, a mész oldódására, a hazai salakfolyósító anyagok alkalmazhatóságára. Kiemelt feladatnak tekintjük az öntőcsarnoki technológia kidolgozását és a mű öntőszerelvényekkel történő ellátását. Széleskörű munkálatokat és kísérleteket folytatunk az öntőszerelvények, alátétek, kokillák, tűzállóanyagok, hőszigetelő lapok gyártásának előkészítésére.

Az acélgyártás fejlesztésének kérdései a Csepeli Acélműben

PROSZT ERVIN műszaki igazgató
Csepel Acélmű

DK: 669'187 Csepel Acélmű

Az előadás kiemelten hangsúlyozta, hogy a varratnélküli csőgyártás teljes alapanyagszükségletét Csepelen történő acélgyártásból kell fedezni. Évi 300 et folyékony acél gyártására új telepítésű elektróacélművet üstmetallurgiával és folyamatos öntőművel kell telepíteni.

Az acélgyártásnak Csepelen régi hagyományai vannak és már az I. világháború óta folyik itt acélgyártás. Időközben — hasonlóan az ország többi acélművéhez — több alkalommal növelték a SM és az elektróacél termelését; a kemencék betétsúlyának emelése, a kemencecsarnok bővítése, új acélgyártó kemencék építése, valamint egyéb intézkedések bevezetésével.

Az elmult évtizedek alatt Acélművünkben számos technológiai változtatást hajtottunk végre. Ezek közül említésre méltó, hogy 1935—1937-es években Közép-Európában elsőként vezettük be az olajtüzelést és a bázikus kemence boltozat alkalmazását.

Az országban elsőként honosítottuk meg a csillapítatlan acélok mechanikus fagyasztását palacknyakú kokillában történő alsó öntésnél.

Elektróacélművünkben 1958-ban a hazai acélművek közül elsőként alkalmaztuk az oxigénes frissítést. A következő évben szintén elsőként valósítottuk meg a folyékony acél vákuumozását.

Acélgyártásunknak kezdettől fogva fő feladata volt az ország egyetlen varratnélküli csőgyárának megfelelő alapanyaggal való ellátása. A cső köröntecsekkel szemben támasztott szigorú minőségi követelményeket az évek során messzemenően kielégítettük és több mint 90%-ban biztosítottuk az öntecsek nyers felülettel történő csőgyári felhasználásának feltételeit. Az évek során kidolgoztuk a megfelelő minőségű kazáncsövek alapanyagának gyártástechnológiáját.

Acélművünk a Csőgyár betétanyagán kívül ellátta alapanyaggal a többi csepeli vaskohászati üzemet, így az Acélöntödét, a Durva- és Finomhengermű hengersorait, a Finomlemez hengerművet, a Kovácsolóművet, a nagynyomású acélpalack gyártást és a hegesztő elektróda gyárat.

Az évek folyamán három hengersort leállítottunk, de ennek ellenére az acélalapanyag mennyiségi igényei növekedtek, amelyet a CSM Acélműve kellő bővítés hiányában nem tudott kielégíteni. Ezért egyre több acélt szereztünk be külső forrásból. Jelenleg négy 50 t-s SM kemencében 190 et, három ívfényes villamos kemencében 40 et acélt gyártunk évente.

A hazai kohászati vállalatok közül az LKM, az OKÜ és a DV, míg a szocialista országok közül a Szovjetunió, NDK, Lengyelország, Csehszlovákia, Bulgária, Jugoszlávia, alapanyagait használjuk fel. CSM összes alapanyag igénye acélra átszámítva évente mintegy 530—540 et.

A CSM acélfelhasználásban a varratnélküli cső, gyártás alapanyag igénye jelenleg 260—270 tehát részesedése az összes szükségletből eléri az 50%-ot. A Csőgyár alapanyag igényének kielégítése ezért is meghatározó az acélgyártás technológiája, berendezések nagysága, minőségi követelmények és nem utolsó sorban a termelésirányítás szempontjából.

Az utóbbi alátámasztására megemlítem, hogy:

— a Csőgyár négy pilgersorának ellátásához hengerelt köracélból a ∅ 105— ∅ 160 mm méret között 7 féle méretben 13 minőségből összesen 55 féle választékban kell az alapanyagot biztosítanunk.

— köröntecsből pedig a ∅ 220— ∅ 430 mm-ig terjedő mérettartományban 8 féle méretben, 10 féle minőségből 49 féle választékban kell az igényt kielégítenünk.

— a két tolópad évi 79 et-ás betétigényét A 35 minőségben, négyféle csőbuga méretben ∅ 90 — ∅ 145 mm-ig terjedően kell biztosítani.

A felsoroltakból látható, hogy a Csőgyár alapanyag igényének kielégítése termelésirányítás, programozás szempontjából sem kis feladat, ami csak a két mű szoros együttműködésével biztosítható.

A Csepel Művek acélszükségletének kielégítése kapcsán a SM acélgyártásunk fenntartásának problémái már a IV. ötéves terv időszakában felmerültek.

A hazai vaskohászat fejlesztési célkitűzéseinek kialakításakor a KGM a csepeli SM acélgyártás fenntartását 1982-ig irányozta elő és egyetértett azzal, hogy ez időpontig a termelést szinttartó beruházás megvalósításával kell biztosítani. A Minisztertanács 1974-ben hozott döntésével a költségvetési keretből 311 mFt-ot juttatott a szinttartó beruházásra. A szinttartó beruházás célja a nehéz fizikai munka csökkentése, a munkakörülmények javítása és a létszámhiány feloldása volt.

A beruházás megvalósítása révén 118 fővel, mintegy 15%-kal csökkentettük a létszámigényt. Új hulladék daraboló ollóval javítottuk a hulladék előkészítést, gépesítettük a segéd- és hozaganyag manipulációt. Új korszerű 10 t-s porleválasztóval ellátott ívkemencét telepítettünk a régi 2 kézi adagolású 5 t-s kemene helyett. Ezenkívül 8 új berakó és futódaru került üzembeállításra és négy erősen elhasználódott darupálya került megerősítésre. A dolgozók szociális ellátottságának javítására több új pinenő és étkező helyiséget alakítottunk ki.

E szinttartó beruházás elmaradása esetén nem lehetett volna a 4 kemencés üzemvitelt napjainkig fenntartani és ennek következtében mintegy évi 50—60 et-s acél termelés csökkenést elkerülni.

Az elvégzett beruházás azonban nem tudta felszámolni az I. világháború alatt kialakult és fokozatosan bővített SM acélgyártás korszerűtlen telepítésének és technológiai berendezéseinek elavultságából származó alapvető hátrányokat.

Jelenleg is jellemző SM acélgyártásunkra a túlzsúfoltság, a nehéz fizikai munka, a balesetveszély és a létszámhiány. A túlzsúfoltságra jellemző adatként megemlítem, hogy Csepelen az évente leöntött öntecsek száma lényegesen több, mint a sokkal nagyobb termelésű hazai acélművekben. A CSM-ben évente kb 245 edb, az OKÜ-ben 200 edb, a DV-ben 42 edb, az LKM-ben pedig 140 edb öntecs kerül leöntésre a csepelinél lényegesen nagyobb alapterületű öntőcsarnokokban.

A szinttartó beruházás megvalósítása, valamint a megtett egyéb intézkedések — létszám átcsoportosítás, bérintézkedések — ellenére sem sikerült a létszámcsökkenést megállítani. Az új munkavállalók gyakorlatlansága miatt a balesetek veszélye is növekedett.

Több, mint 50 éve termelő Csőgyárunk további működésének biztosítására is szinttartó beruházás van folyamatban, amely mintegy 1,5 mdF-os költséggel 1981-ig megvalósul. Ehhez kapcsolódóan valósulna meg a varratnélküli csőgyártás korszerűsítése új Csőgyár megépítésével, amelynek fejlesztési célját az ÁTB elfogadta, de előírta, hogy a beruházási javaslat kidolgozása során az alapanyag ellátás kérdését rendezni kell.

Hazai kohászati üzemeink nem tudják a csőgyártás szükséges alapanyagait biztosítani, ezért a KGM az ÁTB döntésével összhangban megbízta a CSM vezetését az acélgyártás fejlesztési céltanulmányának kidolgozásával. Két telepítési változatot írt elő, az egyik a meglévő SM Acélmű és környékén, a másik a Művek déli részén rendelkezésre álló területen.

Az első telepítési változat kidolgozására nem került sor, mivel a szakvélemények szerint Martinművünk üzemcsarnokai nem alkalmasak további 25—30 éves üzemeltetésre, kis alapterülete és tagoltsága miatt egyébként sem lenne megfelelő a tervezett technológia megvalósírására.

Előbbiek miatt csak a második telepítési változat szerint készült el az acélgyártás fejlesztési céltanulmánya, amelyben a varratnélküli csőgyártás teljes alapanyagszükségletének kielégítése szerepel célkitűzésként.

Az új elektróacélmű fejlesztési céltanulmánya 1978. szeptember végére elkészült. A tanulmány az évi 350 et termelési kapacitású elektró acélmű telepítési helyéül a Művek déli részén lévő szabad területet veszi figyelembe.

Az új acélmű feladata a régi Csőgyár környezetében mintegy évi 250 et varratnélküli acélcső termelésére létesítendő új Csőgyár teljes alapanyag ellátásának biztosítása. A 6"-os tolópad ellátására ∅ 180, ∅ 200 és ∅ 240 mm-es folyamatosan öntött bugát évi 240 et mennyiségben, valamint 85 et csőköröntecset ∅ 200 — ∅ 450 mm méretben kell biztosítani. A folyamatosan öntött bugát az előbb említett három méretben, 16 minőségből, összesen 40 féle választékban, a köröntecseket 5 méretben, 13 minőségből, 52 féle választékban szükséges gyártani.

A tanulmányban az acélgyártáshoz 2 db UHP ívkemence és oxigén-olaj-földgázpótégős változat van figyelembe vée. Az acélgyártási technológiai folyamathoz üstmetallurgiai berendezés is létesíthetünk. Az üstmetallurgia ma már a koszerű minőségi acélgyártás egyik szinte nélkülözhetetlen technológiai fázisa. A fejlesztés után a Csőgyárban előállított csövek kb. 40%-ának magas minőségi követelményeket kell kielégíteni.

A nagyszilárdságú olajbányászati csövek, a kazáncsövek, valamint a különleges tulajdonságokkal rendelkező hidegenvont csövek hossz- és keresztirányban mért mechanikai tulajdonságainak javítása, illetve a köztük való eltérések csökkentése érdekében az üstmetallurgia alkalmazása feltétlenül indokolt.

Az acél 3 szálas folyamatos öntőművön, ill. gépesített kokillaöntéssel kerül leöntésre. Az öntőgépen 3 adag egymást követő öntését is figyelembe vettük és így minden negyedik adag kerül kokillaöntésre. Az acélolvasztás, az üstmetallurgia és az öntés gyártási program szerinti összehangolását számítógépes és folyamat irányítással tervezzük biztosítani. Az Acélműben létesítendő fő termelő és segédberendezéseken kívül egyéb kiegészítő létesítmények is szükségesek. Ilyenek a hozaganyagtároló, a villamos és földgázfogadó állomás, a porleválasztó, a vízmű, a szennyvízátemelő, a szociális blokk stb.

Az új acélmű létszámigénye 480 fő. A beruházás folyóáron számított költsége 5,4 mdFt. Megvalósítását a tereprendezés megkezdésétől számítva 2,5—3 évre tervezzük. Az acélműi beruházás megvalósításának ütemtervét az új csőgyár megvalósítási üteméhez kell hangolni és szakaszolása szükséges.

A szakaszolást behatároló feltételek:

— a pénzügyi megvalósítás lehetőségei,
— a vertikális termelési kapcsolatok zavarmentes biztosítása,
— a vertikum szakaszolt fejlesztése esetén is gazdaságos termékstruktúra létrehozása,
— a kiesésmentes (egyenletes) termelési átmenet biztosítása.

1978. végén a CSM vezetése a komplex acélgyártási — csőgyártási fejlesztési tervet a fejlesztés feltételeiben bekövetkezett változások miatt — és a beruházási költségek további csökkentése érdekében felülvizsgáltatta.

A feltételekben bekövetkezett változások közül a hidegenvont csőtermelés fejlesztésének elsődlegessége, a Csőgyárat kiszolgáló acélgyártás telepítési lehetősége és a vertikum gazdaságosságának szükségessége új telepítés kialakításának kérdését vetette fel. Kidolgozásra került egy javaslat, amely szerint a 6"-os tolópad új helyre, az új acélgyártási bázis közvetlen közelébe települne. A telepítés nagy előnye abban jelentkezik, hogy a tolópadi évi 240 et alapanyag szállítása elmaradhat, az acélgyártási — csőgyártási termelési együttműködés közvetlenebbül biztosítható. Az acélgyártáshoz kapcsolódó beruházási költségek (csatorna, vízrendszer, energiák bevezetése stb.) az új acélműi — csőgyári vertikumnál közösen alakíthatók ki, amely a beruházási, üzemeltetési költségek és a létszámigény csökkenését eredményezi.

További előnyként jelentkezik a Csőgyárnál, hogy a beruházás a meglévő csőgyári üzemek termelését nem, vagy csak rendkívül kis mértékben akadályozza és elkerülhetők a nagy költségigényű, előre nem tervezhető provizóriumok és kiváltások megvalósítása. A közös telepítés további előnye, hogy közös szociális blokk létesíthető, ami az építészeti költségek csökkenését teszi lehetővé. Megvalósítható egyuttal az egész vertikum számítógépes irányítása, amely a maximális kapacitás kihasználást és az optimális költségalakulást segíti elő.

(Előbb ismertetett elképzelést a CSM vezetése még nem hagyta jóvá.)

Acélművünk 311 mFt-os szinttartó beruházásának ismertetésénél elmondom, hogy a beruházással csupán mérsékelnünk sikerült a létszámhiányt, de a létszámcsökkenést nem tudtuk megállítani. Jelenlegi 18%-os létszámhiányunk már Martin kemencéink további üzembentartását veszélyezteti. 1980-ra bekövetkezik acéltermelésünk lényeges csökkenése, ami különösen a Csőgyár alapanyagellátása területén okoz súlyos gondot. A termelés fenntartása függ a további létszámalakulástól. A csepeli acéltermelés csökkenése a hazai acélellátási gondok további növekedését vonja maga után.

Az SM vezetése látva acélgyártásunk jelenlegi súlyos helyzetét, kidolgoztatta elektroacélgyártásunk fejlesztésének kétlépcsős változatát.

Az első lépcsőben jelenlegi martinacél termelésünk kerülne kiváltásra, az új acélmű termelése ekkor 200 et/év lenne és biztosítaná a Csőgyár alapanyagellátását a belső ellátás jelenlegi mennyiségi szintjének megfelelően.

Az acélműben egy ívkemence, üstmetallurgia berendezés és folyamatos öntőmű kerülne telepítésre.

Az első lépcső a 350 et-ás elektroacélgyártás fejlesztésre tervezett területen valósulna meg úgy, hogy a második lépcső megvalósításával jönne létre a teljes felfutás. A csőgyártási fejlesztés megvalósításához ebben az esetben az acélgyártás második lépcsője igazodna, biztosítva a két mű technológiai egységét.

Az első lépcső megvalósításával martinművünk kiváltása tehát úgy történne meg, hogy a magyar vaskohászatot tehermentesítené a profiljába nem sorolható járulékos feladatoktól. Ez év augusztusában a Vasas Szakszervezet Kohászati Bizottsága megvitatta a csepeli acélellátás problémáit.

Az ülésen, amelyen a MVAE, DV, OKÜ, LKM és a CSM képviselői is jelen voltak, egyetértés alakult ki abban, hogy a csepeli acélellátást csak beruházással lehet megoldani. A hazai acélgyártási adottságok nem teszik lehetővé a csepeli csőgyártás kisméretű köröntecs ellátását és amennyiben a csepeli acélgyártás megszünne, a csőgyár alapanyagellátása nem biztosítható. Egyetértettek továbbá abban is, hogy a csepeli SM acélgyártás kiváltása legkedvezőbb anyagi ráfordítással legcélszerűbben — a szállításokat is figyelembevéve — a csepeli elektroacélgyártás fejlesztés első szakaszának megvalósításával biztosítható.

A csepeli SM acélmű kiváltásának — vagyis az első szakasznak — fejlesztési költsége 2992 mdFt. 1978. évi bázisáron létszámigénye 350 fő, míg a megmaradó elektro kemencékhez 130 fő szükséges.

Az előbbiekben ismertetett tervek jól illeszkednek a hazai vaskohászat fejlesztési elképzeléseihez. Gazdaságosan biztosítja a Csepeli Csőgyár alapanyaggal való ellátását és nem utolsó sorban acélművünkben is megvalósítja a „technológiai váltást", amelyre a közeljövőben minőségi anyagellátási és gazdaságossági okok miatt feltétlenül szükség lesz.

A nyersvasgyártás műszaki- gazdasági jelentősége acélgyártásunk fejlesztésében

DR. HORVÁTH JÁNOS okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.162:669.184.144.6/8

Az oxigén-konverteres acélgyártás fémbetétjében a nyersvas részaránya 75—100% között van. Alapvető műszaki-gazdasági jelentősége van tehát az optimális összetételű és hőmérsékletű nyersvas alkalmazásának.

A nyersvas összetételének jelentősége

A nemzetközi gyakorlatban pl. a Szovjetunióban működő oxigén-konverteres üzemek előszeretettel alkalmazzák a következő összetételű nyersvasat:

C – 3,90 – 4,30%
Si – 0,60 – 1,00%
Mn – 0,70 – 1,20%
S – 0,03 – 0,05%
P – 0,035 – 0,06%

Az optimális nyersvas összetétel meghatározásánál figyelembe kell venni az alkalmazott acélgyártási technológiát és a hűtőanyag (hulladék, vasérc stb.) árát.

A nyersvas összetételnél a legjelentősebb szerepe a nyersvas Si-tartalmának van a következők miatt:

— a Si-tartalom meghatározó szerepet gyakorol a gyártandó acél minőségére,
— a konverter bélés élettartamára,
— a műszaki-gazdasági mutatókra.

A Si-tartalom emelkedése esetén emelkedik a fúvatás közben a fürdő hőmérséklete és hőtartalma ezért több hűtőanyagot, de egyuttal több salakképzőt (meszet) is kell bevinnünk. Ennek követ-

keztében nő a salak mennyisége, ezzel egyenes arányban a vasveszteség is.

A nyersvas magas Si-tartalma esetén romlik a kéntelenítés és a foszfortalanítás hatásfoka is, a salak leengedése viszont növeli a fúvatási időt, ezzel együtt nő a O_2 felhasználás, mind a vasveszteség mértéke, vagyis romlik a kihozatal és az összes műszaki-gazdasági mutató.

A nyersvas Si-tartalmának optimumára azért is különös figyelemmel kell lennünk, mivel a kívántnál alacsonyabb Si-tartalom viszont azt eredményezi, hogy lelassul a mész oldódási sebessége, amelynek következtében meghosszabbodik a salak nélküli periódus a fúvatás kezdeti időszakában, ezze együtt jár a fúvókák korai elégése, de jelentősen rosszabbodik a foszfortalanítás hatásfoka is.

Tudvalevő az is, hogy a nyersvasgyártás folyamán minden intézkedés, amely a nyersvas Si-tartalmának csökkentésére irányul azzal a hátránnyal jár, hogy a nyersvasban a kéntartalom növekedik.

Az előbbiek bizonyítják a nyersvas optimális Si-tartalmának fontosságát. A szovjet gyakorlat szerint a nyersvas Si-tartalma akkor optimális, ha:

— érccel történő hűtés esetén az 0,30 – 0,50 %
— hulladékkal történő hűtés esetén az 0,50 – – 0,70%.

A hulladékkal történő hűtés esetén a megengedhető Si-tartalom azért magasabb, mivel a hulladék csökkenti a Si káros hatását, ugyanakkor a magasabb Si-tartalom több hulladék beadását teszi lehetővé, ami az alacsony hulladék árak miatt nem elhanyagolható szempont.

A nyersvas kívánt optimális Mn-tartalma elsősorban a nyersvas S-tartalmától és a gyártandó acél minőségétől függ.

A magasabb Mn-tartalom javítja a kéntelenítés hatásfokát és elősegíti az aktív salak gyorsabb kialakulását, a mész gyorsabb oldódását, ugyanakkor azonban a leégés mértéke növekszik, a kihozatal romlik.

A kén az acél nem kívánatos szennyezője. A nyersvas magas kéntartalma — külön beavatkozás nélkül általában — együtt jár az acél kéntartalmának növekedésével.

A kereskedelmi minőségű acélféleségeknél az acél megengedhető S-tartalma 0,04—0,05%. Egyes acélminőségek azonban megkövetelik azt, hogy az acél S-tartalma ennél jóval kisebb pl. 0,005% vagy annál kevesebb legyen.

A nyersvas kohón kívüli kéntelenítésére több eljárást dolgoztak ki a fejlett kohászattal rendelkező országokban, pl:

— szódával,
— kalciumkarbamid — kalcium-cianamid,
— mészpor-befúvatás stb.

Ismertek a *Thyssen*, valamint a *Thyssen—Niederhein* kohón kívüli kéntelenítési eljárások is, amelyek CaC_2, valamint CaSi+Mg por befúvatásával kéntelenítenek. A befúvó közeg argon, vagy nitrogén. Az üzemi tapasztalatok azonban bizonyították, hogy az egyes esetekben a kívánt kéntartalom elérése jelenleg még nehézségekbe ütközik, annak ellenére, hogy a fajlagos befuvatott por mennyiségét 1,2 kg/tonnáról 3—3,6 kg/tonnára növelték.

Bizonyítást nyert pl. a *VÖEST—Alpine* üzemében az, hogy még az igen költséges kalciumkarbamid — kalcium-cianamid befúvással is a nyersvas S-tartalma csak 0,02—0,025%-ra csökkentehető.

Kísérletek a Magsulfex 36 jelű ötvözettel

Intézetünkben kidolgoztunk egy, az eddigieknél hatásosabb nyersvasköntelenítési eljárást, amelyről a következőkben adok számot:

— A *Magsulfex* 36 jelű ötvözettel mint a VÖEST—Alpine Linz-i üzemében elvégzett kísérleteink bizonyították el lehet érni a nyersvas 0,005—0,007% S-tartalmát. Sűrített levegő hordozközeggel. Tehát nem redukáló atmoszférában.

A 0,6—1,5 mm-es szemcseméretűvé aprított ötvözet beinjektálásával 7 kísérletet végeztünk amelyek átlageredménye a következő:

A nyersvas S-tartalma fúvatás előtt 0,065, CaC_2 fúvatás után 0,020, M 36 fúvatás után 0,005, acélműben salakolás és átöntés után 0,007%.

A kísérleteket 280 tonnás *DEMAG* dobüstben végeztük 0,8—1,0 kg/t nyersvas fajlagos Magsulfex 36 ötvözet felhasználásával.

Legyen szabad a kísérletek eredményeinek összegzésekor *G.Mittel* kohóigazgató úr szavait idéznem: „A VÖEST—Alpine cégnél eddig folytatott valamennyi nyersvasköntelenítési kísérletek közül a *Magsulfex* ötvözet köntelenitő hatása kiemelkedően a legjobb".

„Bár a 0,005% vagy az alatti köntartalmat nem sikerült elérni, az eddig folytatott kísérletek meggyőzően igazolták, hogy a Magsulfex ötvözet képes állandó kis köntartalmat biztosítani. A 0,005% köntartalom biztosítását változatlanul reálisnak tartják megfelelő szemcseösszetétel mellett. Ezért a Magsulfex ötvözet nagyüzemi bevezetése mellett döntenek".

Az *United—Steel* vezetői is úgy nyilatkoztak, hogy a *TN* köntelenítő eljárással kombinálva alkalmazni kívánják a *Magsulfex* 36 jelű köntelenítő ötvözetünket is.

Bizonyítást nyert az, hogy a köntelenítés során nemcsak az acél kénkoncentrációja csökkenthető, hanem az acél mechanikai tulajdonságai is javulnak. Annak következtében, hogy a szulfidzárványok alakja megváltozik, megszünnek a hosszú elnyújtott alakú zárványok, javul az acél meleg- és hidegalakíthatósága.

A nyersvas nagy P-koncentrációja ugyancsak nehézségeket okoz az oxigén-konverteres acélgyártásnál. Ha a nyersvas P-tartalma 0,15%-ot meghaladja, a salak mennyiségét növelni kell az acél gyártása során, amely növeli az önköltséget.

A hazai kohóbetétellátás helyzete

A közeljövőben megvalósuló intenzív acélgyártási fejlesztések az ércelőkészítés és a nyersvasgyártás mennyiségi és minőségi változását igénylik.

A jelenlegi és a VI. ötéves tervben várható ércellátás 2,4—2,5 millió tonna nyersvas termelést tesz lehetővé, részben kohóbetét hiány, részben az

érc kedvezőtlen összetétele miatt. Az alapanyagfelhasználásunk zömét kitevő krivojrogi aglohematit érc minőségére jelenleg a heterogenitás jellemző.

Az agloérc szitafrakciókénti vegyelemzésének áttekintése problémáinkra egyértelműen rávilágít. Az agloérc 30%-ban tartalmaz 6,3 mm feletti frakciókat. A térfogatsúly sem állandó, hiszen az egyes frakciók Fe és SiO_2 tartalma is változó. A 0,50—0,63 mm-es frakció Fe-tartalma egyes esetekben 63,5%-os értéket is elér, 6,8% SiO_2 tartalom mellett, addig a 8—12,5 mm-es frakciójú érc Fe-tartalma csak 44—45%, de a SiO_2-tartalma már 29,5—30,6%.

Ebből adódóan 1978-ban az elegykihozatal mindössze 43,41% volt, a fajlagos kokszfogyasztás pedig 680 kg/tonna.

Az agloérc kiváltása érdekében tárgyalások folytak kormányszinten, egy, a krivojrogi térségben telepítendő dúsítómű létrehozására. Az üzem a jelenlegi átlagosan 52,5—54% Fe tartalmú és 17—20% SiO_2-tartalmú agloércet 59,5%-os Fe-tartalmú ércre dúsítaná, legfeljebb 12%-os SiO_2 tartalom mellett.

A dúsítómű által szállított magas Fe tartalmú érc felhasználása a fajlagos kokszfogyasztás 545 kg/t értékre történő csökkenését eredményezné.

Csupán az agloérc dúsítása azonban nem oldja meg nagyolvasztóink elegyellátásának problémáját, ezért a Dunai Vasműben egy új korszerű zsugorítómű építését határozták el.

Az új zsugorítómű és az alapanyag javításának együttes hatása lehetővé tenné a tervekben szereplő 2900 et nyersvas termelését, azonban a beruházások belépésére legfeljebb a VI. ötéves terv utolsó évétől számíthatunk. Tekintettel arra, hogy konverteracélműi beruházásaink indításának évei 1980. és 1981. az acélművek nyersvassal történő ellátását egy átmeneti időszakra más forrásokból, illetve alapanyagokból célszerű biztosítani.

Az 1979. évi nyersvastermelési terv 2.360 et. Nagyolvasztóink térfogatbővítése, illetve korszerűsítése — a léghevítő park felújításával, illetve oxigénes intenzifikálás alkalmazásával és ezzel együtt a kokszhelyettesítő redukáló anyagok mennyiségének növelésével — lehetőséget nyújt a nyersvastermelés potenciális növelésére.

A DV zsugorítóművének beindulásáig a növekvő készletek ellenére sem tudunk megfelelő mennyiségű kohói betétet biztosítani, sőt a rendelkezésre álló elegy, a megfelelő minőség biztosítását sem teszi lehetővé.

Kohóinkban legyártható a 2,9 millió tonna nyersvas. Van szabad kapacitás, de azt megfelelő eleggyel kell kitölteni. A jelenlegi ércbetét mellett a többletet, 64—66%-os Fe-tartalmú érc, vagy pellett adagolásával kell biztosítani. A szabad kapacitás kitöltése 64—66%-os Fe-tartalmú érccel, illetve pellettel az átlagos kokszfogyasztás 600 kg/tonnára csökkenését eredményezné.

Ami ezen ércek beszerzésének gazdaságosságát illeti, a következők állapíthatók meg:

Jelenleg 300 et feletti a tőkés kokszbehozatalunk. Ezt a világpiaci áraknak megfelelően 120—140 dollár/tonnás áron szerezzük be, de az ár egyre növekvő tendenciát mutat.

Lehetne egy olyan megoldásról is szó, hogy a kb. 3,5 mtonna aglóércet osztályozzuk és ezzel kb. 10% 10 mm feletti darabos ércet leválasztanánk. Ezt az ércmennyiséget vagy külön tárolnánk vagy más célra értékesítenénk.

Ebben az esetben a zsugorítóműbe kerülő aglóérc bekerülési költsége kb. 10%-kal növekedne az osztályozási többletköltség mellett. Egy ilyen megoldás előnyei:

— javul az elegykihozatal kb. 1,5—2,0%-kal,
— javul a zsugorítmány minősége,
— növelhető a zsugorítmány termelés mennyisége,
— csökken a fajlagos salakmennyiség,
— növekszik a nyersvastermelés,
— csökken az érckészlet,
— csökken a fajlagos kokszfogyasztás 3—4%-kal.

Az osztályozás költségét és a magasabb ércárat bőven fedezi a fajlagos koksz felhasználásából származó gazdasági eredmény, nem is beszélve a többlet nyersvas termelés kihatásáról.

1 tonna nyersvas előállításához tehát 90 dollár értékű kokszfelhasználás tartozik. Ez önmagában is tetemes összeg, a betét és zsugorítás költségeit nem számolva. Amennyiben az európai piacon beszerezhető svéd ércet importálnánk, amelynek ára ab.svéd kikötő 15 dollár és legfeljebb 15—20 dollár/tonna a szállítás, 1 tonna nyersvas érc- és kokszköltsége összesen 112 dollárt tesz ki.

Ha a fajlagos kokszfogyasztás oldaláról vizsgáljuk meg a kérdést, a következő eredményre jutunk. Fajlagos kokszfogyasztásunk 80 kg/tonnával csökkenne, ez azt jelentené, hogy a fajlagos devizamegtakarítás fedezné az ércimport költségét. (10 dollár)tonna, koksz, 9 dollár(tonna érc).

Egy kirívó és távoli példát említve, de pontos adatokra támaszkodva megemlíteném, hogy a 64,87% Fe tartalmú, 3,91% $SiO_2+Al_2O_3$ szennyezőt tartalmazó ausztrál darabos érc 15,68 dollár/tonna alapár mellett, tajwani szállítással, kirakással együtt, a felhasználónál 18,68 dollárba került, ami 2,5 dollár/tonnát szállítási és 0,5 dollár/tonna egyéb költséget jelent.

A szükséges nyersvas volumen termelésének problematikáján túlmenően nem szabad megfeledkezni a nyersvassal szemben támasztott megnövekedő minőségi követelményekről sem. A jelenlegi ércbázis és az ezt feldolgozó zsugorítóműi kapacitás a kívánt minőség előállítását nem teszi lehetővé.

Cikkemben a teljesség igénye nélkül vázolni kívántam az oxigén-konverteres acélgyártáshoz szükséges nyersvas termelési és minőségi követelményeit. Felkívántam hívni a figyelmet a nyersvas egyes alkotóelemeinek optimális mennyiségére, valamint ezek biztosításához szükséges néhány feltételre.

Úgy érzem, hogy a vázolt problémák ismertek, amelyek megoldásában kohászati vállalatainkkal szorosan együttműködve szeretnénk kivenni részünket.

Oxigénben dúsított fúvószél hatása a nagyolvasztó teljesítményére

DR. FARKAS OTTÓ egy. tanár, a műszaki tudományok kandidátusa
TÓTH L. ATTILA tudományos munkatárs
VARGA ISTVÁN egy. tanársegéd
Nehézipari Műszaki Egyetem, Vaskohászattani Tanszék

DK: 669.162.224.4

A dolgozat az oxigénben dúsított fúvószél felhasználásának két szélső helyzetű technológiai lehetőségében jelentkező fizikai (fúvószél-, medencegáz-, földgáz-, koksz- és hőmennyiség, ill. elméleti égéshőmérséklet) változásokat, majd ezekre épülően a várható termelésnövekedést határozza meg, a fúvószél 21, 22, 23, 24 és 25%-os oxigénkoncentrációjára, ill. 1273, 1373 és 1473 K-es hőmérsékletére, valamint 1 m³ hozzáadott normál állapotú oxigénre vonatkozóan. Ezek alapján megjelöli a két szélső helyzetű technológiai lehetőség különböző arányú variációinak üzemi indítékait.

1. Bevezetés

A fúvószél oxigénben történő dúsítására vonatkozó első javaslatot 1912-ben *F. W. Lürmann* [1] fogalmazta meg. Az új módszerben rejlő lehetőségeket — részben technológiai nehézségek, de főleg az oxigén nagy ára miatt — több évtizeden át nem tudták hasznosítani. Csak az utóbbi évtizedben, mindenek előtt a szénhidrogénfelhasználás elterjedése révén vált és válik az oxigéndúsítás a nyersvasgyártás folyamatát intenzifikáló, egyre gyakoribb eljárássá, különösen az iparilag fejlett államokban. A Szovjetunióban például az 1975-ben gyártott nyersvasnak 75%-a származik oxigénben dúsított fúvószéllel dolgozó nagyolvasztókból.

J. M. Peftyiev és társai [2] a fúvószél 23—26%-ra, *G.A. Velevcov* és társai [3] a fúvószél 27—28%-ra, *G. Sironi* és társai [4] a fúvószél 30%-ra, *F. Nakatani* és társai [5] a fúvószél 31%-ra, *L. A. Bjalüj* és társai pedig a fúvószél 30,9—34,6%-ra [6], ill. 40%-ra [7] dúsított oxigéntartalmával elért üzemi eredményekről adnak számot. Az oxigéndúsítás mértéke azonban napjaink nagyolvasztóiban csak kivételes esetekben haladja meg a 28%-ot.

Hazai nagyolvasztóink még nem dolgoznak oxigénben dúsított fúvószéllel. Az oxigénes konverteres acélgyártás, és az oxigénnel intenzifikált SM-acélgyártás megvalósítását feltételező oxigéngyárak esetleges termelési többlete megadná a lehetőséget a fúvószél oxigéntartalmának fokozására és ezzel a nyersvastermelés arányos növelésére is.

2. Az oxigéndúsítás alapvető hatásai és határai

A fúvószél oxigénben történő dúsításakor — egyébként változatlan körülmények között — a fajlagos medence-gázmennyiség csökken, az elméleti égéshőmérséklet és ezzel a medence-gázhőmérséklet pedig nő. Ez a gázáram $W_g = \Delta Q_g / \Delta T_g$ kifejezéssel jellemzett hőkapacitásának csökkenését vonja maga után, ami végül is az elegy és a gázáram W_e/W_g aránya — kedvező esetben — 0,75—0,85-os értékének növekedését okozza, amelynek következtében romlik a hőátadás, különösen a nagyolvasztó felső részében. Ilyenkor az anyagoszlop előmelegítése a nagyolvasztó aknájának alsóbb zónájában fejeződik be, az indirekt redukció szempontjából kedvező tartalékmagasság rovására. Ebből következik, hogy az oxigéndúsítás lehetséges mértékének maximuma van, mely elméletileg ott jelentkezik, ahol a W_e/W_g arány eléri az 1-et, vagyis $W_e = W_g$. Ennek a kritikus határnak a túllépése esetén a gázáram és az elegy közötti hőcsere a nagyolvasztó alsó részébe összpontosul, az akna jelentősen lehűl, az indirekt redukció térbeli tartománya összezsugorodik, s így mind hőtechnikailag, mind kémiailag előkészítettlen anyagtömeg érkezik a nyugvóba, és a medencébe. Az ott fellépő hőhiány csak fokozott tüzelőanyag-fogyasztással pótolható.

A leírtakból következik, hogy a fúvószél oxigénkoncentrációjának kritikus értéke annál nagyobb lehet,

— minél nagyobb a medencére háruló metallurgiai folyamatok hőmérsékletigénye, az elegykihozatal, ill. az elegyelőkészítés mértéke (önjáró zsugorítmány), a forrószél nedvességtartalma és a szénhidrogének fajlagos mennyisége;
— minél kedvezőbb az anyagoszlop granulometriai összetétele, elrendeződése, ill. a gázárameloszlás;
— minél kisebb a forrószél hőmérséklete.

Az oxigéndúsítás kritikus mértékének növelését segítő technológiai feltételek közül — különösen meghatározott elegyviszonyok között dolgozó nagyolvasztókban — a szénhidrogének, s ezen belül pedig a földgáz felhasználása a leghatásosabb.

3. Az oxigéndúsítás technológiai lehetőségei

A nagyolvasztónak oxigénben dúsított fúvószéllel történő üzeme — adott fúvószélhőmérséklet és elegyviszonyok esetén — alapvetően az alábbi két szélső helyzetet képviselő technológiai módszer egyike, vagy azok különböző arányú variációja szerint valósítható meg:

— konstans elméleti égéshőmérséklet fenntartása, vagyis — egyébként változatlan körülmények között — a fajlagos szénhidrogén-mennyiség arányos növelése, a fajlagos kokszmennyiség egyenértékű, vagy valamelyest nagyobb mértékű csökkentése mellett;
— konstans fajlagos szénhidrogén-, ill. kokszmennyiség, vagyis — egyébként azonos feltételek között — az elméleti égéshőmérséklet és ezzel a medence-gázhőmérséklet arányos növekedése mellett, az oxigéndúsítás olyan mérté-

kéig, ahol a fajlagos medence-gázmennyiség még nem csökken a hőátadás szempontjából szükséges minimum alá;

— a növekvő elméleti égéshőmérséklet — a termelésnövelésre, a nyersvas minőségére és a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztásra vonatkozó mindenkori célkitűzések függvényében — meghatározott mértékű kompenzálásnak megfelelően beállított fajlagos szénhidrogén-mennyiség, ill. ennek növekedésével csökkenő fajlagos kokszmennyiség mellett.

4. Az oxigéndúsítás hatásainak meghatározása

4.1. A számítások alapösszefüggései

Azokat a számításokat, melyek eredményei alapján az oxigéndúsítás várható hatásai megítélhetők, a két szélső helyzetet képviselő technológiai módozatra végeztük el a fúvószél 21, 22, 23, 24 és 25%-os O_2—koncentrációjára, ill. 1273, 1373 és 1473 K-es hőmérsékletére vonatkozóan, az alábbi kiinduló állapotot meghatározó üzemi adatokra épülve:

fajlagos kokszmennyiség (k): 620 kg/Mg nyv.,
fajlagos földgázmennyiség (V_{nfg}): 75 m³/Mg nyv.,
fúvószél-hőmérséklet (T): 1273 K,
fúvószél vízgőztartalma (b_{lev}): 11,74 g+15 g hozzáadott=26,74 g/m³ normál állapotú levegő.
koksz karbontartalma 85,7%, amelynek a fúvósíkban parciálisan oxidálódó hányada 73%, elméleti égéshőmérséklet (számított): 2207 K.

A számításokhoz az alapvető anyag- és hőmérleg egyenleteket használtuk fel, melyeket a mindenkori célkitűzés szerint matematikai modellekben fejeztünk ki, majd számítógép segítségével oldottunk meg. Az egyes modellekben rögzített feltételek kielégítéséhez szükséges más paraméterérték-változások automatikusan megjelentek.

Az alapvető mennyiségek meghatározására az alábbi összefüggéseket használtuk:

a normál állapotú nedves levegő mennyisége:

$$V_{nlev}=\frac{V_{nO_2}}{\frac{O_{2lev}}{100}\left(1-\frac{b_{lev}}{100}\right)+\frac{1}{2}\,\frac{b_{lev}}{100}}\ \text{m}^3/\text{Mg nyv},$$

amelyben:

$$V_{nO_2}=(C_k+C_{fg})\,\frac{22{,}41}{2\cdot 12}\ \text{m}^3/\text{Mg nyv},$$

a normál állapotú medencegáz mennyisége:

$$V_{nmg}=V_{nlev}\left(1-\frac{O_{2lev}}{100}\right)+2V_{nfg}+$$
$$+(C_k+C_{fg})\,\frac{22{,}41}{12}\ \text{m}^3/\text{Mg nyv},$$

a medencegáz fizikai hőenergiája:

$$Q_{mg}=Q_{lev}+Q_k+Q_{C+0{,}5\,O_2=CO}-$$
$$-Q_{H_2O=H_2+0{,}5O_2}-Q_{CH_4=2H_2+C}\ \text{kJ/Mg nyv}.$$

amelyben:

$$Q_{lev}=V_{nlev}\cdot c_{lev}\cdot T_{lev}\ \text{kJ/Mg nyv}.$$
$$Q_k=C_k\cdot c_C\cdot T_C\ \text{kJ/Mg nyv}.$$
$$Q_{C+0{,}5\,O_2=CO}=\frac{C_k+C_{fg}}{12}\cdot 110\,598{,}5\ \text{kJ/Mg nyv}.$$
$$Q_{H_2O=H_2+0{,}5\,O_2}=$$
$$=V_{nlev}\cdot\frac{b_{lev}}{100}\cdot\frac{1}{22{,}41}\cdot 241\,988{,}24\ \text{kJ/Mg nyv}.$$
$$Q_{CH_4=2H_2+C}=V_{nfg}\cdot\frac{1}{22{,}41}\cdot 74\,897{,}66\ \text{kJ/Mg nyv}.$$

az elméleti égéshőmérséklet:

$$T_e=\frac{Q_{mg}}{V_{nmg}\cdot c_{mg}}\ \text{K}$$

A kifejezésekben:

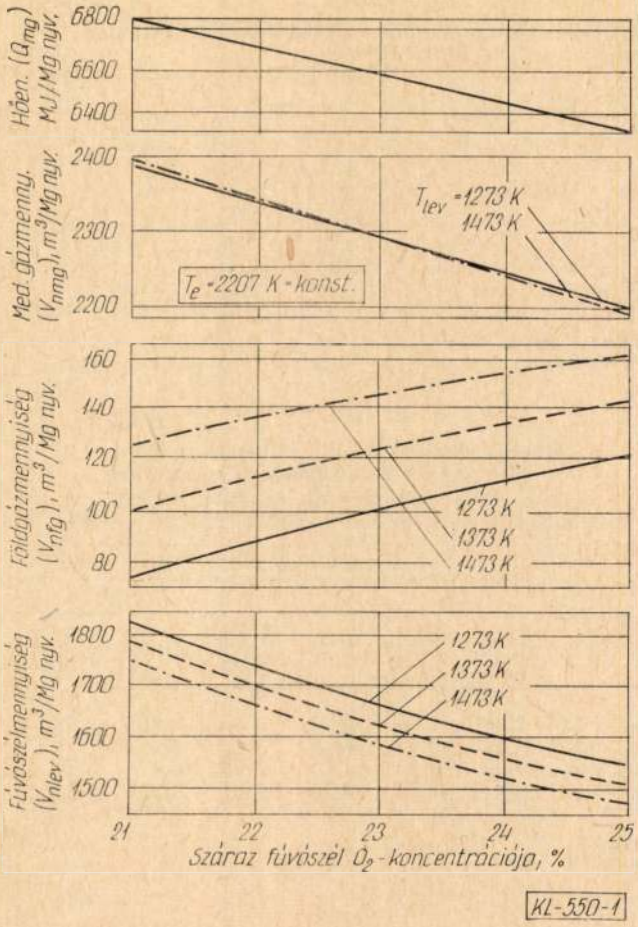
V_{nO_2} = a karbon parciális oxidációjához szükséges normálállapotú oxigénmennyiség, m³/Mg nyv.
$O_{2\,lev}$ = a száraz levegő oxigéntartalma, %,
b_{lev} = a nedves levegő vízgőztartalma, %,
k = kokszfogyasztás, kg/Mg nyv.,
C_k = a kokszból a fúvósíkban parciálisan oxidálódó karbonmennyiség, kg/Mg nyv.,
V_{nfg} = normál állapotú földgázmennyiség, m³/Mg nyv.,
C_{fg} = a földgázból származó karbonmennyiség, kg/Mg nyv.,
Q_{lev}, ill. Q_k és Q_{mg} = a levegőnek, ill. a koksz parciálisan oxidálódó karbontartalmának és a medencegáznak fizikai hőenergiája, kJ/Mg nyv.
c_{lev}, ill. c_C és c_{mg} = a levegő, ill. a parciálisan oxidálódó kokszkarbon és a normál állapotú medencegáz fajlagos hőkapacitása, kJ/m³ K, vagy kJ/kg K,
T_{lev}, ill. T_C = a levegő, ill. a parciálisan oxidálódó kokszkarbon hőmérséklete, K.

A képletekben szereplő fajlagos hőkapacitás értékeit a szóban forgó anyagok mindenkori összetételének függvényében számítottuk, az alkotókra vonatkozó értékek ismeretében.

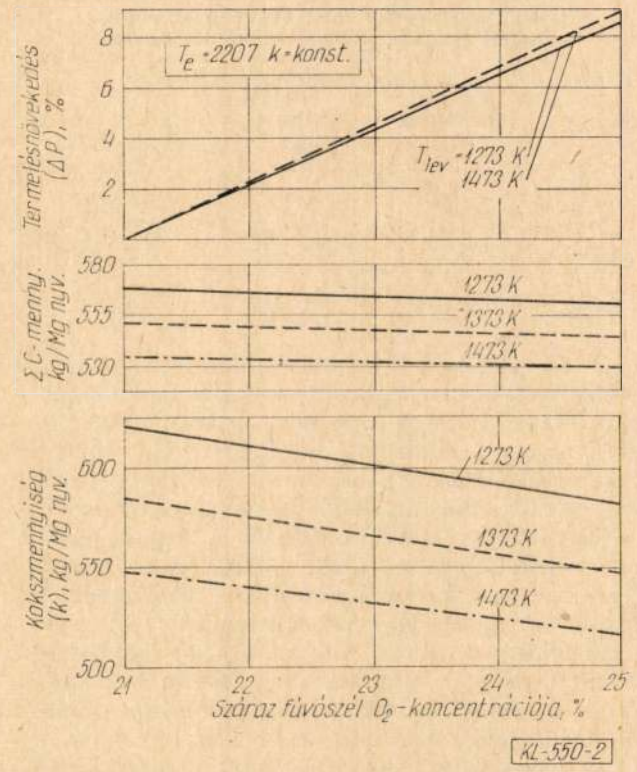
4.2. Az oxigéndúsítás hatásai konstans elméleti égéshőmérséklet esetén

4. 2. 1. A technológiai paraméterek változása

A konstans elméleti égéshőmérséklet fenntartása — egyébként változatlan feltételek között — a fajlagos földgázmennyiségnek, az oxigéndúsítás nagyságával arányos mértékű növekedését igényli, mely körülmény a medence hőtechnikai állapotát meghatározó valamennyi tényező értékét annak arányában megváltoztatja. A vonatkozó számítások eredményeit összefoglaló 1. ábrából látható, hogy a fajlagos fúvószélmennyiség jelentősen csökken az oxigéndúsítás hatására, s bár a fajlagos



1. ábra. Technológiai paraméterek változása oxigéndúsítás hatására, konstans elméleti égéshőmérséklet esetén



2. ábra. Oxigéndúsítás hatása üzemi eredményekre, konstans elméleti égéshőmérséklet esetén

földgázmennyiség számottevően növekszik, a keletkezett medencegáz fajlagos mennyisége és — a változatlan elméleti égéshőmérséklet következtében — fizikai hőenergiája is csökkenő tendenciát mutat. A medencegáz fizikai hőenergiájának kismértékű csökkenését kompencálja a relatíve megnövekvő CO-, és H_2-koncentrációjából fakadó nagyobb redukálóképessége, a megnövekvő gázkihasználás és a torokgáznak a kisebb N_2-koncentráció következtében csökkenő mennyisége, ill. fizikai hőenergiája.

Minthogy az oxigéndúsítás nem változtatja meg a fúvósíkban parciálisan oxidálódó fajlagos karbonszükségletet, a fajlagos földgázmennyiség növekedése a koksz mennyiségének csökkenését vonja maga után, amint azt a *2. ábra* mutatja. Mivel azonban a kokszból és a földgázból származó, parciálisan oxidálódó karbonmennyiségek arányainak az oxigéndúsítás függvényében történő csökkenése a fajlagos összes karbonmennyiség csekély mértékű csökkenését vonja maga után *(1. ábrát)*, a fajlagos koksz megtakarítás is valamivel nagyobb, mint amilyen a koksz/földgáz adott egyenértékűségéből következne. Nyilvánvaló, hogy a fajlagos összes karbonmennyiség ilyen mértékű csökkenése — a parciálisan oxidálódó fajlagos karbonmennyiség konstans volta esetén — a direkt redukcióban elhasznált karbonmennyiség csökkenését jelenti. Ezt, a gázáram előbb említett nagyobb redukáló munkája kompenzálja.

A tüzelőanyag-szükséglet változásainak %-os értékeit, a fúvószél oxigénkoncentrációjának és hőmérsékletének függvényében, az *1. táblázat* adja meg.

4. 2. 2. A termelésnövekedés mértéke

Az oxigéndúsítás termelésnövelő hatásának mértékét, a járatintenzitás egyidejű növekedésének lehetséges nagysága határozza meg. Ha abból indulunk ki, hogy a medencegáz kémiai és fizikai energiájának hasznosulási foka az oxigéndúsítás következtében nem csökkenhet, akkor nyilvánvaló, hogy a gáz áramlási sebessége sem növekedhet meg a nagyolvasztóban, vagyis az időegységben keletkezett medencegáz-mennyiségének változatlannak kell maradnia bármilyen mértékű oxigéndúsítás esetén is. Ez tehát azt jelenti, hogy a fúvószél oxigénkoncentrációjának növekedése, a fajlagos medence-gázmennyiség egyidejű csökkenésével arányos mértékű termelésnövekedést tesz lehetővé, konstans gázáramlási sebesség mellett. Az ilyen feltételek esetén várható termelésnövekedés (ΔP), %-os értékeit az oxigéndúsítás és a fúvószél-hőmérséklet függvényében meghatározva a *2. táblázat* mutatja be és a *2. ábra* is feltünteti.

Azt látjuk, hogy a száraz levegő minden 1% hozzáadott O_2-tartalma átlagosan 2,27%-os termelésnövekedést tesz lehetővé. Ez az érték az oxigéndúsítás fokozásával és a fúvószél-hőmérséklet csökkenésével valamelyest csökken.

Az oxigéndúsítás eredményességének és gazdaságosságának reális megítélését segíti, ha a fúvószél O_2-koncentrációjának nemcsak %-os,

1. táblázat

A fajlagos tüzelőanyagmenyiség változása a száraz levegő O_2-koncentrációja és a forrószélhőmérséklet függvényében, konstans elméleti égéshőmérséklet (2207) K) esetén

Száraz levegő O^2,%	Forrószélhőmérséklet, 1273			1373			1473		
	Δk,%	ΔV_{nfg},%	ΔC,%	Δk,%	ΔV_{nfg},%	ΔC,%	Δk,%	ΔV_{nfg},%	ΔC,%
21—22	−1,84	+17,84	−0,43	−1,75	+11,84	−0,43	−1,64	+8,39	−0,39
21—23	−3,56	+34,19	−0,91	−3,36	+22,73	−0,82	−3,14	+16,08	−0,74
21—24	−5,13	+48,56	−1,17	−4,83	+32,73	−1,18	−4,52	+23,17	−1,07
21—25	−6,55	+63,11	−1,65	−6,19	+41,96	−1,51	−5,80	+29,70	−1,37
Átlag 1% O_2-re	−1,64	+15,78	−0,41	−1,55	+10,49	−0,38	−1,45	+7,42	−0,34

hanem abszolút mennyiségére is ismerjük az elérhető eredményeket. Az 1 m³ hozzáadott normál állapotú oxigénmennyiségre vonatkozó termelésnövekedés (ΔP), a kokszfogyasztás-csökkenés (Δk) és földgázmennyiség-növekedés (ΔV_{NFG}), az előzőekben meghatározott adatok birtokában, a következő kifejezésekkel számítható:

$$\Delta P = \frac{1000}{0{,}25 V_{nlev_{25}}} \text{ kg nyv/m}^3\ O_2,$$

$$\Delta k = \frac{k_{21} - k_{25}}{0{,}21(V_{nlev_{21}} - V_{nlev_{25}})} \text{ kg koksz/m}^3\ O_2,$$

$$\Delta V_{nfg} = \frac{V_{nfg_{25}} - V_{nfg_{21}}}{0{,}21(V_{nlev_{21}} - V_{nlev_{25}})} \text{ m}^3/\text{m}^3\ O_2,$$

(Az indexekben szereplő számértékek, a fúvószél 21, ill. 25%-os O_2-koncentrációjára érvényes paraméterértékekre utalnak).

A száraz levegő 21—25%-os oxigénkoncentrációjára, ezek alapján meghatározott eredmények átlagértékeit a *3. táblázat* tartalmazza. Látható, hogy a konstans elméleti égéshőmérséklet fenntartásához 1 m³ hozzáadott normál állapotú oxigén 0,729 m³ (V_{NFG}) földgázt igényel. Termelésnövelő hatása kismértékben nő, kokszfogyasztás-csökkentő és földgázfogyasztás-növelő hatása pedig valamelyest csökken a fúvószél-hőmérséklet növekedésével.

2. táblázat

Termelésnövekedés (ΔP) változása a száraz levegő O_2-koncentrációjának függvényében különböző forrószél-hőmérséklet mellett, konstans elméleti égéshőmérséklet (2207 K) esetén

Száraz levegő O_2,%	Forrószélhőmérséklet, K: 1273		1373		1473	
	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$
21 → 22	2,28	2,28	2,34	2,34	2,38	2,38
21 → 23	4,49	2,24	4,58	2,29	4,68	2,34
21 → 24	6,60	2,20	6,73	2,24	6,87	2,29
21 → 25	8,61	2,15	8,79	2,20	8,98	2,24
ΔP%/%O_2 Átlag	—	2,22	—	2,27	—	2,31

3. táblázat

1 m³ hozzáadott normál állapotú oxigén hatása a nyersvastermelésre és a tüzelőanyagfogyasztásra a forrószélhőmérséklet függvényében konstans elméleti égéshőmérséklet (2207 K) esetén

Forró-szél hőm., K	1 m³ hozzáadott O_2 hatása: Nyersvas, kg	Koksz, kg	Földgáz, V_{nfg}, m³
1273	+2,60	−0,687	+0,801
1373	+2,65	−0,625	+0,730
1473	+2,71	−0,563	+0,658
Átlag	+2,653	−0,625/	+0,729

4.3. Az oxigéndúsítás hatásai konstans fajlagos földgázmennyiség esetén

4.3.1. A technológiai paraméterek változása

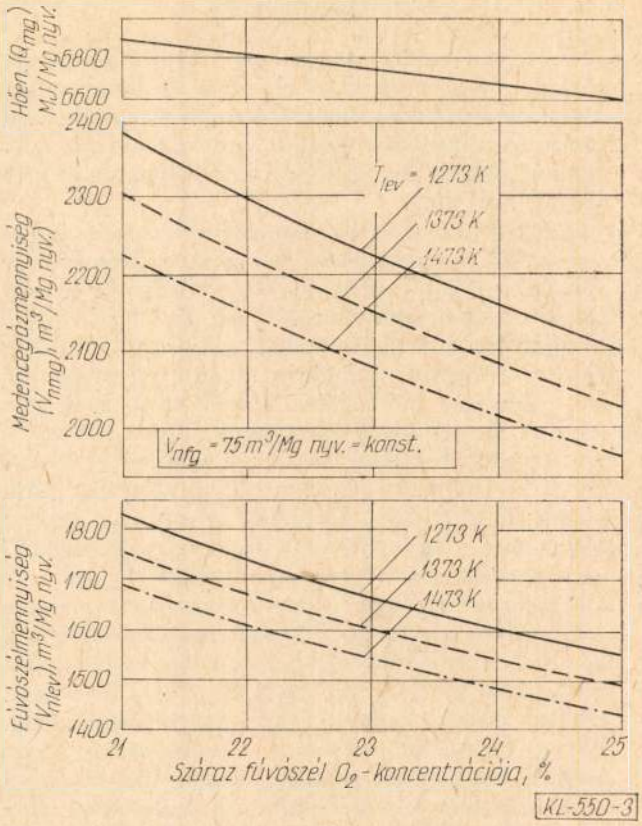
A változatlan fajlagos földgázmennyiség — és egyébként is konstans feltételek között — végrehajtott oxigéndúsítás az elméleti égéshőmérséklet elkerülhetetlen növekedését és ezzel a metallurgiailag és fizikailag melegebb nyersvas kialakulását vonja maga után. Az adott feltételek között elvégzett eziránnyú számítások eredményeit a *3.* és a *4. ábra* foglalja össze.

Látható, hogy a fúvószél és ennek arányában a medencegáz fajlagos mennyiségei az oxigén dúsítás fokozásával csökkennek.

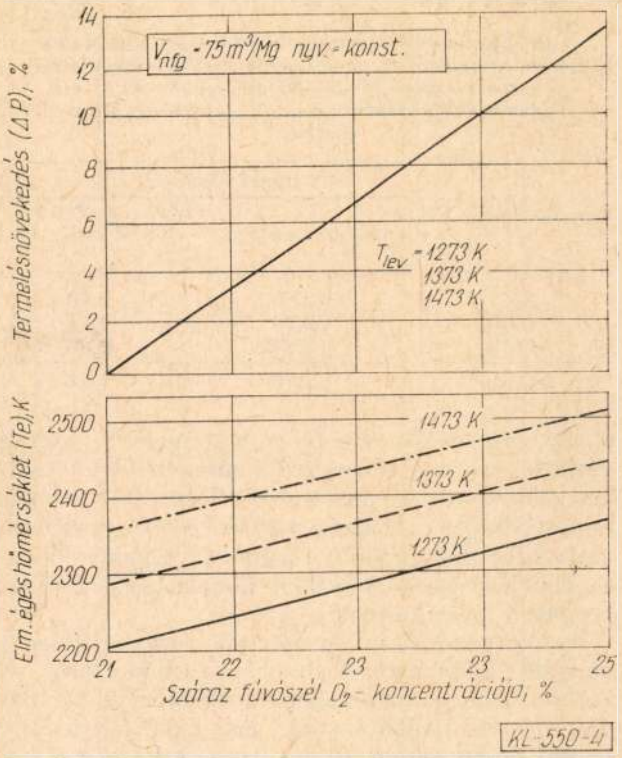
Ezzel párhuzamosan az elméleti égéshőmérséklet, s így a medencegáz hőmérséklete is nő. Minthogy a medencegáz csökkenésének üteme nagyobb, mint az elméleti égéshőmérséklet növekedéséé (40,34 K/% O_2), ezért a medencegáz fizikai hőenergiájának egységnyi nyersvasra vonatkoztatott értéke az oxigéndúsítás növekedésével valamelyest csökken. Ez a hőhiány, az előzőekben említett módon kompenzálódik ebben az esetben is.

Növekvő fúvószél-hőmérséklet az egyes paraméterértékek változásainak jellegét nem módosítja, de — a növekvő elméleti égéshőmérséklet kivételével — kisebb értékek jelennek meg.

Feltűnik a 3. ábrán, hogy a fajlagos medencegázmennyiség — eltérően az 1. ábrán látottaktól — itt jelentősen függ a fúvószél-hőmérséklettől. Ez a medencegáznak az elméleti égéshőmérséklet növekedése ellenére — adott oxigéndúsítás esetén — szükséges konstans fizikai hőenergiájának a következménye.



3. ábra. Technológiai paraméterek változása oxigén dúsítás hatására, konstans fajlagos földgázmennyiség esetén



4. ábra. Oxigéndúsítás hatása üzemi eredményekre, konstans fajlagos földgázmennyiség esetén

A fúvóformák előtt parciálisan oxidálódó karbonmennyiség adott fúvószél-hőmérsékletnél természetesen ebben az esetben is konstans.

Minthogy itt a fajlagos földgázmennyiség is változatlan, így ebben a szélső helyzetű technológiai módozatban sem a fajlagos összes karbonmennyiség, sem pedig a fajlagos kokszmennyiség nem változik az oxigéndúsítás függvényében.

4.3.2. *A termelésnövekedés mértéke*

Az oxigéndúsítás mértékének függvényében — egyébként azonos körülmények között — elérhető termelésnövekedést az előzőekben leírt elvnek megfelelően meghatározva, a *4. ábra* és a *4. táblázat* adja meg. Látható, hogy ebben a technológiai változatban a termelésnövekedés gyakorlatilag független a fúvószélhőmérséklettől (az előző esetben is csekély mértékű függőség mutatkozott) és az azonos mértékű oxigéndúsítás esetén átlagosan 53,07%-kal nagyobb, mint az előző technológiai módozatban.

Az oxigénfelhasználás hatékonyságának reálisabb megítélése érdekében célszerű az eredményeket 1 m³ hozzáadott normál álapotú oxigénmennyiségre is vonatkoztatni. A termelésnövekedés (ΔP) meghatározásának módja megegyezik az előzőekben bemutatott összefüggéssel, az elméleti égéshőmérséklet növekedése pedig a következő kifejezéssel számítható:

$$T_e = \frac{T_{e_{25}} - T_{e_{21}}}{0{,}21(V_{nlev_{25}} - V_{nlev_{21}})} \text{ K/m}^3\ O_2,$$

A száraz fúvószél 21—25%-os oxigénkoncentráció-változásakor jelentkező eredmények átlagértékeit az *5. táblázat* tartalmazza. Ha az ebben a technológiai változatban megjelenő átlagosan 2,7 kg/m³ O_2 és az előzőben mutatkozó átlagosan 2,65 kg/m³ O_2 termelésnövekedést összevetjük, csupán 1,77%-os előny jelentkezik a konstans fajlagos földgázmennyiség mellett végrehajtott oxigéndúsítás javára.

4.4. A termelésnövekedés értéktartományai és kapcsolatuk különböző üzemek eredményeivel

A fúvószél O_2-koncentrációjának függvényében konstans elméleti égéshőmérséklet vagy konstans fajlagos földgázmennyiség mellett elérhető termelésnövekedés között végül is az *5. ábrán* látható területtel meghatározott intervallum helyezkedik

4. táblázat

Termelésnövekedés (ΔP) változása a száraz levegő O_2-koncentrációjának függvényében különböző forrószélhőmérséklet mellett, konstans földgázmennyiség (V_{nfg} = 75 m³/Mg nyv,) esetén

Száraz levegő O_2, %	Forrószélhőmétséklet K					
	1273		1373		1473	
	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$	ΔP,%	$\frac{\Delta P,\%}{\%\ O_2}$
21 – 22	3,47	3,47	3,47	3,47	3,46	3,46
21 – 23	6,88	3,44	6,86	3,43	6,84	3,42
21 – 24	10,20	3,40	10,18	3,39	10,16	3,39
21 – 25	13,47	3,37	13,44	3,36	13,40	3,35
ΔP%/% O_2 Átlag	–	3,42	–	3,41	–	3,40

5. táblázat

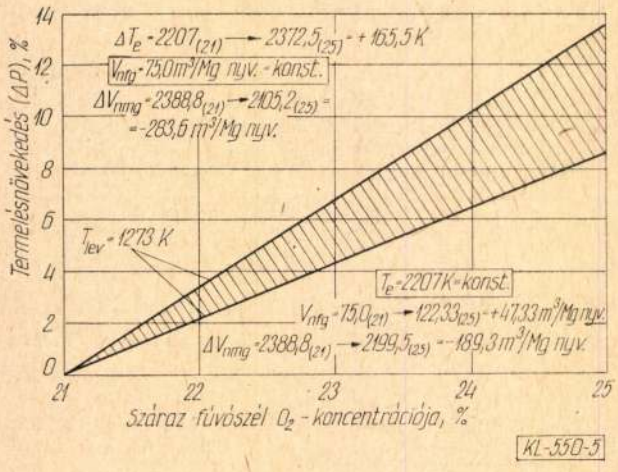
1 m³ hozzáadott normál állapotú oxigén hatása a nyersvastermelésre és az elméleti égéshőmérsékletre a forrószélhőmérséklet függvényében konstans fajlagos földgázmennyiség (V_{nfg} = 75 m³/Mg nyv.) esetén

Forrószélhőm., K	1m³ hozzáadott O_2 hatása	
	Nyersvas, kg	Elm. égéshőmérséklet ΔT,K
1273	+2,60	+2,80
1373	+2,70	+2,84
1473	+2,80	+2,88
Átlag	+2,70	+2,84

el. Ez az a terület, amelyben a termelésnövekedés várható értéke elhelyezkedik minden olyan esetben, amikor a termelésnövekedésre, a nyersvas minőségére és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztásra vonatkozó mindenkori elvárások függvényében, az elméleti égéshőmérséklet növekedésének kompenzálási mértéke csak részleges.

Az oxigéndúsítás gyakorlati megvalósítására szolgáló különböző technológiai módozatok és azokon belül pl. az elméleti égéshőmérséklet szükség szerinti beállításának más-más lehetőségei — különösen a nem azonos üzemi adottságok (pl. nagytoroknyomás) között dolgozó nagyolvasztókban — a termelésnövekedés mértékében is eltérő eredményekhez vezethetnek. Ennek megfelelően a különböző szakirodalmi közlemények szerint a fúvószél oxigénkoncentrációjának 1%-os növekedése konstans elméleti égéshőmérséklet esetén 0,9—4,0%-os [3], [4], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], esetünkben 2,66%-os konstans fajlagos szénhidrogén- és vízgőzmennyiség esetén pedig 2,4—3,5%-os [8], [9], [11], [13] esetünkben 3,41%-os) termelésnövekedést von maga után.

Ebből következik, hogy a szakirodalmi közlemények csak tájékoztató jelleggel alkalmasak az oxigéndúsítás, más nagyolvasztóműben várható hatásának felbecsülésére és nem helyettesítik a vizsgálat tárgyát képező nagyolvasztó üzemi adottságainak szem előtt tartásával végzett elemző munkát.



5. ábra. Termelésnövekedés lehetséges tartományai oxigéndúsításkor

5. Összefoglalás

A nagyolvasztók oxigénben dúsított fúvószéllel történő üzeme, vagy az elméleti égéshőmérséklet konstans értékének biztosítása, vagy annak kompenzálás nélküli növekedése, vagy a két szélső helyzetű lehetőség megfelelő arányú variációja mellett valósítható meg.

Az első technológiai lehetőség feltételezi a nyersvas előírt összetételének és csapolási hőmérsékletének megfelelő optimális elméleti égéshőmérséklet kísérleti meghatározását, ill. az üzemi adatok alapján történő kiszámítását, majd annak állandó értéken tartását mindaddig, amíg a nyersvasminőség szükséges módosítása annak változását nem igényli. Ez — adott feltételeink között, 21—25% O_2-tartalmú fúvószél esetén — a fajlagos, normál állapotú szénhidrogén-mennyiség erőteljes (átlagosan 11,23%/%O_2, ill. 0,729 m³/m³ O_2) növelését igényli. Ugyanakkor a fajlagos kokszmennyiség számottevő (átlagosan 1,545%/% O_2, ill. 0,625 kg/m³ O_2) és a fajlagos C-mennyiség kismértékű (átlagosan 0,38%/% O_2) csökkenése jelentkezik. A termelésnövekedés ebben az esetben átlagosan 2,66%/% O_2, ill. 2,653 kg/m³ O_2, az oxigéndúsítás növekedésével csekély mértékben csökkenő, a fúvószélhőmérséklet növekedésével pedig csekély mértékben növekvő tendenciát mutatva.

A második technológiai mód tudomásul veszi az elméleti égéshőmérséklet számottevő (átlagosan 40,34 K/% O_2, ill. 2,84 K/m³ O_2) növekedését és az ezzel járó nyersvasminőség-változást, a nagyobb mértékű termelésnövekedés (átlagosan 3,41%/% O_2, ill. 2,7 kg/m³ O_2) érdekében, de változatlan fajlagos C-mennyiség, ill. szénhidrogén- és kokszmennyiség, mellett. A termelésnövekedés mértéke az oxigéndúsítás növekedésével csekély mértékű csökkenést, a fúvószélhőmérséklet növekedésével pedig állandóságot mutat.

A harmadik technológiai lehetőség az első és második módozat legkülönbözőbb arányú variációit tartalmazhatja, az elméleti égéshőmérsékletre, ezzel a nyersvasminőségre, továbbá a termelésnövekedésre és a fajlagos szénhidrogén-, ill. kokszmennyiségre vonatkozó mindenkori elvárások függvényében, a két módozatban elérhető eredmények között elhelyezkedő határértékekkel. A nyersvastermelésben, vagy a nyersvasminőségben esetenként jelentkező, változó igények kielégítése és stabilizálódása azonban ismét vissza kell hogy vezessen az oxigéndúsítás azon technológiai módozatához, amelyben a termelésnövekedés konstans elméleti égéshőmérséklet, vagyis állandó nyersvasminőség mellett biztosított.

IRODALOM

[1] *Lürmann F. W.:* Vorteile, Nachteite und Kosten der Zumischung von Sauerstoff zum Geblasewinde der Hochöfen. Stahl und Eisen 1912, 15., p. 609—611.

[2] *Peftyiev, J. M.* és társai: Nyersvasgyártás olaj és földgáz felhasználásával a Zsdanovi Kohászati Kombinátban. Sztal 1978, 2., p. 107—113.

[3] *Velevcov, G. A.* és társai: Nagyolvasztó munkája 27—28% oxigéntartalmú fúvószéllel. Sztal 1970, 12., p. 1070—1073.

[4] *Sironi, G.* és társai: Investigations on effects of natural gas and oxygen in the blast furnace p205. Proceedings of ICSTIS 1970. Tokyo. p. 201—rocess.
[5] *Nakatani, F.* és társai: Oxygen Enrichment in Blast Furnaces et Wakayams Steel Works. Proceedings ICSTIS 1971. Tokyo p. 192—197.
[6] *Bjalüj, L. A.* és társai: A Cserepoveci Kohászati Üzem nagyolvasztójának munkája különböző paraméterű kombinált fúvószél alkalmazásakor. Sztál 1978., 9., p.782—787.
[7] *Bjalüj, L. A.* és társai: Kísérleti olvasztás kombinált fúvószél felhasználására, kis kokszmennyiséggel. Sztal 1978, 3., p. 206—209.
[8] *Henkel, S. Haverkamp, H. D.:* Technik und Auswirkungen des Einblasens von Sauerstoff in den Hochofen I—II. Teil. Stahl und Eisen 1970. 7.sz. p. 321—331.
[9] *Guszekov, P. Č. Sur, A. B.:* Az oxigén alkalmazásának néhány kérdése a nyersvasgyártásban. Sztal 1968, 8., p. 679—683.
[10] *Beer, H.:* Intenzifikace vyroby Suroveho zeleza kyslikem. Hutnik (Praha) 1976. 4.sz. p. 127—129.
[11] *Čechura, P.:* Intensifikace vysokopeeniko pochodu kyslikem. Huntik (Praha) 1976. 8.sz. p. 287—290.
[12] *Ülakovics, V. A.* és társai: A fúvószél oxigénnel való dúsításának hatékonysága acélnyersvas gyártásánál. Sztal 1978. 8., p. 697—700.
[13] *Szlepcov, Zs. J.* és társai: Nyersvasgyártás 2000 m³-es nagyolvasztóban oxigénnel dúsított fúvószéllel. Sztal 1971, 5., p. 393—396.

Az elegyviszonyok hatása a nyersvas minőségére

DR. CSUTOR TIVADAR okl. kohómérnök, egy. adjunktus
Nehézipari Műszaki Egyetem, Vaskohászattani Tanszék

DK: 669.162.1

A tanulmány a gazdaságos nyersvasgyártással szemben támasztott követelmények közül az elegyalkotók kémiai összetételének egyenletességét, az elegy Fe tartalmának növelését és granulometriai összetételét tárgyalja. Rávilágít, hogy ezen legfontosabb tényezők javítására hazai nagyolvasztóinknál a jövőben fokozottabban kell törekedni.

A hazai acélmetallurgia fejlesztése, az LD-acélgyártás bevezetése megnövekedett igényeket támaszt a nyersvas kémiai és fizikai tulajdonságainak állandóságával szemben. A nyersvas összetételének ingadozása — a kohó járat egyenlőtlenségein túl — jelentős hatással van a konverter munkájára, elsősorban is az adagidőre, valamint a kihozatalra.

A nyersvas minőségével szemben támasztott követelmények teljesítése nagyobb feladat elé állítja mind az ércelőkészítő műveket, mind a nagyolvasztó műveket egyaránt.

A nyersvasgyártás elegyét képező anyagok, nyersérc, zsugorítmány, esetleg pellet, valamint a hozaganyagok fizikai és kémiai tulajdonságának döntő jelentősége van a nagyolvasztó termelőképességére, a fajlagos kokszfogyasztásra, az egyenletes összetételű nyersvas előállítására és végső soron a gyártás gazdaságosságára.

Egy adott nagyolvasztó gazdaságos munkájához és az előállítandó nyersvas egyenletességéhez az alábbi alapvető feltételek biztosítása szükséges:

1. egyenletes fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező betétanyagok előállítása, ill. felhasználása,
2. az egyenletes kohójárat biztosítása, irányitása.

Az első pontban sorolt betétanyagok közül előadásomban kizárólag az érces elegy fizikai és kémiai tulajdonságainak hatásával kívánok részletesebben foglalkozni.

Minthogy a hazai nagyolvasztóink érces elegyében a zsugorítmány részesedése 92—98% között változik, ebből egyértelműen következik, hogy az előállított nyersvas összetételét, egyenletességét alapvetően a zsugorítmány fizikai kémiai tulajdonságai határozzák meg. Fentiek miatt lényeges szempont, hogy a nyersvasgyártáshoz kerülő zsugorítmány összetétele ne ingadozzon, mivel ennek változása kedvezőtlenül hat a nyersvas minőségét alapvetően meghatározó Si- és S-tartalomra egyaránt. Irodalmi adatok alapján [1] a zsugorítmány CaO-tartalmának 0,5%-os ingadozása a nyersvas kéntartalmát 0,008%-al változtatja meg.

Ha ezen kívül figyelembe vesszük, hogy a zsugorítmány összetételének egyenlő vagy egyenlőtlen volta a nagyolvasztó járatát is erősen befolyásolja, ami végső eredményként kihat a nyersvas minőségére, egyértelműé válik az a követelmény, ami a zsugorítmány kémiai összetételének egyenletességére vonatkozik.

A zsugorítmány összetételének egyenletességén túl, annak fizikai tulajdonságai — szemnagyság, szilárdság, redukciás szilárdság, lágyulási-olvadási hőmérséklet, szétesésre való hajlam — jelentősen befolyásolják a nagyolvasztó járatát és ezen keresztül a nyersvas minőségét, egyenletességét, ami végső soron a nagyolvasztó gazdasági és műszaki mutatóira is kihat. Üzemi adatok alapján a zsugorítmány Fe-tartalmának 1%-os ingadozása a fajlagos kokszfogyasztásban ±20 kg/t. nyersvas változást okoz.

Ahhoz, hogy a zsugorítmány kémiai összetételének egyenletességét biztosítani lehessen, egyaránt az szükséges, hogy a zsugorítmány-gyártáshoz felhasznált alapanyagok kémiai összetétele és fizikai állapota egyenletes legyen, másrészt a különböző minőségű ércek homogenizálása (átlagosítás, keverés, osztályozás) kellő hatásfokú legyen.

Szakirodalmi adatok alapján az Fe és az SiO_2-tartalom ingadozásában ±0,2% a megengedett érték.

Hazai zsugorítóműveink rendelkezésére álló ércféleségek összetételükben és fizikai állapotuk-

ban is igen különbözőek, így ezek kellő hatásfokú, homogenizálása csak nagy nehézségek árán valósítható meg.

Hazai adottságainkat figyelembe véve, a menynyiségi és minőségi nyersvasgyártás igényeit kielégítő konstans összetételű zsugorítmány előállításához elengedhetetlenül szükséges

— a zsugorításra kerülő különböző ércek 10 mm alá való törése, ill. osztályozása,
— Fe-ben dúsabb ércek felhasználása,
— az átlagosítás hatásfokának növelése,
— a kész zsugorítmány hidegtörése és osztályozása

Az utóbbi évtizedben a nagyolvasztók termelésüket elsősorban a dúsabb ércek (zsugorítmányok, pelletek) kohósításával fokozták. Szovjet irodalmi adatok alapján minden %-os elegykihozatal növekedés a nyersvastermelést 2,5—3,0%-al növeli. Ma a világon — hazai nagyolvasztóinkat kivéve — nem dolgozik kohó 50%-nál kisebb elegykihozatallal, de nem ritka azoknak a nagyolvasztóknak a száma, amelyek 58—62%-os elegykihozatallal üzemelnek.

Az elegykihozatal növelése természetesen nemcsak a termelésre van pozitív hatással, hanem szoros összefüggésben van a fajlagos kokszfogy asztással, hozaganyag felhasználással és salakmenynyiséggel.

Szabad legyen ezzel kapcsolatosan — ez előbbiekre utalva — néhány számadatot ismertetni hazai nagyolvasztóink elmúlt féléves adatairól *(1 táblázat)*.

Mindezek az adatok egyértelműen azt bizonyítják, hogy a nyersvastermelés fokozásán túl, ha eredményeket akarunk elérni a fajlagos mutatók javulásában is, feltétlenül javítani kell az elegykihozatalon, ami az elegy vastartalmának növelését teszi szükségessé. Jelenleg a Dunai Vasmű zsugorítóművében előállított zsugorítmány Fe-tartalma 49,62%, míg a BÉM zsugorítmányé 45,68% (1979. I. féléi átlag). Az elegykihozatal növelésével a fajlagos kokszfogyasztás is tovább csökkenthető.

1. táblázat

Hazai nagyolvasztóműveink legfontosabb műszaki mutatói (1979. I. félév)

Fontosabb műszaki mutatók	ÜZEM		
	LKM	OKÜ	DV
Zsugorítmány részesedés az elegyben, %	92,1	98	96,7
Fajlagos kokszfogyasztás, (száraz) kg/Mg nyv.	665,5	661,0	633,0
Elegykihozatal, % (szállóporral)	45,28	41,8	46,99
Fajlagos hozaganyag kg/Mg nyv.	207,1	223	127
Salakbázikusság,	1,15	1,23	1,10
Olajfelhasználás, kg/Mg nyv	–	–	53,4
Földgázfelhasználás, m^3/Mg nyv.	54,8	71,0	–
Forrószélhőmérséklet, K	1148	1172	1211
Járatintenzitás, Mg koksz/m^3 üz.n.	0,87	0,84	0,83

Irodalmi adatok alapján korszerű japán nagyolvasztónál, ahol az elegykihozatal 62,4%, a fajlagos kokszfogyasztás 497 kg, a fajlagos salakmenynyiség pedig 313 kg. [2].

Természetesen a zsugorítmány Fe-tartalmának kizárólagos figyelembevétele nem elegendő a zsugorítmány jóságának meghatározásában. A zsugorítmányban lévő bázikus, ill. savas alkotók aránya — annak érdekében, hogy a nagyolvasztóban kialakuló salak metallurgiai feladatát el tudja látni — megfelelő értéken kell hogy rendelkezésre álljon. Ennek beállításával adott esetben nő, vagy csökken a nagyolvasztóban a hozaganyag felhasználás.

A nagyolvasztó egyenletes járatát, az előállított nyersvas összetételének egyenletességét az elegy kémiai összetételén túl annak fizikai tulajdonságai is jelentősen befolyásolják. A zsugorítmány redukálhatósága, szilárdsága, recukciós szilárdsága, porozitása és nem utolsósorban granulometriai összetétele azok a legfontosabb fizikai tulajdonságok, melyek a zsugorítmány metallurgiai megítélésében fontos szerepet játszanak.

A felsoroltak közül a nagyolvasztóba adagolt elegy szemnagyságának granulometriai összetételének jelentőségével kívánok részletesebben foglalkozni.

Fizikailag akkor kedvező a nagyolvasztóba adagolt elegy, ha a szemnagysága olyan, hogy az olvasztó aknájában való tartózkodási idő alatt egyenletesen átmelegszik és nem haladja meg az ún. kritikus szemnagyságot [4].

A zsugorítmány szemnagysága elsősorban a gáz egyenletes áramlárásra — ezen keresztül az indirekt redukciós munkára — és az anyagoszlopnak ezzel szemben kifejtett ellenállására van jelentős hatással.

A kritikus szemnagyság betartásának — a redukció szempontjából — azért van fontos jelentősége, mert a vasoxidok indirekt redukciója során

$$Fe_xO_y + CO = Fe_xO_{y-1} + CO_2$$

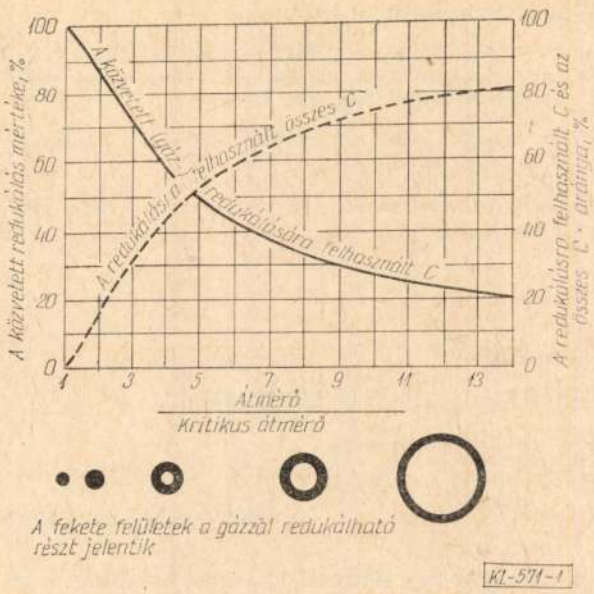
keletkező CO_2 1173 K-nál nagyobb hőmérsékleten

$$CO_2 + C = 2\ CO$$

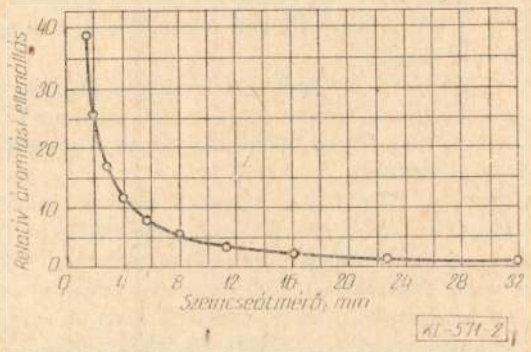
folyamat szerint redukálódna, ami maga is hőfogyasztó és ezen túlmenően külön karbont is fogyaszt, növelve ezzel a fajlagos kokszfogyasztást.

Az *1. ábra* az érc szemnagysága és a redukálhatósága közötti összefüggést mutatja [5]. Látható, hogy minél nagyobb az ércszemcse átmérője a kritikus átmérőhöz viszonyítva, annál kisebb az indirekt redukció mértéke, és annál nagyobb a redukcióhoz felhasznált összes karbonmennyiség.

A nagyolvasztóban végbemenő redukciós folyamatok közül a gázredukciót a diffuzió határozza meg, ebből következően az érintkező felületek (gáz—érc) nagysága kedvezően hat a redukciós folyamat gyorsabb lejátszódására, ami azt jelentené, hogy a nagyobb felülettel rendelkező poros érc kedvezőbb lenne a gázredukció számára Ez a nagyolvasztóban nem lehetséges, mivel az érc szemnagyságának csökkenése lerontja az anyagoszlop gázáteresztő képességét, és megnöveli a fel-



1. ábra Összefüggés az érc szemnagysága és redukálhatósága között (4)



2. ábra Relatív áramlási ellenállás változása a szemnagyság függvényében (4)

felé áramló gázzal szembeni ellenállást, ezek együttes hatásaként csökken a gáz metallurgiai munkája.

A gázzal szembeni ellenállás a szemcseátmérő 1,2-ik hatványával fordítottan arányos. A *2. ábra* azt mutatja, hogy a szemcseátmérő függvényében hogyan változik a nagyolvasztóban a relatív áramlási ellenállás. Látható, hogy a 5 mm-nél kisebb szemcseátmérő esetén a relatív áramlási ellenállás rohamosan növekszik. Ezért elengedhetetlen követelmény, hogy a nagyolvasztóba adagolt zsugorítmány 5 mm-nél kisebb szemnagyságú részt ne tartalmazzon. Ha tehát a zsugorítmányból a 5 mm-nél kisebb szemcséket — a kohóba adagolás előtt — kirostálják, jelentősen csökken a szállópormennyiség, javul az anyagoszlop gázáteresztőképessége, melynek következtében növekszik az indirekt redukció, egyenletesebb kohójárat jön létre, ami végsősoron az egyenletes összetételű nyersvas előállításának teremti meg a kedvező feltételeit.

A nagyolvasztóban felfelé áramló gázzal szembeni elenállás fő jellemzője az üregszázalék, ami nem más, mint az egyes szemcsék között keletkező üregek térfogatának az összes anyag térfogatához való viszonya. Ez az érték abban az esetben a legnagyobb, ha minden szemcseátmérő egyforma. Ez egyben azt is jelenti, hogy az egyenlő átmérőjű szemcsék között a gázzal kitölthető rész térfogata mindig egyenlő bármilyen nagyságú is a szemcse átmérője.

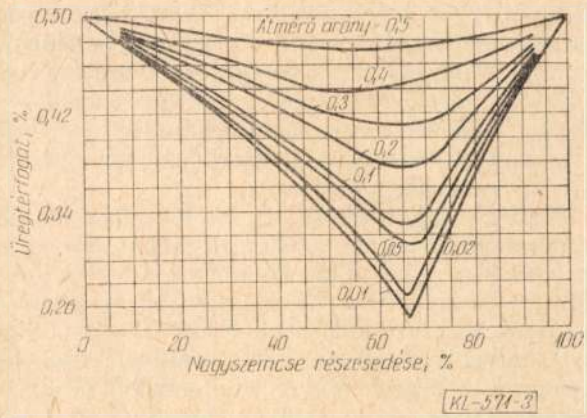
Ha viszont két különböző szemnagyságú anyag keveredik egymással, az üregszázalék csökken. Ha kis- és nagyszemcsék átmérőjének viszonya nagy, pl. 1:5, a legkisebb üregtérfogat (25%) 67% nagyszemcse részesedésénél jelentkezik. Minél kisebb ez a viszony, pl. 1:2, ebben az esetben a gáz rendelkezésére álló térfogat és ezzel összefüggésben az üregszázalék, alig változik. Ezt az összefüggést szemlélteti a *3. ábra*. Mindezek egyértelműen bizonyítják, hogy a poros, 5 mm-nél kisebb szemcsefrakció kivétele az elegyből jelentősen javítja az üregszázalékot, aminek következtében egyenletesebb járat alakul ki és ezáltal az egyenletesebb összetételű nyersvas előállítását szolgálja.

A világ kohóműveinél a törekvés arra irányul, hogy a kohóba kerülő elegy egyáltalán ne tartalmazzon poros anyagot és hogy egy adagon belül is az elegy szemnagysága szűk határok között változzon.

Az előzőek megvalósítása érdekében a nagyolvasztóba történő adagolás előtt az ércet vagy zsugorítmányt minden esetben portalanítják (5 mm-es kisebb részt leválasztják), majd a megmaradt részt 2—3 frakcióra osztályozzák. Ezek a frakciók külön-külön adagolva kerülnek a nagyolvasztóba.

Az elegyalkotókkal szemben támasztott fokozottabb követelmények közül — a teljesség igénye nélkül — a két legfontosabbra igyekeztem előadásomban a figyelmet fordítani. Úgy érzem, hogy az egyenletes összetételű és minőségű nyersvas előállításához az elegy kémiai összetételének egyenletessége, vaskoncentrációjának növelése, fizikai tulajdonságai közül granulometriai összetétele azok a legfontosabb tényezők, amelyek javításában hazai üzemeinkben is rövid időn belül tenni kell.

Az elegy vastartalmának növelése — akár a zsugorítmány vaskoncentrációjának növelésével, akár pelletek felhasználásával — elengedhetetlen mind a mennyiségi, mind a minőségi nyersvasgyártás szempontjából. Ugyanakkor az egyre növekvő kohókoksz ára is sürgetően veti fel az elegykihozatal mielőbbi javítását.



3. ábra Összefüggés az üregtérfogat és a szemnagyság között (4)

Hazai zsugorítmányaink nagyolvasztóba történő adagolás előtti törése és rostálása, ill. esetleges osztályozása, mindenképpen a közeljövő megoldandó feladata kell, hogy legyen.

IRODALOM

[1] *Marczis László:* A zsugorítmány gyártástechnológiájának fejlesztési lehetőségei. BKL—Kohászat 197 3—4, p. 111—115.

[2] Stahleisen Kalender 1973.

[3] A nyersvasösszetétel állandóságának feltételei és azok kielégítésének lehetőségei. Tanulmány. NME Vaskohászattani Tanszék, 1978.

[4] *Dr. Farkas Ottó:* Nyersvasgyártás I. Tankönyvkiadó, Bp. 1966.

[5] Vaskoh.Enciklopédia IV. Akadémiai Kiadó 1956. 260.old.

Nagyolvasztók elegyszámítása számítógéppel

DR. GÁRDONYI SÁNDOR okl. kohómérnök, okl. matematikus
TAGÁNYI ZSOLT okl. gépészmérnök
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés

DK: 669.162.262.5:681.3

A tanulmány a nagyolvasztók elegyszámításának történelmi fejlődése után az elegyszámítás egyszerűbbé és áttekinthetőbbé tételére javasolja a matrix-algebra törvényeinek felhasználását. A továbbiakban a fajlagos kokszfogyasztás hőmérleg alapján, számítógéppel történő kiszámításának lehetőségeit tárgyalja.

Kohóelegyet számítani *M.A.Pavlov* szerint annyit jelent, mint meghatározni az érc, a salakképző és a tüzelőanyag mennyiségének azt az arányát, amely lehetővé teszi, hogy a nagyolvasztóban a gyártandó nyersvasnak megfelelő mennyiségű és minőségű salak képződjön.

A kohóelegy összeállítása több száz éven keresztül tapasztalat alapján történt. Valószínű, hogy egy-egy jól bevált recept komoly értéket képviselt és generációról-generációra öröklődött.

A legelső, tudományos igényű elegyszámítás kidolgozása *Mrázek* nevéhez fűződik, aki azt 1867-ben a leobeni Bányászati és Kohászati Főiskola évkönyvében publikálta.

Mai szemmel a Mrázek-féle elegyszámítás bonyolult és jelenleg sehol sem használják.

A következő számítási módszert 1892-ben *V. Platz* ismertette. [1] Elegyszámítása azon az elgondoláson alapul, hogy a nagyolvasztóban a bázisok és savak arányszámának, a salak bázikusságának adott értékűnek kell lennie. Ha a bázikusság ismert, akkor az érc és a salakképző összetételének a birtokában az érc bázishiánya, illetve a salakképző bázisfeleslege egyszerűen kiszámítható és ezek a számok az adagolandó salakképző mennyiségét egyértelműen meghatározzák.

Platz a salakot alkotó vegyületek közül az alumíniumoxidot savas jellegűnek vette. Ez téves megállapítás volt, ellentmondott a későbbi kisérleti eredményeknek. Ennek elenére módszere a koksszal dolgozó kohóknál széles körben elterjedt, mivel gyorsabban és biztosabban vezet célhoz mint a Mrázek féle stöchiometrikus elegyszámítás.

1901-ben *L.Blum* a Platz-féle elegyszámítást megváltoztatta. [2] Azt ajánlotta, hogy a salak bázikusságát úgy definiáljuk, mint az abban található kovasav és bázisok összegének hányadosát. A bázikusság számításánál az alumíniumoxid sem savnak, sem bázisnak nem minősül és ezért egyszerűen elhagyható. Az elegyszámítás lefolytatása most is a bázishiány illetve bázisfelesleg megállapításával történik.

M.A.Pavlov az eljárás eredetiségét vitatja. Arról tanúskodik, hogy ezt a módszert az orosz kohászok már jóval Blum tanulmányának megjelenése előtt alkalmazták.

A Platz és Blum által ajánlott elegyszámítást a későbbiekben módosították. A módosítás abban áll, hogy a salakképző mennyiségének meghatározását nem a salakban lévő savas és bázikus alkotók aránya, hanem ezek összege alapján végzik.

Az elegyszámítások között nagyfontosságú M.A. Pavlov eljárása, melyet a szerző racionális elegy számításának keresztelt el.

A racionális elegyszámításnál először megadjuk az egységnyi tüzelőanyaggal előállítható nyersvas és salak mennyiségét, ezenkívül a nyersvas és a salak kémiai összetételét. A számítás az elegykomponensek száma szerint alakul.

Tegyük fel, hogy az elegykomponensek száma: 7 (6 fajta érc és mészkő). Az elegykomponensek kémiai összetétele ismert.

Most 7 mérleget írunk fel. Ezek pl. a vas-, a mangán-, a sziliciumdioxid-, az alumíniumoxid-, a kalciumoxid-, a mangán (II) oxid és a magnéziumoxid mérleg.

A vasmérleg azt fejezi ki, hogy az elegy vastartalma — ha a veszteségektől eltekintünk — egyenlő a nyersvas és a salak vastartalmának összegével. A többi mérleg hasonlóképpen interpretálható.

A mérlegek együttese hétismeretlenes lineáris egyenletrendszer. Az egyenletrendszer együtthatói az elegykomponensek, a nyersvas és a salak kémiai összetételéből és a két utóbbi mennyiségéből képezhetők. Az ismeretlenek pedig az elegykomponensek azon mennyiségeit jelentik, amelyeket a kokszhoz kell adagolnunk, hogy az előírt összetételű nyersvasat és salakot kapjuk a kívánt mennyiségben. Az ismeretlenek konkrét értékeit az

egyenletrendszer megoldása szolgáltatja. A munka utolsó fázisa a számítás ellenőrzése. Ennek során arról győződünk meg, hogy a kiszámított elegyből tényleg az előírt összetételű nyersvas és salak keletkezik az előbbiekben megadott mennyiségben.

A racionális elegyszámítás nem minden esetben vezet eredményre. Ennek az a jele, hogy az egyenletrendszer megoldásakor egy vagy több elegyalkotóra negatív értéket kapunk. Ezért sokszor úgy járnak el, hogy a racionális elegyszámítást rövidített eljárással végzik. Ez annyit jelent, hogy a számítás kezdetén nem a salak mennyiségét és összetételét, hanem a salakszámot, továbbá a salakban lévő bizonyos vegyületek arányszámait (pl. a kovasav és az alumíniumoxid viszonyát) rögzítik. A számítás ellenőrzésekor rendkívül lényeges a fajlagos salakmennyiség meghatározása azaz annak a megállapítása, hogy a gyártás során keletkező salaktömeg megfelel-e a technológiai előírásoknak.

A racionális elegyszámítás az elvégzendő műveletek tekintélyes száma miatt igen sokáig tart. A munka során nagy gondot kell fordítanunk arra, hogy a lineáris egyenletrendszer megoldásakor az ismeretleneket pontosan meghatározzuk, mivel bármelyik kiszámításakor elkövetett kismértékű hiba is nagy eltérést okozhat a többi számértékében.

A racionális elegyszámításnál gyorsabban vezet célhoz *A.N.Ramm* eljárása. Ramm az elegykomponens bázisfeleslegének, illetve hiányának megállapítására az

$$\begin{aligned} RO = CaO + MgO - SiO_2 - 0{,}5 \cdot Al_2O_3 - 6{,}5 \cdot S + \\ + 1{,}285 \cdot (1 - \eta_{Fe}) \cdot Fe + 1{,}29 \cdot (1 - \eta_{Mn}) \cdot Mn + \\ + e \cdot (2{,}73[Si] + 66{,}5[S]) \end{aligned} \quad (1)$$

formulát ajánlja. [3]

(1)-ben CaO, MgO, SiO_2, Al_2O_3, S, Fe, Mn a kérdéses elegykomponens egységnyi mennyiségében lévő kalciumoxid, magnéziumoxid, sziliciumoxid, alumíniumoxid, kén, vas, mangán, [Si], [S], [C] pedig a gyártandó nyersvas szilicium, kén és karbontartalma, e az elegykomponens nyersvaskihozatala, amely az

$$e = \frac{\eta_{Fe} \cdot Fe + \eta_{Mn} \cdot Mn + \eta_P \cdot P}{1 - ([C] + [Si] + [P])} \quad (2)$$

összefüggésből a vas, a mangán és a foszfor redukciós számának ismeretében adódik.

Ramm szerint az elegyszámítás az érc, a salakképző, a koksz összetételének birtokában az alábbiak szerint folytatható le: Felvesszük a fajlagos (egységnyi nyersvasra vonatkoztatott) kokszfogyasztást, a nyersvas összetételét, továbbá a vas, η_{Fe}, η_{Mn}, η_P redukciós számokat. Ezután meghatározzuk minden egyes elegyalkotó nyersvaskihozatalát, bázishiányát, illetve feleslegét. Ekkor az

$$\begin{bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \\ (RO)_1 & (RO)_2 & (RO)_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

lineáris egyenletrendszer írható fel. (3) első egyenlete azt fejezi ki, hogy az x_1, x_2, x_3 ismeretlenek úgy választandók meg, hogy a kohóban egységnyi mennyiségű nyersvas képződjön. A második egyenlet pedig azt jelenti, hogy az elegyben sem bázishiány, sem bázisfelesleg nem lehet.

A (3) egyenletrendszer határozott, mert az x_1, x_2, x_3 számok valamelyike az ismert kokszfogyasztással egyenlő.

Röviden kitérünk még az elegyszámítás *W. Mathesiustól* származó grafikus változatára.

Nemcsak a metallurgiában, de a technikai tudományok más területén is a múltban igen gyakran találkoztunk különféle grafikus módszerekkel. A grafikus eljárás valamilyen matematikai problémát nem számítással, hanem szerkesztéssel old meg. Pontossága ezért elvileg korlátozott. Jelentősége a számítógépek tömeges munkába állítása óta lényegesen csökkent.

Érdekes, miként vélekedett M.A.Pavlov a grafikus elegyszámításról. Azt írja: „Kézikönyvünkben — itt Pavlov: A nyersvas kohászata c. művére gondol — feleslegesnek tartottuk még csak meg is említeni a grafikus eljárást, mivel az sem a Mathesius által először kiadott tanulmány szerint [4], sem később „A nyersvaskohászat fizikai és kémiai alapjai" c. könyvében közölt javított módszer alapján sem képes helyettesíteni a racionális elegyszámítást".

A grafikus elegyszámítás továbbfejlesztésében sokat tettek *J.A.Szokolov*, *N.A.Kosztülev* szovjet tudósok [5]

Ennek ellenére M.A.Pavlov az általuk továbbfejlesztett grafikus módszerről így nyilatkozik: „N.A.Kosztülev kiindulásként rögzíti a salak kémiai összetételét, a salak súlyát, a nyersvas összetételét és a kokszfelhasználást. Vagyis a számítást úgy végzi, mint mi és utána grafikus szerkeszt-és hez folyamodik, hogy elkerülje néhány egyenlet megoldását. Ez természetesen ugyanazt az eredményt adja, mint a mi számításunk."

Ezzel az elegyszámításokat áttekintettük. Az irodalomban előforduló alternatívák az előbbiekre visszavezethetők." [6].

Az elegyszámítással kapcsolatban két megjegyzésünk van.

Az első: az elegyszámítás aránylag kevés információt szolgáltat. Ennek oka az, hogy egyetlen fizikai törvényre, az anyag megmaradásának elvére támaszkodik. A nagyolvasztó üzem egyik döntő tényezőjéről, a kokszfelhasználásról, semmit nem tud mondani. Ezt — mint már említettük — mindig meg kell adni.

A második: a számítási munka során előforduló műveletek a mátrixalgebra törvényeinek a felhasználásával sokkal rövidebben leírhatók. Ezáltal az elegyszámítás egyszerűbbé és áttekinthetőbbé válik.

Jelölje pl. a kohóba adagolandó elegyalkotók összetételét az *1. táblázat* látható táblázat, amelyet egyszerűen A mátrixnak nevezünk. A táblázat oszlopai most az egyes elegyalkotókat jelentik. Az pedig, hogy egy-egy elegyalkotó milyen vegyületekből áll, a táblázat balolnalán lévő listáról olvasható le.

Bontsuk fel az A mátrixot egy vízszintes vonal-

1. táblázat

Az elegyalkotók összetétele

	1	2	i	n
Fe_2O_3				
FeO				
FeS_2				
FeS				
$Fe_{fém}$				
MnO_2				
MnO				
P_2O_5				
CuO				
NiO				
Cr_2O_3				
V_2O_5				
TiO_2				
SiO_2				
SO_3				
$S_{org.}$				
C_{fix}				
Al_2O_3				
CaO				
MgO				
BaO				
$CO_{2karb.}$				
$H_2O_{kém.}$				
Nem határozható meg				
Összeg	100	100	100	100

2. táblázat

Különféle vegyületek fémes és nem fémes elemtartalmának meghatározása

$$D_E \cdot A_1 = \begin{bmatrix} (Fe_{Fe_2O_3})_1 & (Fe_{Fe_2O_3})_2 & (Fe_{Fe_2O_3})_i & (Fe_{Fe_2O_3})_n \\ (Fe_{FeO})_1 & (Fe_{FeO})_2 & (Fe_{FeO})_i & (Fe_{FeO})_n \\ (Fe_{FeS_2})_1 & (Fe_{FeS_2})_2 & (Fe_{FeS_2})_i & (Fe_{FeS_3})_n \\ (Fe_{FeS})_1 & (Fe_{FeS})_2 & (Fe_{FeS})_i & (Fe_{FeS})_n \\ (Fe_{Fe_{fém}})_1 & (Fe_{Fe_{fém}})_2 & (Fe_{Fe_{fém}})_i & (Fe_{Fe_{fém}})_n \\ (Mn_{MnO_2})_1 & (Mn_{MnO_2})_2 & (Mn_{MnO_2})_i & (Mn_{MnO_2})_n \\ (Mn_{MnO})_1 & (Mn_{MnO})_2 & (Mn_{MnO})_i & (Mn_{MnO})_n \\ (P_{P_2O_5})_1 & (P_{P_2O_5})_2 & (P_{P_2O_5})_i & (P_{P_2O_5})_n \\ (Cu_{CuO})_1 & (Cu_{CuO})_2 & (Cu_{CuO})_i & (Cu_{MnO})_n \\ (Ni_{NiO})_1 & (Ni_{NiO})_2 & (Ni_{NiO})_i & (Ni_{NiO})_n \\ (Cr_{Cr_2O_3})_1 & (Cr_{Cr_2O_3})_2 & (Cr_{Cr_2O_3})_i & (Cr_{Cr_2O_3})_n \\ (V_{V_2O_5})_1 & (V_{V_2O_5})_2 & (V_{V_2O_5})_i & (V_{V_2O_5})_n \\ (Ti_{TiO_2})_1 & (Ti_{TiO_2})_2 & (Ti_{TiO_2})_i & (Ti_{TiO_2})_n \\ (Si_{SiO_2})_1 & (Si_{SiO_2})_2 & (Si_{SiO_2})_i & (Si_{SiO_2})_n \\ (S_{SO_3})_1 & (S_{SO_3})_2 & (S_{SO_3})_i & (S_{SO_3})_n \\ (S_{S_{org.}})_1 & (S_{S_{org.}})_2 & (S_{S_{org.}})_i & (S_{S_{org.}})_n \\ (C_{C_{fix}})_1 & (C_{C_{fix}})_2 & (C_{C_{fix}})_i & (C_{C_{fix}})_n \end{bmatrix}$$

$$D_E = \left\langle \frac{2Fe}{Fe_2O_3}, \frac{Fe}{FeO}, \ldots \ldots, \frac{S}{SO_3}, 1, 1 \right\rangle$$

Megeresztési hőmérséklet: K13 és K14: 610 °C, EI 956: 620 °C

* 1970. január 1. előtt lengton, utána metrikus tonna

lal két részre. Ezáltal az A_1 és A_2 mátrixokhoz jutunk.

Csak az A_1 mátrix-szal foglalkozunk. Szorozzuk meg az A_1:et balról egy olyan diagonális mátrix-szal, amelynek elemei a

$$\frac{2Fe}{Fe_2O_3}, \frac{Fe}{FeO},$$

stb. hányadosok. Ezek az elemek a vas, a vas (II) oxid, a vas (III) oxid stb. atom, illetve mólsúlyaival számíthatók. A szorzatmátrix megadja, hogy az egyes elegykomponensekben mennyi vas (III) oxidhoz, vas (II) oxidhoz kötődő vas, színvas stb és egyéb elem található *(2. táblázat)*.

Ebből a mátrixból igen egyszerű módon — bizonyos sorok összeadásával, mások elhagyásával — egy olyan mátrix állítható elő, amelynek elemei az elegykomponensek fémes és nem fémes elemtartalmait mutatják *(3. táblázat)*.

Nevezzük az így generált táblázatot B mátrixnak. Tegyük fel, hogy B-ben lévő elemek redukciós viszonyai, amelyeket az η_{Fe}, η_{Mn}, stb. redukciós számok jellemeznek, ismeretesek.

Képezzünk a redukciós számokból egy újabb diagonális mátrixot, amellyel a B mátrixot balról megszorozzuk. A C szorzat-mátrix elemei most az egyes elegykomponensekből a kohóban kinyerhető elemeket adják *(4. táblázat)*

Gyüjtsük össze az egyes elegykomponensek xC, x_2, .. x_n ismeretlen felhasználásait az x felhasználásvektorba. A $C \cdot x$ szorzat-ami most nyilván oszlop vektor — komponensei a nyersvasban található elemmennyiségek *(5. táblázat)*

x egyértelmű meghatározására nyilván n összefüggést kell felírni. Ezek közül az első:

3. táblázat

Az elegyalkotók fémes és nem fémes elemtartalmai

$$B = \begin{bmatrix} (Fe)_1 & (Fe)_2 & (Fe)_i & (Fe)_n \\ (Mn)_1 & (Mn)_2 & (Mn)_i & (Mn)_n \\ (P)_1 & (P)_2 & (P)_i & (P)_n \\ (Cu)_1 & (Cu)_2 & (Cu)_i & (Cu)_n \\ (Ni)_1 & (Ni)_2 & (Ni)_i & (Ni)_n \\ (Cr)_1 & (Cr)_2 & (Cr)_i & (Cr)_n \\ (V)_1 & (V)_2 & (V)_i & (V)_n \\ (Ti)_1 & (Ti)_2 & (Ti)_i & (Ti)_n \\ (Si)_1 & (Si)_2 & (Si)_i & (Si)_n \\ (S)' & (S)_2 & (S)_i & (S)_n \\ (C)_1 & (C)_2 & (C)_i & (C)_n \end{bmatrix}$$

4. táblázat

Az elegyalkotókból kiredukálható fémes és nem fémes elemek

$$D\eta \cdot B = \begin{bmatrix} \eta_{Fe}(Fe)_1 & \eta_{Fe}(Fe_2) & \eta_{Fe}(Fe)_i & \eta_{Fe}(Fe)_n \\ \eta_{Mn}(Mn)_1 & \eta_{Mn}(Mn)_2 & \eta_{Mn}(Mn)_i & \eta_{Mn}(Mn) \\ \eta_{P}(P)_1 & \eta_{P}(P)_2 & \eta_{P}(P)_i & \eta_{P}(P)_n \\ \eta_{Cu}(Cu)_1 & \eta_{Cu}(Cu)_2 & \eta_{Cu}(Cu)_i & \eta_{Cu}(Cu)_n \\ \eta_{Ni}(Ni)_1 & \eta_{Ni}(Ni)_2 & \eta_{Ni}(Ni)_i & \eta_{Ni}(Ni)_u \\ \eta_{Cr}(Cr)_1 & \eta_{Cr}(Cr)_2 & \eta_{Cr}(Cr)_i & \eta_{Cr}(Cr)_n \\ \eta_{V}(V)_1 & \eta_{V}(V)_2 & \eta_{V}(V)_i & \eta_{V}(V)_n \\ \eta_{Ti}(Ti)_1 & \eta_{Ti}(Ti)_2 & \eta_{Ti}(Ti)_i & \eta_{Ti}(Ti)_n \\ \eta_{Si}(Si)' & \eta_{Si}(Si)_2 & \eta_{Si}(Si)_i & \eta_{Si}(Si)_n \\ \eta_{S}(S)_1 & \eta_{S}(S)_2 & \eta_{S}(S)_i & \eta_{S}(S)_n \\ \eta_{C}(C)_1 & \eta_{C}(C)_2 & \eta_{C}(C)_i & \eta_{C}(C)_n \end{bmatrix}$$

$$D\eta = \left\langle \eta_{Fe}, \eta_{Mn}, \eta_{P}, \eta_{Cu}, \eta_{Ni}, \eta_{Cr}, \eta_{V}, \eta_{Ti}, \eta_{Si}, \eta_{S}, \eta_{C} \right\rangle$$

5. táblázat

Az elegyalkotókból kiredukálható fémes és nem fémes elemek számítása

$$
C\cdot x=\begin{bmatrix}
\eta_{Fe}(Fe)_1x_1+\eta_{Fe}(Fe)_2x_2+\ldots+\eta_{Fe}(Fe)_ix_i+\ldots+\eta_{Fe}(Fe)_nx_n\\
\eta_{Mn}(Mn)_1x_1+\eta_{Mn}(Mn)_2x_2+\ldots+\eta_{Mn}(Mn)_ix_i+\ldots+\eta_{Mn}(Mn)_nx_n\\
\eta_{P}(P)_1x_1+\eta_{P}(P)_2x_2+\ldots+\eta_{P}(P)_ix_i+\ldots+\eta_{P}(P)_nx_n\\
\eta_{Cu}(Cu)_1x_1+\eta_{Cu}(Cu)_2x_2+\ldots+\eta_{Cu}(Cu)_ix_i+\ldots+\eta_{Cu}(Cu)_nx_n\\
\eta_{Ni}(Ni)_1x_1+\eta_{Ni}(Ni)_2x_2+\ldots+\eta_{Ni}(Ni)_ix_i+\ldots+\eta_{Ni}(Ni)_nx_n\\
\eta_{Cr}(Cr)_1x_1+\eta_{Cr}(Cr)_2x_2+\ldots+\eta_{Cr}(Cr)_ix_i+\ldots+\eta_{Cr}(Cr)_nx_n\\
\eta_{V}(V)_1x_1+\eta_{V}(V)_2x_2+\ldots+\eta_{V}(V)_ix_i+\ldots+\eta_{V}(V)_nx_n\\
\eta_{Ti}(Ti)_1x_1+\eta_{Ti}(Ti)_2x_2+\ldots+\eta_{Ti}(Ti)_ix_i+\ldots+\eta_{Ti}(Ti)_nx_n\\
\eta_{Si}(Si)_1x_1+\eta_{Si}(Si)_2x_2+\ldots+\eta_{Si}(Si)_ix_i+\ldots+\eta_{Si}(Si)_nx_n\\
\eta_{S}(S)_1x_1+\eta_{S}(S)_2x_2+\ldots+\eta_{S}(S)_ix_i+\ldots+\eta_{S}(S)_nx_n\\
\eta_{C}(C)_1x_1+\eta_{C}(C)_2x_2+\ldots+\eta_{C}(C)_ix_i+\ldots+\eta_{C}(C)_nx_n
\end{bmatrix}
$$

$$1^*\cdot C\cdot x=1 \qquad (4)$$

alakú. Jelentése: x-et úgy kell megválasztani, hogy a kohósítás folyamán egységnyi tömegű nyersvas képződjön.

Ha a (4) formulát felhasználásával kifejtjük, az

$$e_1x_1+e_2x_2+\ldots+e_nx_n=1 \qquad (5)$$

egyenletet kapjuk. Az e_1, e_2, ... e_n számok az elegykomponensek nyersvaskihozatalát jelentik.

További összefüggéseket kapunk, ha a gyártandó nyersvasban bizonyos elemek mennyiségét előírjuk Ha pl. azt követeljük meg, hogy a nyersvas mangántartalma éppen [Nn] legyen, akkor nyilván

$$\eta_{Mn}\cdot(Mn)_1x_1+\ldots+\eta_{Mn}\cdot(Mn)_n\cdot x_n=[Mn]$$

érvényes, ami (5) miatt még

$$(\eta_{Mn}(Mn)_1-e_1[Mn])x_1+\ldots$$
$$\ldots+(\eta_{Mn}(Mn)_n-e_n[Mn])x_n=0 \qquad (6)$$

alakban is írható. Az ismeretlenek együtthatói, ha jól megfigyeljük, azt a mangánfelesleget, illetve hiányt jelentik, amely egy-egy elegyalkotóból a ténylegesen kiredukálható, illetve a belőle képzendő nyersvasban előírt mangántartalom között mutatkozik.

Az együtthatók célszerűbb jelölésével előbbi egyenletünk az

$$X_1x_1+\ \ldots\ +X_nx_n=0 \qquad (7)$$

alakot veszi fel és a nyersvas mangántartalmát rögziti.

Az előbbiekben részletezett gondolatmenet továbbvitelével végül is az ismeretlenek meghatározására az alábbi egyenletrendszerre jutunk. Itt olyan esetet tüntettünk fel, mikor 5 elegyalkotóval dolgozunk.

$$
\begin{bmatrix}
e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5\\
X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5\\
Y_1 & Y_2 & Y_3 & Y_4 & Y_5\\
(RO)_1 & (RO)_2 & (RO)_3 & (RO)_4 & (RO)_5\\
u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5
\end{bmatrix}
\cdot
\begin{bmatrix}x_1\\x_2\\x_3\\x_4\\x_5\end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}1\\0\\0\\0\\0\end{bmatrix}
\qquad (8)
$$

Az egyenletrendszer jelentését a következőképpen összegezhetjük:

Az elegyalkotók ismeretlen x_1, x_2, ... x_n mennyiségeit úgy kell meghatároznunk, hogy teljesüljenek az alábbi feltételek:

— az elegyből egységnyi mennyiségű nyersvas képződjön (első egyenlet)

— a nyersvasban, illetve a salakban valamely adott elem és oxid a kívánt értékre álljon be (második és harmadik egyenlet)

— biztosítsuk az előírt salakszámot (negyedik egyenlet)

— a gyártás során a képződő salakmennyiség az egységnyi nyersvasra előírt értékkel egyezzen (ötödik egyenlet)

Az egyenletrendszer együtthatómátrixában az első sorvektor elemei mindig pozitív számok. A többi sorvektor elemei között negatív számok is előfordulhatnak.

Az együtthatómátrix elemei részben az elegykomponensek, a nyersvas és a salak kémiai összetételére érvényes, illetve felvett adatokból, részben a kohósítást jellemző és előírt paraméterekből

6. táblázat

A nagyolvasztó hőmérlege

Hőbevitel

Elegy					Levegő	Oxigén	Vízgőz
Az elegy érzékelhető hőtartalma	Az elégő karbon hőeffektusa	A direkt redukció hőhatása	Az indirekt redukció hőhatása	Elsalakulási hő	Érzékelhető hőtartalom	Érzékelhető hőtartalom	Érzékelhető hőtartalom	Kémiailag kötött energia
Az elegy kémiailag kötött energiája								

Hőkiadás

Oxidok szulfidok karbonátok bontása				A torokgáz hőtartalma	
Kristályvíz eltávolítása		A nyersvas hőtartalma	A salak hőtartalma		
Fizikai nedvesség elpárologtatása				Az elegyből felszabaduló gázok hőtartalma	Hőveszteség

(redukciós számok, salakbázikusság stb.) egyértelműen meghatározhatók.

Az egyenletrendszer megoldására pl. a *Gauss*-algoritmust használhatjuk. Az elmondottakra újból utalva kitűnik, hogy az elegyszámítás matematikailag mátrixműveletekkel könnyen leírható. A mátrixműveletek viszont számítógépre egyszerűen programozhatók, és az elegyszámítás fáradságos munkáját géppel végezhetjük el.

Az elegyszámítás hatékonysága erősen javul, ha az előbbi egyenletrendszerhez, amelyek mindegyike valamilyen anyagmérleg, még egy olyan egyenletet csatolunk, amely a nagyolvasztó hőmérlegét tükrözi. A nagyolvasztó hőmérlegének a hasznosítása az elegyszámításban A.N.Ramm nevéhez fűződik. [7] A *6. táblázat* a nagyolvasztó hőmérlegét szemléltei.

Ramm úgy jár el, hogy mind a hőbevétel, mind a hőkiadás tételeit elegykomponensenként kiszámítja, ezeket a hőmérlegbe helyettesíti, azt zérusra redukálja, majd abból az ismeretleneket kiemeli. Az ismeretlenek együtthatóit hőegyütthatóknak (hőekvivalenseknek) nevezi. A hőegyütthatók azt a hőenergiát jelentik, amelyet az egységnyi elegykomponens visz a rendszerbe. Nyilvánvaló, hogy a hőegyüttható nem szükségszerűen pozitív. A hőegyütthatókkal a hőmérleg így interpretálható: az elegykomponensek ismeretlen mennyiségeit úgy kell megválasztani, hogy a rendszerben hőforrás vagy nyelő ne létezzen.

A hőekvivalensek számítása mátrix-műveletekkel szintén elvégezhető. Ennek módozatait nem részletezzük.

A hőmérleggel kibővített, az elegykomponensek meghatározására szolgáló inhomogén, lineáris egyenletrendszer: $(n = r \pm s + 4)$ nemcsak a kokszfogyasztás kiszámítására alkalmas, hanem lehetőséget ad az elegyviszonyok tisztázására olyan esetben is, amikor a nagyolvasztó póttüzeléssel (szénpor, olaj, földgáz) dolgozik.

$$\begin{bmatrix} e_1 & e_2 & & e_i & & e_n \\ X_1^1 & X_2^1 & \dots & X_i^1 & \dots & X_n^1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_1^r & X_2^r & & X_i^r & & X_n^r \\ Y_1^1 & Y_2^1 & & Y_i^1 & & Y_n^1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ Y_1^s & Y_2^s & & Y_i^s & & Y_n^s \\ (RO)_1 & (RO)_2 & \dots & (RO)_i & \dots & (RO)_n \\ u_1 & u_2 & \dots & u_i & \dots & u_n \\ q_1 & q_2 & \dots & q_i & \dots & q_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{r+1} \\ x_{r+2} \\ \vdots \\ x_{r+s+1} \\ x_{n-2} \\ x_{n-1} \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{9}$$

A fentiekben nagy vonalakban vázolt gondolatok következetes véghezvitelével az elegyszámításra számítógépes rendszer alakítható ki. Ez a rendszer azonban jóval több adatot igényel, mint az elegyszámításnak valamelyik hagyományos válfaja.

A rendszer aktivizálásához szükséges információk:

— az elegykomponensek, a fúvólevegő, a technikai oxigén, a nyersvas, a póttüzelőanyag kémiai összetétele,
— a salak mennyiségére és minőségére vonatkozó előírások,
— a zsugorítómű munkáját jellemző paraméterek,
— a nagyolvasztó metallurgiai viszonyait rögzítő paraméterek (illanási-, elsalakulási-, redukci számok, a direkt redukció mértéke, stb.)
— a nagyolvasztóban végbemenő különféle kémiai reakciók hőeffektusai.

Szokványos körülmények mellett a számítási rendszer szolgáltatásai:

— a zsugorítómű elegyszámítása, a zsugorítmány összetétele,
— a teljes anyagmérleg,
— a teljes hőmérleg,
— részleges hőmérleg a kb. 850°C hőmérsékletnek megfelelő zónahatáron,
— a gázok hőmérséklete és összetétele a zónahatáron,
— a nyersvas és a salak összetétele, a fajlagos salakmennyiség,
— a szükségelt fúvószél és póttüzelőanyag,
— a torokgázösszetétel és a torokgázkihozatal,
— a nagyolvasztó üzemének különféle technológiai mutatói.

A hőmérleggel kibővített elegyszámítás a nagyolvasztóban lejátszódó folyamatokat széles körben figyelembe veszi. Ezért a nagyolvasztó statikus matematikai modelljének is tekinthető. Gyakorlati funkcionálásának feltételei:

1. Az elegykomponensekből való megfelelő mintavétel, azaz a megadott kémiai összetételek a statisztikai átlagértékekkel egyezzenek.
2. Az elegykomponensek pontos mérlegelése. Ennek megfelelően a bemért értékek a számítottakkal legyenek egyenlők, azokat ne csak durván közelítsék.
3. A számítás során felvett, a nagyolvasztó és a zsugorítómű munkáját jellemző paraméterek a valóságos viszonyoknak feleljenek meg.

A rendszer alkalmazási területe igen sokrétű. A tényleges üzemi használaton kívül értékesíthető különféle gazdasági döntéseknél (érc, kokszérté-

kelés, önköltségszámítás), fejlesztési, kutatási munkáknál.

Mindannyian tapasztalhatjuk, hogy az energiatakarékosság napjainkban még az energiában gazdag országokban is egyre nagyobb jelentőségre emelkedik. Az energiatakarékosságot energiaviszonyaink még jobban aláhúzzák. A nagyolvasztó üzem sok energiát használ el. Másrészről itt a technológiai viszonyok bonyolultak, hiszen minden mindennel összefügg és a tapasztalat sokszor nem elégséges az éppen legmegfelelőbb utasítás kiadására.

Megítélésünk szerint az ismertetett elegyszámítás széleskörű alkalmazása hozzásegíthet számos technológiai probléma helyesebb megítéléséhez és az energiafogyasztás alakulására is előnyös befolyással lehet.

IRODALOM

[1] *Platz, V.* Mészkő hozagolás és a kohósalak számítása. Stahl und Eisen. 1892. 1. sz. 2—8 old.

[2] *Blum, L.* A salak összetételéről. Stahl und Eisen. 1901. 19. sz. 1024—29.o.

[3] *Ramm, A.N.* Néhány összefüggés a kohósalakok összetételében és azok felhasználása az elegyszámítás során. Stálj. 1939. 3. sz. 13. o.

[4] *Mathesius, W.* A kohósalakok összetételének grafikus ábrázolása, az elegyszámítás grafikus módszere. Stahl und Eisen. 1908. 32. sz. 1127—42.o.

[5] *Kosztülev, N.A.* A kohóban lejátszódó folyamatok elméletének körvonalai: Moszkva. 1945. (329—368. o.)

[6] *Pavlov, M.A.* A nagyolvasztó elegyszámítása. Moszkva. 1951.

7] *Ramm, A.N.* A nagyolvasztó technikai mutatóinak meghatározása. Leningrád. 1971.

Ritkaföldfém dezoxidáló- és mikroötvözőszerek alkalmazásának gyakorlati tapasztalatai

DR. SIMON SÁNDOR a MTA lev. tagja tszv. egy. tanár
DR. KÁROLY GYULA tud. főmunkatárs
Nehézipari Műszaki Egyetem, Vaskohászattani Tanszék

DK: 669.14.018.62 : 669.85/86.046.516

Nagyszilárdságú hegeszthető acéloknál a mikroötvözési módszerek között terjed a ritkaföldfémek alkalmazása. Szerzők laboratóriumi, ill. üzemi kísérletsorozatban vizsgálták a különböző ritkaföldfémtartalmú anyagok (Ce-os mischmetall, FeCe, CeSi, CaSiCe) hatását, különös tekintettel az import megtakarítást jelentő CaSiCe szerepének műszaki-gazdasági értékelésére.

Konvertereink, majd UHP kemencéink közeljövőbeni üzembeállítását, folyamatos öntési kapacitásunk bővítését úgy tekinthetjük, hogy ezek acélgyártásunk fejlesztésének „csupán" szükséges, de nem elégséges feltételei. Az üstmetallurgiai eljárások korszerű változatainak bevezetésével egyre inkább lehetőségünk kínálkozik a dezoxidáció és a mikroötvözés messzemenőbb kihasználására, s ha ez így igaz, akkor előbb-utóbb nem nélkülözhetjük az olyan újabb dezoxidáló- és mikroötvöző-szerek (pl. a ritkaföldfémek) alkalmazásait sem, amelyek — korszerű üstmetallurgia nélkül — kellő hatékonysággal és kellő gazdaságossággal korábban nem voltak alkalmazhatók.

A különböző dezoxidáló elemek, komplex dezoxidálószerek termodinamikai elemzés alapján történő összevetése bizonyítja, hogy a ma ismert dezoxidáló elemek és komplex dezoxidálószerek között a ritkaföldfémek, ill. a ritkaföldfém-tartalmú dezoxidáló anyagok rendelkeznek a legkiválóbb dezoxidáló képességgel. [1] Ez a kiváló dezoxidáló hatás már mintegy két évtizede ismert. Azt azonban csupán a legutóbbi években állapították meg, hogy a dezoxidációhoz szükségszerűen „túladagolt dezoxidáló anyag a ritkaföldfémeknél nem csak megengedhető, hanem egyenesen célszerű. Ez azzal magyarázható, hogy a ritkaföldfémek vegyületet képeznek az oxigénen kívül elsődlegesen a kénnel, egyes esetekben a karbonnal és a nitrogénnel, megköthetik a hidrogént, stb. Minderről a BKL Kohászat hasábjain korábban már részleteiben beszámoltunk, ezért a ritkaföldfémek sajátosságairól összefoglalásként röviden csak annyit: a ritkaföldfémek dezoxidáló- és ún. mikroötvöző hatása egyidejűleg, egymástól elválaszthatatlanul jelentkezik, s maga a dezoxidáció sem elsődlegesen a Σ oxidtartalom csökkentése révén, hanem a zárványok konzisztenciájának, morfológiájának kedvezőbbé tételén keresztül jut érvényre.

Jelenleg a Ce-os keverékfém világpiaci ára— 2100 font/t, kb. ugyanannyiba kerül az 50—55%-os Ce-tartalmú FeCe. Magas ez az ár acéliparunk számára, így a ritkaföldfém-keverékek, ill. a ritkaföldfém-tartalmú komplex dezoxidáló anyagok importból történő beszerzése — noha áraik a nyersanyagárak általános emelkedési hullám ellenére, a felhasznált mennyiségük ugrásszerű növekedése következtében évről-évre csökken, vagy legalábbis stagnál — csak szűk keretek között lehetséges. Csak olyan acélminőségeknél kerülhet sor, ahol ez a viszonylag drága anyag is — részben a selejtcsökkenés, részben a számszerűleg is kimutatható minőségjavulás révén — megtérül. S noha erre is van már elismerésre méltó hazai példa (pl. az LKM viszonylatában a forgattyústengely-acél gyártása), kísérleteink során abból az alapelvből indultunk ki, hogy ritkaföldfémfelhasználásunk gazdaságosan elsősorban a meglévő hazai alapanyagok hazai feldolgozásán alapulhat.

Hazánkban ma már kinyerhető ritkaföldfém kisebb mennyiségben a timföldgyártás mellékter-

mékeként, de gazdaságosan elsősorban a műtrágyagyártáshoz Szovjetunióból importált kólai apatit, avagy az üvegipar számára Franciaországból importált Cerox-csiszolópor felhasználásából származó hulladékanyagokból. Ezekből a ritkaföldfém-tartalmú hulladékanyagokból azonban — lévén, hogy oxid-formában vannak, s a ritkaföldfém-vegyületek közül az oxidok képződnek a legnegatívabb normál szabadentalpia-változással —, a ritkaföldfémek közvetlen kinyerésére ma még nem kerülhet sor. Külföldi tapasztalatok [2] motiválták azon törekvésünket, hogy a hazai ritkaföldfém-tartalmú oxidokból kiindulva — az import keverékfémeket műszakilag helyettesíteni képes, és gazdaságilag is rentábilisabb — ritkaföldfém-szilicidek előállítására törekedjünk.

Ez azért indokolt, mert az Rff (ritkaföldfém)-O—C rendszerben a Si adagolása jelentős változásokat okoz. Ezek közül kiemelendő, hogy amennyiben a ritkaföldfém-oxidok és a képződő szilícium-oxid karbonnal való kölcsönhatásának primér termékei karbidok (SiC, ill. $Rff.C_2$), úgy az oxidok és a képződött karbidok egymással reakcióba lépve ritkaföldfém-szilicidek képződhetnek:

$$Rff_2O_3 + 3SiC = Rff_2Si_3 + 3CO$$
$$SiO_2 + Rff.C_2 = Rff.Si + 2CO$$
$$2SiO + Rff.C_2 = Rff.Si_2 + 2CO$$

s emellett az Rff és a Si az Rff_2O_3-mal ill. a SiO_2-dal $Rff_2O_3.SiO_2$ (ritkaföldfém-ortoszilikát) összetételű salakot képezhet. Sajnos a szilikátokból a fémek karbonnal történő visszaredukálása igen nagy energia-befektetést igényel, ezért a szilikátok képződése elkerülendő. Elvileg — termodinamikailag — ezért akkor vezetjük helyesen a ritkaföldfém-szilicidek gyártását, ha az

$$Rff_2O_3 + 7C = 2Rff.C_2 + 3CO, \text{ ill. az}$$
$$Rff.C_2 + SiO_2 = Rff.Si + 2CO$$

reakciók lejátszódásának sorrendiségét biztosítani tudjuk. Gyakorlatban — természetesen hosszas kísérletsorozat alapján [3—5] — ezt úgy tudtuk biztosítani, ha a grafitbélésű ívfényes kemencében a kb. azonos mennyiségű ritkaföldfém-oxid, CaSi mellett már a betétbe hozagoltuk a fémes betét 50%-ának megfelelő karbidsalak felét, a salak hígfolyósításához szükséges 10%-nyi folypáttal együtt. A >2000 K-on végzett redukció termékeként 28—32% Ce, 50—55% Si, 7—15% Fe, és 4—10%-nyi Ca-tartalmú CaSiCe-ot kapunk kiváló mikroszerkezettel, makrotisztasággal, amely a jelenlegi szabványelőírásoknak mindenben megfelel. A Si oldata külön fázisként nem is jelentkezik, hanem egy egységes Ca és Ce-tartalmú szilárd oldattá alakul át. Különösebb kiválás nem figyelhető meg [4], a keménységértékek szórásingadozása is (180—230 HV) homogén, tiszta, puha és tömör fázisra utal. Külön kiemelendő a CaSiCe—4,5 g/cm^3-es sűrűsége, amely jobb fémsalak elválást biztosít, mintha a ritkaföldfémet mischmetall vagy ferrocérium formájában adagolnánk a fürdőbe.

A ritkaföldfémek kiváló dezoxidáló, kéntelenítő, s ezen keresztül az acélok tisztasági fokát javító képessége, valamint szemcsefinomító hatása várhatóan számos acélminőségnél igen kedvező tulajdonság-javítást eredményezhet, s mind az elektroacélok, mind a martin-, ill. konverteracélok esetében az alkalmazási területek igen széleskörűek lehetnek. A javítás mértéke természetesen minőségenként más és más, ezért a ritkaföldfém-hozagolás szerepét — egy-egy acélgyártási technológián belül is — acélminőségenként kell vizsgálnunk és értékelnünk. Erre számos lehetőségünk kínálkozott és kínálkozik nagyüzemeink javaslata alapján. Az elmúlt időszakban Ózdon, az LKM-ben pedig jelenleg is kísérleteket végzünk a ritkaföldfémek, ritkaföldfém-tartalmú anyagok elterjesztésének lehetőségeit vizsgálva. Ezek közül itt — tekintettel arra, hogy a mikroötvözés „jóságát" kimutatni legpregnánsabban a szerkezeti acélokon lehet (részben az igénybevétel módja miatt; részben azért, mert nagyszámú kísérleti anyag birtokába juthatunk viszonylag kevésszámú próbatest felhasználásával), az 52 C jelű nagy szilárdságú, hegeszthető acélokra vonatkozó eredményeinket mutatjuk be. Ennél a minőségnél külön előny, hogy az irodalomban [6—8] is — az importból beszerezhető — mischmetall és FeCe hatásaira vonatkozóan értékes tapasztalatok állnak rendelkezésünkre, így a CaSiCe szerepének vizsgálata is biztonságosabb és egaktabb módon történhet, szemben az egyéb acélminőségeknél, ahol igen kevés irodalmi utalás található mind a beviteli technológiát (a beviteli módszert, a felhasznált anyagmennyiséget), mind az elért eredményeket illetően.

A laboratóriumi vizsgálatainknál a mikroötvözés variációi tulajdonképpen két kísérletsorozatot jelentettek [9—10]. Az egyik csoportba tartozó tuskókat a 25 kg-os bázikus bélésű indukciós kemencében FeMn+FeSi-mal történt elődezoxidálás után 0,05%-nyi Al-mal üstben elődezoxidáltuk, majd ezt követően kvarccsővel bemerítve, 0,05%-nyi mikroötvözőre számolva tuskónként külön-külön FeV-nal, FeTi-nal,CeMM-al, FeCe-mal, továbbá 0,05—0,1—0,15%-nyi Ce-ra számolva CeSi-mal ill. CaSiCe-mal végeztük a végdezoxidációt ill. a mikroötvözést. Egy másik csoportba azok a tuskók tartoznak, ahol az Al-os dezoxidáció elmarad. Ez esetben eleve számoltunk azzal, hogy a Ce leégési vesztesége nő, technológiailag azonban — amennyiben az Al helyettesítését is el tudná végezni a Ce — a folyamatos öntésnél rendkívüli előnyök mutatkozhatnának. A laboratóriumi kísérletsorozatban gyártott 23 db tuskó összetételi szórása — ha nem is nagymértékű —, önmagában nem elhanyagolható, az összehasonlító jellegű vizsgálat eredményeit azonban lényegesen nem befolyásolja. A szakítóvizsgálati eredményeket összefoglalóan röviden csak annyit:

— Al-os elődezoxidáció bizonyos mértékig szükséges, Al hiányában a Ce (akármilyen formában juttatjuk is a fürdőbe) az előírt mechanikai értékeket nem biztosítja;

— az Al-mal üstben dezoxidált adagoknál (melyek mindegyike az előírásoknak megfelelt) a mikroötvözés módja függvényében két jellegszerű változás volt megfigyelhető:

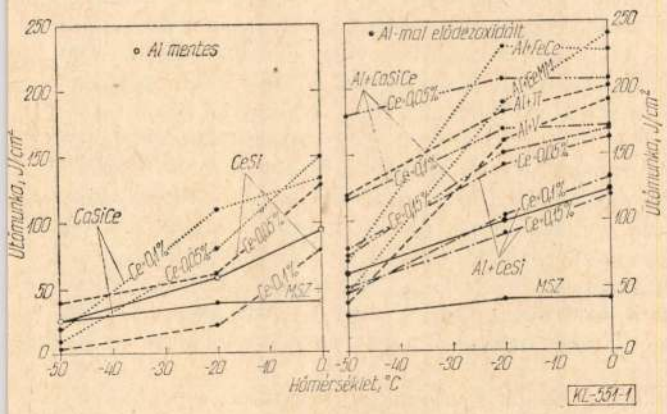
1. a legnagyobb, kb. 570 N/mm²-es szakítószilárdságot, ill. kb. 416 N/mm²-es folyáshatárértéket a CeMM, ill. a FeCe adja, azonban itt a szívósági értékek valamivel rosszabbak;

2. a CeSi (amit FeSi-ba redukálva állítottunk elő Ce-oxidból a CaSiCe-hoz hasonló úton), ill. a CaSiCe esetében a Ce mennyiségének 0,05% fölé növelése nem hat kedvezően a mechanikai tulajdonságok változására. Amig 0,05%-nyi Ce hozagolásakor (függetlenül attól, hogy az CeSi, avagy CaSiCe formájában történt- e (az elért szakítószilárdság 550—555 N/mm², a folyáshatár 405—410 N/mm² értékű, addig a Ce-tartalom 0,15%-ra történő növelésével mindkét szilárdsági érték 15—25 N/mm² értékkel csökkent.

Az ütővizsgálat során kapott eredmények jóval többet mondanak, noha ismételten hangsúlyozandó, hogy kisméretű tuskókról lévén szó, az eredmények nyilvánvalóan „szebbek", mint amilyenek az üzemi eredmények lehetnek. Az eredmények [10] (ld. *1. ábra*) közül kiemelendő, hogy

— az AlN képződésével magyarázható szemcsefinomodás még a kisméretű tuskóknál is jelentősen javítja az ütőmunka-értéket;
— a Ce-tartalmú anyagok alkalmazása csak az Al-os elődezoxidálást követően célszerű, ez esetben a Ce leégése csökken, s mikroötvöző hatása kibontakozhat;
— a V ill. a Ti mikroötvöző hatása kiváló, de a mischmetall és a FeCe ezt a hatást is felülmúlhatja;
— a CeSi, ill. a CaSiCe adagolásával Al-os elődezoxidálást követően nem szabad 0,05% fölé menni, ez esetben a szemcsedurvulás miatt a mechanikai értékek rosszabbodása várható; Al-os elődezoxidálás nélkül mennyiségüket kismértékben növelni kell a leégési veszteségek pótlására;
— a legjobb ütőmunkaértékeket a FeCe ill. a mischmetall mellett a 0,03—0,05%-nyi CaSiCe mutatja, —50 °C-on 160—170 J/cm². A ferroötvözet-gyártás során kimutatható gazdaságossági szempontok mellett itt a műszaki szempontok is a CeSi helyett a CaSiCe előtérbe helyezését indokolják.

Laboratóriumi kísérletsorozatunk eredményeit erősítette meg *H. Weissnek* a Ca-bázisú Ce-szilicidek dezoxidáló- és mikroötvöző hatására vonatkozó — kísérletsorozatunk befejezését követően a Stahl u. Eisenben megjelent [8] — közleménye is, amely nagy szilárdságú martin- és konverteracélokat vizsgál hasonló mikroötvözési variációkkal.



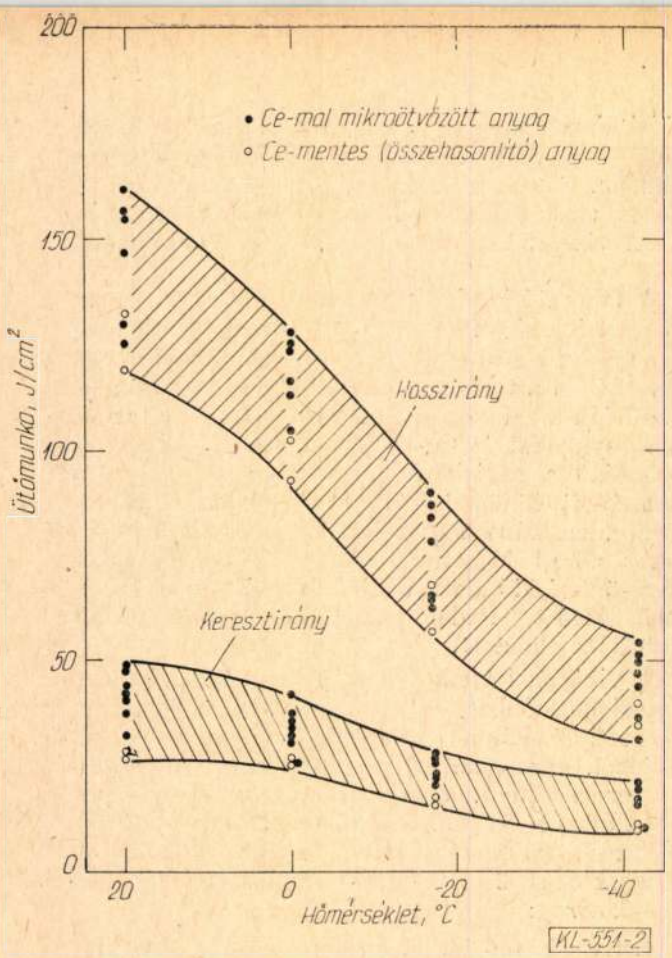
1. ábra. Ce tartalmú dezoxidáló és mikroötvöző anyagok hatása az 52 C jelű acél ütőmunka értékeire

A laboratóriumi vizsgálatainkat követő üzemi kísérleteink első részében két kísérleti martinadag gyártására került sor, ahol az üzemi technológiától lényegében a tuskóöntésnél alkalmazott különféle variációk alkalmazásával tértünk el. A Ce-tartalmú anyagokat (a Ce-os mischmetallt, a FeCe-ot, valamint a szilicidek közül most már csak a CaSiCe-ot) különböző mennyiségekben előre kimérve, zacskóba helyezve az öntőpor alá a kokillákba előre belógattuk, s a 6,5—7,5 perces tuskótörzs-öntési idő alatt a mikroötvöző anyag szemmelláthatóan minden különösebb jelenség nélkül a fürdőbe oldódott.

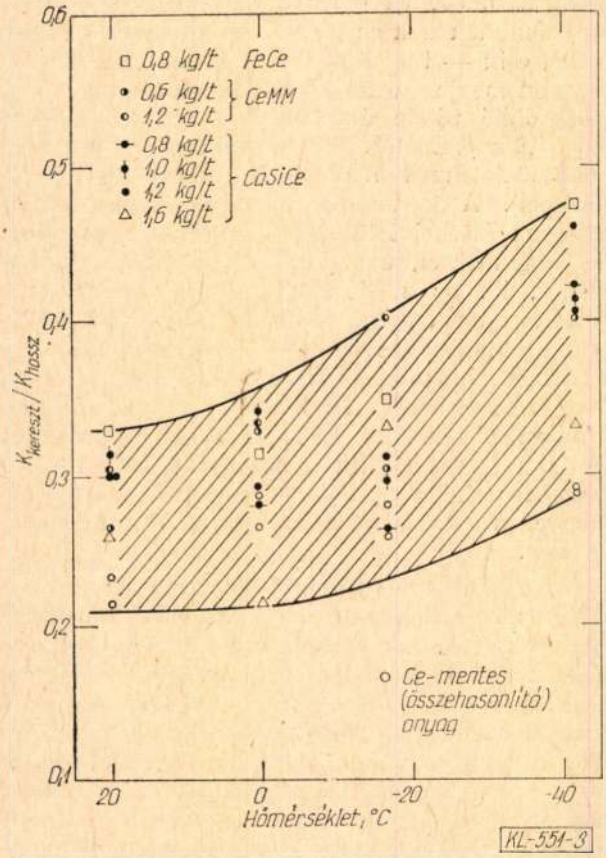
A vizsgálati eredmények halmazából kiemelve a legjellemzőbbet, az ütővizsgálati értékeket, a kísérleti tuskókból hengerelt 80 mm-es bugák elejéből, közepéből, ill. végéből származó, hossz- és keresztirányú, azonos helyről és irányból kimunkált 12—12 db, azaz összesen 648 db V-bemetszésű próbatest ütőmunkaértékeiből az alábbi tendenciózus összefüggések mutathatók ki *(ld. 2.—3. ábra)*:

1. ha a hossz- ill. a keresztirányú ütőmunkaértékek változásait a vizsgálati hőmérséklet függvényében ábrázoljuk, akkor a 2. ábra szerinti jelleggörbéhez jutunk. Az ütőmunkaértékek egy olyan területbe helyezhetők el, ahol természetesen az ütőmunka a hőmérséklet csökkenésével meredeken esik — függetlenül a mikroötvözés módjától. (Itt megjegyzendő, hogy az adathalmaz értékelhetőbbé tétele érdekében a 0,8 kg/t FeCe, 0,6—1,2 kg/t CeMM, ill. 0,8—1,6 kg/t CaSiCe megkülönböztetés nélkül, mint „mikroötvözött anyag" szerepel). A Ce-mentes azaz az összehasonlító anyagok értékei általában a görbék alsó részein helyezkednek el, az 1,2 kg/t mennyiségben bevitt CeMM, ill. az 1—1,2 kg/t mennyiségű CaSiCe mind a hossz-, mind a keresztirányú ütőmunkaértékeket számottevően javítja olyannyira, hogy az átmeneti hőmérsékletek megfelelő pontossággal nem is becsülhetők. Az ábrából nem, de az egyes ütőmunkaértékekből kiderül, hogy ugyanakkor az 1,6 kg/t mennyiségben hozagolt CaSiCe még az összehasonlító adagokhoz képest is rosszabb eredményeket ad, főleg az alacsonyabb hőmérsékleteken.

2. ha az abszolút hosszirányú ütőmunkaértékek nem is növekednek, s ezzel az átmeneti hőmérsékletek nem is csökkennek, a mikroötvözés kedvező lehet, ha a $K_{keresztl}/K_{hossz}$ viszonyszám értéke nő, azaz az anyag onizotrópiája csökken. Amint a 3. ábra mutatja, a görbék viszonya eléggé anizotróp anyagra utal, ezen belül, ha a konkrét mikroötvözési módok szerepét vizsgáljuk kiderül, hogy meglepően a legjobb eredményeket a 0,8 kg/t mennyiségben hozagolt FeCe adja, az erre vonatkozó ütőmunkaértékek a görbe legfelső részein találhatók. A korábbi megállapításainkkal össz-



2. ábra. A Ce-os mikroötvözés hatása az 52 C jelű acél hossz-, ill. keresztirányú ütőmunkájára



3. ábra. A Ce-os mikroötvözés hatása az 52 C jelű acél hossz-, ill. keresztirányú ütőmunka értékeinek viszonyára

hangban azonban az már kevésbé meglepő, sőt várható, hogy a ritkaföldfém-hozagolási variációk mindegyikénél (főleg a hossz- ill. keresztirányú ütőmunkaértékek optimumát adó 1—1,2 kg/t mennyiségű ritkaföldfém-hozagolási variációknál) az összehasonlító anyaghoz képest jóval kedvezőbbek a kereszt/hosszirányú ütőmunka-átlagértékek.

Természetesen tudjuk, hogy a viszonylag drága, és leégésre igen hajlamos dezoxidáló- és mikroötvöző anyagok esetében nem a kokillába ötvözés az üzemszerűen alkalmazható legjobb technológiai megoldás; ez azonban alkalmas volt első lépésben a különféle mikroötvözési módozatok hatásainak összevetésére. Az így kapott eredményeket felhasználva, az üzemi kísérletsorozat második részében csökkentettük a mikroötvözési variációk számát, s az üstbeötvözésre tértünk át. Az 52 C jelű acélok szokásos üzemi technológiájától lényegében csak az üstben történő dezoxidálásnál és mikroötvözésnél tértünk el az *1. táblázat* szerintieket alkalmazva.

A ritkaföldfém-tartalmú mikroötvöző anyagokat előre elkészítve, max. 20—25 mm-es szemnagyságban, kb. 1 mm-es falvastagságú, ∅ 120 × ×500 mm-es védőhengerbe helyezve akkor hozagoltuk az üstbe, amikor az üst kb. 1/3-ig megtelt a folyékony acéllal. Szemmelláthatólag a ritkaföldfém minden különösebb jelenség nélkül a fürdőbe beoldódott. Öntés során mind a dugós üstök, mind a tolózáras üstök működésében észrevehető változás nem mutatkozott.

Kísérleti anyagaink összetételei

C = 0,15 – 0,19 %
Mn = 1,25 – 1,35 %
Si = 0,28 – 0,39 %
P = 0,016 – 0,020%
S = 0,024 – 0,029%

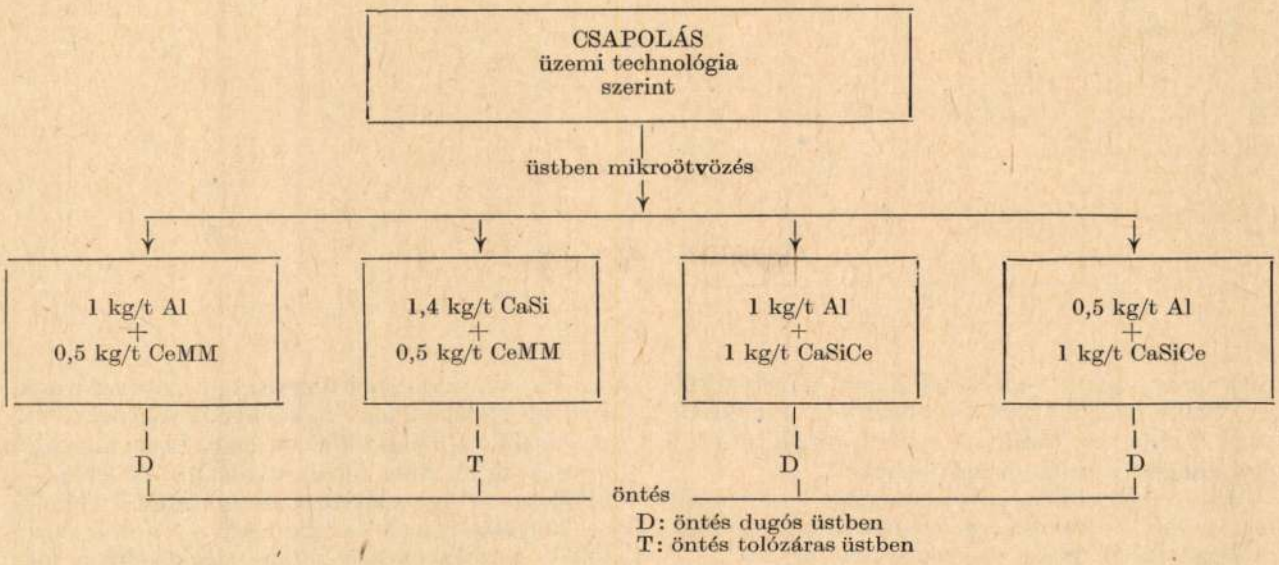
között változtak. A LECO-elemezőberendezésen mért C és S-tartalmak, továbbá a klasszikus módon elemzett Mn- és Si-tartalmak adagokon belüli tendenciózus különbözőségeket nem mutatnak; főleg az utóbbi értékek alakulása arra vall, hogy a mikroötvöző anyagok mindegyike az öntés kezdetéig tökéletesen feloldódott és eloszlott.

A Ce, az Al, valamint az oxigéntartalmak a dezoxidálóelemek ismeretében megfelelően alakulnak (ld. 2. táblázat); ott, ahol az Al-tartalom kevés, ott az oxigéntartalom magasabb, a Ce-tartalom alacsonyabb; a CeMM és a CaSiCe dezoxidáló hatása között számottevő eltérés nem mutatható ki, mindkettő viszonylag jó alacsony szintre tudja az acél Σ oxigéntartalmát lecsökkenteni. Mindezek azt jelentik, hogy a mikroötvözés módjainál úgy jutottunk a várt összetételekhez, hogy számottevő, tendenciózus eltérés az öntés kezdete és vége között nincs (amit az első és az utolsó alaptábláról származó ∅ 120 mm-es bugapróbákon keresztül észleltünk, s az ∅ 25 ill. ∅ 18 mm-es rúdpróbák eredményei is megerősítettek), azaz a mikroötvözés üstben végrehajtott technológiája a mikroötvözők homogén eloszlását tudta biztosítani.

Ha a kísérleti adagokból hengerelt — a tuskók fej-, közép- és lábrészének megfelelő — ∅ 120 mm-es bugapróbák hossz ill. keresztirányú, vala-

1. táblázat

52 C jelű kísérleti martinacéladagok mikroötvözésének variációi



2. táblázat

Ritkaföldfémekkel különbözőképpen mikroötvözött 52 C jelű kísérleti adagok, Al, Ce, és O- tartalma:

Mikroötvözési módszer	Al %	Ce* %	O** ppm
1 kg/t Al +0,5 kg/t Ce CeMM	0,061	0,041	43
1 kg t CaSi +0,5 kg/t CeMM	0,005	0,019	57
1 kg/t Al +1 kg/t CaSiCe	0,058	0,028	32
0,5 kg/t Al +1 kg/t CaSiCe	0,019	0,019	47

* Röntgenspektrál-analízis módszerrel elemezve a MÁFI-ban.
** LECO RO 17 készüléken elemezve a Vaskohászattani Tanszéken

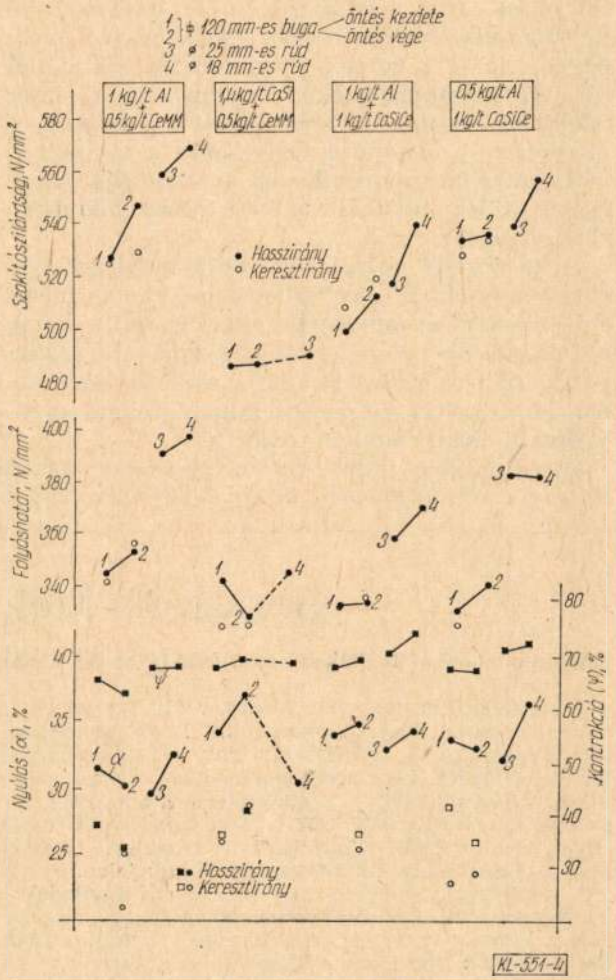
mint az ∅ 25 ill. 18 mm-es rudak hosszirányú szakítóvizsgálata átlageredményeinek alakulását kísérjük figyelemmel (ld. *4. ábra)*, úgy megállapítható, hogy a kísérleti adagok közül

— jó eredményeket mutat a CaSiCe-ot tartalmazó adagok mindegyike, továbbá az 1 kg/t Al után 0,5 kg/t CeMM-al kezelt adag;

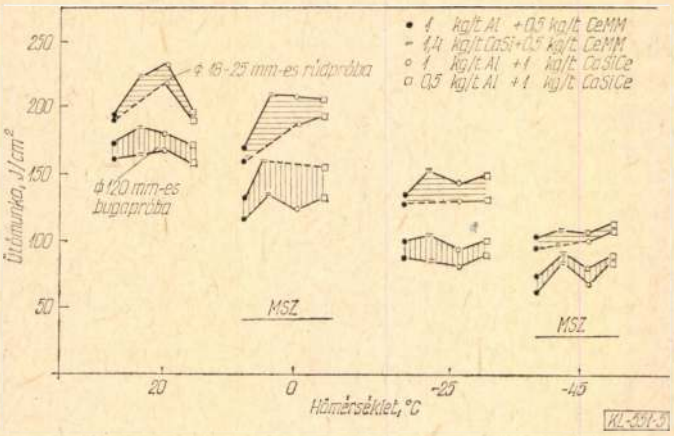
— kis eltéréssel ugyan, de nem biztosítja a szabványban előírt minimális értéket az 1,4 kg/t CaSi után a 0,5 kg/t CeMM-al mikroötvözött adag. Összefüggésben a kémiai összetételi vizsgálati eredményekkel, ennél az adagnál az Al-tartalom „hiánya", ami egyben a Ce nagyobbmértékű leégéséhez is vezetett, eredményezi a szilárdsági értékek alacsony szintjét. Ezért az Al-hozagolás a ritkaföldfém-tartalmú anyag előtt feltétlenül szükséges; ellenkező esetben a ritkaföldfém leégése túlságosan nagymértékű, az acél nem eléggé dezoxidált, a mikroötvözés hatása elanyésző;

— a szokásos 1 kg/t Al nem szükséges ritkaföldfémhozagolás esetén, a ritkaföldfémek leégésének megvédéséhez a 0,5 kg/t Al is elegendőnek bizonyul, a mikroötvözés hatása érvényre jut.

— amennyiben minimum 0,5 kg/t Al-os elődezoxidáció után alkalmazunk ritkaföldfémes mik-



4. ábra. Különbözőképpen dezoxidált, ill. mikroötvözött 52 C jelű acéladagokból származó próbatestek szakítóvizsgálatának eredményei



5. ábra. Különbözőképpen dezoxidált, ill. mikroötvözött 52 C jelű acéladagokból származó hosszirányú próbatestek ütővizsgálatának eredményei

roötvözést, úgy a CeMM kellőképp helyettesíthető CaSiCe-mal; a CaSiCe dezoxidáló- és mikroötvöző hatása megközelíti a sokkal drágább /CeMM dezoxidáló- és mikroötvöző haatását.

Ha a kísérleti adagokból hengerelt — a tuskók fej-, közép- és lábrészének megfelelő, ∅ 120 mm-es bugapróbák hossz ill. keresztirányú, az ∅ 25 ill. ∅ 18 mm-es rudak hosszirányú ütővizsgálatának átlageredményeit elemezzük, az alábbiakra juthatunk:

— a hosszirányú ütőmunkaértékek a vizsgálati hőmérséklet függvényében természetesen itt is egy olyan sávba helyezhetők el (ld. *5. ábra)*, ahol az ütőmunka a hőmérséklet csökkenésével meredeken esik — függetlenül a mikroötvözés módjától. Az ütőmunkaértékek általában a nyúlásértékekhez hasonló összefüggéseket mutatnak, a mikroötvözés módjától függetlenül a mikroötvözött anyagok mindegyikének ütőmunkája megfelelően jó, legjobb talán a CaSiCe-mal mikroötvözött anyagé;

— az ábráról ugyan nem, de a tényleges vizsgálati adatokból megítélhető, hogy a termékek anizotropiája is mindegyik mikroötvözött anyagnál megfelelően jó, 0,38—0,44% között ingadozó; a ritkaföldfémmel kezelt adagok zöme keresztirányban is biztosítja azt az ütőmunkaértéket, amit a szabvány hosszirányban ír elő!

Összességében kijelenthető, hogy az üstben történő mikroötvözéses üzemi kísérletsorozat is igazolta az irodalomértékelésre, a laboratóriumi és üzemi előkísérletek eredményeire alapozott várakozásainkat, beigazolódott, hogy kismennyiségű (~0,5 kg/t) Al-os elődezoxidációt követően a CeMM kiváló mikroötvöző, de a CeMM kellőképpen helyettesíthető CaSiCe-mal; a CaSiCe dezoxidáló- és mikroötvöző hatása megközelíti a sokkal drágább CeMM dezoxidáló és mikroötvöző hatását.

IRODALOM

[1] *Dr. Simon Sándor — Dr. Károly Gyula:* BKL. Kohászat. 1978. 2. (49—53)

[2] *Wilson, W.G.* Clean Steel komferencia. Balatonfüred 1970.

[3] A NME Vaskohászattani Tanszékének Szm. 137—XIX—8/1976—77. sz. kutatási jelentése az Ötvözeggyár részére. Miskol. 1977.

[4] *Dr. Simon Sándor — Dr. Károly Gyula:* BKL. Kohászat. 1978. (3) 111—115.

[5] A NME Vaskohászattani Tanszékének Szm. 14—XIX—1/79. sz. kutatási jelentése a Központi Földtani Hivatal részére. Miskolc, 1979.

[6] *Lorenz, L.* VDI—Z. 1975. 21. 977—984. p.

[7] *Fischer, W.A. —.Bertram, H.* Archiv f das Eisenhüttenx. 1973. 2. 87—95. p.

[8] *Weiss, H.* Stahl und Eisen. 1977. 10. 477—486.p.

[9] *Dr. Károly Gyula — Grega Oszkár — Fogta Béla:* Ózdi Acél 1977/2. 5—11. p.

[10] *Dr. Simon Sándor — Dr. Károly Gyula:* BKL Kohászat. 1978. (4) 145—150.

Beszámoló külföldi konferenciáról

Fémhulladékokkal foglalkozó konferencia az NDK-ban

A konferencián, melyet a Kammer der Technik és a VEB Kombinát Metallanfbeseibung közös rendezésében *Magdeburgban* (NDK) 1979. nov. 22., 23-án tartották, az OMBKE kiküldetésében négyen vettünk részt. *Török Frigyes* (CSM) a Fémkohászati Szakosztály, *Dr. Dolgos László* (KOGÉPTERV), *Solt László* (KOKÖV), *Grega Oszkár* (NME Vaskohászati Tanszék) a Vaskohászati Szakosztály kiküldetésében voltak jelen.

A konferencia, mely a vas- és színesfémhulladékok begyűjtésével és előkészítésével foglalkozott, nemzetközi szintű volt. A Szovjetunió, Lengyelország, Csehszlovákia, Románia, Magyarország összesen kb. 30—35 fővel volt képviselve, míg a hazai résztvevők száma 250-re tehető.

Az előadások hat témacsoportban hangzottak el. Az első csoportban a hulladékbegyűjtés, előkészítés közgazdasági és szervezési vonatkozásaival foglalkoztak az előadók. A 2., 3., 5., témacsoportban különböző vashulladék feldolgozási technológiákkal kapcsolatos előadásokat hallhattunk, míg, a 4. csoport az ötvözött acélhulladék a 6. pedig a színesfémhulladékok előkészítésével foglalkozott.

Összességében azt a következtetést lehetett levonni, hogy az NDK-ban fokozott jelentőséget tulajdonítanak a vas- és fémhulladékoknak, mint másodnyersanyagoknak. A begyűjtési és előkészítési munkát országos hatáskörű szervezetek koordinálják.

A konferenciát követően 24-én Saalfeld mellett a MAB egyik üzemét tekintettük meg, ahol egy schredder is működik. Ezzel a berendezéssel tőkés importból származó lemezhulladékot készítenek elő SM acélműi fölhasználásra.

(Grega)

Az acél és nyersvas minőségének javítása porított anyagok befúvásával

SZIPKA KÁROLY okl. kohómérnök, tud. oszt. vez.
GOMBÁS LÁSZLÓ okl. kohómérnök, tud. csop. vez.
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.046.554 + 669.162.267.5

Az üstmetallurgia a korszerű acélgyártás folyamatába szorosan beilleszkedett. Részét képezi porok üstbe fúvatása. Ennek elsődleges célja a dezoxidálás, később a kéntelenítés lett. Ez utóbbi két lépcsőben megy végbe, előbb a nyersvasüstben, majd az acél csapolása után az öntőüstben; lehetővé téve az acélgyártás energiaszükségletének csökkentését és a kész acél minőségének javítását.

Előzmények

Évszázadunk derekáig mesterség volt az acélgyártás, csupán keveseknek művészete. Az 1950 utáni évek alakították át tudománnyá, óriási szellemi erőfeszítések — kutatások és fejlesztések — árán, amelyek kiterjedtek a nyersvas és acélgyártás egész folyamatára és úgyszólván valamennyi termelőberendezésre.

Magyarországon ma a gyártott acélnak mintegy 90%-a Siemens—Martin kemencékben készül. E hagyományos termelő berendezések — bár az elkövetkező években rohamosan csökkenő arányban vesznek majd részt az ország acéltermelésében — jelentőségükből alig veszítenek. Időszerű műszaki feladat ezért termelékenységük növelésével foglalkozni, figyelembevéve az ipari fejlődéssel együttjáró gazdaságossági problémákat. Ugyanakkor a korszerű acélfelhasználási területek összetett és magasszintű igényekkel lépnek fel az acél minőségével szemben, amelyeknek kielégítését a hagyományos gyártóberendezésekre kidolgozott gyártástechnológiákkal nem, vagy csak igen nagy idő, energia és költségáldozatok árán lehet biztosítani.

E követelmények — megelőzve hazánkat — másutt már jelentkeztek és a megoldási módozatokra olyan berendezéseket fejlesztettek ki és olyan gyártástechnológiákat dolgoztak ki, amelyek üzemszerű alkalmazása megbízható minőségi mutatókhoz vezet; méghozzá gyorsan és rendkívül olcsón.

E fejlesztések során az acélgyártó konverterek, ill. nagyteljesítményű elektrókemencék és folyamatos öntőművek közé ékelődött be az üstmetallurgia, ennek egyik sajátos részét képezi a poritott anyagok öntőüstbe fúvatása.

Dezoxidálás

Dezoxidáció az üstben

Az acélgyártási folyamat tüzetes vizsgálata során megmutatkozott egyrészt a kemencék túlterheltsége, másrészt az üstök metallurgiai kihasználatlansága. Önként kínálkozik a megoldás; az acélgyártás egyes időigényes műveleteinek kemencéből üstbe való áthelyezése. Az üstben történhet a dezoxidáció. A dezoxidálóötvözetek üstbeadagolásakor a leégési veszteségek lényegesen csökkennek. (Az acél lehülésétől max. 12 kg/t különféle ötvözet adagolása esetén még nem kell tartani.)

Új, többalkotós dezoxidálóötvözetek üstbeni alkalmazása lehetővé teszi az alaposabb dezoxidálást, egyúttal a visszamaradó zárványok kedvezőbb tulajdonságainak elérését.

E célból fejlesztette ki a Vasipari Kutató Intézet, kohászati üzemeink közreműködésével, azokat a komplex dezoxidálószereket, amelyek nagyobb részének az alkalmazása ma már a hazai nagyüzemek technológiai előírásaiból sem hiányzik, tehát alkalmazásuk üzemszerű. Ezek mindenekelőtt a MnTiAl és a CaSiAlBa. Mellettük kialakítottuk a CaMnSiZr-t is, valamint a CaSiAl-2-vel történő gyártástechnológiát. Összetételük az *1. táblázatban* szerepel.

Poritott anyagok befúvatása az acélöntőüstbe

Komplex dezoxidálószerek kiválasztásakor a Ca tartalmúakat kellett előnyben részesíteni, hogy Al_2O_3-zárványok helyett a salakba könnyen felúszó kalcium-aluminátok képződjenek.

A komplex dezoxidáló ötvözetek hatását fokozta azoknak egyre kisebb darabméretben történő adagolása, amely egyúttal hatékonyabb anyagfelhasználást eredményezett.

Az elmúlt 20 év során a fejlett iparral rendelkező államok fokozatosan fejlesztették ki azt az eljárást, amely lehetővé teszi a poritott anyagoknak az üstbe fúvatását.

A poritott anyagoknak üstbe fúvatása bármely acélgyártó módszerhez kapcsolható, s emellett rendkívül olcsó. Növeli a termelőberendezés termelékenységét és javítja a gyártott acél minőségét. Kihasználatlan lehetőséget aktivizál, a szállítóüstben alkalmazott metallurgiát. A szűkreszabott időnek megfelelő, gyors módszer.

1. táblázat

Megnevezés	Összetétel, %		Hatás
MnTiAl—1	Mn	=min.25	Folyáshatár növelése
	Ti	=min.23	
	Al	=min.26	
	Si	=max. 5	Forgácsolhatóság javítása
	Ca	=5 – 14	
CaSiAl—2	Si	=max. 75	
	Al	=max. 2	
	Ca	= 8 – 15	
	Si	=50 – 60	Hajlíthatóság javítása
CaMnSiZr	Mn	=10 – 12	
	Zr	= 8 – 12	
	Ca	= 8 – 15	
CaSiAlBa	Si	=min.30	Átmeneti hőmérséklet csökkentése (hegeszthetőség javítása)
	Ba	= 7 – 12	
	Al	=min.17	

A németek „TN" (Thyssen Niederrhein)-nek rövidítik az eljárásukat. Az USA-ban „CAB" (Calciumot argonnal befúvató)-módszerként ismeretes, a svédeké a „skandináv—lándzsás" technológia. Valamennyinek leglényegesebb berendezése a porbefúvató készülék.

A különféle porok befúvására alkalmas porbefúvatókészülék kialakításán Intézetünk is fáradozik. Két egymástól független megoldás született; az egyik a nagyüzemi alkalmazás küszöbéig jutott; a másik — szovjet tervek alapján kialakítva — a kipróbálásig.

Kétségtelen, hogy az acélöntőüstben végzett „másod" metallurgiának szoros keretei vannak, ezek azonban nemcsak korlátokat, hanem lehetőségeket is jelentenek, amelyek tudatos és eredményes kihasználása függ:

— Az üst alakjától, méretétől, teltségétől.
— A befúvatás (lándzsamerítés) mélységétől.
— A rövid műveleti idő ellenére is bekövetkező hőveszteségektől.

Az üst ezért célszerűen legyen nagy befogadóképességű és mély. Falazata jól szigeteljen. Befedése semleges atmoszférát biztosít és felfogja a füstgázokat. A fedő megakadályozza a kifreccseneséseket, ezzel szemben a fürdő keveredését mérsékli. Az üst megtöltésekor a fürdőmélység a 2 m-t jóval haladja meg; ugyanakkor min. 25 cm-es köpenygát maradjon szabadon.

A lándzsa merítésének mélységével egyrészt megnő az az idő, ameddig az injektált termék az acélban tartózkodik; jelentősebbé válik a kontaktusa az acéllal. A keveredés erősödik és a fürdő egészére kiterjed, másrészt azonban megnő a ferrostatikus nyomás. A lándzsa végnyílásába behatolni törekvő acél ellenében nagyobb nyomást (5—7 bar) kell alkalmazni, nehogy az itteni dugulások — a teljes vezetékhálózat nyomásveszteségéhez hozzáadódva — a befúvás elakadjon. A vezetékben viszont a nyomás fokozásának határai vannak.

Az acélfürdőben a hőveszteségeket a fellépő exo—endó-termás reakciók befolyásolják.

A kezelés időtartama (a nyersvashoz képest min. kétszeres), mivel az acélhoz max. 45 percet is alkalmaznak. Folyamatosan törekszenek ezen időszükséglet csökkentésére. (Megjegyzendő, hogy a 200 t-nál kisebb üstökhöz eleve kevesebb kezelési idő kell.)

A porbefúvatás célja többrétű:

— dezoxidálás
— kéntelenítés
— szulfidzárvány-átalakítás
— salakképzés, stb.

A célnak megfelelően kell a poritott anyagfajtát megválasztani.

A szemnagyságot, megoszlását, a rendelkezésre álló porbefúvató berendezés szabja meg. Vannak olyan készülékek is — ilyen a francia IRSID-é,

2. táblázat

A porok és a befúvatás jellemzői — IRSID adatok — (1)

	Jellemző	I. csoport CaSi (vagy CaC_2)	II. csoport CaO (vagy Na_2CO_3)	III. csoport Mg (vagy Al.)
A porok fizikai jellemzői.	Halmazsúly kg/dm³	1,0...1,1	0,9...1,0	0,5...0,6
	Szemcseméret, um	0...500	0...200 (CaO) 0...400 ($NaCO_3$)	0...2000 (2 mm)
	Szemcsék alakja	kristályosak	kristályosak	forgácsok és pikkelyek
	A szemcsék keménysége	kemények	közepes keménység	lágyak
A porok és a szállítólevegő viselkedése.	Gáz-áteresztőképesség	erős	gyenge	erős
	Ömleszthetőség	jó	közepes	közepes
	Haladás sebessége a vízszintes vezetékben m/s	10...12	8...10	3...4
A mélybe történő befúvatás jellemzői	A por mennyisége kg/min.	15...35	30...50	5...15
	A gáz teljes mennyisége l/s.	10...15	15...20	7...12
	Gáz fajta	argon	nitrogén	argon vagy nitrogén
	Szállítási nyomás a porelosztóból kijövet, bar	7...10	7...10	4...6
	Folyósítás az injektálás folyamán	(nem)	igen	(nem)

amelyek érzéketlenek a szemnagyságra, ezért kiterjedten alkalmazhatók.

A használt porfajtákat az IRSID 3 csoportba osztotta, megadva azoknak a befúvatás szempontjából fontos jellemzőit is *(1. táblázat)*.

Az első csoport, a CaSi (esetleg CaC_2). Igen jól áramoltatható; ami lehetővé teszi, hogy a lándzsát kis végnyílással lehessen üzemeltetni. Ez az üzembiztonságot és a művelet egyszerűsítését is jelenti, ugyanis fúvatás közben nincs szükség a mennyiségnyomás állandó szabályozására.

A porbefúvatóban a szemcsehalom a gázt átengedi, amelynek 30—40%-a így el is vész, de ez állandó mennyiség, amellyel számolni lehet. Nyomásnöveléssel viszont a teljesítmény alig javítható. (max. 35 kg/min).

A második csoport a CaO vagy Na_2CO_3. Kis szemcsézettségű, finom por. Áramoltatása nehézkesebb. A szemcsehalom rossz gázáteresztő, a lándzsanyílást eltömheti, ezért ott folyósítószert adagolnak mellé.

A harmadik csoport a Mg vagy Al. Kis fajsúlyú anyag, amelyből viszonylag kevés szállítható, kevés gázzal, kis gázsebességgel. Rosszul áramoltatható, már a vezetékben tömörödik, lerakódik és dugulásokat okoz.

Kéntelenítés

A kéntartalom csökkentésének szükségessége

Az acélgyártás korszerűsítése, a folyamatos öntőművek üzembehelyezése, irányította a figyelmet a bugák nagyobb felület/térfogat arányának következményére, a gyorsabb lehülésből eredő felületi repedezettségre.

Ennek elkerülésére tett számos intézkedés közül azok bizonyultak a leghatásosabbnak, amelyek a kéntartalom csökkentését tűzték ki célul. E kén háromféle szulfidalakban fordulhat elő, amelyek kialakulása az oxigéntartalomtól is függ. A zárványok alakítási szilárdsága az I-es típustól a III-asig csökken [2].

Az I-es típusú szulfidok sokszor még oxidokat is tartalmaznak. A 200 ppm feletti O_2-tartalmú acélokra jellemzők. Alakjuk gömbszerű *(1—2. ábra)*.

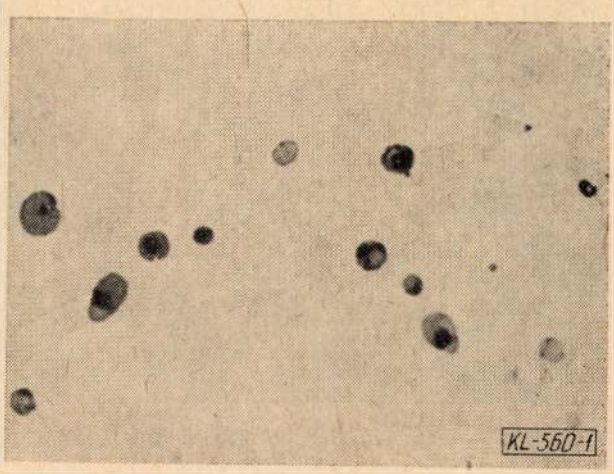
A II-es típusúak a kristályhatárokon eloszolva (intergranulárisan) jelentkeznek a kb. 70—200 ppm O_2 tartalmú acélokban. Igen gyakori a megjelenésük; rendszerint vegyesen, pl. 100 ppm O_2 felett az I+II típusúaké *(3—4. ábra)*.

A III-as típusú szulfidok a sok Al használatát követő, kevés O_2-t tartalmazó acélokra jellemzőek. Szögletesek, sokszögalakúak *(5—6. ábra)*.

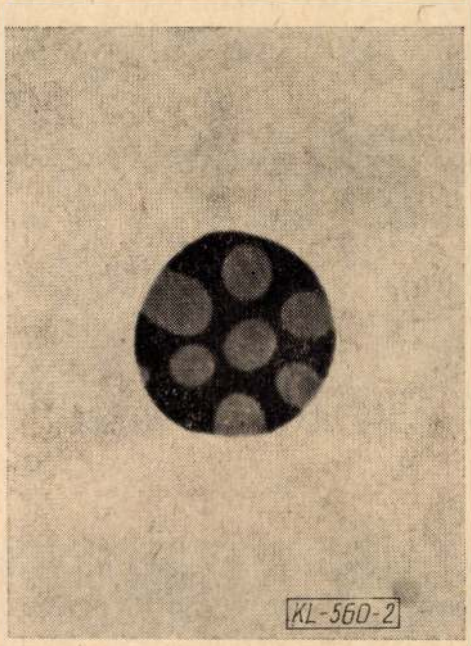
A szulfidok — rendszerint hosszan elnyúlt — fűzérei, láncai a repedéseknek kiindulópontjai; azonkívül a hossz és keresztirányban mért mechanikai tulajdonságok eltérésének, az anizotrópiának okozói. Szulfidzárványok okozzák a hengerlési síkkal párhuzamosan jelentkező lemezes feltépődést is.

A kén csökkentése a következők miatt sokszorosan indokolt:

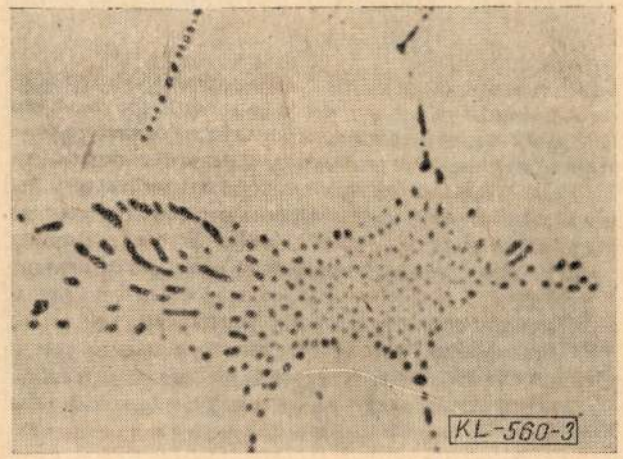
— az anizotrópia jelensége csak igen szerény mértékben mutatkozhasson,
— a lemezes tépődés még töredéknyi gyakorisággal se jelentkezzék, hanem teljesen megszűnjön,
— lehetőség nyíljon az öntés sebességének fokozására a repedezettség bekövetkezésének veszélye nélkül,



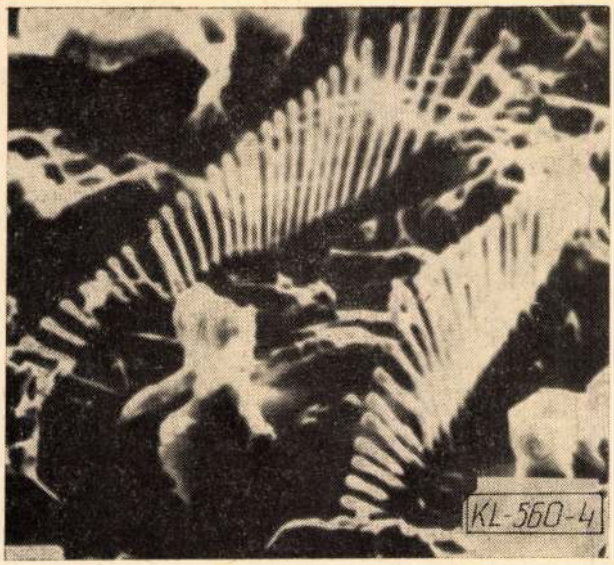
1. ábra. I. típusú Mn S, maratlan, N=190×



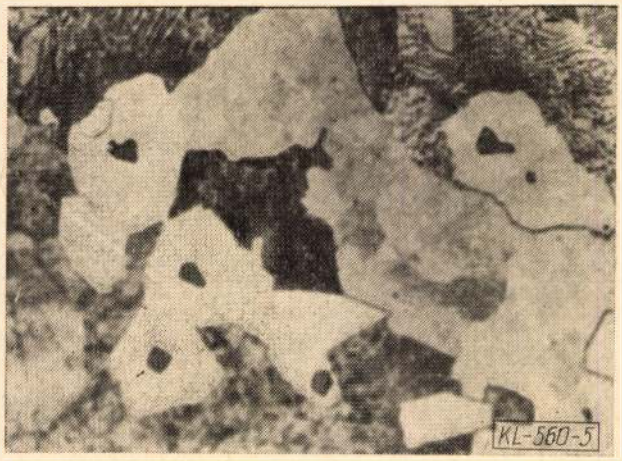
2. ábra. I. I. típusú MnS, N=500×



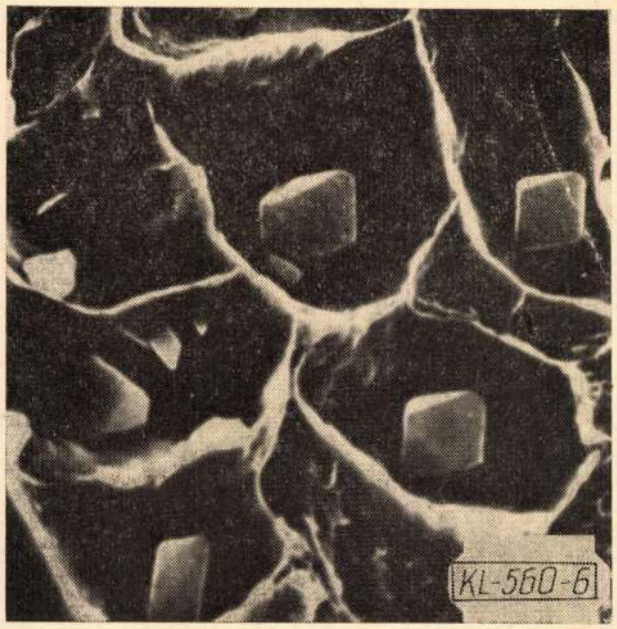
3. ábra. II. típusú MnS, maratlan, N=190ü×



4. ábra. II. típusú MnS, mélyen maratott felület, N=835×



5. ábra. III. típusú Mn S, 2% nitallal maratva, N=210×



6. ábra. III. típusú MnS, töretfelület, N=2000×

— a — főként FAM — bugák javítási igénye csökkenjen,
— az a cél ütőmunkaértékei nőjenek és a hegeszthetőség feltételei lényegesen javuljanak,
— a különleges (pl. elektrotechnikai) lemezek mérhető tulajdonságait a zárványok kedvezőtlenül ne befolyásolhassák.

Éppen ezért a kéntelenítést a gyártóművek, mind a nyersvasnál, mind az acélnál elvégzik.

A korszerű acélgyártó üzemekben pedig — a folyamatos öntőművekre való tekintettel — szigorították a kéntartalom alsó határát 0,025%-ra, esetenként 0,020%-ra.

A nyersvas kéntelenítése

Ma már a kohászatnak vállalnia kell a kibányászás növekvő költségeit, vagy meg kell elégednie a gyengébb minőségű, nagyobb kéntartalmú ércekkel.

A nagyolvasztókban a kéntelenítésnek — főként a rohamosan növekvő energiaszükséglet miatt — gazdasági határai vannak. Ezért a nagyolvasztón kívül egyre gyakrabban kezelik a lecsapolt nyersvasat.

A kéntelenítést régebben szódával végezték, amelyet a nyersvas csapolása előtt az üst aljára helyeztek. — Hátrányai voltak a nátriumoxid — tartalmú salak eltávolításának problémája, az erős füstképződés és a bizonytalan kéntartalom [3].

A kéntelenítés következményeként keletkező sok salak fokozódó nehézségekhez vezet: ezért — bár esetenként egészen alacsony S tartalmakat is elérnek — célul a középérték a max. 0,020%-os S tartalom biztosítását tűzték ki. Tény, hogy a kéntelenítés mértéke mindenkor függ a salak összetételétől, kénfelvevő kapacitásától.

Darabos szódából a kívánt mértékű kéntelenítéshez 6 kg szükséges 1 t nyersvasra. Hatásfoka 30%-os az elért kéntartalom különbséget a kezdetire vonatkoztatva.

Poritott szóda hatásfoka a 70%-ot is eléri, ha ezt a kéntelenítőport minimum 2 m mélyen a folyékony nyersvasba injektáljuk (*lásd a 7. ábrát*). [1]

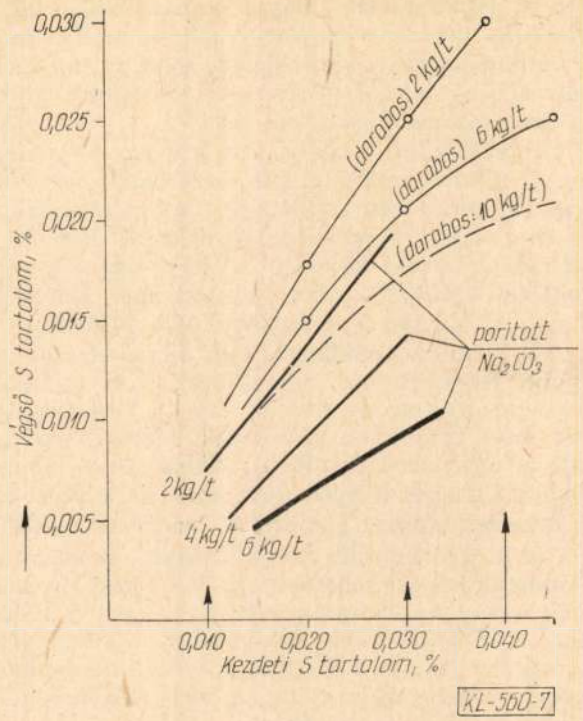
(A poritott anyagok befúvása a nyersvasüstbe azért is előnyös, mert rövid időn belül igen nagy mennyiségeket képes kezelni.)

A Mg erélyes kéntelenítőszer. Hatását fokozza, minél apróbbak az adott hőmérsékleten keletkező gázbuborékok, és minél hosszabb utat kell megtenniök felfelé. A Mg-ot (ill. ötvözeteit) haranggal merítik a fürdőbe, vagy poritott állapotban fúvatják be, utóbbi esetben a kéntelenítéshez igen kis mennyiség szükséges: 0,2—0,4 kg Mg/t nyersvas (*7—8. ábra*).

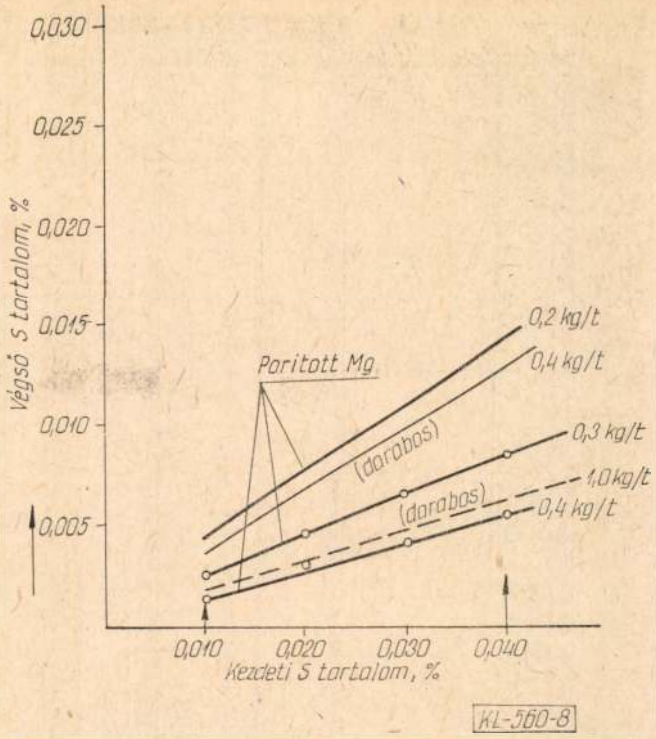
Nyersvasköntelenítés üzemi méretekben

Nyersvasat szállító torpedóüstben a VASKUT háromízben végzett kísérleteket 1979-ben az osztrák VÖEST—ALPINE Művek Linz-i üzemében.

Eredményhez a 860 °C olvadáspontú, 0,6—1,5 mm szemcsenagyságú, 36%-Mg-ot tartalmazó



7. ábra. A nyersvas szódával történő kéntelenítésének hatékonysága



8. ábra. A nyersvas magnéziummal történő kéntelenítésének hatékonysága

MAGSULFEX ötvözetőrlemény vezetett, 14 kg/min mennyiségben 15—25 percen át adagolva.

A befúvóberendezés a francia IRSID által kifejlesztett, bérelt szerkezet volt.

Először a 0,050% S-tartalmat csökkentették CaC_2 befúvatásával 0,020% körüli értékre, majd ezt az értéket csökkentették MAGSULFEX-36 befúvatásával 0,005—0,007% S tartalomig.

A THYSSEN-Művek a nyersvas kéntelenítését torpedóüstben, CaC_2-dal végzi: gyakorlata szerint 0,020% S-tartalomig.

A KRUPP-Művek 1975-ben üzembehelyezett Rheinhausen-i acélműben a nyersvas-beöntőüstökben végzik a kéntelenítést. Száraz levegővel fúvatnak, mért mennyiségű kéntelenítőszert a nyersvasba. Ez a szer CaC_2, amelyhez 15% $CaCO_3$-at is adagolnak. [3] Szemcsézete finom, 85%-ában 0,063 mm-nél kisebb átmérőkkel.

Használatával — kitünő találati biztonsággal — igen alacsony kéntartalmakat is el lehet érni, mégpedig:

7 perces befúvatással	0,020%,
15 perces befúvatással	0,010%,
25 perces befúvatással	0,005% S tartalmat

A beöntőüst 30 °-os buktatása teszi lehetővé a salak gépesített eltávolítását, salaktálba folyatását. — Ezután a kéntelenített, salaktalanított nyersvasat a konverterbe öntik.

Az acél kéntelenítésének módjai

Amíg az alapos dezoxidáció végrehajtva nincs, ésszerűen és gazdaságosan kéntelenítést végezni nem lehet, mert a drága kéntelenítőszer az oxigén megkötésére fordítódik. A fürdő dezoxidálásának és kéntelenítésének folyamatát mutatjuk be a *9. ábrán* [4].

A gyakrabban alkalmazott elemek a S megkötésére a Mn, Ca, Zr és a Ti, valamint a kalciumciánamid és a CaSiCe ötvözetek.

Poritott állapotban történő felhasználásuk előnyeiről már beszámoltunk.

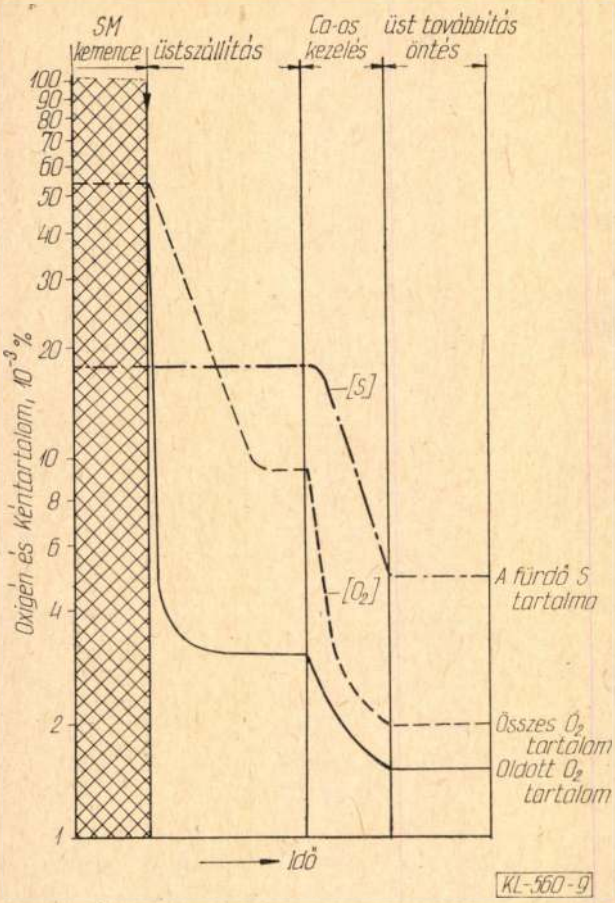
A Ca vegyületeknek (CaC_2, CaSi) 1600°C-on az acélban nagy a gőznyomásuk és kicsiny az oldhatóságuk, ez is indokolja a kéntelenítőszer mélybefúvatását.

Az oxigén aktivitását és a hőmérsékletet az üst falazatába épített, de az acélba (üstaljától 700 mm benyúló magasan 40mm-re) elektrokémiai cella segítségével folyamatosan mérni kell. [7]

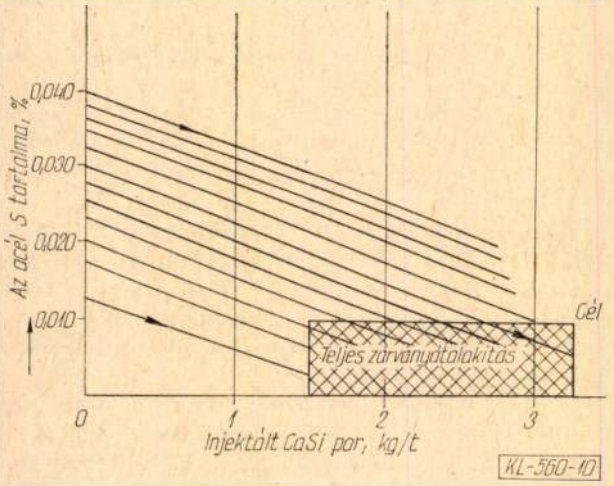
A lándzsának a hő, vegyi és mechanikai hatásoknak ellent kell állnia'

A számszerűség kedvéért megemlíthető, hogy 1 kg/t CaSi — kedvező körülmények között — 0,005% S csökkentést végez, 3,5 kg/t CaSi-mal érhető el gazdaságosan a legalacsonyabb S-tartalom: 0,010 % alatti *(10. ábra)*.

A kéntelenítéshez a THYSSEN-Művekben CaC_2-ot vagy CaSi-ot fúvatnak be 4—6 m hosszú lándzsán át, amely 3 m mélyen nyúlik az acélfürdőbe. Ahol az acél szigorú Si előírása miatt nem kívánatos, hogy a fürdő C-t vagy Si-ot vegyen fel, Mg alkalmazható. 2,5 kg/t CaSi porral vagy 0,3 kg/t Mg porral a 0,020 % S tartalmú fürdőt 0,010 % alattivá lehet kénteleníteni. A Ca befújt mennyiségével arányosan csökken a S, majd a — lényegesen csökkentett — kéntartalom zárványai alakulnak át. A szulfidzárványok morfológiájának változtatása nemcsak CaSi-többlet adagolásával,



9. ábra. Üstben poritott Ca-mal kezelt acél O_2 és S tartalmának változása



10. ábra. Al-mal csillapított, CaSi-mal kezelt acél kéntartalmának változása

3. táblázat [6]

S,%	A tisztítandó felület aránya % felül	alul	A 100 %-os felületjavítást igénylő bugák száma
0,028 felett	17,3	13,2	16,7
0,021 – 0,028	12,8	7,4	6,5
0,021 – alatt	8,0	7,4	–

hanem ritkafémmel, illetve annak ötvözeteivel (CaSiCe) történhet. (A hagyományos módon kéntelenített acéllal — ahol csapolás előtt az üst ajába helyezik a kéntelenítőszert — a morfológiaváltoztatást el sem lehet érni.) [4] [1]

A Ce-ból viszont, hogy hatását kifejtse, a mindenkori S-tartalomnak min. háromszorosára van szükség. Ez korlátozza alkalmazhatóságát. Dezoxidálóként, vagy csupán kéntelenítőként használva célt tévesztett és költséges. A S-tartalom lecsökkentése 0,01%-ra mintegy 15%-kal kevesebb bugafelületjavítást eredményez *(3. táblázat)*.

A S tartalom csökkentésének új módozatai nagyobb lehetőségeket teremtenek: a S tartalom 0,01%-os változása 16 Joule értékű keresztirányban mért ütőmunka növekedést biztosít (szerkezeti és cső acélok esetében): szabályozott hőmérsékleten hengerelt acélokban ennél is többet. [5] A kezelés hatására gömbösödő szulfidok biztosítják az acél kedvezőbb tulajdonságait. Az alacsony kéntartalom adta lehetőséggel élve a zárványmorfológia úgy változtatható, hogy az acél mindhárom irányban mért tulajdonságai (hengerlési hosszirányban, arra keresztirányban, majd merőlegesen, vastagságirányban mérve) kedvezőek és közel azonosak, izotrópok.

Az acéloktól általában megkövetelt tulajdonságok: az alakíthatóság, szívósság, hegeszthetőség. A felhasználói igények azonban napról-napra nőnek, az alkalmazás körülményei is szigorodnak (pl. mélyebb hőmérsékletre), tehát a vizsgálatokat olyan biztonsági előírásokkal kell végezni, amelyeknek az acélgyártó eddigi gyakorlatával eleget tenni nem tud. A felhasználók által ma igényelt — megbízható tulajdonságokkal rendelkező — acél az eddigieknél sokkal nagyobb és összetettebb követelményeknek is feleljen meg, csak így képes eleget tenni a felhasználás során kívánt rendeltetéseknek.

Költségek

A kéntelenítő poroknak az üstben levő folyékony fémbe fúvatása az eljárás üzemi költségeinek legfőbb tényezője, a beruházási költségeken felül az alábbi megoszlásban:

1. A poritott kéntelenítőszernek a daraboshoz viszonyított árviszonya.
2. A merülőlándzsa tartóssága (ma 5—10 bemerülés).

E kiadásoknak fontosabb szerepük a nyersvasnál mutatkozik. Az acél esetében a kitűzött kettős cél: a termelékenység növelése és minőség javítása olyan óriási értékeket képviselnek, amelyek mellett a fentebb ismertetett módon történő kéntelenítés költségei eltörpülnek, ezért a porbefúvatásos kéntelenítés a jövőben az acélgyártási technológiának — ezen belül az üstmetallurgiának — elválaszthatatlan részévé válik. Előnyeit összegezve:

— Valamennyi acélgyártó eljáráshoz kapcsolható
— A termelőberendezés termelékenységét növeli
— A gyártás önköltségét csökkenti

— Kiválóan alkalmas az acélok széles skálájának minőségjavítására, tulajdonságainak lényeges javítására, bevezetése ezért a tömegacélok gyártásához is indokolt.

Mindezek teljes kiaknázása érdekében az acélt alsófúvatású konverterben gyártják, majd bázikus bélésű üstbe csapolják. A folyékony acélt a lefedett üst mélyéig befújt porral kezelik, végül folyamatos öntőművön öntik le.

Azok a mai — rendkívüli — mennyiségi elvárások, amelyeket a gyártóberendezéssel szemben támasztanak, az energiával takarékoskodó jövő természetes velejáróivá válnak éppen úgy, mint a ma még óhajnak tűnő alacsony kéntartalmak: ezek az elkövetkező években üzemszerűen megvalósulnak olyannyira, hogy valamennyi acél előírásában, szabványában szerepelnek majd, hozzájárulva az így termelt acél minőségének lényeges javulásához.

Összefoglalás

Az acéllal szemben támasztott követelmények alaposan megnőttek az elmult évtizedek során. Kielégítésükre a hagyományos gyártóberendezések nem alkalmasak vagy nem gazdaságosak. Az acélok minőségjavításának egyik lényeges útja az alapos dezoxidációt követő kéntelenítés, az eddigieknél kisebb kéntartalmakig. E célra fejlesztették ki a poritott anyagokat befúvó készülékeket, amelyekből a kéntelenítőszert gáznemű szállítóközeggel, merülőlándzsa segítségével juttatják a fürdő mélyére.

A kéntelenítés első lépcsője a nyersvasnál megy végbe: a szállítóüstben, a keverőkemencében vagy a nyersvasbeöntőüstben.

Az üstmetallurgia keretén belül poritott anyagoknak az acélfürdő mélyére fúvatása — a gyártás és a folyamatos öntés közé ékelődve — hatásosan, gyorsan képes az acél kéntartalmának a ma már közepesnek tartott (0,020%-os) szint alá szorítására.

IRODALOM

[1] *Motte, J.P.—Cordier, J.:* Insufflation profonde de poudres dans la fonte ou l'acier liquide. Circulaire d'Informations Techniques. 1978/4. 775—788.0.

[2] *Baker,T.J.—Charles, J.A.:*Morphology of manganese sulphide in Steel. Journal of the Iron and Steel Institute. 1972. szept. 702—706.o.

[3] *Delhey, H.—M.—Fliege,L.—Hohle, H.* Entschwefelung von Roheisen in Roheisenchargierpfannen im neuen LD—Stahlwerk der Fried Krupp Hüttenwerke A.G. Technische Mitteilungen Krupp 1979/máj. 29—35.0.

[4] *Förster, E.—Klapdar, és társaik:* Deoxidation und Enstschwefelung durch Einblasen von Calciumverbindungen in Stahlschmelzen und ihre Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften an Grobblechen. Stahl und Eisen 1974/11. (máj.23) 474—485.o.

[5] *Cavaghan, I.S.—Chapman, J.A.:* La nécessité des aciers a bas soufre. Revue de Métallurgie 1974. ápr. 334—344.o.

[6] *Szidorenko, M.F.:* Teorija i praktika produvki metalla poroskámi. Moszkva „Metallurgija" 1978.

A vákuumos kezelés tapasztalatai a Lenin Kohászati Művekben

KISS LÁSZLÓ okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 669.187—982

A Lenin Kohászati Művek Elektróacélművében üzemelő vákuumozó berendezések bemutatása és az elvégzett kísérletek, kutatások és üzemi tapasztalatok ismertetése. Felsorolja azokat az eredményeket, amelyeket a hagyományos üstmetallurgiai eljárásokkal különböző technológiai módszerekkel értek el. Megjelöli azt az irányt, amelyet a korszerű üstmetallurgiai berendezések alkalmazásánál fokozottan figyelembe kell venni.

Vákuumozó berendezések a Lenin Kohászati Művekben

A Lenin Kohászati Művek Elektróacélművében 1966-ban egy 18 t-ás csapolásközbeni és egy 35 m³-es kamrás vákuumozó berendezés üzembehelyezésére került sor. Az új Elektróacélmű beindulásával 1969 évben egy 80 m³-es kamrás vákuumozó berendezés is létesült.

Csapolásközbeni sugárvákuumozás

Az eljárás előnye, hogy a vákuumkezelés közvetlenül a kemencéből való kifolyáskor végezhető. Hátránya viszont a bonyolult és hosszadalmas összeszerelése és üzemközbeni nehézkes kezelése. Ezért és üzembiztonságtechnikai problémák miatt rövid üzemelés után 1973-ban megszüntettük.

Kamrás vákuumozó berendezés

Az LKM-ben létesült kamrás vákuumozó berendezés főbb jellemzői a következők:

kamra térfogata	35 ill. 80 m³
vákuum előállítása	4 fokozatú gőzsugár sziv. ill. 4 fokozatú gőzsugár sziv. + vízgyűrűs szivattyú
működtetés	automatikus programvezérlés
legkisebb vákuum érték	hidegelszívatásnál 0,2 Torr (27 Pa) üzemeléskor 0,5 Torr (67 Pa)
működtető energia	telített száraz gőz p = 16 bar
vákuum leszívatás ideje	3—5 min
vákuumkezelés ideje	8—15 min

A berendezésekkel az alábbi vákuumozási módszerek lefolytatására van lehetőség:

— üstben lévő acél vákuumkamrában történő kezelése

— üstben lévő acél vákuumkamrában való argonos kezelése

— üstből-üstbe történő átöntés vákuum alatt

— üstből kokillába való öntés vákuum alatt
— üstből-üstbe való átöntés vákuum alatt, ugyanakkor az alsó üstben lévő acél argonos kezelése

Vákuumban kezelt acélok választéka

Elektróacélművünk programskálája rendkívül széles. Gyengén, közepesen és erősen ötvözött acélokon belül több mint 600 féle acélminőséget gyártunk. Nemesacéljaink különféle speciális célra is készülnek. A legkényesebb acéljainkat vákuumos kezeléssel gyártjuk.
Ilyenek:
— vasúti sínek, abroncsok
— kovácsműi nagytuskók
— turbina, forgattyús tengelyek
— ütőmedvék
— golyóscsapágyak
— különleges motor- és gépalkatrészek

Üzemi kutatások, eredmények

A minőségi igények kielégítésére az Elektróacélműben többirányú vákuumozási kísérletet és kutatásokat végeztünk. Az üzemi tapasztalatok alapján speciális intézkedéseket tettünk a vákuumozás hatékonyságának növelésére.

A túlhevítés hőmérsékletének és a kezelés módszerének megválasztása

A vákuumozási eljárás átlagosan 32 perccel hosszabbítja meg az acélnak üstben tartózkodási idejét. A csapolási hőmérsékletet úgy kell beállítani, hogy az acél kezelés utám is hibamentesen legyen leönthető.

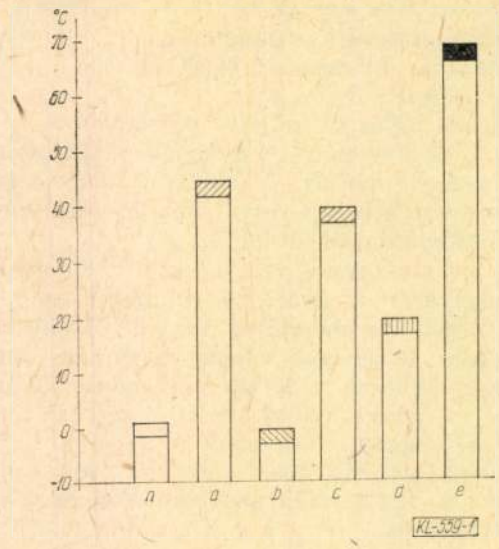
A túl magas hőmérséklet több szempontból kedvezőtlen:
— bekövetkezhet a tűzállótéglák lágyulása, ezért az acél szennyeződhet, az öntés lefolytatása nem biztonságos
— az öntött tuskók melegrepedésének veszélye fokozódik
— az acélban oldott gázok oldhatósága növekszik.
Alacsony csapolási hőmérséklet esetén:
— az üstben tapadvány képződik
— öntés közben oxigénezés válik szükségessé, mely az önthetőséget rontja.

Több éves üzemi tapasztalatok alapján az egyes vákuumozási módok túlhevítési hőmérsékletét az *1. ábrán* olvashatjuk le:

A nagy túlhevítési hőmérséklet kedvezőtlen. Emiatt kezdetben dugózárási hibák gyakran előfordultak, selejtet és baleseti veszélyforrásokat jelentettek.

A felmerült nehézségek megszüntetésére az LKM Elektróacélmű technológiai adottságait figyelembe véve, az Interstop tolózáras öntési eljárást vezettük be, amelyet 1979-től üzemszerűen alkalmazunk, igen jó eredménnyel.

A tolózár bevezetésével egyidejűleg acélüntőüstjeinkbe új, korszerű tűzállóanyagokat építettünk be a vákuumos kezelés idejének növelése érdekében. A vákuumozott acélok további minőségjavítása a vákuum alatti argon átöblítéses eljárás bevezetését eredményezte.



1. ábra. Különböző vákuumozási módszerekhez szükséges túlhevítési hőmérséklet (gyakorlati adatok)

n — normál csapolási hőmérséklet, *a* — üstből-üstbe vákuumozás, *b* — üstből kokillába vákuumozás, *c* — vákuum alatti argon kezelés, *d* — argon átöblítés vákuum nélkül, *e* — csapolás közbeni vákuumozás

Vákuum alatti karbondezoxidációs kísérletek

A kísérletek célja az volt, hogy az acélban oldott oxigén mennyiségét a

$$[C]+[O]=\{CO\}$$

reakció lejátszódásának fokozottabb elősegítését vákuumtérben kedvezően befolyásoljuk.
A reakció egyensúlyi állandóját a

$$K=\frac{p_{co}}{[C]\cdot[O]}$$

egyenlet fejezi ki. Mint látható a CO parciális nyomásának döntő szerepe van az oldott oxigén mennyiség tekintetében. Az acél oxigén oldhatóságát a parciális nyomás függvényében a *2. ábra* szemlélteti.

Vákuumozásnál lehetőség van a termodinamikai törvények kedvező befolyásolására is. Így pl. vákuum alatti karbonos dezoxidáció előnyösen folytatható le a félig csillapított acélokban és ezután kell a végdezoxidációt vákuumkamrában elvégezni.

Kísérleti eredményeink a fentieket megerősítették. Bebizonyosodott, hogy a vákuum alatti dezoxidáció 0,1% Si esetén is normálisan, fröcskölésmentesen lefolytatható. A végdezoxidációt és az ötvözési korrekciót vákuum alatt keszonos surrantón való beadagolással lehet megoldani, a vákuumos karbon dezoxidáció hatásfokának növelése érdekében.

Vákuum alatti argon befúvatás hatékonyságának vizsgálata

A bevezető tartalmazta az LKM-ben alkalmazott vákuumozási módokat. A gyártandó acélminőségek és a velük szemben támasztott követelmények, a technikai adottságok, valamint a kutatásaink és üzemi tapasztalataink alapján, a vákuum kezelést összekötjük a folyékonyacél argonos kezelésével.

Az eljárás hatékonyságának vizsgálatára hideg modell-, valamint üzemi kísérleteket végeztünk.

A hideg modellezéssel főleg az áramlási viszonyokat tanulmányoztuk, meghatároztuk a befuvatás rendszeréhez szükséges optimális argongáz mennyiségét, a tűzálló porózus téglák számát, valamint azok beépítési helyeit.

A laboratóriumi kísérletek során kapott eredmények alapján melegüzemi kísérleteket végeztünk. Kidolgoztuk az argongáz folyamatos és biztonságos bevezetésének rendszerét, szem előtt tartva a vákuumkamrában uralkodó magas hőmérsékletet és a tömítettség fenntartását. Ezen szempontok alapján kidolgoztuk az optimális vákuum alatti argonozás technológiáját.

A következőkben az így kapott eredményeket ismertetem.

Hidrogén tartalom

A 3. ábra a kezeletlen, vákuum alatt megszívatott és vákuum alatt argon kezelt adagok hidrogén tartalmának statisztikai átlagértékét szemlélteti.

Argon bevezetés helyének és számának meghatározása

Modell kísérletekkel az áramlási viszonyokat vizsgáltuk a Vasipari Kutató Intézettel közösen.

Vákuumkamrában olyan átlátszó folyadékkal, amely folyadék (dibutilftalát) az acél tulajdonságait megközelíti, töltött acélöntőüstbe porózus idomon fúvattuk be az argon gázt, különféle mennyiségben és más-más nyomás mellett.

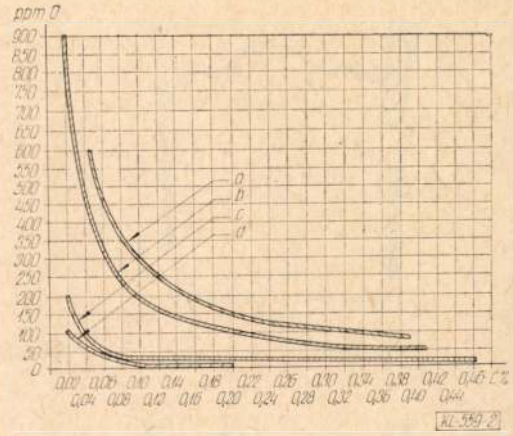
A buborékok felúszását, méretváltozását fényképekkel és filmezéssel rögzítettük. Levonható következtetések:

— gázbuborékok mérete nem függ a gázkivezetőcsonk méretétől, csak a gázáram intenzitásától
— a buborékok kialakulásuk után az acélban való felúszáskor méretüket a hőmérséklet és a ferrosztatikus nyomástól függően megváltoztatják.

A buborékok felúszásának iránya az argonbevezető nyilás elhelyezésétől függően megváltozik. Ezt szemlélteti a *4. ábra*. A modell kísérletek szerint a legkedvezőbb megoldást a szélen elhelyezett excentrikus bevezetéssel nyert fürdőmozgás biztosítja.

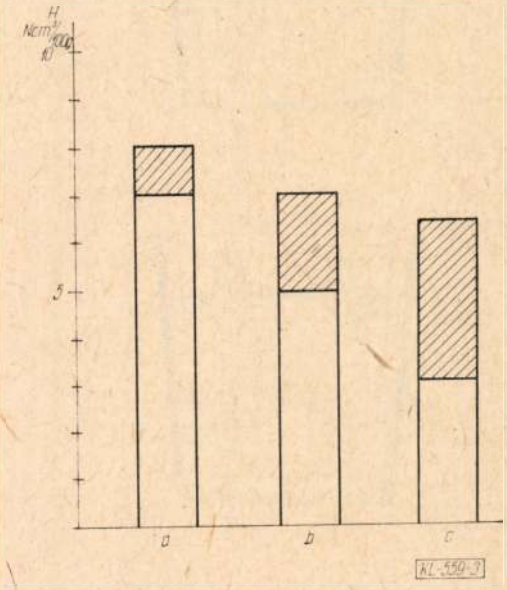
Megállapítottuk azt is, hogy az argongáz gyors átvezetése kedvezőten, mert ilyenkor nincs elegendő idő ahhoz, hogy az argon gázbuborék felületén vagy a gáz légörvény kerületén belül a nem kívánatos gázokat magával ragadja. Ugyancsak kedvezőtlen az argongáz lassú áramoltatása, mert ekkor az üst teljes keresztmetszetében nem biztosítható a fürdőmozgás.

Melegüzemi kísérletekkel vizsgáltuk a salakmozgás, a salakfröcskölés és a fürdőmozgás lejátszódásának folyamatát. Megállapítottuk, hogy a
— legkedvezőbb hatást átlag 300 mm magasságú fürdőmozgással lehet elérni,
— elegendő egy helyen történő argonos bevezetés.



2. ábra. A C × O szorzat elméleti és különböző körülmények között mért gyakorlati értéke

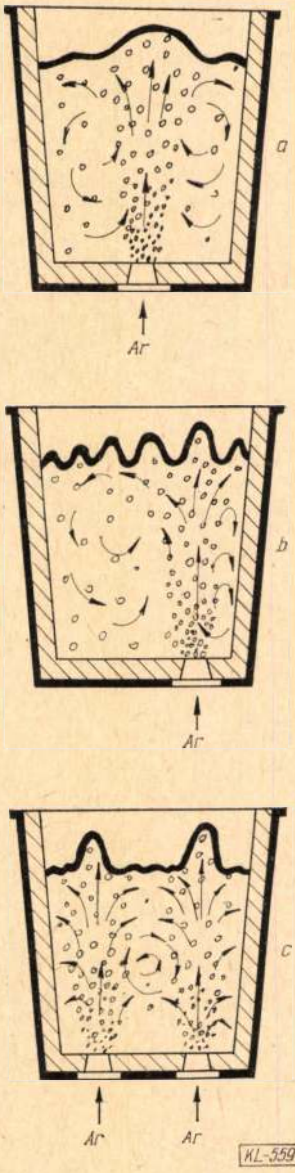
a — ívkemence 760 Torr (1 bar), *b* — elméleti érték 760 Torr (1 bar), *c* — vákuumozás, *d* — elméleti érték 76 Torr (0,1 bar)



3. ábra. Különféle eljárásokkal gyártott acélok átlagos hidrogén tartalma

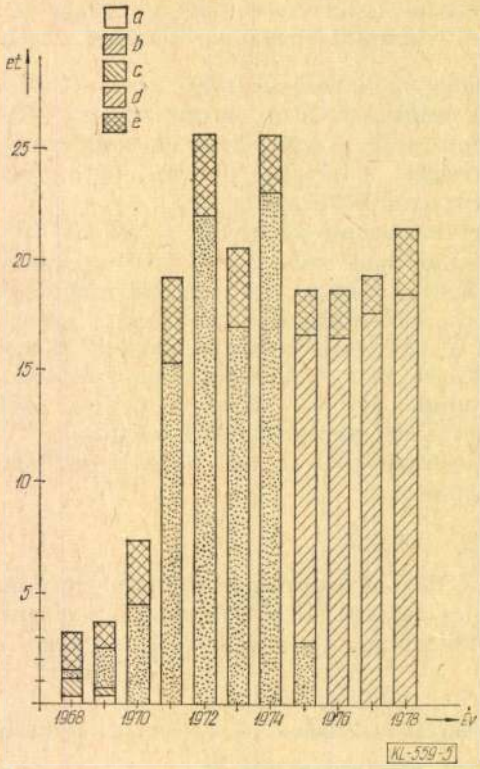
a — kezeletlen, *b* — vákuumozott, *c* — vákuum-argon kezelt

Ez esetben az áramlási gradiens „pásztázó" hatása fokozottan érvényesül. A dermedt salak áttörése, majd az acél és salakhullámzás egyenletesebben biztosítható,
— az argon nyomásánál a legkedvezőbb értékek: kezdeti túlnyomás 2,5 bar, végnyomás 0,5 bar.
— legkedvezőbbnek mutatkozott az alkalmazott technológiák közül az a módszer, amikor a vákuum leszivatással egyidőben az argon befúvatást is megindítottuk. A kezelés ideje így rövidíthető, a téglák lágyulása és kopása csökkenthető. A kezelési idő jelenleg vákuum alatti argon átöblítésnél 12—17 perc között változik,
— nem fémes zárványok mennyiségében lényeges változás nem volt kimutatható a vizsgált metallográfiai módszerekkel. Javultak viszont a vákuumban kezelt acélok szilárdsági, mechanikai tulajdonságai. Legszembetűnőbben az ütőmunka értékek változtak kedvezően.



4. ábra. A buborékok felúszásának iránya az argon bevezető nyilás elhelyezésétől függően

a — argon gáz bevezetése az üst közepén, *b* — argon gáz bevezetése excentrikusan, *c* — argon gáz két helyen való bevezetése



5. ábra. Az elektróacélmű vákuumkezelt acél termelése

a — üstvákuumozás argon nélkül, *b* — üstvákuumozás argon kezeléssel, *c* — vákuumozás csapolás közben, *d* — vákuumozás üstből üstbe, *e* — vákuumozás üstből kokillába

Mindezek az üzem visszaáramló selejtjének csökkenésében realizálódtak.

Megállapításaink a következő ábrák és táblázatok számszerűen bizonyítják:

Az *5. ábrán* az Elektróacélműben — technológiai bontásban — a vákuumozó berendezés üzembehelyezése óta legyártott vákuumban kezelt acéltermelést látjuk.

Cr, Ni, V, Mo ötvözésű nemesíthető acéltuskókat a teljes gyártás keresztmetszetében vizsgáltuk vákuumos és nem vákuumos acéloknál. Az üzemi kísérleteinkben az acélok gáztartalmát, szilárdsági, mechanikai értékeit, feldolgozás közbeni

1. táblázat

Szilárdsági, mechanikai értékek összehasonlítása kezeletlen és vákummban kezelt különböző minőségű acélok esetében

Megnevezés		σv	σn	ψ	δf	a hossz	a kereszt
		kp/mm²		%	%	mkp/cm²	mkp/cm²
CrV150	Kezeletlen	83,5	94,4	55,8	18,5		
	vákuumozás csapolás közben	90,4	94,8	58,8	190,0		
Crova3	Kezeletlen vákuumozás	95,5	99,0	48,7	13,9	5,8	4,2
	üstből-üstbe	106,5	110,2	51,0	14,3	6,6	4,2

2. táblázat

Nemesíthető acélok összehasonlítása

Megnevezés	σ_B kp/mm²	δ_5 %	ψ %	a_k mkp/cm²
Kezeletlen	109,7	12,3	41,1	4,5
Vákuum kezelt	110	12,9	41,9	4,9

3. táblázat

Vákuumozás hatékonyságának vizsgálata „jósági index" alapján

Megnevezés	Kezeletlen	Vákuumozott	Összesen
Vizsgált tuskók száma (db)	259	223	482
Jósági index	112	160	–
Minőségi javulás (%)	–	28,9	–

viselkedését, valamint a kész gyártmány szövetszerkezetét, zárványtartalmát hasonlítottuk össze. Ezek alapján egy jósági indexet határoztunk meg, melynek segítségével számszerűen is lemérhettük a vákuumozás hatékonyságát. Az összesítést az *1.-3.* táblázatok mutatják be.

A bemutatott eredmények — az egyszerű üstmetallurgiai eljárásokat tekintve — irányt mutatnak a vákuum alatti argonozás technológiájának optimális kialakításához. Mint ismeretes, a közeljövőben az új Konverteres acélmű beindulásakor ASEA — SKF eljárás bevezetésével üstmetallurgiai eljárásunk világszinvonalra emelkedik. Jelenlegi kutatómunkánk, üzemi kísérletek már az új eljárás technológiájának kidolgozására irányulnak.

Célunk az, hogy az új eljárás bevezetésével a vákuumban kezelt acéljaink tisztaságának fokozásával gépiparunk megnövekedett minőségi igényét minden területen ki tudjuk elégíteni. Ennek feltételei már rövid időn belül biztosítottak lesznek.

Tuskók folyamatosan öntött termékek minőségjavítási igényei

DR. REMPORT ZOLTÁN okl. kohómérnök
Dunai Vasmű Lőrinci Hengerműve

DK: 569.14 – 147:621.771.1

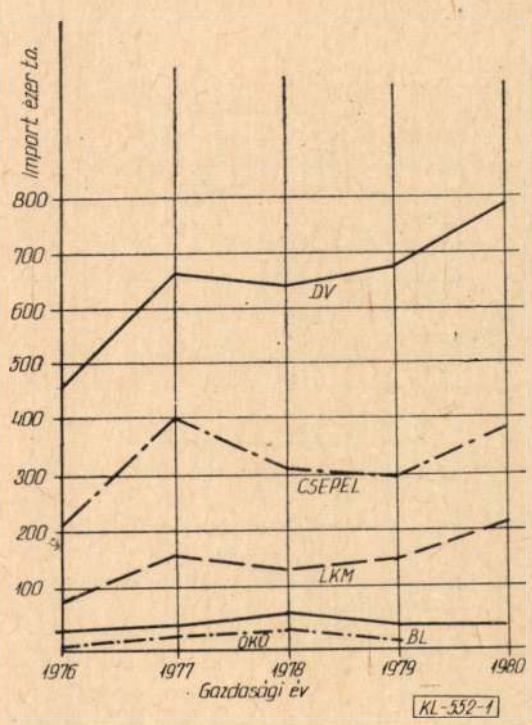
Jelenleg a hazai hengersorok betétigénye felülmúlja az acélművek nyersacéltermelését, ezért rendkívül fontos a hazai acélgyártás mennyiségi felfuttatása. A minőségi problémák közül mind a felületi, mind a belső hibáh javítasra szorulnvk.

A folyamatosan öntött bugák bevezetése is okoz még problémát, mivel azok hibáival szemben a követelmények fokozottak. A hengerelt áruk gyártmányfejlesztése legtöbbször közös hengerész és acélgyártó feladat.

A hazai acél mennyisége és programszerűsége

Ha acélműveink nyersacéltermékeit, mint hengerművi betétet a hengerészet szemszögéből mérlegeljük, mindenekelőtt arra kell rájönnünk, hogy hazai viszonylatban ma még nem is az az elsőrendű kérdés: megfelelő-e az acélművekből kapott betétanyag minősége, hanem az: van-e elég acél hengersoraink számára? Az elmult években a hazai hengersorok termelése felülmúlta az acélművekét, ami természetesen csak úgy volt lehetséges, hogy betétjük egy részét, kényszerűen, nemzetközi forrásokból fedezték. Hengersoraink betétjének jelenleg is közel 20%-a származik importból, igen különböző forrásokból. *(1. ábra)* A külföldön vásárolt anyagok azonban, tapasztalat szerint, negyedévre bontva csak nehezen, havi bontásban pedig szinte sohasem ütemezhetők, így importból dolgozó hengersoraink arra kényszerülnek, hogy az alapanyaghoz válasszák meg programjukat és nem programjukhoz az alapanyagot. A külföldi acélművek, érthető módon, változatos féltermék szállítására nem vállalkoznak, ezért a hazai feldolgozóipar változatos programjához az importbetét rendkívül nehezen illeszthető hozzá.

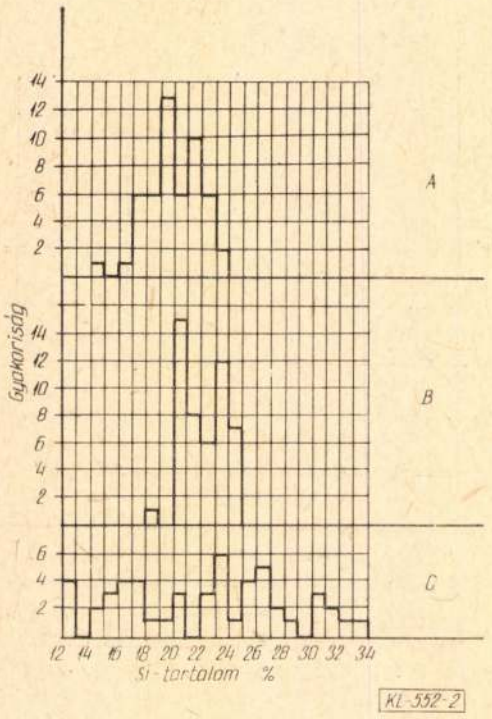
Az importbetét tehát jelenlegi arányaiban szűkíti hengersoraink manipulációs lehetőségeit, az



1. ábra. Hazai hengersorok importbetétjének alakulása az 1976—1980. években

importból való gyártás gyakran kényszerprogramozással jár. Az ilyen programozás mellett a hengermű gazdálkodása merevvé válik és rugalmatlanságával a továbbfeldolgozó üzemeket sújtja. Ennek feloldása érdekében acélgyártóink elsőrendű teendője a hazai acélgyártást, mennyiségében, olyan szintre fejleszteni, hogy az import féltermék jelentősen visszaszoruljon, és hengersoraink ellátásában elfogadható szinten maradjon. Alacsonyabb importarányok mellett a hengersorok munkája lényegesen javulhatna és rugalmassága is fokozható lenne.

A hazai gyártású acél, hengersoraink számára mindenképpen értékesebb, de csak akkor, ha ütemezhető. Különösen fontos szempont ez a közvetlen melegbetétből, vagy első melegből dolgozó hengersorainknál, nehézsoroknál és lemezsoroknál. Hengerészeinknek legtöbb bosszúságot ma is az adageltérések okozzák, melyek gyakran nehezítik meg hengerműveink gazdálkodását. Ez még akkor is érvényes, ha az adageltérések egy része fedőprogram segítségével áthidalható. Acélműveinkben az egyes minőségekre ráadott adagok kémiai összetétele tág határok között mozog, az alkotó elemek szórása nagy és gyakran lépi át a szabványos határokat. *(2. ábra)* A szórásmező szűkítése ezért mindenképpen elsőrendű feladatnak látszik Acélgyártóinknak el kell fogadni azt az elvet, hogy az acél akkor igazán értékes, ha pontos összetételben, akkor és ott áll rendelkezésre, amikor és ahol szükség van rá. A most létesülő üzemek beindulása után acélgyártóink legfőbb feladata legyen az adagokat pontos és egyenletes paraméterekkel előállítani, az acélművek és hengerművek maximálisan összehangolt munkája alapján.



2. ábra. Három különböző acélműben gyártott 37-típusú acéladagok sziliciumtartalmának gyakorisága

A minőség kérdései

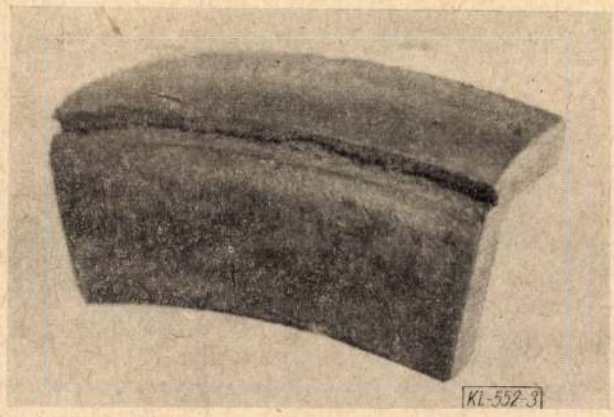
Hangsúlyozni kell tehát, hogy acélműveink elsősorban több acéllal és pontosabb programmal segíthetik elő hengersoraink munkáját. Ezek a mennyiségi igények ma még elsődlegesek, de nem egyedűliek és nem halványíthatják el azokat a minőségi elvárásokat, amelyek a jó hengereltárugyártásához nélkülözhetetlenek.

Az acélok egyik legáltalánosabb, legfontosabb mutatója a meleghengerelhetőség. Ebből a szempontból azonban más a követelményszint tuskókra és más folyamatosan öntött szálakra. Tapasztalatból tudjuk, hogy utóbbiak hengerelhetősége átlagban nem rosszabb a tuskókénál, mégis az öntött szálak meleghengerelhetősége okoz több gondot. Ez az ellentmondás az öntött szálak kettős jellegéből fakad. A tuskó egyértelműen nyers termék, az öntött szál azonban csak egyik oldalról nézve az, másrészt rendeltetésszerűen félkészterméket pótol, tehát ilyen jelleget kell tőle elvárni Hengerléstechnikai szempontból az öntött bugákkal szemben ugyanazok a követelmények, mint a már alakított hengerelt bugákkal szemben, vagyis hengerelhetőségüknek 100%-osnak kell lenni. A tuskónak és öntött bugának eltérő jellege miatt manipulálhatósága is eltérő. A hengerlés több lépcsőben való elvégzése lehetővé teszi a hibás tuskók átprogramozását, a hibás részek kivágását, vagy javítását. Mindezek miatt a tuskó hengerelhetőségével szemben nem szükséges totális követelménnyel fellépni, a hengerelhetőségnek csak viszonylagosnak kell lenni.

Egészen más a helyzet az öntött szálakkal. Mivel azok hengerelt bugát helyettesítenek, egymeleges alakítással jutnak el a készáru szintjéig, a hengerlés megkezdése után jelentkező hibáik menetközben nem korrigálhatók, azok átmennek a készáruba. Ezért az öntött bugák hengerlése lényegesen nagyobb selejtveszéllyel jár.

Hasonlóak a problémák a felületi hibákkal is. A nehézséget itt is az egymeleges hengerlés okozza, ami azt jelenti, hogy a felületi hibákat a gyártásbavétel után éppen úgy nem lehet korrigálni, mint a gyengébb hengerelhetőségből adódó szakadásokat, repedéseket. De fokozza a problémát még az a körülmény is, hogy a felületi hibák egyes fajtái, szemrevételezéssel egyáltalán nem fedezhetők fel, mivel a felszín alatt helyezkednek el. Az ilyen hibák csak hengerlés közben válnak láthatóvá és gyakran akadálytalanul mennek át a készáruba *(3. ábra)*.

Mindezekből láthatjuk, hogy nagy előnyei mellett a folyamatos öntés néhány problémát is hozott magával. Ha statisztikai módszerekkel összehasonlítjuk a tuskók és öntött szálak felületi minőségét, minden bizonnyal utóbbiak javára billen a mérleg. Részleteiben vizsgálva a kérdést azonban bonyolultabb a helyzet. Egyrészt az öntött szálak felületi hibáit kiváltó okok köre sokkal szélesebb, mint a tuskókénál, másrészt a hibák gyakorisága erősebben függ az acél jellegétől. A csak sziliciummal csillapított 37-típusú acélok folyamatosan szinte hibamentesen önthetők, ugyanakkor ha az acélokhoz, a mechanikai tulajdonságok javítása

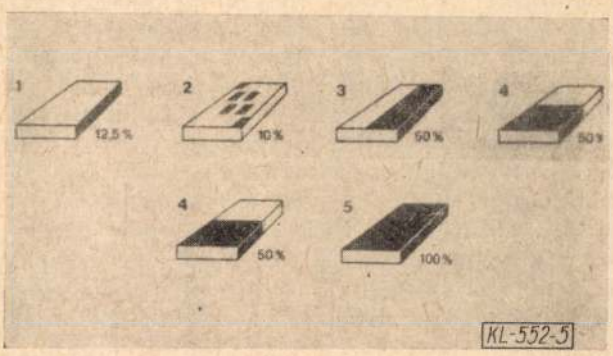


3. ábra. A durvalemez felületi hibájából keletkezett törés, melegsajtolás alkalmával

4. ábra. Felület alatti hibák feltárása szalagozással, folyamatosan öntött szálak felületi tisztítása előtt

érdekében alumíniumot, vagy mikroötvözőket adnak, a felület erősen romlik, ezért a nagyszilárdságú öntött szálak felületén sok és sokféle hiba jelentkezik. Ha ehhez hozzávesszük a folyamatos szálak felületén lévő hibák elhárításának nehézségeit, megérthetjük, hogy a hengerészeknek ma még a folyamatosan öntött szálak felületével is számos problémája, esetenként jelentős gondja akad.

A feldolgozás során, természetesen, az öntött termékek felületi hibái nem mehetnek át a készáruba, ezért mind a tuskókat, mind az öntött szálakat részlegesen, vagy teljes felületen javítani kell. A tisztítás művelete nem tekinthető szükségintézkedésnek, az a gyártási folyamat szerves részét kell, hogy képezze. Még a legutóbbi években telepített, tehát legmodernebbnek tekinthető kohászati üzemek is számolnak bugatisztítással *(4. és 5. ábra)*.

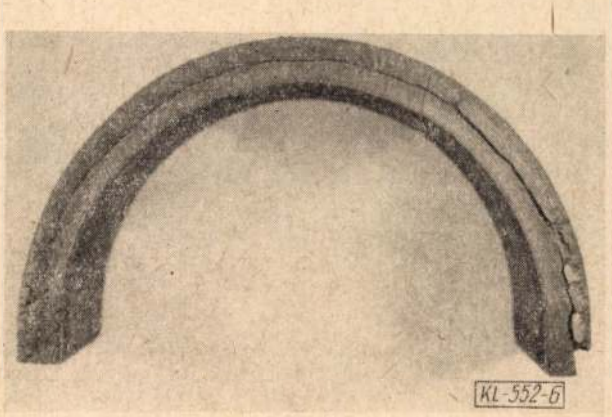


5. ábra. A gépesített részleges felületi javítás különböző rendszere (B nder, Bleche, Rohre, 1979. 1.)

Feszültség a rejtett hibák körül

A felületi hibák időben való kiszűrése kétségtelenül nem könnyű feladat, ahhoz a kohászat együttes munkája szükséges. Mégis megoldhatóbb, mint a belső hibák feltárása. A hengerelt acélok belső hibái közül a legtöbb problémát azok a durva belső hibák; lunkerek, üregek, repedések okozzák, amelyek a továbbfeldolgozás során kerülnek elő, darabolás, vagy forgácsolás közben *(6. ábra)*. Ezek a hibák legnagyobb szálkák feldolgozóiparunk szemében, a metallurgiai természetű reklamációknak nagy részét is ezek teszik ki. Esetenként az ilyen repedések műszaki veszélyessége sem vitatható, és ezen a területen a folyamatos öntés bevezetése óta sem javult a helyzet. Mivel az ilyen hibák hengerlés közben is végig rejtve maradnak, tehát nem szűrhetők ki, kiküszöbölésük egyedül az acélgyártók feladata, és azok csökkentésére, esetleg megszüntetésére is csak az acélgyártás és öntés jól kidolgozott, és pontosan betartott technológiai utasításai nyújthatnak némi garanciát.

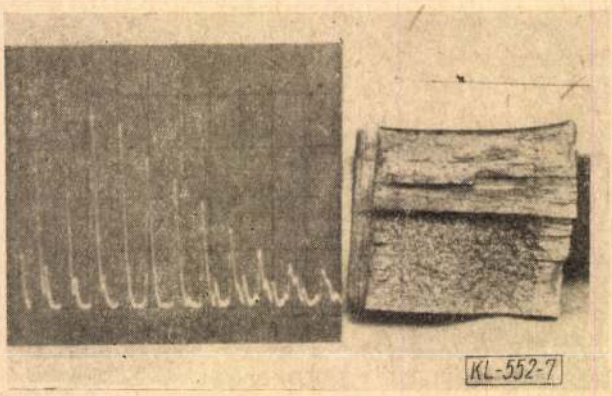
Minden esetre, a feldolgozóipar szakemberei, különösen a tervezők rendkívül félnek az acélok belső hibáitól. Ezért is fordul az érdeklődés olyan nagy erővel az ultrahangos ellenőrzés felé, amely lényegében ezeket a belső hibákat volna hívatva kiszűrni. A hagyományosan gyártott acélokból hengerelt áruknak azonban csak bizonyos hányada felel meg ultrahangvizsgálaton, amiből következik, hogy az ultrahanggal szűrt hengerelt árunak csak egy része adható át eredeti rendeltetésére. Az ultrahangvizsgálaton való leminősülés a hengerelt acélok méreteivel arányosan növekszik, azaz mennél nagyobb térfogatú hengerelt árut vizsgálunk, annál nagyobb a valószínűsége, a benne ultrahanggal kimutatható hibáknak.



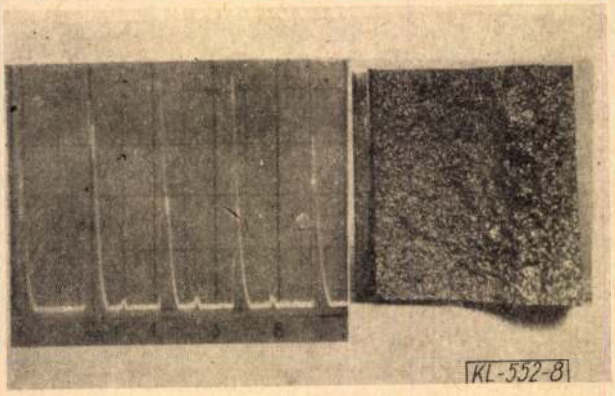
6. ábra. Választósíkban elhelyezkedő nagyterjedelmű repedés felnyílása melegsajtolás hatására

További gondot okoz az a körülmény, hogy az ultrahangvizsgálat által kimutatott hibák nem

feltétlenül jelentenek tényleges technikai hibát, ezért az ultrahangvizsgálattal felhasználásból kivont termékek sem tekinthetők selejtes árunak, vagyis azoknak a további gyártásból való kivonása tulajdonképpen pazarlást jelent. Igaz, az ultrahangvizsgálat a durva belső hibákat, tehát a tényleges technikai hibákat is kimutatja, de sokkal inkább jelez olyan belső zárvány-csoportosulásokat, amelyek felhasználás szempontjából teljesen ártalmatlanok (*7. és 8. ábra*). S mivel nincs kidolgozva az a határ, amelyik elválasztja a technikailag is hibának tekinthető jelzéseket a jelentéktelenektől, a felhasználók biztonság okából görcsösen ragaszkodnak a minden belső hibától mentes acélgyártmányokhoz. Ilyenek gyártására pedig a hazai kohászat biztonsággal aligha vállalkozhat. Mindezek a kérdések az ultrahangvizsgálattal kapcsolatban jelentős feszültségeket alakítottak ki, egyrészt nagy a nyomás az ilyen acél követelésében, másrészt korlátozottak a lehetőségek az igények gazdaságos kielégítésére. Acélgyártóinkra nagy feladat hárul ezeknek az ellentmondásoknak feloldásában, különleges technológiák kidolgozásában és bevezetésében. A belső hibák többségükben a nemfémes zárványok viselkedésével függnek össze, erről viszont a felhalmozott nagy irodalmi anyag ellenére is, csak elnagyoltak az ismeretek. Ezért a metallurgiának, a jövőben erre a területre még nagyobb figyelmet kell fordítania. A zárványok mennyiségének csökkentésével, eloszlásuk biztonságosabb kézbentartásával, minden bizonnyal az ultrahangvizsgálat körüli feszültségek is csökkenthetők.



7. ábra. Lemezben elhelyezkedő nagyobb kiterjedésű réteg és a hozzátartozó ultrahangos diagram

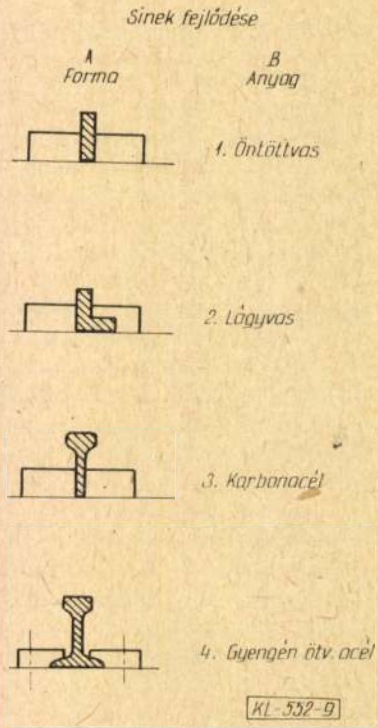


8. ábra. Durvalemezben elhelyezkedő kisebb zárványsor és az azt kimutató ultrahangos diagram

Néhány szó a gyártmányfejlesztésről

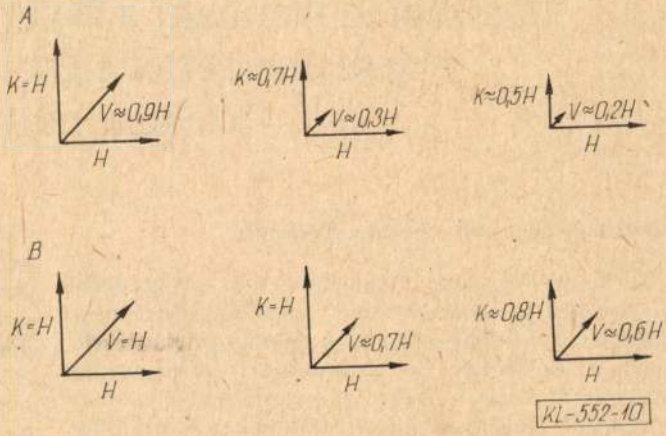
A meglévő gyártmányok színvonalának növelése azonban a fejlesztési feladatoknak csak egy részét képezi, és legalább annyira fontosak azok a teendők, amelyek új hengerelt termékeket céloznak. A hengerelt gyártmányok éppúgy, mint más termékek, tartalmi és formai tulajdonságokkal rendelkeznek és fejlesztésük is a két tulajdonság-csoport különálló, vagy együttes fejlesztését jelenti (*9. ábra*). A hengereltáruk formai tulajdonságait: méreteket, tűréseket, felületi minőséget döntően a hengerészek befolyásolhatják, míg tartalmi tulajdonságaikat: összetételt, mechanikai és fizikai tulajdonságaikat nagyrészt acélalapanyaguk határozza meg, s így azok döntően az acélgyártók kezében vannak. A hengereltáruk gyártmányfejlesztése tehát lehet hengerész, lehet acélgyártó feladat, legtöbbször azonban közös munkát kíván.

Hogy hazai viszonylatban acélgyártóinknak milyen gyártmányok fejlesztésére kell felkészülni, arra nagyon nehéz volna pontos választ adni, az elmúlt évek fejlődése azonban néhány területre ráirányítja figyelmünket. Így pl. a korszerű 60 kg folyométersúlyú sínekhez nagy szilárdságú, szívós és kopásálló acélanyag beállítása szükséges, és a mikroötvözésű acélféleségek között is a nagyobb szilárdságúak kezdenek előtérbe nyomulni. A bórral mikroötvözött acélok a hidegen sajtolt rudak anyagául kínálkoznak, egyre sürgetőbben, de megoldásra vár a nagyobb szilárdságú auto-



9. ábra. Vasúti sínek formájának és anyagának történelmi fejlődése

10. ábra. A mechanikai tulajdonságok anizotrópiája hagyományosan gyártott (A) és izotópszerű (B) acélból hengerelt durvalemezeken



mataacélok problémája is. A durvalemezek közül az utóbbi években az izotrópszerű termékek iránt nőtt az érdeklődés *(10. ábra)*, míg a finomlemezek körében mind az izotróp, mind a textúrás elektrotechnikai lemezek terjedése figyelhető meg.

Ezek a példák csak az ötvözetlen acélok területéről valók, de megoldandó feladatok az ötvözött hengerelt gyártmányok körében is szép számmal találhatók. Különösen dinamikus igényekkel lép fel a hőszilárd alkatrészeket használó technika, az atom- és magtechnika, a kriogén technika, de fejlődés figyelhető meg a saválló- és termomechanikus acélok területén is. A technikának ezek a szektorai újabb és újabb kérdéseket vethetnek fel, amelyek megoldása összetett kohászati feladatként jelenik meg. Az ilyen fejlesztési problémák a teljes kohászati vertikális technológia kézbentartásával, az acélgyártók és feldolgozók együttes közreműködésével oldhatók csak meg. Az elmúlt években több, nagyon szép példát találunk az ilyen együttműködésre és néhány feladat sikeres megoldására. Az elkövetkezendő években azonban ezt a munkát fokozni kell, és a magyar kohászat gyártmányfejlesztő tevékenységét a korábbinál magasabb szinten kell folytatni.

Befejezés

A fejlesztésnek kétségtelen gyakran akadálya a feldolgozóipar közömbössége. Helytelen azonban minden kérdésben a gép-, vagy szerkezetgyártók kezdeményezését megvárni, új gyártmányok beállításával és propagálásával a kohászoknak az igények elé kell menni és a kohászat gyártmányválasztékát és gyártóképességét még akkor is fokozni, ha arra a feldolgozóipar részéről nincs kellő ösztönzés.

A technikai kultúra emelése azt is jelenti, hogy az ipar gyártóképességét olyan szintre kell emelni és olyan szinten kell tartani, hogy az a várható problémák megoldására mindenkor többletismeretekkel rendelkezzék. A fejlesztésnek ugyanis nemcsak a terjedelme, de sebessége is lényeges, mert a „kétszer ad, aki gyorsan ad" elv sehol sem olyan fontos, mint éppen az ipari fejlesztésben. Gyors eredmények pedig csak a szellemi tőke jelentős felhalmozásával érhetők el. Acélgyártóinknak törekedni kell ismereteik ilyen jellegű tartalékolására, és felkészülten várni minden olyan feladatot, amelyet a technika fejlődése törvényszerűen, de gyakran hirtelen és váratlanul ad fel számukra

Egyesületi hírek

Nyugdíjasaink látogatása a Pénzverőben

Az Egyesült Szakosztályközi Bizottságának szervezésében nyugdíjastagjaink éves programjuk befejezéséül december 7-én a Pénzverdében tettek látogatást. A Pénzverde vezetősége a látogatási létszámot csak 15 főben engedélyezte, ezért nem vehettek részt a programban ennél többen. Az üzem megtekintése szakvezetéssel érdekes gyártási folyamatokba nyújtott betekintést. A látogatás időpontjában történő pénzérmék verése tette lehetővé a pénzverési technológia megtekintését. Mód nyílott megtekinteni a nemesfém alapanyagok előállítására és azok ötvözésére szolgáló indukciós olvasztókemencéjüket, valamint a melegen hengerlő berendezésüket. A résztvevők megismerhették a Pénzverdében történő nagy mennyiségű nemesfém ékszergyártását és az ott készülő kiváló ötvösremekeiket. A gyártmányok sokaságát és azok kiválóságait tekintve meggyőződhettek a foglalkoztatott aranyművesek és ötvösök kiváló szaktudásáról. Gyártmányaikat messze határon túl ismerik és keresik. A kedves fogadtatás és vezetés befejezéseképpen a résztvevők részére a szép gyártmánykiállítási termükben egy archív filmet vetítettek az első forintverések ünnepélyes beindításáról, valamint egy másik filmet is a sokféle és szebbnél szebb gyártmányaikról. A résztvevők korábban már megtekintették a Körmöcbányai Pénzverdét is, és most összehasonlításul a Budapesti Pénzverdét, amely korszerűségben vitathatatlanul messze elől jár.

Bors

Várszegi Zoltánnak, a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetőjének értékelése a Nyersvasgyártási Szekció munkájáról

Tisztelt Konferencia, Kedves Kollégák!

A Nyersvasgyártó Szakcsoport az acélgyártás megkezdett korszerűsítésével összefüggésben megvitatta az ércelőkészítés és nyersvasgyártás területén a technikai és technológiai előrehaladás módszereit azzal a céllal, hogy elősegítse azokat a konkrét elhatározásokat, amelyek a közeljövőben és a távlatban az előttünk álló feladatok megoldását elősegítik.

A megoldandó feladatok kétirányú problémákat vetnek fel.

1. Mennyiségi kérdéseket; mert az előirányzott nyersvastermelés nem biztosítja az acéltermelés nyersvasbetét szükségletét. A rendelkezésre álló ércbetét nem elegendő az előirányzott nyersvastermelés megvalósításához, a DV új zsugorítóműve belépéséig nincs elegendő zsugorítóműi kapacitás, s a tervezett kisebb korszerűsítések, fejlesztések nem biztosítják a kokszfogyasztás kielégítő mértékű javulását.

2. Minőségi kérdéseket; mert a konverterüzemek működéséhez minőségében állandóbb összetételű, csapolásonkint is egyenletes hőmérsékletű folyékony nyersvasra van szükség.

A nyersvasgyártásban nehéz különválasztani a minőségi és mennyiségi követelményeket. Ha megteremtjük a kohójárat egyenletességének korszerű feltételeit, egy időben teremtjük meg a mennyiségi termelés növekedését és a minőségi követelmények teljesítésének lehetőségét. Ekkor a termelés volumene már csak attól függ, hogy milyen Fe-tartalmú betét áll rendelkezésre, milyen elegykihozatallal dolgozunk. Ez azonban kardinális kérdés a fajlagos kokszfogyasztás alakulásának szempontjából. E komplex problémakör keretében a nyersvasgyártási szekció megvizsgálta hogyan lehet meglevő alapvető termelő berendezéseinknél a cél érdekében legkedvezőbb üzemviteli feltételeket megteremteni. Alapvető szempont, hogy megfelelően előkészített, megfelelő granulometriájú, kémiai és fizikai tulajdonságú alapanyagokat adagoljunk nagyolvasztóinkba.

Ez ugyanolyan fontosságú és súlyú alapfeltétel, mint a konverterekhez szükséges állandósított összetételű, az egyes alkotóelemeiben és hőmérsékletében szűk határok között ingadozó nyersvas szükségessége.

Szekciónk nagy érdeklődéssel hallgatta meg azokat az előadásokat, amelyek a nyersvasminőséggel szemben támasztott követelményekről szóltak. *Osztatni Mihály* kollégánk előadásában részletesen elemezte a nyersvas egyes alkotóelemeinek szerepét, ezek és a hőmérséklet állandóságának fontosságát, az összetétel-optimum kritériumait, kiegészítve azzal, hogy az ezzel összefüggő költségkihatásokat egy rendszerben, a nyersvas és acél együttes költségeiben célszerű vizsgálni. *Szabó József* kollégánk a DV-re konkretizálva mutatta be a konverterüzem nyersvasösszefüggéseit mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban, kihangsúlyozva azt a jogos kívánalmat, hogy az acélgyártás feltételeinek meg kell feleljen a nyersvas minősége. Szabad legyen a gondolatokat úgy kapcsolnom, hogy a kohósítási feltételek egyenletessége biztosíthatja tehát a konverterüzemek zavartalan működését, betétviszonyainak állandósítását. Az e területen szükséges teendőket fejtette ki *dr. Csutor Tivadar* egyetemi adjunktus megállapítva, hogy a nyersvasgyártás elegyét képező anyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak döntő hatása van a nagyolvasztó termelőképességére, a kokszfogyasztásra, a nyersvas minőségére és gazdaságosságára. Kifejtette azt is, melyek azok az elegyalkotókkal szemben támasztott követelmények, amelyek az egyenletes minőségű nyersvas előállításának alapvető feltételei. A zsugorítvány részesedés a kohóbetét 90—95%-a, tehát ennek a tulajdonságait kell javítani a zsugorítandó ércek 10 mm alá törésével és osztályozásával, az ércek Fe-tartalmának növelésével, az átlagosítás hatékonyabb kifejlesztésével, a kész zsugorítvány törésével, osztályozásával, portartalmának leválasztásával, az elegyszemnagyság optimális és szűk határok közé szorításával.

Igen figyelemreméltóak voltak azok a megállapítások és kísérleti eredmények, amelyeket *Mitka—Vojtinyák* lengyel kollégák előadásában hallottunk. Elmondották, hogy különleges jelentőséget tulajdonítanak a zsugorítvány minőségének és egységes minősítő vizsgálati módszereket dolgoztak ki. A zsugorítvány szemnagyságára vonatkozóan legkedvezőbbnek találták a C-40 mm szemnagyságot, ez hozta a legkedvezőbb eredményeket. Ebből megállapították, hogy a zsugorítvány dobban történő stabilizálása, majd újrarostálása gazdaságos, kedvezőbb feltételeket teremt a kohósításhoz. Lényegében a minőségi intézkedések hatékonyságát segíti elő a *dr. Gárdonyi Sándor* által kidolgozott és ismertetett számítógépekre alkalmazott elegyszámítás, amely anyag és hőmérlegek alapján, pontos számításokkal, a technológiai problémák jobb megítéléséhez több információt ad, mint az eddig alkalmazott módszerek és a termelő üzemek napi munkájához segítséget tud adni.

Nagy teret szentel a szakcsoport azoknak a kérdéseknek a megítélésére, amelyek a termelés növelésére, ezzel egyidejűleg a kokszfogyasztás csökkentésére irányulnak.

A korábban említett nyersvashiány és zsugorítási kapacitás-hiány most már kényszerítően

előtérbe helyezi az elegykihozatal javításának elengedhetetlen szükségességét. E feladat két periódusban jelentkezik. Távlatilag megoldhatónak látszik a szovjet—magyar kapcsolatok keretében nagy Fe-tartalmú dúsítmány beszerzésével, illetve a dúsítómű közös beruházásként való megvalósításával, míg az átmeneti időszakra 1983—84-ig olyan 64—66% Fe-tartalmú érceknek világpiacról történő beszerzése, amelyek közvetlenül kohóba adagolhatók, gazdaságosan biztosítják, különösen a mai és a várható kokszárak figyelembevételével a konverterbelépések nyomán szükségessé váló nyersvastermelést. Ezt fejtegette *dr. Horváth János* előadásában, bizonyítva, hogy ha elegykihozatalunk a kívánt 52%-os értéket eléri akkor a jelenlegi kohókapacitást figyelembe véve évi 2400 et helyett 2900 et nyersvasat termelnénk 540—550 kg/t kokszfogyasztással. Kitért arra is, hogy a nyersvas S-telenítés módszerei és eszközei fejlődnek, a jobb minőségű nyersvas érdekében indokolt lehet esetenként ily módon a nyersvas S-tartalmát csökkenteni.

A termelés növelését szolgálják a metallurgiai folyamatok intenzifikálására szolgáló módszerek és eszközök. A fúvólevegő oxigéndúsítása könnyebben kapcsolható meglevő berendezésekhez, ezért a berendezések kapacitás-növelésén és a szénhidrogének befúvott mennyiségének növelésén keresztül a kokszfogyasztás csökkentésének is hatásos eszköze. Ennek elméletét fejtette ki *dr. Farkas Ottó* egyetemi tanár, bemutatva az elméleti égéshőmérséklet konstans, illetve változó esetében a metallurgiai és hőtechnikai paraméterek változását, az 1 m^3 O_2 befúvásának eredményeként jelentkező termeléstöbbletet, kokszfogyasztás csökkenést és a befújható földgázmennyiséget. Jól alátámasztja ezeket az elméleti számításokat és fejtegetéseket *Jan Ponevac* Csehszlovákiából érkezett vendégünk, aki előadásába az O_2-nel dúsított levegő és a pakura együttes felhasználásával üzemszerűen elért technológiai, műszaki és gazdaságossági eredményeket tárgyalta. Az elért eredmények igazolták, hogy az O_2-el dúsított levegő alkalmazása két technológiai rendszerben lehetséges, mégpedig a nagyobb intenzitás révén a termelés növelésével és a fajlagos kokszfogyasztás csökkenésével. A kassai üzemben jó eredményeket értek el az állandó elméleti égéshőmérséklettel vezetett kohójárattal, amely nemcsak stabilizálta a nyersvas minőségét, de gazdaságossá tette a kohósítást is. Ezek alapján Csehszlovákiában az O_2 dúsítással fogják 8—10%-kal a termelést növelni és minden kohóüzemhez O_2-gyárat építenek.

A fúvólevegő O_2 dúsításának értékeléséhez hozzátartozik az a tapasztalat is, hogy minél jobb az elegy minősége, annál nagyobb a termelésnövekedés. Az elegy minősége tehát akár dúsított, akár normál O_2 tartalmú fúvószélről van szó, alapvető jelentőséggel bír, a termelés mennyisége szempontjából is. Ezt fejtegeti *Illyés János* kollégánk az intenzív kohójáratot elősegítő ércelőkészítési feladatokat tagláló előadásában. Javaslatot tesz az aglóérc rostálására, amelynek révén javul a zsugorítvány minősége a zsugorítványtermelés mennyiségi növelésére.

Pálvölgyi Henrik a Dunai Vasműben szóbajöhető intenzifikálási feltételeket taglalta. Elvben mindegyik intenzifikálási módszer lehetősége megvan, ezeket azonban bele kell helyezni abba a miliőbe, amely a Vasműben van. Ezért szakaszolni szükséges a lehetőségeket a rövidebb távú, illetve a távlati feladatokra. Alapvető elv, hogy minden intézkedés a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésének elősegítésére irányuljon.

A már működő intenzifikálásról a nagy toroknyomás bevezetésének üzemi tapasztalatairól *Márkus László* kollégánk számolt be. Részletesen elemezte az 1,2 att-al dolgozó II. sz. kohó működésének technológiai vonatkozását, megvilágítva azokat a feladatokat is, amelyek a továbbfejlődéshez szükségesek. A bemutatott eredmények (járatintenzitás 21%-kal, termelés 18%-kal nőtt) alapján reméljük kedvezőbb fogadtatásra talál a nagy toroknyomás elterjesztése, bár nemzetközi tapasztalatok alapján ennek eredményei eddig sem voltak kétségesek.

A nyersvasgyártó szekció foglalkozott a koksz szerepével és felhasználásával összefüggő kérdésekkel is abból a szempontból, hogy minősége és minősítése kedvezően hasson a kohójáratra, a kohósítás gazdaságosságára.

Thernesz Lajos kolléga a kohókoksz tulajdonságai és vizsgálati módszerein keresztül mutatta be, hogy a módszerek hogyan gazdagodnak és hogyan segítik a kokszminőség további javulását. Ehhez kapcsolódva *Parlag Gábor* bemutatta azokat a kokszvizsgálati módszereket, amelyeket a Vasipari Kutató dolgozott ki a koksz nagyolvasztói felhasználásának megítéséséhez. A kohókoksz minőségének jelentőségét, a nagyolvasztóban betöltött szerepét vizsgálta előadásában *Gönczi Pál* kollégánk. Részletesen elemezte a különböző fizikai, kémiai és granulometriai tulajdonságokat és azoknak a kohósításra gyakorolt hatását. Arra a megállapításra jutott, hogy a kohójárat egyenletessége, a nyersvasösszetétel állandósága érdekében a szénelőkészítés és kokszgyártás, valamint a koksz stabilitás technikai feltételeit is szükséges megteremteni.

Megítélésem szerint az előadások jól szolgálták az előttünk álló feladatok megoldásának elősegítését, a kialakult élénk vita során tisztázódtak a véleménykülönbségek, egységesebb lett az álláspont a tennivalók tekintetében, s egyuttal úgy vélem mindnyájan bővítettük szakmai ismereteinket, tájékozottságunkat, s az egymás közötti barátságot.

Az elhangzott előadások, az azt követő élénk vita alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a résztvevők a nyersvas mennyiségi és minőségi követelményeinek biztosításához és a fajlagos kokszfogyasztás csökkentésében súlyponti kérdésnek tartják az elegyviszonyok megjavítását, az ércellátás rövid és hosszútávon lehetséges megoldását, a fúvószél-hőmérséklet további növelését, s a metallurgiai folyamatok intenzifikálásának előtérbe helyezését.

Schottner Lajosnak értékelése az Acélgyártás Szekció munkájáról

Tisztelt VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia!

Nekem jutott az a megtiszteltetés, hogy az Acélgyártó Szakcsoport nevében a Konferencia Acélgyártási Szekciójának munkáját összefoglaljam.

A Konferencia céljainak és célkitűzéseinek az elhangzott 12 előadás minegyike eleget tett.

Az itt elhangzott előadás mindegyikéből kicsengett az, hogy a minőségjavítás és a termékszerkezet változtatása, a mai technikai fejlődésnek megfelelően a termelés és gazdasági hatékonyság növelésével jár együtt. Ez a felismerés egy új színfoltja ennek a Konferenciának.

Az acélgyártási szekció az előbbiek szellemében két témacsoportra koncentrálta figyelmét:

— Az üst metallurgiai bevezetése, ill. minél szélesebb körben való elterjesztése.

— A folyamatos acélöntés bevezetésével a jelentkező termelés növelési és minőségjavítási gondok megoldása.

Az üst metallurgiai bevezetésével az acélgyártás két fő funkcióját, a teljesítménynövelést és a minőségjavítást ketté lehet választani és így mindkét funkciónak nagyobb hatékonysággal lehet eleget tenni. A funkciók kettéválasztása tág lehetőséget nyújt ahhoz, hogy egyrészt az acélgyártó berendezésekben csak a teljesítmény növeléssel foglalkozzunk hatékonyan, másrészt a felhasználók legkényesebb igényeit is kielégítő technológiát időveszteség nélkül tudjunk alkalmazni az acélgyártó berendezésen kívül az üstben. Egy mondatban: Teljesítménynövelés az acélgyártó kemencében minőségi gondok nélkül, és minőségjavítás az üstben teljesítménynövelési gondok nélkül. Ez olyan perspektivát nyújt számunkra, amellyel a fentieken kívül anyag- és energia megtakarítást is tudunk elérni.

Több előadás foglalkozott a folyamatos acélöntés teljesítményének növelésével és az öntött buga minőségének javításával. Ezek a gondok megvannak, és annál is inkább törekedni kell ezen problémák megoldására, mivel az elmúlt években nagyot léptünk előre az öntött buga részarány növelésében, és terveink szerint rövidesen további acélöntőművek lépnek üzembe. A folyamatos acélöntés részarányának további növelése előtt meg kell oldani a még fennálló minőségi problémákat. Az elhangzott előadások alapján ennek két fő iránya lehetséges:

— Az öntött szál folyékony magjának mágneses keverése,

— és az öntősugár védelme.

Meg lehet állapítani, hogy az acélok minőségjavítása két területen kapcsolódik egymással, az üstmetallurgia és a következő lépcsőben a folyamatos öntőmű technológiai szakaszában. Tulajdonképpen a folyamatos öntőmű megkövetel bizonyos üstmetallurgiai eljárást, a semleges gázzal történő átöblítést. Végeredményben adottságaink megvannak, hogy a minőségjavítást két lépcsőben végezzük el az acélgyártó berendezésen kívül, első lépcsőben az üstben, második lépcsőben a folyamatos acélöntőműben. Ha ezt a két lépcsős minőségjavítást megoldjuk, akkor egyrészt hatékony teljesítménynövelést, másrészt jelentős anyag- és energiamegtakarítást is el tudunk érni.

Kimondottan anyag- és energiamegtakarítással kapcsolatos előadás ugyan nem hangzott el, de közvetett módon minden előadásban és hozzászólásban benne volt.

— Hulladék előkészítési kapacitás fokozása mindenképpen energiamegtakarítással jár.

— Energiamegtakarítást eredményez az üstmetallurgia meghonosítása és elterjesztése az acélgyártó kemencék teljesítménynövelésével.

— A folyamatos acélöntés részarányának további növelése anyag- és energiamegtakarítást eredményez.

— A minőségjavítás ugyancsak anyag- és energiamegtakarítást hoz.

Összefoglalva megállapítható, hogy mind a hazai, mind a külföldi vendégeink által megtartott előadások alapján kicsengett az az általános tendencia, hogy anyag- és energiamegtakarítást, minőségjavítást, valamint teljesítménynövelést eredményező technológiákat kell kidolgozni és elsajátítani a hazai acélgyártásban.

Hadd ragadjam meg az alkalmat, hogy a konferenciával kapcsolatosan egyéb észrevételeket és tapasztalatokat szűrjek le.

— Ma már korszerű technológia kidolgozásához és megvalósításához többféle szakember együttdolgozása szükséges. Ezt a mi munkánkban is hasznosítani kell.

— Nagy erő az, hogy az iparág szakemberei széles körben megvitatják és elemzik az eddig elért eredményeket és az előttünk lévő feladatokat. Ezt a kollektív bölcsességet a jövőben, véleményem szerint, hatékonyabban kell kihasználni.

A hatékony kihasználáshoz a következőkben kell előrelépnünk:

— A konferencián olyan vitaindító előadásokat kell tartani, amelyek a célkitűzéseknek megfelelően csak a lényeget tárgyalják, de azt alaposan és mélyrehatóan. Így lerövidülnek az előadások időtartamai és több idő marad a hozzászólásokra, illetve a vitára. S ez lényeges, mert szakmai vita előbbre viszi gondjaink megoldását.

— Időt és helyet kell biztosítani egyes kiemelt témáknál kerekasztal beszélgetésekre. (Pl. vacsora után 7—9-ig)

— Nagyon helyes kezdeményezés volt, hogy egy nagy tekintélyű hengerész szakembert is megszólaltattunk a Konferencián azzal a céllal, hogy ismertesse a leöntött acéllal kapcsolatos

problémákat. A jövőben is célszerű ezzel a lehetőséggel élni, talán akkor már nemcsak a problémák lesznek az ilyen jellegű előadásokban a dominálók.

Összefoglalva, azt hiszem mindnyájunk véleményét tükrözi, ha azt mondom, hogy ez a Konferencia is eleget tett a kitűzött céloknak és megmutatta mindnyájunk számára, hogy az acélgyártás területén hol tart ma a világ (külföldi vendégeink ehhez hozzásegítettek) és melyek a közeljövő feladatai.

A VII. Országos Nyersvas- és Acélgyártó Konferencia ajánlásai

1. A konferencia műszaki és gazdasági szempontjából egyaránt helyesli a hazai nyersvas és acéltermelés fejlesztésére folyamatban lévő beruházásokat. Közülük kiemelkedik a dunaújvárosi és diósgyőri fejlesztés, amelyek mielőbbi befejezése kívánatos, mert jelentős mértékben hozzájárulnak majd a népgazdaság mérlegjavításához.

2. A konferencia javasolja, hogy az V. és VI. ötéves tervidőszakban a vaskohóipar metallurgiai fázisának fejlesztési programjában elsőbbséget kapjon

— a kohókoksz termelés bővítése,
— a zsugorítvány minőségének javítása és a zsugorítóműi kapacitás növelése,
— a kohóelegy javítása; az Fe-tartalom növelése,
— az acélhulladék begyűjtési rendszerének korszerűsítése,
— a nagy kovácstuskók korszerű kristályosító technológiájának bevezetése, az elektrosalakos leolvasztó eljárás segítségével,
— a tűzálló építőanyag gyártásának korszerűsítése,
— a hazai korszerű ferromangán gyártás mielőbbi megvalósítása,
— további korszerűsítésekkel és gépesítésekkel mindkét metallurgiai fázisnál a nehéz fizikai munkát igénylő műveletek csökkentése.

3. A VI. ötéves tervidőszakban megnövekedő nyersvasigények kielégítésére, nyersvasminőség egyenletességének biztosítására és a fajlagos energiafelhasználás csökkentésére a konferencia résztvevői súlyponti kérdésnek tartják az elegyviszonyok alapvető megjavítását a kohósítás technikai és technológiai fejlesztését:

— szükséges az ércbetét Fe-tartalmának lényeges növelése előtérbe helyezve az aglóérc koncentrátumra való lecserélését, figyelembe véve a zsugorítványgyártás tervezett bővítését. Az 1980—84 években az átmeneti betéthiány megszüntetésére közvetlen kohóba adagolható jóminőségű darabos ércet, vagy pelletet szükséges biztosítani. Mind a dúsított érc darabosítóműi felhasználásra, mind a darabos érc kohósítására kísérleteket kell végezni. Az idehaza elvégezhető munkát a Vasipari Kutató Intézet fontos feladatává kell tenni;

— a BÉM zsugorítvány minőségének, kémiai és fizikai tulajdonságának lényeges javítása érdekében mielőbbi programot kell kidolgozni, mely magában foglalja a jobb zsugorítvány gyártásának feltételeit;

— tovább kell folytatni a fúvószél hőmérséklet növelésére megkezdett léghevítő korszerűsítéseket azzal a céllal, hogy 1985-ig a léghevítők korszerűsítése megtörténjen és az 1100—1200°C szélhőmérséklet biztosítható legyen;

— a nagyolvasztók fajlagos kokszfogyasztás csökkentése és termelésnövelése érdekében a nagy toroknyomás alkalmazása mellett előtérbe kell helyezni a fúvószél oxigéndúsítását egyidejű szénhidrogén befúsá növelésével. Első lépcsőben a rendelkezésre álló oxigén felhasználását, második lépcsőben ahol szükséges kohói oxigéntelepek létesítését kell megvalósítani;

— üzemi szinten megvizsgálandó, hogy a salakbázicitás csökkentése milyen mértékben lehetséges és gazdaságos, a termelés növelése, a fajlagos kokszfelhasználás csökkentése érdekében, figyelembe véve a kohón kívüli kéntelenítés lehetőségét is.

4. A csepeli varratnélküli csőgyártás alapanyagának széles minőségi és méretválasztéka indokolja, hogy a csőgyártás saját acélgyártó bázissal rendelkezzék.

A konferencia ezért javasolja, hogy a csepeli martinacél gyártás kiváltása érdekében az I. fejlesztési lépcsőben bővítse a Csepel Művek elektroacél termelő kapacitását. Ezzel a nemzetközi tendenciával egyezően növeljük az ország elektroacél hányadát, ami a vaskohászati energia igényt is kedvezően befolyásolja.

5. A kiemelkedő fontosságú népgazdasági követelmények, mint — az anyag- és energiatakarékosság,
— a termékszerkezet korszerűsítés és
— minőségjavítás

teljesítése érdekében a konferencia felhívja a műszaki-gazdasági irányítás, a műszaki fejlesztés, kutatás, technológiafejlesztés és termelés területén dolgozó vaskohászati szakemberek figyelmét arra, hogy bátrabban kezdeményezzenek olyan műszaki szervezési megoldásokat, amelyek nem igényelnek nagyobb költségű beruházásokat, hanem inkább a meglévő berendezések és a meglévő műszaki-gazdasági adottságok jobb kihasználását szolgálják.

Budapest, 1979. szeptember 13

A szabályozott hűtéssel hengerelt, valamint ólompatentozott huzalokból gyártott kötélhuzalok tulajdonságai

DR. KÁROLY GYULÁNÉ okl. kohómérnök GREUTTER ISTVÁN okl. gépészmérnök
„December 4" Drótművek, Miskolc

DK: 669.427.4

Pillanatnyilag még több probléma akadályozza a szabályozott hűtéssel hengerelt huzalok közvetlen felhasználhatóságát. 70 % feletti összalakítás általában nehezen érhető el. Amennyiben sikerül a huzalokat 80 % fölötti összalakítással húzni, ebben az esetben sem felelnek meg a huzalok mechanikai jellemzői az MSZ 210—71. szabvány előírásainak. Ezt a különbséget alakítástöbblettel pótolni nem lehet. A hajlítási és a csavarási számok értéke messze elmarad a kívánt értékektől.

A tanulmány foglalkozik a szabályozott hűtéssel hengerelt huzalok mechanikai tulajdonságaival, szövetszerkezetével, valamint a huzalok hidegalakíthatóságával, az alakítás során fellépő problémák kal. A szabályzott hűtéssel, valamint a hagyományosan hengerelt és ólompatentozott huzalokból húzott huzalokat értékeli az MSZ 210-71 szerint.

Az új hengersoroknál a huzalt az utolsó hengerállvány után víz-levegő kombinációval szabályozottan hűtik. A gyakorlatban megvalósított különböző hűtési rendszerekkel az izotermális átalakulás feltételeit igyekeznek megközelíteni. Az eljárások célja, a húzás szempontjából kedvező mechanikai és alakíthatósági tulajdonságokkal rendelkező szövetszerkezet létrehozása. Ezeket a tulajdonságokat a hagyományosan gyártott hengerhuzaloknál csak külön patentozó művelettel lehet biztosítani. Az új eljárások mindegyikénél viszont egyenlőre a gyártott huzalok szövetszerkezete a hagyományos, ólompatentozott huzalok szöveténél rosszabb minőségű. Az alakíthatóság azonban 80%-nál nagyobb mértéket is elérhet. A szabályozott hűtés alkalmazása esetén így a dróthúzó üzemekben a hengerhuzalok hőkezelése — a különleges követelményeket kivéve — elhagyható.

Az Ózdi Kohászati Üzemekbe telepített új RDH hengersor folyamatosan öntött bugából dolgozik, a szabályozott hűtés Schloemann-elv szerint történik. A vízhűtő szakaszban a huzalt ~650 °C hőmérsékletre hűtik, mely a továbbiakban a szállítószalagon fektetett menetekkel természetes léghűtéssel fut tovább.

Az új eljárással gyártott különböző méretű és különböző C-tartalmú "D" minőségű hengerhuzalok több éve érkeznek gyárunkba, kisebb nagyobb mennyiségben. Esetenként ismerjük a szabályozott hűtési viszonyok technológiai adatait is. Az RDH sorról érkező anyagok felületét, szövetszerkezetét és mechaniakai tulajdonságait folyamatosan vizsgáljuk. A gyártás folyamán azokat végig kisérjük, nézzük viselkedésüket és elemezzük a termék tulajdonságait. Egy hosszabb időszak letelte után így a rendelkezésünkre álló adatok alapján összehasonlítást tudunk tenni a folyamatosan öntött bugából gyártott szabályzott hűtéssel hengerelt és a hagyományosan hengerelt, ólompatentozott anyagok között.

1. A hengerhuzalok vizsgálata

A hengerhuzalok jellemzői között kiemelkedő szerepe van a *felületi tulajdonságoknak*. A hirtelen vízhűtés hatására a képződő reve minimális, a C-tartalomtól és a hűtési hőmérséklettől függően 0,25—0,35%. A reve átalakulása a hűtés tartományában igen gyorsan végbemegy, ezért összetétele nagyrészben wüstit (FeO). Gyártási tapasztalataink igazolták, hogy a hengerhuzalok kémiai revétlenítése nem okozott problémát, sőt gazdaságosabban, rövidebb pácolási idővel végre lehetett hajtani, mint a hagyományosan hengerelt huzaloknál.

A mechanikai tulajdonságok közül a szakítószilárdság és a kontrakció értékeinek alakulását vizsgáltuk, a kapott értékeket az *1. táblázatban* foglaltunk össze.

A táblázatban közölt átlagos szakítószilárdságok az 1 to-s kötegek mindkét végéről származó próbák értékeit tükrözik. A kötegek két vége közötti szakítási értékek maximális eltérése 3 kp/mm² volt, mely a kötegek hosszmenti homogenitására utal. Az ólompatentozott, valamint a szabályozott hűtéssel hengerelt huzalok szilárdsági értékei között 20—25 kp/mm² különbséget tapasztaltunk. Az irodalom alapján kedvező esetben ez csak 10—15 kp/mm² [1;2].

A kontrakció értékei önmagukban nem sokat mondanak, a patentozás minőségét és az alakíthatóságot a szakítószilárdsággal együtt jellemzi. A kétféle eljárással gyártott anyagokat összehasonlítva szembetünik az, hogy közel azonos kontrakció mellett lényegesen nagyobb az ólompatentozás utáni szilárdság.

A szabályozottan hűtött anyagok szilárdsági homogenitása mellett ugyanez a kontrakcóra nem mondható el. Esetenként 25—40% eltérésekkel is találkoztunk egy adagon belül.

A szövetszerkezet minőségének megitélésénél a fő szempont volt, hogy a szabályozott hűtésű hengerhuzalok biztosítsák a jó alakíthatóságot, valamint a kedvező mechanikai tulajdonságokat nyújtó szö-

1. táblázat

Sorszám	Átmérő	Minőség	R_m szab.	R_m ólom	Z_{sz}	$Z_ó$
			kp/mm²		%	
1.	5,5	D 70	94	117	40	43
2.	5,5	D 75	99	122	41	42
3.	6,5	D 55	76	99	40	40
4.	6,5	D 60	83	105	37	36
5.	6,5	D 70	92	115	33	37

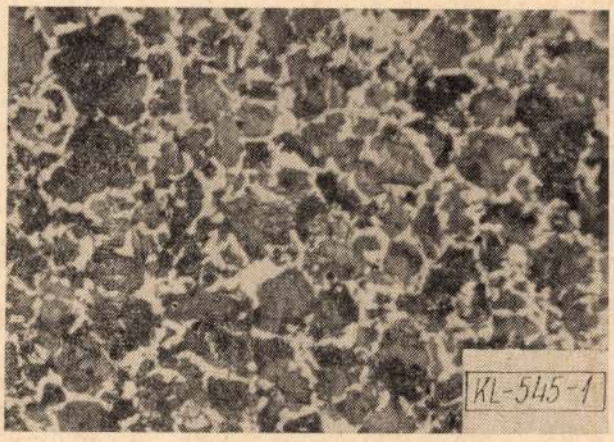
$R_m sz$ = szabályozott hűtéssel hengerelt huzal szilárdsága.
$R_m ó$ = ólompatentozott huzal szilárdsága.
Z_{sz} = szabályozott hűtésű hengerhuzal kontrakciója.
$Z_ó$ = ólompatentozott huzal kontrakciója.

vetet. Mint ismeretes, ez a ferritmentes ill. kevés proeutektoidos ferritet tartalmazó finomlemezes perlites szövetszerkezet. Ezt a követelményt a szabályozottan hűtött huzalok nem teljesítik (*1—2. ábra*). A D 55 minőségű huzalok szövetszerkezete 50—60%-ban ferritszigetes, helyenként durva lemezes perlittel. A nagyobb C-tartalmú huzaloknál is van 10—15% mennyiségben, szakadozott ferrithálóz. Az ólompatentozással biztosítható szövetszerkezetet mutatja a *3. ábra*.

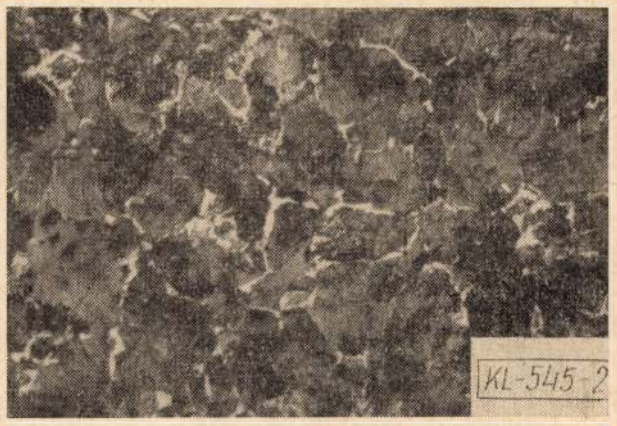
A szabályozott hűtésnél a hűtés intenzív és szakaszos jellegéből eredően gyakori kísérő jelenség a felületen 0,1—0,25 mm rétegvastagságban képződő igen finomszemcsés perlites szövetszerkezet, továbbá a huzalok tengelyvonalának környezetében megjelenő magdúsulás. A dúsult mag átmérője 0,15—1,25 mm között változó, eredete a folymatos öntésre vezethető vissza. [3—5]

A finomszemcsés felületet a *4. ábra*, a dúsulás két jellegzetes típusát az *5.* és *6. ábra* mutatja.

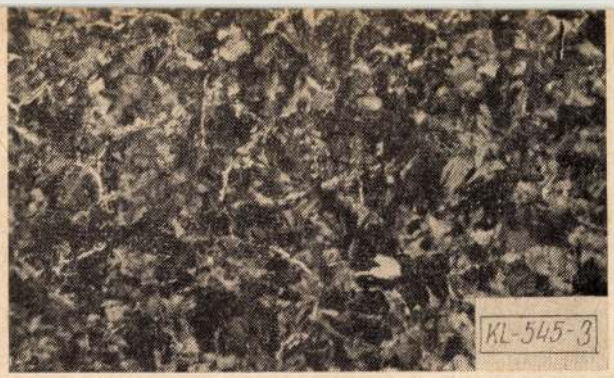
A szövetszerkezeti inhomogenitás mikrokeménységméréssel is kimutatható volt, mégpedig a finomszemcsés felületnél a széle és közepe között HV. 79 kp/mm², a dúsult mag és környezete között HV. 113 kp/mm². A keresztmetszetben mért keménységértékek eloszlását mutatja a *7. ábra*.



1. ábra. Szabályozott hűtéssel hengerelt D-55 min. huzal szövetszerkezete
N = 300 x (4 %-os pikrinsav)

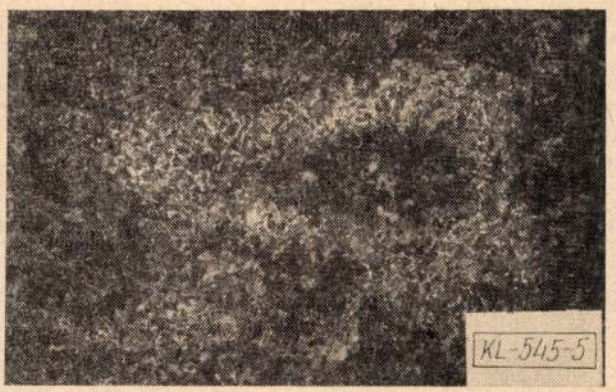


2. ábra. Szabályozott hűtéssel hengerelt D-70 min. huzal szövetkszerkezete
N = 300 x (4 %-os pikrinsav)

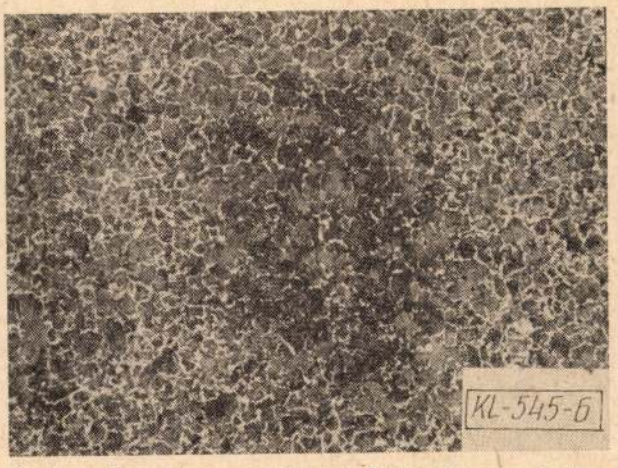


3. ábra. Ólompatentozott huzal D-55 min. szövetszerkezete
N = 300 x (4 %-os pikrinsav)

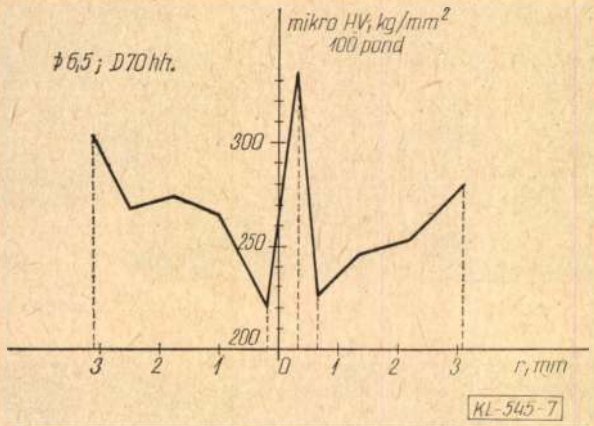
4. ábra. A hűtés hatására inhomogén szövetszerkezet
N = 300 x (4 %-os pikrinsav)



5. ábra. Dúsulás a szabályozott hűtéssel hengerelt huzal közepében
N = 80 x (4 %-os pikrinsav)



6. ábra. Dúsulás a szabályozott hűtéssel hengerelt huzal közepében
N = 100 x (4 %-os pikrinsav)



7. ábra. A hengerhuzal keresztmetszetében mért mikrokeménység értékek eloszlása

2. Húzási vizsgálatok

A szabályozott hűtésű hengerhuzalokkal szemben támasztott legfontosabb követelmény a húzhatóság. Mindkét eljárással gyártott anyagból végeztünk húzásokat. Az alakítás mértékét tekintve az ólompatentozás után a jelenleg érvényben lévő húzástechnológia volt az irányadó.

A közvetlenül húzott és ólompatentozás után húzott anyagoknál a húzás előtti felületelőkészítés azonos volt: felülettisztítás sósavas pácolással; foszfát + bórax kenőanyaghordozó és húzáskor Casztearát kenőanyag. Egy adott méretű és minőségű induló anyag esetében a készáru mérete azonos volt mindkét esetben. Arra törekedtünk, hogy a szabályozott anyagok kisebb szilárdságát az alakítással kiegyenlítsük.

A gyártás fontosabb jellemzőit a *2. táblázat* tartalmazza. A kisérlet során a szabályozottan hűtött anyagok hőkezelés nélküli folyamatos húzása megoldhatatlan volt, a sorozatos szakadások miatt. Ezek általában 70% összalakítás után léptek fel.

A szakadások száma és a hengerhuzal mérete, ill. minősége között nem találtunk összefüggést.

A 2. táblázatban megadott kész huzalátmérőkre csak kisebb mennyiséget sikerült lehúzni, ezek minősítését az MSZ. 210-71. szabvány szerint végeztük el. A vizsgálati eredményeket tartalmazza a *3. táblázat.*

A vizsgálati eredményekből látható, hogy a szabályozottan hűtött anyagok hőkezelés nélküli húzásával gyártott kész-huzalok a szabvány minőségi követelményeinek nem tesznek eleget.

3. A húzási szakadások vizsgálata

A húzóüregben a huzal feszültségi állapota összetett. Az alakítás növelése során a húzóüregből kilépő keresztmetszetben a legnagyobb feszültség elérheti a szakítószilárdságot és akkor bekövetkezik a szakadás. A húzhatóság mértéke ötvözetlen acélhuzaloknál elsősorban a perlit és a proeutektoidos ferrit mennyiségétől, ezen belül a perlit minőségétől valamint számos alakítástechnológiai tényezőtől függ.

A húzásközi szakadások nagy része az előzőekben már ismertetett dúsulásokra vezethető vissza. A következőkben röviden ezzel foglalkozunk.

— A húzásnál a keresztmetszetben fellépő legnagyobb feszültség számítható [8]:

$$R_{h\,\max} = k_{fk}\left(\varphi + \mu\frac{\varphi}{\alpha} + \frac{2}{3}\alpha + \frac{2}{3}\cdot\frac{\alpha}{\varphi}\cdot\frac{1}{1+\frac{\mu}{\alpha}}\right)\quad \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

ahol $\varphi = 2\ln\frac{d_0}{d_1}$ logaritmikus alakvált.

d_0 (mm) kiindulási átmérő

d_1 (mm) végátmérő

$\mu = 0{,}03—0{,}1$ súrlódási tényező

α (rad) félkúpszög

$k_{fk} \sim R_{p\,0{,}2}$ kp/mm² alakítási szil.

2. táblázat

Sorszám	Minőség	Kiinduló állapot	Méret mm	Kész méret mm	Húzás szám	Össz-fogyás %	Húzási seb. m/sec.
1.	D 70	sz. hűtött ólompat.	5,5	2,2	7	84	4,75
2.	D 75	sz. hűtött ólompat.	5,5	2,5	6	79	4,75
3.	D 55	sz. hűtött ólompat.	6,5 6,5/6,1	2,6	7	84	4,75
4.	D 60	szab. hűtött ólompat.	6,5 6,5/6,2	2,7 2,7	7 7	83 81	4,70 4,70
5.	D 70	sz. hűtött ólompat.	6,5 6,5/5,9	2,5	7	85	4,00

sz = szabályozott.

3. táblázat

Sorszám	Minőség	Kész-méret		$RS_{ált.}$ $RS_{szabv.}$ kp/mm²		Hajlás átl.	Hajl. szabv.	Csav. átl.	Csav.
1.	D70	2,2	sz. h.	162	160—188	16	17	22	2
			ólomp.	193	180—212	18	16	28	2
2.	D75	2,5	sz. h.	173	160—188	14	15	7	2
			ólomp.	189	180—212	17	14	27	2
3.	D55	2,6	sz. h.	140	160—188	12	13	15	2
			ólomp.	172	160—188	17	13	29	2
4.	D60	2,7	sz. h.	142	160—188	10	13	13	2
			ólomp.	172	160—188	16	13	28	2
5.	D70	2,5	sz. h.	175	160—188	12	15	13	2
			ólomp.	193	180—212	18	14	28	2

A huzalgyártási gyakorlatban a vegyes súrlódás esete áll fenn, így a súrlódási tényező középértékével számoltunk, valamint a 2α kúpszög értékét a gyakorlattal egyezően 14°-ra vettük fel. Az 1. táblázatból ∅6,5 mm D 70 min. anyag szakítási értéke alapján $Rs_{0,2}$=55 kp/mm². A fenti adatokkal számolva, 70%-os alakítás esetén 105 kp/mm² a legnagyobb húzófeszültség. Ekkora alakításhoz tartozó feszültség már eléri a dúsulás környezetében elhelyezkedő ferrites anyagrész szakítószilárdságát. Ez a következtetés igazolható az alapanyag ferrites zónájában mért keménységértékkel is, mely 221 kp/mm²-nek adódott. Ebből, az adott minőségre vonatkoztatott szakítószilárdság ~70 kp/mm²-nek vehető. Az ilyen szilárdsággal rendelkező un. alacsony karbontartalmú anyagnál 70%-os alakítás hatására ~109 kp/mm² végszilárdság várható, mely közel megegyezik az előbbiekben a huzal tengelyében számított feszültséggel.

A húzalban ébredő ekkora feszültség hatására repedések jelennek meg, melyek továbbterjedve legyengítik a keresztmetszetet és végül a huzal szakadásához vezetnek. A *8. ábrán* jól látható a dúsult részben bekövetkezett kúpos szakadás.

8. ábra. A dúsult részben bekövetkezett kúpos szakadás N=50 x (4 %-os pikrinsav)

4. Összefoglalás

Többféle méretű és minőségű kötélhuzal gyártásával foglalkoztunk, rámutatva azokra a problémákra, melyek még akadályozzák az ózdi szabályozott hűtéssel hengerelt huzalok közvetlen felhasználhatóságát.

Nagyobb mennyiség 70% fölötti összalakítással folyamatosan még nem volt gyártható. A 80% fölötti összalakítással húzott kisebb mennyiségű késztermék szabvány szerinti vizsgálata pedig azt bizonyította, hogy a mechanikai jellemzők MSZ. 210-71. szabvány előírásainak nem felelnek meg.

A jelenlegi húzástechnológiával végzett alakítás folyamán a szabályozottan hűtött anyagok nagymértékű szilárdságelmaradása az ólompatentozott anyagokhoz képest alakítás többlettel nem pótolható. A hajlítási és nagyobb részben a csavarási számok értéke messze elmarad a kivánt értékektől.

IRODALOM

[1] *Ammerling, W. J.:* A Schloemann eljárás hengerelt drót szabályozott lehűtésére hengerlési melegről. Draht Welt, 1971. 57. 2.

[2] *Halmgren—Tarublan:* A direkt-patentozott hengerhuzal Draht-Fachzeitschrift, 1975—5.

[3] Folyamatosan öntött bugából gyártott huzalalapanyag minőségi vizsgálata. 8—2797/76—77. VASKUT zárójelentés.

[4] Az OKÜ új RDH során gyártott hengerhuzalok optimális húzási technológiájának a kialakítása. 8—2—717—/76—77. VASKUT zárójelentés.

[5] Az ózdi új RDH hengerműben FAM bugából gyártott hengerhuzalokkal kapcsolatos kísérletek. 6/11—2—1168/78—79. VASKUT részjelentés.

[6] *Robonyi A-né:* Ötvözetlen acélhuzalok alakíthatóságát befolyásoló tényezők. Bányászati és Kohászati Lapok, 1978. III. 12.

[7] *Geleji S.:* A fémek képlékeny alakításának elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.

[8] *Powelski O':* Kísérletek és számítások körrudak húzására és betolására. Stahl und Eisen 1961. 81. 7.

Könyvismertetés

Getriebetechnik, Koppelgetriebe (Csuklós mechanizmusok). Szerzői munkaközösség. Kiadó: VEB Verlag Technik, Berlin. 428 oldal, 348 ábra, 48 táblázat.

Lapunk 1979. évi 4. számában ismertettük a „Getriebetechnik" című könyvsorozat első kötetét, amely a mechanizmusok minden fajtájával foglalkozik, és elsősorban a tankönyv szerepét kívánja betölteni. *Volmer* professzor és munkatársai tollából most a sorozat második tagja is megjelent, amely most már egy szűkebb területet tárgyal teljes részletességgel, kézikönyv jelleggel. Témája a csuklós mechanizmusok.

Már a könyv puszta átlapozásakor szembeötlő ábrák is meggyőzik az olvasót e hajtóműtípus jelenségéről, bemutatva számos gyakorlati probléma megoldását, amelyek oly megszokottak, hogy a mindennapi életben már észre sem vesszük mögöttük azt a nagy tudományterületet, amely a megalkotásukhoz szükséges. Hogy csak néhány közismert szerkezetet említsünk: varrógép, írógép, fényképezőgép-zár, dugattyús motor, könyökös sajtó, kivetőpánt, gépkocsiablak-törlő, lemniskáta-daru, kovácsmanipulátor, repülőolló stb. Ez egyben mindjárt mutatja azt is, hogy a könyv nagy súlyt helyez az elmélet és a gyakorlat kapcsolatára, a gyakorlati hasznosságra. Ugyanakkor az elméletet is részletesen tárgyalja, jó rendszerezésben és magas színvonalon, messzemenően szem előtt tartva a mai idők nagy lehetőségét, a számítógépet, amellyel a mechanizmusok elemzése és szintézise rendkívül megkönnyíthető. S mindehhez gépelem mélységű konstrukciós irányelveket is ad, és a kész mechanizmusok vizsgálati és mérési módszereivel is foglalkozik.

A csuklós mechanizmusokban rejlő lehetőségek szinte kimeríthetetlenek. Ez a felismerés a magyarázata annak, hogy e szerkezetek tudományában és gyakorlatában az utóbbi időkben lendületes előretörés figyelhető meg. Nem kétséges, hogy a kohászat is olyan terület, ahol a csuklós mechanizmusokkal még sok nehéz munkát fognak könnyebbé és olcsóbbá tenni, s ehhez ez a könyv jó segítséget nyújthat.

Makhult Mihály

Egyesületi hírek

Kovács klubdélután októberben

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja okt. 18-án, Egyesületünk előadó termében klubdélutánt tartott. A szokásos előadást *Burány János* okl. gépészmérnök, okl. matematikus tagtársunk a gépipari Technológiai Intézet tudományos főmunkatársa tartotta „Porkohászati kovácsolás" címen.

A hazánkban újszerű technológiát vetített képek segítségével ismertette, hangsúlyozva azt a körülményt, hogy a fejlett ipari országokban süllyesztékes kovácsolással a kisméretű munkadarabok száraz készülnek speciális porok üregbe sajtolása révén, olcsóbban, mint a hagyományos acélból és hagyományos technológiával. Közölte az előadó azt is, hogy a porkohászati kovácsolás első hazai bázis üzeme a Salgótarjáni Kohászati Üzemek, salgótarjáni gyárában létesül. Az előadásból azt is megtudta a hallgatóság, hogy nagy autógyárak kedvező tapasztalatokkal alkalmazzák a porkohászati technológiával készült munkadarabokat, mert ezek tartósak, kopásnak jól ellenállnak és a szemcsés szerkezetük miatt kenőolajat tárolhatnak, ami a forgásnak kitett alkatrészeknél a kenést egyszerűsíti. A résztvevők az előadás figyelmes meghallgatása után, konzultáción vettek részt, ezt pedig baráti együttlét követte.

Latinák István

A Hengerész Szakcsoport nov. 21-én Dunaújvárosban tartott összejövetele

A Hengerész Szakcsoport 1979. IV. n. évi összejövetelét nov. 21-én tartotta Dunaújvárosban, a Szakcsoport tagjai és a helyi csoport szakemberei jelenlétében.

A tanácskozást *Unger Ervin* a Szakcsoport elnöke nyitotta meg, a Dunai Vasmű nevében pedig *Hanák János* főtechnológus üdvözölte a megjelenteket.

Hanák János bevezető előadásában a Dunai Vasmű eredményeit és problémáit ismertette. A hengereltáru termelés elérte az évi 1,3 millió tonnás szintet, ami jelentős munkasikernek számít. Ezenkívül utóbbi években számos olyan termék gyártását kezdték meg a Vállalatnál, amely világviszonylatban is korszerűnek számít. A Dunai Vasmű legújabb terméke az alacsony szilíciumtartalmú dinamóacél, a múlt évben pedig a DAP ST 52-3 minőségű lemezek gyártását indították be, járműipari célokra és a DX 60 minőségű lemezeké a csőprogramhoz. Jelenleg foglalkoznak az izotópszerű lemezek gyártásával, amelynek kísérleteit még ez évben lefolytatják.

A gépipar egyre változatosabb feladatok elé állítja a kohászati vállalatokat, részben az exportképesség fokozása miatt. Ezért a Dunai Vasműnek is törekedni kell szorosabb határidők tartására, gyártmányai jobb minőségére. Különösen sokat kell foglalkozni a hengerelt áruk vastagságtűrésének pontosításával és a felületi minőség javításával. A hengerműveknek jelenleg betétanyagként modern, folyamatosan öntött szálak állnak rendelkezésre és 1981-ben beindul az LD-acél gyártása is. Egyéb beruházások is előkészülőben vannak, cél a tömörítménygyártás megvalósítása és a kokszolókapacitás növelése. Ezenkívül a meleghengerműben belép az új lefejtősor. Nagy jelentőséget szánnak a számítógépes rendszernek is, a számítógépek hatáskörét évről évre újabb területekre fogják kiterjesztení.

*1. napirendi pont*ban előadások hangzottak el a számítógép alkalmazásáról a Dunai Vasmű irányításában.

Horváth Ákos a technológiai folyamatok olyan megszervezéséről számolt be, amely alkalmasnak látszik a termékkövetési rendszer kiépítésére. Egy ilyen rendszer beindításához pontosan meg kell határozni a gyártási útvonalakat és apró részeire kell bontani a technológiai folyamatokat, az anyagbeadástól a készáru elszállításáig. A követési rendszer rögzíti a termék minőségi állapotát, az anyagfolyást, regisztrálja a veszteségeket. Lényeges az adatgyűjtés pontos kiépítése, az adatok pontosítása és azonosíthatósága. A folyamat kiépítése sok előkészítő és folyamatos elemzőmunkát igényel.

Mészáros Géza a számítógépes rendszer megszervezéséről és működtetéséről adott áttekintést. Hangsúlyozta, hogy a piac változása rugalmas irányítási rendszert igényel és az acélkövetési rendszernek elsősorban az a feladata, hogy a piac változása és a termelés belső folyamata között összefüggést teremtsen. Ehhez olyan információs rendszer szükséges, amely a piaci ingadozásokhoz szabja a belső folyamatokat, egész az alapanyagutánpótlás irányításáig. A számítógépes rendszer megszervezéséhez rögzítették az adatgyűjtési helyeket, pontosították az adatokat, azokat lyukszalagra rögzítették és 8 órás ciklusban értékelik. Az eddig elért eredmények figyelemreméltóak, de a rendszer még merevnek látszik.

Krommer Tibor olyan adatfeldolgozási és matematikai rendszereket ismertetett, amelyek segítségével a hengerművek lényeges műszaki kérdéseit sikerült tisztázni. Így pl. lineáris regresszióval meghatározták a hőkezelő kemencék üzemmenetét és tisztázták a kemencék teljesítmény-sorrendjét. Ezenkívül stohasztikus módszerrel programozási és minősítési problémákat oldottak meg, tisztázták a mérettűrések szabvány szerinti megfelelését, ezen túlmenően pedig feltérképezték a hidegtermékek tulajdonságainak szórását.

Horváth Ferenc elektrotechnikai és mélyhúzó lemezek tulajdonságainak számítógépes felmérését ismertette. Korrelációs összefüggéseket állapítottak meg az elektrotechnikai lemezek mágneses tulajdonságai és a kémiai összetétele között és tisztázták ugyancsak a kémiai és mechanikai tulajdonságok összetételének kapcsolatát is. A mélyhúzó lemezek vastagság és mélyítési értékének összefüggését szintén megvizsgálták. Az alkalmazott számítógépes módszerekkel jelentős segítséget nyújtottak a martinászoknak az adagok összetételének szabályozásához.

Rédei András a szélesszalagsoron végzett méréssel egybekötött optimalizálási számításait ismertette. Hang egybekötött optimalizálási számításait ismertette. Hangsúlyozta, hogy az optimalizálás alapja a méréstechnika. Sok és pontos méréssel és a kapott eredmények jó feldolgozásával beállítható a hengersorok optimális hengerlési technológiája.

*2. napirendi pont*ként a Hengerész Szakcsoport tagjai megtekintették a Dunai Vasmű számítóközpontját. A vendégeket *dr. Murai László* és *Imgrund József* kalauzolták. Ismertették a géprendszerek működését és egy kiválasztott program lefuttatásával bemutatták a számítóközpont munkáját.

*3. napirendi ipont*ban a korszerű termékszerkezet kérdése került megvitatásra.

Dr. Pálvölgyi Árpád bevezető előadásában áttekintette a kohászat termékszerkezetének az utolsó évszázadban végbement változását. Még 100 évvel ezelőtt a kohászat súlypontja a nyersvasgyártáson volt, a századforduló után az acélgyártás és képlékenyalakítás szerepe nőtt meg. 100 évvel ezelőtt a nyersvastermelés 25%-kal volt nagyobb az acéltermelésnél, ma pedig az acéltermelésnek legfeljebb 72%-át éri el. Az iparilag erősen fejlődő országokra a nagyobb nyerrsvasarány jellemző, az acélhulladék feldolgozásának növekedése gyakran dekonjuktúrát jelez.

Az acélgyártás technológiájára jellemző, hogy a martinkemencéket fokozatosan kiszorítják az oxigénes konverterek. A konverteracél Japánban már az acéltermelés 81%-át képviseli. Az oxigénes konverteres acélgyártásra a gyors terjedés jellemző, ugyanakkor a folyamatos öntés csak mérsékelten hódít. A világ acéltermelésének ma még csak 20%-át dolgozzák fel folyamatos öntéssel. A XX. században a hengerelt áruk belső aránya is jelentősen megváltozott. Egyes hengerelt termékek, mint pl. a drótok és rúdacélok termelésére az acéltermelés szintjével arányosan növekszik, míg a lapostermékek növekedési üteme lényegesen nagyobb. A legfejlettebb ipari országokban a lapostermékek

aránya ma már meghaladja a 63%-ot, de a közepes fejlettségű ipari országokban is 55% körül mozog. Ebből a szempontból a hazai termékszerkezet még további korszerűsítésre szorul.

A Szakcsoport összejövetele a termékszerkezettel kapcsolatos élénk vitával ért véget, s azt *Unger Ervin* elnök zárta be. (RZ)

Szakosztályvezetőségi ülés dec. 11-én

Az évzáró vezetőségi ülést *Hammer Ferenc* szakosztályi elnök nyitotta meg. Bejelentette, hogy az 1. npi pontot *Óvári* főszerkesztő külföldi utazása miatt elnapoljuk

Az 1979. évi titkári beszámoló rövid visszatekintést adott a ciklus kezdete óta elért eredményekről. Az iparág legjelentősebb eseménye a ciklusban a metallurgiai nagyberuházások előkészítése és megindítása volt. Szakosztályunk konferenciákon, szakosztályi üléseken, helyi csoport üléseken, társadalmi vitán alakította ki véleményét, javaslatait a beruházásokkal kapcsolatban. Azután a szakosztály két nagyrendezvényével foglalkozott. Május 2—5. között Balatonaligán rendeztük a X. Kohászati Anyagvizsgáló Napokat, melyen 350 hazai és 110 külföldi szakember vett részt. Az előadók között több neves külföldi szakember szerepelt. A másodszor alkalmazott postertechnikával 158 előadást szerveztünk. Hasonlóképpen sikeres volt a szeptemberben Balatonszéplakon rendezett VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia is. Ezen 250 hazai és 50 külföldi vett részt. A mintegy 30 előadás közül többet ugyancsak neves külföldi (szovjet, japán, svéd, NSZK-beli, csehszlovák, lengyel) szakember tartott.

Jelentősen fejlődtek a szakosztály külföldi kapcsolatai 1979-ben. Ezt jól szemlélteti, hogy rendezvényeinket mintegy 160 külföldi szakember látogatta. Örvendetes volt a szovjet szakemberek növekvő létszáma, a lengyel, csehszlovák, NDK-beli, NSZK-beli jelentős részvétel már hagyományosnak tekinthető. Csehszlovák kapcsolataink fejlődését segítette az Osztravai Nyersvasgyártó Konferencia alatt folytatott egyesületközi tárgyalás. Fejlődtek osztrák és angol kapcsolataink.

Az erősödő nemzetközi kapcsolatokat tükrözi az 1981-re tervezett II. Clean Steel Konferencia is, melyet az angol, francia, svéd és NSZK-beli társegyesületekkel közösen szervezünk.

Külföldi utaztatási programunk a várakozást meghaladóan alakult. 1979-ben 72 szakemberünk utazott külföldre, közülük 27 fő (37%) aktív szereplő (előadó, hozzászóló vagy hivatalos tárgyalásokat folytató) volt. A kiutazók 60%-a utazott egyesületi költségen, 21% utazási költségeit a vállalatok fedezték, 19% cserés alapon utazott. Az év elején megkezdte munkáját a Beruházási és Fővállalkozói Szakcsoport.

Több helyi csoportunk munkájáról is folyamatosan tájékozódtunk. Két jubileumi ünnepséget rendeztek csoportjaink: 25 éves volt a dunaújvárosi Helyi Csoport, Diósgyőrben pedig az SM-acélgyártás 100 éves évfordulóját ünnepelték. Ózd és a KGYV Helyi Csoportja a megszokott jó munkát nyújtotta.

Szakcsoportjaink közül a Nyersvasgyártó, az Acélgyártó és az Anyagvizsgáló Szakcsoport fő feladata az említett két nagyrendezvény jó megszervezése volt, ezt sikerrel teljesítették.

A Kovács Szakcsoport 30 éves jubileumáról szeptemberi vezetőségi ülésünkön emlékeztünk meg. Hengerész Szakcsoportunk elkezdte a jövő évi Hidegalakító Konferencia szervezését.

Ezután a Szakosztály gazdasági munkájával foglalkozott. Ismertette a költségvetés kialakításával kapcsolatos nehézségeket. Ezután bizonyos tételeknél az eddigieknél kötöttebb gazdálkodást kell folytatnunk.

A titkári beszámolóhoz *Selmeci D.* és *Horváth Gy.* szólt hozzá.

A vezetőségi ülés utolsó hivatalos aktusaként a szakosztályi elnök köszönte meg mindazok áldozatos tevékenységét, akik aktívan támogatták munkánkat és kérte, hogy ez a támogatás 1980-ban is változatlan legyen. A szakosztályvezetőség kiemelkedő munkát végzett tagjainak tárgyi ajándékokat és pénzjutalmakat adott át. A vezetőség nevében *Szeless László* tiszteleti tag köszönte meg a szűkebb vezetés (elnök, elnökhelyettes, titkár, titkárhelyettes) munkáját. (TP—OA)

Elnökségi ülés dec. 19-én

1. pont: Az egyesület 1980—81. évi nagyrendezvényeinek terve.

Serfőző Iván részletesen beszámolt az egyesület szakosztályaiban folyó rendezvények szervezési és tervezési munkáiról. Az 1980—81-es nagyrendezvények tervét megkapták az elnökség tagjai. Ezeket az Elnökség egyetértőleg jóváhagyta és ez az alábbi. *1980-ban:*

1. *Öntészetfejlesztési szeminárium* (N) 1980. ápr. 17—18. Budapest—Csepel
2. *II. Termometriás szeminárium* (N) 1980. szeptember 1—7. Budapest
3. *Soproni Öntészeti Napok* (N) 1980. október 2—3. Sopron
4. *Hidegalakító Konferencia* (N) 1980. október 7—9. Székesfehérvár
5. *Ipartörténeti és Muzeológiai Konferencia* (O) 1980. okt. 24—26. Salgótarján
6. *Környezetvédelmi Konferencia* (O) 1980. szept. Miskolc

A tervezett 1981. évi nagyrendezvények:

1. *Bányatervezési Konferencia* (N) 1981. április, Budapest
2. *II. Clean Steel Konferencia* (N) 1981. június 1—3. Balatonfüred
3. *VII. Hengerész Konferencia* (N) 1981. szept. 10—12. Eger
4. *Timföldgyártás jövője az ezredfordulóig* (N) 1981. okt. 6—9. Tihany
5. *IV. Fémkohászati Napok* (O) 1981. jún. Budapest
6. *Nyomásos Öntő Napok* (O) 1981. november

2. pont: Tájékoztató a Környezetvédelmi és energetikai Bizottság tevékenységéről.

Dr. Moharos Jenő, a bizottság vezetője írásos előterjesztéséhez néhány kiegészítést fűzött. Az elnökség jóváhagyólag egyhangúlag elfogadta. Az elnökség egyetértett azzal, hogy 1980. őszén megrendezzék az OMBKE Környezetvédelmi Konferenciáját, mely a szakosztályok közös rendezvénye lesz.

3. pont: A tisztújító közgyűlés időpontjának módosítása.

Az elnök tájékoztatta az elnökséget arról, hogy alapszabályunk értelmében 1980-ban kellene tisztújító közgyűlést tartani. 1980-ban azonban a Pártkongresszus, az országgyűlési és tanácsválasztások, a szakszervezeti választások nagyon sok programot és elfogalaltságot adnak. Azt javasolta, hogy 1980. II. negyedévében tartsunk Tatabányán egy küldött közgyűlést, a tisztújító közgyűlésre pedig 1981. I. negyedévében kerüljön sor.

Az elnökség egyhangúlag jóváhagyta a javaslatot.

4. pont: Beszámoló a MTESZ-ben tartott értekezletről, melyen a kongresszusi irányelvek kerültek megtárgyalásra.

Dr. Nagy Zoltán főtitkár ismertette a MTESZ-ben megrendezett ülés eseményeit. Ez az ülés *Fock Jenő* elvtárs jelenlétében a kongresszusi irányelveket vitatta és ennek kapcsán vizsgálta a MTESZ-re és az egyesületekre háruló feladatokat.

5. pont: Egyebek

— Az elnök megemlékezett két régi egyesületi vezető, *Dr. Ember Kálmán* 85 éves és *Dr. Ajtay Zoltán* 80 éves születésnapjáról. Egyesületünk elnöksége állami kitüntetésük alkalmából gratulált nekik.
— *Serfőző Iván* az egyesületi emléktárgyak hiányát vetette fel és kérte az emléktárgyak és ajándékok felfrissítését.

Az elnök megköszönte az aktív tészvételt, röviden értékelte az 1979. évi egyesületi munkát, majd kellemes karácsonyi ünnepeket és szerencsés új esztendőt kívánva bezárta az elnökségi ülést. (NZ—OA)

Elnökségi ülés január 30-án

1. npi pont: Tájékoztató a MTESZ Országos Elnökségének I. 14-i üléséről.

Kreffly Gábor elnök beszámolt a MTESZ Országos Elnökségének üléséről, melyen a vitaindítót *Dr. Tóth János*, a MTESZ főtitkára tartotta. Elnökünk az ülésen, az Egyesület által írásban beterjesztett anyagon túlmenően, további javaslatokat tett. Ilyenek:

— 1980—81-ben a Magyarhoni Földtani Társulattal, a Geofizikai Egyesülettel igyekszünk közös nagyrendezvényt szervezni,

— a VI. ötéves tervre cselekvési programot és az irányelvek szellemében középtávú munkatervet dolgoz ki az Egyesület.

2. npi pont: Az Egyesület 1980. évi költségvetésének előterjesztése

Szabó Csaba titkár először az 1979. évi költségvetési teljesítést ismertette, melynek során részletesen beszámolt a lapok költségvetése, egyéni tagdíja, jogi tagdíjak és egyszeri támogatás címén kapott összegekről. Az 1980. évi költségvetés nagyvonalakban már összeállott, a helyi csoportok költségvetése kb. 600 000 Ft-ot, az utazási, működési, reprezentációs költségek kb. 2,5 MFt-ot fognak kitenni.

A témához *Döszörményi Béla, Óvári Antal, Heinrich József* és *Kassai Lajos* szólt hozzá. Szabó Csaba a kérdésekre adott válaszában mindenre részletesen kitért.

3. npi pont: Előterjesztés az Egyesület 1980. évi közgyűlésének időpontjára és helyére.

A főtitkár a közgyűlés időpontjának máj. 22-ét, helyére Tatabánya-Népházat, gazdájaként a Magyar Szénbányászati Trösztöt és a Bányászati Szakosztályát javasolta. A szakmai előadást *Seregi János* tartja. Ez évben a közgyűlésen az Elnökség javasolja 8 érem kiadását. Március 31-ig a szakosztályok be kell adják az általuk éremre javasoltak névsorát.

4. npi pont: Az Oktatási Bizottság anyagának előterjesztése.

Dr. Pilissy Lajos az Oktatási Bizottság anyagát terjesztette elő, amely foglalkozott azzal az elképzeléssel, hogy egyetemeinken a tanszékek helyett intézeteket kellene létrehozni. Három főiskolán kísérleti jelleggel már létrehozták az intézeteket. Ennek konkrét eredményeit, tapasztalatait még nem ismerik.

A Bizottság nem ért egyet az intézetesítéssel és véleményének elküldéséhez most elnökségi felhatalmazást kér.

A hozzászólások a Bizottság érveit támogatták. *Dr. Vörös Árpád* szerint tisztázni kell, már eldöntött ügy, vagy csak terv.

5. npi pont: Egyebek

A főtitkár bejelentette, hogy két újabb helyi csoport megalakítására érkezett előterjesztés, mely szerint az Öntödei Szakosztály Eger és környéke „Heves megyei Csoport" néven, a Bányászati Szakosztály pedig budapesti székhellyel „KBFI helyi csoport" néven.

Az Elnökség egyhangúlag hozzájárult a helyi csoportok megalakításához. (OA)

Kovács klubdélután februárban

Vaskohászati Szakosztályunk Kovács-Szakcsoportja február 21-én Egyesületünk előadótermében klubdélutánt tartott. Az ilyenkor szokásos előadás ezúttal néhány korszerű süllyesztékes kovácssajtó ismertetésére szorítkozott, ezeket *Latinák István* tagtársunk mutatta be vetített képeken. Az előadás során a résztvevők megismerték a mozgóékes és nyomógyűrűs sajtók elvi működését. Az előadást több hozzászólás egészítette ki, majd baráti együttlét következett.

Latinák István

Beszámolók külföldi konferenciákról

A KGST országok vaskohászati lapszerkesztőségeinek együttműködési értekezlete Moszkvában

Dec. 11—14-e között került sor Moszkvában a KGST országok vaskohászati lapszerkesztőségeinek első együttműködési értekezletére, amelyet a KGST-Titkárság megbízásából a Stal szerkesztősége szervezett meg. Az értekezleten *V. Sz. Mettrejev* személyében a KGST-Titkárság is képviseltette magát és a megbeszélések színhelye is a Kalinin sugárúti KGST-Székház volt.

A megbeszélésen a KGST országokban megjelenő szinte valamennyi szaklap, valamint a Szovjetunióban megjelenő kohászattal rokon területek 8—10 szaklapja is képviseltette magát. Lapunk részéről *Óvári Antal* főszerkesztő vett részt az értekezleten.

Az értekezlet célja elsősorban az volt, hogy az eddigi kétoldali kapcsolatok, (pl. lapunknak már 10—15 éve kapcsolata van a szovjet Stal-al, a lengyel Hutnik-al, valamint az NDK-beli Neue Hütté-vel) kibővülve szorosabb együttműködéssé fejlődjenek.

Az értekezletet házigazdaként *N. A. Tplin* miniszterhelyettes nyitotta meg, vázolva az együttműködés főbb célkitűzéseit és várható előnyeit. Ezt követően az együtt célkitűzéseit és várható előnyeit. Ezt követően az együttműködésre vonatkozó részletes terveket *Gidija Borasztova*, a Stal főszerkesztőhelyettese ismertette. Az együttműködés keretében a jövőben nemcsak kölcsönös cikkcserékre kerülne sor, hanem szakmai hír-anyagokat is köldenek egymásnak a szerkesztőségek és a célkitűzések közé tartozik a KGST keretében folyó vaskohászati témájú tudományos jellegű munkák rendszeres publikálása is.

Az értekezlet résztvevői az előterjesztett tervezetet részletesen megvitatták, az egyes szerkesztőségek képviselői ismertették lapjaik munkaterületét, szerkesztési módszereiket és további javaslatokat is tettek a szorosabb együttműködésre.

Az értekezlet második napján a vita lezárása után a szerkesztőségek képviselői megállapodtak a szakcikkek és szakmai híranyagok cseréjének lebonyolítási módszerében, a fordítások intézésében, valamint a honoráriumok elszámolási rendszerében.

A résztvevő szerkesztőségek már az első értekezlet során kiválasztottak a KGST Titkárság vaskohászati vonatkozású befejezett témái közül 18 legaktuálisabbat, amelyekre vonatkozó tájékoztató anyagokat a szaklapok szerkesztőségei rövidesen kézhez kapják és a hazai viszonyok figyelembevételével lapjainkban folyamatosan közölhetik.

Az együttműködési értekezlet jelentősen elősegítette a szerkesztőségeknek azt a törekvését, hogy a KGST országok kiemelkedő szakmai eredményeiről az eddiginél több szakcikket is részletesebb szakmai információkat közöljenek. (OA)

*

A KGST államok Acéltanácsadó Szervezetei két évenként rendszeresen találkoznak értékes tapasztalataik kicserélése, egymás jó megismerése céljából. Egy korábbi megállapodás értelmében minden találkozó alkalmával más ország tölti be a házigazda szerepét. A legutóbbi tárgyalások 1979. okt. végén a Csehszlovák Szocialista Köztársaság rendezésében Prágától 150 kilométerre délnyugatra levő Stachy-ban történtek, amelyen a csehszlovák tagtársakon kívül NDK-beli, lengyel, román és magyar küldöttség vett részt. A Magyar Népköztársaságot a Vasipari Kutató Intézetben működő Acéltanácsadó Szolgálat 3 megbízottja képviselte. A következő közös tárgyalás helyéül hazánkat javasolták a megjelentek, amelyre 1981-ben kerül sor. (LI)

Felhívás szerzőinkhez az új mértékegységek használata tárgyában

Az MT 8/1976 (IV. 27.) sz. rendelete közli a törvényes mértékegységeket és ezek használatát 1980. január 1-től kötelezően előírja. A törvényes mértékegységek a hivatkozott rendelet mellékleteiben az alábbi csoportosításban találhatók:

— a nemzetközi mértékegység rendszer (SI) mértékegységei

— SI-n kívüli törvényes mértékegységek

Fentiekből következik, hogy meghatározott esetekben az alkalmazónak választási lehetősége van a mértékegységek használatát illetően.

Szerzőink számára az alábbiak legyenek az irányadók:

x) A kohászat alapanyagainak és termékeinek mennyiségét a tömeg mértékegységével, kg-mal, illetve t-val adjuk meg (pl. 20 kg/t fajlagos tűzállótégla fogyasztás).

b) Gázok és folyadékok mennyiségét a térfogat mértékegységével adjuk meg (pl. 600 m^3 földgáz). A gázok állapotára (hőmérséklet, nyomás, normál állapot) szövegben kell utalni.

c) Az emelő- és szállítóberendezések teherbírását ill. szállítóteljesítményét a mozgatandó anyag mennyiségének tömegmértékegységével, tehát t-ban adjuk meg (pl. 70 t-s öntődaru).

d) Erőtani számításokban az erő mértékegységét, a newton-t (N-t), illetve annak SI-prefixumokkal képzett többszöröseit kell alkalmazni (pl. 420 N/mm^2 szakítószilárdság).

e) Hőmérséklet mértékegységként Celsius-fokot használjuk (jele: °C).

f) Hőenergia mértékegységeként a joulet (jele: J) használjuk, egyéb energiákra, munkára a wattóra (jele: Wh) használható.

g) Síkszög-mértékegységként fokot (jele: °), percet (jele: ') és másodpercet (jele: '') használjunk.

h) Idő mértékegységeként a másodperc (jel: s) mellett értelemszerűen a percet (jele: min), az órát (jele: h), a napot (jele: d) és a naptári időegységeket használjuk.

i) Gázok és folyadékok nyomását bar mértékegységben fejezzük ki. Túlnyomásra a szovegben kell utalni.

j) Földterületre hektárt (jel: ha) használjunk.

k) Sebesség mértékegységeként a méter per secendum (jele: m/s) mellett értelemszerűen a kilométer per órát (jele: km/h) használjuk.

Fentiek és az SI mértékegységek figyelembevételével az *1. táblázatban* állítottuk össze a lapunkban leggyakrabban használt mennyiségek megnevezését, jelét, a törvényes mértékegység megnevezését és jelét. A megjegyzés rovat alkalmazásukra történő utalásokat tartalmaz. Szerzőink ezeket alkalmazzák. Az itt fel nem sorolt mennyiségek mértékegységét a hivatkozott MT rendelet mellékleteiben foglaltak szerint kell alkalmazni.

A legfontosabb egyenérték átszámításokra példákat sorolunk fel:

25 kp erő egyenértéke az SI-rendszerben

1 kp=9,806 65 N
25 kp=245,17 N, kerekítve 250 N

$5 \cdot 10^6$ kcal hőmennyiség egyenértéke az SI-rendszerben

1 cal=4,1868 J
$5 \cdot 10^f$ kcal=20,934 · 10^9 J, kerekítve 21 GJ

3 at ill. 3 kp/cm² nyomás egyenértéke az SI-rendszerben

1 at ill. 1 kp/cm²=98 066,5 Pa
3 at ill. 3 kp/cm²=294 199 Pa, kerekítve 3 · 10^5 Pa

Gázok és folyadékok nyomása bar mértékegységben

1 bar=10^5 Pa
1 at=98 066,5 Pa=0,980 665 bar, kerekítve 1 bar
3 at=2,941995 bar, kerekítve 3 bar
1 mmH_2O=9,806 65 Pa=0,0980665 mbar, kereken 0,1 mbar
200 mmH_2O=200 · 0,1=20 mbar (kereken)

1 Torr ill. 1 mmHg=133,322 Pa=1,33322 mbar, kereken 1,333 mbar

50 Torr ill. 50 mmHg=50 · 1,333=67 mbar (kereken)

Részletes átszámítási táblázatok az MI 18101 (1—5) kiadványban találhatók.

A *2. táblázatban* közöljük a lapunkban gyakrabban használt SI-prefixumokat és alkalmazásuk módját.

Kérjük szerzőinket, hogy cikkeik írásánál a közölteket vegyék figyelembe. (KS)

1. táblázat

A BKL Kohászatban gyakran használatos mértékegységek

A mérendő mennyiségek				Megjegyzés
Megnevezése	Jele	Mértékegységének megnevezése	jele	
1	2	3	4	5
Hosszúság	l	méter	m	A deci és centi prefixumok is használhatók.
Terület	A	négyzetméter hektár	m^2 ha	Csak földterületre. SI-prefixumok nem használhatók.
Térfogat	V	köbméter liter	m^3 l	A hekto, deci és centi prefixumok is használhatók.
Síkszög (szög)	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ stb.	fok perc másodperc	° ' ''	Megnevezésenként síkszög helyett szög is használható. SI-prefixumok nem alkalmazhatók.
Tömeg	m	kilogramm	kg	A grammal kapcsolatban a deka és a centi prefixumok is használhatók. A dekagramm jele dk is lehet.
		tonna	t	
Sűrűség	ó	kilogramm per köbméter	kg/m^3	
Idő	t	másodperc perc óra	s min h	SI-prefixumok nem használhatók.
		nap és a naptári időegységek	d	
Frekvencia	f	hertz	Hz	
Sebesség	v	méter per másodperc kilométer per óra	m/s km/h	
Gyorsulás	a	méter per másodperc a négyzeten	m/s^2	
Erő	F	newton	N	1 N = 1 kg m/s^2
Nyomás	p	pascal bar	Pa bar	1 Pa = 1 N/m^2 1 bar = 10^f Pa Csak folyadékok és gázok nyomására.
Munka, energia	W, E	joule wattóra	J WP h	1 J = 1 N m 1 W h = 3600 J

*

A mérendő mennyiségek				
Megnevezés	Jele	Mértékegységének megnevezése	jele	Megjegyzés
1	2	3	4	5
Hőmennyiség	Q	joule	J	
Teljesítmény	P	watt	W	1 W = 1 J/s
Hővezető-képesség		watt per méter, celsius fok	W/(m) (°C)	
Elektromos áram erőssége	I	amper	A	
Elektromos feszültség	V	volt	E	
Elektromos ellenállás	R	ohm	Ω	
Hőmérséklet	t	Celsius-fok	°C	SI prefixumok nem használhatók

A BKL—Kohászatban gyakran használatos SI-prefixumok

A mértékegységek törvényes többszöröseit és tört részeit az egység neve elé illesztett, egy-egy szorzót jelentő alábbi táblázatban szereplő prefixumok egyikével kell képezni.

A prefixum neve	jele	A mértékegység szorzója
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^{9}
Mega	M	10^{6}
Kilo	k	10^{3}
Hekto	h	10^{2}
Deka	da	10^{1}
Deci	d	10^{-1}
Centi	e	10^{-2}
Milli	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}

Összetett (két vagy több egymáshoz illesztett prefixumból álló) prefixumot használni nem szabad.

A prefixumot a mértékegység nevével, ill. a prefixum jelét a mértékegység jelével egybe kell írni.

Pl.: kilonewton ill. kN

A hekto, deka, deci és centi prefixumok csak a hivatkozott rendeletben, ill. az 1. táblázatban közölt esetekben használhatók.

Értesítés

Az 1980. évi 68. Küldöttközgyűlésünket máj. 22-én, Tatabányán tartjuk, az alábbi programmal:

1. Megnyitó, üdvözlések.
2. *Seregi János* előadása: A magyar szénbányászat előtt álló feladatok.
3. *Dr. Sziklavári János* előadása: Az OMFB és Egyesületünk kapcsolata.
4. *Dr. Nagy Zoltán:* Beszámoló az egyesületi munkáról.
5. Kitüntetések.
6. Üzemlátogatás.

Szerzőink figyelmébe

1. **Kérjük a kéziratokra vonatkozó nyomdai előírások pontos betartását: oldalanként 25 sor, „2-es" sortávolság, az ábrákat és táblázatokat külön lapokon kérjük.**
2. **Egy cikk kézirata a 25 kéziratoldalnyi terjedelmet lehetőleg ne haladja meg.**
3. **Kérjük az új „SI" mértékegységek használatát.**

Szerkesztőség

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY ERNŐ

A rézipar helyzete

HORVÁTH ANTAL okl. kohómérnök
Kohó- és Gépipari Minisztérium

DK:

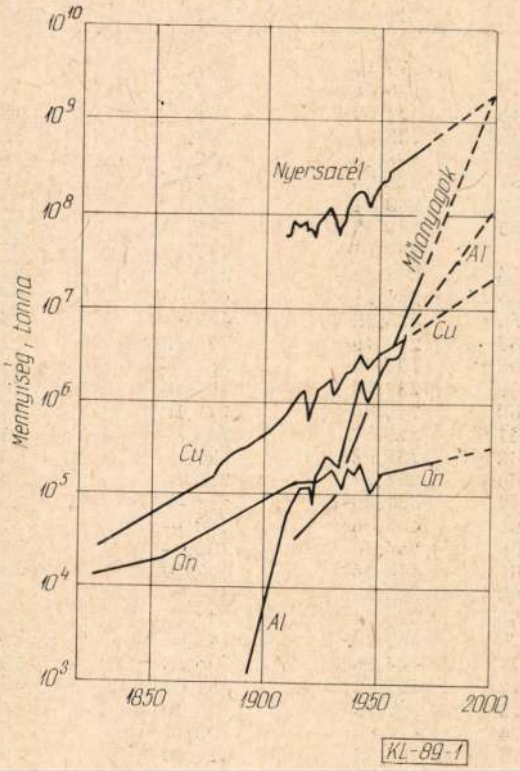
A szerző bemutatja a réz termelésének, illetve fogyasztásának alakulását és összehasonlítja a legfontosabb anyagok felhasználásával. A cikk elemzi a réz árváltozásának okait.

Egy ország gazdasági fejlődésének ütemét nagymértékben befolyásolja, hogy a megfelelő mennyiségű energiát és nyersanyagokat milyen feltételek mellett tudja beszerezni. Az iparosítás mind több energiát, a technikai fejlődés nagyobb tisztaságú fémek előállítását igényli. Napjainkban a tudományos-technikai forradalom eredményeinek bevezetése a termelésbe, egyre nagyobb követelményeket támaszt a fémek tulajdonságaival szemben. Valamely berendezés, készülék, illetve alkatrész legkedvezőbb alapanyagát általában többféle anyagfajtából választják ki. Az anyagok kiválasztásánál sok tényezőt figyelembe kell venni, bár alapvetően a fém, illetve ötvözetek tulajdonságai, valamint ezek előállítási költsége a meghatározó.

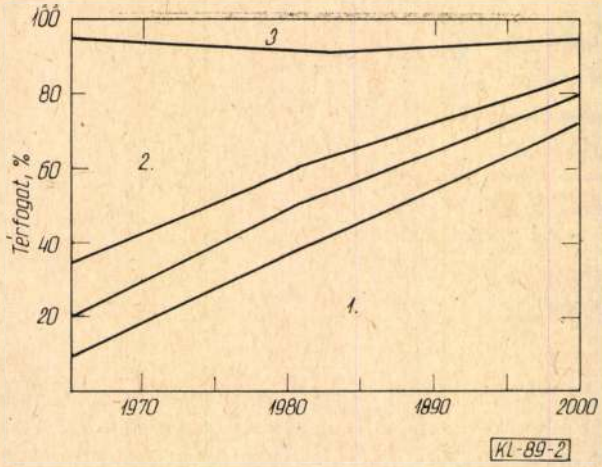
A technikai haladáshoz — a több ezeréves hagyományokkal rendelkező — réz felhasználása még a távlati években is nélkülözhetetlen lesz. A réz és ötvözeteinek legfontosabb tulajdonságai: jó villamos és hővezető képesség, kiváló korrózióállóság, aránylag kedvező szilárdsági tulajdonságok, valamint jó alakíthatóság. Ezen kedvező tulajdonságok a rezet és ötvözeteit nélkülözhetetlenné teszik a gépgyártás minden ágában. Vonatkozik ez a megállapítás a réz és ötvözeteinek legnagyobb fogyasztójára a villamos iparra éppen úgy, mint a mennyiségben szerényebb, de minőségben még igényesebb fogyasztókra, pl. a műszeriparra, híradástechnikára, vákuumtechnikára. De, ha látszólag teljesen távol álló szakterületet ragadunk ki, mondjuk a cukorgyártást, az sem nélkülözheti a korrózióálló rézötvözetű hűtőcsöveket. Nyugodtan állíthatjuk, nincs olyan iparág, sőt nincs olyan fontosabb berendezés sem, amely ne használna, illetve tartalmazna több-kevesebb, mással alig pótolható rezet vagy rézötvözetet.

A XIX. század első felében a fémek között a réz kiemelkedő helyet foglalt el. A XX. század hatvanas éveinek végén az alumíniumtermelés túlszárnyalta azt, amit az *1. ábra* szemléltet. A rézfelhasználás dinamikus növekedését mérsékelte az a körülmény, hogy hosszú időn keresztül a világpiacon a réz ára jóval meghaladta más fémekét. Elsősorban a réz magas világpiaci ára, valamint átmeneti hiánya miatt, az utolsó évtizedekben igyekeztek a rezet más fémmel, alumíniummal, acéllal, műanyaggal helyettesíteni. A fémek eltérő tulajdonságai miatt, ez a helyettesítési verseny bár konstrukciós módosításokat igényel, bizonyos esetekben racionális és gazdasági előnyt is jelent.

A műszaki-gazdasági fejlődés követelményeinek megfelelően az egyes anyagok felhasználási arányaiban — a *2. ábrának* megfelelően — jelentős eltolódás várható. A műanyagok rohamos előretörésével, a világon felhasznált teljes anyagmennyiségnek — térfogat %-ban kifejezve — közel a felét a műanyag, illetve a műgumi és másik felét a fémek képviselik. Ez utóbbiból az acél részaránya 40%, a színesfémek pedig 10%-ot tesznek ki. Ez az anyagszerkezet az ezredfordulón a műanyag-műgumi termékekből 80—85%, a fémből pedig 15—20%-os megoszlásra módosul. Ez utóbbiból a színesfémek 10% körüli értékkel részesednek. Ugyanezen prognózis a fémek fogyasztásának éves növekedési ütemét átlagban 5%-ra becsüli, amelyen belül az acélfogyasztás növekedését 4—



1. ábra. A legfontosabb fémek és műanyagok felfutása 2000-ig



2. ábra. A legfontosabb fémes és nemfémes anyagok felhasználásának megoszlása 2000-ig

1. Műanyagok, 2. Vas és acél, 3. Nem vas fémek

5%-ban, az alumíniumot 6%-ban, a rézét pedig 3—5%-ban irányozza elő.

Az egyes országok ipari kultúráját bizonyos esetekben az egyes fémek felhasználási mutatóival fejezik ki. A világ réztermelése 1978-ban meghaladta a 9,4 millió tonnát, az átlagos 1 főre eső rézfelhasználás 2,2 kg volt. Az egyes országok fajlagos rézfelhasználása erősen eltérő képet mutat. A legfejlettebb országokban 14—16 kg/fő, a fejlett országokban 8—10 kg/fő a közepesen fejlett országokban 5—6 kg/fő, a gyengén fejlett országokban 0,1—0,5 kg/fő a fajlagos rézfelhasználás. Hazánkban az egy főre eső rézfelhasználás 5 kg körül van.

A rézfelhasználás megoszlására nemzetközi vonatkozásban az jellemző, hogy kb. 50%-ot az elektrotechniaki iparban, amelyből 40%-ot az erősáramú alágazatban, 10%-ot az elektronikában nagyrészt a híradástechnikában alkalmaznak. A második legnagyobb fogyasztó az építőipar, ahol mintegy 16%-át használják fel a réztermékeknek. A további ágazatok részesedése a következő: a gépgyártás és közlekedési eszközöket gyártó iparág 10—10%, stratégiai célokra 6—8%, a fennmaradó 7—10% pedig kisebb felhasználók között oszlik meg. A fejlett tőkés országokra készített prognózis szerint az ezredfordulón a teljes rézfelhasználás 65%-át az elektrotechnikai ipar igényli, az építőipar ugyanakkor 13%-ra, a gépgyártás és a közlekedési eszközöket gyártó iparág részesedése 7—8%-ra csökken.

A szilárdtest kutatás eredményeként megismert törvényszerűségek elsősorban az elektromos-mágneses-, mechanikai tulajdonságok vonatkozásában számos új rézalapú termék előállítását tették lehetővé. A réz makro-, illetve mikroötvözésével különleges tulajdonságú ötvözetek állíthatók elő.

1. táblázat

A réz huzalhengerlési tuskó áralakulása

Év	Átlag ár	Londoni tőzsde			New-York-i Tőzsde	
		legmagasabb ár £/tonna	Legalacsonyabb ár	Átlag ár	legmagasabb ár cent/libra	legalacsonyabb ár
1	2	3	4	5	6	7
1946	77,17	98,—	62,—	13,82	19,27	11,77
1947	130,56	137,—	117,—	20,95	23,30	19,22
1948	134,00	140,—	132,—	22,03	23,20	21,20
1949	133,03	153,—	104,—	19,20	23,20	15,70
1950	178,80	202,—	153,—	21,23	24,20	18,20
1951	220,36	234,—	202,—	24,20	24,20	24,20
1952	259,34	287,—	227,—	24,20	24,20	24,20
1953	269,33	285,—	252,—	28,79	30,75	24,20
	233,14	247,10	214,—			
1954	248,58	310,—	215,—	29,69	29,70	29,60
1955	351,41	405,—	289,—	37,49	45,30	29,70
1956	328,92	437,—	262,—	41,81	47,80	35,37
1957	219,49	272,10	176,—	29,57	35,60	25,42
1958	197,38	261,—	160,—	25,76	28,82	23,52
1959	237,76	267,10	209,5	31,18	35,17	28,60
1960	245,95	279,10	217,15	32,05	34,17	29,60
1961	229,57	249,—	216,5	29,92	30,67	28,60
1962	233,98	237,—	227,15	30,60	30,60	30,60
1963	234,26	236,—	231,—	30,60	30,60	30,60
1964	351,06	531,—	235,—	31,96	33,75	30,60
1965	468,06	570,—	328,—	35,01	37,04	33,60
1966	554,99	790,—	355,—	36,17	47,18	35,J0
1967	418,04	607,10	345,—	38,22	39,58	36,21
1968	525,30	822,10	432,—	41,84	42,34	41,65
1969	620,74	746,—	509,—	47,51	52,91	41,69
1970	589,44	749,00	420,50	57,70	59,70	52,60
1971	444,36	536,50	393,50	51,43	52,60	49,69
1972	427,82	451,00	406,50	50,61	51,94	49,69
1973	727,10	1135,00	446,00	58,86	68,80	49,98
1974	877,63	1400,00	528,50	76,64	85,97	67,95
1975	556,55	626,00	497,50	63,53	68,70	61,65
1976	780,56	937,00	574,50	58,82	74,00	63,00
1977	752,68	903,00	638,50	66,20	74,00	60,00
1978	710,13	780,50	611,50	65,81	73,13	61,24

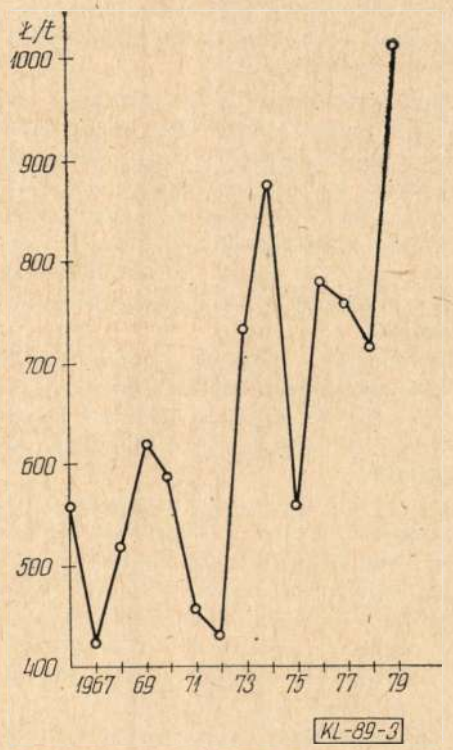
Széles termékválasztékban kielégíthető a miniatürizálás követelménye, az átlagosnál nagyobb élettartamú és különleges tulajdonságú anyagok gyártásának bevezetése is biztosítható.

A világ réztermelését az ezredfordulóra 20 millió tonnára becsülik, tehát gyakorlatilag 1978-hoz viszonyítva megkétszereződik. Az USA 1 főre eső rézfelhasználását 27 kg-ra becsülik 2000-ben.

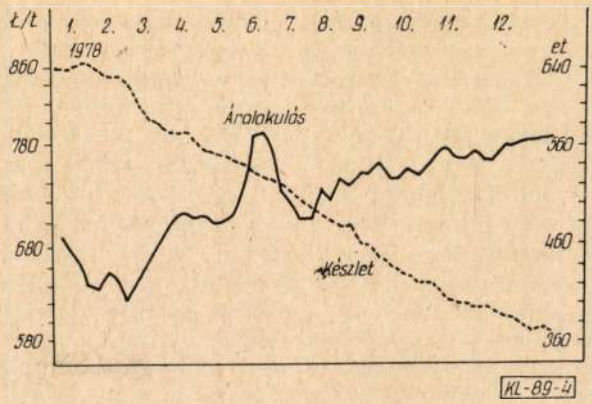
A réz ára a kereslet-kínálat törvényeinek megfelelően alakul és érzékenyen reagál a tőkés világ konjunktúrájának változására. Ezen túlmenően a spekuláció, politikai, katonai tényezők jelentősen befolyásolják a réz árát és a rézfogyasztást.

A réz névleges ára bizonyos mértékben a kitermelési költségektől függ. Ezeket a költségeket mindenekelőtt a természeti adottságok befolyásolják. Kedvező feltételek mellett tudnak dolgozni a gazdagabb lelőhelyekkel rendelkező bányák, ahol az egyéb adottságok is kedvezők, olcsó a villamosenergia, alacsony a munkabér és külfejtés alkalmazható. Az *1. táblázatban* a réz huzalhengerlési tuskó árának változását lehet látni 1946—1978 közötti években [1]. A réz világpiaci árának ingadozása nyomon követhető a *3. ábrán.*

A túltermelés, valamint a látszólagos hiány a világ réztermelésében igen gyakori. Előfordul, hogy az egyik évben a fogyasztás 10%-kal növekszik az előző évhez viszonyítva, a következő évben nem növekszik, esetleg kismértékben csökken. A tőkés gazdaságban a bérszerződések lejárta, illetve megkötése, a sztrájkok mind spekulációra adnak lehetőséget. A réz esetében annak stratégiai jellege miatt, a politikai körülmények, a háborús hangulat keltése, a fegyverkezési verseny nemcsak a rézfogyasztást, hanem átlagnál nagyobb készletmozgást okozhatnak. Ezt bizonyítja az,

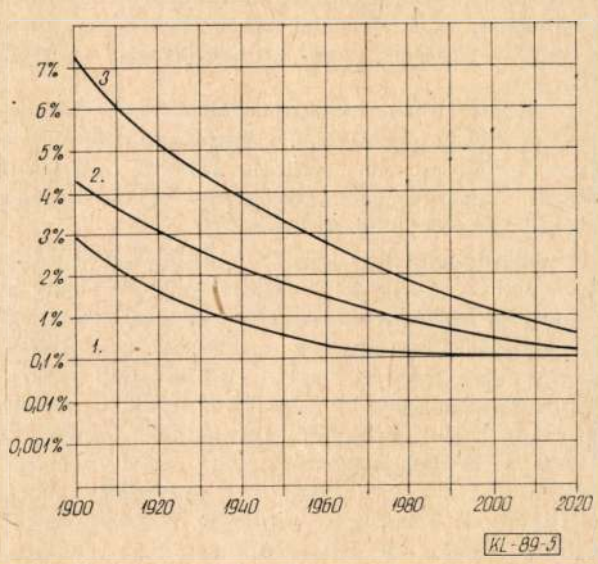


3. ábra. A réz világpiaci árának alakulása



4. ábra. A réz 1978. évi ár és készlet mozgása

1. január, 2. február, 3. március, 4. április, 5. május, 6. június, 7. július 8. augusztus, 9. szeptember, 10. október, 11. november, 12. december



5. ábra. A rézércek fémtartalmának csökkenése 1900—2000 közötti években

1. Gazdaságossági szempontból nem hatékony terület, 2. Optimálisan hatékony terület, 3. Nem perspektivikus terület

hogy a koreai, vietnami háborúk idején a rézfogyasztás ugrásszerűen nőtt. Az 1966 és 1974. évi fogyasztási csúcsok során a készletek kb. 20—30%-kal csökkentek, mert a rézkohászatban számottevő szabad kapacitás nem állt rendelkezésre. Az 1978. évi rézkészlet (Londoni Fémpiac) és áralakulását mutatja a *4. ábra*

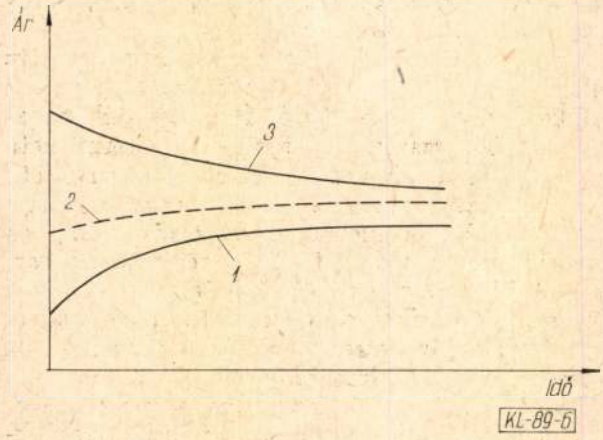
A réztermelés növekedését az említett spekulatív jellegű tényezők mellett korlátozza a rézércek csökkenő réztartalma. Az *5. ábra* 1900-tól napjainkig a világ számottevő bányáiból kitermelhető rézércek réztartalmának változását szemlélteti. Amíg a századfordulón a rézércek átlagos réztartalma 4—7%, jelenleg 1—2% között, addig az ezredfurdulóban már 0,1—1,0% réztartalom várható. A kis réztartalmú ércek feltárása megnöveli a rézszinporok, illetve koncentrátumok önköltségét. Ezért a jövő rézérckészleteit a tenger, és az óceán mélyének feltárására terelik.

Érdemes rámutatni arra, hogy a világ rézérckitermelésének mintegy 53%-a a fejlődő országokból származik és a kohótermelés csak kb. 25%-ot tesz ki. Az Egyesült Államok, amely a világ rész-

fogyasztásának közel 1/4-ét igényli, a rendelkezésre álló pénzügyi eszközeivel nagymértékben tudja a fejlődő országok rézalapanyag értékesítését szabályozni. Bár a legfontosabb rézérckitermelő országok közös szövetségben a CIPEC-be tömörültek, érdekeik védelmére arra törekedtek, hogy a réz ára stabilizálódjon, illetve hogy olyan minimális árat állapítsanak meg, amely bizonyos eredményt biztosít részükre. Ennek ellenére a fejlődő országok a dekonjunktúra éveiben előállított rezet a devizabeszerzés, illetve saját országaik gazdasága miatt kénytelenek értékesíteni, vagy minimális nyereséggel, vagy nyereség nélkül. Az 1974. év konjunktúra csúcs után 1975. évben az árak annyira csökkentek, hogy sok esetben a réz-kohósítás veszteséges volt. Ezt bizonyítja az az általános irányzat is, hogy a fémek előállításának termelési, valamint értékesítési értékei egyre inkább közelebb kerülnek egymáshoz. A *6. ábra* az ipari termékek nyersanyag-, és eladási rendjét szemlélteti az idő függvényében.

A fejlett tőkés országok elsősorban tőkekiáramoltatással segítik elő a fejlődő országok iparának fejlődését, mert ezáltal a rézkohósításnál az olcsóbb munkabér és a kedvezőbb szállítási költség is többletprofitot biztosít részükre.

A rézkohászat legnagyobb gondja ma minden bizonnyal a környezet védelmének biztosítása. A jelentős réztermelő iparral rendelkező országok nagy részében ma már érvényben van az a rendelkezés, hogy a rézkohóknak biztosítani kell a 90%-os kénhasznosítást. Ugyanakkor ezek a kohók még a 65—70%-os kénhasznosítással dolgoznak. A 90%-os kénhasznosítás elérése azon túlmenően, hogy több tízmillió dolláros befektetést igényel kohónként, a technikai megoldás kikísérletezését az 1970-es évek elején kezdték meg [2]. A Kennecott Copper 12 kohójának beruházási költségigényét 1970-ben 607 millió dollárra becsülték, hogy a 90%-os kénhasznosítást elérjék [3]. Ma még az új technológiát alkalmazó üzemek kedvezőbb helyzetben vannak, mert ezek a 92—96%-os kénhasznosítást biztosítani tudják. A környezetvédelmi törvények szigorításával ezek az üzemek is rá kényszerülnek a híg gázok mosására, mint a hagyományos technológiát alkalmazó rézkohók,



6. ábra. Az ipari termékek használatának alakulása
1. Nyersvasanyag-ár, 2. Termelési érték, 3. Eladási ár

hogy a kénkibocsátást az előírt szinten tarthassák.

A környezet védelmének biztosítása más módon is hat a réztermelésre. Már ma is nagyon sok üzemet rákényszerítenek, hogy a termelését a kénkibocsátás szerint szabályozza. Olyan költséges mérő és ellenőrző hálózatokat építenek ki, több 10 millió dolláros költséggel, aminek mind az egyszeri, mind a folyamatos ráfordítási terheit a kohászati üzemeknek kell viselni.

Ugyanakkor ez a szabályozási mód végsősoron jelentősen kihat a rézkohó termelésére, hiszen magas kénkibocsátásnál a termelést csökkenteni kell, kritikus esetben az üzem időlegesen beszünteti a termelést.

A környezetvédelemmel kapcsolatos terheket illetően erősen megoszlanak a vélemények. Egy dologban még a környezetvédelmi szakemberek is közös nevezőn vannak, nevezetesen abban, hogy ez a teher a rézkohóknál 5 cent/libra fölött lesz [3]. Egyes rézkohók ugyanakkor azzal érvelnek, hogy a termelési költségek 30—40%-os növekedését is eredményezhetik, a környezetvédelemmel kapcsolatos terhek.

A környezetvédelemmel kapcsolatos nehézségek miatt olyan törekvéssel kell számolni, hogy a kohászati üzemeket a nagy rézbányák mellé telepítsék. Mivel a bányák nagy része a fejlődő országokban van, sokszor kedvezőtlen természeti adottságok között működnek, infrastrukturális háttér nélkül. Az infrastrukturális háttér megteremtését is a rézkohászati üzemeknek kell viselni. Ez a ráfordítási költségek további növekedését valószínűsíti.

A rézipari beruházások költségigénye az elmúlt 10 évben négyszeresére növekedett. Amíg 1970-ben 1 tonna rézkatóda előállítás egyszeri ráfordítási költsége 2500 $/t volt, 1975-ben 5000 $, 1979-ben 8000—10 000 $ körül mozog. Elsősorban a környezetvédelmi előírások megszigorítása miatt a rézkohászat beruházási költsége az utolsó 4 év alatt háromszorosára nőtt.

A rézfogyasztás mennyiségi, valamint értékbeni ingadozása kedvezőtlenül érinti az új, réztermelő kapacitások üzembelépését. A réz iránti érdeklődés lanyhulásakor az új bányászati beruházásokat elhalasztják. Az 1978-ban fellendült rézhelyzet következtében kedvezően alakulnak az árak. Egyesek a kínai—vietnami—iráni események miatt a stratégiai rézkészletek és rézfogyasztás növelésével számolnak.

A rézfelhasználás csökkentésének irányába hat a ma még érzékelhető tőkés világgazdasági pangás, amely elsősorban az Egyesült Államok feltételezett recessziójának következtében a jelenlegi ármozgást megfordíthatja.

Az a tény, hogy a londoni fémtőzsde rézjegyzése 1979 áprilisában elérte a 2100 dollárt, és az elmúlt napokban 1860 dollárra mérséklődött, nem tekinthető érdemleges árváltozásnak, amelyből hosszabb távra lehetne következtetést levonni. Ugyanakkor a tőkés világ árprognózisai szerint az említett objektív tényezőket, valamint az inflálódást figyelembe véve 1985-ben minimálisan 2500—2600, 1990 körül pedig 3000 dollár feletti árral számolnak.

A fejlődő országok rézércvagyonuk kiaknázása, valamint saját fejlődésük meggyorsítása érdekében igyekeznek réztermelő kapacitásukat fokozni. Ennek során 1981-ig a rézbányászat mintegy másfél millió tonna réznek megfelelő kitermelői kapacitással bővül, amely lehetőséget ad a nagyobb arányú szükségletek fedezésére.

A tőkés világ megkutatott rézérc készletei egyébként biztosítják az éves átlagban feltételezett 4—5%-os réztermelés-növelés alapanyagát.

A kohászati fejlesztések kialakításánál a gazdaságosság javítása érdekében elsősorban a nagyobb, közel 200 et/év kapacitású kohókapacitásokat hoznak létre. Ez a nagyságrend már lehetővé teszi a termelés automatizálását, és a jelenleginél hatékonyabb réz előállítást. A rézkohászatban ugyanakkor az utolsó 10 év folyamán olyan korszerű eljárások terjedtek el a rézfélgyártmány előállításánál, hogy a folyékony fémből öntéssel közvetlenül minél nagyobb mértékben közelítsék meg a rézfélgyártmány alakját, ill. méretét.

A világ réziparában a rézfélgyártmányok előállításainak korszerű eljárásait ezért vagy a bányászati- dúsító-kohómű vertikumához csatolják, vagy egyes fejlett országok esetében a készáru feldolgozásához illesztik. A korszerű rézhuzal előállítást pl. Japánban a kábel, és a rézvezetékgyártóknál ill. az elektronikai vállalatoknál valósították meg. A rézfélgyártmány önálló, egyedüli előállítása természetesen a különleges tulajdonságú ún. finomkohászati termékeknél még hosszútávon is indokoltnak tekinthető. Az egyes rézfélgyártmányoknak a kohóhoz való kapcsolatát az egyre kisebbedő félgyártmány feldolgozási különbség is indokolja. A huzal esetében az előállítási költség az alapanyagnak alig 3—4%-át teszi ki, míg az egyéb szalag és csőféleségeknél maximum 30% körüli feldolgozási költséggel számolnak.

A világ rézfogyasztásának mintegy 15—20%-a esik a szocialista országokra, ahol a termelés valamivel kisebb a felhasználásnál.

Bár az elmúlt két évtizedben a KGST tagországok réz termelése, ill. felhasználási üteme éves átlagban 5—7%-kal növekedett, ezekben az országokban az 1 főre eső rézfogyasztás jóval kisebb mint a fejlett országokban.

A hazai rézfelhasználás mennyiségi mutatója a KGST tagországok között is a legalacsonyabb, mert rézszükségletünk nagyobb részét tőkés relációból szerezzük be, és emiatt messzemenően igyekeztünk a rezet elsősorban alumíniummal, valamint más fémmel helyettesíteni.

A KGST tagországok rézprognózisa alapján 2000-ig rézszükségletüket teljes mértékben nem tudják saját forrásból kielégíteni, és ezért számolni kell hosszú távlatban is rézszükségletünk egy részének tőkés importjával. Ez a tény a népgazdasági egyensúlyt rontó tényezője mellett, bizonyos kiszolgáltatottságot is jelent a világpiaci bizonytalan ármozgás következtében. Az 1974. évi világpiaci rekordár után a belföldi árak emelése is tükrözi ezt a függőséget, amikor a következő évek dekonjunktúra idején egyrészt olcsóbban lehetett a félgyártmányokat beszerezni, mint korábban az alapanyagot és ugyanakkor a megfelelő szabad kapacitással rendelkező réz-készárúgyártó vállalatok tőkés exportja, ill. bérmunka bizonyos esetekben veszteséggel történt.

A hazai jelenlegi 50 et rézszükségletünk a legkisebb felhasználási növekedés mellett is a következő 20 év alatt megkétszereződik. A rézipar várható világhelyzetéből adódóan ezért tovább célszerű vizsgálni a magyar rézszükséglet esetleges hazai, vagy szocialista táborból történő kielégítési lehetőségeit. A hazai geológiai kutatási eredmények alapján megfelelő ércvagyonnal rendelkezünk évi kb. 50 et rézkatóda előállításához, de az érc adottságai, valamint anyagi beruházási források korlátozott nagysága miatt a VI. ötéves tervidőszakban nem várható a rézkohó létesítése.

A folyamatban levő vizsgálatok egy esetleges tőkés hitel felvételre vonatkozóan biztatóak, azonban konkrét megállapodás a közel jövőben még nem várható. Érdemes rámutatni arra, hogy a Szovjetunió, amely az egyik legnagyobb rézércvagyonnal, valamint kohókapacitással rendelkezik 1977-ben Mongóliában egy 200 000 t fémréznek megfelelő bánya és dúsítóművet helyezett üzembe, hogy ezáltal saját kohókapacitását, ill. termelését emelje. E példa is jól bizonyítja, hogy a hazai rézércvagyonunk kiaknázása mellett célszerű vizsgálni a KGST komplex program alapján a hazai ércnél jobb minőségű és azzal együtt feldolgozható rézércbázisok kiaknázását is.

IRODALOM

[1/ Metallstatistik 1978.
[2] *Dasher J.:* Copper Smelting and the sulphur problem. Mining Magazine Apl 1972 p 279—285.
[3] The Enviromental Confrotation in Copper MJE/. 1973. April

Ezévi nagyrendezvényeink

VI. Országos Kohászati Hidegalakító Konferencia okt. 7—9. Székesfehérvárott, amelyet a Fémkohászati Szakosztály a Vaskohászati Szakosztállyal közösen szervez.

Az ICSOBA MB XI. Teljes Ülése Budapesten okt. 30—31.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az *alumíniumipar versenyképességének* gazdasági és műszaki tényezőinek tanulmányozása igen érdekes következtetéseket ad. Az alumíniumtermelés és fogyasztás évi növekedése az elmult évtizedekben 10% körüli volt, ugyanez a legnagyobb mennyiségben felhasznált fémnél az acélnál 5%. Tömegben (súlyban) mérve még 1950-ben 43-szor annyi acélt termeltek, mint alumíniumot, ez ma 18-szoros és 2000-ben várhatóan csak 10-szeres lesz. Ennél a számításnál az acéltermelés fejlődését évi 3—4%-kal, az alumíniumét 5—6%-kal becsülték.

A többi fém felhasználásának várható növekedését éves viszonylatban a következők szerint becsülik a következő 5 évre: réz 2—3%, horgany 2—2,5%, magnézium 3—4%, ólom 2—3%. Az alumíniumnak van az összes fém közül a legkedvezőbb jövője, amit a következő tényezőknek köszönhet:

— Nagy bauxitelőfordulások
— Jól települt az alumíniumipar a kedvező energiaforrások mellé.
— Fejlett technológia
— Versenyképes árak más fémek helyettesítésénél
— Az aluminiumhulladékok gazdaságos újrafeldolgozási lehetősége
— Az alumíniumtermelők céltudatos tevékenysége a felvevőpiac folyamatos bővítésére

Jelenleg a világ *bauxitvagyonát* 25 milliárd tonnára becsülik, ennek 60%-a biztos illetve valószínű mennyiség, 40% a lehetséges. Az intenzív kutatásnak köszönhető, hogy az ismert ércvagyon mindig nő, 1941-ben egymilliárd tonnáról tudtak, 1955-ben 3 milliárdról, 1965-ben 6 milliárd tonnát jeleztek. A mai felhasználási ütemben a ma ismert vagyon 300 éves ellátást biztosít és egy évi 5%-os növekedés mellett 70—80 évig terjedő fedezetet. Természetesen további kutatás az ércvagyon értékét még jelentősen növelheti.

Ausztrália, Brazilia és Guinea területén van az ismert ércvagyonnak több mint fele, további 30% van *Jamaika, Mali, India, Kamerun, Surinam és Guyana* földjén. Az ipari államok — leszámítva Ausztráliát — a bauxitvagyonnak csupán egy százalékával rendelkeznek. — 1974-ben a bauxitexportáló országok megalakították értékesítési szövetségüket az International Bauxite Association-t (IBA), mely a bauxitpiac uralásának szerve, kezében van a világtermelés 70%-a és a piac 90%-a. Az IBA erőfeszítéseinek eredményeként ma már az alumínium önköltségének 10%-át teszi ki a bauxit költsége.

A bauxit világpiaci árának ez a hirtelen növekedése súlyosan hatott az alumíniumiparra és azonnal erőteljesen fokozták a nem bauxitra alapozott technológiák fejlesztését. Kiemelkedő eredmények születtek olyan technológiáknál, melyek agyagot, alunitot, nefelint, anortozotot, stb. dolgoznak fel. Egyes eljárások már félüzemi méretben működnek. Ugyancsak sürgette a nagy bauxitár az alumíniumhulladék feldolgozásának teljesebbé tételét.

Az alumíniumipar nagy *energiafogyasztó*. Az energia az önköltség kiugró része. Ma még mintegy 54%-ban a vízienergia biztosítja a szükségletet, 44% részesedése van a hőenergiának és 2% az atomenergia. Ez a világátlag nagyon szeszélyesen oszlik meg országonként, például *Kanadában* teljesen vízienergiaellátás van, de *Japánban* a kohászat ellátását 87%-ban hőerőművek adják. 1977-ben az átlagos energiaár 13 mills/kWh (1,3 cent/kWh) volt, de ez a kanadai 4 mills-től egyes viszonylatok 32 mills-es áráig változó értékek átlaga. Az irányzat meredeken növekvő áremelkedés.

Egy tonna alumíniumtermék energiaszükséglete mintegy 17 000 kWh. Egyes kutatási eredmények reményt keltők egy 10 000 kWh alatti felhasználás eléréséhez. Mivel a világ alumíniumtermelésének több mint háromnegyed részét olyan kohók termelik, melyek nem használnak fel olaj-energiát, az olajválság sokkal kevésbé hatott ki az alumíniumiparra, mint ahogy azt először sejteni lehetett.

Egy kilogramm alumínium késztermék előállításához annyi energia kell ugyan, mint 2,5 kg acélkészterméhez, de egy gépkocsiba beépítve 10 év alatt az alumínium ezt a különbséget 28-szor megtakarítja. Egy kilogramm alumínium előállításához közel kétszer annyi energia kell, mint a réz esetében, de villamos vezetékben ugyanarra a feladatra éppen kétszer olyan súlyú réz szükséges, mint alumínium.

Az alumíniumtermelés fejlődése az elmúlt években lendületes volt annak ellenére, hogy a gazdaság egészének fejlődése igen mérsékelt volt, és az alumínium fő konkurrenseinek — az acélnak és réznek — az árában lényeges letörés mutatkozott.

Az alumíniumipar megoldotta a *környezetvédelem* elvárásait. A beruházási költségek jelentős növekedése pedig arányban áll az alumínium árának növekedésével, ezért az alumíniumipar fejlődésének jövője reményteljes.

Alumínium (Düsseldorf), 1979. nov. p. 761—764. (K)

Ezüstbányászat 1978-ban

A most megjelent „Mine Production of Silver in 1978" adatai szerint a világ ezüsttermelése 1978-ban 332,72 millió finomuncia volt. A fontosabb ezüst termelők 1978-ban, millió finomunciában:

Mexikó	50,8
Szovjetunió	46,0
Kanada	40,9
USA	38,9
Peru	38,6
Ausztrália	23,1
Lengyelország	19,2
Japán	10,7

1982-ben a világ ezüsttermelését 393,7 millió finomunciára prognosztizálják. (KT)

Metall, 1979. 8. szám.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Az Oak Ridge National Laboratory az USA-ban egy új eljárást fejleszt ki alumínium és egyéb fémek előállítására hamuból. A szénhamuban levő alumínium 98%-át és a vas, titán és egyéb fémek 90%-át tervezik visszanyerni. A „calsintering" eljárás a hamut, agyagot, gipszet vagy egyéb kéntelenítésből származó maradékot összekeverve 1200 fokra hevíti, majd a zsugorított anyagot *kénsavval* lúgozza a fémek kinyerésére. Egy 1 millió tonna szállóhamu feldolgozására alkalmas ipari berendezés tervei készülnek. (B)

(Chemical and Engineering NeAs, 1979. okt. &9i)

★

Argentinában bejelentették, hogy 88 millió dollárt fektetnek be az *El Pachon* réztelep kifejlesztésére. A telep 3700 méter magasságban fekszik a chilei határ közelében. A telep megközelítéséhez 300 km új utat építenek. Kiterjedt fúrásokkal 792 millió tonnára becsült érckészletet tártak fel átlag 0,6% réztartalommal. Ez sokkal kevecvbb, mint a chilei 1,7% átlagos réztartalom, de El Pachon ércében 0,016% molibdént és kis mennyiségű aranyat és ezüstöt is találtak. Évi 100 ezer tonna raffinált réz termelését tervezik. Ezzel Argentína réz exportálóvá válik. A termelés felfutását a 80-as évek közepére tervezik. További rézelőfordulás van *Daio de la Alumbrera*-ban, Cantamarca-ban. Ennek évi réztermelését 60 ezer tonnára becsülik.

Chile a külföldi tőke beruházásait várja a réziparban. Az elmúlt öt évben 459 millió dollárt fektettek be főképpen észak-amerikai forrásból kutatásra és gazdaságossági tanulmányokra. 3,7 milliárd dollár keretben kívánnak beruházást folytatni, és ennek révén a következő öt évben a chilei réztermelés elérheti az évi 600 ezer tonnát. (B)

(Mining Angineering, 1979. okt)

Beszámoló külföldi tanulmányútról

Tapasztalatcsere a hettstedti hengerműben

Okt. 22, és 26. közt *dr. Galambos Sándor* és *Berkes Gyula* látogatást tett az NDK-beli hettstedti hengerműben. A látogatás célja az anyagellátás, a készletgazdálkodás, anyagmozgatás és szervezés kérdéseinek megvitatása volt.

A magyar küldöttség partnere *Karl-Heinz Schreiter* anyaggazdálkodási vezető volt. A gyárat 1908-ban alapították, korábban csak nehézfémek feldolgozásával foglalkozott. 1934-ben tértek át alumínium feldolgozására is. 1948-ban kezdtek acélárukkal is foglalkozni. 1964-ben szárnyalták túl a második világháborús szintet. 1978-ban 78 ezer tonna rézterméket és 96 ezer tonna alumíniumgyártmányt állítottak elő. Properzi durvahuzal öntvehengerlő berendezésük van alumíniumra, mellyel 3 műszakban napi 120 tonnát tudnak hengerelni.

A fémhulladékokat a keletkezés helyén mindjárt pakettálják, így biztosítják a célszerű újrafelhasználást. Az anyagmozgatásban kiterjedten használnak rakodólapokat és konténereket. Magasraktárt alkalmaznak 8—9 méter magassággal. A polcok között beépített emelőszerkezet működik. A hosszú árúkat külön raktárépületben tárolják.

Az anyagi-műszaki ellátás kérdéseiben a partner *Franz Cissewski* volt, az anyag- és áruforgalom osztályvezetője. Ismertette a beszerzés és a készletgazdálkodás rendszerét. A legfontosabb anyagokkal a kombinát központilag gazdálkodik, de egyébként a gyár messzemenő önállóságot élvez. Náluk is pénzben kifejezett értékben rögzített maximális készletezőírás van. A készletek betartásában a dolgozók anyagilag erősen érdekeltek. Jó benyomást keltett a hatalmas alkatrész-magasraktár.

A kulcs-berendezésekhez igen szigorú előírások szerinti alkatrész-készletezés van, ezeknél az alkatrészeknél eltűrik, hogy hosszabb ideig feküdjenek raktáron.

Kapcsolatfelvétel történt a KDT (Kammer der Technik) üzemi csoportja vezetőjével *dr. Gerhard Pupkoval*, akit tájékoztattunk az *OMBKE Fémkohászati Szakosztálya* ipargazdasági munkájáról. Pupko is vázolta az ő tevékenységüket, eredményeiket.

Az értékesnek és hasznosnak bizonyult látogatást barátságos kultűrprogram egészítette ki.

(Dr. G. S.)

Szakosztályi hírek

Befejeződött az *ENSZ Iparfejlesztési Szervezet* (UNIDO, Bécs) és a *Magyar Kormány* között 1977. évben létrejött megállapodás alapján, a fejlődő országok 15 alumíniumipari szakembere részére az *Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet* által szervezett továbbképző tanfolyam.

Az 1979. szept. 3. — nov. 30-ig tartott tanfolyam során a Fülöp-szigetekről, Ghanából, Kínából, Indiából, Jamaicából, Malaysiából, Salamon-szigetekről, Surinamból, Törökországból és Vietnamból érkezett bauxitgeológusok és vegyészek részére az előadásokat, laboratóriumi és terepgyakorlatokat részben az *ALUTERV-FKI*, részben a balatonalmádi *Bauxitkutató Vállalat* szakemberei tartották.

A tanfolyam során a résztvevők meglátogatták a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* számos vállalatát, bauxitbányákat, timföldgyárakat és alumíniumkohókat. Tanulmányozták felsőoktatási és tudományos intézményeinket, megismerkedtek természetvédelmi rezervátumokkal, a magyar népművészet alkotásaival és hazánk idegenforgalmi nevezetességeivel.

A tanfolyam megrendezésében és a gyárlátogatások lebonyolításában az OMBKE helyi csoportjai jelentős részt vállalatak, amiről a sajtó is beszámolt. A *MOTIM*-ban jól sikerült közös szakmai estet, az *Almásfüzitői Timföldgyárban* és a bauxitbányáknál konzultációkat szerveztek az Egyesület helyi csoportjának tagjai.

A találkozások hozzásegítettek egymás szakmai problémáinak megismeréséhez és az OMBKE megismertetéséhez a fejlődő országok ideérkezett szakemberei előtt.

H. W.

Szakosztályvezetőségi ülés januárban

A Fémkohászati Szakosztály jan. 12-én, *Várhelyi Rezső* elnökletével vezetőségi ülést tartott. A vezetőség az alábbi témákat tárgyalta meg:

1. Az 1980. évi terv és költségvetés. Ea.: *Dr. Laboda Sándor.*
2. A vezetőség megbízta *Szalai Jenőt*, hogy az éves eseménynaptárt II. 14-ig állítsa össze.
3. A külföldi utazási keret (szocialista) felosztása a szakcsoportok között. Értesítést a szakcsoport elnökök januárban megkapják.
4. A kétszárú szakcsoport megalakításával kapcsolatos bonyolítási tervet *Várhelyi—Török—Arató* tagtársak kidolgozzák és febr. 14-ig a vezetőség elé terjesztik.
5. Az 1982. évben tervezett nagrendezvények.
   a) „Magyar Alumíniumpigment gyártási szimpózium"
   Helye: Kecskemét. Időpont: május
   b) „IE. Fémkohászati Napok" Hulladékhasznosítás (ólom, réz, alumínium)
   Helye: Budapest. Időpont: november.
6. Tájékoztató az elnökség által elkészített „Az MSZMP XII. kongresszusának irányelvei"-ről adott OMBKE észrevételekről és javaslatról.
7. Tájékoztató az ICSOBA vezetősége és elnökségünk közötti megbeszélésről.
8. Az egyesületi Ellenőrző Bizottság vizsgálatának ismertetése. (TF)

Testvérlapunk, a *Magyar Alumínium* 1980. évi 3—4. számának tartalmából:

Dr. Dózsa Lajos: A Magyar Alumíniumipari Tröszt IV. és V. ötéves terveinek fejlesztései és hatásuk az alumíniumfogyasztás alakulására

Cziráky Barnabás: Az alumínium készárugyártás fejlődése és a termékszerkezet korszerűsítése a M. Alumíniumip. Tröszt vállalatainál

Sinkovics István: Gázpalack-gyártás az Alumíniumárugyárban

Dr. Seregi György: A Székesfehérvári Milleneumi emlékmű

Szarka János: A szélesszalag hengerlés fejlesztése a Székesfehérvári Könnyűfémműben

Várhelyi Rezső: Az alumíniumfólia-gyártás fejlődése Magyarországon

Dr. Csomor Mihály, Miklós Ferenc, Ritecz József, Tóth Tibor: A szabadvezetékek megbízhatósága és az éghajlati tényezők közötti kapcsolat vizsgálata

Lébényi Zoltán: A Magyaróvári Timföld- és Mükorundgyár termelésének rugalmas alkalmazkodása rugalmas alkalmazkodása a világpiaci követelményekhez

Dr. Banizs Károly, Szabó Sándor, Dr. Vitális László: Nagy szilárdságú sajtolt AlZnMgCu ötvözetű csövek hőkezelési technológiájának kidolgozásakor szerzett tapasztalatok

Dr. Kara Antal, Horváth András, Miklós Ferenc, Dr. Varga István: Alumíniumból készült burkolt kábeltartó szerkezetek erőművekben

Zachár László: A Székesfehérvári Könnyűfémmű fokozott kikészítésű termékei (K)

Az ICSOBA Magyar Bizottsága IBM 1980. évi munkaterve

Február 20. IMB Elnökségi Ülés Budapesten az éves munkaprogram egyeztetésére.

Március 19. Tatabánya. Alumíniumkohászati szakmai nap.

Téma: Az alumíniumkohászat fejlesztése a *E*I. ötéves tervben.

Május 21. Ajka. Timföldgyártási szakmai nap.

Téma: A magyar timföldgyártás fejlesztése a VI. ötéves tervben.

Az 1981-ben sorra kerülő bemzetközi konferencia részletes tematikájának meghatározása, a magyar részről javasolt előadások kiválasztása.

Június 18. Kincsesbánya. A bauxitgeológia és a bauxitbányászat fejlesztése a VI. ötéves tervben.

Az 1981-es nemzetközi konferencián bauxit témakörben sorra kerülő előadások kiválasztása.

Október 8. Elnökségi Ülés. Az IMB éves tevékenységének értékelése, az IMB Teljes Ülés előkészítése.

Október 30—31.: Az IMB XI. Teljes Ülése Budapesten. Ankét a korszerű anyagvizsgálati módszerekről az alumíniumiparban. Az ALUTER*E*—FKI anyagvizsgáló műszereinek megtekintése.

Tisztújítás és az 1981. évi nemzetközi konferencia előkészítése. (SK)

Szabványosítási hírek

Réz

MSZ 64 2—79 (MSZ 64/2—69 helyett)

Rézlemezek és szalagok mechanikai tulajdonságai

Az új szabvány lényegében a megelőző kiadás követelményeit tartalmazza, az átdolgozást KGST szabvány átvétele indokolta. A szakítószilárdsági értékek N/mm²-re átszámoltak és előírásra került a szakítószilárdság felső határa is. A lágy és félkemény minőség nyúlása 20 ill. 30%-kal növekedett a régi előíráshoz viszonyítva.

MSZ 721—79 (MSZ 721—69 helyett)

Lemezek rézből és rézötvözetekből
Méretek

A szabvány az SZT 955—78 és az SZT 957—78 KGST szabvány alapján készült.

A hidegen hengerelt lemezek vastagsági méretei — eltérően az előző kiadástól — nem 0,10, hanem 0,40 mm-rel kezdődnek és 12,0 mm-rel záródnak. A méretválaszték kiegészült néhány közbeeső mérettel. A hidegen hengerelt lemezcsíkok normál vastagsági és szélességi tűrésen kívül még szigorított tűréssel is rendelhetők.

A melegen hengerelt lemezek vastagsági méretválasztéka lényegesen kibővült, a vastagsági tűrések nagysága szélességfüggő. A legnagyobb szélesség 3000 mm-re bővült, de az 1500 mm és szélesebb lemezek csak importból biztosíthatók.

MSZ 722—79 (MSZ 722—69 helyett)

Lemezek és szalagok rézből és rézötvözetekből
Általános műszaki előírások

A szabvány az SZT 954—78, az SZT 955—78, az SZT 956—78 és az SZT 957—78 KGST szabvány alapján készült és megegyezik ezek általános műszaki előírásaival.

A követelmények a szabvány megelőző kiadásával szemben lényegében nem változtak; a hullámossági és a kardossági előírások átkerültek a méretszabványokba.

MSZ 741—79 (MSZ 741—69 helyett)

Szalagok rézből és rézötvözetekből. Méretek

A szabvány KGST szabvány alapján készült és hidegen hengerelt szalagokra érvényes.

A szabványból elmaradt az eddigi 0,05 és 0,06 mm-es vastagság; a további méretek megmaradtak, sőt a méretsor ki is egészült néhány vastagsággal. Az eddigi vastagsági tűrések kiegészültek még egy szigorított vastagsági tűréssel. A szélesség 300 mm-re bővült.

MSZ 770 2—79 (MSZ 770/2—69 helyett)

Sárgaréz. Lemezek és szalagok mechanikai tulajdonságai

A szabvány korszerűsítését egyrészt az MSZ 770/1-ben az anyagminőségi előírásokban bekövetkezett változás, másrészt az SZT 954—78 és az SZT 957—78 KGST szabvány jóváhagyása tette szükségessé.

Az anyagminőségekből elmaradt az eddigi oSrA 58 jelű ólomtartalmú sárgaréz, a többi anyagminőség a nemzetközi jelöléssel azonos jelet kapott; a szakítószilárdsági értékek N/mm²-ben lettek előírva és a legkeményebb fokozat kivételével felülről is behatároltak. A többi előírás lényegében változatlan.

Alumínium

MSZ 3758—79 (MSZ 3758—69 és MSZ 3759—72 helyett)

Tuskók alumíniumból és alumíniumötvözetekből

A szabvány az SZT 831—77 KGST szabvány alapján készült, azzal egyezik, de az egyenességi, hullámossági követelményei szigorúbbak.

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásaihoz képest:

— az előírások azonosak mind az ötvözetlen, mind az ötvözött tuskókra,
— a mérettűrések szigorúbbak lettek,
— a hossz és keresztirányú görbeség valamint az elcsavarodottság megengedett mértéke csökkent,
— a felületi hibák megengedett nagysága csökkent,
— szabályozva lett a belső hibák megengedett nagysága és mennyisége,
— csökkent a gáztartalom megengedett mértéke.

Egyéb fém

MSZ KGST 952—78

Elsődleges nikkel

A szabvány az SZT 952—78 KGST szabvány magyar nyelvű kiadása.

A szabvány 6 nikkelminőséget tartalmaz min. 99,99 és 97,6% Ni tartalmú határok között. A termékek alakja katódlemez, darabolt katódlemez, tömb és granulátum lehet.

A szabvány részletesen szabályozza a vegyi összetételt, a katódlemezek felületi követelményeit, a tömbök tömegét és a termékek csomagolásának módját.

MSZ KGST 1268—78 (MSZ 817—71 helyett)

Elsődleges magnézium tömbök

A szabvány az SZT 1268—78 KGST szabvány magyar nyelvű kiadásra és elektrolitos eljárással gyártott magnézium tömbökre érvényes.

A szabvány két anyagminőséget tartalmaz, min. 99,95 ill. min. 99,90% Mg tartalommal. A tömbök tömege 7—9 kg közötti.

MSZ KGST 1256—78 (MSZ 12415—68 helyett)

Ólom—antimon ötvözetek

A szabvány a KGST szabvány magyar kiadása és kábelköpenyek, akkumulátorok és egyéb kemény-ólom-termékek előállítására szolgáló ötvözetekre vonatkozik.

A szabvány 21 ötvözetet tárgyal, amelyből egy (a PbSb50) a KGST szabványban nem szerepel.

KE

СОДЕРЖАНИЕ

Петё М.: **Экономическое влияние развития производства литья на модернизацию структуры производства машиностроения** ..... С 49

В первой части работы излагается роль литейного производства, кооперации и загосовательной промышленности производства отливок при модернизации машиностроительной промышленности. Обсуждаются вопросы выбора, ассортимента различных марок и необходимости в машинной обработке полупродукции. Во второй части работы на основе подробных расчетных данных, проводится анализ возможности замена металлургических заготовок отливками и экономической эффективности, достигнутой путем уменьшения необходимости в машинной обработке отливок. Анализируются и вопросы необходимого капиталловложения в литйных цехах и эффективности этих инвестиций, выдвинуты предложения для развития литейного производства.

Горват, Ч.—Райци, А.: **Снижение расхода энергии при использовании литейных алюминиевых сплавов** ..... С 58

С целью снижения расхода энергии технология плавки сплавов была переведена с одноступенчатой к двухступенчатой технологии плавки. Для сохранения хороших качеств сплавов были выработаны новые комплексные соли для покрытия расплава. Авторами излагаются свойства солей и показаны технические и экономические результаты, достигнутые введением новой технологии обработки расплава.

Сатмари, Э.: **Свойства заготовок из чугуна с пластинчатым графитом, отлитых методом непрерывного литья** ..... С 63

Автором излагается процесс непрерывного литья чугуна и свойства, а также и возможности использования так полученного продукта. Пересмотрены производственные опыты на литейном заводе Soroksári Vasöntöde.

Шомодьвари, В.: **Экономические вопросы и проблемы образования цен для алюминие* х отливок** ..... С 70

Автором излагаются противоречия, существующие в настоящей системе образования цен отливок из алюминия и его сплавов, и сделаны некоторые предложения для устранения этих противоречий. Подробно изложены разделения по вещовым категориям, по степенью сложности, наценки и скидки в цене.

Артингер, И.—Корах, М.—Домонкош, Л.—Трампуш, П.: **Свойства материалов формы для литья под давлением и результаты, достигнутые при развитии таких материалов** ..... С 75

Выходя из нагрузки форм при литье под давлением, авторами показаны пригодные для такой цели материалы и те факторы производственной технологии и термической обработки, с помощью которых достигаемы наилучшихе свойства. При литье алюминия под давлением срок службы форм, изготовленных из среднелегированной стали и подвергнутых соответствующей термической обработке, в 2—3 раза выше срока службы форм, изготовленных из стали, легированной вольфрамом.

Хегедыш, З.: **История термической обработки и некоторые отечественные отношения** ..... С 80

Автором пересмотрена приблизительно 3000-летняя история развития термической обработки металлов. Излагаются методы науглероживания, закалки, смягчающего отжига и отжига на ковкий чугун. Показано развитие печей для термической обработки.

INHALT

Pető, M.: **Die ökonomische Wirkung der Entwicklung der Gußherstellung auf die Modernisation der Produktionsstruktur der Maschinenindustrie** ..... S 49

In demersten Teil der Abhandlung wird die Rolle der Kooperation und innerhalb dieser auch die des Gießereiwesens in der Modernisation der Produktionsstruktur des Maschinenbaues vorgeführt. Das Sortiment der Gußstücke laut Wekrstoffsorten, sowohl der Zerspanungsbedarf der Halbprodukte werden behandelt. In dem zweiten Teil wird das Ersetzen gewalzter und geschmiedeter Halbprodukte durch Gußstücke aufgrund ausführlicher Rechnungen analysiert und die ökonomische Wirkung aufgezeigt, die durch die Minderung des Zerspanungsbedarfes der Gußstücke erreichbar ist. Zuletzt werden die Investitionen der Gießereiindustrie, die zum Erreichen der Einsparungen notwendig sind, sowohl ihre Effektivität behandelt und es werden auch Vorschläge zur Entwicklung der Gießereiindustrie vorgelegt.

Horváth Cs.—Rajczy A.: **Die Anwendung Aluminium-Gußlegierungen mit weniger Schmelzenergie** ..... S 58

Um die Energiekosten zu verringern wurde statt zweistufiger Schmelztechnologie (Herstellung von Masseln, bzw. Wiedereinschmelzen) einstufiges Schmelzen angewendet. Zur Sicherung der Qualität der Legierungen wurde eine neue Mehrzwecksalzmischung entwickelt. Die Autoren informieren über die Eigenschaften der Salzmischung und über die technischen und ökonomischen Ergebnisse, die durch die Einführung des neuen Verfahrens zur Behandlung der Schmelze erreicht wurden.

Szatmári E.: **Die Eigenschaften von Gußeisen mit Lamellengraphit, hergestellt durch Stranggießen** S 63

Der Autor informiert über das Stranggießen von Gußeisen mit Lamellengraphit und über die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der auf dieser Weise erhaltenen Halbprodukte. Die Erfahrungen, die in der Soroksárer Eisengießerei erworben wurden, werden zusammengefaßt.

Somogyvári, V.: **Ökonomische und sonstige Probleme der Preisbildung der Aluminium-Gußstücke** ... S 70

Der Verfasser überblickt die Widersprüche, die mit dem heutigen Preisbildungs-System der Aluminium-Gußstücke verbunden sind und bringt einen Vorschlag zur Behebung deren. Er beschäftigt sich ausführlich mit der Einklassierung auf Grund der Gewichtsgruppen, mit der Kompliziertheit, mit den verschiedenen Preiszuschlägen und Preisermäßigungen.

Artinger, I.—Korach, M.—Domonkos, L.—Trampus, P.: **Die Eigenschaften der Werkstoffe der Druckgießformen und die Ergebnisse ihrer Entwicklung** ..... S 75

Die Autoren führen aufgrund der Beanspruchung der Druckgießformen die verwendbaren Werkstoffe und diejenigen technologischen und Wärmebehanglungsfaktoren vor, mit Hilfe welcher die günstigsten Eigenschaften erreichbar sind. Der Lebensdauer der Werkzeuge, die aus mittelmäßig legierten Stählen gefertigt wurden, ist nach entsperchender Wärmebenandlung zwei bis dreifach größer, als deren, die aus hochlegierten Wolframstahl hergestellt wurden.

Hegedűs, Z.: **Die Geschichte der Wärmebehandlung und einige ihrer ungarischen Aspekte** .... S 80

Der Autor überblickt die ungefähr 3000 jährige Entwicklung der Wärmebehandlung der Metalle. Die Methoden des Zementierens, des Härtens, des Härtens, des Weichglühens und des Temperns werden behandelt und die Entwicklung der Wärmebehandlungsöfen wird vorgeführt.

CONTENS

Pető, M.: **The economic effect of the development of the casting production on the modernization of the production structure of the engineering industry** ..... P 49

In the first part of the paper the role of the founding is presented in the modernization of the engineering industry. The author deals with the selection of the different materials and with the cutting requirements of prefabricated parts. In the second part the replacement of rolled and forged products by castings is analysed, as well as the economic effect, which can be realized by the reduction of the cutting requirements of the castings. Finally the paper deals with the foundry investments necessary to the savings and presents suggestions in the domain of the foundry industry.

Horváth Cs.—Rajczy A.: **The use of aluminium alloys casting with less melting energy** ..... P 58

In order to reduce the melting costs the two-step melting technology (melting of blocks, respectively remelting) was replaced by a one-step process. To maintain the quality of the alloys a new multipurpose salt mixture was developed. The authors outline the properties of the salt mixture and give information on the technical and economic results achieved by the new process for the treatment of molten metal.

Szatmári E.: **The properties of gray cast iron produced by continuous casting** ..... P 63

A survey is offered of the continuous casting of gray cast iron and of the properties and of the possibilities of its use. The production experiences obtained in the Soroksár Iron Foundry are summarized.

Somogyvári, V.: **The economic and other problems of the price calculation of aluminium castings** P 70

The author gives a survey of the contradictions connected with the present system of price calculation of aluminium castings and makes a suggestion how to terminate these. He deals ain detail with the classification according to weight-classes, with the grade of complexity and with the different overcharges and price reductions.

Artinger, I.—Korach, M.—Domonkos, L.—Trampus, P.: **The properties of the materials used for pressure casting dies and the results attained in the field of their development** ..... P 75

The authors make known — starting from the stress of the pressure casting dies — the materials to be used and the main factors of the production and heat treatment, by the help of which the most favourable properties can be reached. The durability of dies made from medium alloy steels is (in the case of casting of aluminium) two-three times higher, than of those made from high alloy tungsten steels.

Hegedűs, Z.: **The history of heat treatment and some of its Hungarian relations** ..... P 80

Tha author surveys the development of the heat treatment of metals going back to some 3000 years. He deals with the methods of carburization, quenching, soft annealing, malleablizing and demonstrates the evolution of heat treatment furnaces.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. MÁJUS HÓ

5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I, 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

CSÉPÁNYI SÁNDOR: A vaskohászat fejlesztési koncepcióját érintő hazai ásványvagyon kincsek hasznosításának a lehetőségei — 185

DR. RÉPÁSI GELLÉRT: A fejlesztések finanszírozási rendszerének továbbfejlesztése a VI. ötéves tervidőszakban — 188

N. A. TULIN: A Szovjetunió vaskohászatának eredményei — 193

KÜHNE GYÖRGY: A Lenin Kohászati Művek Középhengerművének 25 éves fejlődése — 198

DR. TISZA MIKLÓS: A mélyhúzás kezdeti stádiumának elemzése ultrahang térben végzett alakításkor — 203

Könyvismertetés — 197

Egyesületi hírek — 209

Beszámoló külföldi konferenciáról — 210

DR. EMBER KÁLMÁN 1894—1979 — 210

A Kohómérnöki Kar hírei — 210

Korszerű kohászati berendezések ismertetése — 211

Szabványosítási hírek — 211

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN: A fajlagos energiafogyasztás a rész- és a umíniumkohászatban — 213

DR. VÁRHEGYI GYŐZŐ: A tisztafémek előállításának és felhasználásának helyzete — 221

DR. SZIKLAVÁRI KÁROLY: Korszerű hidrometallurgiai e járások a rézkohászatban — 224

S. MOMENT—DR. SIGMOND GYÖRGY: A bauxit ára — 230

Kína bányászata és kohászata — 234

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek — 236

ÖNTÖDE

DR. VARGA ENDRE—LEGÁNYI GÉZA: Forrószeles kupolókemencében olvasztott szintetikus nyersvas felhasználása hengerfejek gyártásához ... 97

Személyi hírek ... 102

MEICHL MÁTYÁS—RÁCZ OTTÓ—ZSÁMBA ISTVÁN: Nagy keménységű formák homokkeverékei és vizsgálati módszerei ... 103

A. J. DAVIS: A nyomásos öntés belövési folyamata ... 107

Szakosztályi hírek ... 114

Olasz műszaki napok Budapesten ... 117

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 5. 1180 Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő posta hivatalban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155

HU ISSN 0005-5670

СОДЕРЖАНИЕ

Чепани, Ш.: **Возможности использования природных ресурсов косающих концепцию развития черной металлургии** ..... С 185

Автор излагает и оценивает положение черной металлургии и выводит следствия относительно принимаемых мер. Дает предложение на возможную роль отечественного сыря, железной руды в Рудабане, марганцевых руд, боксита, как носителя железа; на использование носителей редкоземельных металлов, на повышенное получение ванадия, а также на использование отечественного доломита в более высоких масштабах.

Репаши, Г : **Дальнейшее развитие системы финансирования развития производства** ..... С 188

Автор занимается с моделями образования фондов развития производства предприятия. Анализирует связь между уровнями решений по развитию предприятия а также использование фонда технического развития.

Тулин, Н. А.: **Результаты советской черной металлургии** ..... С 193

Статья покажет результаты советской черной металургии, и одновременно изображает линию развития. Автор занимается с результатами достигнутыми в области добычи и подготовки руды, производства чугуна и ферросплавов. После изложения современных методов производства стали остановится на положение огнеупорной промышленности. Анализ положения производства прокатных изделий и турбы за-

Кюне, Д.: **25 летное развитие среднесортового стана МК им. Ленина** ..... С 198

Статья напишет ход становления построенного 25 лет назад среднесотртового стана. Излогает начальный, а затем планомерно расширенный ассортимент. Подробно опишет важнейшие уже осуществленные и планируемые развития.

Тиса, М.: **Анализ начальной стадии глубокой вытяжки при обработке в ультраакустическом помощении** ..... С 203

Статья определяет, что локальное уменьшение тольщины стенки (означающий образование опасной зоны) в обеих хорошо различимых фазах глубокой вытяжки, т. н. начальной и общей стадии также происходит. Теоретически докажет, что лучяая растяжимость материалов с более высоким упрочением находится в зависимости с более ранным переходом в общую стадию глубокой вытяжки. Также теоретичеки доказивается, что в следствие акустического смягчения начальная стадия становится более длинной.

Хорват, З.: **Удельный рас од энергии в металлургии меди и алюминия** ..... С 213

Автор показывает удельный расход энергии производства металлов. Анализирует расход энергии при производстве меди (добыча, подготовка руды, доменный процесс) и сравнивает его с расходом энергии при производстве алюминия (добыча бокситов, производство глинозема, электролиз алюминия). Излагает энергобалланс некоторых методов металлургии меди.

Вархеди, Д.: **Положение изготовления и использования чисты металлов** .....С 221

Из потребности промышленности по всем загрязнителям уровень должен быть максимум 10^{-2}%, а по лимитированным индивидуально 10^{-2}—10^{-2}%. На основе ожидаемого развития электронической промышленности растет потребность и по количеству и по уровню чистоты.

Сиклавари, К.: **Современные гирометаллургические способы в медной металлургии** ..... С 224

Автор излагает разработанные — или находяшиеся под разработкой — важнейшие методы для об работки сыря с малим содержанием меди и сульфидного концентрата меди. Автор сравнивает разовые и повторяющиеся расходы четырех наиболее важных гидрометаллургических методов и одного планируемого современного пирометалургического способа. Его вывод по анализам: через несколько лет гирометаллургические методы наряду с тем, что они удовлетворяют стргим трнбованиям по охране природной среды, становятся и с экономической точки зрения соперниками пирометрических.

Мдмент, С.Сигмонд, Д,: **Цена боксита**.....С 230

CONTENTS

Csépányi, S.: **Possibilities of utilisation of home mineral resources affecting the concept of developing the ferrous metallugical industry** ..... P 185

The author delineates and appraises the ferrous metallurgical industry in Hungary and concludes what is to be done. He proposes to utilise to a greater extent the inland base materials, such as the iron ore of Rudabánya, the manganese ores and bauxites as iron bearing materials, the minerals containing rare earth metals, to extend the production of vanadium bearing by-products and to increase the use of home dolomite.

Répási, G.: **Improving the system of financing developments** ..... P 188

The author deals with various models to form funds destined to develop the concern. The relations of decisions at different stages and spending funds for development are analysed.

Tulin, N. A.: **On the results of the ferrous metallurgy in the Soviet Union** ..... P 193

The newest results of the ferrous metallurgy in the Soviet Union are delineated and at the same time the direction of the further development is also shown. The results achieved in ore mining and dressing, in the production of pig iron and ferroalloys are mentioned. The situation in fabricating heat-resisting materials is mentioned. Finally the production of rolled stock and of tubes is analysed and herewith the study closes.

Kühne, Gy.: **Developing the medium rolling train at the Lenin Metallugical Works** ..... P 198

This study first describes the plant of the medium rolling train which was erected 25 years ago. The initial, then the widened assortment of products is mentioned. Finally the already effected and the planned more essential further developments are delineated in detail.

Tisza, M.: **Examination of the initial stage of deep drawing carried out in an ultrasonic space** ...d P 203

It is stated that the local decrease of wall thickness, which indicates the formation of a zone of danger, occurs in two well discernible stages of deep drawing, in the so called initial and in the

general ones. It is proved theoretically that better draÁability of strongly hardening materials is due to the earlier beginning of the general stage of deep drawing also. Likewise theoretically it is also shown that ba acustic softening the initial stage becomes longer.

Horváth, Z.: **Specific energy consumption at the metallurgy of copper and aluminium** ..... P 213

The author presents the specific demand on energy at the production of metals. The energy consumption at the production of metallic copper (mining, ore-dressing, metallurgy) will be combared with that one at the production of aluminium (mining of bauxite, fabrication of alumina, aluminium electrolysis). Balances of energy at the several kind of processes for production of copper are treated.

Várhegyi, Gy.: **The situation of the production and use of pure metals** ..... P 221

According to the requirements of the industry may the total amount of impurities 10^{-4}%, the quantity of the limied impurities individual 10^{-6}—10^{-8}% not exceed. Evaluating the trend of development at the electronic industry it can be foreseen, that the requirements concerning quantity and quality will be increased.

Sziklavári, K.: **Modern hydrometallurgical processes at the metallurgy of copper**..... P 224

The author makes us acquainted with the most important prosecces, developped for processing materials containing only very small quantity of copper and for processing sulphidic copper-ore concentrates. The costs of investment and costs of continuous operation calculated for the four most important hydrometallurgical processes are compared with the ones counted for the modern piro-metallurgical prosecc. The author comes to the conclusion, that the modern pyrometallurgy is the most economical solution of the problem at present, but the situation may change within some years, due to the hard requirements of enviroment-protection.

Moment, S.—Sigmond, Gy.: **The price of the bauxite** P 230

INHALT

Csépányi, S.: **Möglichkeiten der Ausnützung des einheimischen Mineralienvermögens in der Entwicklung der Eisenhüttenindustrie** ..... S 185

Die Lage des einheimischen Eisenhüttenindustrie und die daraus folgenden Aufgaben. Vorschläge zur Ausnützung der einheimischen Grundwerkstoffe, und zwar der Eisenerze von Rudabánya, der Manganerze, der Bauxite als Ferrumträger, so auch der Erweiterung vom Vanadiumgewinnen und des grösseren Verbrauches der einheimischen Dolomite.

Répási, G.: **Die Finanzierungsmethoden der Entwicklungen** ..... S 188

Das Modell der Entstehung des Entwicklungsfonds der Unternehmungen. Analyse des Zusammenhanges der Entscheidungsorgane von Entwicklungsaufgaben mit dem Gebrauch des technischen Entwicklungsfonds.

Tulin, N. A.: **Die Ergebnisse der Eisenhüttenindustrie der Sowjetunion** ..... S 193

Die neuesten Ergebnisse der sowjetischen Eisenhüttenindustrie und die Richtungen der weiteren Entwicklung. Die erreichten Ergebnisse auf dem Gebiet des Erzbergbaues, der Erzaufbereitung, der Roheisenerzeugung und der Erzeugung von Ferrolegierungen. Die Lage der Erzeugung von feuerfesten Werkstoffen. Zum Schluss wird die Herstellung von Walzerzeugnissen und Rohren besprochen.

Kühne, Gy.: **Die 25-jährige Entwicklung des Mittelwalzwerkes der Lenin-Hüttenwerke** ..... S 198

Ausbau des Mittelwalzwerkes vor 25 Jahren. Die Anfangs- und die planmässig erweiterte Produktenstruktur. Die bisher ausgeführten und die noch geplanten Entwicklungen.

Tisza, M.: **Analyse des Anfangszustandes vom Tiefziehen in einem Ultratonraum** ..... S 203

Die die Bildung eines gefährlichen Gebietes hervorrufende lokale Dickenverminderung entsteht an zwei gut absonderbaren Stellen des Tiefziehens, und zwar im Anfangszustand und in dem allgemeinen Zustand. Theoretisch wird bewiesen, dass die bessere Ziehfähigkeit der stääker verhärtenden Werkstoffe mit einem früheren Entstehen des allgemeinen Zustandes des Tiefziehens zusammenhängt. Ebenfalls theoretisch wird bewiesen, dass zufolge der akustischen Erweichung der allgemeine Zustand verlängert wird.

Horváth, Z.: **Specifischer Energieaufwand in der Metallurgie des Kupfers und des Aluminiums.** 213

Der Autor zeigt den spezifischen Energiebedarf bei der Herstellung von Metallen vor. Der Energieaufwand der Herstellung des metallischen Kupfers (Bergbau, Förderung des Erzes, Erzaufbereitung, Verhütung) wird mit den Energieaufwand der Produktion von Aluminium (Bergbau, verglichen. Die Energiebilanze der verschieden-Tonerdefabrikation, Aluminiumelektrolyse) nen Verfahren der Kupferverhütung werden erörtert.

Várhegyi, Gy.: **Die Lage der Herstellung und Anwendung von reinen Metallen**..... S 221

Den Anforderungen der Industrie entsprechend darf die Summe der Verunreinigungen 10^{-4}%, die Menge der einzelnen limitierten Verunreinigungen 10^{-6}— ^{8}% nicht überschreiten. Nach Untersuchung der Entwiklungstendenz der elekttorischen Industrie ist ez zu erwarten, dass die Anforderungen betrefflich der Qualität wie auch Qantität gesteigert werden.

Sziklavári, K.: **Moderne hydrometallurgischen Verfahren in der Kupfermetallurgie.** ..... S 224

Der Autor gibt uns die wichtigsten Verfahren bekannt, welche für Aufarbeitung von sehr weing Kupfer enthaltenden Rohmaterialien und von sulfidischen Kupfererzkonzentraten entwickelt wurden, oder unter Entwicklung stehen. Die Installationskosten und die stetigen Betriebskosten der vier wichtigsten hydrometallurgischen Verfahren werden mit denselben eines modernen prymetallungischen Verfahrens verglichen. Aus den Ergebnissen seiner Untersuchunger zieht der Verfasser die Folgerung, dass die hydrometallurgischen Verfahren auf dem Gebiete der Wirtschaftlichkeit innerhalb einigen Jahren mit den pyrometallurgischen Verfahren erfolgreich konkurrieren können. Die Veränderung der Verhältnisse ist wegen den Anforderungen des Umweltschutzes zu erwarten.

Moment, S.—Sigmond, Gy.: **Der Preis des Bauxites** S 230

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 5. szám 1980. május

A vaskohászat fejlesztési koncepcióját érintő hazai ásványvagyon kincsek hasznosításának a lehetőségei*

CSÉPÁNYI SÁNDOR kohó- és gépipari miniszterhelyettes

DK: 622.341+669.051

A tanulmány ismerteti és értékeli a vaskohászat helyzetét. Következtetéseket von le a tennivalókra. Javaslatot tesz a hazai alapanyagok, mint a rudabányai vasérc, a mangánércek, a bauxitnak, mint vashordozónak lehetséges szerepére, a ritkaföldfémhordozók felhasználásra, a vanádium alapanyagkinyerés bővítésére, valamint a hazai dolomit nagyobbmérvű felhasználásra.

A magyar vaskohászat az elmúlt időszakban is megoldotta azon alapvető feladatát, hogy a hazai acélfelhasználókat a szükséges mennyiségben és a kívánt minőségben acéltermékekkel ellássa. Ennek illusztrálására szeretném megemlíteni, hogy 1978-ban a magyar vaskohászat 3,2 millió tonna hengereltárut gyártott, amelyhez még 360 ezer tonna hengereltárut és 500 ezer tonna bugát a szocialista és 170 ezer tonna hengereltárut a tőkés országokból vásároltunk.

Ezen mennyiségekből a hazai felhasználás 1978-ban 2,6 millió tonna volt, amelyből a gépipar, mint a legnagyobb felhasználó 704 ezer tonna hengereltárut igényelt. Az acéltermékek tőkés exportja 1978-ban 783 ezer tonna volt, 240 millió dollár értékben. 1979-ben, tekintettel arra, hogy a hazai hengereltáru felhasználás stagnál, illetve kismértékben csökken, a hengereltáru tőkés exportja tovább növekszik, várhatóan túlhaladja a 900 ezer tonnát, értéke pedig várhatóan 300 millió dollár lesz.

A vaskohászati termékek tőkés exportja 1979 első hét hónapjában az anyagok-, félkésztermékek, -alkatrészek összevont csoportjának 32%-a és a népgazdaság dollár elszámolású teljes kivitelének pedig 12%-a.

A hazai vaskohászat néhány termék kivételével, mint például az ónozott lemez, nagy szilárdságú acélcsövek stb., amelyeknek gyártására kis volumenű igények miatt nem gazdaságos berendezkedni, nemcsak hogy kielégíti a hazai igényeket, hanem megfelelő hátteret biztosít az acélfelhasználó iparágak továbbfejlesztéséhez, ugyanakkor jelentősen hozzájárul a népgazdaság devizamérlegének javításához. 1978-ban a vaskohászat 240 millió dollár exportja mellett a vaskohászat tőkés importja 84,5 millió dollár volt, ezek szerint export-import pozitív szaldója 155,5 millió dollár. A vaskohászati termékek devizakitermelési mutatója is jó helyet foglal el az exportált termékeink sorában, 1978-ban 31,2 Ft/$, 1979-ben pedig 26,7 Ft/$ értékkel.

1979-ben az energiahordozók és az ötvözőanyagok árainak növekedése miatt nőtt a vaskohászat tőkés importja és várhatóan eléri a 169 millió dollárt, amelyből 128 millió dollár az alapanyagok importja, szemben az 1978. évi 67 millió dollárral.

Ilyen gazdasági körülmények is sürgetik a vaskohászati iparágban az MSZMP KB 1977. október 20-i ülése határozatának végrehajtását a termelés gazdaságosságának és a termékek minőségének további javítását. A VI. ötéves tervben csak szerény mértékű termelésnövekedést tervezünk, annál nagyobb súlyt helyezünk az energia és anyagfelhasználás csökkentésére, a termékek minőségének és a termelés gazdaságosságának növelésére. Acéltermelésünk 1980-ban megközelíti a 4 millió tonnát, 1985-ben az acéltermelés az alapanyag és energia korlátok miatt várhatóan 4,3—4,5 millió tonnás szintet fog elérni.

A vaskohászat energiafelhasználása az országos energiafelhasználás 15,2%-a. Jelenleg 1 tonna acélt fajlagosan kb. 30 GJ (kb. 7,7 Gcal) energiával állítunk elő. Ez az érték mintegy 25—30%-kal nagyobb, mint az átlagosan fejlett kohóiparral rendelkező országokban. A vaskohászat fajlagos energiafelhasználása alapvetően a felhasznált alapanyagok minőségétől és a technológiai berendezések korszerűségétől függ.

* Egerben 1979. szept. 26-án az „Érc- és ásványvagyonunk komplex hasznosítása" tárgyú konferencián elhangzott előadás. *(Szerk.)*

A konferencia jellegére való tekintettel legyen szabad az előbb említett energiafelhasználást befolyásoló tényezők közül az alapanyagok minőségének hatását kiemelni.

A vaskohászat legfontosabb alapanyagát, a vasércet a Szovjetunióból szerezzük be. A Szovjetunióból jelenleg 570 ezer tonna ferrumnak megfelelő 64%-os ferrum-, 9%-os kovasav tartalmú koncentrátumot és 1630 ezer tonna ferrumnak megfelelő 53,5%-os ferrum és 18%-os kovasav tartalmú agloércet vásárolunk, hosszúlejáratú szerződéseink alapján. 1983-tól a jelenleg szállított 2,2 millió tonna összes ferrumnak megfelelő vasércmennyiség 2,5 millió tonnára növekszik. A felhasznált vastartalmú alapanyagaink 5%-a rudabányai vasérc, amelynek ferrumtartalma a dúsítmányban 41,5%, a pátvasércben 32,6%. A felhasznált vasérceink minőségével kapcsolatban szeretném megjegyezni, hogy a Szovjetunióból szállított vasércek minősége az évtizedekkel ezelőtt megkötött szerződések szerint teljesen megfelelt az akkori követelményeknek. Időközben azonban mind a szocialista, mind a tőkés országokban előreléptek a felhasznált vasércek minőségének javítása terén. Meg kell említenem, hogy mi az elmúlt időszakban — eltérően a többi szocialista országtól — elmulasztottuk a még viszonylag olcsóbb lehetőségeket, amelyekkel a felhasznált vasérceink minőségét meg lehetett volna javítani.

A vasércek minőségét jól jellemzi a nyersvasgyártás fajlagos kokszfogyasztása. 1978-ban az átlagos kokszfogyasztásunk 689 kg/t volt. A szocialista országokban ez az érték 520—580 kg/t. A fejlett kohászattal rendelkező országokban még kisebb kokszfogyasztással dolgoznak. Ezen országok közül megemlítem például az egyáltalán nem a kohászatról ismert Hollandiát, ahol a mi acéltermelésünkhöz viszonyítva kb. másfélszeres az acéltermelés és a fajlagos kokszfogyasztás 390 kg/t.

Mindezek, és elsősorban a mai koksz árak, arra köteleznek bennünket, hogy lépéseket tegyünk a vasérc minőségének megjavítására. Ezért kezdeményeztük a Szovjetunióból szállított agloérc minőségének javítását. A magyar és a szovjet kormányszervek közös határozata alapján konkrét tárgyalásokat folytatunk egy Krivoj-Rog térségében létesítendő vasércdúsítómű megvalósításáról, ahol erős mágneses térben való technológiával szeretnénk biztosítani azt, hogy az agloérc ferrumtartalma elérje a 60—64%-ot és ennek arányában jelentősen csökkenjen a kovasav tartalma.

Az erős gazdasági verseny arra késztet bennünket, hogy ezen szempontokból vizsgáljuk a rudabányai vasércek felhasználását is. A gyengébb minőségű rudabányai vasércek kohósításánál figyelembe kell vennünk azt is, hogy szocialista partnereink fokozatosan csökkentik koksz szállításaikat és ennek következtében ma már a jelenlegi termelési szint biztosításához is kb. kétszer drágább tőkés kokszot kell vásárolni. 1979-ben a nagyolvasztóinkban felhasznált koksz mennyiségének 20—25%-át 300—400 ezer tonnát tőkés piacról kell beszerezni. Törekednünk kell tehát arra, hogy a nehezen beszerezhető koksszal minél több vasat, és minél kevesebb salakot olvasszunk. Ezen szigorú gazdasági feltételek arra késztetnek bennünket, hogy felvessük a rudabányai vasérccel szemben is a további dúsítás igényét, vagy ha ez gazdaságosan nem oldható meg, akkor a kitermelés fokozatos megszűntetését és a bánya lelkes szakmai gárdájának és a vasércdúsítómű berendezéseinek más, gazdaságosabb termelési célokra való felhasználását.

Nagyolvasztóinkban a nagyjavítások keretében a több éve folyó technikai korszerűsítések következtében fokozatosan növekedett a nyersvasgyártó kapacitásunk. Ennek kihasználására tőkés országokból származó jó minőségű évi 500—600 ezer tonna darabos vasérc vagy pellet beszerzésére kerülhet sor, ha az így előállítható nyersvastöbbletből tőkés hengereltáru alapot tudunk teremteni, vagyis a tőkés érc vásárlására fordított többlet devizát a többlet hengereltáru értékesítéséből származó pozitív dollár szaldóval tudjuk zárni.

Az alumíniumipar tisztelt vezetőitől értesültünk arról, hogy a bauxit vastalanításának kísérletei biztatóan haladnak előre és ezen eljárás üzemi bevezetése után lehetőség lesz évi néhány százezer tonna kb. 95% Fe_2O_3 tartalmú vaskoncentrátum kinyerésére. A vaskohászatban jól fel tudnánk dolgozni ezen nagy vastartalmú alapanyagot, annak pelletezése és redukciója után pl. nagy tisztaságú acélok előállítására. A vaskohászat készen áll arra, hogy a bauxitok vastalanításának üzemi bevezetéséig elkészítse terveit ezen hazai alapanyag feldolgozására.

Az előbbiekben már említettem, hogy a következő években a szocialista országokból vásárolható koksz mennyisége nem elégíti ki a hazai kokszfelhasználás igényeit. A kokszellátás megjavítására intézkedések történnek a Dunai Vasműben egy új, szovjet szállítású, évi 1 millió tonna alapkapacitású kokszolómű minél előbbi üzembehelyezésére. A Dunai Vasmű vezetőitől, fejlesztéssel, beruházással foglalkozó szakembereitől elvárjuk, hogy figyelembe veszik az összkohászat és a népgazdaság igényeit, az új kokszolóművet a VI. ötévös terv időszaka alatt üzembehelyezik.

A hazai koksztermelés növekedésével előtérbe kerül a hazai kokszolható szeneink nagyobb mennyiségben való felhasználása is. Kétségtelen, hogy a hazai kokszolható szenek minősége több tekintetben kifogásolható, pl. a kéntartalma nagyobb mint a szokásos, ugyanakkor a kén az acélnak egyik legnagyobb ellensége, mégis úgy gondolom, hogy a kohón kívüli nyersvas kéntelenítő eljárások fejlődésével lehetőségünk van megfelelő megoldásra. A jelenlegi koksztermelésünk 780 ezer tonna/év, amelyhez kb. 850 ezer tonna hazai aknaszenet és 790 ezer tonna import kokszolóművi betétszenet használunk fel. Az új kokszolóblokk üzembehelyezésével lehetséges lesz a termelés teljes felfutása után évi 1,3—1,6 millió tonnás termelési szint elérésére. Ezen termelési szinthez jelentősen több hazai kokszolható szenet lehet felhasználni. Szeretném kiemelni, hogy a VI. ötéves tervben tervezett új beruházásaink közül a Dunai Vasmű kokszolóműve zöldutat kapott.

*

Mint ismeretes, fő célkitűzéseink közé tartozik az acéltermékek minőségének további növelése. Ezzel kapcsolatban szeretném hangsúlyozni, hogy a minőség javítása alatt nemcsak és nem is elsősorban az erősen ötvözött acélfajták mindenáron való termelés növelésére gondolunk, hanem ki kell használnunk azokat a lehetőségeket is, amelyek karbonacélok minőségének javítása területén rendelkezésünkre állnak. A karbonacélok minőségének javításával, ha szerényebb mértékben is, de gazdaságos eredményeket lehet elérni. Az erősen ötvözött acélok természetesen nagyobb értéket képviselnek, de a világpiacon való értékesítésük nehezebb, mint a karbonacéloké, ugyanakkor az ötvöző anyagok beszerzése is egyre nehezebb és az áruk nagymértékben növekszik. E nehézségek ellenére sem mondhatunk le a jobb minőségű acélok gyártásának növeléséről.

A jobb minőségű acélok gyártása, még a karbonacéloknál is nagyobb mennyiségű és jobb minőségű dezoxidáló szereket igényel. Ezen anyagoknak a beszerzési lehetősége egyre szűkül és világpiaci áruk rohamosan nő. Ezért rendkívül nagy népgazdasági érdek fűződik ahhoz, hogy hazai forrásból állítsuk elő közülük azokat, amelyekre ásványvagyonunk lehetőséget ad. A hazai forrásból is biztosítható anyagok közül a vanádium és a ritka földfémek emelhetők ki.

A ferrovanádiumból 40% vanádium tartalomra számítva, jelenlegi fogyasztásunk évi 440 tonna, amiből 280 tonna tőkés import és 160 tonna hazai termelés. Ez az igény az acélgyártás minőségi fejlesztése következtében évi 500 tonnáig nőhet. A bauxitfeldolgozás növekedése esetén célszerű lenne a tőkés import mérséklése érdekében a hazai vanádium alapanyag kinyerését korszerűsíteni és bővíteni.

A ritka-földfémeket komplex ötvözők és dezoxidálószerek gyártásánál alkalmazzuk, jelenleg kb. 1500 kg/év mennyiségben. A folyékony acél kezelésénél kifejtett intenzív hatásuk közismert, ezért valószínű, hogy az évi szükséglet növekedni fog. Beszerzésük jelenleg importból történik, azonban az illetékes tárcaközi bizottság felmérése alapján különböző optikai csiszolóporok hulladékanyaga amely ezen ritka-földfémek oxidjait tartalmazza, hazai alapanyagként is szóba jöhet előállításuk céljára. Ez a hulladék aránylag egyszerű módon gyűjthető, amivel kb. évi 5—6 tonna ritka-földfém alapanyaghoz jutunk átlagosan 50% ritka-földfémoxid tartalommal. Ezeknek az oxidoknak ritka-földfémekké történő feldolgozása plazma technológia segítségével oldható meg. A ritka-földfémekkel kapcsolatban megjegyzem még, hogy mint ötvözőanyagok az öntészetben is kiválóan alkalmazhatók, ahol feladatuk elsősorban az öntvények optimális szövetszerkezetének kialakítása.

*

Ami a kéntelenítő anyagokat illeti, ezek szerepe is egyre inkább előtérbe kerül. Közismert, hogy az oxigénes konverteres acélgyártásban csak kismértékű kéntelenítést lehet elérni ezért a konverteres acélgyártáshoz kis kéntartalmú nyersvas szükséges. Az utóbbi években komoly erőfeszítések történtek olyan anyagok és ötvözetek előállítására, amelyek a folyékony nyersvas tömeges kéntelenítésére alkalmasak. Ezek közül a legjobb hatásfokú kéntelenítés a magnézium-tartalmú szerekkel érhető el. Ezeknek az előállítási technológiája kidolgozott, de a hozzájuk szükséges fémes magnézium egyelőre csak importból szerezhető be. Közös fejlesztési célkitűzés lehet a fémes magnéziumnak hazai dolomitból történő előállítása.

*

A vas- és acélgyártásnál alkalmazott ötvöző elemek közül, a felhasznált mennyiség és a hazai ásványkészlet alapján, a mangánnak van a legnagyobb jelentősége. Felhasználása kettős irányú: egyrészt a nagyolvasztókban biztosítja a nyersvas szükséges mangántartalmát, másrészt ferromangán alakjában dezoxidáló és ötvözőanyagul szolgál az acélgyártás technológiájában. A ferromangán felhasználásunk törvényszerűen napjainkban is növekszik. A fajlagos felhasználás az előző évek 10 kg/t acél értékéről 12 kg/t-ra növekedett: 1979-ben várhatóan 48 ezer tonna ferromangánt használunk fel, amelyből 24 ezer tonna szocialista és 24 ezer tőkés import.

A konverteres acélgyártás bevezetésével a konvertereket ellátó nagyolvasztóban az előírt mangántartalom növelése érdekében többletmangán bevitelt kell biztosítani. Kohóink jelenlegi éves mangánérc-igénye 30—40 ezer tonna, amely mennyiség a konverteres acélgyártás bevezetése után előreláthatólag megkétszereződik.

Ami a ferromangángyártást illeti, az erre a célra szóbajöhető oxidos geológiai ércvagyon ismereteink szerint kb. 25—30 millió tonna. Hátránya ennek az előfordulásnak, hogy a Mn és Fe, illetve a Mn és a P aránya nem megfelelő a gazdaságos ferromangángyártás szempontjából.

A hazai mangánércek gazdaságos felhasználásának az érdekében üdvözöljük szakembereink azon javaslatát, hogy a hazai oxidos mangánérceket jó minőségű, a javaslat szerint gaboni mangánérccel keverve, tőkés kooperációval 70 ezer t/év ferromangán gyártó kapacitást hozzunk létre.

A hazai mangánércvagyonnal kapcsolatban szót kell ejteni az oxidosnál lényegesen nagyobb mennyiségben előforduló karbonátos mangánércről is. Az eddigi kísérletek eredménye szerint ennek az ércnek a feldolgozása valószínűleg csak komplex eljárással lehetséges, amelynél a mangán mellett az érc egyéb ásványi komponensei is hasznosíthatók a gazdaságosság biztosítása céljából. Ilyen komplex módszerrel lehetséges lenne évi 100 ezer tonna karbonátos mangánérc feldolgozására alkalmas nagyüzem létesítése. Ezzel kapcsolatban megemlítem még, hogy az eredetileg karbonátos mangánércekre kidolgozott komplex eljárás alkalmasnak bizonyult az oxidos mangánércek feldolgozására is.

*

Szólnom kell még néhány szót a tűzállóanyaggyártásban felhasználható hazai alapanyagokról is.

Sajnálattal kell megállapítanunk, hogy a hazai alapanyagbázison alapuló korábbi szilikatéglagyártás a kvarcit minősége és a kvarcitellátás hiányosságai miatt gyakorlatilag megszűnt. Ez azt jelenti, hogy a jelenlegi évi 3 ezer tonna szükségletet importból kell beszerezni.

Gondot okoz a jó minőségű tűzálló tégla igények kielégítése. Ezek közül elsősorban a magnezit alapú tűzállóanyagokat szeretném kiemelni. A bázikus tűzállótégla felhasználásunk 50—55 ezer tonna/év, amelyből 15—19 ezer tonna import. Az évi 31—38 ezer tonna hazai gyártású bázikus téglákat is alapvetően import alapanyagokból állítjuk elő. A bázikus tégla felhasználásból 45 ezer tonna a Martin kemencék felhasználása, a fajlagos felhasználás 1 tonna acélra számítva 15 kg. A bázikus tégla importunk 1978-ban 12 millió dollárt tett ki. A konverteres acélgyártás többek között azért is gazdaságos, mert a fajlagos tűzállótégla felhasználása 3—5 kg/t, szemben a Martin kemencék 15 kg/t fajlagos felhasználásával. A konverteres acélgyártásban lehetőségünk van a magnezit tűzálló téglák alkalmazása mellett dolomit alapanyagú tűzálló anyagok felhasználására is.

Köztudottan hazánk igen jó minőségű dolomit előfordulásokkal rendelkezik. Ez a dolomit vagyonunk lehetőséget ad arra, hogy vizsgáljuk a dolomit téglák és dolomit tartalmú felszóróanyagok felhasználásának bővítését. A konverterek dolomit tégla igénye kb. 8 ezer t/év, 2 ezer t/év magnezittégla felhasználás mellett. Annak ellenére, hogy ezen igény a korszerű dolomit és magnezit tűzállóanyagok gyártása szempontjából kicsi, mégis célszerű tovább keresni a szintetikus magnezit előállítás és a dolomit tűzállótégla gyártás bevezetésének módjait.

*

A konverteres acélgyártás bevezetésével jelentősen megnő az égetett mész igény. A kiváló minőségű hazai mészköveink lehetőséget teremtenek a jó minőségű mész előállítására. A Dunai Vasműben az épülő forgócsőkemence üzembehelyezésével elegendő mészégető kapacitással rendelkezünk. Borsod térségében az egyenletes, jó minőségű mészellátás még nincs megnyugtató módon megoldva. A vaskohászat mai összes mészkőszükséglete 400—500 ezer t/év, a dolomit igény pedig kb. 200 ezer tonna.

*

Előadásomban igyekeztem rámutatni azokra a legfontosabb területekre, amelyeken lehetőség kínálkozik arra, hogy a vaskohászati iparág távlati fejlesztésében ki lehessen használni a hazai ásványvagyon hasznosítási lehetőségeit. Meg vagyok győződve arról, hogy szakembereink ezen a konferencián is további lehetőségeket fognak feltárni és újabb javaslatokat tesznek a hazai ásványvagyon gazdaságos felhasználására. A felhozott példák, illetőleg területek úgyszólván mindegyike olyan, amely csak a vaskohászat és az ásványbányászat közös együttműködésével oldható meg eredményesen. A magunk részéről azon vagyunk, hogy ez az együttműködés a továbbiakban gyümölcsözően fejlődjön.

A fejlesztések finanszírozási rendszerének továbbfejlesztése a VI. ötéves tervidőszakban

DR. RÉPÁSI GELLÉRT okl. kohómérnök, vezérigazgató helyettes
Dunai Vasmű

DK: 658.14/17

A szerző a vállalati fejlesztési alapok képzésének modelljeivel foglalkozik. Elemzi a vállalatfejlesztés döntési szintjeinek kapcsolatát és a műszaki fejlesztési alapok felhasználását.

I. A vállalati fejlesztési alapok képzésének modelljei

Alapvetőnek tartom annak a kérdésnek elméleti tisztázását: mekkora legyen, és milyen forrásokból tevődjön össze az ipari nagyvállalatok fejlesztési alapja, továbbá azt, hogy a fejlesztési alapképzés milyen mértékben és milyen stabilitási idővel differenciálódjék.

Eltekintve a tőkés vállalatoktól, négy alapmodell számításbavétele képzelhető el:

1. A tőkés országokban működő állami vállalatoké, melyet teljes vállalati önállóság jellemez.

2. Több szocialista országban alkalmazott teljes alapkoncentráció és azok állami újraelosztásának ismert módszere.

3. A szocialista önigazgatás elvén alapuló jugoszláv módszer: ez a képzés tekintetében nem sokban tér el a tőkés országokban alkalmazottól, annál inkább a felhasználás rendszere tekintetében.

4. Végül a hazánkban alkalmazott modell: nevezzük magyar modellnek. Ezt a rendszert az amortizációból származó fejlesztési alap központi szabályozása és a nyereségágon képződő fejlesztési alap differenciált, adózás útján történő szabályozása jellemzi. Ezt egészítik ki a hitelek és az állami alapjuttatások.

Az említett modellek sok lényeges vonásban különböznek egymástól. A különbségeket most csak a gazdasági hatékonyság és a külkereskedelmi egyensúly szempontjából kísérlem meg bemutatni.

A tőkés viszonyok között dolgozó állami vállalatoknak versenyképesnek kell lenniük a magán, ill. társas tőke vállalataival, a gazdasági hatékonyság és az exportképesség tekintetében. Ez, valamint az állami beavatkozás, differenciált fejlődési sebesség-

re vezet. Ez a módszer azonban nálunk nem alkalmazható, mert valutánk nem konvertibilis, a kohászat esetében pedig a belföldi árak is maximáltak.

A fejlesztési alap teljes központi koncentrációjának módszerét népgazdaságunk is alkalmazza 1968-ig. A változtatás szükségességét indokló tényezők: a nyílt gazdaság, a külkereskedelem nagy részesedési aránya a nemzeti jövedelem, a vállalati kezdeményezőképesség jobb hasznosítása, a differenciált vállalati fejlődés szükségessége stb. ma is, sőt még inkább, igazak.

A szocialista önigazgatási rendszeren alapuló vállalat működés, és ezen belül a fejlesztési mechanizmus működésének adaptálását a konvertibilitás hiánya éppúgy lehetetlenné teszi, mint az állami nagyvállalatokra vonatkozó törvény.

Az 1968-tól kezdve nálunk alkalmazott ún. magyar modell az elmúlt 11 év tapasztalatai alapján, vállalati szempontból nézve viszont az alábbi hibákkal rendelkezik:

1. Nem tudta elérni azt az alapcélkitűzést, hogy a vállalati munka eltérő hatékonysága következtében a nyereségági fejlesztési alap differenciálódjék és ennek következtében a hatékonyabban és a külkereskedelmi mérleget javító vállalatok gyorsabban fejlődjenek. Sőt, a pénzüket okosan felhasználó vállalatoknál képződő nagyobb nyereség még hátrányosabb helyzetet is teremthetett számukra, mert megmaradt a bázisszemléleten alapuló vállalati megitélés, a nagyobb nyereség és a vállalati tevékenység közötti összefüggés utólagos vitatása és megkezdődött a nyereség átcsoportosítás módszerének alkalmazása is.

2. A szabályozórendszer gyakori változása miatt a nyereségágon képződő fejlesztési alap instabillá vált. Ez nem ösztönzi a vállalatokat fejlesztési alapjuk akkumulációjára. Ezért a hosszabb távú — de nagyobb hatékonyságú — beruházások helyett pénzüket az akutan fellépő termelési és szociális gondjaik megoldására, továbbá a nyereséget gyorsan növelő részlegeik fejlesztésére fordítják. Ez a körülmény a vaskohászatban pl. oda vezetett, hogy gyorsabban fejlődött az acélt feldolgozó technológiai ágazat (hengerlés, másod- és harmadtermék-termelés), mint az alapanyag (nyersvas, acél) termelés.

3. Szabályzó rendszerünk csak elvileg tudja a vállalati és népgazdasági érdekeket egyeztetni. A gyakorlatban ez a nyereségági fejlesztési alapadózás után történő szabályozásával valósul meg. Az elvonás mértéke olyan, hogy ne képződhessék a vállalatoknál az önfinanszírozáshoz elegendő alap és a népgazdasági célkitűzésekkel való egyeztetés céljából szükségszerűen a hitelszférába kerüljenek át. Sőt, a még nagyobb jelentőségű kérdések, mint pl. az anyag- és energiabázis, fontosabb termékszerkezet módosítás stb. az ÁTB szintjén kerüljenek elbírálásra az illetékes minisztérium előterjesztése alapján.

Úgy tűnik, modellünk nem állta ki a gyakorlat próbáját. Szerintem azért nem, mert nem lehet jól definiálható határvonalat húzni a vállalati és népgazdasági érdek közé. Modellünk nem tudja érzékelni azt a neuralgikus pontot, ahol a népgazdasági célkitűzést a saját alapból történő fejlesztés már érzékenyen érinti. A vállalati beruházásokkal szemben nem lehet követelmény annak felmérése, hogy milyen hatást gyakorol a háttériparra, vagy a további vertikum hatékonyságára, csak az, milyen hatással van a vállalati eredményre. A gyakorlat arra ösztönzi a vállalatokat, hogy fejlesztési alapjukat ne koncentrálják, csak annyit tartsanak meg belőle, amennyi elegendő ahhoz, hogy a hitelszférában való megjelenés változó feltételeit kielégítsék. Ezt igazolják, hogy minden nyereségelvonás ellenére is nőtt a vállalati beruházások részaránya, de nőtt a hitelkérelmek, sőt az ÁTB előterjesztések száma, összege is. Így keletkezhetett az a különösnek tűnő ellentmondás, hogy a vállalatok saját rendelkezésű beruházásaikkal növelték a saját nyereségüket, de ez a nyereségnövekedés tartósan mégsem javította a külkereskedelmi mérleget, nem javította a cserearányokat és az ipari munka relatív gyors termelékenységének növekedése ellenére, növekedett a munkahelyek száma, fokozódott a munkaerőhiány és a munkaerő vándorlás.

Jogosnak vélem tehát azt a megállapítást, hogy azt a kérdést: mekkora legyen az ipari nagyvállalati fejlesztési alapja hazánk gazdasági feltételrendszere mellett és ez közöttük milyen mértékben és stabilitással differenciálódjék és e differenciálódás következményeként a vállalat valamilyen népgazdasági tervcél irányába szükségszerűen fejlődjék, eddig nem sikerült a gyakorlati szabályozókkal megoldani.

Ez a megállapítás azonban csak a saját fejlesztési alapok tekintetében jogos, hiszen a vállalati fejlesztés sebessége és hatékonysága a saját alapokon túl, az ÁTB határozataiban és a hitelszférákban együttesen jut kifejezésre. Ezért ezeket a szinteket külön-külön is, és egymásra való hatásukban is vizsgálni kell.

II. A vállalatfejlesztés döntési szintjei

1. Az ÁTB döntéseinek előkészítése

A vállalati beruházásoknak a népgazdasági tervekkel való egyeztetése az ÁTB szintjén és a hitelszférákban történik. Az ÁTB-hez jutó előterjesztések szerkezetében azonban több ellentmondásra találunk.

Ezek egyike az, hogy az előterjesztésre vonatkozó előírások műszaki tartalomban, költségekben és hatékonyságban oly mértékben pontosított adatok ismeretét tételezik fel, melyeket csak tőkés relációkból lehet beszerezni, szocialistából pedig nem, holott népgazdaságunk ma is a szocialista integráció komplex programján alapszik. A szocialista országok között az ÁTB előterjesztések előírásával nem egyező szerződések vannak érvényben. A népgazdaság fejlődésére döntő hatást gyakorló GKSZ munkarendje pl. nem teszi lehetővé a beruházási javaslatban előírt adatok ismeretét, csak a magánjogi szerződések megkötése után. Nincs tehát lehetőség arra, hogy a döntés alapján reálisan hasonlítsunk össze szocialista és tőkés ajánlatokat.

Számos példával igazolhatnám azt is, hogy az ÁTB előterjesztések mai rendje nem biztosítja annak kellő felmérését, milyen beruházásokat, költségeket involvál egy-egy — a vállalatokra vonatkozó — ÁTB döntés, a szóbanforgó beruházást megelőző és az azt követő népgazdasági termelési vertikumban, függetlenül attól, hogy a fejlesztésre fordított költség melyik vállalatnál, ill. milyen teher formájában jelenik meg.

Nem teszik kötelezővé az azonos iparágon belül történő termeléskoncentráció, ill megosztás előnyeiből várható vizsgálatokat sem. A döntés csak a vállalati és a hozzá közvetlenül kapcsolódó beruházásokra vonatkozik. Ennek az állításnak a megalapozottságát igazolja az a tény, hogy egy-egy állami beruházásban — a kapcsolódó beruházás néven ismert rész — rendszerint irreálisan alacsony, azaz nem tárja fel az összes kapcsolatokat.

Ennek a kapcsolatrendszernek nyilvánvalóan valahol határt kell szabni, de hogy hol van ez a határvonal, annak megítélésére már csak azért is nehéz lenne vállalkozni, mert ez pl. a világgazdasági feltételektől függően, változó is lehet.

Jelenlegi döntési rendszerünk az ÁTB elé kerülő beruházási javaslat szintjén nem kellően tárja fel a szocialista integrációs és a hazai erőforrások kapcsolatrendszerét. Erre egyik igen jó példa éppen a vaskohászat. A vaskohászat néhány évvel ezelőtt még erősen javította a külkereskedelmi mérleget, mert csaknem kizárólag hazai, ill. szocialista importból származó alapanyaggal és energiával, valamint termelőeszközökkel közel 200 millió dollár évi tőkés forgalmat bonyolított le. A termelésbővítéshez és a minőségjavítást célzó strukturális változásokhoz szükséges energia-, ötvöző- és tűzállóanyagok szükséglete azonban már mind kevésbé van összhangban az ezekre vonatkozó integrációs egyezményekkel, a hazai termeléssel és természeti erőforrásainkkal. Ezért ezen célkitűzések megvalósítása az export-import mérleg pozitívumát egyre nagyobb mértékben csökkenti és természetesen növeli a termelési költségeket is. Annak az elvnek a feladása, hogy a kohászati termelésnövekedés és szerkezet változása lehetőleg ne támaszkodjék tőkés importra, sem alapanyagokban, sem energiában, sem fő termelési eszközökben — már a közeljövőben is — megkérdőjelezheti a termelésbővítésre szánt összegek népgazdasági hatékonyságát. Különösen igaz ez, ha a termelés bővítéshez szükséges tőkés importot és az ezáltal elérhető exportárakat hasonlítjuk össze.

2. *Vállalatfejlesztés bankhitelek útján*

A különfajta hitelszférákban levezetett fejlesztések képezik az ÁTB döntések után ma a legfontosabb fejlesztési forrásokat, hiszen a saját alapok lassan már csak a hitelek törlesztésére elegendők. Ebben a szférában a vállalatok elvileg több féle komoly lehetőséggel rendelkeznek. Megítélésem szerint legjobban tisztázottak a kormányprogramokhoz, az energiagazdálkodás racionalizálásához kötött hitelkérelmek kritériumrendszerei és legkevésné a tőkés export támogatásokkal kapcsolatos hiteleké. Ez utóbbi leglényegesebb hibája, hogy a gyakorlatban nem tesz egyenlőségi jelet az exportnövelés és az import megtakarítás közé. Nem veszi figyelembe, hogy az export növelés sokszor tőkés gépimport, anyag-, és energiabázison történik, és ezért nem méri fel helyesen azt a hatást sem, amit a tőkés gépimport rendszeres alkatrészutánpótlása képvisel. Ezek miatt joggal állítható, hogy nem sikerült olyan hitelezési kritériumrendszert kidolgozni, amely garantálná a hitelfelhasználás gazdasági hatékonyságát és mérlegjavító hatását. Olyen hitelezési forma pedig, amely nem igéri ugyan a külkereskedelmi mérleg javítását, de azt nem is rontja, csupán az önköltség csökkenése, a termelékenység növelése révén járul hozzá a nemzeti jövedelem növeléséhez, ill. a munkahelyek számának csökkenéséhez, ma már még olyan esetben sem létezik, amikor az összvállalati tevékenység egyértelműen javítja a külkereskedelmi mérleget.

3. *Saját alapok felhasználása*

A vállalatfejlesztés következő szférája a saját alap. Ennek mozgástörvényeit jól szemlélteti a Dunai Vasmű fejlesztési alapjának 1968—1978 év közötti „forrás és felhasználás" alakulásának tanulmányozása. Az első öt-hat évet az jellemzi, hogy a vállalat az ÁTB-hez nem fordul, hitelszférája is jelentéktelen. A felhasználás a kisebb költségekkel járó, technológiai ágazat, a másod és harmadtermék fejlesztés, valamint a szociális és jóléti intézmény területén realizálódik. Ez a helyzet metallurgiai és technológiai fázisok közötti egyensúly felbomlására vezetett. Annak ellenére, hogy acélgyártás területén a metallurgiai folyamatok intenzifikálásának összes lehetőségeit annak legszélső értékéig kihasználtuk, a technológiai fázisok acélszükséglete — a folyamatos öntésre való áttérés következtében — egyre növekvő mértékben haladja meg a saját termelést. A különbséget a vállalat nagy mennyiségű bérmunkával hidalja át. Jól igazolható tehát, hogy a vállalati alapképzésre, felhasználásra vonatkozó szabályzók a vállalatot abba az irányba vitték — mégpedig a vállalati érdekkel egyező módon — hogy a gyors nyereségnövelő hatású, de kisebb volumenű beruházásra hasznosítsa saját erőit. Ugyanakkor az alapanyaggyártás és feldolgozó kapacitások közötti különbség áthidalása végül is több állami nagyberuházás formájában jelenik meg. Másszóval, ez a szabályozási rendszer még egy vállalaton belül sem orientált az alapanyag- és feldolgozókapacitások közötti kötelező összhangra, még kevésbé népgazdasági szinten. Szabályzó rendszerünk tehát nem „érzékeli" a *tervszerű, arányos* fejlődés törvényszerűségét.

A Dunai Vasmű — és valószínűleg más ipari nagyvállalatok is — saját rendelkezésű alapjainak a hitelfelvétel és törlesztés szférájába történő átmenetének van azonban egy inflexiós pontja, mely különös figyelmet érdemel. Ez esetünkben, a folyamatos öntőmű beruházása volt. Ez a metallurgiai és technológiai folyamatok határvonalán kifejlesztett új acélöntési eljárás, mely egyszerre jár metallurgiai, és technológiai előnyökkel, anyagot, energiát és munkaerőt takarít meg. A beruházás

megkezdésének időpontjában a világ acéltermelésének 1,6%-át öntötték ezzel az eljárással. A beruházás kb. 70% saját alap, és 30% hitel felvételével történt. Nagyságrendje 1,1 milliárd Ft volt. A beruházás hatékonyságát nem szükséges részletezni, világosan mutatja ezt az utána következő évek rohamos nyereségnövekedése, és az ,hogy ezekben az években jelentős létszámcsökkenés következett be az ugrásszerű termelésnövekedés ellenére.

Ebből viszont azt a következtetést lehet levonni, hogy mégis csak lehetséges olyan szabályozórendszer kialakítása, amely az előzőekben bírált helyhetet elkerülheti és eleget tesz a népgazdasági érdekkel való egyezés, a saját alap koncentrált felhasználása kritériumának és a hitelezés révén a beruházás hatékonyságát állami ellenőrzés vizsgálja meg. Szükséges lenne tehát ennek a helyzetnek pontosabb, elemző felmérése, mert ha ez az eset általánosítható érvényűnek minősíthető, akkor szabályozó rendszerünk egy fontos, jól definiálható eleméhez juthatnánk. Adott esetben pl. azt kellene mondanunk, hogy a vállalati saját erő nagysága a mindenkori állóeszköz értékének kb. 10—15%-a legyen. Ekkor van abban a helyzetben, hogy érdekelt nagyobb fejlesztések megvalósításában, hitelek segítségével, de a 70—80%-os saját részesedés miatt a vállalati kockázat nagyobb. Sajnos, akkor nem fordítottunk kellő figyelmet ennek a beruházásnak a körülményeire és az adott esetet meghatározó szabályozási formákra. Pedig ez a beruházás azt bizonyította, hogy az elképzelt „magyar" modell megvalósítható, ha az adott esetben érvényes szabályozók lényegi vonásait felismerjük és tartósítjuk. A fejlődés azonban más irányba haladt.

A vállalati nyereség nagyságára és fejlesztési alapok képzésére és felhasználására vonatkozó szabályozók továbbfejlesztése a saját döntési lehetőségeket ma már minimálisra csökkentette. E tekintetben a vállalati önállóság ma már csak névleges.

A fejlesztési alap felhasználás rovatai között egyre növekvő mértékben szerepelnek a hiteltörlesztések mellett a forgóeszközök kiegészítésére fordított fejlesztési alapok is. Ez a jelenség is alaposabb elemzést érdemel, már csak azért is, mert a számtalan szigorító intézkedés, szabályozás ellenére a készletnövekedés tendenciája állandósult Ezért jogos a kérdés, hogy ennek okát vajon csak a rossz vállalati gazdálkodásban kell-e keresnünk. Természetesen sokszor egyértelműen igazolhatók a vállalati készletgazdálkodás gyengeségei is. Ezzel szemben a készletek finanszírozásának mai rendje nem választja szét a hasznos készleteket, a nem hasznosaktól. Nem érzékeli pl. azt az alapvető különbséget, ami az egyre növekvő értékű alapanyag és energiakészletek, vagy pl. az el nem adható termékkészletek között van. Nincs különbség pl. a vevőállomány és az évek óta fel nem használt alkatrészek megitélésében sem. Olyan egyszerű gazdálkodási szabályt pl., hogy akkor kell vásárolni, amikor olcsón lehet, és akkor kell eladni, amikor magas a kereslet, magas az ár, szabályozórendszerünk figyelmen kívül hagy.

Van itt azonban más gond is. Jól érzékelteti ezt a Dunai Vasmű 1968—1978 év között forgóalapjának alakulása, ha ezt a termelésnövekedéssel és a vertikum bővítése révén elért új termékmennyiséggel hasonlítjuk össze.

1968-ban $5{,}79 \cdot 10^9$ Ft termelési érték mellett a vállalat forgóeszközszükséglete $727 \cdot 10^6$ Ft volt, azaz a termelési érték 14%-a. 1978-ban $11{,}85 \cdot 10^9$Ft termelési érték mellett a forgóeszköz szükséglet $2130 \cdot 10^6$ Ft, azaz 18% volt. A forgóeszköznövekmény dinamikája tehát meghaladja a termelési érték növekedésének dinamikáját. Ha azonban hozzátesszük, hogy 1968-ban a teljes hengereltáru termelésnek csak 18%-a maradt a Dunai Vasmű vertikumában továbbfeldolgozás céljából, 1978-ban pedig ennek 22%-a — ez 136 ezer tonnával nagyobb befejezetlen termelési készletet képvisel, a kép már nem olyan sötét. Sőt, ha arra gondolunk, mennyit takarított meg a népgazdaság álló- és forgóeszközökben azáltal, hogy a kohászat másodés harmadtermékek gyártását — a vállalat — saját telephelyen oldotta meg, akkor már a kedvező készletalakulásról is joggal beszélhetünk.

4. Szinttartó beruházások

A vállalati önállóság ma már az úgynevezett szinttartó beruházások mértékét is alig éri el.

Újabban egyre gyakrabban használjuk ezt a megnevezést, análkül, hogy műszaki-gazdasági tartalmát meghatároztuk volna. Csak lelkiismeretünket igyekszünk megnyugtatni azzal, hogy ennyi maradék önállósággal a vállalatok még „szinten" tudják magukat tartani. Ez azonban veszélyes dolog, mert a szintentartás fogalma kettős értelmezésű lehet, az egyik: az eredeti termelőerőket újra visszaállítani, a másik: azokat a korszerűség szintjére emelni. Az egyik, a karbantartás fogalomkörébe, a másik a rekonstrukció, ill. a beruházás fogalomkörébe tartozik. A karbantartás műszaki szempontjai viszont azt követelik, hogy minden felújítás tevékenységnek tartalmaznia kell a műszaki haladás elemeit, már csak azért is, mert ennek elhagyásával pl. a pótalkatrészek sorozatgyártása helyett egyedi gyártásra kell átállni. A célszerűen végzett karbantartási tevékenység mindig tartalmaz valami rekonstrukciót. A karbantartás fogalomkörét meghatározó rendelkezéseket tehát nézetem szerint módosítani kell. Mégpedig abba az irányba, hogy az a rekonstrukcióra ösztönözzön. Mivel a költségek terhére végzett rekonstrukciós munkára a vállalat csak akkor határozza el magát, ha az — legalább is egy-egy ötéves tervcikluson belül — kifizetődik, ezzel olyan automatizmus léptethető életbe, mely már kielégítő garanciát nyújt a tevékenység gazdaságosságára. A rekonstrukciós és karbantartási fogalomkör összevonása tehát kívánatosnak tűnik. Viszont pontosabb definíciót kíván ez esetben az összevont karbantartás-rekonstrukció fogalom és a beruházás fogalma közötti határvonal. Ebben az esetben az előző érvek alapján, csak akkor helyes beruházásról beszélni, ha valamely technológiai folyamat összes főelemeit újakkal cseréljük fel. Egyes főelemek cseréjét, vagy pedig a főfolyamat valamely részegységének újjal történő kiegészítése ebben a

felfogásban nem minősülne beruházásnak. Így pl. nem lenne beruházás egy új léghevítő megépítése, a hulladékok feldolgozásának korszerűsítése, vagy egy lefejtő-darabolósor megépítése. A pénz hasznos elköltésének garanciája a nyereségkihatás merleglésének elkerülhetetlensége lenne.

Ebben a felfogásban természetesen az amortizáció fogalomkörét, képzésének és részleges elvonásának módját is módosítani kellene. Az amortizációs kulcsok megállapításában a vállalatoknak nagyobb szabadságot lehetne adni.

Ezek újraszabályozásával meggyorsíthatnánk a hatékonyan dolgozó és a külkereskedelmi egyensúlyt javító vállalatoknál a technikai-technológiai fejlődést.

III. Műszaki fejlesztési alapok

Ezekkel az alapokkal a vállalatok többsége hosszú ideig nem tudott jól gazdálkodni. Itt azonban valóban nem a szabályozókban van a hiba. A műszaki fejlesztési alapokat eleinte „alibi"-megbizatásokkal, nem kellően átgondolt kísérletek költségeivel, tanulmányokkal, koncepciótervekkel és esetenként a kutatóintézeteknek adott „támogatások"-kal töltöttük ki, nem azok kutató tevékenységének igazolását segítve. Számos olyan kutatási jelentés, koncepció, tanulmányterv stb. született, ami nem haladta meg a tárgyban ismerős átlagos képességű mérnök irodalom összefoglalójának színvonalát. Szerencsére a helyzet — legalább is nálunk — már alaposan megváltozott. Már nem a témát, hanem a pénzügyi lehetőségeket kell keresnünk. 1979-ben a Dunai Vasműben pl. már az a helyzet, hogy a műszaki fejlesztési alapok a jelenlegi szabályoknak megfelelő felhasználás mellett nem elegendőek arra, hogy a tudományos munkában megismert eredményeket adaptáljuk és ezekkel új metallurgiai-technológiai eljárásokat vezessünk be. A már megvásárlásra kiszemelt eljárások gyors bevezetését nálunk már most fékezi a 0,2%-os határ és az az előírás, hogy a műszaki-fejlesztési alapból vásárolt eszközöket a garanciális eljárás lefolytatása után a fejlesztési alapra kell átterhelni. A műszaki fejlesztési alap felhasználásának mértéke és irányai kiváló mérőeszközei egy-egy vállalatnál felhalmozódott szellemi tőkének, tudásmennyiségnek, kezdeményezőképességnek.

Úgy vélem, elérkezett az ideje annak, hogy legalább néhány nagyipari vállalatnál néhány éves kísérleti időtartamra a Műfa nagyságát fel kellene két-háromszorosára emelni és eltörölni a fejlesztési alapra való átterhelés kötelezettségét. Biztos vagyok benne, hogy a változtatás sokat csökkentené a bankok iróasztalaiban felvő hitelkérelmek számát, és még biztosabb ennek hatékonyságában.

Összefoglalás

Az elmondottak alapján indokoltnak tartom az alábbi javaslatok vitára való bocsátását:

1. A vállalati fejlesztésekre vonatkozó ÁTB előterjesztések mai előírásait célszerű megváltoztatni. Az előterjesztéseknek olyan elemeket kellene tartalmazniuk, amelyek egy-egy vállalat „látóhatárán" túlterjednek. A vállalati munka hatékonyságán túl, feltárják a mélyebb népgazdasági vonatkozásokat is: ilyenek pl. a szocialista integráció munkarendjével való egyezés, a belső integráció lehetőségének és a népgazdasági kapcsolatrendszer alaposabb elemzése, a hazai erőforrások és szocialista integráció folyamatainak jobb egyeztetése stb.

2. A vállalatfejlesztés bankhitelek útján történő szabályozása nem kerülhető el. Ezt az utat azonban nem újabb tervegyeztetési, műszaki-gazdasági vitafórumnak, hanem elsősorban a népgazdasági hasznosság és a külkereskedelmi mérleg javításának kritériumaival való egyeztetési eljárásnak kell felfognunk. Ebben az egyeztetési eljárásban azonban a vállalatnak kell a nagyobb kockázatot vállalnia, mert a célkitűzés műszaki-gazdasági megoldásáért neki kell a felelősséget vállalni. Ebben a szemléletben a vállalat kezdeményez, ezért a kockázatban való saját részesedésének is nagyobbnak kellene lennie.

Ettől eltérnek azok a hitelek, ahol a közérdek meghatározó (kormányprogramok, energiamegtakarítás, szociális fejlődés stb.) Itt viszont a közérdeket meghatározó hatóságoké a nagyobb felelősség. Logikus tehát, övék legyen a nagyobb kockázat is, de a vállalati kockázat sem lehet nulla, mert a közérdek a vállalati érdek is.

3. A legnehezebb kérdés: mekkora legyen és milyen forrásokból tevődjön össze az ipari nagyvállalatok sajátrendelkezésű alapja és ez milyen mértékben és milyen stabilitási idővel differenciálódjék. Nézetem szerint a stabilitási időt legalább a népgazdasági egyensúlyi helyzet megjavítására becsült idő, a differenciáltság mértékét pedig az egyensúlyi helyzet javítására kifejtett hatás erőssége határozza meg. A saját rendelkezésű fejlesztési alapok nagyságát pedig — folyamatos öntőművünk példájának esetleges általánosíthatóságát feltételezve — a nyereségágon képződő fejlesztési alap koncentrációjának irányába célszerű szabályozni.

Különbséget kellene tennünk a nyereségágon és az amortizációs ágon képződő fejlesztési lehetőségek között, mind a képződés nagysága, mind pedig a felhasználás szabályozó tekintetében. Nagyobb szabadságot lehetne adni az amortizációs kulcsok meghatározásában. A szinttartó beruházás fogalmát — mint műszakilag-gazdaságilag nem meghatározott fogalmat — el kellene hagynunk, helyette jobb lenne a költségek terhére végzett rekonstrukció fogalmát meghatároznunk. Ebben az értelemben tehát a vállalatfejlődés sebességét az ÁTB határozatokon túl, a bankhitelekkel segitett, nyereségági fejlesztési alapok nagysága határozná meg, de lehetővé tenné a kisebb hatékonyságú, de még hasznos, vagy nélkülözhetetlen vállalati munka folyamatos rekonstrukcióját is.

4. A műszaki fejlesztési alap a tudományos technikai haladás eredményeinek adaptálását bizonyos mértékig ma is lehetővé teszi. Állíthatjuk, hogy nagyságának növekedése néhány vállalatnál meggyorsítaná ezt a folyamatot, főleg, ha az adaptálás során beszerzett eszközök költségeit nem kellene később a nyereségági fejlesztési alapra átterhelni.

A Szovjetunió vaskohászatának eredményei*

N. A. TULIN miniszterhelyettes
Moszkva, Vaskohászati Minisztérium

DK: 669.1 (47+57)

A dolgozat beszámol a Szovjetunió vaskohászatának legújabb eredményeiről, egyidejűleg a fejlődés vonalát is szemléltei. A szerző foglalkozik az ércbányászat, az ércelőkészítés, a nyersvasgyártás és a ferroötvözetgyártás területén elért eredményekkel. Az acélgyártás korszerű módszereinek ismertetése után kitér a tűzállóanyag-gyártás helyzetére. A hengereltáru gyártás és a csőgyártás helyzetének elemzése zárja a dolgozatot.

A Szovjetunió vaskohászata — a népgazdaság igen fejlett iparága, melynek műszaki ellátottsága igen jó, és a műszaki-gazdasági mutatók alapján felülmúlja az iparilag fejlett országok vaskohászatát.

A Szovjetunió hengereltárú, acélcső, acél, ferroötvözet, nyersvas, tömörítvény, koksz és vasérctermelése nagyobb, mint bármely országé a világon.

1978-ban a Szovjetunióban 110,7 millió tonna nyersvasat, 151,4 millió tonna acélt, 105,4 millió tonna hengerelt árut, 17,6 millió tonna acélcsövet és kb. 8,5 millió tonna másodterméket állítottak elő.

A Szovjetunió Kommunista Pártja már a szovjet hatalom első napjaitól kezdve, s államunk fennállásának egész időtartama alatt kiemelte a vaskohászat népgazdasági jelentőségét és meghatározta a vas- és acélgyártás fejlesztésének országos feladatait.

A világháború előtti ötéves tervidőszak éveiben (1928—1940) megalapozták a minőségi acélgyártást, ferro-ötvözet-, koksz-, és tűzállóanyag gyártást. Kiszélesedett a vaskohászat nyersanyag bázisa is.

A második ötéves terv végére a Szovjetunió vaskohászata stabil harmadik helyet foglalt el, s csak az USA és az NSZK előzte meg. Ekkor a termelési volumen elérte a világ össztermelésének 1/7-ed részét.

A háború előtti utolsó ötéves terv a Szovjetunió vaskohászata elé új feladatokat állított — elsősorban a minőségi gyártmányok mennyiségének növelését, a technológiai folyamatok automatizálásának széles körű bevezetését és a nehéz fizikai munka gépesítését.

A háború utáni első ötéves tervben, a helyreállítás és a népgazdaság fejlesztése időszakában, mikor a tervet határidő előtt teljesítettük, a hengerelt acélárugyártásban a háború előtti szintet 59%-kal teljesítettük túl. A vaskohászati termékek gyártása alapján a világon a második helyre került.

A Szovjetunió vaskohászatára jellemző, hogy a termékgyártás növekedésének mértéke állandóan növekszik. A Szovjetunióban az évente előállított acél mennyisége a háború utáni években 130 millió t/év-re emelkedett (ugyanebben az időszakban, ha összehasonlításként az USA-ban 1973-ban az előállított maximális acélmennyiségét vesszük, az csak 64 millió t/év-re emelkedett).

A SZU vaskohászatának egyik sajátossága, hogy igen nagyfokú a gyártás-koncentráció. A nagy kohászati üzemek teljesítménye állandóan növekszik. A SZU-ban több tíz olyan vállalat üzemel, melyek teljesítménye meghaladja az 1 millió t/év termelést.

Az elavult kis teljesítményű üzemeket és berendezéseket folyamatosan kivonják a termelésből. A termelési volumen növekedési folyamatát a vaskohászatban a technika és a technológia állandó tökéletesedése kíséri. A környezet védelmére irányuló intézkedések megvalósítása szerves része a szovjet vaskohászat fejlesztésének.

A Szovjetunió ércbányászata, mint iparág a kohászati nyersanyagok előkészítése terén az első helyen áll a világon, 18 olyan nagyteljesítményű ércdúsító kombinátot foglalva magába, melyek műszaki-gazdasági szempontból jelenleg az ércbányászati termelés legfejlettebb szervezési formái.

A leggazdaságosabb — felszíni fejtéssel — bányásszák országunkban a vasérc túlnyomó részét, az Mn-ércek több, mint a felét és a Cr-tartalmú ércek majdnem teljes mennyiségét.

A külszíni bányák fúrási munkáinak jelentős részét (több mint 90%-át) nagyteljesítményű maró-fúró berendezésekkel végzik. A fúrólyukak robbantását több sorban, rövid késleltetéssel valósítják meg. Több kombinát külszíni bányáiban az egymás alatt elhelyezkedő fejtési lépcsők blokkjainak egyidejű ún. „kaszkád" robbantásával dolgoznak.

Állandóan növekszik a dúsított érc aránya, javul a koncentrátum minősége és tökéletesednek a fémkinyerési módszerek. A dúsításra kerülő vasérc mennyisége jelenleg elérte a 85,3%-ot az iparban bányászott össz-ércmennyiségre vonatkoztatva. A koncentrátum vastartalma elérte a 62,5%-ot.

A jó minőségű koncentrátum igen jelentős lelőhelyévé vált a KMA (Kurszki Mágneses Anomália) vasércmedence, melynek Lebegyinszki dúsító üzeme az első a világon, ahol magnetit-kvarcitból állítanak elő koncentrátumot — a technológia mágneses sémán alapszik — s az itt előállított koncentrátum Fe-tartalma a 68%-ot is meghaladja. Növekszik azoknak a dúsító üzemeknek a teljesítménye is, melyeket a szegényebb vasérc dúsítására hoztak létre a Krivojrogi ércmedencében, Kazahsztánban, Szibériában és az ország északnyugati részén. A vasérc dúsító művek gyártási volumene 1978-ban elérte a 167,9 millió tonnát és a kereskedelmi forgalomban levő koncentrátum Fe-tartalma átlagosan az 59,4%-ot. A koncentrátum Fe-tartalma 1,2%-kal növekedett, függetlenül attól, hogy az ércek átlagos Fe-tartalma csökkent.

A kokszgyártó ipar fejlődése a gyártás hatékony-

* A vaskohászat a Szovjetunióban c. 1979. okt. 3-án tartott előadássorozaton elhangzott előadás anyaga (Szerk.)

ságának növelése irányában tart, mégpedig a nagyteljesítményű berendezések és új technológiai folyamatok bevezetésével, a termelés intenzitásának növelésével és a termékek minőségének javításával. Egyre több figyelmet fordítanak a levegő és vízmedencék szennyeződését megkadályozó berendezések kidolgozására és bevezetésére, valamint a gyártási hulladék hasznosítására. A kokszgyártás növekedését az új kokszoló blokkok megvalósítása és a meglevő kokszoló művek felújítása határozza meg a teljesítménynövekedés függvényében.

Az utóbbi években a kokszoló blokkokat csak nagy egységteljesítményű és térfogatú kemencékkel szerelik fel — a kokszblokkok teljesítménye 1,0 millió t/év-re növekedett.

A nagy befogadó méretű kokszolóblokkok építése mellett a Szovjetunióban elterjedten alkalmazzák a koksz száraz oltását. A koksz száraz oltására alkalmas berendezés tervezése és üzemeltetése terén kivívott szovjet eredmények nemzetközi elismerésben részesültek és a szovjet licenc alapján gyártott száraz kokszoltó berendezéseket Japánban építették fel elsőnek 1976—77-ben, s több ország részére terveznek hasonló berendezéseket. A szovjet száraz kokszoltó berendezések jellemzője a nagy termelékenység, a technológiai folyamatok gépesítése és automatizálása; a száraz oltás alkalmazása nem csak az izzó koksz melegének kihasználását biztosítja, hanem jelentősen növeli a metallurgiai koksz minőségét és csökkenti a levegő szennyeződését. Széles körben elterjedt a kokszkemencék füstmentes feltöltési technológiája.

A vasérc előkészítése a nagyolvasztóban való felhasználásra, nyersvasgyártás fejlesztése

A Szovjetunióban a kohó-elegy fő vashordozója a tömörítvény, melynek gyártásában országunk már évek óta az első helyen áll a világon. 1978-ban a tömörítvénygyártás elérte a 159,6 millió tonna mennyiséget, melyből 156,4 millió tonna a kohó számára gyártott tömörítmény volt. A termelés növekedése annak az eredménye, hogy új tömörítőgépeket helyeztünk üzembe, a meglevő gyárakat modernizáltuk és átépítettük, ezenkívül tökéletesítettük az elegy előkészítési és zsugorítási technológiáját. Az ország gyáraiban üzemelő tömörítőüzemek 252/312 m^2 felületű szugorító berendezésekkel dolgoznak. Tovább folytatjuk az üzemelő gyárak rekonstrukcióit abból a célból, hogy növeljük a berendezések teljesítményét és javítsuk a tömörítvény minőségét. A meglevő gyárakban új berendezéseket helyeznek üzembe, így például a 2. számú NKGOK tömörítőgyárában pofás törőket, rostákat, OP-125 lineáris hűtőszalagot állítottak be abból a célból, hogy a Krivojrogi Kohászati Üzemek 9. számú kohója számára — hasznos térfogata 5000 m^3 — hűtött, stabilizált tömörítvényt tudjunk előállítani. Üzembehelyeztünk ezenkívül egy berendezést a mészkő előkészítésére, mivel így a tömörítvény bázicitását 1,8-ig tudtuk növelni.

Munkákat végezünk abból a célból, hogy javítsuk a tömörítvény szemcseeloszlását és növeljük a szilárdságát. A tömörítőüzemek jellegzetessége a SZU-ban, hogy a zsugorítandó elegy nagy mennyiségű finomra őrült részt tartalmaz.

A zsugorítás folyamatának hatékonyabbá tétele céljából az elegyet előmelegítik és égetett mészkövet adagolnak hozzá. Több gyárban gyorsítóként oxigént alkalmaznak, melyet a gyújtókemencébe adagolnak be.

Tovább tökéletesítik a szugorítmány gyártás technikáját és technológiai folyamatait: új gyárakat terveznek, melyek 600 m^2 zsugorító felülettel rendelkező tömörítőgéppel rendelkeznek, ezen kívül a legmodernebb berendezésekkel vannak felszerelve, automatikus szabályozórendszerrel üzemelnek; olyan módszereket dolgozunk ki, melyek lehetővé teszik a gázátbocsátó képesség növelését, széles körben elterjedtek a zsugorítmány kombinált hevítésénél a gyujtókemence meghosszabbítása.

1964-től kezdődött meg országunkban a vasérc pellet ipari gyártása. Új pelletező gyárakat helyeztünk üzembe, melyekben hazai gyártású 306 és 520 m^2 felületű pörkölőszalagok üzemelnek és melyeket a vasérc pellet-gyártás területén elért eredmények figyelembevételével hoztunk létre. Üzemelnek ezen kívül csészés pelletezők is 7,5 m-es átmérővel.

Új, pörkölés nélküli módszereket dolgozunk ki a pellet szilárdságának növelésére — cement kötőanyagos gyorsított keményítéssel, autoklávkezeléssel.

Új, nagyteljesítményű pörkölőberendezéseket tervezünk, melyek felülete több, mint 700 m^2.

Nagyolvasztók. A Szovjetunió már hosszú évek óta első helyen áll a nyersvas gyártásban. Az utóbbi években a Szovjetunióban nagyteljesítményű nagyolvasztókat építettek és a meglevőket pedig a hasznos térfogat növelésével rekonstrukció alá vetették. 3000 és 3200 m^3-es nagyolvasztókat építettek meg és felépítették a világon az első 5000 m^3 hasznos térfogatú kohót. Megkezdték egy 5580 m^3-es kohó építését. Nyugat-Szibériában és a Kommunári Kohászati Kombinátban az átépítés során 3000 m^3-re növelték a nagyolvasztók hasznos térfogatát.

Merőben új berendezésként tartjuk számon a SZU-ban a legnagyobb nagyolvasztót, az 5000 m^3 térfogatú kohót. Ennél a kohónál alkalmaztuk az elegy szállítószalagos adagolását a torokba, új szerkezeti megoldású adagoló berendezést, melyet a szovjet VNIImetmas intézet dolgozott ki. 4 léghevítőt szereltünk fel, melyek külső tűzaknával vannak ellátva. A kohó négy nyersvas csapolónyílással, 36 fúvóformával van felszerelve és körlakú csapolótérrel rendelkezik. Ez a nagyolvasztó nagy mértékben automatizált berendezés.

A nagyolvasztók a Szovjetunióban erőltetett üzemmódban üzemelnek, és széles körben terjedtek el a különböző módszerek a kohósítás intenzitásának növelésére. A nyersvas majdnem teljes mennyiségét magas toroknyomás mellett állítják elő, a kohók nagy része oxigénnel dúsított fúvószéllel üzemel. A kísérleti olvasztások során megállapítottak, hogy elvileg lehetséges a fúvószél oxigéntartalmának 40%-ig való növelése.

Igen jelentős munkákat végzünk a kokszfel-

használás csökkentése érdekében, a fúvószél hőmérsékletének növelése irányában és annak kutatására, hogy mennyiben lehetséges a koksz helyettesítésére szén- vagy szénhidrogén tartalmú anyagok befúvatása. Széles körben alkalmazzák a torokba való földgázbefúvatását. Egyre több figyelmet fordítanak a pakúra felhasználására.

A Szovjet hatalom éveiben dolgozták ki teljesen a ferroötvözet gyártást.

Az előállított ferroötvözetek mennyisége, a szakosodás szintje és a gyártáskoncentráció terén a Szovjetunió a világon az első helyet foglalja el. Az ország teljes kohászati iparát a legkülönbözőbb fajta ferro-ötvözetekkel a hazai ipar látja el.

A Szovjetunió ferroötvözet gyártó iparának jellegzetes sajátossága, hogy egyre nagyobb a villamos kemencékben előállított ferroötvözet mennyisége, mialatt a nagyolvasztóban gyártott ferroötvözet mennyisége csökken. Az utóbbi 10 év alatt több, mint 40 villamoskemencét helyeztünk üzembe, a többi között 4 villamoskemencét, melyek transzformátor teljesítménye 33 MVA és a ferroszilícium gyártásnál alkalmazzák, és 10 db 63 VA-os teljesítményű transzformátorral rendelkező villamoskemencét a ferro-mangánkarburé és szilikonmongán előállítására.

Az utóbbi 15—20 évben a ferroötvözet gyártó vállalatoknál rekonstrukciónak vetették alá a villamos kemencéket és növelték a kemence transzformátorok teljesítményét. Általában ezzel együtt a medence átmérőt is növelték, a kemencék üzemelését zárt üzemmódban végezték, mechanizálták a termelési folyamatokat és intézkedéseket tettek a munkaviszonyok javítására.

Csak a rekonstrukció következtében megnövekedett ferroötvözet mennyisége az utóbbi 10 év alatt több, mint 600 ezer tonnát tett ki, s a ráfordított költség sokkal kevesebb volt, mint amennyit a beruházás költségei jelentettek volna.

A tömegrendeltetésű ferroötvözet gyártás olvasztási technológiája területén a legjelentősebb intézkedés az volt, hogy redukálószerként alkalmazták az angári félkokszot a Si- és Cr-tartalmú ferroötvözetek gyártása során, s ezzel növelték a gyártás műszaki-gazdasági mutatóit. Az új, hatékony redukálószer alkalmazása lehetővé tette 65 %-os ferroszilícium gyártásának bevezetését zárt villamoskemencékben, a villamoskemencék termelékenységének 6—11%-os növelését, s a ferroszilícium foszfortartalmának 20—25%-kal való csökkentését a ferrokrómban.

A 65%-os ferroszilícium gyártásának bevezetése — zárt villamoskemencékben — és az alacsony Al-tartalmú és Ti-tartalmú 75%-os ferroszilícium gyártása (az elektrotechnikai acélok gyártásához) kielégítette az acélgyártás Si-ban gazdag ötvözet szükségletét.

Olyan ötvözők és komplex ötvözők gyártását vezettük be, többek között a ferro-sziliko-kalciumét, amelyek sikeresen alkalmazhatók, a drága és deficites szilikos-kalciumot, ezen kívül a vas- és acélöntvények modifikálására alkalmas ritkaföldfémeket tartalmazó komplex ötvözőket — nióbiumot, molibdént és Si-t, Ca-t és Mg-t tartalmazó ötvözeteket.

Az acélgyártás fejlesztése

Az acélgyártó ipar fejlesztésének alapvető irányai a Szovjetunióban az oxigénes konverterek és a villamos ívkemencék térfogatának és teljesítményének növelése. Jelenleg a Szovjetunióban üzemelő oxigénes konverterekben és villamos ívkemencékben olvasztott acél az összes acélmennyiség több, mint 1/3-át teszi ki. Ugyanakkor a Szovjetunió acélgyártó iparának alapvető szerkezeti sajátossága, hogy túlnyomóan Martin-eljárással gyártják az acélt. Ez azzal hozható összefüggésbe, hogy az ipar nagy erőtartalékokkal rendelkezik olyan viszonylag új, vagy felújított Martin-üzemek formájában, melyeket a háború utáni években létesítettek. A Martin-acél gyártás növekedését az oxigén széles körű alkalmazása határozza meg — a folyamat intenzívebbé tételére — és a Martin-kemencék kétterű kemencévé való átalakítása. Az ország vállalataiban 12 kétterű kemence üzemel. Ezeket a kemencéket a Martin-kemencékhez viszonyítva igen nagy termelékenység jellemzi — ugyanakkor a tűzállóanyag felhasználás csak fele annyi.

Az oxigénkonverteres gyártás fejlődését jellemzi a nagy kapacitású (300—350 t) konverterekkel felszerelt üzemek üzembehelyezése, a meglevő üzemek rekonstrukciója a konverter kapacitásának növelésével és a fuvatás fajlagos intenzitásának növelésével, új technológiai folyamatok és ezek ellenőrzésére alkalmas eszközök kifejlesztése, automatikus szabályozó rendszerek bevezetése. Az újonnan létesített oxigénkonverteres üzemek termelési szintje nem rosszabb, mint a világ legnagyobb üzemeié.

A Novolipecki és a Cseljabinszki Kohászati Gyárak konverteres üzemeiben elterjedten alkalmazzák az argonnal való fuvatást vagy az üstben való szintetikus salakkal való kezelést.

Határozott eredményeket értünk el a konverter bélés élettartamának növelése terén, különösen a SZU-ban kidolgozott módszer révén, mikor is a legjobban elhasználódott helyeken láng torkretezést alkalmaznak.

Országunkban az elektroacél gyártás fejlesztését azok az iparágak határozták meg, melyek a minőségi acél felhasználásában játszottak szerepet. Jelenleg — ez egy hatalmas, nagy fejlettségű iparág, modern üzemekkel, hatalmas villamos ívkemencékkel 100—200 t kapacitásuakkal. A tudományos kutató intézetek és a gyárak kollektíváinak együttes erőfeszítéseként tökéletesített olvasztási módszereket dolgoztak ki és vezettek be a szerkezeti acél, csapágyacél, elektrotechnikai acél és egyéb speciális rendeltetésű acél 100 és 200 tonnás ívkemencében való gyártására. Iparunk nagy erőtartalékokkal rendelkezik az elektrosalakos átolvasztással előállított fémgyártásra, mely eljárást a *E. O. Paton* nevét viselő szovjet Villamoshegesztési Intézetben dolgoztak ki. Különböző felépítésű berendezéseket hoztak létre az elektrosalakos átolvasztás megvalósítására, mely lehetővé teszi, hogy ötvözött és erősen ötvözött acélból és ötvözetekből készült nagyméretű idom-, lemez, és kovácsolásra kerülő bugákat előállítsanak. A hazai iparban

az olyan fémgyártó módszerek fejlesztése vált lehetővé, mint a vákuum-ívfényes átolvasztás, vákuum-indukciós, elektronsugaras plazmaív átolvasztás. Ugyancsak fejlődésnek indultak a modern kemencén kívül végzett kezelések: vákuumozás, szintetikus keverékekkel és salakkal való kezelés, semleges gázzal való átöblítés, melyek következtében az acél minőségi jellemzői az üzemelési tulajdonságai jelentősen emelkedtek.

Az acélöntészet területén elért eredmények is igen jelentősek az utóbbi években. Ezek a következők: az acél felülről végzett gyorsított öntése 120 mm átmérővel rendelkező (max.) öntőkagylón keresztül, alsó öntés lefelé szélesedő kokillába, mely hőszigetelő betéttel van ellátva, salakképző keverékek alkalmazása a kokillában levő fém felületének hőszigetelésére és védelmére, az üsttolózárak elterjedt alkalmazása. A folyamatos öntőgépen végzett öntés folyamatának fejlesztésében nagy szerepe van az utóbbi években üzembehelyezett, ívelt típusú, nagyteljesítményű öntőberendezéseknek. Meg kell jegyeznünk, hogy ezeket a berendezéseket 300 és 350 tonnás konverterekkel együtt helyezték üzembe és az üzemben előállított teljes acélmennyiség öntésére hivatottak.

A Szovjetunióban hozták létre az első kísérleti-ipari vízszintes elrendezésű minőségi öntőgépet. Az ilyen típusú gépek elterjedten alkalmazhatók a kiskeresztmetszetű minőségi bugák gyártásakor és mivel magasságuk nem túl nagy, könnyen felállíthatók a már meglevő acélgyártó üzemekben, különleges átépítés nélkül.

A tűzállóanyag gyártás

A Szovjetunió tűzálló anyag gyártása teljes mértékben kielégíti a vas- és acélgyártás szükségleteit, valamint a népgazdaság egyéb ágazatainak szükségletét is. Az ország tűzálló anyag gyártásának több mint 97%-a a vaskohászatra összpontosul. A SZU-ban a tűzálló anyagot főként az erre specializálódott hatalmas teljesítményű gyárak állítják elő, melyek jól el vannak látva gépesített nagyteljesítményű berendezésekkel.

A gyártástechnológia állandó tökéletesítése, a minőség javítása, a választék bővítése és a tűzálló blokkok előállítása — biztosítják a tűzálló anyag felhasználás fajlagos értékének csökkenését.

Ennek során az általános növekedési tempót megelőzve növekszik a nagy ellenállóképességgel rendelkező, magas alumíniumoxid tartalmú és alaptermék gyártás.

Az utóbbi években vezették be a nagy tömörségű króm-magnezit és perikláz-spinellid termékek gyártását. A fontosabb tűzálló termékek gyártásában a SZU első helyen áll a világon. A tűzálló anyag gyártás növekedése következtében az összes Martin- és elektroacél gyártó kemence magnezit-spinellid boltozattal van ellátva a kohászati iparban. Új típusú tűzálló anyag gyártását szerveztük meg az üsttolózárak készítésére a dugórud helyett. Az üsttolózárak alkalmazásával javulnak a munkaviszonyok a tűzálló idomdarab előkészítésekor és lehetőség van az öntési folyamat mechanizálására, ugyanakkor az acélöntésnél felhasznált tűzállóanyag majdnem 30%-kal csökken.

Megvalósítottuk szintén azoknak a tűzálló termékeknek és tűzálló blokkoknak a gyártását, melyeket a kemencén kívül végzett vákuumozás és a semleges gázzal végzett átfúvatás során használnak fel. Megszerveztük a kokillák hőszigetelő betéteinek ipari gyártását. Ezeknek a betéteknek az alkalmazása a csillapított acél öntése során a végek levágásával képződött hulladék mennyiségét 2—6%-kal csökkenti. Tűzálló blokkok gyártására alkalmas berendezéseket alakítottunk ki és helyeztünk üzembe. Az ilyen nagy méretű blokkok alkalmazásával lehetővé válik a hengersorok mélykemencéinek ipari módszerrel végzett javítása. A Szovjetunióban a hevítő mélykemencék túlnyomó részét blokkos béléssel látják el, melynek ellenállóképessége 1,3—2-szerese a tégla bélésének.

Megvalósítottuk a szilícium-dioxidos és alumínium-szilikátos masszák gyártását, ami lehetővé tette az acélüntő üstök monolit bélésének gyártására való áttérést és az ipar több gyárában a téglából kirakott bélés torkretezését. Az önthető és döngölhető masszák alkalmazása lehetővé teszi a falazási munkák gépesítését, a torkretezéssel pedig annak tartósságát 1,5—2-szeresére sikerült növelni. Kidolgozták és bevezették a láng torkretező módszert, melynek alkalmazásával jelentősen növelhető a konverterek élettartama.

A hengereltáru gyártás

A hengereltáru gyártás fejlesztése abban az irányban történik, hogy az új, nagy termelékenységű hengersorok bevezetésével, technológiai folyamatok tökéletesítésével, azok további mechanizálásával és automatizálásával, növeljük a termelt mennyiséget. A fejlesztés másik iránya minőségjavítás, választékbővítés — gazdaságos profilok gyártásának bevezetése révén.

Jelentős változások mentek végbe az utóbbi években a hengerelt áru termékszerkezetében: töretlenül növekszik a hengerelt lemez mennyisége, jelentősen növekedett a hengerhuzal aránya, és nagy mennyiségű új lemez és idomáru gyártását vezették be úgy szénacélból, mint ötvözött acélból. Évente növekszik a hengerelt áru választék — népgazdaság igényeinek megfelelően.

Igen magas szinten automatizált és mechanizált, nagyteljesítményű, folyamatos előnyújtó sorokat állítottak üzembe a Szovjetunióban. Ezeket a sorokat nagyteljesítményű bugahengersorral egyvonalba állítják, közbenső kemencék alkalmazása nélkül — azaz a buga közbenső hevítése nélkül.

Igen magas színvonalon áll a Szovjetunió síngyártása. Jelentős sikereket értünk el a sínek minőségének javítása, a szilárdsági és kopásállósági tulajdonságok növelése terén.

Alkalmazzák a sínek hőszilárdítását, mely lehetővé teszi az élettartam 1,5-szereésre való növelését. A hengerelt időmáru gyártására nagyteljesítményű idomsorokat helyeztünk üzembe, olyanokat mint a Kommunári Kohászati Kombinát 600-as félfolyamatos sora, melyen 10 m/sec-os hengerlési sebesség valósítható meg. A hengersor teljesítmé-

nye meghaladja az 1,6 millió tonnát. A Nyugat-Szibériai Kohászati Gyárban üzembehelyeztek egy 16 állványos, folyamatos 450-es középsort, mely a következő termékek előállítására alkalmas: növelt pontosságú tartók és U-tartók hengerlésére, melyek párhuzamos oldalai közötti távolság eléri a 300 mm-t, 32—60 mm-es köracél, négyzetacél és szalag. A Krivojrogi Kohászati Kombinátban ugyancsak üzembe helyeztek egy folyamatos 250—6-os finomsort. Az a tény, hogy a soron tekercsben max. 42 mm átmérőjű terméket bocsájtanak ki, lehetővé teszi az anyagfelhasználás csökkentését, a nagy keresztmetszetű kiindulási bugák alkalmazását és a hengersor teljesítményének növelését.

A Szovjetunióban dolgozták ki a folyamatos szelvénysorokon végzett végtelenített hengerlés elméleti alapjait, folyamatát, technológiáját, berendezését. A hengerhuzal majdnem teljes mennyiségét új, folyamatos, nagyteljesítményű drót-hengersorokon állítják elő.

Fejlődésnek indult a progresszív haránt-csavar hengerlés, melyet többek között a hossza mentén változó keresztmetszetű félgyártmányok előállításakor alkalmaznak.

Növekszik a durvalemez, a melegen hengerelt finomlemez és a hidegen hengerelt lemez gyártása. Növekszik a védőbevonattal ellátott termék mennyisége. A létrehozott automatika rendszerek és eszközök bevezetése lehetővé teszi a késztermékek minőségének növelését.

A Szovjetunió *csőgyártása* a gyártott mennyiség alapján a világon az első helyet foglalja el. A Szovjet Hatalom évei alatt úgy az éves termelés, mint a gyártás műszaki és technológiai szintje szerint a szovjet csőgyártás a világ ranglista élvonalába került. A csőgyártóipar a legkülönfélébb, a technológiai és ellenőrző operációkat automatizált sorokkal rendelkezik. Az összcsőmennyiség több, mint 3/4 része hazai gyártású csősoron kerül legyártásra. Az utóbbi években a csőgyártás gyakorlata sok eredeti megoldással gazdagodott a hegesztett és varrat nélküli, a melegen hengerelt és hidegen alakított csőgyártás területén. Alkalmazzák a hazánkban kidolgozott, hatékony meleg csőhengerlés módszerét, a kőolaj vezetéknél alkalmazott nagy szilárdságú csövek előállítási technológiáját, melynek során a hermetikusságot biztosító különleges csatlakozásokat és menetet alakítanak ki a csövön, a nagy tartós szilárdságú kazáncsövek gyártási technológiáját.

A Szovjetunió *másodtermék iparára* jellemző a magas koncentráltsági fokkal rendelkező szakosodott gyártás: alapjában véve hatalmas másodtermék előállító és húzó üzemek működnek.

A másodtermék és húzott acél gyártásában a Szovjetunió az USA után a második helyen áll a világon, az egyes fajta áruk gyártásában (huzal és huzaláruk) az első helyen. A Szovjetunióban állítják elő a világon összesen legyártott huzal és huzaláru teljes mennyiségének több mint 25%-át. Azonban országunk még lemarad az és USA utáni helyre szorul a kötőelemek és szalagok gyártásában.

Az utóbbi tíz évben a Szovjetunió másodtermék termelése 42%-kal növekedett, a húzott acélé pedig 105%-kal (ezek között a vaskohászati vállalatoknál értelemszerűen 46 és 150%-kal). A két csoportban az össz kibocsátott termék 52%-kal (62%-kal) növekedett. Az összesen legyártott féltermék és húzott acél mennyiségében a vaskohászati vállalatoknál 60%-ot tesz ki a huzal és huzaltermék, 20% minőségi húzott acél és nagy pontosságú idomok, 11% szalag és 8% kötőelemek.

Több alapvető technológiai folyamat és művelet egy folyamatos egésszé való egyesítése, komplexen automatizált és gépesített sorok kialakítása képezte a fejlesztési tendenciát a termékek többségének gyártása során.

Nagy számú munkát végeztünk a termékek minőségnövelése és a választék bővítése érdekében. Egy sor újfajta termék gyártását vezettük be és növeltük gyártásukat: tűzi ónozott, ólmozott és elektrolitikusan horganyzott acéllemezek, nem rétegezett nagy szilárdságú huzalok, csiszolt felületi húzott tekercs és rúdacél, kalibrált rúdacél, foszfátozott nagy szilárdságú talpfabetétek, acélkord nagy méretű gumiabroncsokhoz, korrózióálló acélból készült lúgszűrők, huzal a golyóstollak golyóinak készítéséhez, igen vékony, nagy szilárdságú rézzel bevont huzalok, új, nagy pontosságú idomacélok és még igen sok más.

A szovjet vaskohászat története igen reprezentatív módon tanúskodik arról a fáradhatatlan és mindennapi gondoskodásról, melyet pártunk és vezetőségünk tanúsít a népgazdaság számára e fontos iparág fejlesztésével kapcsolatban.

Országunk vaskohászatának további fejlődése, mely növeli hazánk munkájának hatékonyságát és az előállított termékek minőségét, segíteni fogja pártunk által az iparág elé állított feladatok teljesítését, hazánk gazdasági nagyságának növekedését és növeli hazánk dolgozóinak jólétét.

Könyvismertetés

H. Klemm: **Die Gefüge des Eisen-Kohlenstoff-Systems. (Az acél és öntöttvas szövetszerkezete)**

A hatvan oldalas brossura 85 szövetszerkezeti felvétel és 5 diagram segítségével ismerteti az ötvözetlen öntöttvas- és acélféleségeket. Szövege a műszaki egyetemi tananyag egyszerű nyelvezetű tömörítvénye. Igen hasznos tankönyv a műszaki középfokú oktatásban. A gyakorlati szakember számára hasznos zsebkönyv azonban nem érinti a gyakorlati metallográfia területét. — Ismerteti a metastabil vas-vaskarbid rendszer hőkezelt és alakított szöveteit. A stabil Fe-C rendszer szerint kristályosodó öntöttvasban előforduló grafitalakzatok és szövetelemek. A metastabilból a stabil rendszerbe történő átmenetnél keletkező szövet. Az acél edzési és megeresztési szövettermékei. A folyamatos lehűlési- és C-görbe tudatos alkalmazása. A felületi dekarbonizáció és felszenítődés jelensége. Acélöntvények primer és szekunder szerkezete valamint dúsulása.

Dr. Barna Györgyné

A Lenin Kohászati Művek Középhengerművének 25 éves fejlődése

KÜHNE GYÖRGY okl. kohómérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 621. 771. 23 LKM

A tanulmány leírja a 25 éve létesült Középhengermű telepítését. Ismerteti a kezdeti, majd a tervszerűen bővített gyártmánystruktúrát. Részletesen leírja a már végrehajtott és tervezett jelentősebb fejlesztéseket.

A felszabadulást követő években a magyar vaskohászat üzemeiben nagy ütemben indult meg a termelés. A Lenin Kohászati Művek hengersorai már 1948-ban elérték a háború előtti termelési szintet. A hengereltáru-termelés mennyiségének további növelését a hengersorok állapota és korszerűtlensége nem tette lehetővé. Egyre világosabbá vált, hogy a szocialista építéshez szükséges hengereltáru igény kielégítése csak új üzemek létesítésével lehetséges. A fejlesztési tervekből elsőnek a Középhengermű valósult meg.

A telepítéssel kapcsolatos építkezések 1950. dedemberében kezdődtek. A két nagy csarnok szerkezete eltért a hengerművek építésénél általánosan szokásos vasszerkezettől, azokat vasbetonból készítették, ami a későbbi időben sok gondot okozott, a darupálya egyes szakaszainak átépítését, a tetőzet teljes lecserélését tette szükségessé. A talajviszonyok komoly nehézséget jelentettek az építkezés egész tartama alatt, mivel a hordképes talaj eléréséig 13—17 m mélységbe kellett az alapokkal lemenni. Különösen nagy gondot okozott a tolókemencék és a hozzájuk tartozó rekuperátorok alapozása. A hengermű gépi berendezéseivel párhuzamosan haladt a villamos berendezések előszerelése is. Az üzem villamos energia ellátásának biztosítására új 35/5 KV-os alállomást építettek a hengermű közvetlen szomszédságában. A vasbetonszerkezetű darupálya építése a szerelés ütemétől elmaradt, így a legnagyobb gépi berendezések a hengerállványok, meghajtószekrények, pörgők letelepítése is kézi csigasorok, hévérek és görgők segítségével történt meg.

A sok nehézség leküzdése után az egyes gépcsoportok próbajáratására 1954. végén került sor, és a tényleges hengerlés 1955. február 4-én kezdődött meg.

A Középhengermű elrendezése és gyártmányválasztéka

A hengersor gépi berendezéseit a Schloemann és a Demag cégek szállították. A hengersor félfolytatólagos telepítésű. Az előnyújtást egy vályús bugafordítóval és billenőasztallal felszerelt, ∅ 650 mm-es trió hengerállványon végzik. Az előnyújtott bugák végeinek levágását, a szálak darabolását mechanikus rendszerű melegollóval hajtják végre. A továbbhengerlés ∅ 450 mm-es, folytatólagos elrendezésű, nyolc állványból álló soron történik, melyből 5 horizontális, 3 vertikális állvány A folytatólagos sorhoz két lépcsőben telepített, három állványos, nyitott elrendezésű készsorozat kapcsolódik. A három állvány közül a kész állvány előtti egy kisteljesítményű, vertikális állvány, melyet kizárólag laposacél hengerlésnél építenek be.

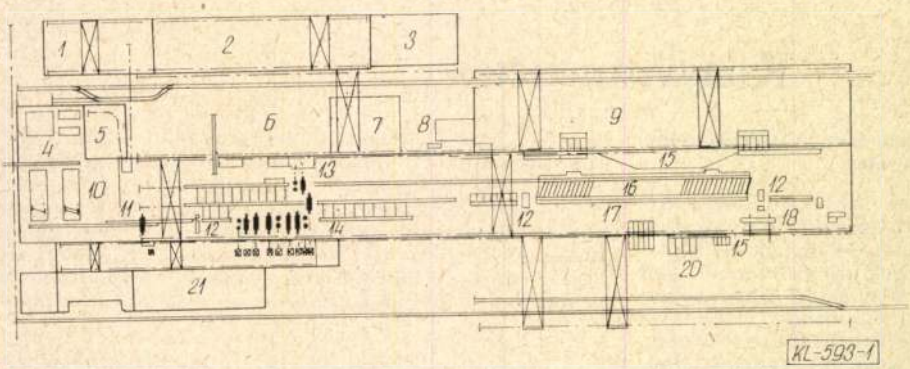
A Középhengermű létesítményeit, azok elrendezését az *1. ábra* mutatja be.

A hengersor gyártmányválasztéka az elmúlt huszonöt év alatt alakult ki az alábbi hét szelvénycsoportban:

köracél	∅ 40—80 mm,
laposacél	60—140 × 8—30 mm,
betonacél	∅ 25—40 mm,
lekerekített élű négyzet	□ 50—80 mm,
bányatám	21,5 kg/m és 25,1 kg/m,
egyenlőszárú sarokacél	50 × 50 — 90 × 90 mm,
U-acél	50—120 mm.

Az indulási időszak főbb nehézségei

A Középhengerművet megelőzően folytatólagos profilhengersor az országban nem volt. A folytatólagos hengersori tapasztalatok hiánya miatt a kezdeti időszakban a termelés érdekében sok nehézséggel kellett megküzdeni. A dolgozóknak fokozatosan, lépésről-lépésre, javításról-javításra kellett megismerniük ezt a korszerű hengersort. A Schloemann cég csak a legminimálisabb techno-



1. ábra. A Középhengermű technológiai elrendezése

1 hengereszterga műh., 2 henger tároló, 3 öltöző, irodák 4 rekuperátor, 5 techn. műh., 6 északi udvar, 7 bányatám hajlító, 8 hőkezelő, 9 északi kikészítő, 10 tolókemencé,, 11 előnyújtó, 12 ollók, 13 készsor, 14 folytatólagos sor, 15 egyengetők, 16 hűtőpad, 17 átadó vonszoló, 18 átadókocsi, 19 déli gépház, 20 déli kikészítő, 21 35 kV-os állomás

lógiát dolgozta ki, csupán a köracélok és négyzetacélok üregezési rajzát, valamint a trió előnyújtó üregezését adta át. Minden egyéb üregezési rajz itthon készült. Kezdetben a Kohóipari Tervező Intézetben, ahol *Mercader Jenő* kiváló tapasztalatokkal rendelkező kohómérnök irányításával folyt a munka. Az LKM *Ormai Gyula* kohómérnököt rendelte ki segítségül és tapasztalatátvételre. Azóta Diósgyőrben folyik ez a munka jól felkészült szakemberekkel.

Az üzem indulására a bugatéri darupálya nem készült el. Több hónapon keresztül, igen nehéz feltételek mellett, lánctalpas daru szedte át az anyagot a kisbugatérről a Középhengermű bugaterére és rakta rá a beadó gurítósorra.

A hengersoron keletkezett elhűlt és selejt buga elszállítás megoldatlansága miatt rövid üzemelés után nagy mennyiségű hulladék halmozódott fel a főcsarnokban. Az elszállítás biztosítására megnyitották a csarnok északi falát, és a lehült buga kiszállítására kocsit létesítettek.

A hengersoron lepergő reve a revekutakban összegyülve néhány hónapos hengerlés után dugulásokat okozott. Kézi erővel, vedrekkel, csatárláncot alkotva kellett felhozni az összegyült revét. Az ülepítést gát- és a csatornarendszer átalakításával, a reve eltávolítást pedig markolók megépítésével oldották meg.

A termelés folyamatosságát több nagyobb üzemzavar akadályozta. Egyik esetben például kormányosi gyakorlatlanság, illetve figyelmetlenség miatt az előnyújtónál hengerlés közben a billenőasztal alá futott be egy buga és a billenőasztal emelőberendezését csaknem teljesen összetörte. A gépészeti szakemberek, ideiglenes megoldással, 24 órán belül üzemképessé tették a billenőasztalt.

A kemencénél gyakori boltozat, tűzhíd és tartópillér beszakadások jelentkeztek. Üzem alatti javításokkal, ideiglenes megoldásokkal a több napos állásidőket sikerült elkerülni.

A kemence előtti beadó gurítósor egyedi meghajtású gurítóinál alkalmazott nyeles tengelyek fogazása igen hamar lemorzsolódott. Az anyagbeadás hosszú időn keresztül kézi erővel, stangázással, fogózással történt. A beadógurítósort 1958-ban építették át csoportos meghajtásra, ami a gyakori üzemzavarokat megszüntette.

A technológiai szerszámok kialakításában is jelentős módosításokat kellett végrehajtani. A zárt szekrényű kivezetőkből a lefejtőkéseket a kifutó darab gyakran kilökte és ezzel anyagelakadást, rácsavarodást okozott. A kivezető szerelvényeket több részből álló, könnyen szerelhető, rúgós felfüggesztésű késekre alakították át. A bevezető falak talpkiképzését módosították és leszorító csavarjait erősebbre cserélték ki.

A Középhengerműben végrehajtott jelentősebb fejlesztések

A technológiai körülmények javulásával a hengersor teljesítménye egyenletesen növekedett. A kapacitás összhang megteremtése érdekében szükségessé vált a szűkkeresztmetszetként jelentkező berendezések megfelelő fejlesztése.

Az eredetileg tiszta generátorgáz, illetve kohógáz tüzelésre tervezett 30 t/ó teljesítményű tolókemence már az 50-es évek végén sem tudta ellátni a hengersort meleganyaggal. A gázelőmelegítésre beépített rekuperátorok igen hamar eltömődtek a generátorgázban lévő kátránytól, valamint a kohógázban lévő nagy mennyiségű szállóportól. Először 1800 Kcal/Nm^3 fűtőértékű kevert gáz alkalmazásával és esetenkénti pakura póttüzeléssel a kemence teljesítményét 45 t/órára lehetett növelni. A további korszerűsítések kapcsán 1963-ban az I-es, két évvel később pedig a II. sz. tolókemencét építették át 65 t/ó teljesítményűre. A tervek készítésénél az 1960-ban megszervezett KGST tanulmányút alkalmával Dnyeprodzserdzsinszk-ben megtekintett középsori tolókemence rajzai szolgáltatták az alapot. Az átépítés során az izzítótér és az előmelegítőtér jelentős növelését végezték el. Igen lényeges módosítás volt a csúszósíneket tartó falazott pillérsorok vízzel hűtött és tűzálló betonnal szigetelt keresztgerendákkal való kiváltása.

1968-ban a rekuperátor rendszer is átépítésre került, a korábbi tűs, illetve egyenes csöves rekuperátorok helyére korszerű, hajlított csöves rekuperátorokat telepítettek. Az égősorok is korszerűsítésre kerültek. Először a csak kohógáz, illetve kevertgáz tüzelésre alkalmas Hahn típusú égőket alakították át földgáztüzelésre. Később az I.sz. tolókemence teljes átépítésre került. A Dunaújvárosban lebontott tolókemence boltozat- és tűzhíd-tartó öntvények felhasználásával, valamint Tüzeléstechnikai Kutató Intézet (TÜKI) által kifejlesztett AXB típusú égők beépítésével egy, a megnövekedett igényeknek megfelelő, nagy üzembiztonságú kemencét építettek. A kemencéhez új műszerezés is készült. Az itt alkalmazott Askánia típusú műszerek automatikus üzemmódot tesznek lehetővé. A különféle védelmeken és biztonsági berendezéseken kívül térhőmérséklet, térnyomás és gáz-levegő arányszabályozási automatika tartozik a kemencéhez. A kemece 500 000 Kcal/t alatti fajlagos hőenergia-felhasználással dolgozik és tiszta földgáz, illetve olaj tüzelésre alkalmas. A II. sz. tolókemence hasonló átépítése előkészítés alatt van.

Az 1960-as évek elején, a termelés emelkedésével a készméretre való darabolás kapacitása bizonyult mindinkább szűknek. Először a meglévő ollógurítósor nyugati végébe egy olasz gyártmányú kisegítő ollót telepítettek. A közös gurítósor miatt ez a megoldás számottevő eredményt nem hozott. 1963-ban egy szellemes megoldással a hűtőpad nyugati végébe, külön munkagörgősorral ellátott ollót telepítettek, aminek eredményeként a darabolásnál korábban jelentkezett szűk keresztmetszet feloldódott.

A hengersor építésével egyidőben a kikészítői munkafolyamatok gépesítéséhez szükséges berendezések beszerzése nem történt meg. Amíg a hengersor telepítésekor Közép-Európa egyik legmodernebb üzeme volt, addig a kikészítő gépesítését egyetlen Demag típusú görgős egyengetőgép képviselte. A hengersor felfutása és ezen belül is az egyengetést igénylő szelvények jelentős mennyisé-

gi növekedése kikényszerítette a kikészítő üzem gépesítését, amit csaknem teljes egészében saját elképzelések és kivitelezések révén valósítottak meg az üzem dolgozói.

A készáru olló után a laposacélok kikészítésének megkönnyítésére gépi rakásoló-berendezést telepítettek. A korábban más célra tervezett északi csarnokot az igényesebb export termékek kikészítésére és tárolására használták fel. A főcsarnok és az északi kikészítő csarnok határvonalára telepítettek két darab Froriep típusú egyengetőgépet, melyek kiszolgáló-berendezésénél bizonyos fokú gépesítést valósítottak meg. Egy görgős egyengető gépet hasonló gépesítéssel a déli szabadtéri darupálya alá telepítettek. A rakásolás és kötegelés azonban még jelenleg is kézi erővel történik. A három görgőgép telepítésével — a nehéz fizikai munka ellenére is — a kikészítő lépést tud tartani a hengersorral.

A kikészítőüzemhez tartozik a bányatámhajlító részleg, amely a hengersor indulásától 1966-ig a Durvahengermű területén dolgozott öt hajlítógéppel és egy daraboló ollóval. Ezt követően tizenkét évig külső területen végezték a bányatámok hajlítását két hajlítógéppel, melyet egy toronydaru szolgált ki. Legutóbb ezt az üzemrészt áttelepítették a főcsarnok északi udvarára. Itt fedett műhelyben két régi és két újonnan épített gép dolgozik. A kezelő és kiszolgáló személyzet munkahelye kulturáltabb lett, de a gépek kiszolgálása, a kötegek összerakása és csomagolása jelenleg is nehéz fizikai munkát kíván.

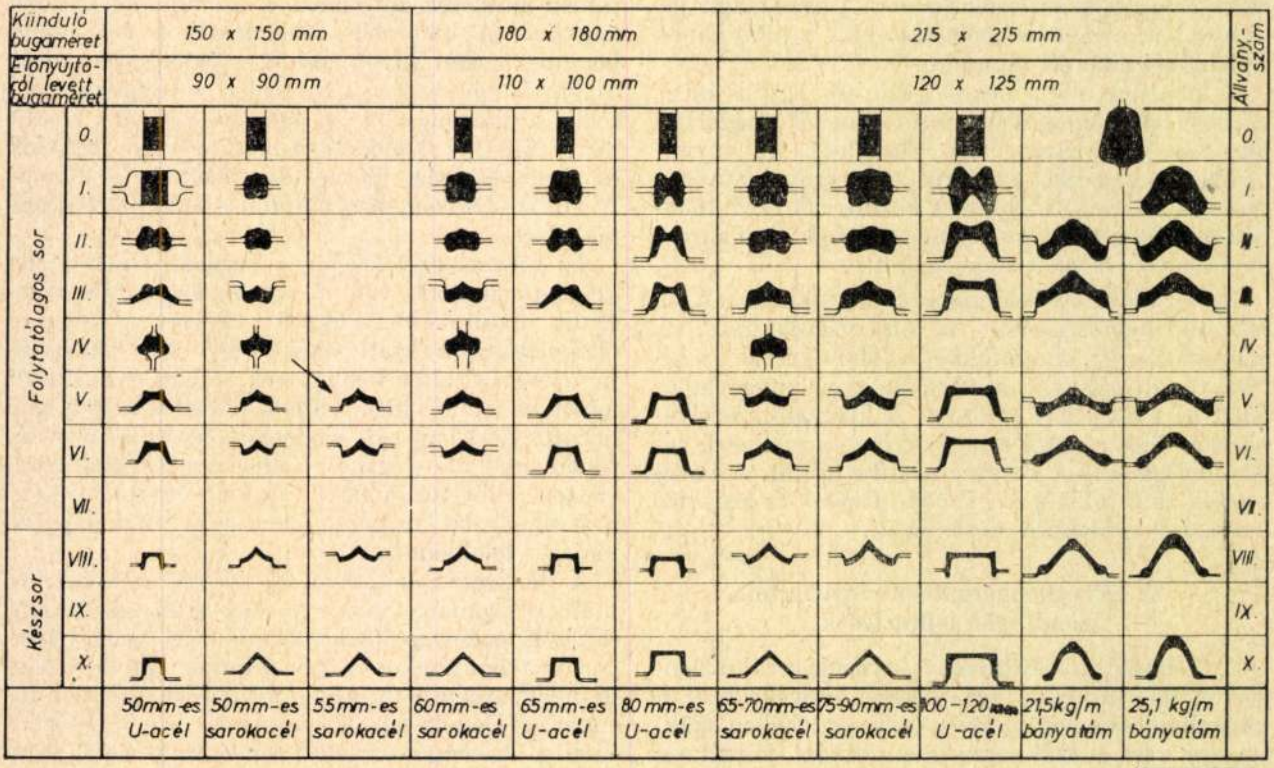
A hengersor üzemeltetésének első tíz éve alatt a két vasbeton főcsarnok és annak betonhéj tetőszerkezete igen sok nehézséget okozott. A darupályákat tartó betonoszlopok töredezése, valamint a tetőszerkezetből lehulló betondarabok a balesetveszély mellett sok esetben az üzemelést is akadályozták. A nagyjavítások során a darupályák átépítése, a tartóoszlopok megerősítése, illetve kiváltása mindig nehéz feladatot jelentett. A betonhéjú tetőszerkezetet hullámlemezes borításra több lépcsőben, folyamatos üzemelés mellett építették át. A hengersor feletti tetőátépítés időszakában a sorozat mellé, ideiglenes vágányra telepített gőzdaru biztosította a hengerlés feltételeit.

A folytatólagos és készsorozat hengersorvonó motorainak egyenárammal történő ellátását kezdetben Ward-Leonard gépcsoport biztosította. A hatvanas évek végén higanygőz-, majd később korszerű szilicium egyenirányító berendezés került beépítésre.

Az üzemzavarok csökkentése érdekében szükségessé vált a hengersor segédberendezéseinek a fejlesztése is. Az előnyujtó munkagörgősorát, a billenőasztal és a melegolló egyedi meghajtású gurítóit közlőműves rendszerűre építették át. A hűtőpad ferdegörgőinek kúpkereteit kardáncsuklókkal helyettesítették. Korszerű méretállító berendezés épült mindkét készáru ollóhoz. Az üzem ipari vízhálózatába saját fejlesztésű, tangenciális szűrőket kapcsoltak be.

A hetvenes évek elején a hengersori főhajtások meghajtószekrényeiben a fogaskerekek fáradásos jellegű fogkitöredezése sorozatban jelentkezett. Ideiglenes megoldásként ún. kényszer technológiák kerültek bevezetésre, azaz a folytatólagos soron egyes állványok kihagyásával, kisebb kiindúló szelvényből, erőszakolt üregezéssel ment a hengerlés. A meghibásodott fogaskerekek pótlá-

A FOLYTATÓLAGOS ÉS KÉSZSOR SZÚRÁSTERVE



2. ábra. A folytatólagos és készsor szúrá sterve

KL-593-2

sát soron kívüli legyártással, illetve a Schloemann cégtől való sürgős beszerzéssel oldották meg. Ebben az időben a főhajtások csaknem valamennyi fogaskereke kicserélésre került.

Az elmúlt huszonöt év alatt a hengersor üregezését is jelentősen továbbfejlesztették.

A trió előnyujtó üregezésének többszöri módosításával jelentős hengertartósság növelés, valamint az igen sokféle kiinduló buga nagyszámú csökkentése vált lehetővé. Egy univerzális előnyujtó kialakításával háromra egyszerűsödött a kiinduló bugaméterek száma. A folytatólagos sori hengereknél gyakorlatilag minden szelvény üregsorát átalakították a hengerlés során nyert tapasztalatok alapján. A termékválasztékot a hatvanas évek végén az 50, 65 és 120 mm-es U-tartókkal, valamint az ∅ 25–40 mm-es nyílbordázott betonacélokkal bővítették. Az üzem szelvényeinek jelenlegi összefoglaló szúrásterve a folytatólagos és a készsoron a *2. ábrán* látható.

Fejlesztési kísérletek

A hengersoron többször is végeztek kísérleteket I-acélok gyártására. A különféle üregezési elképzelések ellenére ezen szelvények gyártását üzembiztosan nem tudták megvalósítani. Egyrészt az alkalmazható fazonszúrások száma kevés, másrészt mivel az egymást követő szúrásokban a szál azonos irányba halad és ez meggátolja az első csuka képződését, a rácsavarodási veszély igen nagy.

A 40×40×4 mm-es sarokacél hengerlését is kipróbálták. A kis folyométersúly, a nagy darabolási szám és az átvonszolások ideje alatti gyors lehülés miatt a folyamatos gyártás akadályokba ütközött.

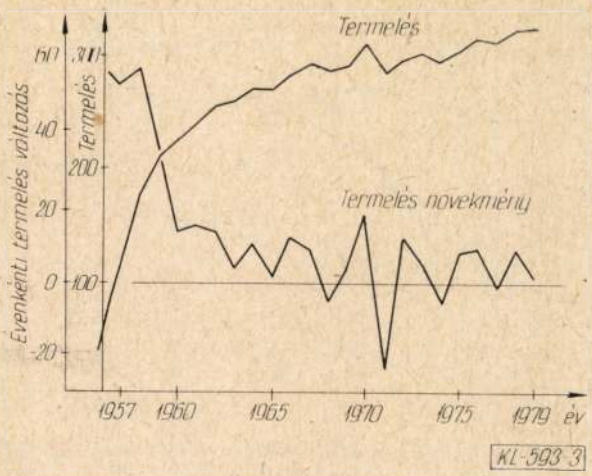
Kísérletek történtek az 50×50×5 mm-es sarokacél átvezetővel való hengerlésére. Fordítási bizonytalanság miatt a folytatólagos sorról a kész előtti állványba való átvezetés ennél a szelvénynél nem sikerült. Betonacélok ezen állványoknál biztonsággal voltak átvezethetők.

A melegollón az optimális — a készméret egészszámú többszörösére történő — darabolás technikai feltételeinek megteremtése jelenleg folyik. A megvalósításhoz nélkülözhetetlen hosszmérést ipari televíziós rendszerrel kívánják megoldani.

A kikészítői tevékenység gépesítésére a nyugati készáru olló után kísérleti jelleggel folyamatos munkavégzésre alkalmas gépi berendezést telepítettek. Elsősorban a hűtés elégtelensége és a telepítés zsúfoltsága miatt nem vált be a kísérleti berendezés.

A hengersor jelenlegi helyzete

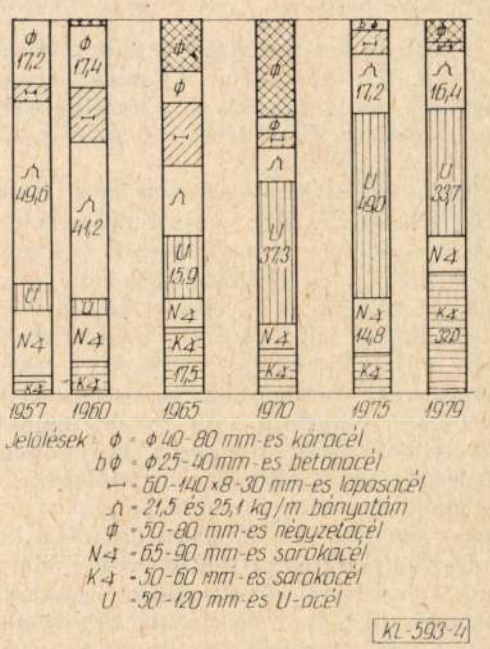
A sorozaton az üzembehelyezés évétől 1960-ig igen jelentős a termelés és a termelékenység növekedése. A begyakorlottság és a technikai korszerűsítések hatására a következő tíz évben is évről-évre nőtt a termelés, ugyanakkor fokozatosan csökkent az évenkénti termelésváltozás. A hetvenes évektől kezdődően az éves termelés 310 000 tonna, a termelékenység pedig a 40 t/üz.ó.



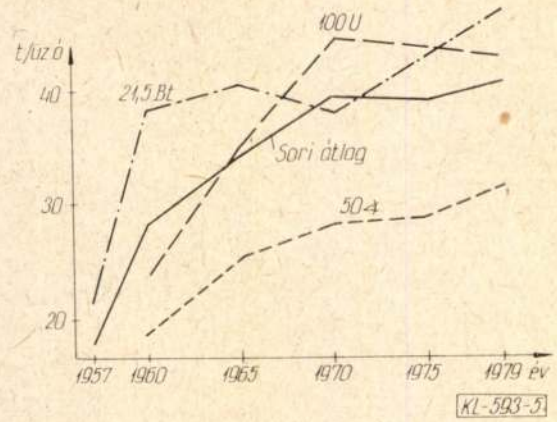
3. ábra. A Középhengermű termelésének fejlődése

érték körül állandósult. *(3. és 5. ábra)* Ennek oka, hogy a hengersor teljesítménye — adott gyártmányösszetétel mellett — megközelítette a nagyobb rekonstrukció nélkül elérhető maximális értéket, az ún. technológiai optimumot. A minőségi mutatók alakulásában is egy bizonyos fokú állandósulási tendencia figyelhető meg. A selejt és anyagfelhasználat, valamint a gáz- és villamenergia fajlagos értékei csak kismértékben, — elsősorban a szelvényösszetétel alakulásának megfelelően — változtak. (6. ábra)

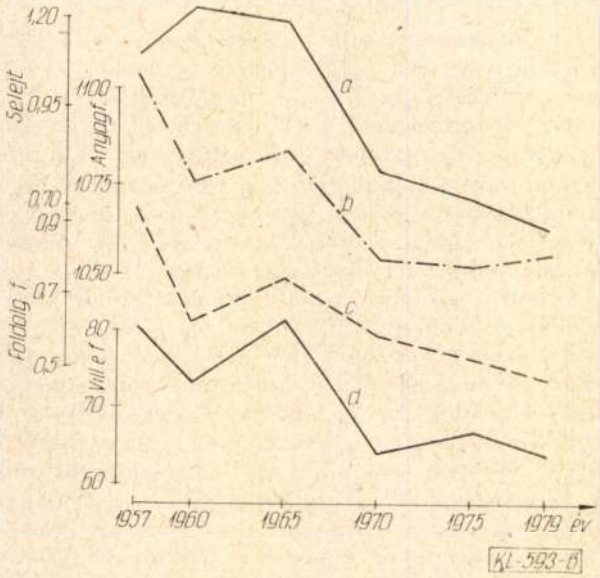
Az üzem gyártmányválasztéka az utóbbi néhány évben a Nemesacélhengermű üzembehelyezésével jelentősen megváltozott, szakosodott. A korábbi viszonylag széles szelvényválasztékból a lapos, négyzet, betonkör és köracélok gyártását új hengersorokon végzik. A hengersor gyártmányválasztéka így a három fazon szelvényre: bányatámra, U-acélra és szögacélra szűkült *(4. ábra)*. A termékszerkezetben bekövetkezett változás átalakította a korábbi rúd- idom hengerművet egy-



4. ábra. A szelvényösszetétel változása %-ban



5. ábra. A termelékenység fejlődése a főbb szelvényekből



6. ábra. A minőségi mutatók változása

a selejt, b anyagfelhasználat (kg/t), c fajlagos hőenergia felhasználás ($x10^6$ kcal/t) d fajlagos vill. energia felhasználás (kWó/t)

célú, idomacél hengersorrá. A változásnak sok előnye van. Előtérbe került a sorozat egyenletes kihasználása, az egységesítés, a korábbi sokoldalúsággal szemben. Ezzel lehetőség nyílt a kapacitások jobb kihasználására.

Az üzem alapvetően szerkezeti acélminőségekből a GOSZT, DIN és MSz szerinti minőségekben és méretekben szállítja gyártmányait megrendelőinek. Ugyanakkor, a lehetőségeken belül, a vevők különleges igényeit is igyekszik kielégíteni. Néhány ezek közül: élessarkú coll méretű sarokacél rendelés a Heluán-i hidhoz; különleges minőségű és hosszméretű betonacélok a budapesti Metro építkezéséhez; olajfolt-mentes tartók szállítása a skandináv államokba; különleges egyenességű és mérettűrésű tartók osztrák megrendelésre.

Az elmúlt huszonöt év során az export értékesítés igen jelentős volt. Már a megindulást követő évben történt szállítás pl. a Melbourne-i olimpiára. Az utóbbi években a tőkés export meghaladta az össztermelés 40%-át, a szocialista export pedig a 30%-át. A 70%-ot meghaladó export hányad mellett az elismert reklamációk értéke nem éri el a 0,01%-ot. Ez az érték a megtűrt szinten van, ami az üzem jó minőségi munkáját mutatja.

A folyamatos termelés biztosításában és a megfelelő minőségi munkában az egyik legnagyobb nehézséget a szakmunkáshiány okozza. Az általános munkaerőhiányon túl az üzemben ez a kérdés súlyosabb formában jelentkezik. Ez a fokozott gond szorosan összefügg a hengersor huszonöt évével. Az üzem indulásakor igen aktív, megfelelő szakképzettségű, zömében 25 és 35 év közötti fiatal munkásgárda alkotta az üzem törzslétszámát. Több éven keresztül a Középhengermű a *Kilián György* Ifjúsági Szocialista Üzem címet viselte. Az akkori fiatalok alkotják ma az üzem középvezetői rétegét, sajnos, csaknem valamennyien, a nyugdíjas életkor küszöbén. Az elmúlt három évben rohamosan megnőtt a nyugdíjba menők száma, s a nyugdíj miatti létszámcsökkenés tetőzése az elkövetkező években várható. Ugyanakkor az utánpótlás sem szakmai végzettségben, sem létszámban nem elégíti ki a szükségleteket. A súlyos szakmunkáshiány enyhítésére 1977-től évenként intenzív hengerész-forrasztár szakmásító tanfolyamot szerveznek az üzem dolgozói részére. Ezeken a tanfolyamokon minium 5 éves munkahelyi gyakorlat után öt hónap alatt szerezhetnek szakmunkás képzettséget és bizonyítványt, akik a vizsgát sikeresen leteszik. A tanfolyam ideje alatt a hallgatók munkavégzés alól mentesülnek, átlagbért kapnak, az oktatás költségét pedig a vállalat biztosítja.

A Középhengermű további fejlesztési lehetőségei

Jelentősebb teljesítmény növekedést technológiai optimum határán dolgozó hengersornál csak alapvető átépítéssel lehet elérni. A Középhengermű esetében egy nagyarányú rekonstrukciót egyebek mellett kérdésessé tesz, hogy a sorozat terjeszkedési lehetőség nélküli, körülhatárolt területen, salakhalnára épült, csarnokai és darupályái vasbeton szerkezetűek. A rossz altalaj miatt a hengersori berendezések alapjai és az épület sem stabil, az alapok mozgását az éves nagyjavításoknál kell kiegyenlíteni. Ezért a sorozaton az elkövetkezendő években csak kisebb fejlesztéseket célszerű megvalósítani.

A Nemesacélhengermű üzembehelyezésével bekövetkezett termékszerkezet szűkülés a már említett kedvező hatások mellett lehetővé teszi a sorozat elrendezésének bizonyos módosítását. Ugyanis a rúd- idom szelvények gyártására telepített hengersor egyes vertikális állványai a bekövetkezett és tartósnak igérkező szelvényválaszték szűkülésel használaton kívülivé váltak. 1976-tól a gyártmányok mindössze 2%-ánál van szükség a VII. és a IX. vertikális állvány beépítésére.

Viszonylag csekély költséggel a folytatólagos sor utolsó függőleges elrendezésű hengerállványa — mely kizárólag rúdszelvények gyártásnál használatos — átépíthető vízszintes állvánnyá. Ezzel a módosítással a sorozaton a fazon szúrások száma eggyel növekedhet. A Középhengermű folytató-

lagos során a jelenlegi hét fazon szúrás helyett, nyolc alakító szúrás alkalmazásával az idomszelvények üregezése teljesen új alapokra helyezhető, az üzem termékválasztéka az U-tartóknál és szögacéloknál jelentősen kiszélesíthető. Az átalakítással lehetőség nyílik a fazon szelvények gyártására jobban megfelelő, kedvezőbb technikai adottság, a könnyített szelvények gyártására is alkalmas sorozat kifejlesztésére.

A szűkös telepítési viszonyok mellett is van lehetőség a 65 t/ó névleges teljesítményű tolókemence további kapacitás növelésére. A homlokégősor áthelyezésével a kemence hasznos hossza két méterrel megnövelhető, aminek révén a kemence hőkiegyenlítő terében lévő anyag visszahűtése elkerülhető. A kidobó oldal befedése a fajlagos gázenergia felhasználási értéket és a reveveszteséget is jelentősen csökkenti. Vízzel hűtött gurítósorok más kemencéknél is üzembiztosan működnek.

A hengersor fejlesztésével párhuzamosan a kikészítő gépesítését is tovább kell fejleszteni. A korábbi, saját erőből végzett kísérletek minimális eredményei miatt, a teljes rakásoló berendezések beszerzése célszerű.

A hengersor fejlesztésével párhuzamosan a kikészítő gépesítését is tovább kell fejleszteni.

A viszonylag nem fiatal, de még nem is korszerűtlen hengersor a vázolt kisebb fejlesztésekkel az elkövetkezendő tíz év során jelentős gazdasági, ezen belül a termelékenységi eredményekben folyamatos fejlődést érhet el.

A mélyhúzás kezdeti stádiumának elemzése ultrahang térben végzett alakításkor

DR. TISZA MIKLÓS aspiráns
Nehézipari Műszaki Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

DK: 621.983 : 539.417

A tanulmány megállapítja, hogy a veszélyes zóna képződését jelentő lokális falvastagság-csökkenés a mélyhúzás két jól elkülöníthető szakaszában, az ún. kezdeti és általános stádiumában egyaránt végbemegy. Elméleti úton bizonyítja, hogy az erőteljesebben keményedő anyagok jobb húzhatósága a mélyhúzás általános stádiumának korábbi bekövetkezésével is összefügg. Ugyancsak elméleti úton bizonyítja, hogy az akusztikai lágyulás következtében a kezdeti szakasz meghosszabodik.

Bevezetés

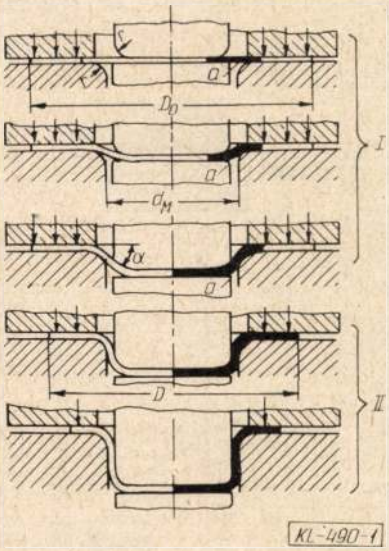
A mélyhúzással egy húzási fokozatban megvalósítható alakváltozást alapvetően meghatározza az ún. veszélyes keresztmetszet kialakulása, amelyben a fellépő húzóerő hatására jelentős falvastagság csökkenés következik be. A húzási viszonyt éppen e veszélyes keresztmetszet plasztikus instabilitása korlátozza azáltal, hogy az itt bekövetkező falvékonyodás teherbíróképesség-csökkentő hatását az alakváltozási keményedés már nem képes kompenzálni. Ez további intenzív falvékonyodáshoz (befűződéshez) és végül töréshez vezet.

Romanovszkij [1,2] mutatott rá arra, hogy e veszélyes keresztmetszet kialakulása a mélyhúzási folyamat két jól elkülöníthető fázisában megy végbe, amelyek a következők:

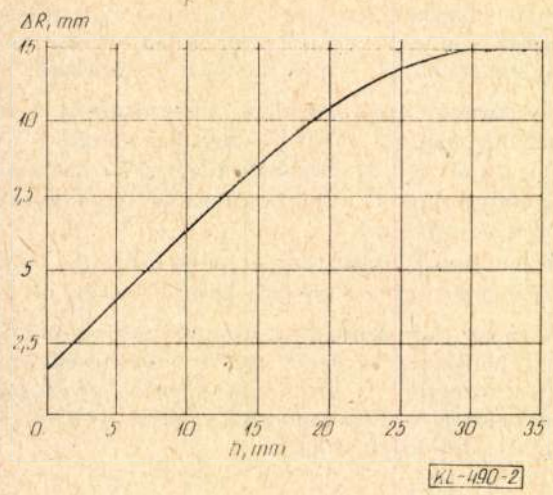
1. a mélyhúzás ún. „kezdeti stádiuma", amelyben a képlékeny alakváltozás a bélyeg és matrica közötti húzórésben „szabadon" alakváltozó anyagrészre korlátozódik, a lemezperem elmozdulása nélkül *(1. ábra)*;
2. a mélyhúzás ún. „általános stádiuma", amelyben megkezdődik a lemezperem képlékeny alakváltozása és a lemez a matricán keresztül haladva elnyeri kívánt alakját.

E két szakasz létét olyan kísérletsorozattal igazolhatjuk, amely során a bélyeg elmozdulását fokozatosan növelve, mérjük az egyes bélyegelmozdulásokhoz tartozó lemezperem elmozdulást. A *2. ábrán* a lemezperem elmozdulását ábrázoltuk a bélyeg elmozdulás függvényében, az ábra a lemezperem elmozdulásának késését mutatja és az előzőekben említett két stádium meglétét alátámasztja. (Azt, hogy a kezdeti stádiumban nemcsak rugalmas alakváltozás megy végbe a később ismertetendő alakváltozási analízis igazolja.)

E kezdeti stádium külön figyelmet érdemel, hiszen mindaddig, amíg a lemezperem elmozdulása meg nem kezdődik, az alakváltozás teljes egészében a húzórésben szabadon alakváltozó anyagrészre korlátozódik; mivel a lemezperemet ez esetben mint nem mozgó — befogott — peremet te-



1. ábra. A mélyhúzás kezdeti (I.) és általános (II) stádiumának sematikus vázlata



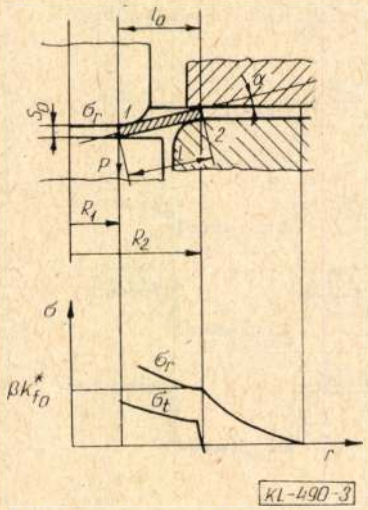
2. ábra. A lemezperem elmozdulása (ΔR) a bélyeg elmozdulás függvényében

kinthetjük, a lokálisan alakváltozó zóna alakváltozása a bélyegen átadódó húzófeszültség hatására jelentős falvékonyodáshoz vezet, amely a további húzás során megvalósítható alakváltozást számottevően befolyásolja. A következőkben ezért e kezdeti stádium alakváltozási és feszültségi állapotát elemezzük, figyelembe véve a szerszámgeometria hatását is.

1. Az ultrahangos mélyhúzás alakváltozási és feszültségi jellemzői

A mélyhúzás kezdeti stádiumának elemzésénél az alábbi feltételezéseket tesszük:

1. A kezdeti stádiumban a lemezperemt rögzítettnek, a húzóbélyeg és a matrica rádiusz között alakváltozó zónát pedig csonkakúp alakúnak tekintjük *(3. ábra)*.
2. A kezdeti stádiumban az R_1, R_2 rádiuszok gyakorlatilag állandónak vehetők; a tangenciális alakváltozást e szakaszon első közelítésben zérusnak tekinthetjük.
3. A szabadon alakváltozó zóna pontról-pontra



3. ábra. A kezdeti stádium geometriai viszonyai és a feszültségeloszlás a sugár függvényében

változó radiális alakváltozását közepes értékével helyettesítjük és állandónak vesszük.

Felhasználva az első feltételt, mely szerint e zónát kúpfelülettel közelíthetjük, a radiális logaritmikus nyúláskomponensre

$$\varphi_r = \ln \frac{l}{l_0} \tag{1}$$

adódik, amely a 3. ábrából nyerhető geometriai összefüggésekkel a

$$\varphi_r = \ln \frac{1}{\cos \alpha} \tag{2}$$

alakra hozható. Az előző feltételek, valamint a térfogatállandóság ($\varphi_r + \varphi_t + \varphi_z = 0$) törvényéből a

$$\varphi_z = -\varphi_r = \ln \cos \alpha \tag{3}$$

következik, amely a lemezvastagság irányú alakváltozást adja meg az α-szög függvényében. Az összehasonlító valódi alakváltozást a (2) és (3) összefüggések figyelembevételével a

$$\varphi_\alpha = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{1}{\cos \alpha} \tag{4}$$

kifejezéssel jellemezhetjük. A rugalmas alakváltozás határát a 0,2% maradó nyúlással jellemezve az előző összefüggésből $\alpha_r = 3{,}37°$ adódik, azaz a kezdeti stádiumban a képlékeny alakváltozás $\alpha > 3{,}37°$-nál áll fenn.

A kezdeti stádiumban a lemezvastagság irányú normál feszültségi komponens zérussal egyenlő ($\sigma_z = 0$). Ebből, valamint a $\varphi_t = 0$ feltételből a Hencky-féle anyagegyenletek

$$\varphi_r = \frac{3}{2D}(\sigma_r - \sigma_m),$$
$$\varphi_t = \frac{3}{2D}(\sigma_t - \sigma_m), \tag{5}$$
$$\varphi_z = \frac{3}{2D}(\sigma_z - \sigma_m)$$

felhasználásával a

$$\sigma_t = \frac{\sigma_r}{2} \tag{6}$$

összefüggésre jutunk, amely érvényes az egész szabadon alakváltozó tartományban, de nem teljesedik annak határpontjain. A (6)-egyenletből, valamint a $\sigma_z = 0$ feltételből következik, hogy a szabadon alakváltozó zóna kéttengelyű húzófeszültségi állapotban van. A folyási feltételt az ultrahang rezgések szuperpozíciójának figyelembevételével (3) a

$$\sigma_r - \sigma_z = \beta k_f^* \tag{7}$$

összefüggéssel írhatjuk fel, ahol

$$k_f^* = k_f - \frac{\omega A_0 E}{c} e^{\varphi} \tag{8}$$

A feszültségi-egyensúlyi egyenletet

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_t}{r} = 0 \tag{9}$$

a (6), (7) és (8) összefüggések együttes figyelembevételével megoldva a

$$\sigma_r = -\frac{\beta k_f^*}{2} \ln r + C \qquad (10)$$

kifejezésre jutunk. Az $r = R_2$-nél $\sigma_r = \beta k_{f0}^*$ peremfeltétel behelyettesítésével a

$$C = \beta\left(k_{f0}^* + \frac{k_f^*}{2} \ln R_2\right) \qquad (11)$$

$$\sigma_r = \beta\left(k_{f0}^* + \frac{k_f^*}{2} \ln \frac{R_2}{r}\right) \qquad (12)$$

kifejezéseket kapjuk. A szabadon alakváltozó zóna síkfeszültségi állapotából következik, hogy az összehasonlító (redukált) feszültség

$$\sigma_{ö} = \sqrt{\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_t + \sigma_t^2}, \qquad (13)$$

amely a $\sigma_t = \sigma_r/2$ figyelembevételével a

$$\sigma_{ö} = \frac{\sqrt{3}}{2} \sigma_r \qquad (14)$$

alakra hozható. A σ_r kifejezésében szereplő β-értéke a $\varphi_t = 0$ és $\varphi_r = -\varphi_z$ összefüggésekből $\beta = 2/\sqrt{3}$ (4) így

$$\sigma_{ö} = k_{f0}^* + \frac{k_f^*}{2} \ln \frac{R_2}{r} \qquad (15)$$

adódik. A (12)—(15)-összefüggések elemzéséből látható, hogy a σ_r és σ_t feszültségkomponensek, következésképpen az összehasonlító vagy redukált feszültség is maximális értékét a szabadon alakváltozó zóna fenékrészhez csatlakozó peremén ($r = R_1$-nél) éri el (3. ábra). Ennek megfelelően itt a legnagyobb az alakváltozási intenzitás és a falvékonyodás is. A (3)-összefüggésből az is következik, hogy a falvékonyodás annál nagyobb mértékű, minél később kezdődik meg a mélyhúzás általános stádiuma, azaz a perem képlékeny alakváltozása.

A mélyhúzás második szakasza akkor kezdődik meg, amikor a szabadon alakváltozó részen az alakváltozás hatására megnövekedett alakítási szilárdság felülmúlja az összehasonlító (redukált) feszültség maximumát. Ekkor a képlékeny alakváltozás átterjed a lemezperemre és megindul a mélyhúzás „általános stádiuma". Ennek meghatározásához ismernünk kell az anyag keményedési tulajdonságait. Gyakorlatilag kielégítő pontosságú megoldásra jutunk a

$$k_f = k_{f0} + \pi \varphi_{ö} \qquad (16)$$

lineáris keményedési törvény alkalmazásával. A második szakasz kezdetét jelentő — az előzőekben szavakban megfogalmazott — feltételt matematikailag a

$$\sigma_{ö,\max} = k_f^*(\varphi_{ö}) \qquad (17)$$

egyenlettel fejezhetjük ki, amely részletesen kiírva a

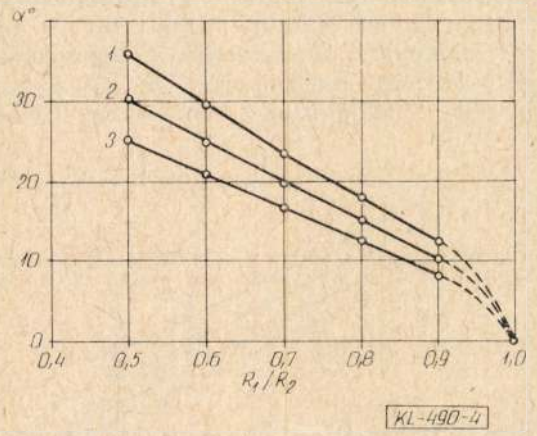
$$k_{f0} - \frac{\omega A_0 E}{c} + \frac{1}{2}\left[k_{f0} + \pi \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{\omega A_0 E}{c} \frac{e^{2/\sqrt{3}}}{\cos \alpha}\right] \cdot \ln \frac{R_2}{R_1} = k_{f0} + \pi \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{\omega A_0 E}{c} \frac{e^{2/\sqrt{3}}}{\cos \alpha} \qquad (18)$$

összefüggésre vezet. Ebből α-értékét $A_0 \neq 0$ esetben (ultrahangos mélyhúzás) csak numerikus úton határozhatjuk meg. Hagyományos mélyhúzásnál ($A_0 = 0$) a (18)-kifejezésből α közvetlenül kifejezhető, értékét az

$$\alpha = \arccos \exp\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{k_{f0}}{\pi} \frac{\frac{1}{2} \ln \frac{R_2}{R_1}}{1 - \frac{1}{2} \ln \frac{R_2}{R_1}}\right) \qquad (19)$$

egyenlettel számíthatjuk.

Az előző kifejezések felhasználásával különböző anyagminőségekre (Al 99,5 alumínium, C 10 lágyacél és KO 36 austenites króm-nikkel acél anyagokra) változó rezgési amplitudók mellett meghatároztuk α-határértékeit. A *4. ábrán* hagyományos mélyhúzásra vonatkozó α-értékeket ábrázoltuk a szerszámgeometriára jellemző R_1/R_2 viszonyszám függvényében. A diagramból jól látható, hogy minél intenzívebben keményedik az anyag, annál hamarabb fejeződik be a mélyhúzás első (jelentős lokális falvékonyodással járó) stádiuma és kezdődik meg a lemezperem képlékeny alakváltozása. Ez összhangban van az erőteljesebben keményedő anyagok jobb húzhatóságával: minél hamarabb fejeződik be ugyanis az első stádium, annál kisebb



4. ábra. Az általános stádium kezdetéhez tartozó határszög a szerszámgeometria függvényében különböző anyagok esetében: 1-Al 99,5; 2-C 10; 3-KO 36

1. táblázat

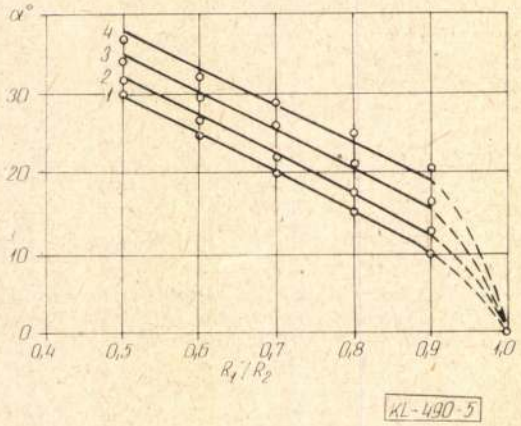
Az alakváltozási jellemzők értékei a kezdeti stádium végén különböző α-értékekhez

Határszög α_{krit} (fok)	Radiális alakváltozás φ_r —	Közepes falvastagságcsökkenés Δs_m (%)	Összehasonlító alakváltozás $\varphi_{ö}$ —
5	0,004	0,42	0,0044
10	0,015	1,52	0,0176
15	0,034	3,47	0,0399
20	0,062	6,22	0,0715
25	0,098	9,84	0,1131
30	0,144	14,48	0,1654

a határ húzási viszonyt korlátozó falvékonyodás ebben a szakaszban.

Az *1. táblázatban* a — különböző értékeihez tartozó közepes falvastaság — csökkenést, valamint a radiális és az összehasonlító valódi nyúlást adtuk meg. Ebből, valamint az 4. ábrából látható, hogy kedvezőtlen szerszámgeometria (kis R_1/R_2 viszony) esetén már a mélyhúzás kezdeti stádiumában olyan jelentős falvastagság-csökkenés megy végbe, amely a későbbikeben megvalósítható alakváltozást számottevően korlátozza (például C 10-es lágyacél esetén, $R_1/R_2 = 0{,}6$-nál $a_h = 24{,}75°$. amely közel 10%-os falvékonyodást jelent már ebben a szakaszban.

Az *5. ábrán* különböző rézgési amplitudókhoz tartozó a értékeit tüntettük fel az R_1/R_2 függvényében C 10-es lágyacélra. (A diagramok a többi anyagra is azonos jellegűek.) A rezgési amplitudó növekedésével az általános szakasz kezdetét jelentő a-értékek növekedése figyelhető meg, az amplitudóval fokozódó mértékben. Ez az akusztikai lágyulással összhangban azt eredményezi, hogy ultrahangos húzásnál a hosszabb kezdeti szakasz miatt, az ebben a tartományban lejátszódó lokális falvastagság-csökkenés az amplitudó növekedésével fokozódó mértékben felülmúlja a hagyományos mélyhúzásnál bekövetkező falvékonyodást. Összehasonlításul a *2. táblázatban* feltüntettük a kezdeti stádium végéhez tartozó a_{krit} értékeit, valamint a hozzátartozó közepes falvastagság-csökkenést hagyományos és ultrahangos esetre. Ebből, valamint az 5. ábrából egyértelműen megállapítható, hogy a húzási viszonyt korlátozó falvastagság-csökkenés a kezdeti szakaszban szuperponált ultrahang rezgések hatására fokozódik. A falvastagság-csökkenés növekedése a szerszámgeometriától is igen nagy mértékben függ. $R_1/R_2 = 0{,}5 - 0{,}8$ intervallumban a relatív falvastagság-csökkenés ultrahangos húzásnál 1,5 – 2,5 szeresen felülmúlja a hagyományos mélyhúzásnál adódó értékeket. Következésképpen a határalakíthatóság szempontjából célszerű az ultrahang rezgéseket a perem alakváltozásának megindulása után bekapcsolni.



5. ábra. Az általános stádium kezdetéhez tartozó határszög ultrahangos húzáskor különféle rezgési amplitudók (A) esetén 1—A=0; 2—A=0,004 mm; 3—A=0,008 mm; 4—A=0,012 mm

2. táblázat

A közepes falvastagság-csökkenés változása a kezdeti stádium végén a szerszámgeometria függvényében hagyományos és ultrahangos húzásra

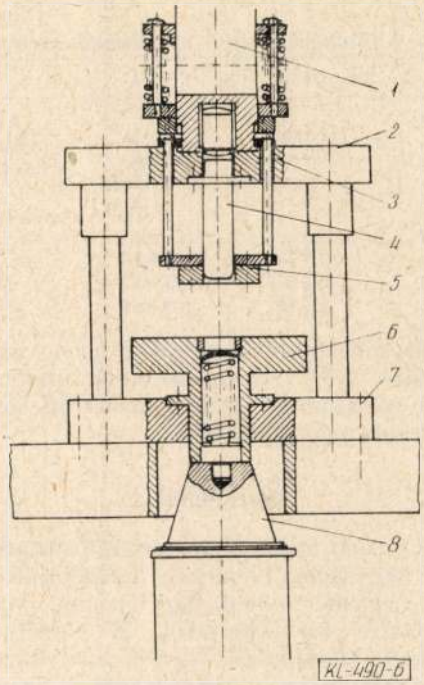
	a^h_{krit} (fok)	Δs^h (%)	a^{uh}_{krit} (fok)	Δs^{uh} (%)
0,5	30,25	14,64	36,85	22,29
0,6	24,75	9,64	32,00	16,40
0,7	19,75	6,06	28,85	13,25
0,8	15,25	3,58	24,75	9,64
0,9	10,25	1,61	20,50	6,54

2. Kísérleti eredmények

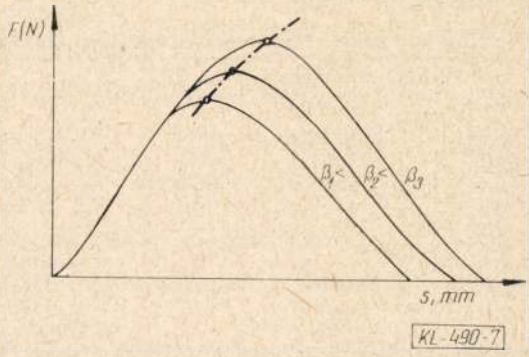
Az előzőkben elemzett elméleti összefüggések kísérleti igazolására radiális matrica rezgetéssel végeztünk kísérleteket. A mélyhúzó szerszámot UIM—50 egyetemes anyagvizsgálógépre szereltük. Az ultrahang keltésére UZG—10U nagyteljesítményű ultrahang generátort, rezgésátalakítóként PMSZ—15A jelű magnetostrikciós átalakítót alkalmaztunk. Az ultrahang rezgések frekvenciáját CSZ—3A digitális frekvencia számlálóval, a rezgési amplitudót UBV—2 érintkezés nélküli vibrométerrel mértük. A húzóerőt UT4—1 egyetemes erőmérő cellával, a húzóbélyeg elmozdulást villamos ellenállás változáson alapuló speciális útjeladóval érzékeltük. Az erő és utadó jeleit TA—5 erősítő hídon át, H 320—5M gyorsregisztrálón rögzítettük. Ugyancsak ezen regisztráltuk az érintkezés nélküli vibrométer amplitudó értékekre kalibrált jeleit is.

A *6. ábra* a kísérleti szerszám vázlatos rajzát mutatja. Az alapszerszámot oszlopos vezetésű szerszámházban képeztük ki. Az anyagvizsgálógép (1)-nyomófejét közvetlenül a felső szerszámlapban (2) rögzítettük. A nyomófejben nyert elhelyezést. ilá(4)-húzóbélyegre ható erő mérésére szolgáló (3)-erőmérő cella. Ugyancsak a nyomófejen rögzítettük az (5)-ráncfogólap működtetését biztosító rúgós ránctartó egységet. A (6)-akusztikai hullámvezetőt, amely a matrica radiális rezgéseit biztosítja a (7)-alsó szerszámlapban rögzítettük A hullámvezetőhöz a longitudinális rezgéseket adó magnetostrikciós rezgésátalakítót (8) menetes kapcsolattal csatlakoztattuk.

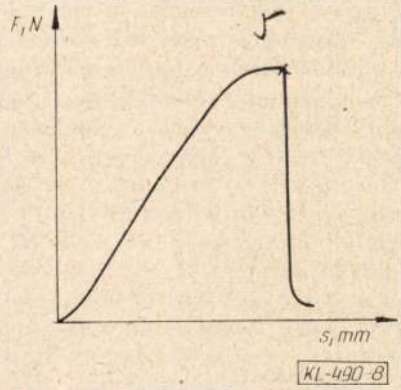
A kísérleteket C 10-es lágyacél lemezeken végeztük. A lemezvastagság 1 mm, a bélyeg átmérő 31,5 mm volt. Elsőként a hagyományos mélyhúzással megvalósítható maximális húzási viszonyt határoztuk meg. A határ húzási viszony meghatározása rendszerint hosszadalmas, sok kísérletezést igényel. Ez lényegesen leegyszerűsíthető, ha felhasználjuk a bélyegerő-bélyegelmozdulás diagramok törvényszerűségeit. A *7. ábrán* növekvő húzási viszonnyal előállított, hibamentes munkadarabok húzóerő-bélyegút diagramjait tüntettük fel. A diagramból a húzási viszony növekedésével a maximális húzóerő (F_{max}) növekedése és helyzetének eltolódása figyelhető meg. A húzási viszony értékét a határalakíthatóságon túl növelve, bekövetkezik a munkadarabok fenekének leszakadása. A határ húzási viszonynál nagyobb értékekhez tartozó alakítóerő-bélyegelmozdulás diagra-



6. ábra. A kísérleti szerszám vázlata
1-nyomófej; 2-szerszám felsőlap; 3-erőmérő cella; 4-húzóbélyeg; 5-ránctartólap; 6-akusztikai hullámvezető a húzógyűrűvel; 7-szerszám alsó lap; 6-magnetostrikciós rezgésátalakító



7. ábra. Húzóerő-bélyegút elmozdulás diagramok jellege hibamentes munkadarabokra növekvő húzási viszony (β) mellett



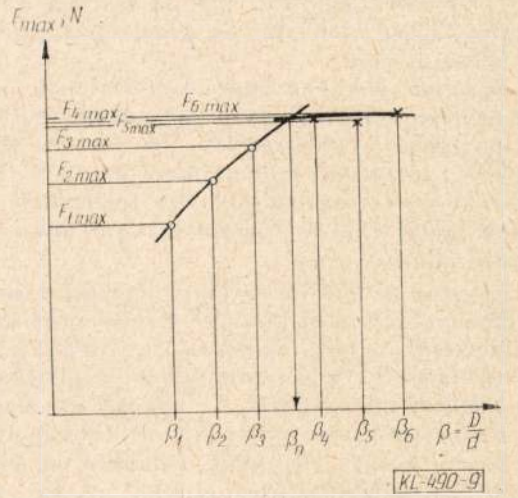
8. ábra. Húzóerő-bélyegelmozdulás diagram jellege a határ húzási viszonynál nagyobb β-esetén

mok jellege a *8. ábrán* figyelhető meg. *Swift* [5] mutatott rá arra, hogy a határ húzási viszony felett β-értékét tovább növelve a fenékszakadást okozó maximális húzóerő közel állandó. Nyilvánvaló, hogy a még éppen jó és a már éppen hibás munkadarabokhoz tartozó erőmaximumok határ esetben egybeesnek. Ez igen egyszerű eszközt ad a kezünkbe a határ húzási viszony meghatározására.

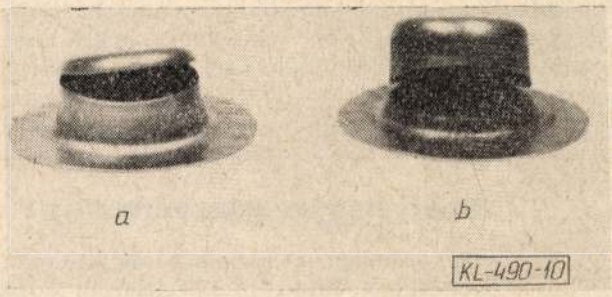
A szerkesztés menetét a *9. ábra* mutatja. A különböző β-értékekhez tartozó erőmaximumokat F_{max}-β koordináta-rendszerben ábrázolva a hibamentes illetve selejtes munkadarabokhoz tartozó görbék metszéspontja a β_h határ húzási viszonyjelöli ki. Így az erőmaximumokat kellő pontossággal mérve a határ húzási viszony 6 próbatesttel megbízhatóan kijelölhető.

Kísérleteink során az előzőkben ismertetett módszert alkalmaztuk. Hagyományos mélyhúzásnál az irodalomban közölt határ húzási viszonyt, mint bázis adatot elfogadtuk [6]. Ezt követően a kiinduló teríték-átmérőket úgy vettük fel, hogy mindkét görbeszakaszra várhatóan három-három pont kerüjön. A kísérleti eredményekből meghatároztuk β_h-értékét, majd ennek szűk környezetében felvett további próbatestekkel ellenőriztük a módszer helyességét. Ez hagyományos mélyhúzásnál minden esetben alátámasztotta az előzőkben kapott eredmények helyességét. Ezt követően elemeztük az ultrahang rezgések határalakíthatóságra gyakorolt hatását.

Mivel az előzetes elméleti analízisből az derül ki, hogy a határalakíthatóságot a kezdeti stádiumban alkalmazott ultrahang szuperpozíció kedvezőtlenül befolyásolja, olyan kísérlet-sorozatot



9. ábra. A határ húzási viszony meghatározásának elvi ábrája



10. ábra. A határ húzási viszonynál nagyobb átmérőről húzott munkadarabok tört felülete
a) hagyományos húzáskor; b) kezdettől szuperponált ultrahangrezgésekkel végzett húzáskor

3. táblázat

A határ húzási viszony és a maximális alakváltozás növekedése különböző rezgési amplitúdók esetén

Hagyományosan				Ultrahang rezgésekkel			
Terítékátmérő D_{0h} (mm)	Húzási viszony β_h —	Max. alakváltozás φ_h	Rezgési amplitúdó A_r (mm)	Terítékátmérő D^{uh}_0 (mm)	Húzási viszony β_{uh} —	Max. alakváltozás φ_{uh}	Alakváltozás növekedés $\Delta\varphi$ (%)
			0,0023	71,0	2,254	0,813	7,7
67,0	2,127	0,755	0,0042	73,5	2,333	0,847	12,2
			0,0065	76,0	2,413	0,881	16,7

végeztünk, amelynél azonos feltételek között kezdettől, illetve változó késéssel bekapcsolt ultrahang rezgésekkel folytattuk a mélyhúzást. E kísérletek messzemenően alátámasztották az elméleti összefüggések helyességét, mivel a kezdettől alkalmazott ultrahang rezgések esetén a fenék szakadása minden esetben hamarabb következett be, mint az optimális késleltetéssel bekapcsolt rezgéseknél. Figyelemreméltó különbség mutatkozik ezen kívül a törés jellegében is. A *10. ábrán* kezdettől bekapcsolt ultrahanggal és hagyományosan húzott csészék jellegzetes törete látható. Míg hagyományos húzásnál a szakadás minden esetben a fenék-palást átmenetnél következik be, a kezdettől ultrahanggal húzott darabokon ez áthelyeződik a palást-lemezperem átmenethez. Ez azzal indokolható, hogy a kezdeti stádiumban bekövetkező fokozott falvékonyodás valamint a matrica rádiusznál létrejött akusztikai lágyulás együttes hatására a plasztikus instabilitás elsőként a matrica rádiusznál alakul kn amely a lokális falvastagság csökkenés növekedésével e helyen szakadáshoz vezet.

A kísérleti eredményeket elemezve arra a következtetésre jutottunk, hogy a határalakíthatóság szempontjából legkedvezőbb, ha az ultrahang rezgéseket a statikus erőmaximum 30—35%-ának elérése után kapcsoljuk be. Ezt technikailag az erőmérő-regisztráló rendszerbe iktatott mikrokapcsolóval oldottuk meg.

Ezek után az előzőkkel teljesen azonos kísérleti körülmények között különböző rezgési amplitudók alkalmazásával meghatároztuk a határ húzási viszony értékét. Az eredményeket összefoglalóan a *3. táblázat* tartalmazza. A táblázatban megadtuk a hagyományos (ultrahang nélküli) mélyhúzás határ húzási viszonyát, valamint az ehhez tartozó határalakíthatóság értékét is. Az ultrahangos húzás alakváltozási paramétereit elemezve megállapítható, hogy ultrahang rezgések alkalmazásával a határalakíthatóság számottevő növekedése következik be. $A = 0{,}004—0{,}008$ mm rezgési amplitudó tartományban a valódi összehasonlító alakváltozás 8—17%-os növekedése figyelhető meg. Ez a vizsgált átmérő tartományban igen jelentősnek tekinthető, mivel a hagyományosan húzható ∅67 mm-rel szemben ultrahanggal ∅76 mm-es kiinduló teríték-átmérőjű lemez is hibamentesen mélyhúzható.

Összefoglalás

Az egy húzási fokozatban megvalósítható alakváltozás nagyságát elemezve megállapítottuk, hogy az nagymértékben függ az ún. veszélyes keresztmetszet kialakulásától. E veszélyes keresztmetszet kialakulása már a mélyhúzás ún. kezdeti stádiumában bekövetkezhet, amely a határalakíthatóságot jelentősen csökkentheti. Elméleti úton bizonyítottuk, hogy az erőteljesebben keményedő anyagok jobb húzhatósága összefügg a mélyhúzás általános stádiumának (a lemezperem képlékeny alakváltozásának) korábbi bekövetkezésével. Radiális matrica rezgések hatását elemezve megállapítottuk, hogy az akusztikai lágyulás következtében a kezdeti szakasz meghosszabbodik, amely az itt bekövetkező falvékonyodás következtében a határalakíthatóságot csökkenti. Ezért az ultrahang rezgéseket célszerű a lemezperem alakváltozásának megindulása után bekapcsolni. Optimális késéssel szuperponált ultrahang rezgésekkel a határalakíthatóság mintegy 17%-os növekedését mértük.

IRODALOM

[1] *Romanovszkij, V. P:* Analiz naprjazsenno-deformirovannovo szosztoánia v nacsalnoj sztadii processza glubokoj vitjazski, Kuzn. Stamp. Proizv., 1967, N. 12.

[2] *Romanovszkij, V. P:* Processz obrazovánia i raszcset procsnoszti opasznovo szecsenia pri glubokoj vitjazski, Kuzn. Stamp. Proizv., 1968, N. 9.

[3] *Tisza, M.—Romvári, P:* Effect of superimposed ultrasonic vibrations on the mechanism of plastic deformation Publ. of Techn. University of Heavy Industry, Ser. C. Machinery, v. 33. 1976, p. 61—72.

[5] *Swift, J:* Determination of the limit drawing ratio Sheet Metal Industry, 1954, p. 817—823.

[4] *Johnson, W.—Mellor, P:* Plasticity for mechanical engineers North Holland Publ. Co., Amsterdam, 1971.

[6] *Oehler, K.—Kaiser, G:* Vágó- sajtoló- és húzószerszámok Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.

Ezévi nagyrendezvényeink:

II. Termometriás Szeminárium Budapesten szept. 1—7.
Az Etalon Bizottság Kerekasztal Munkaülése Balatonszéplakon szept. 16—18.
VI. Orsz. Kohászati Hidegalakító Konferencia Székesfehérvárott okt. 7—9.
Ipartörténeti és Muzeológiai Konferencia Salgótarjánban okt. 24—25.
Környezetvédelmi Konferencia Miskolcon szeptemberben.

Egyesületi hírek

A dunaújvárosi csoport 25. éves jubileuma

A Dunaújvárosi Csoport dec. 5-én klubdélután keretében emlékezett meg megalakulásának 25 éves jubileumáról. A klubdélutánon a helyi csoport tagjai szinte teljes létszámban, továbbá az MTESZ megyei szervezetének, valamint Egyesületünk vezetőségének képviselői is megjelentek.

A jubileumi ülést *dr. Schummel Rezső* nyitotta meg, majd *dr. Szabó Ferenc*, a helyi csoport elnöke ismertette a 25 év kiemelkedő eseményeit és eredményeit. A helyi csoport ma a Vaskohászati Szakosztályunk legnagyobb, — közel 400 fős — létszámú csoportja. Önálló munkáját — jól lehet az egyesületi élet már 1951-ben megindult —, 1954-ben kezdte meg. A helyi rendezvényeken túlmenően rövidesen a vaskohászati témájú nagyrendezvények szervezéséből is nagy részt vállaltak, így rendszeressé váltak a Balatonszéplakon rendezett Metallurgus és Anyagvizsgáló Országos Konferenciák, az Egyesület Ipargazdasági Bizottságának központi rendezvényei, amelyeken a hazai szakembereken kívül nagyszámú külföldi szakember is részt vett. Az ott tartott szakmai előadások a 2—3 éves fejlődésről igen értékes információkat adtak az érdeklődőknek. A helyi csoportban igen jó együttműködés alakult ki a Vasműben dolgozó üzemi szakemberek és a Dunaújvárosi Főiskolán működő oktatók között. Megemlékezett a szinte minden évben megszervezett sikeres belföldi és külföldi tanulmányutakról, a fiatal szakemberek az egyesületi életbe való bevonásával. A helyi csoport igen aktív kapcsolatot tart a Dunaújvárosban működő többi MTESZ helyi csoporttal így elsősorban a GTE-vel, az Energiagazdálkodási Egy-el, az SZVT-vel. A helyi csoport rendezvényei mindig aktív vitafórumot jelentettek a legaktuálisabb üzemi problémák terén, így ma az épülő LD-acélmű, az új kokszoló, tömörítő jelentik a súlyponti témákat.

Ezt követően *Hammer Ferenc*, a Vaskohászati Szakosztály elnöke köszöntötte a jubiláló csoportot és megköszönte a 25 éves aktív egyesületi munkát, kiemelve a Szakosztály központi nagyrendezvényeihez nyújtott segítséget. Felemlítette az első eredményeket, az első rendezvényeket. Megköszönte a vállalat vezetőinek személyes részvételét az egyesületi életben, valamint a bőkezű anyagi támogatást, ami lehetővé tette a rendszeres egyesületi munkát.

Dr. Répási Gellért, az MTESZ Fehérmegyei Intéző Bizottsága, valamint az MTESZ helyi IB nevében köszöntötte a jubiláló helyi csoportot. Kiemelte, hogy alkotó légkör jellemezte a helyi csoport munkáját, sikerült kiépíteni a Dunai Vasműben a korszerű technológiát, ugyanakkor 1,2 millió tonnára emelkedett műben gyártott lemezekre épülő korszerű másod- és harmadtermékgyártást (spirálcső, hajlított profilok, az éves acéltermelés, sikerült meghonosítani a Vasacélszerkezet-gyártás stb.). A helyi csoport munkája is segítette a termelékenység jelentős növelését.

Czinkosi József, a Városi Pártbizottság nevében köszönte meg az évtizedes önként vállalt társadalmi munkát, amelyet a csoport tagjai a legtapasztaltabb szakemberek irányításával végeztek.

Végül *dr. Szabó Ferenc* elnök kitüntetéseket adott át a végzett munka elismeréseként *dr. Schummel Rezsőnek, Kalmár Elemérnek, Pálvölgyi Henriknek, Sütő Zoltánnak, Nagy Ferencnek* és *Farkas Ferencnek*. (OA)

Szakosztályvezetőségi ülés jan. 31-én

Az 1. napirendi pontként Horváth Gyula alelnök ismertette a szakosztály 1980. évi munkatervét és költségvetését.

Az 1. napirendi ponthoz *Stehlik L., Répás P., Pálvölgyi H., Tarsoly S.* és *Éles L.* szólt hozzá. Az elhangzottakat *Hammer Ferenc* elnök foglalta össze.

A 2. napirendi pont keretében *Óvári Antal* főszerkesztő számolt be a Kohászat 1979. évi munkájáról. Elmondta, hogy sajnos a lap több éves legnagyobb problémája a késői megjelenés, ami átmenetileg javult ugyan, véglegesen nem szűnt meg. Januártól kezdve a lapot új nyomda Egerben állítja elő és remélhető, hogy a késés csökkenni fog. Ismertette a lapban megjelent és a szerkesztőséghez beérkezett cikkekre és híranyagokra vonatkozó statisztikai adatokat. Ebből kitűnt, hogy az elmúlt évben örvendetesen emelkedett a beküldött cikkek és híranyagok száma. Ennek következtében a szerkesztőségnek lehetősége nyílt arra, hogy a színvonal emelése céljából a cikkek egy részét a szerzőkkel átdolgoztassa, kiegészítésre visszaküldje, egyes esetekben pedig — ha a színvonalat a cikk nem ütötte meg — végleg vissza adja. Az elmúlt évben a beküldött cikkeknek kb. 10%-a kerül visszautasításra. Jelentősen nőtt az üzemekben dolgozó szerzőktől beküldött cikkek száma. A beérkezett cikkeknek kb. 50%-a a kohászati üzemekből érkezett. A legtöbb cikket az LKM-től és a DV-től kapta a szerkesztőség. Változatlanul jelentős számban érkezett be cikk az előző évekhez hasonlóan az NME-től és a VASKUT-tól. Külföldi szerzőktől 10 cikket kapott a szerkesztőség, ez is lényegesen több, mint az előző években. Ezévben is jelentős számban kapott a szerkesztőség olyan szerzőktől cikket, akiknek ez volt az első publikációja. Ezeket különös gonddal kezelték és támogatták a szerkesztőségi munka során.

A főszerkesztő örömmel számolt be arról, hogy az elmúlt évben az iparág és a nagyüzemek vezetőitől is sokkal több cikk érkezett, mint a korábbi években. Az egyesület életéről szóló híranyagok tekintetében is javult a helyzet, de ez még korántsem kielégítő. A helyi csoportok közül az egyetemi, a diósgyőri, ózdi és KGYV helyi csoporttól, valamint a kovács és hengerész szakcsoporttól érkezett a legtöbb beszámoló. Sikerült bővíteni a belföldi és külföldi konferenciákról, tanulmányutakról szóló beszámolókat. Sajnos ezeket eléggé megkésve kapta meg a szerkesztőség. Az elnökségi és szakosztályvezetőségi ülések mindegyikéről részletes beszámolót közölt a lap. Csökkent a műszaki-gazdasági híranyag. Javasolta, hogy az eddigi cikkjutalmakon túlmenően a jövőben a helyi szakcsoportok kiemelkedő munkát végző tudósítói is kapjanak az év végén jutalmat. Végül megköszönte a szakosztályvezetőség erkölcsi és anyagi támogatását.

A beszámolóhoz *Lántzky József, dr. Tóth János, Szeless László, Gruber Imre* és *Stehlik László* szóltak hozzá. Több javaslatot tettek a lap színesebbé tételére. Végül az elnök megköszönte a szerkesztőség egész évi eredményes munkáját, javasolta a személyi hírek, különösen az egyesületi életről szóló híranyagok bővítését, majd a szakosztályvezetőség nevében jóváhagyta a szerkesztőség célkitűzéseit.

Egyebekben először az elnök felolvasta *Csépányi Sándor* miniszterhelyettes Egyesületünk főtitkárának küldött levelét. Ebben a levélben a miniszterhelyettes megköszönte a VII. Országos Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencia ajánlásait, majd részletezte a tárca erőfeszítéseit annak érdekében, hogy a metallurgiai fázis alap- és segédanyag ellátása javuljon, korszerűsödjön a technológia, növekedjen a technikai színvonal és a gazdaságosság. A levél megállapítja, hogy az ajánlásban említett valamennyi probléma felvetése aktuális és azt, hogy a fejlesztési elgondolások és a konferencia ajánlásai összhangban vannak.

Ezután az elnök rövid ismertetést adott a jan. 30-án megtartott elnökségi ülésen elhangzottakról. Bejelentette, hogy az ezévi egyesületi közgyűlés május 22-én Tatabányán lesz és ismertette a tervezett napirendet.

Szécsi Károly titkárhelyettes bejelentette, hogy a legutóbbi vezetőségi ülés óta 32 fő küldte be a Szakosztályhoz felvételi kérelmét, felolvasta ezek neveit, amit a vezetőség jóváhagyólag tudomásul vett.

Óvári A. bejelentette, hogy az 1979. évi nívódíj pályázatra 10-en kültek be pályamunkát, melyek bírálatát megkezdik. Ennek kapcsán döntés született arra

vonatkozóan, hogy az 1980. évi nívódíj pályázatot a tavalyihoz hasonló feltételekkel szaklapunkban újból meghirdetjük.

Elnökünk javasolta, hogy az eddigi szokásoktól eltérően — ezévtől kezdődően — a főszerkesztői beszámoló ne az évzáró vezetőségi ülésen, hanem az év első vezetőségi ülésén legyen.

A vezetőség kinyilvánította azon szándékát, hogy ezévben is két vezetőségi ülést vidéki helyi csoportnál kíván megtartani. (SzK—OA)

Helyi Csoport vezetőségi ülések Csepelen

Január 21-én a vezetőség véglegesítette az 1980. I. félévi munkatervet, amely minden hónapra előirányoz egy előadást, filmvetítést. A félév folyamán a helyi GTE-csoporttal közös tanulmányutat terveznek a győri MVG-be. Megtárgyalták az utaztatási programot is.

Február 28-án a vezetőség véglegesítette az egész évre szóló külföldi utaztatási tervet, amelyben 6 külföldi rendezvényen való részvétel szerepel (Csehszlovákia, Lengyelország, NDK). A tisztújító választásokat szeptemberben tervezik. Júniusban mikroötvözésű ankétot szerveznek. Májusban fogadják a zólyombrézói csőgyár tanulmányúti csoportját. A vezetőségi ülésen *Molnár János* vezetésével kerekasztal-megbeszélést tartottak az új gazdasági szabályozók hatásának a csepeli vaskohászat fejlesztésére témáról, amely sok hozzászólást váltott ki.

Április 15-én a vezetőség jóváhagyta a legközelebbi külföldi rendezvényekre kiutazó résztvevőket. Megtárgyalták a mikroötvözési ankét pontos programját. A titkár beszámolt a sikeres győri tanulmányútról és *Farkas Sándor* KGYV műszaki igazgató áprilisi előadásáról, amely „Az energiaszegény kohászati izzító és hőkezelő kemencék" c.-el hangzott el és nagy érdeklődést váltott ki. Kiegészítést tartott a kemenceégőkről *dr. Bíró Attila* és a szálasszigetelőkről *Vörös Tibor*. (GI)

Döntés az 1979. évi pályázatokról és cikkjutalmakról

A Vaskohászati Szakosztály vezetősége márc. 25-i ülésén a Bíráló Bizottság előterjesztését jóváhagyva a beérkezett 10 pályázat ügyében a alábbi döntést hozta:

1. 5000 Ft-os pályadíj ezévben nem kerül kiadásra.
2. 4000—4000 Ft-os pályadíjat kaptak:
   a) *Horváth Tamás* (DV): Új utak keresése a szúrásterv készítésére reverzáló hideg szélesszalagsorokon c.
   b) *Réti Tamás* (GTI): Digitális mikroszkópos szövetképek modellezése és kvantitatív jellemzése c.
   c) *Schmidt György* (OT)—*Zambó József* (VASKUT): A folyamatosan öntött acél minőségjavítási lehetőségei c.
   pályázatok.
3. 3000—3000 Ft-os pályadíjat kaptak:
   a) *ifj. Baán István* (LKM): Hengeröntések csökkentési lehetőségei a Nemecacél-Hengermű hengersorain c.
   b) *Molnár József—Bánhegyesi Attila* (DV): A melegen hengerelt szélesszalagok hosszmenti vastagságeltérése és annak szabályozása c.
   c) *Plathy Elemér* (LKM): Kompresszorok méretezése interációs eljárással c.
   d) *Szabó József—Fülöp József* (DV): Az oxigénes intenzifikálás fejlődése a Dunai Vasmű acélművében c. pályázatok.

1000—1000 Ft-os cikkjutalomban részesültek az időszerű témákat kiemelkedően jól feldolgozó lapunk 1979. évfolyamában megjelent alábbi cikkek szerzői:

1. *Dr. Gulyás József* (NME): A feszültségek eloszlásának kísérleti vizsgálata csövek hengerlésekor (Megj.: 1. sz. 13. o.)
2. *Sziklavári István* (LKM): Az acél kezelése kemencén kívül inertgázzal és inertgázsugaras injektálással (M.: 1. sz. 23. o.)
3. *Rónaszéki Lászlóné—Solymár Márta—dr. Tardy Pál* (VASKUT): A zárványmorfológia közvetlen vizsgálata scanningelektronmikroszkóppal (M.: 4. sz. 145. o.)
4. *Hevesi Imre* (OKÜ): A folyamatosan öntött nagy C-tartalmú drótkötél acélminőség gyártási problémái (M.: 7. sz. 289. o.)
5. *Altnéder János* (KGYV): Gazdaságos rekuperátorok tervezésének főbb szempontjai (M.: 8. sz. 343. o.)
5. *Dr. Tóth Tamás* (NME Kohó- és Fémipari Főiskola) —*Hanák János* (DV): Néhány tényező hatása a melegen hengerelt lágyacél-szalagok szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira (M.: 9. sz. 402 o.) (OA)

DR. EMBER KÁLMÁN
1894—1979

Dr. Ember Kálmán aranyokleveles bányamérnök, bányajogász, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség nyugalmazott elnökhelyettese, egyesületünk tiszteletbeli tagja 1979. december 26-án váratlanul meghalt.

Mint bányamérnök 15 évig több északmagyarországi szénbányánál, elsősorban Kisterenyén működött, majd 1938-tól a pécsi Bányakapitányság munkatársa, majd 1942-től vezetője volt.

A közel 20 évig tartó pécsi bányahatósági munkája során sokat tett a gázkitörés-, sújtólég-, szénporrobbanás-, tűz- és szilikózisveszélyes mecseki szénbányák biztonságáért és a bányászok egészségvédelméért.

Új fejezet kezdődött életében, amikor 1957-ben az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőséghez helyezték át Budapestre, helyettes vezetői beosztásba. Hatásköre és felelőssége országos méretekben bővült ki és ilyen minőségben számos, bányabiztonsággal és bányaegészségüggyel foglalkozó jogszabály és az új Bányatörvény megalkotásában vett tevékenyen részt.

Egyesületnek 1918. óta, 61 éve volt tagja. Pécsett töltött éveiben az ottani csoport intéző bizottságában dolgozott, majd Budapestre kerülve előbb a választmány tagja, 1957-től 1966-ig több ciklusont át az egyesület alelnöke, 1967-től tiszteletbeli tagja volt. Nagyon sokat köszönhet az egyesület szeretett és kohász tagjai által is tisztelt *„Kálmán* bácsinknak", a hagyományok ápolása, az egyesület egységének szolgálata, a fiatalok szakmaszeretetének, összetartásának fejlesztése terén. Egyesületünk 1963-ban Zorkóczy, 1967-ben Mikoviny és 1978-ban Solz Vilmos egyesületi emlékérmek adományozásával ismerte el és köszönte meg a kiváló egyesületi munkát.

Hamvasztás előtti búcsúztatása január 8-án volt Budapesten, a Farkasréti temetőben, ahol volt munkatársai, barátai, tisztelői nagyszámban jelentek meg és álltak díszőrséget a ravatalnál. A család, az OBF, a volt munkatársak, a barátok és tisztelők nevében *Dr. Koncsagh Károly*, a pécsi KBF vezetője búcsúzott az elhunyttól, majd az Egyesület 9000 fős tagsága nevében *Kreffly Gábor* OBF elnökhelyettes, Egyesületünk elnöke mondott búcsúbeszédet. (DM)

Korszerű kohászati berendezések ismertetése

Indukciós hevítő berendezés süllyesztékes kovácsoláshoz

Az indukciós hevítés a süllyesztékes kovácsüzemekben szériagyártáshoz az utóbbi időben egyre nagyobb alkalmazásra talál. Az autógyártás életbiztonság szempontjából fontos alkatrészeinek süllyesztékes kovácsolásához kétségtelenül előnyösebb az indukciós hevítés mint a hagyományos. Bár az indukciós hevítés energiaköltségei viszonylag magasabbak, mint a hagyományos hevítésé, mégis kényes alkatrészek nagytömegű kovácsolásakor a berendezés alkalmazása már gazdaságos.

A svájci Brown Boveri cég indukciós középfrekvenciás hevítő berendezése különböző keresztmetszetű kovácsolási alapanyagot az alakítási hőfokra gyorsan és revementesen hevíti. Acél kerül túlnyomórészt hevítésre, de a berendezés nem vasfémek és austenites acélok hevítésére is alkalmas.

A munkafolyamat első lépése a darabolás, ami általában hidegen történik ollón vagy fűrészen. A darabolt acélt vibrátorra vagy automatikus szállítószalagra rakják, így kerülnek a továbbító készülékre. Ez gyakran tolószerkezet, amely az indukciós berendezés tekercsében folyamatosan tolja egyenként a darabokat. A beállított ütemidő alatt a hideg darabok az előírt hőfokra hevülnek. A felhevített alapanyag legtöbbször lejtős ferdepályán gravitációsan a kalapács vagy a sajtó asztalára csúszik. Innen a süllyesztéküregbe kerülnek majd a sorjázás következik.

A berendezés alábbi részegységekből áll:

A darabolt anyag szállítóberendezéséből, mely magába foglalja a vibrátor-vályút, amely mellett helyezkedik el az indukciós tekercs. Ezeken kívül az alsó gépállványban van a középfrekvenciás áramátalakító, az elektronikus kapcsolóberendezés, a kiegyenlítő kondenzátorok, a csillapító folytótekercsek, a hűtővízelosztó és a hűtővíz ellenőrzés, továbbá a cirkulációs hűtőrendszer. A teljesítmény és az indukciós tekercs áteresztőképessége fokozat nélküli potenció méterrel állítható be.

A berendezés további tartozéka egy nagyfeszültségű egyenirányító transzformátor, ezzel a berendezés közvetlenül a nagyfeszültségű hálózatra kapcsolható. Automatikus az adagolóberendezés, a víz visszahűtő berendezés és a védőgázas hevítést végző berendezés.

A süllyesztékes kovácsoláshoz szolgáló korszerű svájci hevítőberendezést az alábbiak jellemzik: kis helyszükséglet, gyors üzembehelyezhetőség, ezzel elmarad az ünnepi vagy a hétvégi hőntartás. Automatikusan beállítható munkaütem, rövid felfűtési idő, elmarad a reve, magas süllyeszték élettartam, egyszerű hőfokbeállítás és kiszolgálás, elmarad a kezelők hőterhelése, gyors átállás másméretű anyag esetén és kifogástalan felület a kovácsdarabon.

A hazai süllyesztékes kovácsipar az elmúlt 25 év alatt több indukciós hevítőberendezést helyezett üzembe. A nagyobbrészben baráti országokból beszerzett berendezésekkel kedvező tapasztalatokat széreztek, a kovácsolt darabok minősége javult, az önköltség csökkent, a termelékenység nőtt. A fentiekben ismertetett svájci — Brown Boveri gyártmányú indukciós hevítő berendezést azért ismertettük, mert rendkívül kicsi a helyigénye, gyorsan helyezhető üzembe és egyes részegységeit úgy fejlesztették ki, hogy a meghibásodás alig valószínű. Alkalmazásával a drága süllyeszték élettartama nagy és a gondos hőszigetelés miatt a kiszolgáló személyzet hőterhelése teljesen elmarad.

BBC Inf. 0396

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Anyagvizsgálat

MSZ 105 22—79 (MSZ 105/22—55 helyett)

Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Fárasztóvizsgálat hajlítással

A vizsgálat elve, hogy egy, szándékosan előidézett feszültségkoncentráció nélküli, próbatestet szobahőmérsékleten meghatározott ismétlődő feszültségperiódusú hajlítónyomatékkal terhelnek törésig, vagy egy előre meghatározott igénybevételi szám eléréséig. A próbatest lehet egyoldalt befogott és a másik végén terhelt vagy két végén alátámasztott középen ill. e középtől szimmetrikusan elhelyezett két azonos nagyságú erővel terhelt tartó. A vizsgálati frekvencia 5—200 Hz közötti.

MSZ KGST 1252—78 (MSZ 16081—72 helyett)

Porkohászati keményfémek hajlítóvizsgálata

A szabvány legfeljebb 25 tömegszázalék kötőfémet tartalmazó termékekre érvényes. A vizsgálat elve, hogy két alátámasztási ponton szabadon nyugvó próbatestet az alátámasztási távolság felező vonalában ható statikus erővel törésig terhelnek.

A szabvány két próbatestméretet ír elő, tárgyalja a próbatestek elkészítésének, alakjának és méretpontosságának követelményeit, az alkalmazható vizsgáló berendezést, a vizsgálat módszerét, a vizsgálati eredmények kiszámításának módját és a vizsgálati jegyzőkönyv tartalmát.

MSZ KGST 1253—78 (MSZ 16082—72)

Porkohászati keményfémek sűrűségének meghatározása.

A szabvány az azonos számú KGST szabvány alapján készült és azzal megegyezik.

A vizsgálat elve, hogy együttesen legalább 0,5, egyenként pedig legalább 0,05 cm^2 térfogatú és legfeljebb 200 g tömegű próbatesteket készítenek, ezek tömegét szobahőmérsékleten először levegőn, majd vízbe merítve megmérik és a súlykülönbségből kiszámítják a sűrűséget.

A szabvány tárgyalja a vizsgáló berendezést, a próbatesttel kapcsolatos követelményeket, a mérési eljárást, a mérés pontosságát és az eredmény kiszámításának módját.

MSZ KGST 1254—78 (MSZ 16084—73 helyett)

Porkohászati keményfémek koercitív térerősségének meghatározása

A szabvány legalább 3 tömegszázalék ferromágneses kötőanyagot tartalmazó termékekre érvényes.

A vizsgálat elve, hogy a próbatestet homogén mágneses térben a gyakorlati telítésig felmágnesezik és utána megmérik a teljes lemágnesezéshez szüksége ellentétes irányú H_{cM} koercitív térerősséget.

Acélok

MSZ 323—79 *Ötvözetlen szegecsacélok méretei*

A szabvány max. 40 mm átmérőjű rúdalakú és max. 20 mm átmérőjű tekercselt melegen hengerelt körszel-

vényű acélok méretválasztékát tárgyalja. A normál átmérő tűrésen kívül egy szigorúbb tűrésváltozat is szerepel. Az ovalítás legfeljebb az átmérőtűrés 80%-a lehet. Az előírások kiterjednek még a hosszúság, az egyenesség, a tekercselés és a szállítás követelményeire is.

MSZ 323—79 *Hegesztett I.-tartók acélból*

A szabvány szélesacélból és durvalemezből hegesztéssel készített acéltartókra vonatkozik.

A tartómagasság 300, 320, 330, 340, 360 és 40+ mé A legkisebb övszélesség a tartó magasságának kb 50%-a, a legnagyobb övszélesség pedig azonos a tartó magasságával. A gerincvastagság 6-tól 10 mm-ig, az övvastagság 8-tól 30 mm-ig terjed.

A szabvány tartalmazza a tartók alakjával és méretével kapcsolatos követelményeken kívül a méretezéshez szükséges legfontosabb statikai adatokat is.

MSZ 5720—79 (MSZ 5720—71 helyett)

Feszítőhuzal feszített vasbetonszerkezetekhez

A szabvány a megeresztett és a megeresztés nélküli (húzottállapotú) síma körszelvényű és lapított körszelvényű csavarbordás feszítőhuzalokat tárgyalja.

Leglényegesebb változások a szabvány előző kiadásához képest:

— lényegesen bővült a síma körszelvényű huzalok választéka. A régi szabvány 2,5 mm méretén kívül bekerült a szabványba a 4,5, 6 és a 7 mm-es átmérő is. A 2,5 mm átmérőjű huzal megeresztés nélküli, a többi mind megeresztetett,

— a csavarbordás huzalok közül kimaradt az eddigi 3,0 mm névleges átmérőjű,

— a szilárdsági jellemzők értékei N/mm²-re lettek kerekítve, és a követelmények kiegészültek a relaxációs veszteséggel,

— megnőtt a vizsgálat terjedelme, a szakítóerőt statisztikai módszerrel kell értékelni.

MSZ 17779—79 (MSZ 17779—66 helyett)

Nitridálható acél

A szabvány hengerelt, kovácsolt, hántolt, csiszolt és húzott nitridálható szerkezeti acélokra vonatkozik.

Az új szabványból teljesen kimaradt az eddigi CA 1 és CA 2 jelű molibdén nélküli acél, megváltozott vegyi összetétellel megmaradt a CMoV 1 és a CAMo 1 (új jelük 31 CMo és 41 CAMo) minőség. Új minőségként felvételre került egy Cr-Mo-V ötvözésű (jele 39 CMoV) és egy Al-Cr-Mo ötvözésű (jele 34 CAMo) minőség.

A szabvány felépítése hasonló az MSZ 61 szabványéhoz.

Az acélok rendelhetők

— hőkezelés nékül csak vegyi összetételi vagy vegyi összetételi és nemesített próbatesten mért mechanikai értékekkel

— lágyítottan, vegyi összetételi és keménységi valamint még nemesített próbatesten mért mechanikai értékekkel

— nemesítve, vegyi összetételi és mechanikai értékekkel.

Hegesztés

MI 4320—79 *Élkialakítás és illesztés acélok villamos salakhegesztéséhez*

A műszaki irányelv acélok salakhegesztéssel készítendő tompavarratos kötéseihez szükséges élek előkészítését, alakját, illesztését és rögzítésének módját tárgyalja. A sarokvarratos kötések kialakításához — mindenek előtt a hegesztési élek illesztéséhez és rögzítéséhez — az irányelvek értelemszerűen alkalmazhatók.

A műszaki irányelvben foglaltak a leggyakrabban alkalmazott kilenc salakhegesztési kötéstípusnak és illesztési rögzítési módnak felelnek meg.

MSZ 6442—79 (MSZ 6442—71 helyett)

Acélszerkezetek ömlesztőhegesztéssel készített kötéseinek és szerkezeti elemeinek gyártási követelményei

A szabvány lényegében követi az 1971. évi kiadás felépítését, de azzal szemben sok lényeges tartalmi változást hoz.

Az acélok csoportosítása a szilárdságon alapszik. Ezáltal általánosabbá vált, nem volt szükség konkrét acélminőségek megnevezésére és így az előírások mind hazai, mindpedig import eredetű acélokra egyaránt értelmezhetők. Változtak az egyes varratosztályokkal szembeni követelmények is, a szabvány a tompavarratos kötések követelményeit külön-külön tárgyalja. A tompavarratos kötéseknél a korábbi IA és I varratminőségeket négy fáradásra és igénybevehető minőségre (I.11, I.10, I.8 és I.6) bontották.

A tompavarratos kötések vizsgálatára — a radiográfiai vizsgálat mellett — bevezetésre került az ultrahangvizsgálat is.

A technológia vizsgálata áltaános érvényű, azt nem kell szerkezetenként elvégezni. A hegesztők üzemi vizsgálata a jövőben csak akkor szükséges, ha azok nem rendelkeznek érvényes HMB-minősítéssel. Fontos rendelkezése a szabványnak, hogy a hegesztési felelős az évenként ismétlendő ellenőrző vizsgálatként elfogadhatja a hegesztő munkájának roncsolásmentes vizsgálati eredményeit valamint az általa készített gyártáselleőrző próbadarabok vizsgálati eredményeit is.

MSZ 6688 1—79 (MSZ 6688—73 helyett)

Bevont elektródák ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok ívhegesztéséhez. A hegesztési ömledék mechanikai tulajdonságainak vizsgálata

A szabvány lényegileg az ISO 2560—1973 nemzetközi szabvány 6. fejezetének előírásaira épül, de azokat kiterjeszti a 4 mm-től eltérő átmérőjű elektródák vizsgálatára is. Ehhez a próbadarabok kialakítását, méreteit és elkészítését az ISO/R 615—1967 és a vele megegyező tartalmú KGST RSZ 50—1970 szabványajánlás előírásainak általánosításával adja meg. Ez az általánosítás kiterjed a vizsgálati eredmények értékelési módjára is.

K. E.

Fémkohászat

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY JENŐ

A fajlagos energiafogyasztás a réz- és aluminiumkohászatban*

DR. HORVÁTH ZOLTÁN
tszv. egy. tanár, a műszaki tudományok doktora
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 669.33.012.3+669.713.012.3

A szerző a fémek előállításának fajlagos energiaigényét mutatja be. Vizsgálja a rézelőállítás (ércbányászat, ércelőkészítés, kohósítás) energiafelhasználását és ezt összehasonlítja az alumíniumtermelés (bauxitbányászat, timföldgyártás, alumíniumelektrolízis) energiafelhasználásával. Ismerteti az egyes rézkohósítási eljárások energiamérlegét.

A fajlagos energiafogyasztás a bányaművelésben, ércelőkészítésben és kohósításban

Fémek előállításakor a fajlagos energiafogyasztás a bányaművelés, az ércelőkészítés és kohósítás energiaszükségletéből tevődik össze. Bányaművelésnél *(B)* és ércelőkészítésnél *(É)* az 1 t ércre eső energiafelhasználást az *1. táblázat* mutatja.

1 t a % fémet tartalmazó nyersércből k%-os fémkihozatal esetén 10 a $\frac{k}{100}=\frac{ak}{10}$ kg fémet lehet előállítani, úgy, hogy a bányaművelés és ércelőkészítés 1 kg fémre eső energiafogyasztása:

$$N=\frac{B+É}{ak}\,10\ \text{kWh (kg Me)}^{-1} \qquad (1)$$

Ez az összefüggés 80%-os fémkihozatalnál az egyes esetekben a következőképpen alakul:

alluviális homoknál

$$N=\frac{0{,}7325}{a}, \qquad (2)$$

a külszíni fejtéssel termelt, 149 μm alá őrölt érc flotálásakor

$$N=\frac{11{,}72}{a}, \qquad (3)$$

a mélyműveléssel felszínre hozott, 74 μm alá őrölt érc flotálásánál vagy mágneses szeparálásánál

$$N=\frac{23{,}44}{a}. \qquad (4)$$

$lg\ N$-nek $lg\ a$-val való változását olyan egyenesek szemléltetik, amelyek az ordinátát

$$\lg\frac{B+É}{k}\,10$$

távolságban metszik, és amelyek iránytangense -1. (2)-nek, (3)-nak, illetőleg (4)-nek a logaritmusát $lg\ a$ függvényében az *1. ábra* A-, B-, illetőleg C-egyenese mutatja.

(1) szerint N-nek a-val való változása olyan egyenszárú hiperbolával ábrázolható, amelynek asszimptotái a koordinátarendszer tengelyei és amelyiknek csúcspontja

$$\sqrt{\frac{B+É}{k}\,20}$$

ávoltságban van az origótól. A (2)—(4)— egyenletnek megfelelő egyenszárú hiperbolákat a *2.*, *3.* és *4. ábra* szemlélteti. Az ábrákat annak a *2. táblázat*nak a segítségével szerkesztettük, amelyik a fontosabb fémek és fémvegyületek előállításánál a bányaművelés, ércelőkészítés, kohósítás fajlagos energiaszükségletét, az elméleti energiafogyasztást ($N_{298}^{Me_mO_n}$) ennek a kohósításihoz való százalékos viszonyát

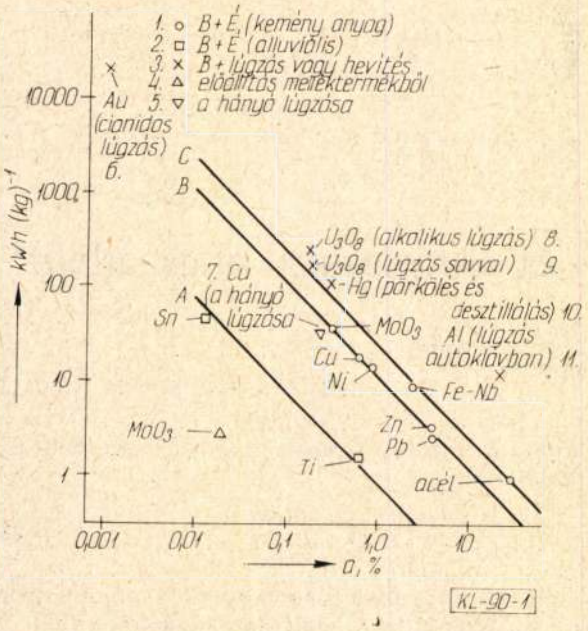
* Elhangzott 1978. májusában a MTA Metallurgiai Bizottsága által szervezett II. Metallurgiai Konferencián, Miskolcon.

1. táblázat

A különféle típusú érceknél a bányaművelés és ércelőkészítés fajlagos energiaszükséglete

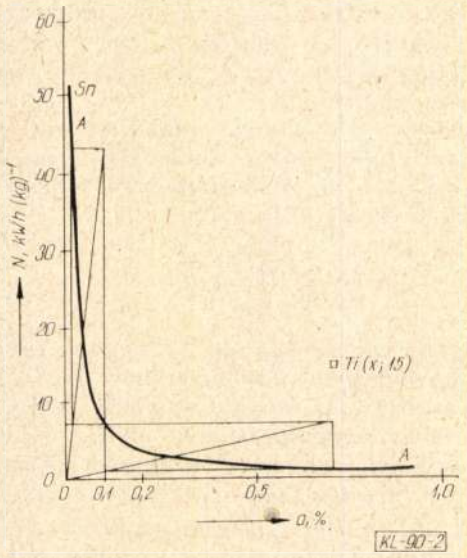
Művelet		*B*	*É*	*B+É*
		kWh (t érc)$^{-1}$		
Bányászat	Külszíni fejtés	8,79 ~ 14,65		
	mélyművelés	38 ~ 117,2		
Flotálás v. mágneses szep. kemény é.	őrlés < 149 μm-re		46,88 ~ 73,25	
	őrlés < 4 μm-re		73,25 ~ 105,48	
Alluviális homok				2,93 ~ 11,72

Itt és a későbbi táblázatokban a villamos energiafogyasztásban a hőerőmű átlagosan 33%-os hatásfokát is figyelembe vették, azaz 1 kWh tényleges elektromos energiaszükségletet 3 kWh-val számoltak.



1. ábra. Különféle ércek bányaművelésekor és az ércelőkészítés során a fajlagos energiafogyasztás (N) logaritmusának a nyersérc fémtartalma (a) logaritmusával való változása ([1] 64. o.)

1. — B + É (kemény anyag), 2. — B + É (alluviális), 3. × B + lúgzás, vagy hevítés, 4. — előállítás melléktermékből, 5. — a hányó lúgzása 6. Au (cianidos lúgzás), 7. Cu (a hányó lúgzása), 8. U_3O_8 (alhalihu, lúgzás), 9. U_3O_8 (lúgzás savval), 10. Hg (pörkölés és desztillálás) 11. Al (lúgzás autoklávban)



2. ábra. Alluviális homok bányaművelésekor és az ércelőkészítés során a fajlagos energiafogyasztás változása a nyersérc fémtartalmával

és a hulladék fémre való feldolgozásának fajlagos energiaszükségletét tartalmazza.

A táblázatból és az ábrákból megállapítható, hogy

1. az Sn, Cu, Ni, Pb, acél előállításánál igen jelentős a bányaművelés és ércelőkészítés energiaszükséglete,

2. a bányaművelés és ércelőkészítés energiafogyasztásának 1 kg fémre eső hányada a nyersérc fémtartalmának a csökkenésével hiperbolikusan nő,

3. a mélyművelés energiaszükséglete közel egy nagyságrenddel nagyobb, mint a külszíni fejtésé,

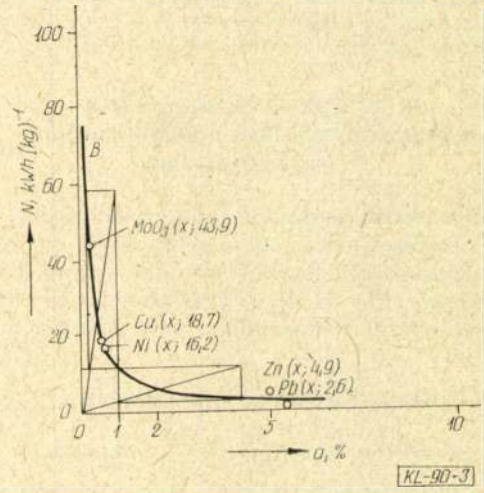
4. az ércelőkészítéshez szükséges energia mennyisége az őrlési fínomság növelésével rohamosan nő

5. a lúgzáshoz annál több energia kell, minél nagyobb a munkahőmérséklet és a nyomás,

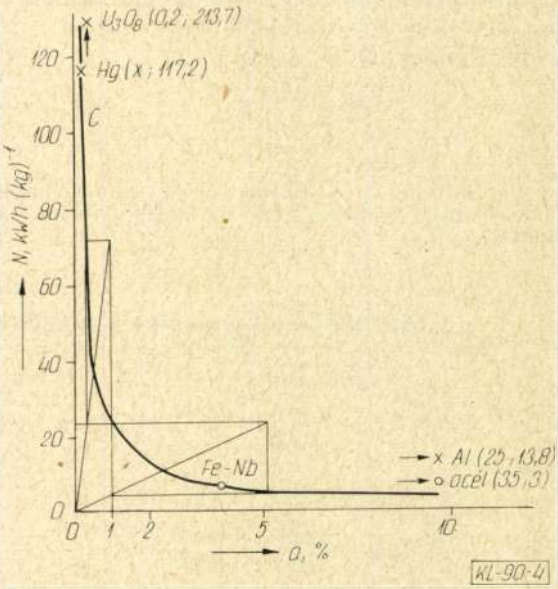
6. az $Al/OH/_3$ a Bayer-eljárás során a vártnál több energia-fogyasztással állítható elő, mert az autoklávok fűtésére és a nátrium-aluminát-oldat bepárlására igen sok hőenergia kell,

7. melléktermékből még kisebb fémtartalomnál is kedvezőbben lehet a fémet előállítani, mint ércből, mert ilyenkor a bányaművelés és ércelőkészítés költségét a főfém viseli,

8. a közönségesebb fémek közül elméletileg is és a gyakorlatban is az Al, Mg és Ti színitéséhez kell a legtöbb energia, a Pb előállításához a legkevesebb,



3. ábra. Külszíni fejtéskor és 149 μm alá őrölt érc flotálásánál a fajlagos energiafogyasztás változása a nyersérc fémtartalmával



4. ábra. Mélyműveléskor és a 74 μm alá őrölt érc flotálása, vagy mágneses szeparálása során a fajlagos energiafogyasztás változása a nyersérc fémtartalmával

2. táblázat

A fontosabb fémek és fémvegyületek előállításánál a bányaművelés (B), ércelőkészítés (É), kohósítás (K), a fém-oxid elbontásának elméleti energiaszükséglete ($N_{298}^{Me_mO_n}$), az utóbbinak a kohósítás energiafogyasztásához való százalékos viszonya és a fémhulladékok feldolgozásának energiaszükséglete

(fl.: 62., 64. és 65. p.)

	B+É	K	B+É+K	$N_{298}^{Me_mO_n}$	$\frac{N_{298}^{Me_mO_n}}{K} \cdot 100$	Hulladék
	kWh/kg/$^{-}$				%	kWh/kg/$^{-1}$
Acél	3	6,4	9,4	2,04	31,8	3,8
Al-tuskó	13,8*	57,7	71,5	8,6	15	3,5
Cu, raff. (hagyományos)	18,7	14,1	32,8	0,4	2,8	5,3
Cu, raff. (olvröptében)	18,7	6	24,7	0,4	6,7	5,3
Zn, rúd	4,9	14,1	19	1,5	10,6	5,3
Pb	2,6	5,3	7,9	0,3	5,7	3,5
Mg-tuskó	5,6	99,3	104,9	6,9	7,0	3,5
Ti-szivacs	15	105,2	120,2	5,5	5,2	
Na	0,3	26,5	26,9	2,5	9,4	4,4
Ni (elektrolit)	16,2	26	42,2	1,2	4,6	4,4
Sn	50,2	5,5	55,7	1,4	24,5	
Hg			117,2			
W-por			102,5	1,2		
Au-tuskó			17 300			
Ag-tuskó			400	0,04		
Ga			3 500			
Ge			600			
Zr-szivacs			400			
Hf-szivacs			193,4	1,8		
U_3O_8			263,7			
LiOH			117,2			
MoO_3			43,9			
TiO_2			25,2			

*$Al(OH)_3$-ig

9. a reakcióképes, kis egyenértéksúlyú fémek (Ti, Mg, Al) több energiabefektetéssel állíthatók elő, mint a nemesebbek és nagy egyenértéksúlyúak (Sn, Pb, Cu(,

10. a réz- és nikkelszínporok kevesebb fémet tartalmaznak, mint a többi fém dúsítmányai, ezért réznél és nikkelnél az elméleti és gyakorlati energiafogyasztás hányadosa sokkal kisebb, mint más fémeknél,

11. az elektromos energia hőerőművekben átlagosan 33%-os hatásfokkal állítható elő, kemencékben a fűtőanyag energiájának 40—90%-a hasznosulhat, ezért általában az elektromos energiát nem használó fémelőállító módszerek gazdaságosabbak,

12. a fajlagos energiafogyasztás a kohósítás tökéletesítésével (Cu), a termelékenység növelésével (acél) csökkenthető,

13. a fémeket hulladékokból sokkal olcsóbban lehet előállítani, mint ércekből,

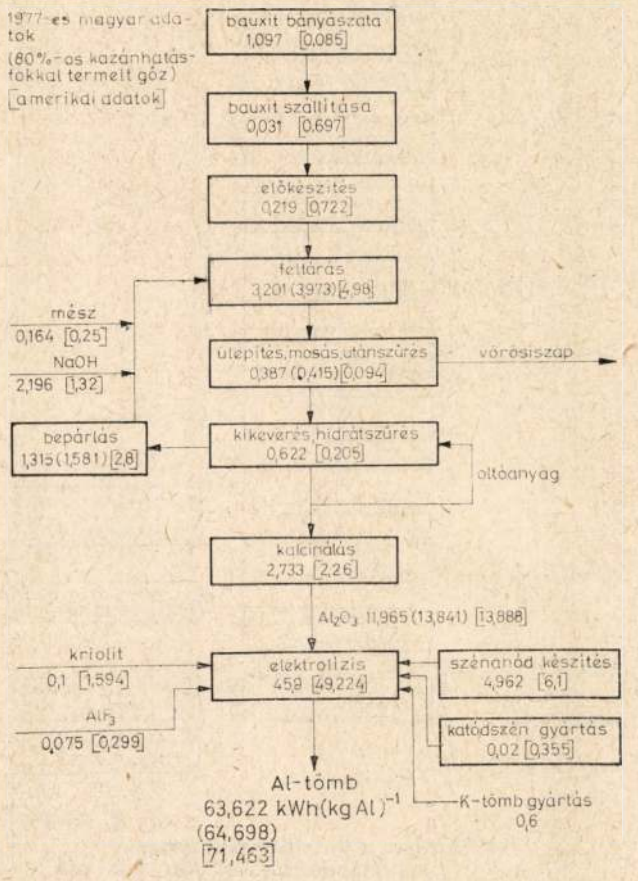
14. az energiaszükséglet elemzésénél nem szabad elfelejteni azt, hogy a fajlagosan sok energiát fogyasztó könnyű fémek felhasználása a továbbiakban energiamegtakarítást biztosít.

A fajlagos energiafogyasztás az alumíniumkohászatban

A Magyarországon 1977-ben megállapított energiaszükségleteket a *3.*, az USA-ban érvényes, átlagos fajlagos energiafogyasztási adatokat pedig a *4. táblázat* ([2] PB—245759.8.o.) szemlélteti.

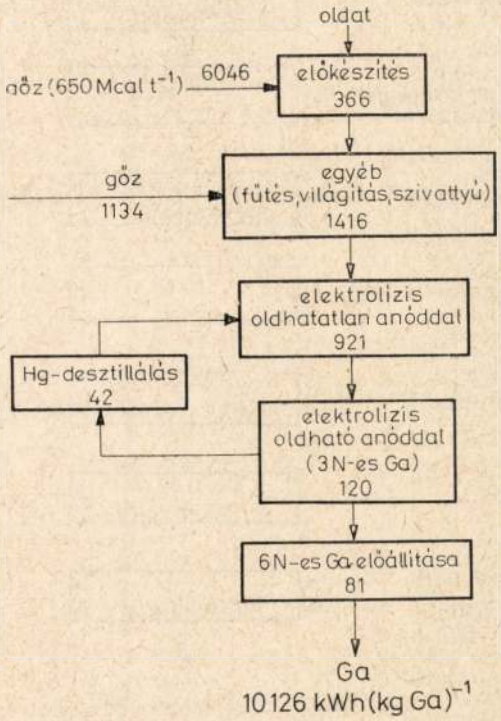
3. táblázat

Magyarországon 1977-ben a timföldgyártás és alumíniumkohósítás fajlagos energiamérlege



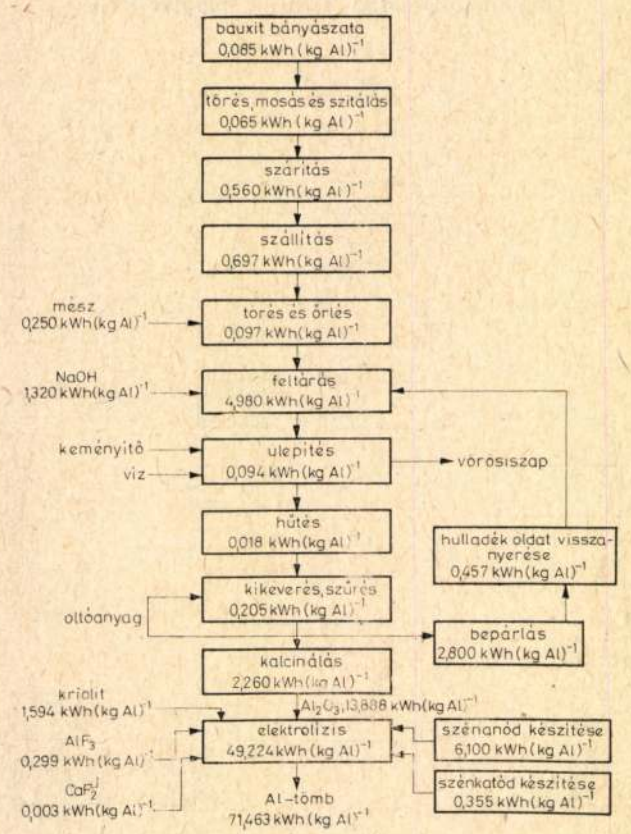
4. táblázat

Az USA-ban a timföldgyártás és alumíniumkohósítás fajlagos energiamérlege



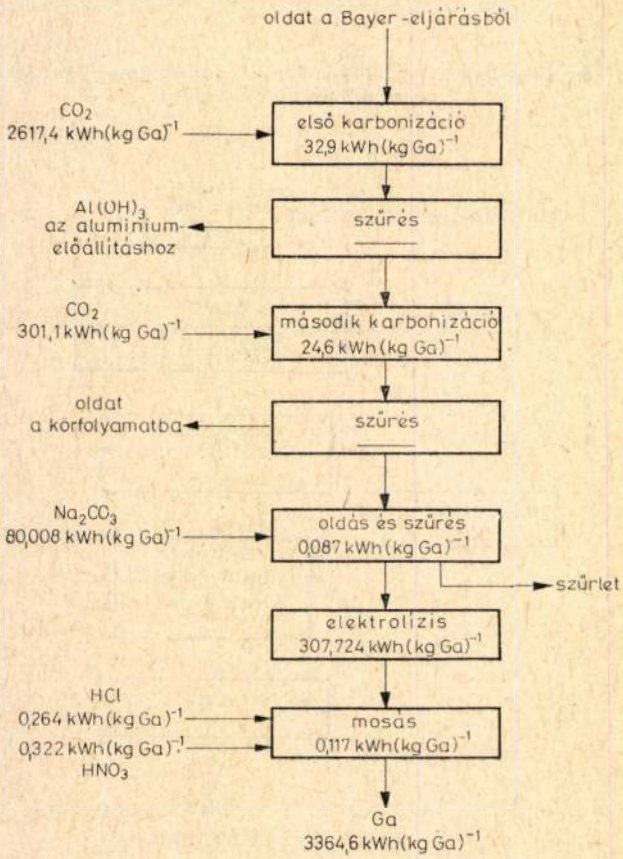
5. táblázat

Ajkán a Ga-előállítás fajlagos energiamérlege



6. táblázat

Az USA-ban a Ga-előállítás fajlagos energiamérlege ([2] PB—261 150 69 o.)



Ezek értékeléséhez azt kell megjegyezni, hogy a timföldgyártásnál nálunk kb. 100 °C-szal nagyobb hőmérsékleten, kb. 100 gl^{-1}-nel több Na_2O-t tartalmazó oldattal tárnak fel, a bepárlásnál pedig több, mint kétszer annyi vizet párologtatnak el, mint az USA-ban, ezért nálunk nagyobb a feltárás és bepárlás elméleti energiaszükséglete. A gyakorlati azért kisebb, mert nálunk nagyon jó hatásfokkal gazdálkodnak a gőzenergiával. Alumíniumelektrolízisnél a Söderberganódban tárolt energia a blokkanód energiatartalmának kb. a 75%-a, a katóddal nálunk a nagyobb élettartam miatt 0,7-szer annyi energiát kell vinni az elektrolízishez, mint az USA-ban.

Az 5. és 6. táblázat a Ga-előállítás fajlagos energiaszükségletét mutatja Ajkán és az USA-ban ([2] PB-261 150. 69.o.) A két technológia lényegesen különbözik egymástól. Ajkán a bepárolt oldatból elektrolizálnak, az USA-ban a szénsavazással kiejtett galliumot oldás után valószínűleg töményebb oldatból, jobb áramhatásfokkal és kb. harmadannyi fajlagos energiafogyasztással ejtik ki elektrolízissel. Az amerikai törzsfában a szénsavazásnál keletkező oldat kausztifikálásának energiaszükséglete nem szerepel.

A fajlagos energiafogyasztás a rézkohászatban

A *7. táblázat* [3].a *Battalo—Columbus* laboratórium felmérése szerint a hagyományos technológiával dolgozó rézkohók átlagos fajlagos energiafogyasztását mutatja a bányaműveléstől az elektrolitrézig. Ebből megállapítható ,hogy

1. mélyművelés során a fajlagos energiaszükséglet kb. 25%-kal nagyobb, mint külszíni fejtésnél annak ellenére, hogy az előző esetben a réztartalom 63%-kal nagyobb és ezért azonos bányaművelési energiaszükséglet esetén az energiafogyasztásnak ennyivel kisebbnek kellene lennie,

2. a flotáláshoz fajlagosan kb. ugyanannyi energia kell, mint a lúgzáshoz és cementáláshoz,

3. a rézkatód Asarco-kemencében kb. fele akkora energiafelhasználással olvasztható meg, mint hagyományosan.

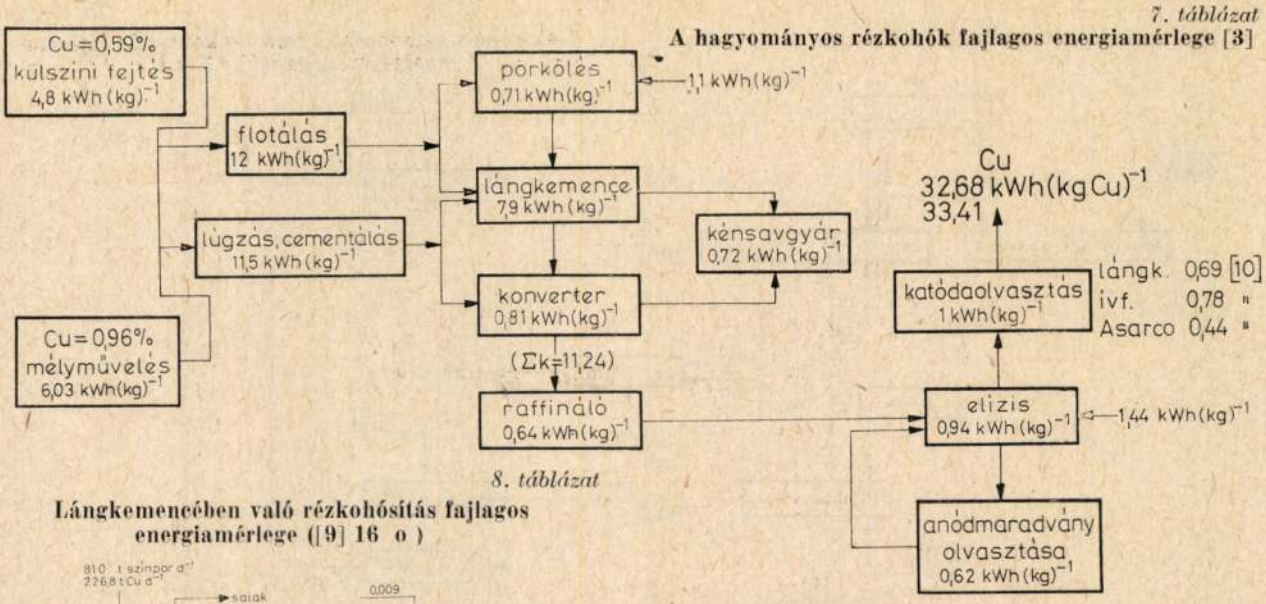
A 8—14. táblázat [9] a modernizált rézkohókban csak a kohósítás egyes lépéseinek fajlagos energiafogyasztását szemlélteti. Ezekből a táblázatokból megállapítható, hogy

1. a lángkemencéből távozó gáz kazánban való hasznosításával *(8. táblázat)* a kohósítás fajlagos energiaszükséglete 11,24 kWh (kg Cu)$^{-1}$-ról 6,55-ra csökkenthető, és ebből 0,58 a színporban tárolt kémiai energiából fedezhető; ebben az esetben az a különleges helyzet adódik, hogy az erőműben termelt elektromos energia (1,23) több, mint a felhasznált (0,281), ezért a primer energiaszükséglet (4,33) kisebb, mint a szekunder (6,55),

2. a *9. táblázat* tanúsága szerint a pörkölék lángkemencében való olvasztásakor, a keletkező kéneskő réztartalmát 35%-ról 42%-ra növelve, a pörkölési és konvertergáz SO_2-tartalmát kénsavra feldolgozva és a lángkemencegázt kazánban hasznosítva a kohósítás szekunder fajlagos energia fogyasztása 6,147 kWh (kg Cu)$^{-1}$-ra, a primer

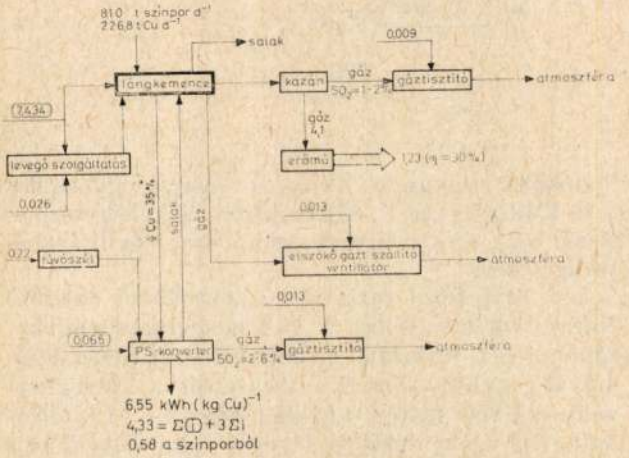
7. táblázat

A hagyományos rézkohók fajlagos energiamérlege [3]



8. táblázat

Lángkemencében való rézkohósítás fajlagos energiamérlege ([9] 16 o.)

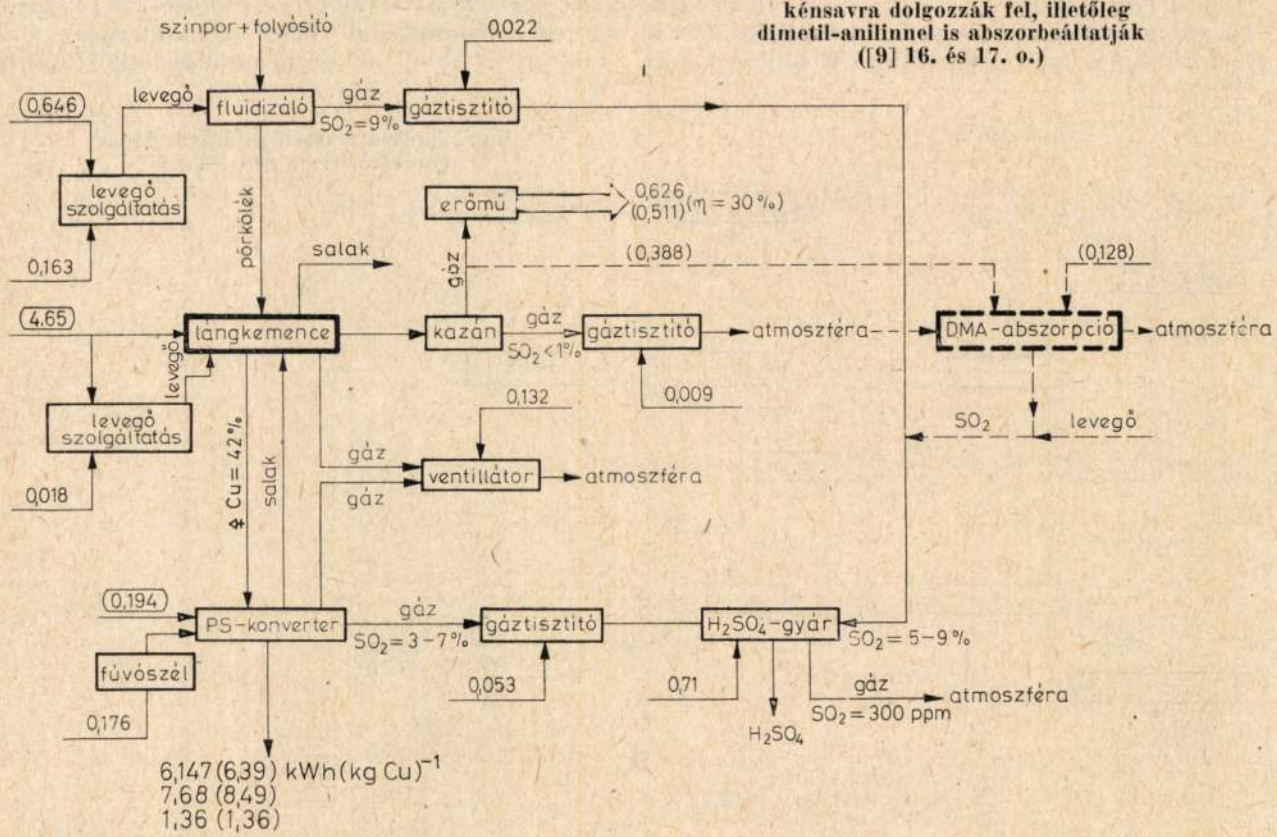


7,68-ra nő és ebből 1,36-ot lehet fedezni a szinporból; ha a kazánból távozó gáz SO_2-tartalmát dimetil-anilinnal (DMA) abszorbeáltatjuk, a szekunder energiaszükséglet 6,39, a primer pedig 8,49 kWh(kg Cu)$^{-1}$-ra nő,

3. a *10. táblázat* szerint a pörköléket elektromos kemencében 42% rezet tartalmazó kéneskőre olvasztva a pörkölésnél, az elektromos kemencében és a konverterben keletkező gáz SO_2-tartalmát kénsavra feldolgozva a szekunder fajlagos energia-

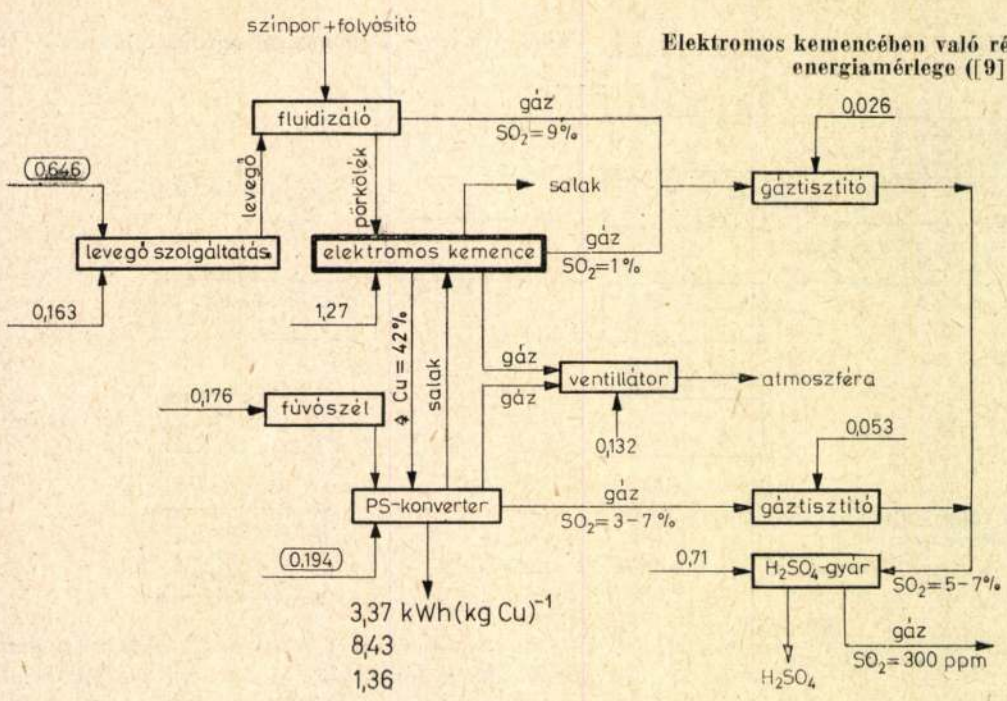
9. táblázat

A lángkemencében való rézkohósítás fajlagos energiamérlege, ha a gáz SO_2-tartalmát kénsavra dolgozzák fel, illetőleg dimetil-anilinnel is abszorbeáltatják ([9] 16. és 17. o.)



10. táblázat

Elektromos kemencében való rézkohósítás fajlagos energiamérlege ([9] 17. o.)



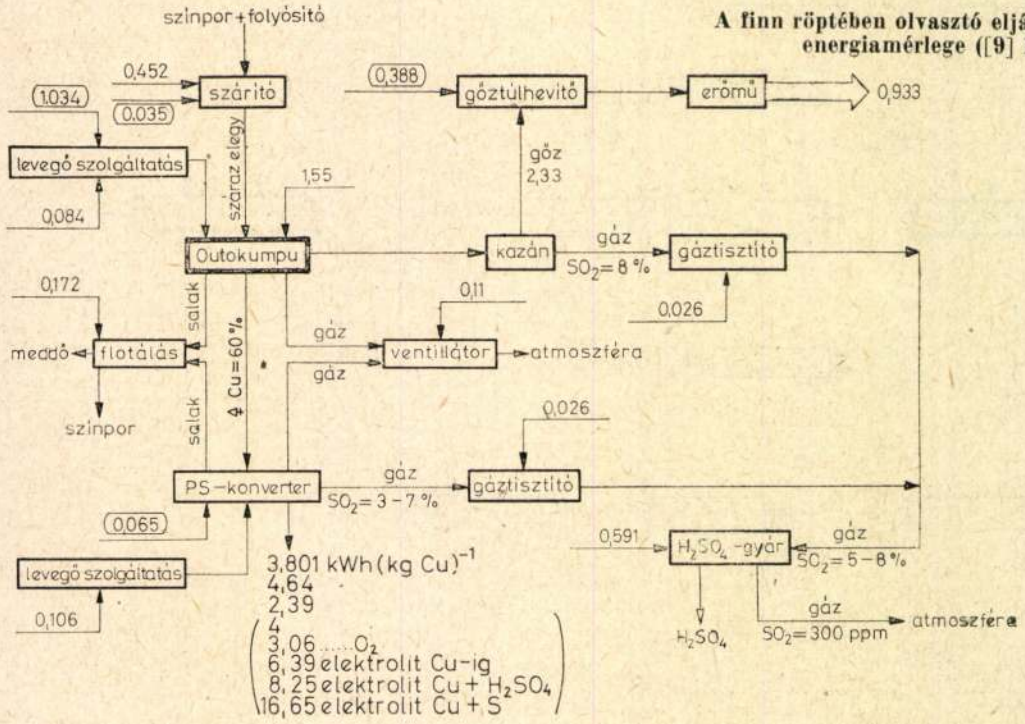
fogyasztás 3,37 kWh (kg Cu)$^{-1}$-ra csökken, a primer azonban 8,43-ra nő,

4. a finn röptében olvasztó eljárás során (*11. táblázat*) 60% rezet tartalmazó kénesküvet előállítva, a röptében olvasztó gázának melegtartalmát kazánban hasznosítva, azután a konvertergázzal együtt kénsavra feldolgozva, a szekunder fajlagos energiaszükséglet 3,801 kWh (kg Cu)$^{-1}$-re, a primer 4,64-re csökken, és ebből 2,39 fedezhető a színpor kémiai energiájából; más irodalmi forrás [10] szerint a 4 kWh (kg Cu)$^{-1}$ szekunder fajlagos energiaszükséglet oxigénfelhasználással 3,06-ra csökkenthető, az elektrolitréz előállításakor a kohósítás szekunder fajlagos energiafogyasztása 6,39 kWh (kg Cu)$^{-1}$, elektrolitréz- és kénsavtermelésnél 8,25, elektrolitréz és elemi kén előállításánál pedig 16,65.

5. a 74% rezet tartalmazó kénesküvet előállító Noranda-kemencében, a gáz melegtartalmát kazánban, SO_2-tartalmát a konvertergáz SO_2-tartalmával együtt kénsavra hasznosítva, levegővel való oxidálás esetén 4,6, illetőleg 4,81 (*12. táblázat*) oxigénben dúsított levegőt használva 2,542, illetőleg 4,25 kWh (kg Cu)$^{-1}$ (*13. táblázat*) fajlagos energiafelhasználással lehet konverterrezet előállítani és ebből az energiaszükségletből 2,84-ot

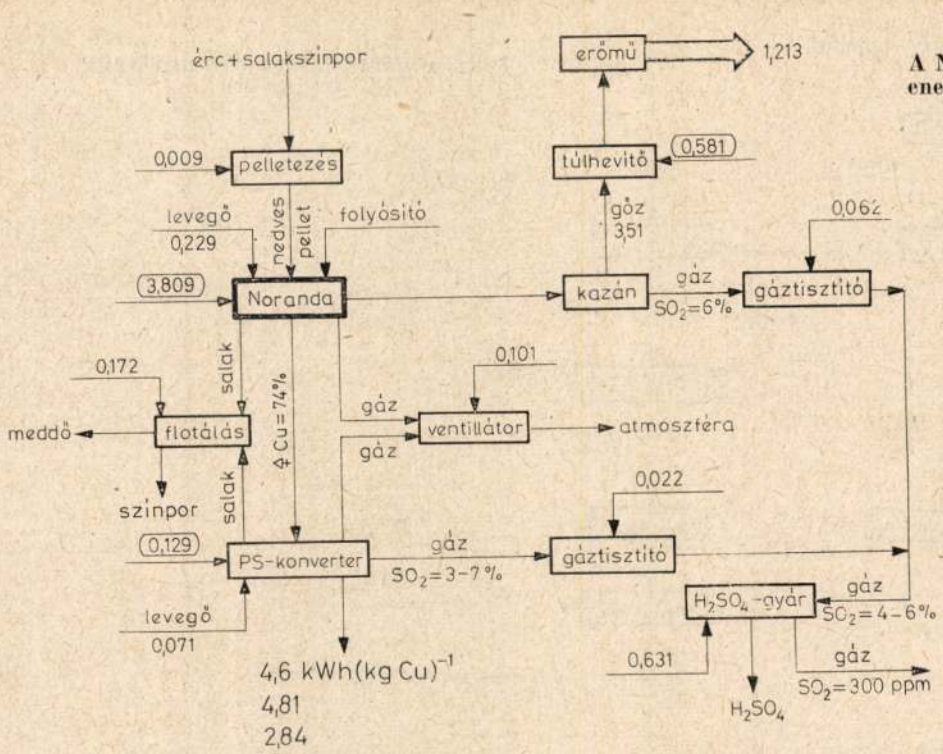
11. táblázat

A finn röptében olvasztó eljárás fajlagos energiamérlege ([9] 18. o.)



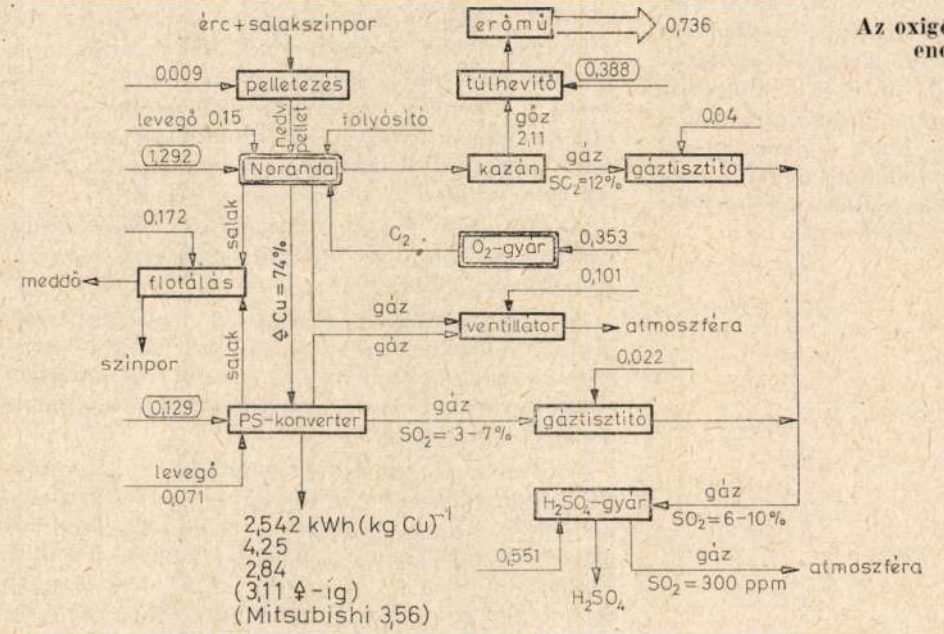
12. táblázat

A Noranda eljárás fajlagos energiamérlege ([9] 18.o.)



13. táblázat

Az oxigénes Noranda-eljárás-fajlagos energiamérlege ([9] 19. o.)



lehet a színporból fedezni; a 13. táblázatban látható adatok szerint más irodalmi forrás [10] szerint Noranda-kemencében a kéneskő 3,11, a Mitsubishi eljárásnál a konverterréz 3,56 kWh (kg Cu)$^{-1}$ fajlagos energiafelhasználással állítható elő,

6. a *14. táblázat* szerint a technikai oxigénnel Inco-kemencében és a konverterben, a gázok SO_2-tartalmát kénsavra feldolgozva, a konverterréz 1,96 kWh (kg Cu)$^{-1}$ szekunder és 4,73 primer fajlagos energiafogyasztással állítható elő és ebből 1,94 biztosítható a színpor kémiai energiájából.

Összefoglalásként azt állapíthatjuk meg, hogy az alumínium- és rézkohászatban még van lehetőségünk a fajlagos energiafogyasztás további csökkentésére annak ellenére, hogy az egyre szigorodó környezetvédelmi feltételek többlet-energia befektetését igénylik.

Befejezésül bemutatom az 5. ábrát, [(15) 42.o.] amely a különféle években feldolgozott átlagos és külszíni fejtéssel termelt rézérc résztartalmát, valamint az ebből az

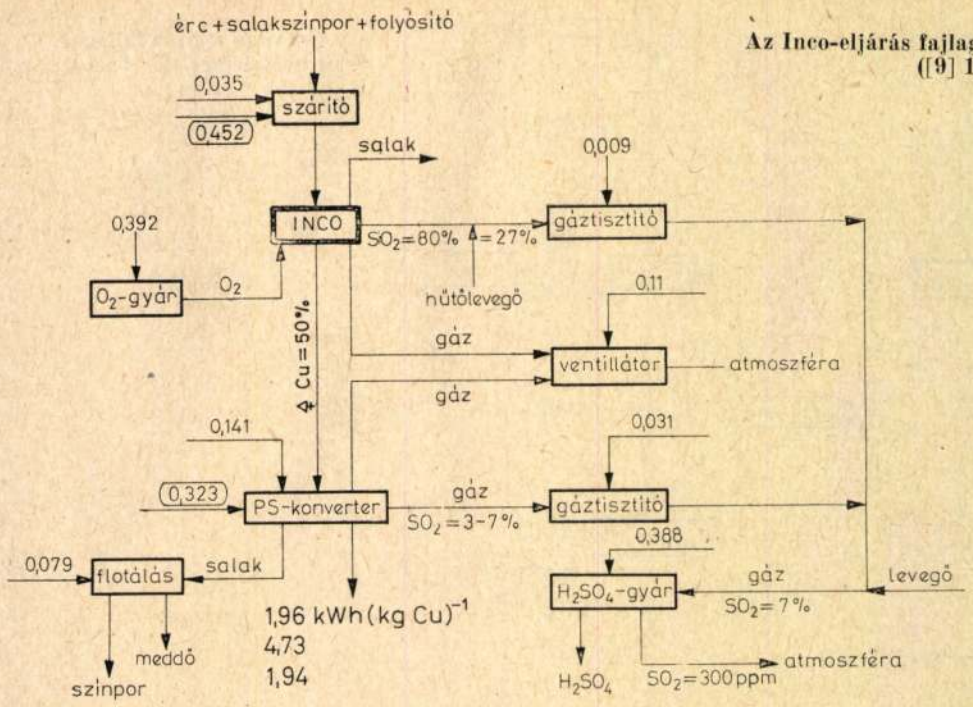
$$N = \frac{31{,}65}{a} + 16{,}7 \ldots \mathrm{MJ(kgCu)^{-1}} \qquad (5)$$

$$N = \frac{8{,}8}{a} + 4{,}6 \ldots \mathrm{kWh(kgCu)^{-1}} \qquad (6)$$

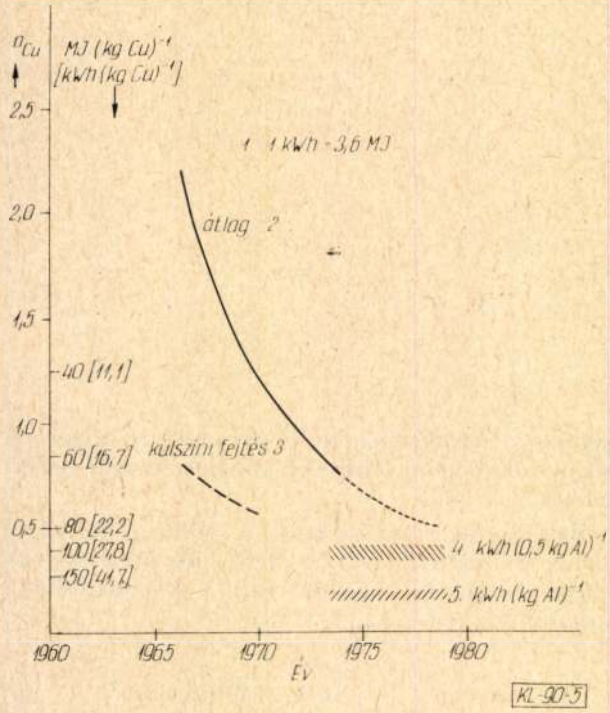
összefüggéssel számított és 1 kg rézre vonatkozta-

14. táblázat

Az Inco-eljárás fajlagos energiamérlege
([9] 19 o.)



tott bányaművelési, ércelőkészítési és kohósítási energiafogyasztást szemlélteti MJ, ill. kWh mértékegységben. Az ábra az 1 kg rézzel egyenértékű 0,5 kg Al előállításának energiaigényét is mutatja. Ez az idővel nem változik, mert a feldolgozott bauxitnak kb. állandó az alumíniumtartalma. Az ábrából megállapítható, hogy a nyersérc réztartalmának fokozatos csökkenése miatt a rézelőállítás fajlagos energiafogyasztása a közeljövőben a 0,5 kg Al-ra vonatkozó értékre nő.



5. ábra. A kitermelt érc réztartalmának csökkenése 1965—1980 közötti években, valamint az ettől számított fajlagos energiafelhasználás növekedés

1. 1 kWh=3,6 Mj, 2. átlag, 3. külszíni fejtés, 4. kWh (0,5 kg Al)$^{-1}$, 5. kWh (kg Al)$^{-1}$

Összefoglalás

Fémek előállításakor a fajlagos energiafogysztás a bányaművelés, ércelőkészítés és kohósítás fajlagos energiaszükségletéből tevődik össze. Az első kettő a nyersérc fémtartalmának csökkenésével hiperbolikusan nő, és az egyenszárú hiperbola csúcspontja annál messzebb van az origótól, minél mélyebb a bánya és minél keményebb az érc.

A fontosabb fémekre a bányaművelés, ércelőkészítés és kohósítás fajlagos energiafogyasztásának összehasonlítása.

Az alumíniumkohászatban a timföldgyártás, alumíniumelektrolízis és a galliumelőállítás energiaszükségletének elemzése a magyar és amerikai timföldgyárakból és alumíniumkohókból származó adatok segítségével.

Szulfidos részércek kohósításánál a hagyományos (lángkemencében olvasztó), az elektromos kemencés, az Outokumpu, a Noranda, Inco- és Mitsubishi-eljárás fajlagos energiafogyasztásának összehasonlítása a levegővel és O_2-vel dolgozó technológiáknál és a környezetet védő eljárásoknál.

Elektromos energiafelhasználásnál a primer energiaszükségletet 30%-os energiatermelési hatásfokkal számítottuk.

IRODALOM

[1] *Kellog, H.H.*: Sizing up the energy requirements for producing primary materials.=Engineering and Mining Journal. 1977. Ápr. 61—65. p.

[2] Energy Use Patterns in Metallurgical and Non-Metallic Mineral Processing. Battelle-Columbus Laboratories, Columbus, Ohio.
„Phase 4 — Energy Data and Flowsheets, High-Priority Commodities". PB-245 759. 1975.
„Phase 5 — Energy Data and Flowsheets, Intermediate-Priority Commodities". PB-246 357. 1975.

„Phase 6 — Energy Data and Flowsheets, Low-Priority Commodities". PB-261 150. 1976.
„Phase 7 — Summary of the Results of Phases 4, 5, and 6." PB-261 151. 1976.
„Phase 8 — Opportunities to Improve Energy Efficiency in Production of High-Priority Commodities without Major Process Changes." PB-261 152. 1975.
„Phase 9 — Areas where Alternatíve Technologies should be Developed to Lower Energy Use in production of High-Priority Commodities." PB-261 153. 1976.

[3] *Rosenkranz, R. D.:* Energy consumption in domestic primary copper production. (Washington) U. S. Bureau of Mines (1976) I. C. 8698.

[4] *Kellog, H.H.—Tien, J.:* Energy Considerations in Metal Production, Selection, and Utilization. Henry Krumb School of Mines, Columbia Univ., New York. 15 p.

[5] *Horváth Z.:* Az elméleti fajlagos energiafogyasztás a különféle fémek előállításánál.=Bányászati és Kohászati Lapok — Kohászat. 109, 1976. 2. sz. 79—86. p.

[6] *Morgan, J. D.—Kirby. R. C.:* Chemical engineers in the metals field.=Chemical Engineering. 1977. Jun. 111—116. p.

[7] *Kamphausen, D.:* Zur Struktur des Energieverbrauchs in der americanischen Kupferindustrie.= Metall. 31. 1977. 4. sz. 424—426. p.

[8] *Biswas, A. K.—Davenport, W. G.:* Extractive Metallurgy of Copper. Oxford, New York. 1976. Pergamon Press.
(International series on Materials Science and Technology. Vol. 20.)

[9] *Schultz, D. A.:* Pollution control and energy consumption at U. S. copper smelters.=Journal of Metals. 1978. 1. sz. 14—20. p.

[10] *Kellog, H. H.:* Conservation and metallurgical process design.=Institution of Mining and Metallurgy. Trans. Sec. C. 86. 1977. Jun. C47—C58. p.

[11] *Maschmeyer, D. E. G.—Milner, E. F. G.—Parekh, B. M.:* The Sherritt — Cominco Copper Process — Part III: Commercial Implications.=CIM Bulletin. 71, 1978. 790. sz. 131—138. p.

[12] *Sharma, S. N.—Davis, W. L.:* Energy Consevation: A New Challenge for Copper Smelting.=Mining Engineering. 29, 1977. 5. sz. 38—41. p.

[13] *Horváth, Z.:* Der theoretische spezifische Energieverbrauch bei der Erzeugung von verschiedenen Metallen.=Metall. 1978. 4. sz.

[14] *Hermann, H.—Wadsack, Ch.:* Technisch-wirtschaftliche Kenndaten für die Herstellung und Verwendung von Kupfer.=Tech. Mitt. Krupp. Verksb. 35, 1977. 1. sz. 35—42. p.

A tisztafémek előállításának és felhasználásának helyzete*

Dr. VÁRHEGYI GYŐZŐ okl. kohómérnök, igazgatóhelyettes
Aluterv-FKI

DK: 669.015.4 : 621.38

A tiszta anyagok előállításának rövid történeti áttekintése után az a következtetés vonható le, hogy az ipar igénye össz-szennyezőre vonatkoztatott tisztaság szempontjából max. 10^{-4}%, limitált szennyezők egyenként megengedett szintje 10^{-6}—10^{8}%. Az elektronikai ipar várható fejlődésének elemzése alapján a tiszta fémekben jelentkező igény mind a termelt mennyiség, mind a tisztasági szint emelkedésével jellemezhető. Ennek biztosítása a tisztítási technológiák automatizálásával és néhány elvileg új eljárás kidolgozásával oldható meg. Szerepet kap a közeljövőben az alakos egykristály félgyártmányok előállítása. Végül néhány konkrét példa és általános elv említésével a hazai legfontosabb kutatási-fejlesztési tevékenység előtt álló feladatok felvázolása következik.

A kémiai elemek történetéből ismeretes, hogy felfedezésüket a természetes ásványok összetételének vizsgálata tette lehetővé. Mindaddig, amíg a kémiai analitika módszerei csak kis érzékenységűek voltak, és pontosságuk nem biztosította a vizsgált anyag teljes összetételének felderítését, újabb elemek jelenléte rejtve maradt, és késleltette felfedezésüket. Ugyancsak a kémiai analitika korlátai érvényesültek akkor, amikor néhány felfedezett elemről (pl. V és U) csak egy évszázaddal később derült ki, hogy azok az elemnek vélt anyagnak csupán oxidjai, és önálló előállításuk, elemi tiszta alakban való felfedezésük hosszan váratott magára.

A 19. sz.-ban előállított anyagok, vegyületek általában néhány % szennyező anyagot tartalmaztak, kémiai és néhány fiziko-kémiai tulajdonságuk vizsgálata ugyanis nem mutatott eltérést az előállítási technológiából származó, többé-kevésbé hasonló természetű és változó mennyiségű szennyezők jelenlétében. A kémiai elemzési módszerek fejlődésével századunk elején a szennyezőket már 10^{-2} sőt színképelemzéssel 10^{-3}% érzékenységgel meg lehetett határozni, létrejött tehát a feltétele 10^{-1}—10^{-2}% összszennyezőt tartalmazó anyagok előállításának. A fizikai-kémiai konstansok meghatározását ilyen, vagyis 99,9—99,99% tisztaságú anyagokon végezték, és a tulajdonságok eltérése a szennyezők függvényében ritkán haladta meg a néhány %-os értéket.

Gyökeresen megváltozott azonban a helyzet, amikor az anyagok atom- és elektrofizikai tulajdonságait kezdték vizsgálni. Ezek az anyagsajátságok érzékenyek a tisztaságra, helyesebben igen erősen függnek néhány speciális szennyező jelenlététől. Az atomtechnika, majd később a félvezető technika olyan anyagok előállítását kívánta meg, melyek adott, nem kívánatos szennyezőket csak limitált érték alatt, nagyon kis mennyiségben tartalmaztak. A limitált szennyezők miatt a kémiai analitikai módszerek érzékenységének 10^{-5}—10^{-6}%-ig növelésére volt tehát szükség. Minthogy egy anyagban az alapanyagatomok mennyiségének meghatározása közvetlen kémiai elemzéssel csak 10^{-1}—10^{-2}% pontossággal történhet, másrészt az összes lehetséges szennyező atomok meghatározása és 100-ból való levonása

* Elhangzott 1978 májusában a MTA Metallurgiai Bizottsága által szervezett II. Metallurgiai Konferencián, Miskolcon

gyakorlatilag nem volt járható út, kialakult a 99,99%-nál tisztább tiszta anyagok speciális fogalma és jelölése: a tisztaság 9-esekben való megadása. Ennek a feltételes érvényű jelölésnek az értelmezése az, hogy 99,999% tisztaságú, vagyis 5 N-es anyag csak 10^{-3}%-ban (10 ppm mennyiségben) tartalmaz az adott felhasználás szempontjából limitált szennyezőket. Ez a jelölés nem hordoz információt a nem limitált szennyezők mennyiségéről. Ma tehát a tisztasági követelmények támasztásakor egyúttal ki nem mondva azt állítjuk, hogy a kívánt anyag tulajdonságainak a limitált szennyezők koncentrációjától való függését ismerjük, a nem limitált szennyezők mennyisége viszont a tulajdonság ismeretlen függvénye. Ma a félvezető iparban a limitált szennyezők egyenként megengedett szintje 10^{-6}—10^{-8}%. [1]

A tiszta anyagok előállításában még csak kezdő lépéseket tettünk meg. A mai tiszta anyagok az „abszolút tiszta anyagnak" még igen távoli közelítése. Gondoljuk csak meg, hogy 6N tisztaságú anyag 1 g-jában 10^{22} db atom van, és ebből 10^{16} db a szennyező atom. Ennek ellenére a tiszta anyagok előállításának mai szintjén már olyan különleges effektusokat kaptunk, mely gyökeresen megváltoztatta az anyag létezési formáiról alkotott ismereteink szintjét, a modern ipar szerkezetét és életünk berendezkedését. A lépéseink kezdeti stádiumának tudatában biztosra vehetjük, hogy a tisztaságban további előrelépéskor számos új, ma még be nem látható effektusra és új anyagféleségekre bukkanunk.

Az iparilag előállított tiszta félvezető anyagok tisztasága össz-szennyezőre ma még alig közelíti meg a 10^{-4}%-ot. Várható, hogy rövid időn belül — talán 10 év alatt — az össz-szennyezőre megfogalmazott tisztasági igény 10^{-7}—10^{-8}% lesz, vagyis 3—4 nagyságrenddel megnő a korszerű iparnak az anyag tisztaságával szemben támasztott követelménye.

Annak érdekében, hogy valamivel közelebbről érzékelhessük a tiszta anyagok helyzetét és várható fejlődését, néhány kiragadott adatot és gondolatot kívánok most felvetni.

Ma a félvezető eszközök — ezek között is a nagy bonyolultságú integrált áramkörök — helyzetét a teljesítményfelvétel állandó csökkenése jellemzi (a jelenlegi 10pJ-ról 10 év múlva 2 nagyságrendet csökken, ugyanakkor működési sebessége várhatóan egy nagyságrenddel nő). Az eszközök integráltsági foka egyre nő, és a fejlődés ma ott tart, hogy egységnyi területen az áramköri elemek (a komponensek) száma ma nagyságrendben elérte az emberi agy idegsejtjeinek sűrűségét. Egyes vélemények szerint az egy félvezető lapocskán (chipen) levő elemek száma a 80-as évek elején eléri az 1 milliót, és az ezredforduló környékén a 10^{11} nagyságrendet. Ez a nagyságrend az emberi agy kapcsolási funkcióinak számával egyezik meg. Ugyanakkor a fajlagos ár (egységnyi számú komponensre eső ár) napjainkban 3-évenként egy nagyságrendet csökken [2] [3].

Az elektronika egyik speciális és legnagyobb perspektíva előtt álló területe az optoelektronika. Az optoelektronikai eszközök már bevonultak a technika minden ágába, és további elterjedésük beláthatatlan fejlődést igér. A vizuális számindikáció, az elektronikus óra, TV-vevőkészülékek, ill. a távolságmérés és tárgykövetés, az egyidejüleg közölhető nagy információsűrűség lehetősége biztosítják a számítástechnika, a hírközlés és a folyamatszabályozás ugrásszerű fejlődését.

Az utóbbi években a szupravezetés gyakorlati alkalmazása területén is jelentős előrelépés következett be. Ma már minden fejlett iparral rendelkező országban gyártanak szupravezető-eszközöket, melyeket egyre szélesedő spektrumban a műszeriparban, a bányászatban, metallurgiában és energiaiparban alkalmaznak. A prognózisok szerint Európában a szupravezetésen alapuló nagy áramerősségű energiatovábbítás gyakorlati megvalósítása az 1990-es években várható [4].

Ez a rendkívüli ütemű fejlődés az eszközök technológiájának fejlesztésén kívül a félvezető, elektronoptikai, memóriatároló és szupravezető anyagok technológiájának állandó fejlesztését igényli. Ma a félvezető eszközök több mint 90%-ban nagy tisztaságú szilícium egykristályból készülnek. A szilícium egykristályok éves világtermelése néhány ezer tonna, ez a mennyiség 1—2 éven belül megduplázódik, és előreláthatólag a 2000. év körül 1000-szeresére nő. Az egykristályokat 100 000 $ értékű berendezésekben 100 mm ∅-jű és közel 1 m hosszúságú rudak alakjában állítják elő. — Az optoelektronikában a fénydiódák alapanyaga GaAs, GaP egykristályok ill. ezen vegyületek többalkotós szilárd oldata. Termelt mennyiségük évenként több ezer m^2 területű lapka, melyek gyártásához néhány tíz tonna nagy tisztaságú galliumot használnak fel. — A lézerek aktív anyagaként és a számítógépek memória tárolóanyagaként újabban a gránátszerkezetű egykristályok léptek előtérbe. Legfontosabb szerepet a gallium — gadolinium — gránát (GGG) és az ittrium — alumínium — gránát (YAG) egykristályoknak tulajdoníthatunk. A jövő memóriaanyagai között az elektroakusztikai effektus alapján működő $LiNbO_3$ és $LiTiO_3$ egykristályok is komoly szerepet kaphatnak, melyekben a tápegység kikapcsolásakor sem törlődik a tárolt információ. A szupravezetőként számításba jövő anyagok között a GaV_3 és $SnNb_3$ intermetallikus vegyületeket említhetjük meg.

Az elektronikai eszközök integráltsági fokának növeléséhez a félvezető anyagok és eszközök gyártásához felhasznált kémiai elemek, fémek tisztaságának állandó növelésére van szükség. Ma a félvezető ipar fejlesztési igényeinek kielégítéséhez 7N tisztaság biztosítása a követelmény. Ez a követelmény nemcsak a szilícium félvezető anyag tisztaságára vonatkozik, hanem a két alkotós félvezető vegyületek és a sokalkotós szilárd oldat egykristályok előállítására felhasznált Ga, As, P, Al, Sb, Bi, S, Zn, Te, Se, Cd, Pb, Hg stb. kiinduló alapanyagok ugyanilyen mértékű tisztítását kell megoldanunk. Valamivel kisebb a megkívánt tisztaság szintje — vagyis 6N körüli —, ha ezeket a kémiai elemeket mikroötvözésre vagy az eszközök gyártásának segédanyagaiként pl. kivezetések készítéséhez használják fel. Ezekből a fémekből ma általában

egyenként néhány tonna ill. néhány tíz tonna az éves fogyasztás, és valószínű, hogy az ezredfordulóig néhányszor megduplázódik az igény. A felhasznált anyagok tisztaságának növelésére gyakran nemcsak az eszközök önköltségének csökkentése érdekében van szükség, hanem csak ezáltal érhetjük el az eszközök élettartamának megnövelését (pl. 50 000 óráról 100 000 órára) és sok esetben csak egy magasabb tisztasági szint biztosítja a kívánt effektust, vagy a gazdaságos alkalmazást. Így pl. a napelemek energiatermelésre csak akkor használhatók fel gazdaságosan, ha a jelenlegi 100 $/W fajlagos értéket kb. tizedére csökkentjük. Ennek a csökkentésnek egyik útja az, hogy az integrált áramkörök és tranzisztorok gyártásához szükséges tisztasághoz képest tisztább alapanyagot használunk fel előállításukra.

Az eddigiek alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a tiszta fémekben jelentkező felhasználói igényt mind a termelt mennyiség növekedésével, mind a tisztasági szint emelésével együttesen jellemezhetjük. A piac követelményeivel tehát csak az előállítási technológia állandó továbbfejlesztésével tarthatunk lépést. A 40-es és 50-es évekig lényegében kidolgozták a tisztítási módszerek elvi alapjait, és kialakultak előállításuk gyakorlati módszerei. Az előállítási technológia tökéletesedése azóta abból állt, hogy a kezdeti egylépcsős folyamatokat a többlépcsős műveletből álló eljárások kiszorították. A desztillációs tisztítást a rektifikáció, a likvációs raffinálást a zónás olvasztás váltotta fel. Kifinomultak és ma is sikerrel alkalmazzák az elektrolitikus tisztítás különböző kaszkádos változatait a tisztafémek előállítására. A további előrelépés útját a folyamatok automatizálásában és néhány újabb módszer kifejlesztésében jelölhetjük meg. Az újabb módszerek közül elsősorban a transzport reakciók szélesebb körű felhasználását, $1{,}33 \cdot 10^{-3}$—$1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Pa vákum hidegfalú reaktorban való alkalmazását az ún. reaktív desztillációt és az elektrotranszportot vagy más néven a szilárdfázisú elektrolízist említhetjük meg. A szilárdfázisú elektrolíziskor a paramétereket úgy választjuk meg, hogy az anyagban az elektromosság vezetésében az ionok is szerepet játszanak, és ezzel érhetjük el az anyagnak szennyezőktől való megtisztítását.

A tiszta anyagok előállítási technológiájával kapcsolatban röviden az egykristály húzásról is szólnom kell. Az elektronikai ipar igényei alapján az egykristályhúzási technológiák nagyipari termelő eljárássá fejlődtek, és fejlesztésük állandóan napirenden van. Az egykristályhúzás műveletét mint tisztítási eljárást is felfoghatjuk, amikor a fizikai szennyezőkön (szemcsehatárok, rácshibák és diszlokációk) kívül az idegen atomoktól való további tisztulást érhetünk el. A fejlesztés iránya a nagyteljesítményű húzóberendezések tökéletesítése mellett új eljárások kialakítása, melyeknek elsődleges célja a termelékenység növelése. Most áll fejlesztés alatt a tiszta szilícium egykristály-szalag folyamatos előállításának technológiája. Figyelmet érdemelnek azonkívül az egykristály-profilok előállítása terén elért eredmények. Az egykristályok felhasználása ugyanis általában különféle méretű lapok, csövek és változó keresztmetszetű rudak formájában történik. A költségesen előállított egykristályok tömegének nagy része — gyakran 90%-a' — ilyenkor veszendőbe megy. A mechanikai megmunkálás azonkívül az egykristály szerkezetének ellenőrizhetetlen megbontását — rácshibák képződését — okozza. Ezeknek a hátrányoknak kiküszöbölésére a Szovjetunióban *A. V. Sztyepanov* munkatársaival kidolgozta az olvadékból történő alakos profil-egykristályok előállításának technológiáját. A technológiát sikeresen alkalmazták fémek, félvezetők, dielektrikumok egykristályainak előállítására, és a módszer perspektivikusnak látszik nagyobb húzási sebesség esetén polikristályos alumíniumprofilok folyamatos előállításának megvalósítására [5]. Az egykristályok — különösen az alakos egykristályok — ma már az elektronikán kívül más területen is gyakorlati alkalmazást nyertek. Ismeretes pl., hogy a nagy hőmérsékletű gázturbinalapátok élettartamát úgy növelhetjük meg, hogy kiküszöböljük a kristálylhatárok mentén üzemeltetés alatt bekövetkező elridegedést. A nagy üzemelési élettartamot dendrit jellegű egykristálylapátok gyártási eljárásának kidolgozásával érték el [6].

A tiszta anyagok előállításának és felhasználásának rövid és kiragadott példákból álló áttekintése után, úgy vélem, gyakorlatilag már meg is fogalmazódtak a kutatási-fejlesztési feladatok.

A Magyar Alumíniumipari Tröszt egyik vállalata a világ gallium-termelésének 10%-át állítja elő. Az Aluterv-FKI-ban jóméhány tisztafém előállítása folyik rendszeresen. A KFKI-ban fejlesztés alatt áll a mágneses buborékmemóriák technológiájának kidolgozása, a MÜFI-ben korszerű szinten áll az optoelektronikai eszközök előállításának ismerete. Vizsgálat alatt áll a lítiumniobát egykristály előállítás és a szupravezető anyagok előállítási technológiájának indítása. Ezenkívül számos más intézetben és vállalatnál folyik tiszta anyagok felhasználására irányuló tevékenység.

Népgazdaságunk fejlesztésének jelenlegi szakaszában a sokféle — fel sem sorolt — tevékenység közül ma azokra a feladatokra kell elsősorban koncentrálnunk, melyeknek megoldására elegendő erőt és reális kockázatvállalást érzünk.

A mai gyors fejlődésben és versenyben az elért és részben már realizált technológiák állandó továbbfejlesztését kiemelten kell kezelnünk. Az előállított tiszta alapanyagok minőségét tovább kell emelnünk, és a hazai galliumkincsünk minél értékesebb formában való hasznosítását bátran célunkká tűzhetjük ki. A megtett út, az elért eredmények és az eddigi ráfordítások alapján a továbbfejlesztést felelősségteljes kötelességünknek is érezhetjük. Az újabb anyagok és technológiák kutatása területén pedig azokra a feladatokra fordítsuk figyelmünket, melyek kifejlesztésével világviszonylatban még nem késtünk el, melyekre hazai hagyományaink, ismereteink elegendő alapot adnak a sikeres eredmény eléréséhez, és melyeknél az innovációs tevékenység szinten tartásához a jövőben is elegendő ismeret és eszköz megszerzését biztosítottnak látjuk.

Összefoglalás

A metallurgia fejlődése során már a 19. században fellépett igény az anyagok és fémek tisztaságának növelésére. Ekkor a tisztaság realizálása új elemek felfedezését és tulajdonságai megismerését jelentette. Századunk 40-es, 50-es éveiben a tisztaság meghatározott technikai célok érdekében új hangsúlyt és megfogalmazást kap. Felfedezték, hogy az anyagok egyes tulajdonságai érzékenyek a tisztaságra és erősen függnek a szennyezők természetétől. Az atomenergia-termelés, a félvezető technika fejlesztésével párhuzamosan kidolgozott eljárásokkal teljesen új tulajdonságú tiszta és nagymértékű anyagok előállítása vált lehetővé. Ma ezeket az anyagokat 10 000 tonnás nagyságrendben állítják elő a világon, és felhasználásuk megszabja technikai fejlődésünk ütemét.

Ma az iparilag előállított tiszta anyagoktól megköveteljük, hogy egyes ún. limitáló szennyezők 10^{-6}—10^{-8}% koncentráció alatt forduljanak elő, az össztisztaság azonban ritkán éri el a 10^{-4}% értéket.

Ezt a tisztaságot elektrokémiai, kristályosító és desztilláló eljárások speciális változataival biztosíthatjuk. Szilárdtest-fizikai célokra azonban a még nagyobb tisztaság eléréséhez új elveken vagy extrém feltételek között működő új módszerek kifejlesztése szükséges (pl. szilárd fázisú elektrolízis, reaktív desztilláció). Ugyanakkor nagyobb érzékenységű analítikai módszerek kifejlesztése és nagy tisztaságú segédanyagok előállítása szintén hozzátartozik a tiszta anyagok előállításának megoldásához.

Hazánkban az elmúlt 10 év alatt értünk el eredményeket a tiszta anyagok előállítása terén. A további munkát az iparfejlesztési célok és a hazai adottságok figyelembevételével jól megválasztott irányokban kell folytatnunk.

IRODALOM

[1] *Devjatüch, G.G.:* Vesztnik ANSzSzSzR. 1975. N°6. 37.
[2] *Booss, H.:* Sondermetalle — Werkstoff moderner Technologie Metall. 27 (1973), N°7. 716.
[3] *Mátrai G.:* Híradástechnika 29 (1978), N°2. 33.
[4] Analiz mirovogo úrovnya naucsn. isszl. i techn. proizv. poluprovodnyikovüch matyerialov i metallov vüsz. csisztotü. Moszkva, 1978. N°3.
[5] *Regel, V. R.:* Vesztnik ANSzSzR. 1977. N°11. 49.
[6] *Petrov, D. A.—Tumanov, A. T.:* Vesztnik ANSzSzSzR. 1976. N°9. 120.

Korszerű hidrometallurgiai eljárások a rézkohászatban*

Dr. SZIKLAVÁRI KÁROLY okl. kohómérnök, egy. docens
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 669.334.053.4

A szerző a nagyon kevés rezet tartalmazó nyersanyagok és a szulfidos rézkoncentrátumok feldolgozására kialakított, illetve fejlesztés alatt levő fontosabb eljárásokat ismerteti. A szerző összehasonlítja a négy legfontosabb hidrometallurgiai eljárás egyszeri és folyamatos ráfordításait egy tervezett modern pirometallurgiai eljárással. Azt a következtetést vonja le vizsgálódásaiból, hogy néhány éven belül a hidrometallurgiai eljárások a szigorú környezetvédelmi követelmények kielégítése mellett, gazdasági téren is versenytársai lehetnek a tűzi eljárásoknak.

Bevezetés

A réz kohászatában az utóbbi évtizedben igen figyelemreméltó fejlődés tapasztalható. A szulfidos rézércek feldolgozásában jelenleg döntő helyet elfoglaló tűzi eljárások fejlesztésében és új technológiák kidolgozásában a teljesítmény növelése, energiatakarékosság fokozása, a nehéz fizikai munka gépesítése, az automatizálás és a számítógépes irányítás bevezetése mellett fokozott mértékben törekednek a környezetszennyezés, elsősorban a kéndioxidot tartalmazó füstgázok mennyiségének csökkentésére. Mivel ez utóbbi többnyire csak jelentős beruházással oldható meg és a jövőben e területen további szigorítás várható, növekedett a hidrometallurgiai eljárások iránti érdeklődés.

Az oxidos ásványokból a rezet eddig is főleg hidrometallurgiai úton nyerték ki, de az így előállított réz mennyisége az egész réztermelésnek csupán néhány százalékát teszi ki.

A hidrometallurgiai eljárások fejlődése elsősorban a nagyon szegény, 0,4%-nál kevesebb rezet tartalmazó nyersanyagok, ill. a rézben dús szulfidos koncentrátumok feldolgozása terén várható.

Nagyon kevés rezet tartalmazó nyersanyagok feldolgozása

Az egyre növekvő rézszükséglet kielégítéséhez napjainkban mindinkább figyelembe veszik a réztelepek feltárása és kiaknázása során lefejtett, ill. az ércelőkészítéskor keletkezett, hagyományos feldolgozásra kevés réztartalma miatt alkalmatlan ércek hatalmas mennyiségét. Feldolgozásukra napjainkban használatos legalkalmasabb eljárás a halomban való, ill. meddőhányó lúgzás. E lehetőséget már régóta ismerik, de nagyipari alkalmazása csak az utóbbi két évtizedben terjedt el.

E szegény ércekben a réz egy része oxidos, másik hányada szulfidos alakban van. Az oxidok kénsavas oldatban könnyen oldódnak, a rézszulfidok oldásához oxidáló anyagra van szükség. Természetes körülmények között az utóbbit a három-

* Elhangzott 1978 májusában a MTA Metallurgiai Bizottsága által szervezett II. Metallurgiai Konferencián, Miskolcon.

értékű vas biztosítja, amelyet pedig a levegő oxigénje regenerál. Jelentős változást hozott ezen a területen a vasat és ként, ill. szulfidokat is oxidálni képes baktériumtörzsek felfedezése, és életfeltételeik tisztázása. Nagyobb sav- és rézkoncentrációhoz szoktatott baktériumtenyészettel a lúgzó oldatokat beoltva és a hányóban, ill. a halomban a baktériumok életkörülményeinek optimális, vagy ahhoz hasonló feltételeit biztosítva, a lúgzási sebesség sokszorosára növelhető.

A nagyon kevés rezet tartalmazó ércek hidrometallurgiai feldolgozásának további lehetősége előzetes kitermelés nélkül, a lelőhelyen (in situ) lúgozni. Ilyen módon a szokásos feltárási beruházás lényegesen csökkenthető és az emiatt kitermelésre alkalmatlannak minősített lelőhelyeket a termelésbe be lehet vonni.

A lelőhelyen végzett lúgzást elsősorban műveléssel felhagyott bányák bennmaradt készletének kinyerésére vezették be, korábban még nem művelt lelőhelyen először az USA-beli *Tusconban* alkalmazták. Az egy hegyoldalban elhelyezkedő, 3,8 millió tonna oxidos-szulfidos, átlagosan 0,8% rezet tartalmazó érctelepbe tárnákat vágtak, majd a telepet 1800 t robbanóanyaggal aprították. Ezután a hegyoldalt terraszosították és a lúgószert a teraszokra vezették. Az oldat a legalsó tárnából lépett ki. Ezzel sikerült első ízben összetétele és mennyisége alapján művelésre nem alkalmas telepet lelőhelyen végzett lúgzással hasznosítani.

Az *in situ* lúzgás egyik jelenlegi problémája a lúgószer számára részben áthatolhatatlan érctelepek áteresztő képességének javítása, másrészt a beadott lúgószer ellenőrzött összegyűjtése és elvezetése. A *Kennecott Copper* a telepek fellazítását nukleáris robbantással kívánja megoldani.

500—1000 m, vagy még mélyebb lelőhelyen végzett nukleáris robbantáskor függőleges, kb. 400 m mély kaverna keletkezik, amely aprított érccel van körülvéve.

A kavernába oxigént fúvatnak, amely a szulfidokat oxidálja, a benyomuló talajvíz pedig a rezet szulfát-alakban oldja. Az oldatot a kaverna aljáról a felszínre szivattyúzzák. Modellkísérletek szerint a folyamat megfelelő irányítással 4—5 éven át fenntartható. Az oxigén és a talajvíz közötti egyensúlyi nyomás beállításával a környezet szennyezése elkerülhető.

Kis mélységű lelőhelyeken, ahol a talajvíz nyomása kicsi, oxigén-túlnyomást nem lehet fenntartani. Itt átáramló oldattal kell az oxidálószert, pl. vas(III)-szulfát oldatot bevezetni.

Ezek a rézben szegény ércek feldolgozására alkalmas eljárások széles körben terjednek, mind több bányában lúgozzák a meddőt, hogy a hányóban levő fém legalább egy részét olcsón kinyerhessék.

Szulfidos koncentrátumok feldolgozása

A szulfidos koncentrátumok hidrometallurgiai feldolgozására irányuló nagy számú kísérletek egyik ösztönzője, hogy a hagyományos pirometallurgiai technológiához képest a környezetszennyezés nagymértékben csökkenthető, mivel a kenet többnyire elemi formában nyerik ki, vagy szulfáttá alakítják.

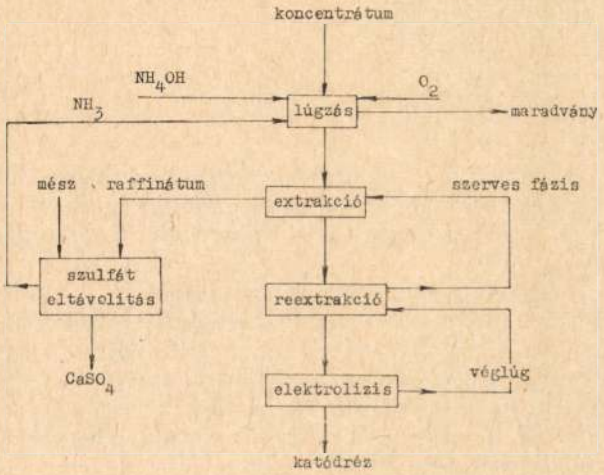
Lúgzás ammóniás oldattal

Komplex szulfidos koncentrátumok nikkel, kobalt és réztartalmának kinyerésére mintegy húsz év óta a *Sherrit—Gordon-eljárást* használják. Az *Anaconda* ennek egy változatát, az ún. *Arbiter-eljárást* dolgozta ki.

Az *Arbiter-eljárással*, amelynek egyszerűsített folyamatát az *1. táblázat* szemlélteti, a rézkoncentrátumot közönséges hőmérsékleten mérsékelt ammónianyomás alatt, oxigén jelenlétében lúgozzák.

1. táblázat

Arbiter-eljárás



Ekkor az összes kén szulfáttá alakul, réz-tetramint, valamint ammónium-szulfátot tartalmazó oldat keletkezik. A maradvány eltávolítása után az ammóniás oldatból a rezet oldószeres extrakcióval a szerves fázisba viszik, ahonnan a visszajáró savanyú elektrolit-véglúggal reextrahálják, végül elektrolízissel, tiszta katódrézként ejtik ki.

A rézmentes raffinátumból az ammónium-szulfát kikristályosítható, de ezt nehezen lehet értékesíteni, így az oldatban levő ammóniát meszezést követő forralással nyerik vissza.

Lúgzás kénsavas oldattal

Fémszulfidok kénsavas feltárása közben a hőmérséklettől és az oxigén parciális nyomásától függően a fém-szulfátok mellett elemi- vagy szulfátkén keletkezhet.

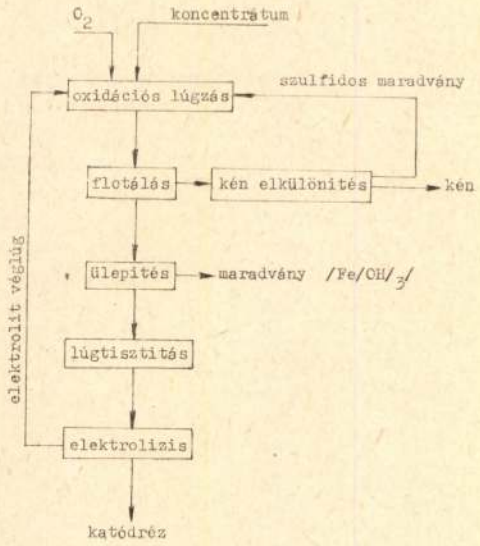
Rézkoncentrátumok nagyipari feltárásakor a kedvezőbb, elemi kenet szolgáltató részleges oxidációra törekednek, mivel a kén könnyen értékesíthető, nincs szükség a keletkező kénsav lekötésére, kevesebb oxidálószer fogy és kisebb az energiaszükséglet is.

A nyomás alatt lúgzó eljárások előnye, hogy a vas, vas(III)-oxidként, ill. -hidroxidként kiesik az oldatból.

Mivel a szulfidos rézércekben a kalkopirit a leggyakoribb és legnagyobb mennyiségben előforduló ásvány és kémiai szempontból a kalkopirit

2. táblázat

Kénsavas faltárás alaptechnológiája



a legstabilabb, a kénsavnak legjobban ellenálló vegyület, a különböző technológiák kidolgozásakor ennek oldhatóságát kell elsősorban figyelembe venni.

A kénsavas feltárás alaptechnológiáját a *2. táblázat* szemlélteti. A kalkopirit részleges oxidációjakor réz-szulfát és elemi kén keletkezése közben oldódik. A nem oldódó szulfidokat a kén eltávolítása után visszavezetik a lúgzáshoz, a tisztított oldatból a rezet elektrolízissel ejtik ki. Ennek a módszernek sok hátránya van:

— kicsi a lúgzási sebesség
— a pirit reagálása bizonytalan
— az elemi kén kinyerése nehézkes
— a vas(III)-hidroxid elválasztása körülményes
— a vas(III)-hidroxid jelentős rézveszteséget okoz.

A mostanában publikált *Sherrit—Cominco Copper-eljárás* ezeket a nehézségeket az oxidációs lúgzást megelőző aktiváló pörkéléssel, ill. aktivációs lúgzással kívánja megoldani.

A technológia főbb lépéseit a *3. táblázat* szemlélteti. A pelletezett koncentrátumot 650 °C hőmérsékleten hidrogén jelenlétében pörkölik. Az *aktiváló pörkölés* célja a kén részleges eltávolítása. Ezen a hőmérsékleten a pirit termikusan disszociál, a kalkopiritet és a pirit maradványát a hidrogén redukálja. Az aktiváló kemence alsó zónáiból felfelé áramló kéngőzt és a megmaradt hidrogént a felső zónában levegővel égetik el.

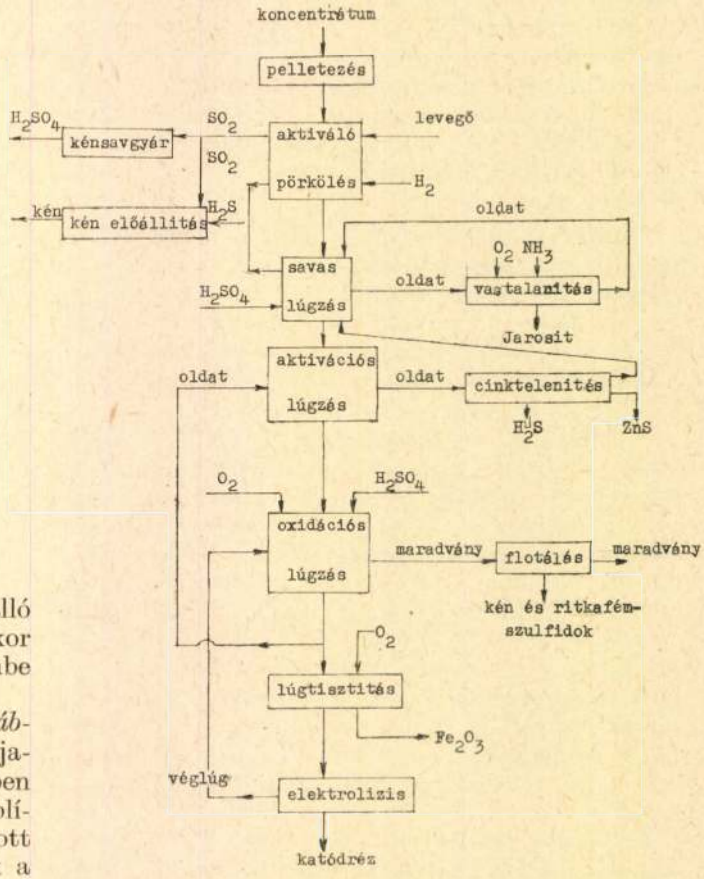
Az aktiváló pörkölést követő *savas lúgzásnál* a kalkopiritből, ill. piritből redukált vas(II)-szulfidot oldják ki az aktivációs *lúgzás célja* pedig a maradék kalkopirit, és a bornit vastartalmának oldatbavitele. A vas oldásához szükséges réz-szulfát oldatot a következő fokozatból, az oxidációs lúgzásból járatják vissza.

A savas-, ill, aktivációs lúgzás során oldatba ment vasat, nagyhőmérsékletű oxidálást követő hidrolizissel jarosit — alakban ejtik ki.

Az *oxidációs lúgzás* célja 99%-os rézkihozatal és maximális kénkihozatal elérése. Kénsavas oldatban 110 °C hőmérsékleten oxigén jelenlétében a különböző szulfid-alakban lévő réz réz-szulfát és elemi kén képződése közben oldódik. A szulfidos maradványban a molibdén és a ritkafémek koncentrálódnak.

3. táblázat

Sherrit—Cominco Copper-eljárás

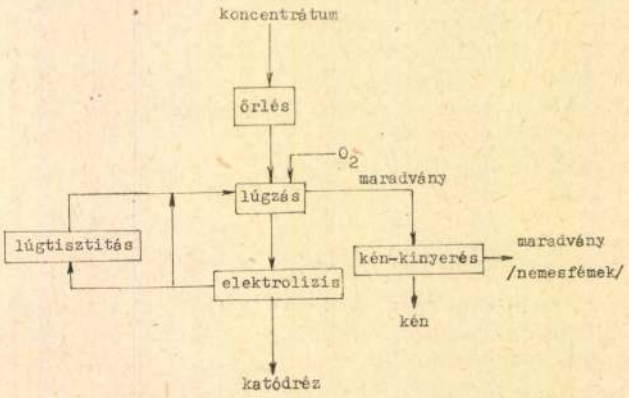


A literenként kb. 100 g rezet tartalmazó oldatot nagyhőmérsékletű (200 °C) oxidációs hidrolízissel tisztítják, a rezet elektrolízissel ejtik ki. Összetétele a szokványos elektrolitos raffinálással előállított katódrézéhez hasonló.

A *Lurgi—Mitterberg-eljárás* a kalkopirit oldódását a lúgzást megelőző, ún. *aktiváló őrléssel* gyorsítja meg. Az ejárás elvi vázlata a *4. táblázaton* látható.

4. táblázat

Lurgi—Mitterberg eljárás



A koncentrátumot vibrációs malomban olyan finomra őrlik, hogy a kalkopirit kristályrácsa is megsérül. Az őrleményt autoklávban, egy fokozatban lúgozzák. Az aktivált ércből a réz igen gyorsan, 97—99%-os kihozatallal oldódik. A vas bázisos-szulfát, vas(III)-hidroxid és részben jarosit formában az elemi kénnel együtt az oldhatatlan maradványba kerül. A rezet elektrolízissel választják le, az elektrolit-véglúgot a szokásos lúgtisztítás után a lúgzáshoz vezetik vissza.

Lúgzás vas(III) klorid oldattal

Az utóbbi időben mind több tanulmány jelenik meg a kloridos eljárásokról, amelyek egyik vonzó jellegzetessége, hogy légköri nyomáson lehet lúgozni. A vas(III)-kloridos lúgzás egyik ismert változatát az *5. táblázat* mutatja.

A *Cymet-eljárás* árammentes és anódos lúgzás kombinációja. A koncentrátumot és a visszajáró szulfidos maradványt először sósavas vas(III)-klorid oldattal lúgozzák, réz(I)-klorid, vas(II)-klorid és elemi kén keletkezése közben.

Ezután a koncentrátum két, különböző áramsűrűséggel dolgozó, egymástól ioncserélő membránnal elválasztott elektrolizáló cellába kerül. Az anódon a kalkopirit igen nagy áramsűrűség mellett elemi kén képződése közben oldódik, az oldatba ment réz pedig a katódtérben por-alakban válik le.

A kén leválasztása után a fel nem oldódott szulfidokat az első lépcsőbe járatják vissza. Az elektrolitcellából származó oldatból a maradék rezet vassal cementálják, a többi fémet cinkporral ejtik ki. A cinket oldószeres extrakcióval nyerik vissza és a megtisztított vas(II)-klorid oldatból nagytisztaságú vasat elektrolizálnak. Közben a vas(II)-klorid az anódon oxidálódik és a lúgzáshoz vezethető vissza.

A kísérleti üzem tapasztalata szerint a rézkihozatal nagyobb 98%-nál.

A *6. táblázat* az eddig csak laboratóriumi körülmények között fejlesztett *réz(II)-kloridos lúgzás* egyszerűsített folyamatát szemlélteti. A kalkopirites koncentrátumot kénező pörköléssel aktiválják. Nagyobb hőmérsékleten a kén igen reakcióképes réz(II)-szulfidból és piritből álló szulfidkeverék képződése közben bontja el a kalkopiritet.

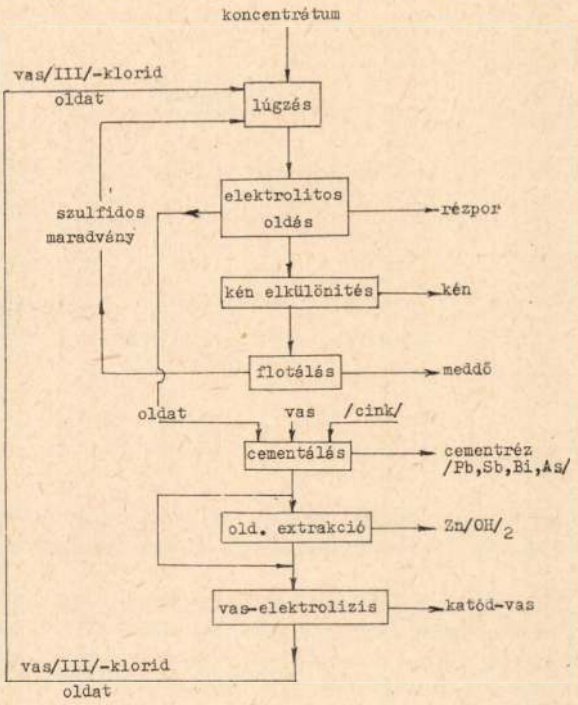
Az aktivált szulfidokat és a kalkopirit maradékát a réz(II)-klorid oldja. Ahhoz, hogy a réz(I)-ionok jól oldódjanak, meglehetősen nagy kloridion koncentrációt kell tartani, ezért az oldat nátrium-kloridot és sósavat is tartalmaz. A telített réz(I)-klorid oldat egy részét elektrolitos rézkiejtést követő lúgtisztítás után, másik hányadát anódos oxidálás után a lúgzáshoz járatják vissza. A rézkihozatal 98%.

Pörkölő-lúgzó eljárások

A szulfidos koncentrátumok feldolgozásának egy további lehetősége a szulfatizáló pörkölést követő lúgzás. E kombinált eljárásnál kén-dioxid tartalmú pörkölési gáz keletkezik, mégis előnyös a hagyományos tűzi eljárással szemben annyiban,

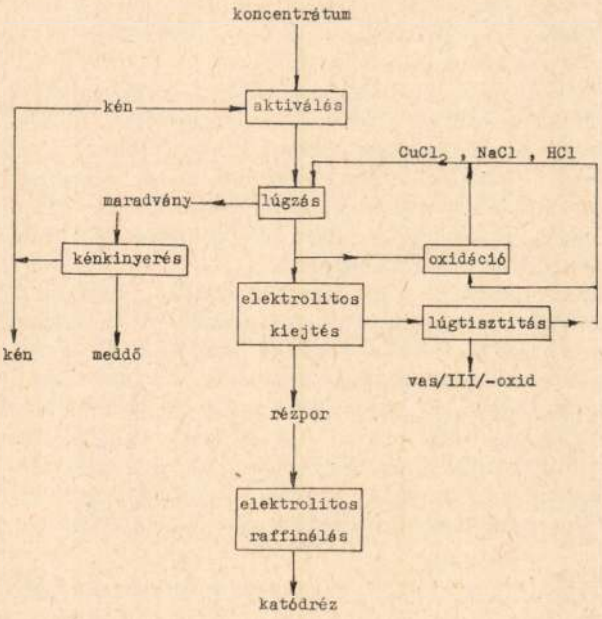
5. táblázat

Cymet-eljárás



6. táblázat

Réz(II)-kloridos lúgzás

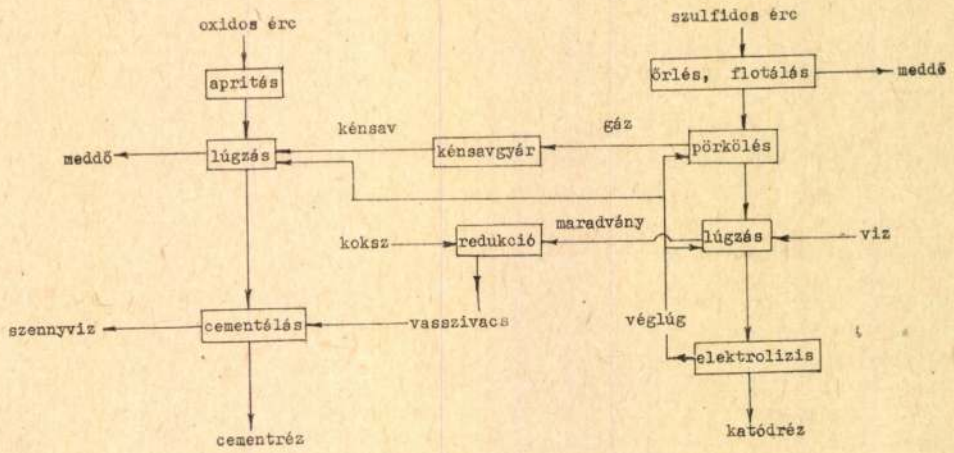


hogy kén-dioxid csak egy lépésben, a pörköléskor fejlődik, így a környezetvédelmi követelményeknek jobban eleget lehet tenni.

Általában az elektrolit véglúgjával lúgoznak, a rezet elektrolitosan ejtik ki, a fölösleges szulfátot mésszel kötik meg és távolítják el. Ezzel a módszerrel a „*Hecla Mining Co.*" Lakeshorei kísérleti üzemében napi 1 tonna nagytisztaságú katódrezet állít elő. A *7. táblázaton* látható technológiai vázlat szerint oxidos és szulfidos ércet együttesen dolgoz-

7. táblázat

„Hecla" pörkölő-lúgzó eljárása



nak fel, ezzel elérik, hogy a szulfidos ágon keletkező savat hasznosíthatják az oxidos érc lúgzására.

A kísérleti üzem tapasztalata szerint az optimális pörkölési hőmérséklet 690–700 °C, az ezt követő lúgzáskor a réz 97%-a oldódott, míg a vasnak legfeljebb 5%-a került oldatba.

Fontosabb eljárások várható gazdasági mutatói

Az előzőekben tárgyalt, a szakirodalom alapján jelenleg perspektívikusnak tekintett eljárások életképessége a technológia adta lehetőségen kívül azok gazdaságosságától függ.

A nagyon kevés rezet tartalmazó nyersanyagok hidrometallurgiai feldolgozása megoldott, gazdaságosságát a termelési adatok bizonyítják. A szulfidos koncentrátumok feldolgozására alkalmas eljárásoknak azonban ki kell bírniok a már kifejlesztett, ill. fejlesztés alatt álló modern tüzi eljárásokkal az összehasonlítást.

A *8. táblázat* négy kiemelt eljárás beruházási költségének alakulását tartalmazza. A számításnál az 1975. januári árakból indultak ki és évi 50 000 t dróthuzal-tuskó termelést vettek alapul. Egységesen 25% rezet, 30%vasat, 35% kenet és 10% egyéb alkotórészt tartalmazó kalkopirites érccel számoltak. Látható, hogy az aktiválási tételek közel azonosak, kivéve a pörkölő-lúgzó eljárást, amelynél a fluidizáló pörköléshez egymagában 4 millió dollár szükséges. Lényeges különbség a réz kinyerésénél, a lúg regenerálásánál és a kén kinyerésénél van.

A négy vizsgált eljárás és egy modern, évi 100 000 t dróthuzal-tuskót előállító tüzi eljárás számított önköltségét a *9. táblázat* tartalmazza. Az RLT-eljárás rézkihozatalát 96,5%-nak, a többi eljárásét 98%-nak vették és feltételezték, hogy a melléktermékek közül csak az elektrolit-vas és kén hasznosítható.

A 9. táblázat alapján jó közelítéssel megállapítható, hogy a kalkopirit feldolgozására alkalmas hidrometallurgiai eljárások közül azok lehetnek gazdaságosak, amelyek fajlagos beruházási költsége 800 dollár/t év, nettó önköltsége pedig várhatóan 26 cent/kg Cu határérték alatt van.

Következtetések

A szakirodalomban megjelenő számos közlemény azt bizonyítja, hogy a réz kohászatában a tüzi eljárások mellett a hidrometallurgiai módszereket is mind intenzívebben fejlesztik. Várható, hogy néhány éven belül a hidrometallurgiai eljárások több változata áll rendelkezésre, amelyek a szigorú környezetvédelmi követelmények kielégítése mellett gazdasági téren is versenytársai lehetnek a tüzi eljárásoknak.

Ezzel lehetővé válik, hogy adott érc feldolgozására a helyi körülményekhez alkalmazkodva, az

Néhány hidrometallurgiai eljárás beruházási költségének alakulása *8. táblázat*

(10^6 US dollár; 1975. januári árakon [6], 5. tábl.)

Technológiai folyamat	Vas(III)-kloridos lúgzás (Cymet-elj.)	Réz(II)-kloridos lúgzás	Ammóniás-oxigénes lúgzás (Arbiter-elj.)	Pörkölő-lúgzó eljárás (RLT-elj.)
Aktiválás	3,9	4,0	3,3	6,9
Lúgzás	21,7	4,3	4,0	4,0
Réz kinyerése		1,5	22,0	15,8
Lúg regenerálása	8,3		5,1	5,9
Kén kinyerése	3,3	2,5		
Maradvány kezelése	1,8	1,0	1,6	1,6
Tuskó-öntés	2,6	2,6	2,6	2,6
Teljes beruházási költség	41,6	35,9	38,6	36,8

Néhány hidrometallurgiai és egy modern tűzi eljárás számított önköltsége *9. táblázat*

(1975. januári árakon [6], 6. tábl.)

Költségtényező	Vas(III)-kloridos lúgzás (Cymet-elj.)	Réz(II)-kloridos lúgzás	Ammóniás-oxigénes lúgzás (Arbiter-elj.)	Pörkölő-lúgzó eljárás (RLT-elj.)	Tervezett tűzi eljárás
Teljes beruházási költség, 10^6 dollár	41,6	35,9	38,6	36,8	
Fajlagos beruházási költség, dollár/t, év	830	720	770	740	850
Technológiai költségek, cent/kgCu					
technológiai anyag	0,4	1,7	12,0	6,7	1,0
energia	7,1	4,4	4,0	3,2	3,7
munkabér	7,3	6,0	3,3	5,1	7,6
karbantartás	2,5	2,2	2,3	2,2	2,6
Üzemeltetési költségek	17,3	14,3	21,6	17,2	14,9
Amortizáció	10,0	8,6	9,2	8,9	10,2
Járulékos költségek	2,2	1,8	1,0	1,5	2,3
Önköltség	29,5	24,7	31,8	27,6	27,4
Melléktermék értékesítés	−9,9	—	—	—	−3,0
Veszteségek	3,5	3,6	3,9	6,6	1,7
Nettó önköltség	23,1	28,3	35,7	34,2	26,1

érc mennyiségének, összetételének leginkább megfelelő, leggazdaságosabb tüzi- vagy hidrometallurgiai módszert válasszák ki.

IRODALOM

[1] *Palmer, B. R.—Sudderth, R. B.:* Hydrometallurgy.=Trans. Soc. Min. Eng. AIME., Feb. 1976. 72—77. p.

[2] *Paynter, J. C.:* A review of copper hydrometallurgy.=J. S. Afr. Inst. Min. Metall., Nov. 1973. 158—170. p.

[3] *Swinkels, G. M.—Berezowsky, R. M. G. S.:* The Sherrit-Cominco Copper Process — Part I.: The Process.=CIM Bulletin, Feb. 1978. 105—121. p.

]4] *Biangardi, S.—Pietsh, H.:* Verarbeitung Sulfidischer Kupfererze nach dem Lurgi-Mitterberg (LM) — Verfahren.=Erzmetall, (1976) H. 2. 73—76. p.

[5] *Griffth, W. A.—Day, H. E.—Jordon, T. S.—Nyman, V. C.:* Development of the roast — leach — electrowin process for Lakeshore.=J. Met., Feb. 1975. 17—25. p.

[6] *Sitnai, O.—Peeler, P. K.:* The evalution of four potential hydrometallurgycal processes for copper production.=Aus. Inst. Min. Met. March, 1977. 1977. 21—30. p.

[7] *Björling, G.:* Die Laugung sulfidischer Kupfererze und — konzentrate.=Erzmetall, (1977) H. 2. 39—43. p.

[8] *Illi, H.:* Die elektrochemische Laugung von kupferkies: Eine Übersicht.=Erzmetall, (1977) H. 11. 543—545. p.

[9] *Kuxmann, U.:* Entwicklungstendenzen der Verfahren zur Gewinnung von Kupfer.=Erzmetall, (1974) H. 2. 55—64. p.

[10] *Horváth, Z.—Szepessy A.-né:* Az oldószeres extrakció szerepe a réz kohászatában.=BKL 1977. 6. 264—275. p.

[11] A hidrometallurgiai eljárások fejlődése.=Műszaki és gazdasági tájékoztató, 13. (1972) 4. 443—562. p.

[12] *Thole, B.:* Praktiken der Kupfererzlaugung in den USA.=Erzmetall, (1976) H. 10. 453—456. p.

[13] *Bouchat, M.:* Applications Industrielles de la metallurgie extracitve a l'industrie du cuivre.=Metallurgie, 1971. I. 46—49. p.

[14] *Kuhn, M. C.—Arbiter, N.—Kling, H.:* Anaconda's Arbiter Process for Copper.=CIM Bulletin, Feb. 1974. 62—73. p.

[15] *Pietsch, H. B.:* Hydrometallurgie. AIME. Sympalium. Chikago, 1973.=Erzmetall. 1973. 8. sz. 406—408. p.

[16] *Bartlett, R. W.—Haung, H. H.:* The lime-concentrate — pellet roast process for treating copper sulfide concentrates. J. Met. Dec. 1973. 28—34. p.

[17] *Agarwal, J. C.—Flood, H. W.—Beecher, N.—Sharma, S. N.:* Preliminary economic analysis for hydrometallurgical processes.=J. Met. Jan. 1974. 26—33. p.

[18] *Szalasz, O. A.—Kresztan, O. A.—Dobrohotov, G. N.:* Hidrometallurgicseszkaja pererabotka rud mesztorozsdenija „Arrojo de Mantua".=Cvetnaja Met. (1974) N. 6. 30—36. p.

[19] *Schwartz, W.—Eisert, W.:* Beispiele und Grenzen der Reinhaltung von Luft in Kupferhütten.=Erzmetall (1972) H. 10.505—511. p.

[20] *Bertram, W.—Clement, M.—Galitis, N.—Illi, H.:* Zur Laugung von Kupferkies unter Zuführung von elektrischem Strom.=Erzmetall (1977) H. 11· 491—496. p.

Ezévi nagyrendezvényeink

VI. Országos Kohászati Hidegalakító Konferencia okt. 7—9. Székesfehérvárott, amelyet a Fémkohászati Szakosztály a Vaskohászati Szakosztállyal közösen szervez.

Az ICSOBA MB XI. Teljes Ülése Budapesten okt. 30—31.

A bauxit ára

SAMUEL MOMENT: „The pricing of bauxite from principal exporting countries, 1974—1978" c. UNIDO kiadvány ismertetése. Összeállította:
Dr. SIGMOND GYÖRGY, vegyészmérnök
ALUTERV-FKI

DK: 622.349.2:338.5

A bauxitnak a nemzetközi kereskedelemben nincs kialakult kereskedelmi ára, az egyes országokban termelt, feldolgozott vagy exportált bauxitok ára rendkívül eltérő. Ennek oka részben a széles határok közt változó minőség, részben a vevők és eladók közti kereskedelmi és belső szerződések különleges jellege. Az IBA 1974-es megalakulása óta több ország bauxitadót (levy) vezetett be, amely az OPEC olajár politikája alapján áll és követni igyekszik az alumínium árának emelkedését. Ennek hatására a bauxitadó értéke egyes országokban már meghaladja a bauxit alapárát.

Az UNIDO titkársága a tanulmány bevezetőjében az UNIDO Limában tartott második általános konferenciájának nyilatkozatára hivatkozik, amely szerint „a természeti kincsek hatékony ellenőrzése, feltárásuk, megőrzésük, feldolgozásuk és áruba bocsátásuk ügyvitelének összehangolása a fejlődő országok gazdasági és társadalmi fejlődésének nélkülözhetetlen feltétele". Ebben a szellemben készítették a tanulmányt azzal a céllal, hogy segítsék a fejlődő országokat a bauxit és timföld áráról folyó tárgyalásaikon. Ennek szükségességét hangsúlyozták, az UNIDO 1978. évi budapesti szemináriumán is, amelyen a tanulmány szerzője, Samuel Moment is előadást tartott.

Bevezetés

Moment 10 fejlődő országot választ ki, amelyek 61,5 Mt-val részesülnek a 1977 évi 85 Mt összes bauxit termelésből. Ezekből az országokból kivitt bauxit ára nagy jelentőségű a többi, kevésbé fejlett ország szempontjából is. A 10 ország: Ausztrália, Jamaica, Guinea, Surinam, Guyana, Indonézia, Brazília, Sierra Leone, Dominika és Haiti. Bauxittermelésük jelentős részét exportálják, de egyre több országban működnek timföldgyárak is.

A vizsgált időszak különösen érdekes, mert szamos olyan változás történt az elmúlt években a világpiacon, amelyek a bauxit árát jelentős mértékben megnövelték az előző évtizedekben kialakult, viszonylag lassan változó árakhoz képest. A három legfontosabb változás:

— Az *OPEC* országok az olaj árakat 1974-ben négyszeresükre emelték

— Jamaica 1974-ben négyszeresére emelte a bauxit adóját, amit, kisebb nagyobb mértékben, több ország is követett

— megalakult 1974-ben az *IBA*, a nemzetközi bauxit szövetség, amely igyekezett az OPEC árszabályozó tevékenységét követni.

A felsorolt országok — Brazília kivételével — tagjai az IBA-nak. A 10 országban legalább 5 féle piaci kapcsolat áll fenn a termelők és fogyasztók közt:

1. Az ár a tulajdonos és a független vevő közt szabad versenyben alakul ki, mint Ausztráliában.
2. Az ár a kormány, mint tulajdonos és független vevők közt alakul ki, szabad verseny alapján, mint Guyanában és Indonéziában.
3. Az árakat a kormány törvényekkel és a fogyasztókkal kötött szerződésekkel alakítja ki,: Dominika, Surinam, Guinea és Brazília.
4. A termelők és fogyasztók ugyanahhoz a céghez, vagy érdekeltséghez tartoznak, mint Jamaicában, Sierra Leonéban és Haitiban. Az árat a kormány adókkal szabályozza.
5. Az árak rövid lejáratú szerződések (spot agreements) keretében alakulnak ki. Ilyenkor az árat ideiglenes körülmények, elsősorban az átmeneti túltermelés, vagy hiány szabályozzák.

A fenti kapcsolatok jelentékeny árkülönbözethez vezetnek. Ezekhez járul még a változó szállítási költség, amely gyakran magasabb lehet, mint a bauxit termelési költsége.

Természetesen hat az árra a bauxit minősége és kitermelésének költsége is. Ez a hatás azonban kezd elmosódni, különösen azokban az országokban, amelyek a bauxitadó jelentékeny emelésének politikáját követték.

Itt kell megemlíteni, hogy hazánkban és a legtöbb szocialista országban viszont éppen ez a két utóbbi tényező döntő a bauxit árának kialakításában.

A bauxit jellemzői a vizsgált 10 országban jelentékenyen különböznek egymástól. A különbségek kiterjednek, mind a fizikai, mind a kémiai jellemzőkre. Kémiai szempontból döntő a bauxit mono- vagy trihidrátos jellege, kinyerhető (available) timföld, reaktív kovasav tartalma és tápadó nedvessége — amelyet esetenként szárítással csökkentenek a szállítási költségek csökkentésére. Ugyanakkor egyes szennyezők olyan mértékben lehetnek jelen a bauxitban, hogy többlet költséget okoznak a timföldgyártásban. Mind a fizikai, mind kémiai jellemzők visszahatnak a bányászat költségére (szelektív bányászat) a timföldgyártás üzemi költségére és a bányák és timföldgyárak beruházási költségére.

A piaci kapcsolatokban, szállítási költségekben és minőségi jellemzőkben fennálló különbségek miatt a bauxit nem kereskedelmi áru, amelynek árát naponta jegyeznék a világpiacon. A bauxit ára a vevő és eladó közt folytatott tárgyalásokon alakul ki.

Az ár megállapítása nem olyan egyszerű, mint az olaj, réz, fémalumínium, vagy akár buza esetében, amelyek ára pontos minőségi előírásokon épül fel és független vevők és eladók kötnek rá szerződést. A bauxit árát nagyon sok országban a bauxit adó nagysága határozza meg és így az ár legtöbbször a kormányok állásfoglalásától függ.

Kereskedelmi gyakorlat a bauxit árazásában

A bauxit árazásának alapját hosszú időn keresztül a bauxit bányászati költsége és minősége szabta meg és bizonyos mértékben ma is ez képezi

mind a kereskedelmi tárgyalások, mind az adó kiinduló pontját.

A bauxit összetételén belül az összes Al_2O_3 és/vagy a kinyerhető Al_2O_3 tartalmat határozzák meg. A kettő különbsége nagyjából arányos a kovasav tartalommal, melynek 1%-ára általában 1% timföld veszteséget számolnak. A tényleges üzemi veszteség ennél nagyobb, a kinyerhető timföldnek mintegy 90—95%-a jelenik meg késztermékként. A kovasavtartalmat összes, vagy reaktív SiO_2 alakjában határozzák meg, alacsony hőmérsékletű feltárásban csak a reaktív kovasav hatása érvényesül, míg magas hőmérsékletű feltárásban a teljes kovasav tartalom reaktív kovasavként viselkedhetik.

A hosszú lejáratú szerződésekben általában alapárat állapítottak meg a bauxitra s ezt változtatták a timföld és kovasav tartalom alapértéktől való eltérésének arányában. A többlet timföldtartalomért prémium, a többlet kovasavért levonás jár és viszont. A prémium illetve levonás mértékét az szabja meg, hogy milyen önköltség csökkenést illetve növekedést okoz az alapértéktől való eltérés. A tanulmányban csak néhány példát találunk erre, amelyeket az alábbiakban foglalunk össze:

	Alap minőség		Prémium ill. levonás %, 1%		
	Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3-ra	SiO_2-re	tap. nedv.-re
Ausztrália, Gove	50	3	2,5	5	
Guinea, Boké	60	1,5	+2,1	—10	1,4
Guinea, Boké	58		—4,3		
Guyana	57	4,7a6	3,3	6,6	1,7
Indonézia	53	5	1,5	5	

Nincs tehát egységes eljárás a premizálásban ill. levonásban. A kovasav után az Al_2O_3 levonás 2—3 szorosát vonják le, igyekezvén kifejezni azt a többlet kárt, amit a kovasavtartalom növekedése egyéb költségek, elsősorban a marónátron költség, növekedésében okoz. A tapadó nedvességért a levonás a többlet szállítási és bepárlási költséget hívatott kifejezni. Moment itt rámutat arra, hogy az egyes országokban kialakult bauxit árak összehasonlítását megnehezíti, hogy az adatok bizalmas jellegűek és hogy a szerződést sokszor nem US $-ban kötik meg, az átszámítás sem mindig megbízható.

Ausztrália bauxit árai

Ausztrália helyzete különösen érdekes, mert a világ legnagyobb bauxit termelője és harmadik a bauxit exportálók sorában. Az 1977 évi bauxit termelés 26 Mt volt, ami a világtermelésnek közel 30%-a. A bauxit termelési költsége általában alacsonyabb, mint a többi országokban és eladási ára a legalacsonyabb a világon. Három termelő vállalata az ALCOA, COMALCO ÉS NABALCO. Bauxitot csak a két utóbbi exportál, ALCOA nem exportál, mert a bauxit gyenge minőségű, de bányászati költsége alacsony, ALCOA ugyanakkor a világ legnagyobb timföld exportálója. ALCOA és COMALCO együttes bauxit készlete megközelíti az 5 Gt-t.

A bauxit árát a kormány 1978-ig nem szabályozta, akkor is csak azt közölte, hogy a meglévő szerződéseket tiszteletben tartja, de a termelők kötelessége, hogy javítsák az árakat és a szerződés egyéb feltételeit, ahol ezek nem reálisak. A földjáradék 0,17 $/t Ny.—Ausztráliában és 1,13 $/t Queenslandben. A Commonwealth kormány nyereségadója 46%. Ezzel együtt a kormány jövedelme alacsonyabb annál, amit más kormányok magántársaságoktól kapnak.

A minőséget és árat csak röviden ismertetjük, utalunk a tanumány végén közölt összefoglaló táblázatra.

A minőségi tényezők ismertetése során az alábbi rövidítéseket használjuk:

$A^ö$ = összes Al_2O_3, A^k = kinyerhető Al_2O_3
$S^ö$ = összes SiO_2, S^r = reaktív SiO_2
F = fajlagos bauxit fogyasztás t/t timföld

ALCOA évi termelése 1977-ben 11 Mt felett volt azóta is állandóan emelkedik az új timföld kapacitások belépésével párhuzamosan.
Minőség: trihidrátos érc, $A^ö$: 33—34%, A^k: 31,3%
S^r: 1,7%, F: 3,8 t/t
Bauxit árat a tanulmány nem közöl, arra csak az exportált timföld árából lehet következtetni, amely átlagban így alakult (f.o.b. ausztrál kikötő)

1973	65 $/t	1976	107 $/t
1974	77 $/t	1977	120 $/t
1975	102 $/t		

Összehasonlításul a jamaikai timföld ár 1977-ben 178 $/t

COMALCO

termelése közel 10 Mt/év. Minősége kevert, $A^ö$: 53%, trihidrát 40—45%, $S^ö$: 5%, F: 2,1 t/t
Árak száraz bauxitra $/t-ban

1974	7 $/t	1977	9,50 $/t
1975	8,65 $/t	1978	12,50 $/t
1976	8,50 $/t		

Szállítási költség nedves bauxitra $/t

1974 Szardinia	3,85	Japán 6,00
1975 USA	8,37	Japán 6,50
1976 Japán	7,70	
1977 Japán	10,26	

NABALCO

készlete kb. 500 Mt, export 2,2 Mt/év
Minőség trihidrátos, $A^ö$ 50%, $S^ö$ 3,4%, S^r 2,4%, F 2,4 t/t

JAMAICA

A *jamaicai* bauxit árával azért foglalkozunk részletesebben, mert a jamaicai kormány az IBA megszervezője volt és a bauxit adó bevezetésében érvényre juttatott gazdaságpolitikája jelentős hatással volt az IBA többi tagországára is.

A jamaicai bauxitnak sohasem volt kereskedelmi ára, a szállítások amerikai cégeken belül történtek. A bauxit értékelését a cégek végezték és a cél az volt, hogy minél magasabb bauxit árat mutassanak ki, így csökkentették az USA-ban fizetendő magasabb nyereségadójukat. Bár az USA gyakorlata közben változott, ennek hatása azon-

ban nem volt érezhető, mert időközben a jamaicai bauxitadó igen nagymértékben emelkedett és a termelési költségek is emelkedtek.

A jamaicai kormány sohasem rögzítette a bauxit árát, az adózást a cégek feltételezett nyereségéhez kötötte, nagyrészt az alumínium USA-beli árához igazodva. 1974-ben lépett életbe a bauxit adó, amely a bauxit nyereségadójának kb. négyszerese volt. A nyereségadót jóvá lehetett írni a sokkal magasabb bauxitadóra.

A bauxit termelés (száraz) 1972 és 77 közt így alakult: 12,5, 13,5, 15,3, 11,6, 10,3 és 11,4 Mt. A bauxitadó fokozódásával 1975 után a cégek mind a bauxit-, mind a timföldtermelést visszafogták s csak újabb tárgyalások után kapott kedvezmények alapján kezdték újra fokozni.

Minőség

A bauxit minőségében és feldolgozási költségeiben jelentős különbségek vannak az egyes lelőhelyek közt. A bauxit rendkívül fínom részecskékből áll, ezért a bauxitból képződött vörösiszap ülepedési sajátságai nagyon rosszak. Ez az egyik oka annak, hogy a jamaicai bauxit nem szabadpiaci termék, feldolgozása a Bayer eljárás módosítását igényli.

Az egyes cégek exportált bauxitjának minősége az egyik évben

	$A^{ö}$	A^{k} 230 °C	A^{k} 140 °C	SiO_2
Alcoa	50,6	45,1	42,6	2,1
	$A^{ö}$	A^{k}		SiO_2
Kaiser	51,4	45		0,7
Reynolds	49,8	43,9	36,7	1,9

Tapadó nedvesség 17—25%, amit részben 14—16%-ra csökkentenek szárítással.

A Jamaicában feldolgozott bauxit minősége az egyik évben

	$A^{ö}$	A^{k} 230°	A^{k} 140 °C	SiO_2	Fajlagos t/t száraz bx
Alpart	51,6	42,9	37,2	2,2	2,8
Alcan	49,3		44,5	1,4	2,4
Alcoa	50,6	45,1	42,6	2,1	2,6

Az Alpart magas, az Alcan alacsony hőmérsékleten tár fel, Alcoa kétlépcsős feltárást használ,

A jamaicai bauxitadó

1974 június 4-én Jamaicában törvénybe iktatták a bauxitadót (levy) január 1-i hatállyal. A törvény nem utalt a bauxit minőségére, hanem számítási módszert adott a bauxitadó összegének megállapítására.

A bauxitadó bevezetésével párhuzamosan emelték a földjáradékot is. A bauxitadót a bauxit hosszú tonnájára (long ton) számítják ki, a fémalumínium rövid tonnájára (short ton) vonatkozó átlag ár alapján. Abból a feltételezésből indultak ki, hogy 4,3 hosszú tonna száraz bauxitból lehet 1 rövid tonna alumíniumot termelni. Az alumínium árát elosztva 4,3-mal az így kapott összeg 7,5%-a 1 t száraz bauxit adója. Ez 1974-ben 11,16 $/t volt. A 7,5% csak 1974-re vonatkozott és a kormány nyitva hagyta emelési vagy csökkentési lehetőségét minden indokolt esetre.

Később, amikor a kormány egyes vállalatoktól visszavásárolta a bauxit mezők egy részét és részesedéshez jutott az üzemelésben, a % tervezett további emelését nem hajtották végre, de minimális bauxitmennyiség termeléséhez kötötték. Jelenleg is folynak tárgyalások a bauxitadó csökkentésére, mivel annak hatására a cégek visszafogták a termelést és más bauxit- és timföld forrásokat kerestek Ausztráliában, Guineában és Brazíliában. A közölt ár-táblázatban 1974-ben még nem érvényesül a bauxitadó, mivel azt csak a következő évben számolták el.

A bauxitadó bevezetése előtt 1974-ben a jamaicai timföld ára hosszú tonnánként 71 és 74 $ között mozgott. 1977-ben, amikor a bauxitadó már működött, az ár 122 és 184 $ közti értékre emelkedett. A tanulmányban felsorolt értékek átlaga 164 $, tehát az 1974 évi árnak több, mint kétszerese.

A kormány részére a bauxitadó bevezetésének és a földjáradék emelésének együttes hatása kb. 150 M$ évi többlet bevételt biztosított.

A bauxit árára Moment 4 forrásból származó értesüléseket sorol fel, az eltérések azonban olyan nagyok (részben a jamaicai és US dollár átváltási kurzusa, részben a nedvességtartalom számításával kapcsolatos bizonytalanságok miatt) hogy célszerűbb az USA vámhatósága által közzétett áradatokat használni, melyek száraz bauxitra, metrikus tonnára és US $-ra vonatkoznak. Az alábbi táblázatban havi értékek átlagát közöljük.

Import bauxit ára az USA-ban

	Kaiser		Reynolds	
	f. o. b.	c. i. f.	f. o. b.	c. i. f.
1974	11,28	14,42	12,91	16,36
1975	21,16	23,78	24,68	27,42
1976	23,78	25,86	32,82	37,70
1977	28,08	31,60	31,86	35,80
1978	35,07	37,51	30,39	34,28

GUINEA

Guinea Jamaicával versenyez a második, vagy harmadik helyért a világon, de a jelenleg tervbevett fejlesztések alapján Ausztráliát is utólérheti. Bauxit vagyona legalább 4,5 milliárd tonna, nagyrészt trihidrátos, kiváló minőségű. A bauxit tulajdonosa az állam, az árakat szerződések határozzák amelyek korlátozzák a mennyiséget, tehát itt sem tipikus kereskedelmi árakról van szó.

Az 1977 évi termelés 11,3 Mt volt, amelyből csak kb. 1,5 Mt-t dolgoztak fel timfölddé Guineában, a többit exportálták. A SzU-ba 2,5 Mt ment, ebből 1 Mt-t a Kindia beruházásának törlesztésére fordítanak. Minőség $A^{ö}$ 46—48% $S^{ö}$ 2%.

A bokéi bányából 1977-ben 8 Mt-t exportált a CBG, amelynek tulajdonosa 51%-ban az állam, 49%-ban egy nemzetközi konzorcium.

Minőség: 58—60% Al_2O_3, 1,5% SiO_2 és 3% tap. nedv. szárítás után. A bányászott bauxit nedvességtartalma kb. 12%. Guinea Jamaica mintájára export adót vezetett be, mely a fémalumínium

árának 0,5%-ától 0,75%-ig terjedt minőség szerint.

A szovjet bauxitra kivetett adó 1976-ban 4,50 $/t volt, 1978-ban pedig kb. 6,79 $/t.

A szovjet bauxitra kivetett adó 1976-ban 4,50 $/t volt, 1978-ban pedig kb. 6,79 $/t.

Halcoval a kormány 2,00 $/t áremelésben egyezett meg. Így 1976 április 1 óta ez az ár 20,38 $/t, amely magában foglalja a 11,93 $ alapárat, 2,00 $ áremelést és 6,45 $ export adót. Az árak további emelkedése miatt egyszerűbb ha a c.i.f. árak éves átlagát mutatjuk be Moment egyik táblázatából.

	Mobile, ALCOA	Galveston, ALCOA
1974	16,69	16,64
1975	18,59	22,94
1976	20,16	29,94
1977	21,13	31,52
1978	22,60	31,16

A kormány ezen felül 65%-os nyereségadóban is részesül, melyben benne van a CBG 49%-os részesedése.

SURINAM

Surinam sorban a 4. bauxittermelő, a csúcstermelés 1974-ben 6,9 Mt volt, ez 1977-re 4,9 Mt-ra esett vissza. A két termelő vállalat az Alcoa és BILLITON. Az érc trihidrátos, $A^{ö}$ 59% A^{k} 54%, $S^{ö}$ 4,8%, nagyrészt reaktív nedvességtartalom 3—4%.

Az 1960-as alapár 56% össz. Al_2O_3-ra és 3% össz. SiO_2-re vonatkozott és 11,76 $/t volt. 1974-ben itt is bevezették a bauxitadót, 9,77 $/t értékben, majd később az ár módosult, amennyiben 1 rövid tonna alumínium árát 4,3-del osztották és annak 6%-a lett a bauxitadó. A surinami bauxitadóból azonban levonták az Alcoa által fizetett nyereségadó összegét. Így a következő évekre a bauxitadó becsült értéke az alábbi volt:

1975	10,21
1976	10,55
1977	13,31

A c.i.f. árak összefoglaló táblázatát az alábbiakban közöljük:

	Alcoa, Mobilebe	Billatonból New Orleansba
1974	18,53	15,79
1975	33,73	28,56
1976	29,77	22,95
1977	27,06	33,97
1978	24,46	33,97

GUYANA

Az 5. bauxittermelő, 1977-ben 3,3 Mt-t termelt. A bauxit trihidrátos, 58% össz. Al_2O_3 tartalommal szárítás után 3,5% nedvességgel. Az Alcan és Reynolds bányák államosítása után a piaci lehetőségek csökkentek és az elért ár messze alacsonyabb volt, mint a jamaicai bauxité, tekintettel a hosszabb szállítási távolságra. Az 1965-ben az Alcannal kötött szerződésben a f.o.b. ár 8,00 $/hosszú tonna volt, prémiummal ill. levonással a minőség változásának megfelelően. Az 1970-es államosítás után az ár még 9$/hosszú tonnás szinten maradt, majd így alakult

	$/ht
1974	7,50
1975	11,91
1976	13,83
1977	16,99

Az ár tehát bizonyos mértékben követni tudta a jamaikai áremelést, de abszolut értékben messze elmaradt tőle. A c.i.f. árak 7—10 $/ht-val magasabbak.

INDONÉZIA

A bauxit tulajdonosa az indonéz állam. Az évi 1—1,3 Mt bauxittermelésnek gyakorlatilag Japán az egyetlen átvevője. A szerződés alapminősége $A^{ö}$ 53%, $S^{ö}$ 5%, TiO_2 1,2%. Az érc teljesen trihidrátos, de kemény és a jelenlegi szállítás alapját képező borneói készletek 10 év alatt kimerülhetnek. 1 milliárd tonnás készletet jelentenek Bintan szigetéről, mely azonban gyengébb minőségű. A bauxit ára az alábbiak szerint alakult $/t-ban

1974	5,35
1975	6,19
1976	7,39
1977	8,39
1978	9,39
1979	9,83

BRAZILIA

Bár a jelenlegi termelés csak 1 Mt/év, a trombetasi beruházás néhány éven belül 8—10 Mt/év bauxit termelésére nyújt lehetőséget és Brazilia Jamaika riválisa lesz. A bauxit készlet az Amazon medencében 3 Gt-ra becsülhető. A trombetasi érc trihidrátos, 1% alatti monhidrát tartalommal. Az $A^{ö}$ 56%, A^{k} 50%, S^{r} 3,6—4,6%, vasoxid kb. 10%. Az ár; nyereséggel együtt, jelenleg 16 $/t-ra becsülhető, szállítási költség USA kikötőkig kb. 9 $/t, ami a kapacitás emelkedésével csökkenni fog.

SIERRA LEONE, DOMINIKA, HAITI

E három ország adatait összefoglalva közöljük, mert jelentőségük sokkal kisebb és az árak kialakításában is kisebb szerepük volt — kisebb sikert is értek el — mint a nagy termelőknek.

A termelés szintje sorrendben 0,7, 0,8 illetve 0,7 Mt/év.

A minőség	Sierra Leone	Dominika	Haiti
$A^{ö}$	59	47	50
$S^{ö}$	4,5	6	3
Ár/1978,f.o.b.	12,30	32,28	20,69 (24,69)
c.i.f.	.22,15	35,50	28,40

A bauxit árak összefoglalása

A mellékelt táblázatban közöljük *Moment* 1977-es adatait: a bauxitok minőségét, f.o.b. árát, szállítási költségét, fajlagosát és a bauxit c.i.f. árának részesedését a timföld önköltségében.

A táblázatot kiegészítettük 3 rovattal. Az első a bauxit bázis értéke amelyet a magyar szokásnak megfelelően úgy kapunk meg, hogy az össz, Al_2O_3 tartalomból az össz. SiO_2 tartalom kétszeresét vonjuk le. A bázisérték alapján kiszámoltuk az alapár és adózott bauxit ár bázisértékre vonatkozó fajlagosát.

Szállító	Alap minőség		Száraz bauxit f. o. b. ára	Száraz bauxit szállítási költség	Fajlagos bauxit t/t timföld	CIF bauxit költsége a gyárban	Bázis	F. o. b. ár bázisra	
	$A^{ö}$	$S^{ö}$	$/t	$/t		$/t timf.	%	Alap c %	Adózott c %
Ausztrália									
Weipa	56	5	9,50	9,00	2,1	38,85	46	21	
Gove	50	3,40	9,50	8,70	2,4	43,68	43,2	22	
Surinam									
Billiton	59	4,8	25,13	10,26	2	70,78	49,4	19	51
Guyana	58	5	17,42	8,20	2	51,24	48	30	
Indonézia	53	5	8,39	7,78	2,2	35,57	43	20	
Jamaica									
Kaiser	51,4	0,7	33,35	3,21	2,3	84,09	50	31	66
Surinam									
Mobilebe	56	3	19,13	8,03	2	54,32	50	7	38
Galvestonba			29,22	8,60	2	75,64		27	58
Dominika	48	4	28,05	3,63	2,7	85,54	40	29	70
Haiti	50	3	31,32	4,65	2,5	89,93	46	32	68
Guinea	59	1,5	23,29	8,59	1,9	60,58	56	27	42
Sierra Leone	59	4,5	13,15	9,35	2	45,00	50	26	

Az adómentes ár/bázis-érték — egy kivétellel — 20—30 dollárcent/% közé esik, ami azt mutatja, hogy a minőség bizonyos mértékben hat a bauxit értékére. Az adózott ár bázisértéke az előbbinek 2—3 szorosát is kiteheti.

A táblázatban az adatok bizonytalansága miatt összevonásokat és kerekítéseket alkalmaztunk.

A bauxit ár hatása a timföld önköltségére

A tanulmány érdekes összehasonlítást közöl a timföldgyártás bauxit költségére a bauxit adó függvényében, amit összevontan az alábbi táblázatban mutatunk be.

Viszonylat	CIF ár $/t	Költség $/t
1. Adómentes bauxit		
Ausztrália—Japán	18,35	41,26
Indonézia—Japán	16,17	35,57
Guyana—USA	25,62	51,24
2. Adózott bauxit		
Jamaika—USA	36,56	84,09
Szurinam—USA	32,50	56,00
Dominika—USA	31,68	85,54
Haiti—USA	35,97	89,93
Guinea—USA	31,88	60,58

A táblázat adatai szerint Japán közel 40 $-ral olcsóbban termelhet timföldet Ausztráliából vagy Indonéziából importált bauxitból mint az USA a Karib tengeri adózott bauxitokból.

Kína bányászata és kohászata

Acélművek

A *Liaoning* tartományban levő *Anshan* acélmű a legnagyobb az országban, 12 nagyolvasztója van és két nagy oxigénes kemencéje, az elmúlt évben mintegy 6,8 millió tonna acéltuskót öntöttek. A nagyolvasztók betétjének nagy része dúsított zsugorítmány 30—40% vastartalommal, az ércet a közeli bányából kapják. A másododik legnagyobb acélmű *Vuhanban* van *Hubei* tartományban. 1959-ben épült, négy nagyolvasztója és Martin- kemencéi vannak, termelése évi 2,5 millió tonna acél. Feltehetően ez a legmodernebb acélmű. — A sanghaji acélműben csak két nagyolvasztó van, de kap vasat más üzemekből és ócskavasat is használ fel, így mintegy évi 2 millió tonna nyersacélt állít elő. A *Liaoning* tartományban levő *Benxi* acélműnek öt nagyolvasztója van, de acél kapacitása kicsi, vastermelésének nagyobb részét Anshanba és más acélművekbe szállítja.

Acélművek vannak még a mongol autonóm területen *Baotou*-bán, *Sicsuan* tartományban *Csonking*-ban, *Sanghaj* mellett a *Maanshan* acélmű, *Shanxi*-ban a *Taiyuan* üzem és a fővárosban a *Peking* acélmű. Ez utóbbi négy nagyolvasztóval dolgozik, három bázikus oxigén kemencével, kokszoló blokkjai vannak és hengerműve. Termelése 2 millió tonna évente.

Külföldi cégekkel kötött szerződések segítségével fejlesztik a vasércbányászatot, az ércelőkészítést, az Ashan acélművet bővítik 3 darab LD konverterrel és néhány folyamatos öntőgéppel évi 8 millió tonnás kapacitásra, tanulmányozzák a további bővítést egy 7 millió tonnás kapacitással. Japán cég kíván varrat nélküli csőgyárat szállítani a Baotou üzembe.

Vasérc típusaik igen sokfélék. Vannak egészen különleges előfordulásaik. Ilyenek a *Bayan Obo* típus, mely hidrotermikus metasomatikus előfordulás, a *Tamiao* típus, mely magmatikus — ez titán és vanádium tartalmú, a *Tayeh* típus, mely kobalt tartalmú.

Arany, platina, ezüst

Az ásványi termékekben gazdag Kínában sohasem volt jelentős nemesfém termelés. Most főleg a kemény valuták kitermelése kedvéért fokozták a geológiai kutatást e területen. Ebbe bevontak külföldi — főleg amerikai és angol — érdekeltségeket is.

Bauxit és alumínium

Kína jelentős *kalcinált bauxit* szállító, évi 100 ezer tonnát közelíti az USA-ba történő szállítása. A kalcinálást aknás kemencékben végzi, de tervezik, hogy átállnak a gazdaságosabb forgódobos kemencékre.

Kína fémalumínium termelését évi 200-tól 300 ezer tonnáig becsülik. Alumínium importja pedig évi 400 ezer tonna körül mozog. Az alumínium érce bauxit és agyagpala.

Az Aluminum Company of America szerződött tanulmányok készítésére új nagy integrált üzemek létesítésének előkészítésére bauxittól a fémalumíniumig és meglevő félgyártmány üzemek modernizálására. A japán Nippon Light Metal Co. — a vállalat fele a kanadai ALCAN Aluminum Ltd. cégé — pedig egy 80 ezer tonnás kohó létesítésére szerződött, melyet a délkínai Kueiyang-ban építenek és terv szerint 1981 márciusában helyeznek üzembe.

Fejlesztik Kína réztermelését

Kínában az ötvenes években határozták el, hogy rézérc előfordulások kutatására jelentős erőket összpontosítanak. Számos előfordulást találtak, ezek közül 10 helyen a rézben kifejezett vagyon néhány 100 ezer tonnától egymillió tonna fölöttig terjed. Ma egyedül *Jiangxi* tartományban 10 millió tonna vagyont jeleznek. Sokféle típusúak az előfordulások.

Jelentős volt Kína rézérckoncentrátum importja a *Fülöp Szigetekről*. A japán Sumitomo cégnek egy 115 millió dolláros szerződése van egy évi 100 ezer tonnás bliszterréz kohóra egy 400 ezer tonnás kénsavgyárral együtt. A művet a *Jiangxi* tartományban építik és 1982 elejére tervezik üzembehelyezését és távlati bővítése 225 ezer tonnára van előirányozva. A finn Outokumpu Oy is szerződött a kínai réziparral az ércelőkészítés műszaki színvonalának fejlesztésére és egy rézanódöntő berendezés szállítására.

A mai kobalt árak mellet érthető, hogy fejleszteni kívánják kobalt termelésüket is, ehhez igénybe vesznek egy angol tanácsadó csoportot.

Az egyéb fémek termelésének helyzete

Jelentős Kína ólom, horgany, urán, higany, nikkel, tantál, mangán, molibdén és antimon termelése. *Ón* termelése világviszonylatban is kiemelkedő, mennyiségét évi 20 ezer tonnára becsülik. Ugyancsak kiemelkedő a *volfrámérc* vagyona, amit 100 millió tonnára becsülnek átlagosan 1% WO_3 tartalom feletti koncentrációval. A volfrámfém termelését évi 10 ezer tonnára becsülik. A volfrámipar központja *Jiangxi* tartományban van *Xihuashan*-ban.

Említésre méltó a magnezit előfordulás Liaoning tartományban, amit egymilliárd tonna feletti készletnek becsülnek. Az előfordulás egy része 44,6% MgO tartalmú érc. (K)

(World Mining, 1979 okt. p. 68—11.)

Tanulmányút Kínában

A *World Mining* amerikai bányász-kohász szaklap szerkesztőbizottsága meghívást kapott Kínából bányászatuk és iparuk meglátogatására. A háromhetes látogatást 1979 tavaszán bonyolították le, 8000 mérföldet utaztak az országon belül. A hatalmas kínai bányászat és kohászat kis részének megismerését jelenthette csupán.

A Kína erősen zárkózott korszaka után ez az első alkalom, hogy egy szakember-csoport a gazdasági élet e területét meglátogassa és erről tudósítson.

A vendéglátók mindenütt szerényen ismertették, hogy eredményeik elmaradtak az ismeretes színvonaltól, ennek ellenére a látottak mindenütt dicséretes törekvésekről és figyelemreméltó eredményekről tanúskodtak.

Hangoztatták a vendéglátók, hogy a 60-as évek zavarai, melyek kihatottak egészen 1976-ig súlyosan hatottak ki a bányászatra és iparra, több mint tíz évvel vetették vissza a nemzeti fejlődést.

Kína alapvető politikai célkitűzése négy szektor modernizálása az ezredfordulóig: mezőgazdaság, ipar, honvédelem és tudomány illetve technológia.

A látogató csoport igen szívélyes fogadtatásban részesült a kínai *Szén Egyesület* illetve *Fém Egyesület* részéről.

(World Mining, 1979 okt.)

Bányászati és kohászati tevékenység és ásványi vagyon Kínában

A World Mining szerkesztőbizottsága kínai látogató körútja során személyes benyomások és kérdéseikre kapott válaszok alapján kapták az alábbi képet. Ezen túlmenően más Kínát látogató nyugati mérnökök adatait és egyes irodalmi adatokat is felhasználtak.

A World Mining delegációja több olyan helyre is eljutott, mely sokáig el volt zárva külföldi látogatók elől. A fogadtatás mindenütt barátságos volt. A vendéglátók geológiai térképekkel segítették elő a látogatók tájékoztatását.

Már századunk elejéről vannak olyan feljegyzések Kína-utazóktól, melyek szerint a kínaiak tehetséges bányászok és ügyes kohászok.

Bár nyilvánvaló, hogy a jelen tudósítás messze nem adhat teljes képet a bányászat és kohászat helyzetéről, de lényegesen teljesebb minden eddigi információnál.

Az állami geológiai hivatal igazgatójának közlése szerint Kínában megtalálható mind a 140 iparilag hasznosítható ásvány és néhány fontosabb ásványi anyagból világviszonylatban is jelentős mennyiségű előfordulásaik vannak. Ez utóbbiak: *volfram, antimon, ón, szén, vas, réz, kén, foszfor és olaj* előfordulások.

Kína *széntermelése* harmadik helyen áll a világon, olajtermelését 1978 végén napi 2 millió barrelra becsülték (kb. 100 millió tonna per év).

A fontosabb anyagok termelése Kínában az alábbi:

	1977	1978
Fém	ezer tonna/év	
Réz	165—185	185—200
Ólom	75—85	85—100
Horgany	80—90	90—100
Alumínium	225—275	275—310
Vasérc	60 000—65 000	65 000—75 000
Acél	22 000—25 000	25 000—28 000
Szén	500 000 000	618 000 000
Ón	15—20	18—20
Volfrám (65 % WO_3)	10—12	12—14
Folypát	150—175	175—200
Antimon	10—12	12—13
Mangán	250—300	300—400

Nagy vasérc-készleteik vannak területileg elszórtan, ezek gyengébb minőségű ércek. Rezet importálnak és az importot fenn kell tartaniuk, míg meg nem kezdi termelését a *Dexing* rézbánya *Jiangxi* tartományban.

A kínaiak egészen másképp csoportosítják a fémeket, mint ahogyan azt általában alkalmazzák. Például a ritkafémek közé sorolják a molibdént, volfrámot és vanádiumot.

Nagy figyelmet fordítanak a *foszfát*-termelésre, mélyművelésből is termelnek foszfátot. Középső *Guizhou* tartományban *Wenganban* jeleznek újabb foszfát előfordulásokat.

Hiányuk van kénben és újabb szulfid-bányákat nyitnak meg.

Kína korábban jelentős *molibdén* szállítója volt a *Szovjetuniónak*, porfiros rézérceik mind molibdenit tartalmúak.

A *nikkeltermelés* a belső igényeket fedezi. A nikkeltermelés fejlesztését *Gansu* tartományban tervezik, ahol az érc feltehetően kobaltot és a platina csoportból is tartalmaz fémeket.

Higany előfordulásaik jelentősek, főleg *Yunnan* és *Guizhou* tartományban.

Kromitban hiány van, újabban a *Qinghai-Tibet* platón jeleznek kromitot.

Gyémánt előfordulásokat nem jeleznek. Szintetikus gyémánt-előállítás folyik.

Vasérc-tartalékaik mennyisége egy ENSZ-nek adott jelentésük szerint 4 milliárd tonna körül van. A jelenlegi acéltermelést 1985-ig 60 millió tonnára kívánják növelni. A nyugati cégekkel megkötött első és legnagyobb szerződések a műszaki segélynyújtás és technológia átadás terén a vasércbányászat és acélgyártás területén vannak.

Bejelentették, hogy a Nippon Steel Co. japán cég segítségével *Sanghaj* közelében egy 3 millió tonna kapacitású acélművet építenek kikötő közelében, ahol 70 ezer tonnás hajókat tudnak fogadni. Import ércet és kokszot is kívánnak itt feldolgozni. Eredetileg 1981 októberében már üzembe kellett volna állítani a létesítményt, de késésben vannak. Később duplázni kívánják a kapacitást 6 millió tonnára.

Az acéltermelés fokozására ócskavasat importálnak Ausztráliából, továbbá vasércet is importálnak. A sanghaji kikötő csak 40 láb mély, ezért a nagy ércszállító hajók nem tudnak teljes terheléssel oda befutni. A helyi 100 ezer tonnás hajók a mély vízbe elébe mennek a nagy ércszállító hajóknak, ott a rakomány egy részét átveszik, majd mind a két hajó be tud futni a kikötőbe kirakodáshoz. (K)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Venezuela igyekszik kiépíteni alumíniumipara teljes vertikumát. Az *Orinoco* folyam mellett *Ciudad Guyanaban* tervezik egy timföldgyár építését 650 millió dolláros költséggel. A részvények többségét a kormány tartja kezében. 1982 tavaszán kerül üzembe a gyár első 500 ezer tonna évi kapacitású, része. A gyártechnológiáját Alusuisse adja, azt a *Bayer* technológiát, amit az ausztrál Nabalco alkalmaz *Gove*-ban ugyancsak Alusuisse know how alapján. A bauxitot *Surinamból, Guyanából* és *Jamaikából* kapják az első fázisban, de nemrégen az Orinoco mentén *Pijiguaos*-ban bauxitot találtak 48,9% timföldtartalommal, a készletet 500 millió tonnára becsülik. Venezuela 1967 óta termel alumíniumot. 1979-ben a fémtermelés eléri a 210 ezer tonnát, 1990-re az évi egymillió tonna alumíniumtermelést tervezik elérni. Erre az időre a bauxittermelés tervezett szintje 4 millió tonna körüli. (B)

(Engineering and Mining Jornal, 1979 nov.)

*

A kanadai ALCAN terveinek körvonalai kialakultak. Bejelentették, hogy megkétszerezik a *Kemano* vízierőmű teljesítményét 1916 MW-ra. Ez lehetővé teszi, hogy további három alumíniumkohót építsenek *Brit Kolumbiában* (Kanada). Mindhárom kohó évi 189 ezer tonna kapacitású lesz, hasonlóan a *Grande Baie*-ben, Quebecben épülő ALCAN kohóhoz. A Kemano vízierőmű látja el az ALCAN kitimati kohóját is, amely 295 ezer tonna kapacitású. (B)

(Metals Week, 1979 dec. 17.)

*

Az Inspiration Consolidated arizonai *Miamiban* levő rézkohójánál az egészségügyi hatóságok 1979-ben 70 esetben állapították meg az állam környezetvédelmi előírásainak megsértését. A vállalat vitatja az ellenőrző mérések helyességét. Egy november 8-án kiadott rendelkezés szerint a kohót átmenetileg le kellene állítani, hogy eleget tegyen a kéndioxidra vonatkozó környezetvédelmi előírásnak. A szabvány 24 óra átlagában legfeljebb 360 mikrogram kéndioxidot enged meg köbméterenként, 3 óra átlagában pedig 1300 mikrogramot. (B)

(Metals Week, 1979 dec. 17.

*

Az USA *Pacific Northwest* területén dec. 20-án az ALCOA további 53 500 tonna évi kapacitást volt kénytelen leállítani energiaszűke következtében. A területen a megromlott energiahelyzet miatt már 162 ezer tonna kapacitás áll üzemen kívül. (B)

(Metals Week, 1979 dec. 24.

*

A *Pacific Northwest*-en a Kaiser Aluminum is kénytelen volt leállítani egy 27 500 tonnás kádsort. (B)

(Metals Week, 1979 dec. 31.)

*

Szarajevóban évi 5 ezer tonna teljesítményű présművet építenek építészeti profilok gyártására. Az üzem öntödéből, alumínium rúdprésből és egy anodizáló berendezésből áll. Az építés 1980 közepén kezdődik. A beruházást az Energoinvest végzi amerikai szállítók segítségével. (KJ)

(Alumínium, 1979 okt.)

*

Az *ausztrál* szövetségi kormány közölte, hogy *tízmilliárd ausztrál dollár* körüli hitelt kíván felvenni 1990-ig szénbázison működő erőművek építésére. Ez nyilván azt jelenti, hogy az eddig bejelentett kohóépítéseken felül — mellyel elérik a másfél millió tonnás alukohó kapacitást — további kohókat kívánnak létesíteni. A jelzett hitelösszegből ugyanis mintegy 15 ezer megawatt szénerőmű kapacitás építhető ki és egy 220 ezer tonnás kohó igénye kb. 350 megawatt. (KJ)

(Alumínium, 1979 dec.

*

Sikeres évet zár az *Inotai Alumíniumkohó*. Teljesíti termelési feladatait. Befezték tervezett beruházásukat, mellyel évi 1700 tonnával növelték a kohó kapacitását. Így most növelik a kohóban az áramerősséget. Munkába állították a négy norvég ASV kerekes kéregtörő gépet a kádak szériakezelésére. Így javították az alapvető kohász munka körülményeit. Kiemelkedő helyet foglal el a vállalat tevékenységében a munka- és üzemszervezés fejlesztése. Ennek segítségével javítják a munka termelékenységét, amire nagy szükségük van. Dinamikusan fejlődik a tubustárcsa, szalag és huzal termelés. (K)

Inotai Kohász, 1979 dec.)

*

Újabb prognózist adott *Stewart Spector* az alumíniumipar alakulásáról 1984-ig. Az ismert szakértő szerint a világ alumíniumkereslete a következők szerint növekszik: 1981-ben 7,7%-kal, 1982-ben 8%-kal, 1983 és 1984-ben pedig 6%-kal. 1982—83-ban komoly áremelkedést jelez, és kereslet és kínálat közti egyensúlyt jósol és 1984-re már a kínálat lesz erősebb mint a kereslet. Úgy értékeli, hogy 1984-re a kapacitások kihasználása elérheti a 98—99%-ot. Becslése szerint több leállított japán kohó fog újra termelni már 1983-ban és 1984-ben és a japán termelés eléri újra az 1,4 millió tonnás értéket. (HW)

(Mining Jornal, 1980 jan. 11.)

*

1977-ben az 1694 ezer tonna kapacitású japán alumíniumkohászat 1641 ezer tonnát termelt. Azóta erőteljesen csökkentették a kohók termelését energiaellátási nehézségek miatt. Az 1978—1979-es pénzügyi évben 62%-os kapacitással dolgoztak. A növekvő energiaárak és szigorúbb környezetvédelmi intézkedések miatt kieső belföldi alumínium-termelést külföldi érdekeltségekben kívánják megtermelni. A meglevő venezuelai és újzélandi továbbá a tervezett indonéz, brazil, ausztrál és USA érdekeltségeik révén 1985-től már évi 868 ezer tonna alumínium-szállítással számolhatnak. Ez az alábbiak szerint oszlik meg:

Ausztrália	271 ezer t	USA	44 ezer t
Brazília	78 ezer t	Indonézia	150 ezer t
Kanada	90 ezer t	Új-Zéland	75 ezer t
Venezuela	160 ezer t		

A japán kormány az alumíniumipart pénzügyi támogatással kárpótolta a kiesett belföldi termelésért. (HW)

(Revue de l,Aluminium, 1997. 488. sz.)

СОДЕРЖАНИЕ

Варга, Э.—Леганьи, Г.: **Использование синтетического чугуна, расплавленного в вагранке с горячим дутьем, для производства отливок головки цилиндра** ..... С 97

После пересмотра авторами самых важных требований, предъявленных к качеству материала для головок цилиндров, описаны важнейшие характеристики обработки синтетического чугуна, расплавленного в вагранке, и анализированы опыты по качеству полученного синтетического чугуна. Обращается внимание на технологические факторы, влияющие на качество синтетического чугуна.

Мейхл, М.—Рац, О.—Жамба, И.: **Формовочные смеси и методы исследования для форм с большой твердостью** ..... С 103

В работе излагаются исследовательские методы бентонитных формовочных смесей для формовки с большим давлением. Отдается предпочтение простым методам, применимым при заводских условиях. Описаны предписания по качетсву формовочных смесей, использованных на заводе Ö. V. Kisvárdai Vasöntöde при формовке с высоким давлением.

Дэвис, А. Дж.: **Процесс заполнения при литье под давлением** ..... С 107

С помощью инструментов, встроенных в прессующее устройство машин для литья под давлением, определимы давление металла и количество потока металла. Это дает возможность эффективнее использовать оборудование и возможность для дистанционного управления работой машин, облегчает работу конструкции форм и стандартизации отдельных элементов машин для литья под давлением.

INHALT

Varga, E.—Legányi, G.: **Die Verwendung von im Heisswindkupolofen geschmolzenen synthetischen Roheisen zur Herstellung von Zylinderköpfen** .. S 97

Nach einer Überblick der wichtigsten Vorschriften der Materialgüteklassen der Zylinderköpfe werden die wichtigsten Momente der Behandlung des in Kupolofen geschmolzenen synthetischen Gusseisens erörtert und die Erfahrungen zusammengefasst, die mit der Qualität des synthetischen Gußeisens verbunden sind. Es wird auf einige technologische Faktoren hingewiesen, die die Qualität des synthetischen Gußeisens beeinflussen.

Meichl, M.—Rácz, O.—Zsámba, I.: **Formmischungen für Formen hoher Härte und ihre Untersuchungsmethoden** ..... S 103

Die Autoren befassen sich mit den Untersuchungsmethoden der bentonitgebundenen Formmischungen des Hochdruckpressens. Es werden diejenigen einfachen Messungen bevorzugt, die in den Gießereien ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden können. Es werden die Gütevorschriften der Formmischungen bekanntgemacht, die in der Kisvárdaer Eisengiesserei zum Hochdruckpressen verwendet werden.

Davis, A. J.: **Der Einschussprozess beim Druckgiessen** ..... S 107

Mit den Meßgeräten, die in die Einschußeinheit der Druckgießmaschinen eingebaut sind, kann der Metalldruck und der Metallstrom bestimmt werden. Dadurch wird die bessere Ausnutzung der Einrichtungen und das Fernlenken der Maschinen ermöglicht, Hilfe zur Konstruktion der Werkzeuge geleistet und die Normung der Bestandteile der Druckgußmaschinen erleichtert.

CONTENTS

Varga, E.—Legányi, G.: **The use of synthetic pig iron melted in a hot-blast cupola to produce cylinder-heads** ..... P 97

After a short survey of the most important specifications relating to the material of cylinder-heads, the main aspects of the treating of synthetic pig iron melted in a hot-blast cupola are made known and the experiences connected with the quality of synthetic pig iron manufactured in a hot blast cupola are summarized. The attention is called to some technological factors, which influence the quality of synthetic pig iron.

Meichl, M.—Rácz, O.—Zsámba, I.: **Moulding mixtures for forms with a high hardness and their control methods** ..... P 103

The authors are dealing with the control methods of bentonite-bonded moulding mixtures. Those simple methods are preferred, which can be carried out easily in the foundries. An information is given on the specifications of quality of the moulding mixtures, which are used in the Kisvárda Iron Foundry for high-pressure moulding.

Davis, A. J.: **The injection process in diecasting** .. P 107

With the help of the instruments built in the injection system of diecasting machines the metal pressure and the metal flow can be determined. This enables to utilize the machines better and to exercise remote control on the equipments, aids the drafting of the dies and makes easier the standardization of the parts of diecasting machines.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. JÚNIUS HÓ

6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

DR. PÁLMAI ZOLTÁN—TEMESSZENTANDRÁSI GUIDÓ: Célszerűen dezoxidált jól forgácsolható (JF) acélok — — — — — — 237

SCHMIDT GYÖRGY—IFJ. SCHMIDT GYÖRGY: A nagyolvasztói salakok hasznosítási lehetőségei — — — — — — — 247

OSZTATNI MIHÁLY: A konvertnyersvas optimális összetételének és hőmérsékletének meghatározása — — — — — — — — — — — — — — — — — 253

POLENCSIK JÓZSEF: Kapacitásnövelés az Ózdi Kohászati Üzemek folyamatos acélművében — — 258

Korszerű anyagvizsgáló eljárások — — — — — — — — — — — — 263

Egyesületi hírek — — — — — — — — — — — — — — — — 264

Műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — — — 266

Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — — 269

Kitüntetések — — — — — — — — — — — — — — — — 269

FÉMKOHÁSZAT

DR. ZAMBÓ JÁNOS—DR. MOLNÁR LAJOS—DR. SIKLÓSI PÉTER: Új eljárás vasdús bauxitok komplex feldolgozására — — — — — — 270

IFJ. TEMESSZENTANDRÁSI GUIDÓ: Új fémtisztítási eljárás alumínium durvahuzal öntve hengerléshez — — — 274

NÉMETH BÉLA—BARAKKA IMRE—FÜSTI ERNŐNÉ: A folyamatirányítás előkészítése az Almásfüzítői Timföldgyárban — — — 278

Szakosztályi hírek — — — — — — — — — — — — — — — 273, 282

ÖNTÖDE

SZENDE GYÖRGY—DR. KOVÁCS TIBOR—TOKÁR ISTVÁNNÉ—KERESZTESSY ZSOLT—KERESZTESSY ZSOLTNÉ—PÁKÁNÉ KAS ELEONÓRA: Precíziós öntödei mintaviszonyok vizsgálata — — — — — — — — — — 121

DR. TÓTH LÓRÁNT: Saruöntvények minősítésének szilárdságtani megközelítése — — — — — 128

DR. CSONTOS ISTVÁN: Néhány újabb anyagminőség és technológiai módszer a hengergyártásban — 130

Személyi hír — — — — — — — — — — — — — — — — — 135

CSIRE ISTVÁN: A gyártás-előkészítés helyzete és a fejlesztési irányzatok a CSMVA-ban — — 136

„Ki minek mestere" országos öntővételkedő — — — — — — — — 140

Beszámolók külföldi konferenciákról — — — — — — — — — — 141

A csepeli szikratávíró makettje a világűrben — — — — — — — — 142

Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — — 143

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT

Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: **1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.

Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 6. 1399 Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő posta hivatalban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.

Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.

Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155 | **HU ISSN 0005-5670**

СОДЕРЖАНИЕ

Пальмаи, З.—Темешсентандраши, Г.: **Целенаправленно успокоенные стали с хорошим коэффициентом обрабатываемости со снятием стружки** ..... С 237

Отечественные исследования направленные на дальнейшее развитие теории успакоения стали с целью производства новых обрабатываемых со снятием стужки сталей. С их применением можно увеличить мощность режущих станков и сократить расход инструментов.

Шмидт, Дь.—Шмидт, Дь. мл.: **Возможности использования шлака доменных печей** ..... С 247

Авторы излогают методы обработки шлака доменных печей, а также полученные т.о. изделия. Занимаются с возможностьями использования шлаковых изделий в строительстве и сельском хозяйстве.

Остатни, М.: **Определение оптимального состава и температуры конверторного чугуна** ..... С 253

В наших условиях надо расчитывать на недостаток чугуна и в связи с этим на увеличение пропорции стального скарпа в шихте конвертора. Наибольшую проблему оказывает производство чугуна однородного состава и температуры.

Поленчик, Й.: **Увеличение мощности в непрерывнлитейном цеху МЗ «Озд»** ..... С 258

После технического описания нового непрерывно литейного цеха статья подробно излагает период нарастания производства, достигнутую программность, мероприятия, проведенные в интересах увеличения производства, а также их результаты.

Замбо, Я.—Молнар, Л.—Шиклоши, П.: **Новый метод для комплексной обработки бокситов с высоким железосодержанием** ..... С 270

Авторы подробно излогают новый метод. Эксперименты направленные на развитие комплексной обработки бокситов. Удаление большинства железосодержания способом горания боксита с хлористым аммонием. Получится гидроксид железа (III). В принципе хлористый аммоний можно получить обратно польностью. Полученный боксит с малым железосодержанием из-за лучшего химического состава хорошо можно обработать с привычным способом-Байера. Остаток разложения по методу Вайера состоит в главным образом из силикатов натрия-алюминия, т.о. потери по едкому натрию и глинозему относительно экономично извлечимы обратно. Излогают разные аспекты нового метода.

Темешсентандраши, Г.: **Новый метод для очистки алюминия для литейной прокатки грубых проволок** ..... С 274

Проблемы по очистке металлов литейных у алюмопечей и необходимость введения нового способа. Механизм оборудования и методы удаления некоторых загрязнителей. Оценка ожидаемого роста издержек.

Немет, Б.—Баракка, И.—Фюштине: **Подготовка к управлению процессами на глиноземном заводе г. Алмашфюзито** ..... С 278

После длительной подготовки все более развивается Управление процессами глиноземного производства. Описание обстановки и результатов.

INHALT

Pálmai, Z.—Temesszentandrási, G.: **Zweckmässig desoxydierte, gut spanbare Stähle** ..... S 237

Einheimische Forschungen zur Weiterentwicklung der Desoxydationstheorie von Stählen zum Zwecke der Herstellung von gut spanbaren Stählen. Durch Anwendung dieser Stähle kann die Kapazität der spanabhebenden Werkzeugmaschinen erhöht und der Werkzeugverbrauch vermindert werden.

Schmidt, Gy. sen.—Schmidt, Gy. jun.: **Ausnutzungsmöglichkeiten von Hochofenschlacken** ..... S 247

Die Aufarbeitungsmethoden der Hochofenschlakken und die dadurch erhaltenen Erzeugnisse. Die Verwendungsmöglichkeiten der Schlackenerzeugnisse in der Bauindustrie und in der Landwirtschaft.

Osztatni, M.: **Bestimmung der optimalen Zusammensetzung und Temperatur des Roheisens für den Konverterbetrieb** ..... S 253

Bei den einheimischen Verhältnissen muss mit einem Roheisenmangel und somit mit der Erhöhung des Schrottanteils im Konvertereinsatz gerechnet werden. Ausserordentlich wichtig ist die Gleichmässigkeit der Zusammensetzung und der Temperatur des Roheisens.

Polencsik, J.: **Die Erhöhung der Kapazität der Stranggussanlage des Hüttenwerkes zu Ózd** ... S 258

Beschreibung der Stranggussanlage, die Zeitspanne des Auflaufes der Produktion. Die Massnahmen zur Erhöhung der Produktion, sowie die bisherigen Ergebnisse.

Zámbó, J.—Molnár, L.—Siklósi, P.: **Ein neues Verfahren zur komplexen Aufarbeitung von eisenreichen Bauxiten** ..... S 270

Der Eisengehalt des Bauxites wird durch Chlorierung mittels Ammoniumchlorid verflüchtigt. Durch Aufarbeitung des Eisenchlorides wird Eisen(III)hydroxid und Ammoniumchlorid gewonnen. Die nach der chlorierenden Behandlung zurückbleibenden Bauxitreste dienen zum idealen Ausgangsmaterial für den klassischen Bayer-Prozess.

Temesszentandrási, G. jun.: **Ein neues Verfahren zur Reinigung des Aluminiums für des Giesswalzen von Grobdraht** ..... S 274

Die Probleme der Metallreinigung in den Giessereien der Aluminiumhütten, sowohl die Notwendigkeit der Einführung einer neuen Methode werden erörtert. Die SNIF (Spinning Nozzle Inert Flotation) Einrichtung wird bekannt gemacht.

Németh, B.—Barakka, I.—Füsti G. Frau: **Regelungs- und Steuerungstechnik in der Tonerdefabrik Almásfüzitő** ..... S 278

Nach einer langen Vorbereitungsperiode konnte die Regelungs- und Steuerungstechnik in der Tonerdefabrikation in Almásfüzitő eingeführt und erfolgreich entwickelt werden. Die Ergebnisse werden erörtert.

CONTENTS

Pálmai Z.—Temesszentandrási G.: **Suitably deoxidised, well workable steel** ..... P 237

In order to produce well workable steels researches were carried out to further develop the theory of deoxydation. By the use of these steels the output of cutting machines can be increased and the tool requirements decreased.

Schmidt Gy. sen.—Schmidt Gy. jun.: **Possibilities of utilising blast furnace slags** ..... P 247

The methods of processing blast furnace slags are dealt with and in addition the resulting products, too. The possibilities of using these products in the building industry and in the agriculture are mentioned.

Osztatni, M.: **Determination of the optimum composition and temperature of pig iron for the oxygen converter** ..... P 253

Under our given conditions we have to reckon with a lack of pig iron and therefore with an increased proportion of scrap in the feed of converters. The heaviest worry arises in the production of pig iron with uniform composition and temperature.

Polencsik, J.: **Increasing the capacity of the continuous casting plant in the Metallurgical Works at Ózd** ..... P 258

After a description of the technical features of the new continuous casting plant the period of running up production according schedule, the measures taken to increase production and their results are treated.

Zámbó, J.—Molnár, L.—Siklósi, P.: **New method for processing iron-rich bauxites** ..... P 270

The iron content of bauxite will volatilized by chlorination with NH_4Cl. The iron-chloride is processed to produce iron(III)hydroxide with the recovering of NH_4Cl. The bauxite remaining after chlorination serves as ideal basic material for the classical Bayer-process.

Temesszentandrási, G. Jr.: **New method for purifying aluminium for cast rolling of rough wire** P 274

The problems of purifying metals at the casting houses of aluminium industry and the necessity of development of a new method are treated. The SNIF (Spinning Nozzle Inert Flotation) equipment will be explained.

Németh, B.—Barakka, I.—Füsti, E. Mrs.: **Process control at the alumina production at Almásfüzitő** ..... P 278

After a long period of preparation the process control of alumina production could initiate and successfully evolve at Almásfüzitő. The results are reviewed.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 6. szám 1980. június

Célszerűen dezoxidált jól forgácsolható (JF) acélok

DR. PÁLMAI ZOLTÁN
okl. gépészmérnök

TEMESSZENTANDRÁSI GUIDÓ
okl. kohómérnök

Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14.018.23

Az acélok dezoxidációs elméletének továbbfejlesztése céljából végzett hazai kutatások új, jól forgácsolható acélok gyártása céljából. Ezeknek széles körű felhasználásával a feldolgozó iparban nagymértékben fokozható a forgácsoló-géppark teljesítménye és jelentősen csökkenthető a szerszámfogyasztás.

A korszerű ipari termelésben a gyártási folyamatok rendezettsége döntő fontosságú. Egyre nagyobb jelentősége van a megmunkált anyag nemcsak jó, hanem egyenletes forgácsolhatóságának is. Szokványos gépacélok esetén a keményfémszerszámok éltartalma széles határok közt változik [1], amely már az 1960-as évek elején ráirányította a figyelmet az éltartam-szóródás okainak tanulmányozására.

Megállapították, hogy a megmunkált acélban levő dezoxidációs termékek a szerszám kopását nagymértékben befolyásolják [2]. Bebizonyosodott az is, hogy megvalósítható olyan dezoxidálási technológia, amellyel jól forgácsolható, a szerszámot lassan koptató acél gyártható. Erre számos szabadalmat is kidolgoztak (lásd pl. [3, 4]-t).

A következőkben azokról a kutatásokról kívánunk beszámolni, amelyek a téma külföldi eredményeinek és ezek hazai adaptációjának [5, 6] továbbfejlesztésével egy új, jól forgácsolható, röviden JF-acélcsalád gyártástechnológiájának kidolgozásához vezettek.

1. A forgácsolószerszámot védő réteg

A TiC-tartalmú keményfém-szerszám felületén az acélban levő dezoxidációs termékek kedvező esetben vékony réteget képeznek. Ezáltal befolyásolják az éltartamot, mert a réteg a szerszámot védi, a kopást lassítja *(1. ábra)*. A szerszámra rakódott anyagban azok a kémiai elemek mutathatók ki, amelyek az acél zárványaiból kerülhettek oda.

A nemfémes anyagfelrakódás szokványosan gyártott acéloknál is megfigyelhető, a legtöbb esetben azonban ez nem alkot összefüggő réteget. A *2. ábrán* összefoglalt vizsgálati eredmények szerint pl. Al-mal erősen utódezoxidált acél forgácsoásakor a dezoxidációs termékekből csak foltok képződtek. Erre a Ca-nál észlelt nagy szórás utal [7]. Ilyenkor természetesen a szerszám homlokfelületén a kopás is megfigyelhető. A *3. ábra* ún. kráterkopás képét mutatja, amelyhek kialakulását lassították a felületén jól látható üvegszerű, a forgácsleválasztás hőmérsékletén képlékeny lerakódások.

Az ilyen foltszerű, időleges képződmények védőhatása igen különböző lehet. Erre vezethető vissza a szerszámok éltartamának nagy szórása. SM kemencében gyártott különböző acéladagok forgácsolhatóságát vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy azonos körülmények között, azonos ideig esztergálva a kráterkopás (lásd a 2. ábrát) igen különböző. A zárványosság minősítésének ismert problémái ellenére megfigyelhető, hogy minél inkább a képlékeny szilikát a jellegzetes zárványtípus, a kopás annál kisebb. A negatív kopás rétegképződést jelent.

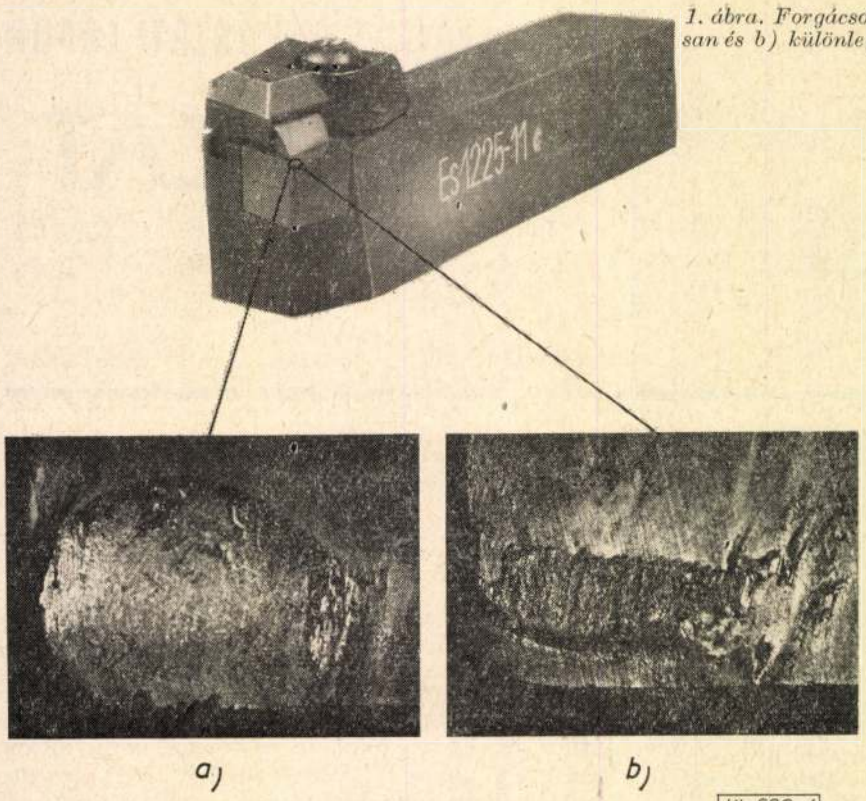
Ezek után részletesebben megvizsgáltuk, hogy a dezoxidációs termékek milyen feltételek teljesülése esetén képeznek összefüggő, szerszámot védő anyagfelrakódást.

2. A védőréteg kialakulásának feltételei

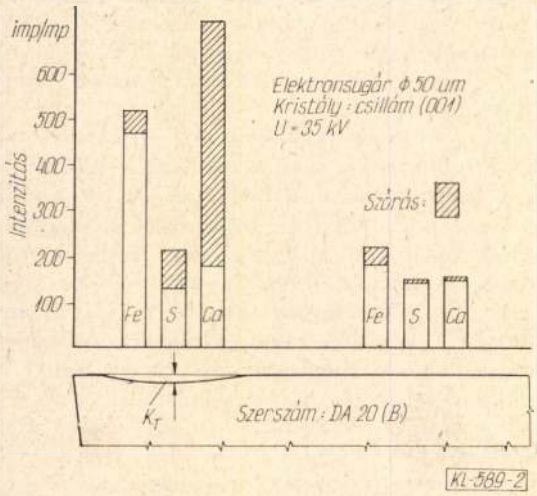
A forgácstőben két deformációs tartomány különböztethető meg, a nyírási sík környezete és a szerszám felülete mentén kialakuló másodlagos alakváltozási zóna. Ez utóbbit áramlási zónának is szokás nevezni. A két terület a szerszám élénél kapcsolódik.

A nemfémes felrakódást képező zárványok csak az áramlási zónából kerülhetnek a szerszám felszínére, ezért az ottani alakváltozási viszonyokat kellett megvizsgálnunk.

A *4. ábra* a szerszám és forgács határán az áramlási réteget és benne a sebesség-, valamint feszültségelosztást mutatja. A sebességeloszlást egy zár-



1. ábra. Forgácsolószerszám homloklapja a) szokványosan és b) különlegesen dezoxidált acél esztergálása után



2. ábra. Forgácsolószerszám kopott és ép felületén mikroszondával észlelt anyagfoltok Al-mal erősen utódezoxidált acél esztergálása után ($v=150$ m/min, $fa=0,3\cdot 2$ mm², anyag: C 35 és Al = 0,11 %. A mikroszondás vizsgálatot a Szilikátipari Kutató Intézetben végeztük) [7]

3. ábra. Esztergakés kopott homlokfelülete szokványosan gyártott acél megmunkálása után (Készült a VASKUT Fémtani Osztályán)

vány aszerint fogja befolyásolni, hogy milyen a melegszilárdsága. Ha feltételezzük azt is, hogy a zárvány az áramlást a $z=z_0+\Delta z$ távolságban már nem zavarja, akkor felírhatjuk, hogy

$$\frac{dv}{dz_{\text{átlag}}}\cdot(z_0+\Delta z)=$$

$$=\frac{dv}{dz_{\text{acél}}}\cdot z_0+\frac{dv}{dz_{\text{zárvány}}}\cdot\Delta z \qquad (1)$$

ahonnan a szerszám homlokfelületén mozgó z_0 vastag acélrétegben a közepes sebességgradiens

$$\frac{dv}{dz_{\text{acél}}}=\frac{dv}{dz_{\text{átlag}}}+\frac{\Delta z}{z_0}\left(\frac{dv}{dz_{\text{átlag}}}-\frac{dv}{dz_{\text{zárvány}}}\right) \qquad (2)$$

További absztrakcióval a melegszilárdságot a viszkozitással jellemezve

$$\tau=\eta\frac{dv}{dz}, \qquad (3)$$

és így

$$\frac{dv}{dz_{\text{acél}}}=\frac{dv}{dz_{\text{átlag}}}+\frac{\Delta z}{z_0}\left(\frac{1}{\eta_{\text{acél}}}-\frac{1}{\eta_{\text{zárvány}}}\right)\tau \qquad (4)$$

Ha $\eta_{\text{zárvány}}>\eta_{\text{acél}}$, akkor a zárvány és a szerszám között levő anyag igénybevétele kisebb az átlagosnál. Emiatt a forgács felszakadásának valószínűsége minimális, a zárvány belső kenőanyagként vesz részt a folyamatban, felrakódás nem képződik.

Ha viszont $\eta_{\text{záryány}}<\eta_{\text{acél}}$, akkor

$$\frac{dv}{dz_{\text{acél}}}>\frac{dv}{dz_{\text{átlag}}} \qquad (5)$$

a z_0 vastagságú rétegben az átlagosnál nagyobb deformáció várható (a 4. ábrán folyamatos vonallal

rajzolva). Igaz, az adott körülmények között a viszkozitás helyes értelmezése nem problémamentes, qualitatív következtetések levonására azért alkalmas a (4) egyenlet.

Figyelembe véve az y irányban az alakváltozásoknál levő kötöttséget, megállapítható, hogy az anyagnak a zárvány alatt az átlagosnál nagyobb igénybevételt kell elviselnie. Minél nagyobb a $\Delta z/z_0$ hányados, a τ feszültség, ill. az acél és a zárvány viszkozitásának különbsége, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a forgács alul felszakad és a zárvány a szerszámra kenődhet. Ha viszont $\eta_{\text{zárvány}} \gg \eta_{\text{acél}}$, vagyis a zárvány rideg, hiába jut a szerszám felületére, nem tud rákenődni, elsodródik a forgáccsal.

Az eddigi meggondolások a szerszám felületén kialakuló áramlási zónára vonatkoztak. A 6. ábra tanúsága szerint azonban hasonlóak az acél alakváltozási viszonyai az él környezetében is, így következtetéseink érvényességét kiterjeszthetjük a szerszám egész koptatott felületére.

Ezt az elméleti elemzést a forgácsok metszetén vizsgálataink igazolták *(5. ábra)*. Egészen képlékeny zárványok nem jutnak ki a forgács felületére, és így a rétegképződésben nem vehetnek részt (*5/a* felvétel). Az egészen rideg zárvány szinte kifordul a forgácsból (*5/b* felvétel), de nem kenődik a szerszámra. A kedvező esetet a *5/c* felvétel szemlélteti.

A zárvány alakváltozása a hosszúság/vastagság, azaz az 1/d viszonnyal jellemezhető, amely a hossztengellyel párhuzamos minden metszetben azonos [8]. Ez az alakváltozás összehasonlítható az acél deformációjával, amely az $(x/y)^{3/2}$ kifejezéssel jellemezhető. Itt x az acéltuskó alakítás előtti, y pedig az azt követő mérete. Ezek felhasználásával képezhető a zárvány alakíthatóságának egy indexe [9]

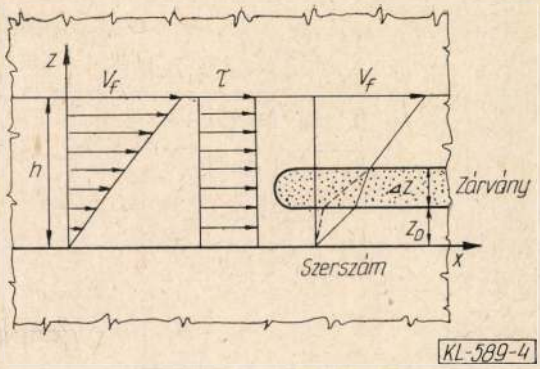
$$\nu = \frac{\varepsilon_{\text{zárv.}}}{\varepsilon_{\text{acél}}} = \frac{2 \ln l/d}{3 \ln x/y} \qquad (6)$$

A ν értéke zérus, ha az acél melegalakítása közben a zárvány nem változtatja alakját, és egy, ha egyformán deformálódnak.

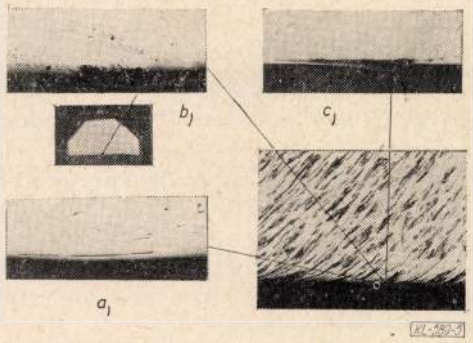
A relatív alakíthatóság alapján *Kiessling* a *6. ábra* szerint osztályozta a zárványokat [10]. Ezen feltüntettük a forgácsolási hőmérséklet és a rétegképződéshez szükséges relatív alakíthatóság sávjait is. Az ábráról is leolvasható, hogy a forgácsolhatóság javulását eredményező rétegképződés szempontjából csak a szilikát zárványok jöhetnek szóba.

A zárvány relatív alakíthatósága az acél melegszilárdságától, tehát a kémiai összetételétől is függ. Bebizonyosodott pl., hogy a közel eutektoidos karbonacél szokványos, FeSi-os dezoxidálás esetén is felrakódásképző.

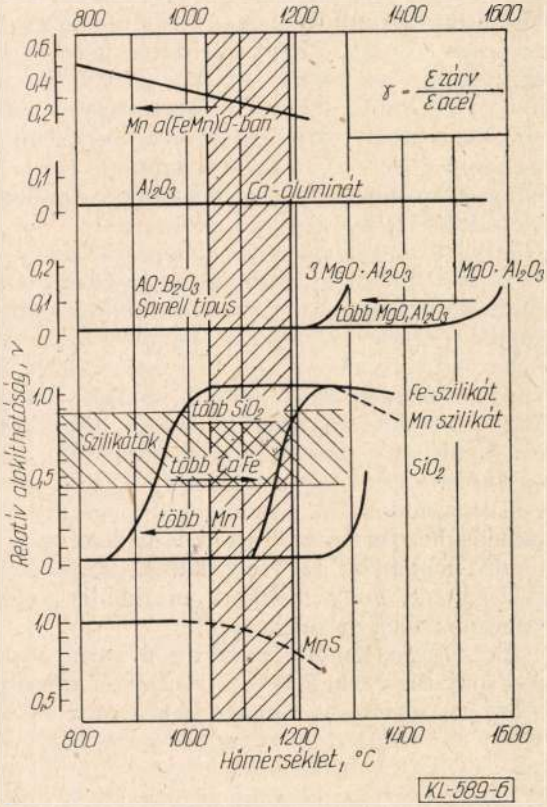
Az acél forgácsolhatóságának és zárványainak optimális kapcsolatával összefüggésben a karbon szerepét utóbb japán kutatók mérései más oldalról is bizonyították. Ito és társai [11] a zárványok olvadáspontjának és a forgácsolószerszámok éltartamának kapcsolatát vizsgálták. Az eredményeiket szemléltető *7. ábrán* jól látszik, hogy az él-



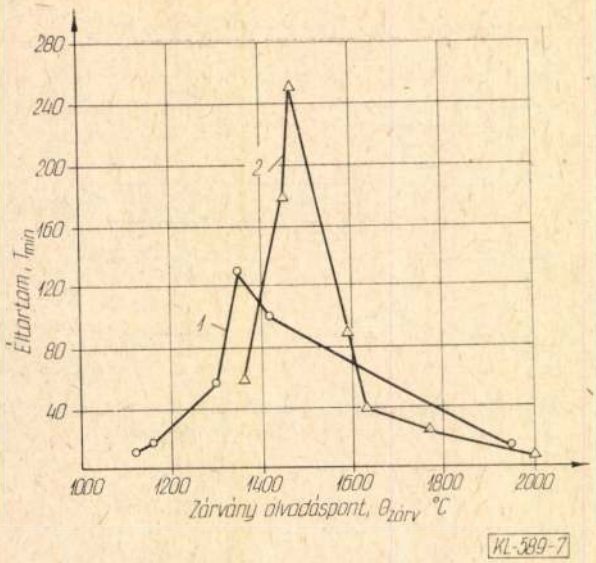
4. ábra. Zárvány hatása az áramlási zóna sebesség-eloszlására a forgácsoló él környezetében



5. ábra. Különböző relatív képlékenységű zárványok viselkedése az áramlási zónában



6. ábra. A zárványok relatív alakíthatósága a hőmérséklet függvényében [10]



7. ábra. A szilikátzárványok olvadáspontjának hatása a forgácsolószerszám éltartamára ötvözetlen acél esztergálásánál. 1 : C = 0,20 %, 2 : C = 0,45 % [11] (v = 200 m/min, fa = 0,2 · 2 mm², szerszám: P 10 keményfém)

tartam szempontjából optimális zárvány olvadáspont, azaz összetétel a két ötvözetlen acélnál eltérő. Igaz, a különbség nem nagy, de figyelemre méltó, hogy a jelleggörbéknek éles csúcsa van, az olvadáspontnál 100 °C különbség 100—500%-os éltartam-eltérést eredményezett.

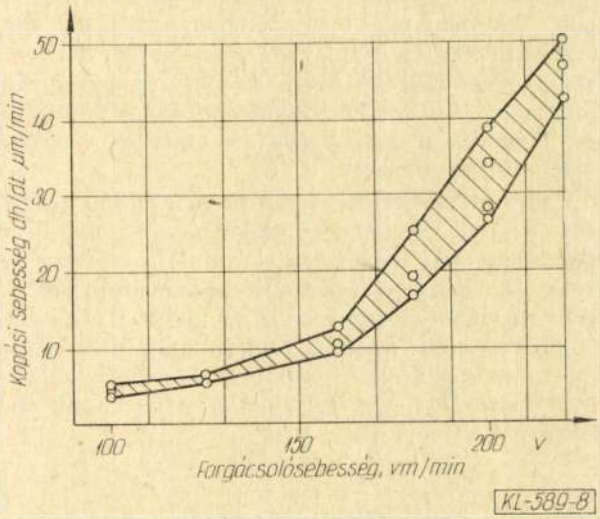
A hőkezelési állapot is befolyásolja a zárványok rétegképző tulajdonságát. Abban az esetben, amikor C-tartalmú, hengerelt állapotában felrakódásképző anyagot szemcsés perlites állapotúra izzítottuk, és így keménysége $HV_{20} = 244$-ről 148-ra csökkent, az anyagfelrakódás képződése megszűnt, a szerszám kopott. Ezzel ellentétes jelenséget is tapasztaltunk azonban, amikor szokványosan gyártott C60 minőségű acélt forgácsoltunk. Hengerelt állapotában (HV = 210) nem észleltünk a szerszámon védőréteget, amikor azonban HV = 320 keménységűre nemesítettük, összefüggő nemfémes anyagfelrakódás képződött a szerszámon.

Ezekből a megfigyelésekből nemcsak azt a következtetést kellett levonnunk, hogy eltérő összetételű acélnál más-más zárványok kívánatosak az optimális forgácsolhatósághoz, hanem azt is, hogy egyetlen minőségnél is különböző melegszilárdságú zárványok jelenléte szükséges. A komplex dezoxidálási technológiával sikerült elérni, hogy többfázisú képlékeny zárványok keletkeztek. Ezek egyes fázisai eltérő sajátosságúak.

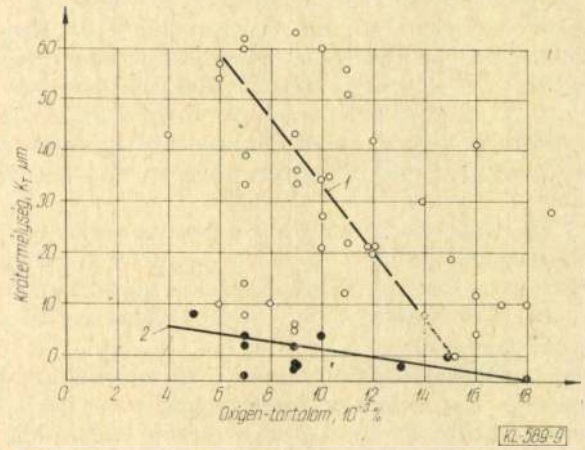
A szerszámot védő nemfémes anyagfelrakódás kialakulásához természetesen az is szükséges, hogy elegendő képlékeny zárvány legyen az acélban. Megvizsgáltuk, hogy mekkora minimális oxigéntartalomnak felel ez meg.

A szerszámra kenődő zárvány a rajta haladó forgács hatására maga is kopik. Ennek sebessége méréseink szerint a forgácsolósebességtől függ. *(8. ábra)*. Folyamatosan képződő, összefüggő nemfémes réteg akkor alakulhat ki, ha a teljes lekopás előtt újabb zárvány kenődik ugyanarra a helyre. Ehhez az itt nem részletezett módszer szerint számolva [12] 20—30 ppm oxigén elegendő lenne. Figyelembe kell azonban venni azt is, hogy a zárványok mindig csak részben kenődnek a szerszámra, emellett más, nem megfelelő képlékenységű fázisokat is tartalmaznak.

Tapasztalatunk szerint — megfelelő dezoxidálás esetén — 50 ppm oxigén a kész acélban már képes hatékony védelmet nyújtó felrakódást képezni. A *9. ábra* SM kemencében gyártott acéladagok hengerelt állapotában mért oxigéntartalmának és 5 min esztergálás után észlelt kráterkopásnak a kapcsolatát mutatja. Látható, hogy a speciálisan dezoxidált jól forgácsolható acéloknál az oxigéntartalom — a vizsgált tartományban — alig befolyásolta a kopást. Ezzel szemben a szokványosan gyártott acéloknál vitathatatlan az összefüggés: minél több az célban az oxid, annál kisebb a szerszámkopás. Ez is azt bizonyítja, hogy a szerszámon mindig kimutatható nemfémes lerakódás, de ennek mértéke a megfelelő képlékenységű zárványok mennyiségétől függ. Nagyobb összes oxigénnél természetesen nagyobb valószínűséggel fordulnak elő képlékeny zárványok is.



8. ábra. A szerszámra rakódott nem fémes réteg kopási sebessége nem felrakódásképző acél esztergálásakor (fa = = 0,26 · 2,5 mm², anyag: A 60, szerszám: DA 20)



9. ábra. A szerszámkopás és az acél oxigéntartalmának kapcsolata 1) szokványos, 2) felrakódásképző jól forgácsolható (JF) acélnál (v = 200 m/min, t = 5 min, fa = = 0,3 · 2 mm², anyag: C 30, szerszám: DA 30)

3. Optimális dezoxidálási technológia kifejlesztése

A felrakódásképző, jól forgácsolható acélok gyártásához az előzőek szerint olyan dezoxidálási technológiát kellett kifejleszteni, amellyel a zárványok előnyös relatív alakíthatósága elérhető. E követelmény teljesítése a különböző összetételű acéloknál — eltérő melegszilárdságuk miatt — más-más összetételű dezoxidációs termékekkel teljesíthető.

Az ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok körében — tapasztalatunk szerint — a C-tartalom a legfontosabb tényező. Minél több karbid-részecske található ugyanis az áramlási rétegben, annál nagyobb a (4) képletben τ értéke, és így a viszkozítások különbségének hatása is növekszik. Ismeretes az is, hogy a szóbanforgó acéloknál a hőkezelési sajátosságok elsősorban az acél C-tartalmától függnek. Így azt tűztük ki célul, hogy olyan dezoxidálási technológiát fejlesszünk ki, amely az acél C-tartalmát is figyelembe véve optimális dezoxidációs termékek képződését eredményezi.

A dezoxidációs folyamatok kutatása a 60-as években világszerte az érdeklődés homlokterébe került, így gazdag szakirodalom állt rendelkezésre. Ennek ellenére megállapítható, hogy nem sikerült olyan elméletet kifejleszteni, és tulajdonképpen még ma sem ismerünk ilyet, amellyel a dezoxidációs termékek tulajdonságai általában előre kellő biztonsággal leírhatók lennének.

Az elméleti „zárványtervezés" akadályai közül különösen két probléma szembeötlő:

a) A csíraképződés mechanizmusát nem sikerült kielégítően visszavezetni egy meghatározott kritikus túltelítettségre (lásd pl. [13]-at), mert a más eredetű kristálymagok hatását nem lehetett kiküszöbölni. Voltaképpen nem is érdemes, mert a gyakorlatban jelenlétükkel mindig számolni kell, a heterogén magképződés a jellemző. Tudomásul kell venni az acélfürdőben az alkotók koncentrációjának makroszkópikus különbségeit is.

A csíraképződés elméleti leírásának problémái még ma is megoldatlanok, noha az elmúlt években ezt sokan kutatták [14]. Tény, és munkánknál ebből indulhattunk ki, hogy a dezoxidáló ötvözet bevitelét követően igen rövid idő alatt 10^5—10^8 db/cm³ kristálymag keletkezik.

b) Kiessling [15] és mások vizsgálatai szerint a dezoxidációs termékek végső állapotukat esetleg több közbenső szakaszon keresztül érik el. Ezeknek a leírására csak korlátozottan alkalmazhatók az egyensúlyra vonatkozó összefüggések, amelyeket a Gibbs-féle fázisszabályból egy-egy feltételezett reakcióra vezettek le. Az

$$x\,\mathrm{Me}+y\,\mathrm{O}=\mathrm{Me}x\mathrm{O}y,\quad K=\frac{a_{M_xO_y}}{a_{Ax}a_{Oy}}=A+\frac{B}{\Theta} \qquad (7)$$

típusú összefüggések lényegében fenomenológikus elméleten alapszanak, nem a valóságos folyamatok közvetlen általánosításai. Gyakori pl., hogy a zárványképződés „zsákutcába jut", valamelyik további átalakulásra képes fázis egy stabil burokba bezáródik, amely az egyensúly felé ható reakciók folyamatának megszakadását eredményezi [16]. Így az acélfürdő oxigéntartalma az elméleti egyensúlytól lényegesen magasabb szinten stabilizálódik.

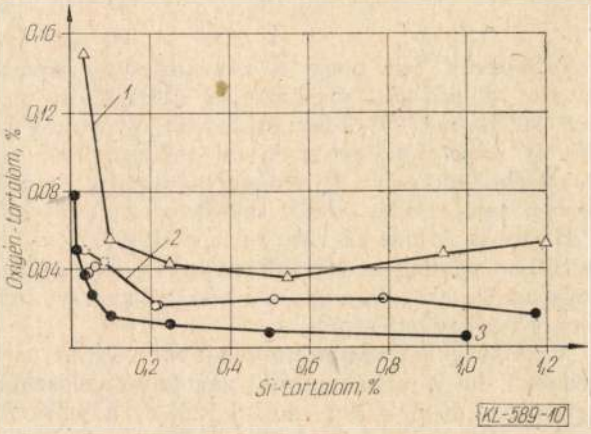
Ehhez az elméleti problémához kapcsolódik az a gyakorlati nehézség, hogy az a_{Ax}, a_{Oy}, a_{MxOy} aktivitásokat a valóságos ötvözetek többi alkotói is befolyásolják. Régen ismeretes, és ez a jól forgácsolható acélok szempontjából is fontos, hogy szilikomangán adagolásánál a képződő MnO az SiO_2 aktivitását csökkenti, így a *10. ábra* szerint az egyensúlyi oxigéntartalom jobban megközelíthető.

Általában a három- vagy többalkotós dezoxidáló ötvözetekre még ma sem rendelkezünk kellő mennyiségű adattal, a felrakódásképződés szempontjából számbajöhető dezoxidáló anyagok alkotóira azonban már több értékes megfigyelést közzétettek.

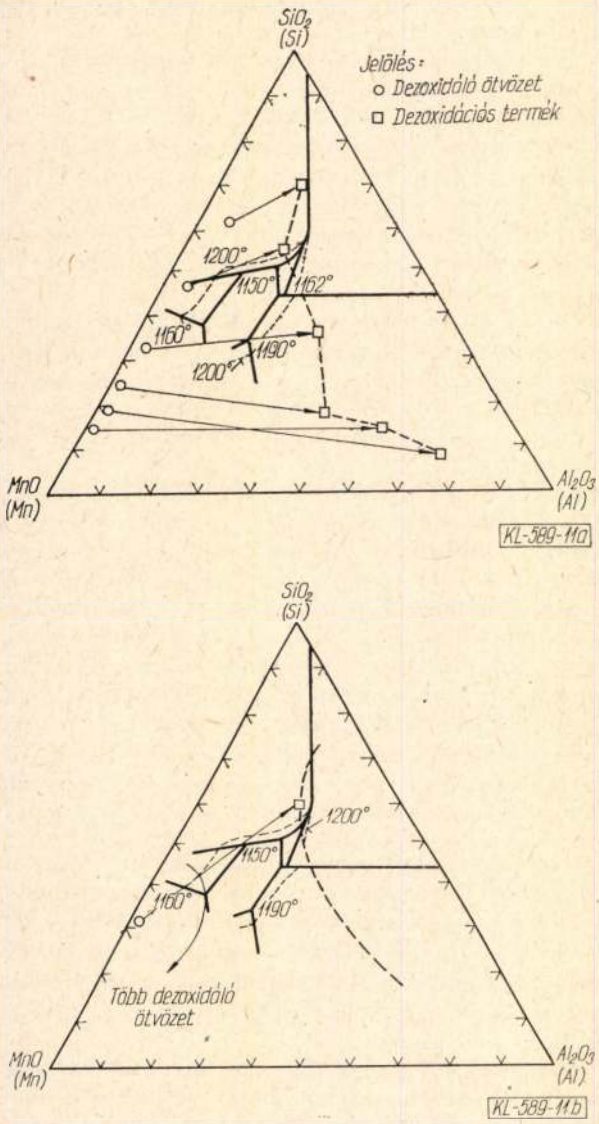
Leo [15] megállapította, hogy a MnSiAl dezoxidáló ötvözeteknél Si : Al = 10 : 1 arány mellett a Mn/Si viszony függvényében a képződő zárványok összetétele a *11/a ábra* szerint változik. *Körber* és *Oelson* korábbi megfigyeléseivel [17] összhangban megállapította, hogy MnSiAl adagolásánál folyékony Mn-szilikátok képződnek. Nagy Mn-tartalomnál az Al-nak azonban lehetősége van arra, hogy ezeket redukálja, és így rideg zárványok maradnak vissza az acélban. Ebből az a fontos következtetés adódott, hogy Mn-adagolás a dezoxidáló ötvözetben a zárvány képlékenysége szempontjából csak egy határig kedvező.

Figyelemreméltó Leo azon megállapítása is, hogy adott dezoxidáló ötvözetnél az adagolt mennyiség szerint változik a zárványösszetétel *(11/b ábra)*. Minél több Al és Mn kerül a fürdőbe, a végterméknél annál jobban érvényesül az Al hatása, és természetesen a végső oxigénkoncentráció is kisebb.

Ezt közvetve azt is mutatta, hogy az Al gyorsan bediffundál a zárványokba, jelenléte meghatározó a képződő dezoxidációs termékek tulajdonságai szempontjából. Ahhoz ugyanis, hogy a kezdeti kis zárványok a fürdőmozgás vagy fajsúlykülönbség következtében létrejövő érintkezéseknél összeömölhessenek, és megnőtt méretük folytán kiúszhassanak, kis viszkozitás szükséges.



10. ábra. A dezoxidáló ötvözet hatása az Armco-vas összes oxigéntartalmára 1600 °C-on a Si-tartalom függvényében [16] 1: FeSi 52 %, 2: FeSiMn (21/58 %), 3: közel egyensúlyi állapot



11. ábra. A dezoxidáló ötvözet összetételének és mennyiségének hatása a dezoxidációs termékek összetételére (Leo [16] mérései alapján) a) a Mn és Si viszonyának hatása, b) az adagolt ötvözet mennyiségének hatása

Frenkel szerint az összeömlés ideje

$$t \cong \frac{r\eta}{\sigma} \tag{8}$$

Tételezzük fel, hogy a zárványcsepp sugara 2 μm, a szilikát viszkozitása 1600 °C-on $\eta = 5 \cdot 10^7$ Ns/m² [18], a felületi feszültség pedig *Turpin* és *Elliot* [19] eredményeit felhasználva $\sigma = 1{,}3$ J/m² akkor t = 1 perc nagyságrendű. Az acél üstben tartózkodás idejét tekintve ez rövid idő.

Ha tehát Al-dús zárványok maradtak a Mn-ban és Si-ban gazdag acélfürdőben, ez azt bizonyítja, hogy az Al behatolása gyorsabb volt a kis zárványcseppek összeömlésénél.

A forgácsolhatóság szempontjából viszont az a kedvező, ha a visszamaradó zárványok eloszlása egyenletes. Ennek Eck szerint [20] az a feltétele, hogy az átmérő legfeljebb 10 μm legyen. Nyilvánvaló tehát, hogy ellentétes követelményekről van szó, hiszen ez a *Frenkel*-képlet szerint a nagyobb viszkozitású zárványoknál teljesül könnyebben.

Valóban már *Scheil* és *Sckmeller* kimutatta, hogy a kisebb zárványok nehezebben alakíthatók [21].

Itt minden bizonnyal közre játszik az a *Turkdogan* [22] által kimutatott tény, hogy a hőmérséklet-csökkenés miatt eltolódó egyensúlyi viszonyok következtében a dezoxidálás a megszilárdulás alatt az öntecsben is folytatódik.

Fontos alkotója a komplex dezoxidáló ötvözeteknek a Ca is. Igen erős dezoxidáló hatását az az ismert sajátossága korlátozza, hogy a folyékony acél hőmérsékletén nagy mértékben párolog. Ezért ötvözet formájában adagolják. Szívesen kapcsolódik a kénhez is. *Koch* [23] megfigyelései szerint 5—13% Ca-ot tartalmazó CaSi-ötvözet adagolásánál az acélban a melegalakítás körülményei között képlékeny dezoxidációs termékek maradnak.

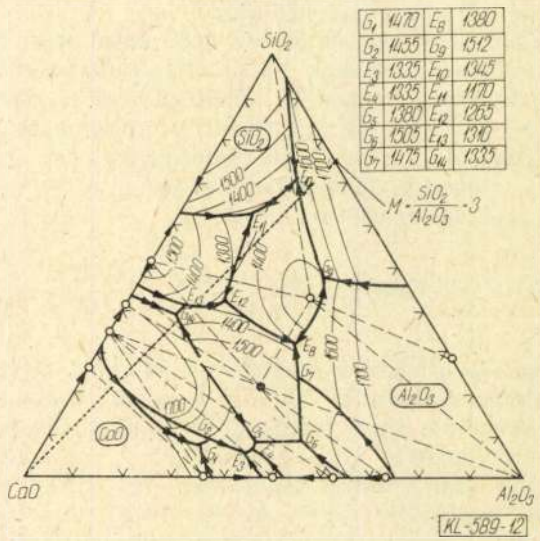
Ezeknek az ismereteknek a birtokában elvégezhettünk egy olyan elméleti elemzést amelynek alapján a dezoxidálás módjából következtethettünk a képződő termékek képlékenységi tulajdonságaira. A SiO_2—CaO—Al_2O_3 rendszerből indultunk ki *(12. ábra)*. Feltételeztük, hogy a dezoxidáló ötvözetben a Ca-tartalom az előbbieknek megfelelő, az Al-tartalom pedig csak néhány százalék. Adott CaO-tartalom mellett a zárványok SiO_2 és Al_2O_3-tartalmának viszonya lényeges. Ha azzal a közelítéssel élünk, hogy ezek gyakorlatilag teljes mennyiségükben oxidálódnak, akkor a Si egyensúlyára a (7) alapján felírható, hogy

$$[Si][0]^2 \cong K \cong ([Si]_{ad} - [Si]_{SiO_2})([0]_{kezd} \Sigma [0]_{köt})^2 \tag{9}$$

Itt $[Si]_{ad}$ a dezoxidáló ötvözetbe adagolt összes Si, $[0]_{kezd}$ az acél oxigéntartalma az ötvözet adagolásakor, $[Si]_{SiO}$ az oxidálódott Si, $\Sigma[0]_{köt}$ pedig Si-mal, Al-mal és Ca-mal lekötött oxigén.

A 6. és 12. ábrákból megállapítható, hogy a zárványok képlékenysége szempontjából igen lényeges a dezoxidációs termék SiO_2 és Al_2O_3-tartalmának viszonya.

Bevezetve az



12. ábra. A CaO—Al_2O_3—SiO_2-rendszer (Rankin, Wright Greig és Eitel adatai)

$$M = \frac{[SiO_2]}{[Al_2O_3]} \qquad (10)$$

jelölést (12. ábra), és egyelőre a Ca hatását figyelmen kívül hagyva

$$\Sigma[O]_{köt} = [O]_{SiO_2} + [O]_{Al_2O_3} = \frac{32}{60}[SiO_2] + \frac{48}{54}[Al] = $$
$$= (M + 0{,}889)\,[Al],$$

és

$$[Si]_{SiO_2} = \frac{28}{60} M\,[Al_2O_3] = \frac{28}{60}\,\frac{102}{48} M\,[Al] =$$
$$= 0{,}882 M\,[Al]$$

Helyettesítsük ezeket (9)-be, akkor

$$([Si]_{ad} - 0{,}882M\,[Al]) \times$$
$$([O]_{kezd} - (M + 0{,}889)\,[Al])^2 \cong K \qquad (11)$$

Végül a dezoxidáló ötvözettel adagolt Si és Al viszonyát

$$x = \frac{[Si]_{ad}}{[Al]} \qquad (12)$$

is bevezetve, (11)-ből

$$[O]_{kezd} \approx$$
$$\approx \sqrt{\frac{K}{Si]_{ad}\left\{1 - \frac{0{,}882M}{x}\right\}}} + \frac{M + 0{,}889}{x}\,Si]_{ad}, \qquad (13)$$

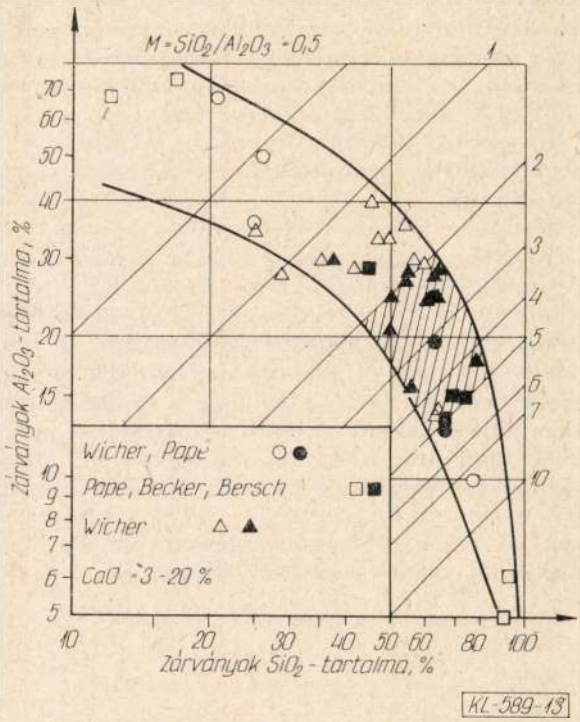
adódik.

Ebben az összefüggésben M a dezoxidációs termékek átlagos összetételére jellemző, x a dezoxidálószer összetételét, $[Si]_{ad}$ pedig az adagolt Si mennyiségét mutatja. Ezekből becsülhető az acél dezoxidálás előtti oxigéntartalma a Ca-mal lekötött O_2-mennyiség nélkül.

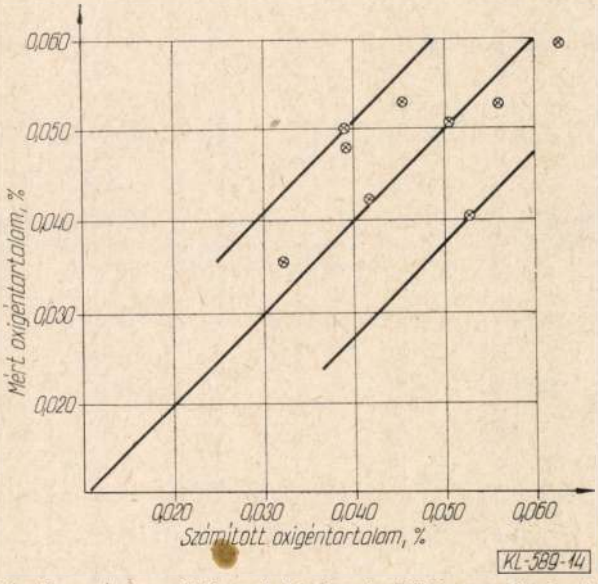
Az M paraméter kiemelésének indokoltságát azok a vizsgálati eredmények bizonyították, amelyeket a felrakódásképző acélokra közzétettek [26—28]. Ezek alapján készült a *13. ábra*, amelyről közvetlenül leolvasható, hogy a forgácsolhatóság javítása szempontjából $M = 2$—5 jöhet számításba. Jó összhangban van ez a 12. ábrával, ahol az $M = 3$ értéknek megfelelő, a CaO sarokból húzott sugár a legalacsonyabb olvadáspontú mezők közelében halad.

A (13) egyenlet levezetésénél egyrészt figyelmen kívül hagytuk, hogy az egyensúlyi állapotot csak megközelíteni tudjuk, másrészt azt, hogy a többalkotós dezoxidáló ötvözet alkalmazásánál a dezoxidációs termékek aktivitása 1-nél lényegesen kisebb lehet. A két elhanyagolás ellentétes hatású. A számítási módszer ellenőrzésére *Lindon* és *Billington* [24] mérési eredményeit használtuk fel. Az általunk mért kezdeti oxigénkoncentráció tényleges és a kiindulási adatokból mért értékeinek kapcsolatát a *14. ábra* szemlélteti. A számításnál $\Theta = 1550$ °C-ot felvéve $K = 1{,}22 \cdot 10^{-5}$ értékét helyettesítettük (lásd [25] 251. old.) és természetesen a CaO oxigéntartalmát is figyelembe vettük.

A (13) képlet tehát alkalmasnak látszott arra, hogy a különböző CaSiAl dezoxidáló ötvözetnél



13. ábra. A nem fémes védőréteg kialakulása szempontjából kedvező zárványösszetétel irodalmi adatok alapján [25, 26, 27] (●, ■, ▲ felrakódásképző, □, ○, △ nem felrakódásképző acél)



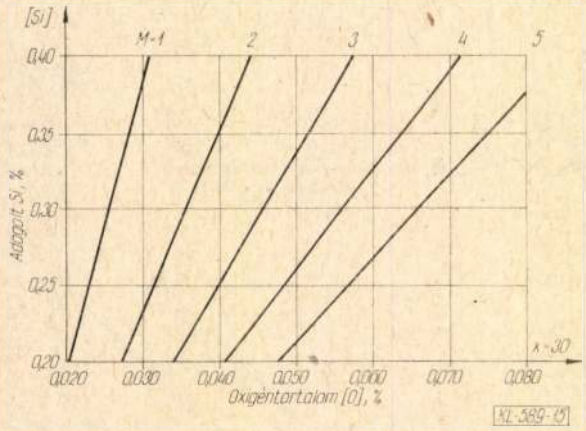
14. ábra. A dezoxidált acél Lindon és Billington által mért [24] és a [13] alapján számított oxigéntartalmának kapcsolata

a zárványok kívánatos M paraméterét az acél oxigéntartalma és az adagolt Si függvényében megbecsüljük. Abban az esetben, ha nagyobb az acél dezoxidálás előtti oxigéntartalma, azonos M paraméterű dezoxidációs termék csak több Si adagolással várható. Ez természetesen a CaSiAl komplex dezoxidáló ötvözetre értendő, amellyel az adag végső Si-tartalmát be kell állítani. Változatlan Si-adagoláskor az acél oxigéntartalma és a dezoxidáló ötvözet x paramétere között szoros kapcsolatnak kell lennie. Azonos M zárványparaméter

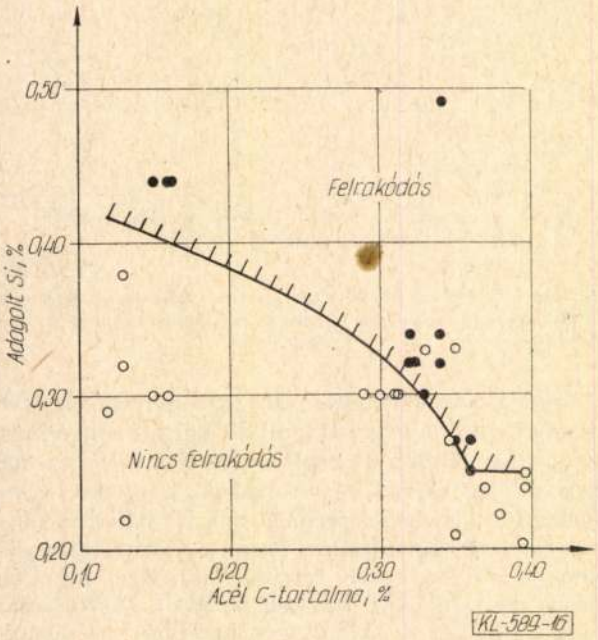
nagyobb oxigéntartalomnál kisebb x-et, vagyis más-más dezoxidáló ötvözetet kívánna. Ez volt az egyik oka annak, hogy a jól forgácsolható acélok optimális dezoxidálási technológiájánál két ötvözet kombinált adagolását alkalmaztuk.

Növekvő C-tartalmú acélnál az oxigénkoncentráció csökken, ez x növelése, illetve a Si csökkentése irányába hat.

Mérlegelni kellett itt azt a tényt is, amelyet a 2. fejezetben említettünk, hogy a C-tartalom az acél melegszilárdságát növeli. Azonos dezoxidálás esetén a zárványok relatív képlékenysége egészen eltérő. Olyan dezoxidálás eredményeként, amellyel közepes vagy nagy C-tartalmú acéloknál képlékeny szilikát képződik, C 15 minőségű acélnál kis relatív képlékenységű zárványt kapunk. A nagyüzemi kísérletek is alátámasztották a *15. ábrából* levont következtetéseket, mert bebizonyosodott, hogy akkor jól forgácsolható, felrakódásképző az acél, ha a lágyabb minőségeknél növeljük az adagolt Si mennyiségét *(16. ábra)*.



15. ábra. Az adagolt Si mennyisége az acél dezoxidálás előtti oxigéntartalmának függvényében különböző M paraméterű zárványoknál



16. ábra. A jó forgácsolhatósághoz szükséges Si-adagolás az acél C-tartalmának függvényében SM-acélgyártásnál

A lágyabb acélok nagyobb oxidosságának ellensúlyozására célszerűnek látszott a kemencében SiMn-nal végzett elődezoxidálás után olyan dezoxidáló ötvözetet is alkalmazni, amely a Si, Ca és Al mellett kb. 20% Mn-t is tartalmaz.

Az erőteljesebb elődezoxidálással csökkentettük a lecsapolt acél oxigéntartalmát, így az üstbe kisebb Al-tartalmú, azaz nagyobb x értékű ötvözetet alkalmazhatunk. A Mn-tartalom pedig a dezoxidációs termékek (6) szerinti relatív képlékenységét növeli, amely a lágyacél kisebb melegszilárdságát hivatott ellensúlyozni.

Azt tapasztaltuk, hogy a különböző acéloknál a forgácsolhatóság egyenletesen jó szinten tartható, ha a CaSiAl és CaMnSiAl ferroötvözetet kombináltan alkalmazzuk. A két adalék részarányát az acél C-tartalmától kell függővé tenni. Mindkét ötvözet kb. 70% Si-mot tartalmaz. A CaSiAl-nál a Si/Al súlyszázalék-aránynak max. 35-nek, a Si/Ca aránynak 5—10-nek kell lennie. A CaMnSiAl-nál az Al-tartalom max. 1,5%, a Si/Ca arány 10—20.

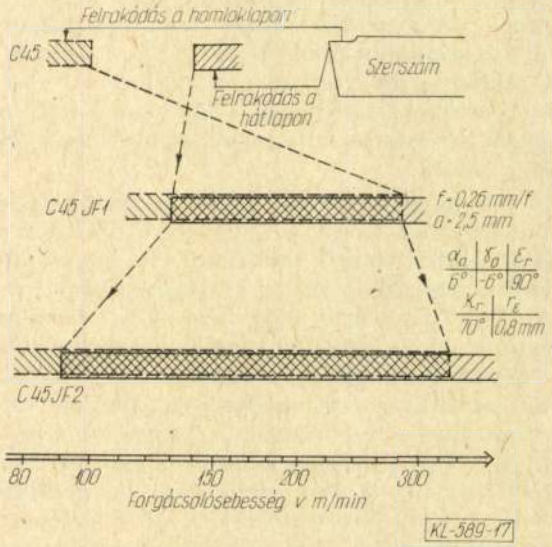
A két ötvözetből szükséges mennyiséget az

$$x_1(\mathrm{C\%}-0{,}15)8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{t}}\,\mathrm{CaSiAl}+$$

$$+x_2(0{,}65-\mathrm{C\%})8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{t}}\,\mathrm{CaMnSiAl}$$

képlettel lehet kiszámítani az acél tervezett közepes C-tartalmának függvényében [29]. $x_{=1,2}=70/\mathrm{Si}\,\%$, ahol Si% a két felhasznált ötvözet tényleges Si-tartalmát jelenti.

Ez a dezoxidációs technológia a szakirodalomból ismert [3—6, 26] eljáráshoz képest az acél C-tartalmának figyelembe vételén túl azzal az előnnyel is jár, hogy a forgácsolószerszámot védő felrakódás a forgácsolósebesség szélesebb határai között javítja a megmunkálhatóságot *(17. ábra)*. Az új technológiával gyártható ötvözetlen és alacsonyan ötvözött nemesíthető acélok előírásait az MSZ 5-33.2006—79 szabvány tartalmazza.



17. ábra. A felrakódásképződés forgácsolósebesség-tartománya különbözően gyártott acéloknál (C 45: normál, C 45 JF 1: szakirodalomból ismert technológia, [3—6, 26], C 45 JF 2: új technológia [30])

4. A forgácsolhatóság javulása és minősítése

Az 1. ábrán a szerszám felületén látható védőréteg az éltartamot megtöbbszörözi. Folyamatos forgácsleválasztásnál, pl. esztergálásnál a *18. ábra*, szakaszos forgácsleválasztásnál pedig, amilyen pl. a homlokmarás, a *19. ábra* szemlélteti a tartósságnövekedés mértékét.

A felrakódásképződésnek és így az éltartamnövekedésnek is fontos feltétele, hogy a keményfém-szerszám Ti/Ta/C-ot tartalmazzon. Előnyös, ha ennek mennyisége 10%-nál több, de már kb. 1,2% Ti-tartalmú keményfémen is ki lehetett mutatni a felrakódás kedvező hatását.

A felrakódásképző, jól forgácsolható acélok ipari felhasználásánál a gyártó és feldolgozó üzemben egyaránt szükséges lehet a megmunkálhatóság ellenőrzése. A következő kérdések merülhetnek fel:

a) A vizsgált tétel valóban jól forgácsolható, felrakódásképző-e?

b) Az acél keménységével, a szerszám élgeometriájával és a forgácskeresztmetszettel adott technológiai feltételek között a forgácsolási sebesség milyen tartományában várható a kopásgátló felrakódás?

c) Meghatározott technológia esetén mekkora az éltartam?

Mint minden más ellenőrző műveletnél, itt is követelmény az, hogy a vizsgálat lehetőleg gyors és olcsó legyen.

a) Felrakódásképző-e a vizsgált acél?

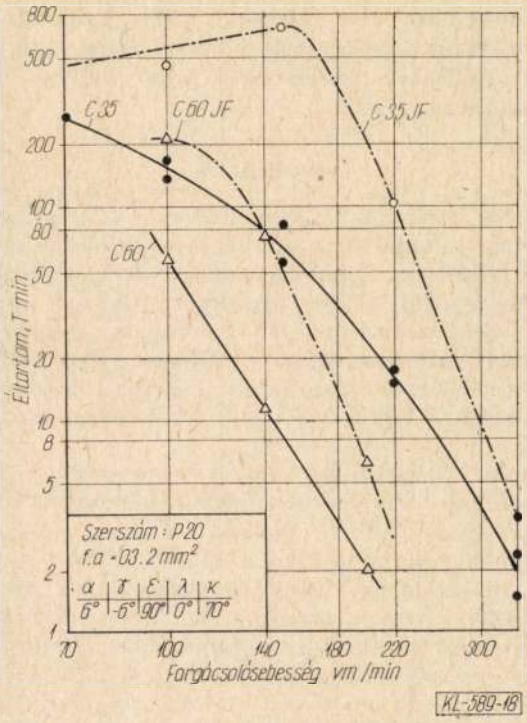
Erre a kérdésre elvileg két úton kereshetünk választ: a felrakódást létrehozó dezoxidációs termékek vizsgálatával és forgácsolási próbával.

A dezoxidációs termékek, zárványok hagyományos fémmikroszkópos vizsgálata nem reprodukálható, megbízhatatlan [34]. Lépcsős próbával végzett zárványossági vizsgálatok tanulsága szerint [35] teljes acéladagot 6—8000 cm² felület minősítése alapján lehet megítélni.

Korszerű, igen munkaigényes, drága vizsgálatokkal (zárványizolációs, diffrakciós és elektronoptikai, mikroszondás) természetesen lehetséges a zárványosság kellő részletességű, reprodukálható jellemzése, ezek a módszerek azonban az üzemi gyakorlatban elérhetetlenek.

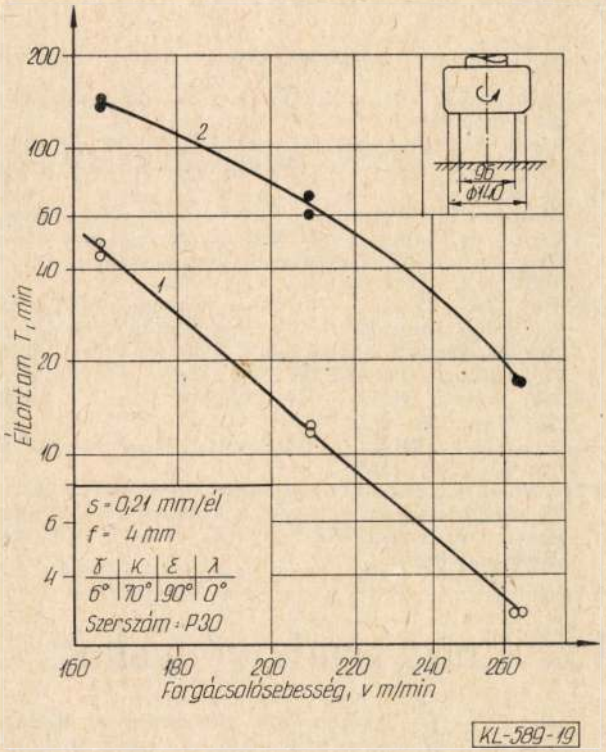
A zárványosság vizsgálatának lépcsős módszere igen egyszerű eszközt ad a kezünkbe, és visszavezet az elvileg lehetséges másik úthoz, a forgácsolási próbához. Ennek a próbának a lényege az, hogy a vizsgált próbatestet lépcsősen növekvő átmérőjű tengellyé esztergálják, és a hengerek palástján a zárványokat összeszámolják. A forgácsolásra ez a módszer úgy vihető át, hogy a zárványokat nem a henger palástján, hanem azon a torz csavarfelületen vizsgáljuk, amelyet a szerszám éle súrol. Ez a felület viszonylag nagy, pl. 3 mm-es dolgozó él $v = 100$ m/min sebességgel 3000 cm² felületet súrol végig egy perc alatt. A zárványok indikálását maga a szerszám végzi a felületen képződő felrakódással, amely pl. 20-szoros nagyítással jól megfigyelhető.

A dezoxidációs termékek nem egyenletes eloszlását figyelembe véve 5 perces forgácsolás kívánatos, ez kellő biztonsággal ad felvilágosítást az acél felrakódásképző tulajdonságáról. A szabvány [36] is ezt a módszert írja elő a felrakódásképző acélok forgácsolhatóságának minősítésére.



18. ábra. Esztergakés éltartama hagyományos és felrakódásképző (JF) acél forgácsolásakor [31]

A *b)* kérdésre olyan vizsgálatokkal adhatunk választ, amelyre példát a 17. ábrán látunk, a *c)* kérdéshez pedig az éltartam-vizsgálatoknál szoká-



19. ábra. Homlokmaró éltartama 1) hagyományos, 2) felrakódásképző (JF) acél forgácsolásakor [32]

sos méréseket kell elvégezni [37]. Ezeknek az üzemi körülmények között is viszonylag egyszerűen megvalósítható módszereiről más helyen már beszámoltunk [38].

Összefoglalás

TiC-ot tartalmazó keményfém forgácsolószerszámon csillapított acél megmunkálásánál nemfémes védőréteg képződik, amely a kopást gátolja. A réteg a melegalakítás körülményei között képlékeny szilikátzárványokból keletkezik. Hatékony védelmet az összefüggő nemfémes réteg nyújt, amely a célszerűen dezoxidált, nagyrészt képlékeny zárványokat tartalmazó acél forgácsolásakor jön létre.

Az Al, Ca és Mn dezoxidációban mutatott sajátosságainak figyelembevételével lehetséges volt olyan egyszerűsített elméleti számítást végezni, amelynek alapján a kívánatos relatív képlékenységű dezoxidációs termékek kémiai összetétele közelítően megtervezhető. Az így kialakított dezoxidálási technológia a forgácsolási paraméterek széles tartományában jól forgácsolható acélok gyártását teszi lehetővé, a megmunkálandó acél C-tartalmának (általában szilárdságának) figyelembevételével. A megmunkálhatóság 5 min idejű esztergálással minősíthető.

Az új kohászati technológiával az acéloknak jelentős új területeire lehet a jó forgácsolhatóságot kiterjeszteni. A gépiparban és általában az egész feldolgozó iparban nagymértékben növelhető ilymódon a forgácsológépek teljesítménye és csökkenthető a szerszámfogyasztás. A gazdasági hatékonyság fokozásának mostani fontossága miatt különösen nagy érdeklődésre számíthat ez az új acéltípus az ipar széles köreiben.

IRODALOM

[1] *Schaumann, R.:* Der Maschinenmarkt 1956. No. 47/48. p. 37—52.
[2] *Opitz, H.—Gappisch. M.—König, W.—Pape, R.—Wicher, A.:* Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1962. p. 841—51.
[3] *Wicher, A.—Pape, R.:* Verwendung einer Ferrolegierung bei der Herstellung von Stählen mit guter Zerspanbarkeit. Szabadalom. Deutsche Kl.: 18b—7/06. Szám: 1248690. 27. Apr. 1963.
[4] *Pape, R.—Wicher, A.:* Verwendung einer Ferrolegierung beim Herstellen von Stählen mit guter Zerspanbarkeit. Szabadalom. Deutsche Kl.: 18b—7/06. Szám: 1258433. 26. Nov. 1963.
[5] *Gombás L.:* BKL — KOHÁSZAT Vol. 111. 1978. No. 5. p. 208—213.
[6] *Gombás L.:* BKL — KOHÁSZAT Vol. 111. 1978. No. 6. p. 257—261.
[7] *Pálmai Z.:* Acélok forgácsolásakor végbemenő folyamatok fémtani vizsgálata. Előadás az V. Kohászati Anyagvizsgálati Napokon 1969. V. 19—21. Balatonszéplak.
[8] *Pickering, F. B.:* Journal of the Iron and Stee Institute Vol. 189. 1958. p. 148—59.
[9] *Malkiewicz, T.—Rudnik, S.:* Journal of the Iron and Steel Institute Vol. 201. 1963. p. 33—38.
[10] *Kiessling, R.:* Journal of Metals 1969. Oct. p. 49—54.
[11] *Ito, T.—Takahashi, T.—Kimura, A.—Yamano, K.:* Denki-Seiko: (Electric Furnace Steel) Vol. 44. 1973. No. 1. p. 29—37.
[12] *Pálmai Z.:* WEAR 38 (1976) p. 1—16.
[13] *Forward, G.—Elliot, J. F.:* Journal of Metals 1967. May. p. 54—59.
[14] *Van Vlack, L. H.:* Internacional Metals Reviews, 1977. Sept. p. 187—227.
[15] *Kiessling, R.—Lange, N.:* Non-metalic inclusions in steel, Pt. 1. 1964. Pt. 2. 1966. és R. Kiessling: Non-metallic inclusions in steel., Pt. 3. 1968. London, The Iron and Steel Inst.
[16] *Leo, B.:* Untersuchungen über den Ablauf der Desoxidation und die Bildung von Einschlüssen in Stählen. Forschungsberichte der Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen. 1955. No. 49.
[17] *Körber, F.:* W. Oelsen: Mitt. KWI Eisenforschung 15 (1933) p. 271—309.
[18] *Fontana, E. H.—Plummer, W. A.:* Phys. Chem. Glasses. 1966. No. 7. p. 139.
[19] *Turpin, M. C.—Elliot, J. F.:* Iron and Steel Inst. 1966. p. 217.
[20] *Eck, B.:* Technische Strömungslehre. Aufl. 5. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1957.
[21] *Scheil, E.—Schnell, R.:* Stahl und Eisen 72 (1952) p. 683—87. Pickering, F. B.: Jernkontorets Annaler Vol. 148. 1964. No. 11. p. 845—72.
[22] *Turkdogan, E. T.:* Trans AIME, 233 (1965) p. 2100.
[23] *Koch, W.:* Stahl und Eisen 1961. p. 1592—98.
[24] *Lindon, P. H.—Billington, J. C.:* Journ. of the Iron and Steel Inst. 1969. March. p. 340—47.
[25] *Horváth A.:* Kohászati fizikai-kémiai számítások. Műszaki Könyvkiadó 1964.
[26] *Wicher, A.—Pape, R.:* Stahl und Eisen 87 (1967) No. 21. p. 1262—69.
[27] *Pape, R.—Becker, H.—Bersch, B.:* Hoesch. Berichte aus Forschung und Entwicklung 1969. No. 3. p. 77—89.
[28] *Wicher, A.:* Beitrag zur Erklärung der Bildung oxidischer Beläge auf Hartmetallwerkzeugen während der Zerspannung. Dirrertation, 1965. Leoben.
[29] *Csépányi S.—Énekes S.—Temesszentandrási G.—Pálmai Z.—Zambó P.:* Eljárás jól forgácsolható karbonacélok gyártására különleges dezoxidációval. 147—223. sz. szabadalmi bejelentés. 1970. V. 29.
[30] *Pálmai Z.:* Metals and Materials 1974. June. p. 326—330.
[31] *Pálmai Z.:* Stahl und Eisen 91 (1971) No. 26. p. 1510—11.
[32] *Pálmai Z.:* FERTIGUNG 1977. No. 1. p. 9—13.
[33] *Pálmai Z.:* WEAR 27 (1974) p. 251—258.
[34] *Verő J.:* Káldor M.: Vasötvözetek fémtana. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1966. p. 154.
[35] *Verő J.:* A zárványosság vizsgálatának szabványai az adagminősítés szempontjából. Előadás a „Clean Steel" konferencián. Balatonfüred 1970.
[36] MSZ 5-33.0911—75 Szerszámon felrakódást képző jól forgácsolható acélok. Vizsgálat.
[37] MI 3904/1,2—76 Esztergálási éltartamvizsgálat.
[38] *Pálmai Z.:* Gépgyártástechnológia XII. 1972. No. 1. p. 17—22.

Ezévi nagyrendezvényeink:

II. Termometriás Szeminárium Budapesten szept. 1—7.
Környezetvédelmi Konferencia Miskolcon szept. 2—3.
Az Etalon Bizottság Kerekasztal Munkaülése Balatonszéplakon szept. 16—18.
VI. Orsz. Kohászati Hidegalakító Konferencia Székesfehérvárott okt. 7—9.
Ipartörténeti és Muzeológiai Konferencia Salgótarjánban okt. 24—26.

A nagyolvasztói salakok hasznosítási lehetőségei

SCHMIDT GYÖRGY
Ózdi Kohászati Üzemek
okl. kohómérnökök

IFJ. SCHMIDT GYÖRGY
Országos Tervhivatal

DK: 669.054.82

Ismertetik a nagyolvasztói salakok feldolgozási módszereit, illetve az így kapható termékeket. Foglalkoznak a salaktermékek hasznosítási lehetőségeivel az építőiparban és a mezőgazdaságban.

A nyersvasgyártás gazdasági hatékonysága növelésének egyik módja a nagyolvasztói salakok komplex felhasználása a népgazdaságban, melyek értékes nyersanyagai több iparágnak, így például az út- és építőiparnak, valamint a mezőgazdaságnak. Ez azért is fontos, mert a nyersvasgyártás során képződő salak volumenében a vaskohászati üzemek legjelentősebb melléktermékе.

A feldolgozás és hasznosítás mértékét régebben a megfelelő módszerek és berendezések hiánya, illetve a salakok és a belőlük gyártott termékek változó minőségi mutatói korlátozták. Ma a feldolgozási módszerek és eljárások bármely salakminőség hasznosítását lehetővé teszik, különösen az út- és építőipar területén. Döntőnek tehát a műszakmegoldások gazdaságosságát és az út- és építői ipari piac felvevőképességét tekinthetjük. Utóbbi egy adott népgazdaság fejlettségi szintjének, míg előbbi a megfelelő feldolgozási módszerek és berendezések kialakításának kérdése.

A salakfelhasználás korai kezdetét jellemezheti, hogy már a római korban útépítésre használták. Angliában, Németországban 1589-ben salakból öntött ágyúgolyókat használtak. Napjaink törekvéseit viszont a salakhányó nélküli üzemek létrehozása, a régi hányók feldolgozása jellemzi. Sőt már van több olyan nagyolvasztó, amely salaküstök nélkül üzemel.

A feldolgozás mértékének mutatószámai 1977-ben a KGST országokban az *1. táblázat* adati szerint alakultak.

A táblázatból kitűnik, hogy ma már a folyékony kohósalakok túlnyomó részét közvetlenül feldolgozzák. Az adatokból látszik az is, hogy jelenleg még mindig a kohósalakok összmennyiségének több mint 22%-a a hányóba kerül, és közel ugyanennyit dolgoznak fel a hányókból kitermelt salakból is.

Az értékesítendő kohósalakok általában az alkalmazott feldolgozási módszer és a kapott termék tulajdonságai alapján a következő főbb csoportokra oszthatók:

— salakkőgyártás
— granulálás
— habosítás
— salakgyapotgyártás
— salaklemezgyártás

Feldolgozáskor végbemenő folyamatok

A nagyolvasztói salakok alapoxidjai CaO, MgO, SiO_2 és Al_2O_3. A salak összmennyiségéhez viszonyítva ezen oxidok mennyisége 95%-ot tesz ki. Ebből következik, hogy nagyolvasztói salakot vegyileg a $CaO—SiO_2—Al_2O_3—MgO$ rendszer, ásványtanilag ezen alkotók aránya és a dermedés körülményei jellemzik.

Lassú hűtés esetén a salakok kristályos szerkezetűek lesznek és porrá esnek szét. A salak szétesése azzal magyarázható, hogy a bennelevő monoklin α-dikalciumszilikát lehűléskor rombos β-dikalciumszilikáttá, majd monoklin γ-dikalciumszilikáttá kristályosodik át, s ez a folyamat 9—10%-os térfogatnövekedéssel jár az alábbiak szerint:

1240 °C felett $\alpha—2CaO \cdot SiO_2$ fajsúly = 3,27
675 °C-on $\beta—2CaO \cdot SiO_2$ fajsúly = 3,28
675 °C alatt $\gamma—2CaO \cdot SiO_2$ fajsúly = 2,87

Így tehát a levegőn természetes körülmények között hűtött salak idővel megdermed, darabokra, illetve finom szemcsékre esik szét. Az egybemaradt darabok igen kedvező szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek és építési célokra kiválóan alkalmasak. Ez a termék tulajdonképpen a salakkő. A finomszemcsés salakot salakhomokként tartják nyilván.

Gyors hűtéssel a β módosulat stabilizálható, azaz a szétesésnek ez a formája megszűnik, továbbá ez a szerkezet higroszkópos tulajdonságú, vízben keményedő, tehát a felhasználás lehetőségét bővíti. A gyors hűtést vízzel érhetjük el, miközben apró granulátumszemcsék keletkeznek többé-kevésbé üveges zerkezettel. Az egész folyamat úgy

1. táblázat

A kohósalak termelés és feldolgozás a KGST országokban

Ország	Kohósalak termelés 1000 t/év	Ebből feldolgozható 1000 t/év	Hányóba került 1000 t/év	Hányóból kitermelt 1000 t/év	Feldolgozás összesen 1000 t/év	Feldolgozás mértéke %
Bulgária	341,5	341,5	—	751,0	1 092,5	319,9
NDK	1 392,6	1 392,6	—	1,4	1 394,0	100,1
Lengyelország	4 935,6	4 190,2	745,4	6 350,0	10 540,2	213,5
Románia	3 100,0	2 650,0	450,0	—	2 650,0	85,5
Csehszlovákia	5 708,8	5 344,8	364,0	329,0	5 673,8	99,4
Szovjetunió	48 103,5	35 262,7	12 840,8	7 226,6	42 489,3	88,3
Magyarország	2 007,7	1 842,7	165,0	223,4	2 076,1	103,4
Összesen:	65 589,7	51 024,5	14 565,2	14 891,4	65 915,9	100,5

is felfogható, mint a salak edzése, ahol az átalakulási állapotábrának megfelelően lényeges, hogy a salak 675 °C hőmérséklet alá történő hűtése igen gyors legyen.

A folyékony salakok viszonylag nagy mennyiségű gázt tartalmaznak. Amennyiben ezek mennyiségét mesterségesen növeljük, kellő arányok betartása mellett, a viszkózus salak ellenállásába ütköző gázok a salakszemcséket felduzzasztják. Ezen alapszik a salak habosításának módszere. A habosítás mértéke, a pórusok mérete és jellege (zárt, vagy nyitott) a folyékony salak viszkozitásától és felületi feszültségének nagyságától, valamint a gázok (és a habosításhoz felhasznált vízgőz) természetétől és jellegétől függ.

A granulálás és a habosítás között lényegében egyetlen alapvető gyakorlati különbség van, amely a felhasznált víz mennyiségében és szerepében rejlik. A granuláláshoz nagyobb vízmennyiség szükséges és ennek egyetlen szerepe a gyors hűtés. A habosítás során a vizet hűtőtulajdonsága mellett (amelynek megfelelő mennyisége esetén a salakot az optimális viszkozításra jellemző hőmérsékletre hűthetjük le) a habosításra is felhasználjuk. A műszaki megoldások egy, mindkét módszer lényegét egyesítő eljárás megvalósítása felé törekszenek, így a granulált, illetve a habosított salak fogalma egyre inkább közeledik egymáshoz. Savanyú és kénszegény salak magasnyomású levegővel, vagy túlhevített gőzzel való porlasztás esetén vékony szállá alakítható. Az így keletkezett salakgyapot sajtolva, hőkezelve, méretre vágva kerül forgalomba.

A feldolgozási módszerek felsorolásánál meg kell még említeni az üvegkristályos salaklemezek gyártását. Az 1,2 bázicitásúra növelt átolvasztott salakokat hengerlik, hőkezelik és mint a táblaüveget, burkolólapként értékesítik.

Az értékesített termékek feldolgozási módszer szerinti megoszlása néhány országban a *2. táblázatban* található.

A nagyolvasztó salakból előállított termékek választéka a felsorolt országokban különböző. Míg az USA-ban, Japánban és Angliában a nagyolvasztói salakot mindenek előtt a salak zúzalék (kő és homok) előállítására használják, addig más országokban (Szovjetunió, Románia, Jugoszlávia) a kohósalak nagyobb részét granulált és habsalak előállítására, tehát cementgyártásra használják.

2. táblázat

Az értékesített salaktermékek feldolgozási módszer szerinti %-os megoszlása

Ország	Granulált és habsalak	Salakkő és homok	Egyéb (salakgyapot és lemez)
Szovjetunió (1977)	84,5	13,8	1,7
Románia (1977)	96,2	3,8	—
Jugoszlávia (1977)	89,8	10,2	—
Magyarország (1977)	40,1	59,9	—
Franciaország (1975)	40,5	44,0	15,5
NSZK (1976)	25,1	57,2	17,7
USA (1973)	14,0	82,0	4,0
Japán (1971)	5,0	95,0	—

Korszerűnek mindenképpen a folyékony salak közvetlen végtermékké való feldolgozás tekinthető, ugyanakkor nem lebecsülendő a salakmennyiség teljes feldolgozásra való törekvés, tehát a nagyolvasztósalakok komplex hasznosítása. Igazolják ezt a nagyolvasztósalakok igen sokrétű felhasználási és értékesítési lehetőségei.

A nagyolvasztósalakok felhasználási és értékesítési lehetőségei

A kohósalakok felhasználásával gyártható legfontosabb termék a cement. A granulált salak döntő részét a cementgyárak vásárolják meg, az országok többségében 100%-át is. Elvileg a cementgyártáshoz bármely salak megfelelhet, hiszen ha a klinkergyártáshoz használják mészkővel való együttégetésnél nem a salak hidraulkus tulajdonságát, hanem kémiai összetételét akarják kihasználni. A kohósalak összetétele a CaO-tól eltekintve nagyon hasonlít a portlandcementhez, ha tehát a CaO-t pótoljuk, akkor a cementhez hasonló higroszkópos tulajdonságot kapunk.

A portlandcement mészkő és márga összeégetése és őrlése által készül. A kohócementet mészkő és salak megfelelő kezelése, őrlése és égetése által nyerik.

A különböző mennyiségű és minőségű salak keverési aránya szerint van: salakcement, salak-portland cement, vasportland cement, nagyolvasztó cement és bauxit cement.

A KGST országokban a granulált salak több mint 80%-át a cementgyárak vásárolják meg. A kohócementeket szerte a világon felhasználják fontos létesítmények építésénél is, így például hidak, autósztráda, tengerparti építmények, metró alagút stb. építésénél. Ebből következően nagy felhasználási lehetőség nyílik hazánkban is útépítési víztárolói, erőműi programok megvalósításánál.

Az előregyártott elemeken alapuló építkezési forma ma már a könnyebb szerkezetek, elemek irányába fejlődik. A nagyporozítású habsalakok, mint töltőanyagok, a cementtel készült szerkezeti elemekben a természetes habkövek helyettesítői lehetnek. A legutóbbi években — különösen a Szovjetunióban — intenzív fejlődésnek indult egy új, cementkötés nélküli elemfajta gyártása, amely autoklávozott porozusbeton, vagy szilikátbeton néven ismert. E termék alapanyaga mész és homok keveréke, amelyhez töltőanyagként habsalakot adagolnak. A kívánt formát és a kötést autóklávos kezeléssel hozzák létre.

Az ÓKÜ-ben és az LKM-ben hosszú évekig üzemelt salaktéglagyár. Ózdon a bázikus salakot 5—10% égetett mésszel, vagy cementtel keverték, így jó kötőtulajdonságot kaptak. A keveréket téglává sajtolták, majd megkötni hagyták. A préselt salaktéglák kötésére jó eredménnyel használhatók olyan kamrák, melyeken CO_2 tartalmú gázok mennek át (pl. mészkemence füstgáza). A salak tégla nagy nyomószilárdságú 15—20 N/mm². Mérsékelten tűzálló, kitűnően alkalmas vízben és talajban

való falazáshoz, gyenge savakkal ellenálló. Az USA-ban a nálunk drágának tartott gyártási eljárás, korszerű gépesítés mellett intenzíven folyik.

A KGST országokban a habsalak közel 85%-át az építőipari vállalatok dolgozzák fel elsősorban töltőanyagként a betongyártásban, de Lengyelországban 70%-át, az NDK-ban 54%-át a cementgyárakban használják fel.

A salakok első alkalmazási módja az útépítés volt. A salakkő és homok ezt a szerepét még ma is betölti, sőt a legtöbb országban a salakértékesítés legnagyobb volumenét képezi.

A salakkavics az útépítésben a természetes kavics helyett használható, kavicsmakadám utaknál, betonutaknál. Erre a célra, szétesésre nem hajlamos, lehetőleg mészszegény kőnemű salakok alkalmasak, melyek lassú lehűlés után bazalt keménységet vesznek fel és a levegőn nem változnak meg. A salakot lehűtés után kőtörőkön a kívánt szemnagyságra törik és osztályozzák. A különböző szemnagyságú salakot kátránnyal keverik. Az útépítésnél az alsó rétegbe kerül a durva, erre jön a közepes végül felül a finom szemcséjű keverék, majd a rétegeket külön-külön hengerlik. Legfelülre vékony salakhomok réteget szórnak és behengerlik.

Vasúti pálya ágyazástól legfőképpen azt követeljük, hogy az aláveréssel szemben elég ellenállást fejtsen ki, s ne porlódjon, térfogatálló legyen, atmoszférikus behatások következtében ne essen szét, mert a képződő por az eső hatására iszapot képez, és megakadályozza a víz átszivárgását, miáltal a fa-, vas vagy betontalpak hamarabb tönkremennek. Azok a salakok a legmegfelelőbbek, melyek igen tömörek, kevés vizet vesznek fel és azt hamar leadják.

Betonkavicsként is használják. Vizsgálatok és kísérletek igazolták, hogy a kaviccsá tört salakból nagyszerű betont lehet készíteni. Erre a célra nem a széteső, hanem inkább a savanyú salakot alkalmazzák. Követelmény, hogy a salak az időjárással szemben teljesen ellenálló legyen és a nyomásnak jól ellenálljon.

A salakkő és homok osztályozott és nem osztályozott összmennyiségéből a KGST országokban kb. 50%-ot használnak fel az út- és vasútépítésben.

Az USA-ban 1973-ban az út- és vasútépítés során a következő mennyiségeket használták fel:

Felhasználási terület	millió tonna
Adalékanyag bitumenes keverékekhez	5,2
Országúti és repülőtéri aljzatok	10,3
Vasúti kavicságy	3,3

Burkolatkövek, salakkockakő gyártáskor a terméket öntés útján állítják elő. A folyékony 1300—1400 °C hőmérsékletű salakot homokba ágyazott vékony lemezekből készült formákba öntik, ezután lemezekkel lefödik, azután az egész ágyat 100—250 mm vastag folyékony salakréteggel betakarják, amely alatt a kockák lassan kihűlnek elvesztik feszültségüket és kőtöretűvé válnak, valamint bazalt keménységet kapnak. 6—7 napi kihűlés után a felső salakréteget feltörik s a kockákat kiveszik. A salakkő nyomószilárdsága igen magas.

A salakkockák készítésére alacsony mésztartalmú és magas kovasav és Al_2O_3 tartalmú salakokat lehet felhasználni.

A salakkő előnye, hogy szabályos méretűek, ezért kis hézaggal rakhatók le, pontosak, eső után gyorsan száradnak, nedves időben az út burkolata nem fénylik.

Hátránya, hogy a beöntésre szolgáló ágyak nagy helyet követelnek, a gyártás elég költséges és körülményes, így csak ott gazdaságos, ahol megfelelő természetes burkolatkő nem áll rendelkezésre.

A salakot, mint műtrágyát is alkalmazzák. A savas összetételű termőtalajok semlegesítésére bázikus salaklisztet használnak. A semlegesített talajban nőtt növényeknél kevesebb a gombásodás, a salak természeténél fogva a vizet visszatartja, ezért a talaj nehezebben szárad ki.

A lemezzé préselt formában forgalomba kerülő salakgyapot egyaránt alkalmas épületelemek és csővezetékek hőszigeteleésére. Szilárdsági tulajdonságai gyengék, ezért alkalmazására elsősorban légvezetékeknél és a napjainkban kialakuló közműalagutas távfűtéses rendszereknél alkalmazható.

Új megjelenési formája a kohósalaknak az üvegkristályos salaklemezek gyártása, melyet szintén szigetelő lapként, burkolóelemként használnak. Az üvegkristályos anyagokból csöveket, különböző más öntött termékeket is elő lehet állítani. Ezeket a termékeket az iparban és a házgyárakban használják.

A salaktermékek gyártási technológiája

A salakok felhasználására sok országban fokozott figyelmet fordítanak, erről külön szervezetek létrehozása is tanúskodik. E szervezetek feladata a salak feldolgozására vonatkozó munka koordinálása és a népgazdaság különböző ágazataiban történő salak felhasználási lehetőségek tanulmányozása, valamint új technológiák bevezetése. (USA-ban: National Slag Federation, NSZK-ban: Fachverband Hochofenschlacke, Franciaországban: Association Technique d'Utilisation du laiter, Angliában: Brittisch Slag Federation.)

Szerte a világon vizsgálják a nagyolvasztó salakok felhasználását, modern technológiákat és modern berendezéseket fejlesztenek ki a nagyolvasztói salakok feldolgozására és felhasználására. Most csak a nagyolvasztói salakokból előállított legújabb termékek előállítását, alegújabb technológiákat, illetve a salakok komplex hasznosításának egyes példáit szeretnénk bemutatni.

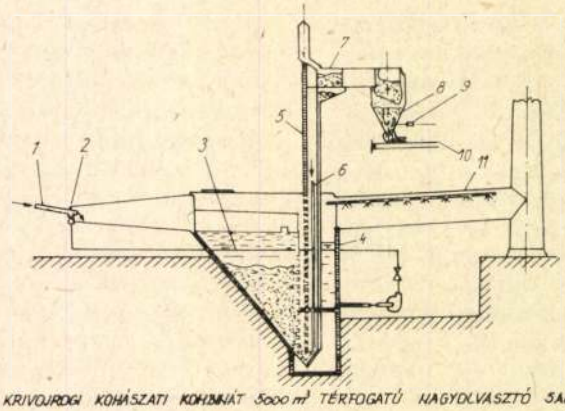
A nagyolvasztói salak granulálási módszerei lényegében két csoportba sorolhatók: nedves granulálás és félszáraz granulálás. Ezek a módszerek széles körűen ismertek, de a nagy térfogatú kohók üzembehelyezésével a nagyolvasztói salak granulálási módszerei is megváltoztak. A korszerű módszerek már kiküszöbölik a folyékony salak üstben történő szállítását. A nagyolvasztó mellett köz-

vetlenül üzembehelyezett nagy teljesítményű granuláló berendezéseknél a granulált salak elszállítása szállítószalagokkal történik.

A Krivojrogi Kohászati Vállalat 9. számú 5000 m³-es nagyolvasztójánál 1975-ben két nagy teljesítményű granuláló berendezést helyeztek üzembe. A feldolgozott havi mennyiség 117,2 ezer tonnát tesz ki. Minden berendezés két technológiai gyártósorral rendelkezik (üzemelő és tartalék). A salak feldolgozási eljárása az alábbi műveletekből áll:

— folyékony salakba történő nagynyomású víz-adagolás útján a salak granulálása,
— az iszapolt salak légszivattyúval történő elszállítása,
— az iszapolt salak karusszel típusú berendezésben történő víztelenítése,
— a granulált salak tartályban levegővel történő szállítása,
— a képződő gázok tisztítása.

E berendezések elvi vázlatát az *1. ábra* szemlélteti.



1. ábra A KRIVOJROGI KOHÁSZATI KOMBINÁT 5000 m³ TÉRFOGATÚ NAGYOLVASZTÓ SALAKGRANULÁLÓ BERENDEZÉSE

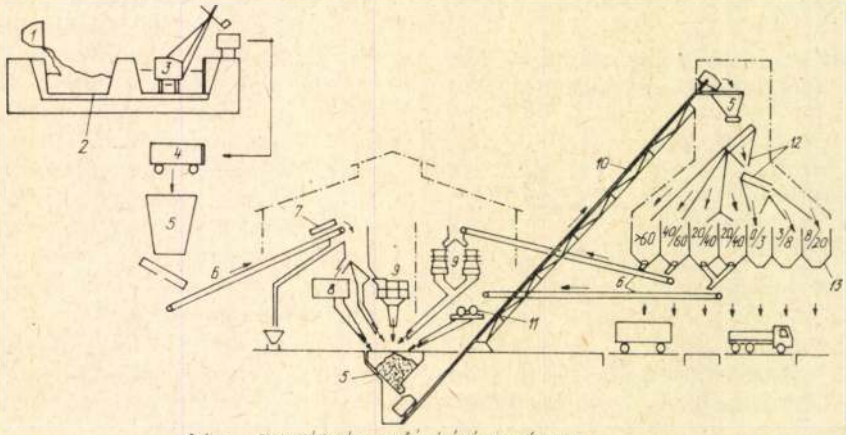
KL-600-1

A nagyolvasztóból származó salak *1. csapoló csatornán* keresztül a *2. granuláló kamrába* folyik le és innen granulálás után a *3. ülepítőbe* kerül. Az ülepítés után a szennyvíz a *4. tartályba* kerül, majd szivattyú segítségével granuláló kamrába szivattyúzák át. Az ülepítő alsó része az *5. légszivattyúval* van összekötve. A sűrített levegőnek légszivattyúba történő adagolása a *6. csővezetékkel* történik. Az iszapolt salak *7. karusszel* víztelenítő berendezésbe kerül szivattyúzásra.

A víztelenítő berendezés tizenhat szakaszra van felosztva. A víztelenített granulált salak hőmérséklete kb. 900 °C, víztartalma 8 %. A granulált salak gyűjtése a *8. tartályban* történik, amelyben a granulált salak további szállítására és hűtésére *levegőt 9.* használnak. Innen a salak elszállítása *szállítóberendezéssel 10.* történik.

A kiürítésnél a salak víztartalma 4%. A képződő vízgőz és gázok elvezetése a vízporlasztó fejekkel rendelkező 11. csővezetékkel történik.

Sok országban, de különösen a Szovjetunióban, Franciaországban nagy figyelmet fordítanak a salakzúzalék fizikai tulajdonságainak javítására, a salakban történő különböző adalékok adagolásával (torokgázból leválasztott finompor, reve stb.). A salakzúzalék általános gyártási folyamata (*2. ábra*), az utóbbi években nem ment változásokon keresztül. A salakot lehetőleg vékony sugárban gödörbe öntik — a vékony sugár a salak gáztalanítását segíti elő — és a kristályosodott salakot kotrógéppel törésre és szitálásra szállítják. A salak feldolgozására használt berendezések tökéletesítésével a berendezések termelékenysége jelentős mértékben emelkedett. Az eljárás automatizálását is bevezették.



2. ábra SALAKZÚZALÉK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK VÁZLATA

KL-600-2

A 2. ábrán a salakzúzalék előállításának vázlatát szemléltetjük. *1. salaküst, 2. gödör, 3. kotrógép, 4. vasúti kocsi, 5. salakbunker, 6. szállítószalag, 7. elektromágneses szeparátor, 8. pofás törő, 9. kúpos törő, 10. szkip, 11. hengeres törő, 12. rosták, 13.* az osztályozott zúzalék tárolására szolgáló *bunker.*

A nagyolvasztói salakok értékesebb termékké történő feldolgozásával két új termék van terjedőben, éspedig a salakgyapot és az üvegkristályos salaklemezek.

A salakgyapot acélnyersvas gyártása során képződő salakokból állítható elő. Szálhúzásra csak a savanyú salakok hajlamosak, ezért elsősorban ezek kerülhetnek alkalmazásra. Megfelelő menynyiségű adalékanyag-felhasználásával (pl. a szovjet gyakorlatban — AZOVSZTAL — üvegtörmelék alkalmazásával) azonban a bázikusabb salakok is feldolgozhatók gyapottá.

A gyártás közvetlen (folyékony salakból) vagy közvetett úton történhet. Mindkét eljárás lényege az, hogy a lehetőleg vékony salaksugarat nagynyomású levegővel (vagy gőzzel) elporlasztják. Az első esetben a salakot közvetlenül tesszük ki a porlasztó hatásnak, míg a közvetett rendszernél a salakot kvarc, mészkő, esetleg folypát és 10—11% koksz hozzáadásával átolvasztjuk. Ez utóbbi módszer így lényegesen drágább, bár jobb minőségű gyapot gyártható, a minőség javulása nem mindig áll arányban a költségek emelkedésével.

A gyapot gyártási technológiája egyszerű. A salaksugár és a porlasztás paraméterei jól szabályozhatók. Az elgyapotosodott 4—11 mikron vastagságú salakszálakat a levegő egy 12—20 m hosszú — az alagútkemencéhez hasonló — hűtőkamrába sodorja, melyben az anyag hűtése, továbbítása és a kamra végén préselése történik. A technológiai oldalról egyszerű eljárás azonban a termelésben résztvevők számára, illetve levegőszennyezési szempontból komoly veszélyeket rejt magában. A munkatér megszívása gyakorlatilag lehetetlen és a szálak porladásából, töredezéséből képződő szemcsék a szervezet igen erős és gyors károsodásához vezethetnek. Védelmet csak megfelelő zártságú védőruha biztosíthat. A levegőszennyezés viszont nem akadályozható meg. Az üzemek elhelyezésénél ezért első számú szempont a lakott területtől való elszigeteltség. Hazánkban a közelmúltban rendezkedett be az egyik építőipari vállalat salakgyapot előállítására. Az üzem 15 et/év kapacitású, 300 mFt-ba került. A salakgyapot világpiaci ára 650 $/t. Az üzem termelési értéke 10 m$, ami megfelel kb. 400 mFt-nak.

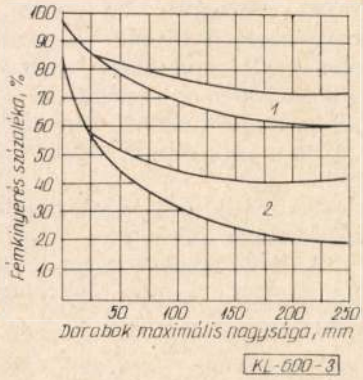
A hazai igény jelenleg kb. 40—50 et évenként. Ebből itthon 30 et-át állítanak elő különböző építőipari üzemek. A fennmaradó kielégítetlen igény jelenleg importot tesz szükségessé. Felmerül a gondolat, hogy célszerű lenne a vaskohászatnak is berendezkedni ezen termék gyártására, mivel az alapanyag — a salak — rendelkezésre áll. Az építőipari vállalatoknál a salakelőállítás többletköltsége ellenére is gazdaságos a gyártás, feltehető tehát, hogy a vaskohászatban még eredményesebben állítható elő ezen termék valamelyik vállalatnál, ahol a salak rendelkezésre áll.

Az utóbbi időben különös figyelmet fordítanak az üvegkristályos salaklemezek gyártására, mert ezek a termékek értékes tulajdonságokkal rendelkeznek. A Szovjetunióban salaklemezgyártásra az alábbi összetételű kohósalakot használják:

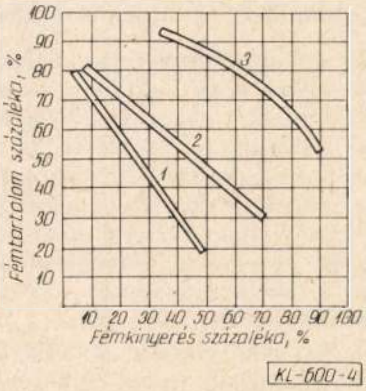
CaO	SiO_2	MgO	Al_2O_3	MnO	FeO	S
43,36	37,41	2,78	10,39	2,46	0,78	1,76

A kohósalakot 1400—1440 °C-ra melegítik és a salaklemezgyártásra nyert anyagot 70—80% nagyolvasztói salakból, valamint 20—30% szilíciumhomokból, gáztalanítást és kristályosítást elősegítő különböző adalékokból állítják elő. Az így átolvasztott elegyet hengerlik és hőkezelik. A hőkezelésnél mikrokristályok képződnek és ennek köszönhető, hogy a gyártott salaklemez magas keménységgel és kopásállósággal rendelkezik.

Új út a salakhányók komplex hasznosítása, amikor is a kohósalak, acélműi salak hányóból való kitermelésével értékes anyagokat nyerünk vissza. A salakban levő fém kinyerésénél és zúzalék előállításánál a megfelelő törési eljárás nagy szerepet játszik. A kísérleti eredmények azt bizonyították, hogy a mágneses szétválasztás hatásossága a törés minőségétől függ. A darabok nagyságától és a használt törőgépek típusától függő fémkihozatal a *3.* és *4. ábrán* látható. A kalapácsmalom alkalmazása esetén a fémkihozatal magasabb, mint a pofás daraboló gépek alkalmazása esetében. A fémkinyerés az anyag szemcsék csökkenésével növekszik. Különösen Amerikában sok kohászati gyárban a nagyolvasztói-, a konverteres- és martinsalakok feldolgozása együtt történik. A feldolgozás során az előállított zúzalék szemcsenagysága különböző, a zúzalék fémtartalma magas. A magasabb fémtartalmú zúzalék visszakerül a gyártási folyamatba. A salakhányók komplex hasznosítása tulajdonképpen a salakok rostálásából és mágneses szétválasztásából áll. Ilyen feldolgozási technológia vázlata



3. ábra
Fémkihozatalra vonatkozó adatok



4. ábra
Fémkihozatalra vonatkozó adatok

5. ábra. A HECKETT ENGINEERING CÉGNÉL MEGVALÓSÍTOTT KOMPLEX SALAKFELDOLGOZÁS VÁZLATA

KL-600-5

Az *5. ábra* a Hackett Engineering cég gyáraiban történő salak feldolgozásának vázlatát szemlélteti. *1. salakhányó, 2. salakhányó, 3. kitermelt salak, 4. vízpermetező berendezés, 5.* a salak 305 mm frakció szerinti *osztályozására szolgáló rosta, 6. mágneses szétválasztás, 7.* a 305 mm-nél nagyobb darabnagyságú *fémes hulladék, 8.* a 305 mm-nél nagyobb darabnagyságú, *nem mágneses hulladék, 9. rostálás és mágneses szétválasztás, 10. mágneses frakció, 11.* az 51—305 mm darabnagyságú, az *acélgyártásnál használt hulladék, 12.* a 6,5—51 mm darabnagyságú, a *nagyolvasztói elegybe kerülő fémhulladék, 13.* a 6,5 mm-nél kisebb szemcsenagyságú *frakció,* mely a *zsugorítómű elegyébe* kerül, *14. nem mágneses frakció, 15. mágneses szétválasztás, 16. nagyolvasztó, 17. hányók.*

az *5. ábrán* látható. Ebben az esetben a hányóból kitermelt, acélműben keletkező fémhulladék és mágneses frakció zsugorító szalagra és a nagyolvasztóba kerül vissza. A Hackett Engineering cégnél üzembehelyezett berendezésen havonta kb. 88 ezer tonna salakot dolgoznak fel és ebből a mennyiségből a nagyolvasztói gyártásba visszakerülő, osztályozott salak havi mennyisége 30 ezer tonnát tesz ki.

A hányói salakoknak a nyersvasgyártásban történő felhasználásának kérdéseire nagy figyelmet fordítanak. A hányói salakok nagyolvasztói, vagy zsugorítmány elegyben történő felhasználásánál az alábbi előnyöket említik:

— a salakban levő vas- és mangán kihasználása
— a folyósító anyagok egy részének helyettesítése
— a zsugorítmány szilárdságának növekedése.

A salaktermékek gazdasági értékelése

A kohászati salakok fontos féltermékek és népgazdaság sok ágazatában kerülnek használatra. Alapkérdés a feldolgozás gazdaságossága. Nemcsak a feldolgozási költségek csökkentése — ami nagyon gyakran bonyolult feladat — szükséges, hanem a salaktermékek értékeinek növelése is, azaz a kohászati salakból olyan termék előállítása, melyek magas piaci értékekkel rendelkeznek. Jelenleg a nyersvas értékéhez viszonyítva az előállított salaktermékek piaci értéke alacsony.

E termékek értéke növekszik, pl. a cementgyártásnál történő granulált salak alkalmazásánál. Az üvegkristályos anyagok és salakgyapot magas piaci értékekkel rendelkeznek. Az alábbiakban a nyersvas és salak értékei közötti összefüggést adtuk meg a salak fajtájától és a feldolgozástól függően, a nyersvas értéke 100%-ban:

Termék	A nyersvas értékének %-a
Salakzúzalék	
nem osztályozott	+1,0
osztályozott	+2,5
granulált salakcement előállítására	+15,0
habsalak	+3,0
salakgyapot	+100,0
üvegkristályos anyag	+100,0
hányókba kerülő salak	−1,0

A salaktermékek értéke a nagyolvasztói salak összetételének korrelációival érhető el. Ebben az irányban kísérleteket a Szovjetunióban és más országokban is végeznek.

Összefoglalás

A vaskohászati melléktermékek és hulladékok feldolgozása és hasznosítása világszerte egyre inkább napirenden levő feladat. A jelenleg alkalmazott technológiával feldolgozott termékekre a felhasználási igény megvan. A salakértékesítés nagyobb területen történő bővítése új eljárások bevezetésével lehetséges. Olyan eljárás alkalmazása célszerű, amely a korlátozó feltételek mellett is — hely-, vízhiány, beruházási lehetőségek stb. — biztosítja a járatos salakminőség értékesebb termékké történő feldolgozását, illetve a hányókban levő fém visszanyerését és hasznosítását a vaskohászat számára. Így a jövő, a salakhányók komplex hasznosítását előtérbe helyező, egyszerű gazdaságos eljárásoké.

Az *Ózdi Kohászati Üzemek* és a *Dunai Vasmű* is a közeljövőben kívánja megvalósítani a salakhányók értékes hulladékainak kitermelését és hasznosítását. Nyugatnémet ajánlat alapján a salakhányó feldolgozására létesítendő berendezés komplexum teljesítménye 3 műszakban 1,2—2,0 millió t/év. A próbavételek adatai szerint 17—20% olyan ferrumtartalmú anyag nyerhető ki, mely acélhulladékként, illetve kohóba adagolható ércként hasznosítható. A kitermelt anyag 9%-a acélhulladék (min. 70% Fe), 8%-a jó minőségű ércnek (min. 60% Fe) megfelelő ferrumtartalmú anyag. Az 1,2 millió t/év hányói anyag feldolgozásakor 17%ban keletkező ferrumhordozó 200 t/év, melyből 94 et kohói ércbetét és 106 et acélhulladék.

IRODALOM

[1] *Kulikov J. P.:* Sztal' 1974. 11. sz. p. 1043—1046.
[2] *Bulatova Z. I.:* Sztal' 1973. 3. sz. p. 282—284.
[3] *Frolov A. E.:* Metalurg 1973. 8. sz. p. 22—24.
[4] *Saranov M. A.:* Sztal' 1977. 8. sz. p. 692—695.
[5] *Landry L.:* Laitiers de hauts fourneaux 1977. N 39. p. 41—48.
[6] *Wysocki H.:* Stahl und Eisen 1973. N 26 s 1246—1250.
[7] *Dawies M. W.:* Journal of the Iron and Steel Institute 1970. N 4. p. 348—370.

A konverternyersvas optimális összetételének és hőmérsékletének meghatározása*

OSZTATNI MIHÁLY okl. kohómérnök
Kohó- és Gépipari Minisztérium

DK: 669.275.124.5

A dolgozat a nyersvas ingadozó összetételének és hőmérsékletének az acél hőmérsékletére gyakorolt hatását táblázatokon mutatja be. A mi viszonyaink között nyersvashiánnyal és ezért a konverterek betétjében az acélhulladék részarányának növelésével kell számolni. A legnagyobb gondot az egyenletes összetételű és hőmérsékletű nyersvas gyártása jelenti.

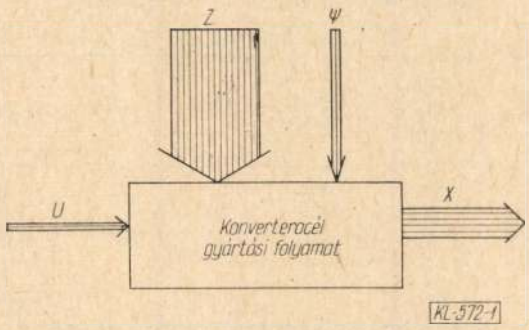
A korszerű termelési technológiák alapvető jellemzője, hogy a termelés gazdaságosságának és a termék minőségének növelése érdekében egyenletesen nagy termelékenységre és nagy programszerűségre törekszenek. Ezen célokat többek között csak akkor tudják elérni, ha a gyártási folyamat automatizálása mellett egyenletesen állandó, pontos előírásokkal meghatározott alapanyagot használnak fel. A konverteracélgyártás mint korszerű, nagy termelékenységű, jól automatizálható eljárás szintén szigorú követelményeket támaszt a felhasznált alapanyagokkal szemben.

A konverter-acélgyártás, ellentétben a klasszikus SM-acélgyártással zárt-determinált folyamat, ahol a késztermék minőségi mutatóit alapvetően a betétanyagok jellemzői határozzák meg.

A konverter-acélgyártás folyamatának módját az *1. ábra* tünteti fel.

A konverter-acélgyártás alapanyagainak vizsgálata szempontjából döntő jelentőségű, hogy a folyamatban nincs visszacsatolás, visszafelé már nem lehet az acél legfontosabb jellemzőit: a karbontartalmát, kéntartalmát, hőmérsékletét módosítani. Mindezeket az alapanyagok jellemzői határozzák meg. Tekintettel a konverter-acélgyártási folyamat determináltságára, a célul kitűzött acél karbontartalom és hőmérséklet ismeretében a betétanyagokkal szembeni követelményeket pontosan meg lehet határozni.

* Előadásként elhangzott 1979. szept. 12.-én a VII. Orsz. Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencián Balatonszéplakon. *(Szerk.)*



1. ábra. A konverteres acélgyártás folyamatának vázlata
U — vezérlő tényező: az oxigén mennyisége
Z — szabályozható paraméterek: nyersvas, acélhulladék: mennyisége — összetétele — hőmérséklete mész, salakképző: mennyisége — összetétele
Ψ — nem szabályozható paraméterek: hőveszteség — információk — pontatlansága
X — eredmény: acél összetétele (C; Mn; S; O) hőmérséklete

A betét- és egyéb adatokat a konverter-acélgyártás számítógépes folyamatszabályozási programjával határoztuk meg [1].

A konverter-acélgyártás legfontosabb betétanyaga a folyékony nyersvas, ezért a következőkben elsősorban a folyékony nyersvas jellemzőkkel — a nyersvas hőmérséklet, a nyersvas összetétel, a nyersvas-salak mennyisége — foglalkozunk.

A konverter-acélgyártás determináltságánál fogva az előírt acél karbontartalom és hőmérséklet biztosítása érdekében az adagolandó folyékony nyersvas, acélhulladék, mész és oxigén mennyiségét előre, pontosan kell meghatározni. A konverter-acélgyártásban az adagolt folyékony nyersvas és acélhulladék arányát nem lehet ötletszerűen változtatni, de a nyersvashőmérséklet és összetétel tudatos megválasztásával mégis mód van a nyersvas és acélhulladék arányának adott határok közötti változtatására.

A konverter-acélgyártásban a nyersvas optimális jellemzőit az adott üzem viszonyai között az alábbi feltételek figyelembevételével határozzuk meg:

— kevesebb vagy több acélhulladék felhasználásra kell törekedni,
— jó vagy gyenge minőségű mésszel rendelkezünk,
— az acél mangántartalmát ferromangán adagolással vagy a betét Mn-tartalmának növelésével lehet-e elérni,
— az acélgyártásban milyen programszerűséget kell betartani,
— milyen az acélban megengedhető max. kéntartalom,
— milyen az acél karbontartalmának és hőmérsékletének tűrése.

A továbbiakban a folyékony nyersvas optimális jellemzőinek a meghatározását ezen feltételek figyelembevételével vizsgáljuk.

A konverter-acélműveink üzembehelyezését követő években az acélművek optimális kapacitásához képest, — elsősorban a Dunai Vasműben — nyersvas hiánnyal kell számolni, ezért célszerű a betétben nagyobb acélhulladék arányra törekedni.

A hazai nagytisztaságú mészkövek és a Duna Vasmű új mészégető üzemének forgócsőkemencéje lehetővé teszik, hogy a konverter-acélgyártáshoz kiváló minőségű meszet használjunk fel.

A ferromangánt importból szerezzük be, ezért gazdaságosabb az acél Mn-tartalmának biztosítására hazai Mn-ércet a kohói betéhez adagolni. A konverter-acélműveinkben termelendő acél világpiaci versenyképességének fontos követelménye, hogy

— az acélgyártás programszerűségét a maximális szinten tartsák,
— az acél kéntartalma a lehető legkisebb legyen,
— a folyékony acél karbontartalmának és hőmér-

1. táblázat

130 tonnás adag hőmérlege
(Nyersvas C = 4,05 %, Mn = 0,9 %, Si 0,8 %, t = 1270 °C)

HŐBEVITEL			HŐFELHASZNÁLÁS		
Megnevezés	Gcal	%	Megnevezés	Gcal	%
Folyékony nyersvas fizikai hőtartalma	31,57	49,64	Acél fizikai hőtartalma	45,83	72,05
Acélhulladék előmelegítés fizikai hőtartalma	0,00	0,00	Salak fizikai hőtartalma	9,10	14,31
Exoterm reakcióhők	30,46	47,90	Konvertergáz fizikai hőtartalma	4,65	7,31
ebből: CO	10,12	15,92	Barnafüst hőtartalma	1,46	2,30
CO_2	3,66	5,76	Vasére redukcióhő	0,00	0,00
Si	7,27	11,43	Hőveszteségek	2,54	4,00
Mn	1,68	2,65	Mérleghiány	0,01	0,02
P	0,92	1,45			
S	0,01	0,02	Összesen	63,60	100,00
FeO	2,10	3,30			
Fe_2O_3	0,90	1,43	Fajlagos nyersvas felhasználás	868,7 kg/t	
Barnafüst	3,78	5,94	Fajlagos acélhulladék felhasználás	233,3 kg/t	
Salakképződés	1,56	2,46			
Összesen	63,60	100,00			

sékletének tűrése érje el a karbontartalomnál ±0,02%, a hőmérsékletnél ±10 °C értékeket. Ez az előírás még nem jelenti a legszigorúbb tűréseket, mert egyes üzemekben ±0,01% C-tartalom és ±7,5 °C hőmérséklet eltérést is tartani tudják.

A konverter-acélgyártás betétjében a folyékony nyersvas és az acélhulladék arányát az acélgyártás hőmérlege szabja meg. Az üzemeinkben járatosnak tekinthető 4,05% karbon, 0,9% mangán és 0,8% szilícium tartalmú és 1270 °C hőmérsékletű folyékony nyersvas felhasználása esetén a hőmérleget az *1. táblázat* mutatja be. A hőmérleg 868,7 kg/t folyékony nyersvas és 233,3 kg/t acélhulladék betétállományra vonatkozik.

Ha növelni akarjuk a fajlagos acélhulladék felhasználását, növelni kell a hőbevitelt. A továbbiakban csak a belső hőbevitel kérdéseit tárgyaljuk. A külső hőbevitellel — az acélhulladék előmelegítésével, az exoterm adalékok kérdéseivel — nem foglalkozunk.

A hőbevitel kb. 50%-át a nyersvas fizikai hőtartalma szolgáltatja. Ezért a konverteracélművekben nagy gondot fordítanak a kohótól a konvertig tartó szállítás, tárolás útvonalán a nyersvas hőmérséklete csökkenésének megakadályozására. A nyersvashőmérséklet hatását a konverteracélgyártás betét viszonyaira a *2. táblázatból* láthatjuk. A táblázat szerint ha az üzemeinkben jelenleg átlagosnak tekinthető 1270 °C helyett a nyersvas hőmérsékletét 1350 °C-ra növelnénk, akkor a fajlagos acélhulladék felhasználását 233 kg/t-ról 264 kg/t-ra, azaz 31 kg/t-val lehetne növelni. A nyersvashőmérséklet növelés további előnye, hogy csökken az oxigén felhasználás és az adagolandó mész, valamint a salak mennyisége. A konverteracélgyártás gazdaságosságának növelése érdekében tehát mindenképpen célszerű a nyersvas hőmérséklet növelésére törekedni. Egyes üzemekben a nyersvas hőmérsékletét indukciós melegítéssel 1550 °C-ig megnövelik, annak érdekében, hogy további jelentős fajlagos acélhulladék felhasználás növelést érjenek el. Ezen módszerrel elérhető a 333 kg/t acélhulladék felhasználás [2].

A hőbevitel kb. 20%-át a nyersvas karbontartalmának oxidációja biztosítja. Ezért célszerű a kohójáratot úgy szabályozni, hogy a nagyobb karbontartalmú nyersvas gyártását biztosítsa. A nyersvas karbontartalmának a hatását a betétviszonyokra a *3. táblázat* mutatja be.

A nyersvas karbontartalmának a növelése 4,05%-ról a kohóinkban elérhető 4,2%-ra, a fajlagos acélhulladék felhasználását 241 kg/t-ra, azaz 8 kg-al növeli. A nyersvas karbontartalmának a növelése a legegyszerűbb módja lenne a fajlagos acélhulladék felhasználás növelésének de a nyersvas karbontartalom olyan nyersvasgyártási körülmények függvénye, amelyek nehezen változtathatók.

A nyersvas szilícium tartalma szolgáltatja a hőbevitel 10—11%-át. A nyersvas legvitatottabb összetevője a szilícium és hatása a konverteracélgyártásban is igen összetett. A világ konverteracélműveiben a nyersvas Si-tartalma igen széles határok, — 0,4% és 1,4% — között változik és mindkét szélső értékkel jó termelési és gazdaságossági eredményeket értek el.

2. táblázat

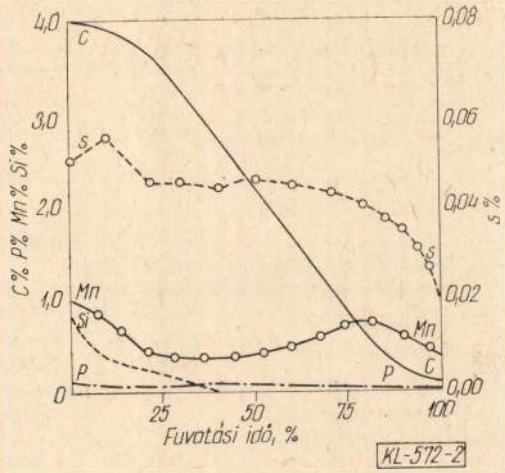
A nyersvas hőmérsékletének hatása a konverteracélgyártás betétviszonyaira

Nyersvas-hőmérséklet °C	Fajlagos felhasználás, kg /t-acél				
	Acélhulladék	Nyersvas	Mész	Oxigén	Salak
1270	233	868	63	53,4	128
1350	264	835	62	51,7	126
1550	333	761	58	48,0	120

3. táblázat

A nyersvas karbontartalmának hatása a konverteracélgyártás betétviszonyaira

Karbon %	Acélhulladék kg/t	Oxigén m^3/t
4,05	233	53,4
4,20	241	54,4



2. ábra. A konverterfürdő C, Mn, Si, S és P-tartalmának alakulása a fúvatási idő alatt

A nyersvas Si-tartalma a konverterben az oxigén befutás hatására, a futási idő első szakaszában 3—5 perc alatt, teljes egészében oxidálódik. Ezen összefüggést a *2. ábrán* láthatjuk. Ennek hatására nagymennyiségű SiO_2 keletkezik, amely ha nem tud elsalakulni nagymértékben korrodálja a konverter tűzálló falazatát. Jó minőségű mész adagolásával a nyersvas nagyobb Si-tartalmának a falazat korrodáló hatását teljes egészében ki lehet küszöbölni.

A nyersvas Si-tartalmának a növelése javítja a fajlagos acélhulladék felhasználását és ezzel csökkenti az acélgyártás önköltségét, de ugyanakkor a nagyobb fajlagos mész felhasználás rontja az önköltséget. Az önköltség javulását csökkenti az is, hogy a nagyobb Si-tartalmú nyersvas gyártása növeli a fajlagos kokszfogyasztást. A fajlagos kokszfogyasztás alakulását a *4. táblázatban* bemutatott képlet szerint vizsgálhatjuk [3]. A fajlagos kokszfogyasztás számítására több empirikus képlet ismeretes. Viszonyainknak jól megfelel a 4. táblázatban bemutatott összefüggés. Ezen képlet szerint a nyersvas Si-tartalmának függvényében a fajlagos kokszfogyasztást az *5. táblázat* mutatja be. A nyersvas Si-tartalmának 0,8%-ról 1,2%-ra való növelése 20 kg/t-val azaz 3,1%-kal növeli a fajlagos kokszfogyasztást.

A nyersvas Mn-tartalmának nincs jelentős befolyása az acélgyártás hőmérlegére, de a nyersvas Mn-tartalmának a növelése csökkenti a kifúvások, a lándzsalerakódás mértékét, és gyorsítja a salakképződést. Ezen okokból célszerű, ha a nyersvas Si és Mn-tartalmának a viszonya eggyel egyenlő.

A konverteracélgyártásban nagyobb a visszamaradó Mn-tartalom, mint például az SM-acélgyártásban. Ezért, ha a kohói betétben elegendő mangánérccel rendelkezünk, célszerű nagyobb Mn-tartalmú nyersvasat gyártani.

A nyersvas Si és Mn-tartalmának együttes hatását a betét viszonyokra a *6. táblázat* tartalmazza. A nyersvas Si és Mn-tartalmának 1,2%-ra való növelésével a fajlagos acélhulladék felhasználást 233 kg/t-ról 282 kg/t-ra lehet növelni, ugyanakkor 63 kg/t-ról 86 kg/t-ra nő a mészfelhasználás, a salak mennyisége 158 kg/t-ra emelkedik. A nyersvas Si és Mn-tartalmának növelése azzal az előnnyel jár, hogy csökken az acél kéntartalma és nő az acél maradó Mn-tartalma. A nagyobb salak mennyiség miatt csökken a kihozatal.

Az előzőekben ismertetettek szerint a max. acélhulladékfelhasználás szempontjából optimális nyersvas összetételt és hőmérsékletet a *7. táblázat* és a hozzátartozó fajlagos nyersvas és acélhulladék felhasználást a *8. táblázat* foglalja össze.

4. táblázat

A nyersvasgyártás fajlagos kokszfogyasztása

$$K = 1150 + 50(SIN + SKO) + 5HKO + 2{,}5\ POBE - 11\ FEÉRC - 0{,}1\ TEFUV - 1000\ SN - 0{,}8\ FGAZ - 2{,}5\ FOKFEM$$

SIN	— a nyersvas Si-tartalma, %
SKO	— a koksz kéntartalma, %
HKO	— a koksz hamutartalma, %
POBE	— a betét portartalma, %
FEÉRC	— a vaserc Fe-tartalma, %
TFUV	— a forrószél hőmérséklete, °C
SN	— a nyersvas kéntartalma, %
FGAZ	— a befúvott földgáz mennyisége, m^3/t
FOKFEM	— a betét fémesítésének foka, %

5. táblázat

Fajlagos kokszfogyasztás a nyersvas Si-tartalmának függvényében

Nyersvas Si-tartalma %	Fajlagos kokszfogyasztás		
	kg/t	növekedés	
		kg	%
0,8	636,3	0,0	100,0
1,0	646,3	10,0	101,57
1,2	656,3	20,0	103,14

6. táblázat

A nyersvas Mn és Si-tartalmának hatása a konverteracélgyártás betétviszonyaira

A nyersvas		Fajlagos nyersvas felhasználás kg/t	Fajlagos acélhulladék felhasználás kg/t	Acél-kihozatal %	Fajlagos mész-felhasználás kg/t	Fajlagos oxigén felhasználás m/t	Fajlagos salak-mennyiség kg/t	Az acél maradó Mn-tartalma %	Az acél S-tartalma %
Mn-tartalma %	Si-tartalma %								
0,60	0,60	884,4	204,1	91,8	65,3	49,4	97,0	0,218	0,037
0,80	0,80	861,1	231,5	91,5	62,7	50,7	118,3	0,242	0,034
0,80	1,00	845,1	251,4	91,1	75,1	51,8	136,7	0,240	0,032
0,80	1,20	828,6	271,0	90,9	87,0	52,9	154,4	0,239	0,031
1,00	1,00	840,7	257,3	91,0	74,9	52,0	138,6	0,263	0,032
1,20	1,20	820,4	282,1	90,6	86,5	53,2	157,9	0,284	0,029

Optimális összetételű és hőmérsékletű nyersvassal a fajlagos acélhulladék felhasználás 233 kg/t-ról 319,3 kg/t-ra növelhető, ami azt jelenti, hogy adott mennyiségű folyékony nyersvas felhasználása esetén is a konverteracél termelését kb. 10%-kal lehet növelni.

Ezen műszaki és gazdaságossági tényezők is azt mutatják, hogy a nyersvas optimális jellemzőit és a konverter optimális betétviszonyait csak a nyersvas és az acélgyártás egy rendszerben történő gazdaságossági vizsgálatával lehet eldönteni.

A konverterben kisebb a kéntelenítés lehetősége, mint az SM-acélgyártásban, ezért az új konverteracélművek zöméhez kohón kívüli kéntelenítési rendszerek tartoznak. A biztonságos kohón kívüli kéntelenítő eljárások kialakulásával eldönthető az a vita, hogy célszerűbb a kéntelenítés a kohóban, a kohón kívül, vagy az acélüsben. Az előírt kéntartalom elérését megnehezíti hazai viszonylatban a nyersvas kéntartalmának *3. ábrán* látható ingadozása. A konverter betét kéntartalmának csökkentését szolgálják a salaklehúzógépek is, ezért a konverteracélművekben ma már mindenütt salaklehúzógépeket is telepítenek.

A nyersvas optimális összetétele és hőmérséklete mellett a konverteracélgyártás további szigorú követelményeket támasztott a nyersvas összetétel egyenletességére. A konverteracélgyártás automatizált folyamatirányítási rendszerei elvileg lehetővé teszik, hogy változó nyersvas összetétel esetén is olyan betétviszonyokat alakítsanak ki, amelyek biztosítják a szűk összetétel- és hőmérséklettűrésű acélok programszerű gyártását. Az üzemi gyakorlatban azonban a konverteracélgyártás igen rövid adagideje miatt nincs mód a nyersvas és acélhulladék mennyiségének gyors kiigazítására. Ezért a konverteracélművekben alapvető követelmény a folyékony nyersvas összetételének és hőmérsékletének állandósága. Szinte egészen bizonyos, hogy a *4. és 5. ábrákon* látható, jelenlegi gyakorlat szerinti nyersvas összetétel és hőmérséklet ingadozás mellett még a legmagasabb szintű konverterautomatikával sem lehet szűk töréshatárú acélokat programszerűen gyártani.

7. táblázat

Optimális nyersvas jellemzők

C = 4,2 %
Mn = 1,2 %
Si = 1,2 %
t = 1350 °C

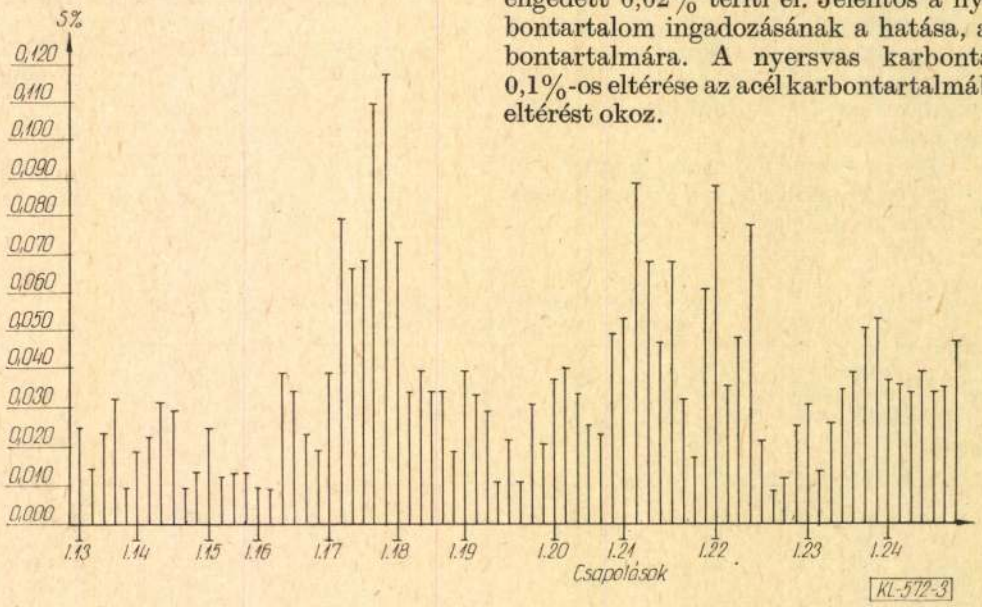
8. táblázat

Konverteracélgyártás betétviszonyai optimális nyersvas jellemzők esetén

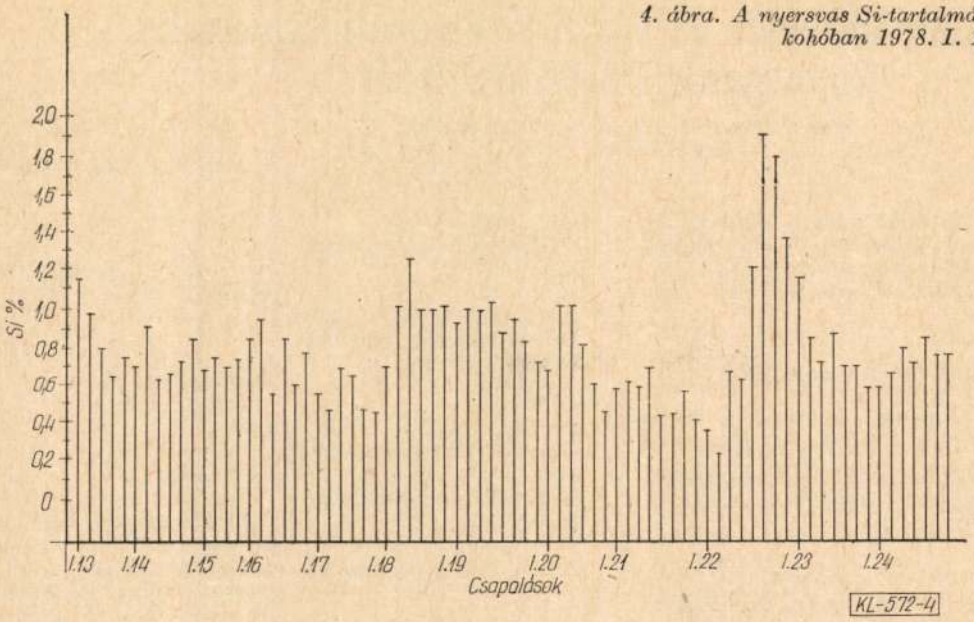
Megnevezés	Optimális nyersvas	Járatos nyersvas
Nyersvasfelhasználás, kg/t	791,3	868,7
Acélhulladék-felhasználás, kg/t	319,3	233,3
Mészfelhasználás, kg/t	84,6	63,2
Oxigénfelhasználás, m^3/t	55,4	53,4
Salakmennyiség, kg/t	165,4	128,8
C %	4,2	4,05
Mn %	1,2	0,90
Si %	1,2	0,80
t °C	1350	1270

A nyersvas összetétel és hőmérséklet ingadozás hatását a gyártott acél hőmérsékletére és karbontartalmára a *9. táblázat* szemlélteti. A 9. táblázat adatai azt mutatják, hogy ha a konverteracélgyártás automatikus folyamatszabályozási rendszere az adott összetételre állította össze az adagot, akkor a tényleges eltéréseket az acél hőmérsékletében és karbontartalmában a 9. táblázat szerint alakulnak.

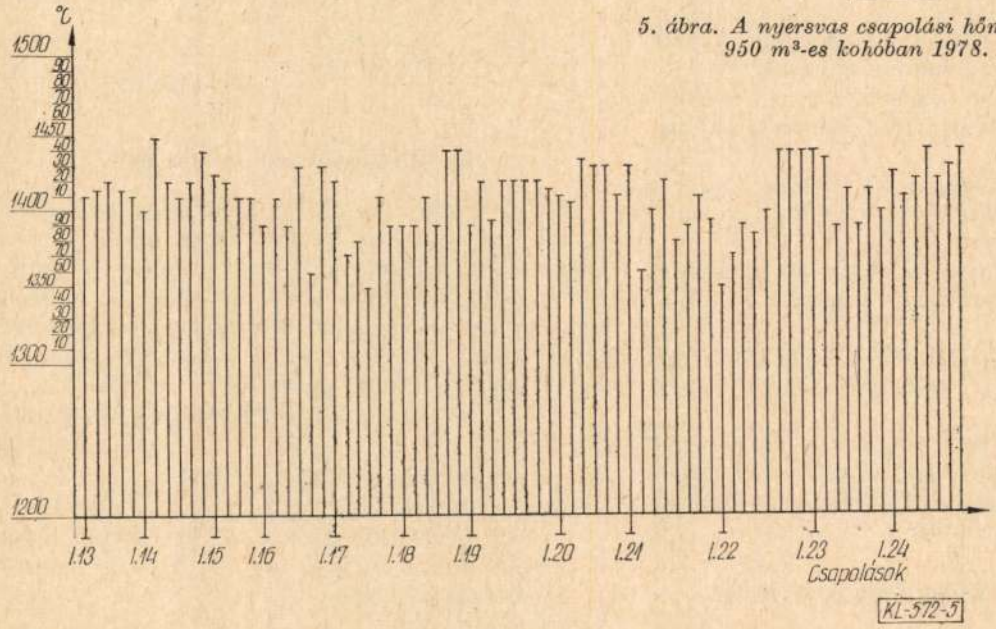
Az acél hőmérsékletét legnagyobb mértékben a nyersvas Si-tartalmának ingadozása befolyásolja. Az SM acélgyártásban nem jelentős 0,1%-os Si-tartalom ingadozás, a konverteracélgyártásban az acél hőmérsékletét 26 °C-al, jóval jelentősebben mint a megengedett 10 °C, a karbontartalmat pedig közel 0,06%-kal, szintén több mint a megengedett 0,02% téríti el. Jelentős a nyersvas karbontartalom ingadozásának a hatása, az acél karbontartalmára. A nyersvas karbontartalmának 0,1%-os eltérése az acél karbontartalmában 0,076% eltérést okoz.



3. ábra. A nyersvas S-tartalmának ingadozása 950 m³-es kohóban 1978. I. 13—24 között



4. ábra. A nyersvas Si-tartalmának ingadozása 950 m³-es kohóban 1978. I. 13—24 között



5. ábra. A nyersvas csapolási hőmérsékletének ingadozása 950 m³-es kohóban 1978. I. 13—24 között

Ha a nyersvas ingadozásmentes, állandó összetételét és hőmérsékletét nem sikerülne biztosítani, elveszthetnénk azokat az előnyöket, amelyeket a konverteracélművek nyújtanak a szűk összetétel

9. táblázat

A nyersvas összetétel és hőmérséklet hatása a konverteracél hőfokára és karbontartalmára

Eltérés	Eltérés hatása	
	acél hőmérsékletére °C	acél carbontartalmára %
Nyersvas-összetétel		
Si ±0,01 %	±2,60	±0,0059
Si ±0,10 %	±26,08	±0,0594
C ±0,01 %	±1,07	±0,0076
C ±0,10 %	±10,74	±0,0760
Mn±0,01 %	±0,55	±0,0013
Mn±0,10 %	±5,56	±0,0136
Nyersvashőfok		
±2 °C	±1,40	—
±5 °C	±3,51	—
±10 °C	±7,03	—

határú, szabályozott szerkezetű acélok programszerű gyártásában.

Az optimális és állandó összetételű és hőmérsékletű nyersvas előállításának feladatai a nyersvasgyártás technológiájának biztonságosan, magasszintű vitelén túl kihatnak a zsugorítás és az érc átlagosítás területére is.

A kiváló minőségű és gazdaságos konverteracélgyártás feladatait csak az acélgyártás, a nyersvasgyártás, az érczsugorítás és átlagosítás komplex, egyrendszerben történő vizsgálatával a különböző területű szakemberek együttes munkájával lehet eredményesen megoldani.

IRODALOM

[1] *Osztatni Mihály:* Oxigénes konverteracélgyártás folyamatirányításának számítógépes modellje. KOGÉPTERV közleményei. 1976. 17.

[2] Superheating of hot metal could be a boon to basic-oxigen steelmaking. 33 Magazine. 1976. sept. p: 41—43.

[3] *Efimenko, G. G. Gimmelfarb A. A., Levcsenko V. E.:* Metallurgija csuguna. Kiev 1974.

Kapacitásnövelés az Ózdi Kohászati Üzemek folyamatos öntőművében*

POLENCSIK JÓZSEF okl. kohómérnök
Ózdi Kohászati Üzemek

DK: 621.746.27 OKV

Az új folyamatos öntőmű műszaki leírása után a tanulmány részletesen ismerteti a termelés felfutásának időszakát, az elért programszerűséget, a termelés fokozása érdekében tett intézkedéseket, valamint ezek eredményeit.

1. A folyamatos acélöntőmű telepítése

Az Ózdi Kohászati Üzemek jelenleg a hazai tömegacélgyártás egyik fontos bázisa. A fejlesztési irányelveknek megfelelően a folyamatos acélöntőmű létesítése szükségszerű volt. Létesítésének legfőbb okai:

— A folyékony acéltermelés fokozása 1977-ben megtörtént. Az intenzív oxigénes technológiával az acélgyártó kapacitás 1,1 M t/évről 1,4 M t/évre növekedett. A megnövelt acél mennyiségét csak kokilla öntéssel leönteni nem lehetett.
— A méglevő blokksori kapacitás teljes mértékű kihasználása mellett új bugát gyártó kapacitást kellett biztosítani.
— A hatékonyság növelése oly módon, hogy a mennyiségi termelésnövelés együtt járjon a termékek korszerűsítésével.
— A gazdaságosság növelése, az anyag és energiatakarékossággal összefüggő alapvető feladatok megoldása.
— Az élő és holt munkával való jobb gazdálkodás.
— A minőségjavítás állandó, folyamatos biztosítása.

Az ismertetett szempontoknak megfelelően épült a 350 000 t/év kapacitású rúd-dróthengermű, melynek alapanyagát biztosítja a 325 000 tonna/év kapacitású folyamatos öntőmű.

2. A folyamatos acélöntőmű ismertetése

A folyamatos acélüntőmű műszaki paramétereit a következő alapvető szempontok határozták meg:
— a kilenc martinkemence hőkapacitása,
— az öntendő adagok súlya,
— az öntés ideje,
— az öntendő acélminőségek,
— a telepítés helyi lehetőségei.

E szempontok figyelembevételével az öntőgépet a svájci CONCAST cég tervezte, építése a nyugatnémet SCHLOEMANN és a csehszlovák SKODA EXPORT-ZDAS cégek közreműködésével történt. Az első kísérleti öntés 1973. augusztus 3-án volt.
Az öntőgép fontosabb műszaki adatai:

Teljesítmény	325 000 t/év
Öntőszálak száma	6 db
Kristályosító	ívelt, az ív külső sugara 4 m
Önthető szelvény	75×75, 130×130 mm
ÓKÜ-ben öntéserre külő szelvény	120×120 mm-es négyzetszelvényű buga
A darabolt bugák hossza	4—5, 8—10 m
Öntési sebesség (szelvénymérettől függően)	2,2—4,0 m/perc
Adagsúly	106—110 tonna
Öntési idő	75—85 perc
Acélkihozatal	97 %
A napi öntött átlagos adagszám	9—10 adag
Kapcsolódó acélgyártó üzem	9 db 110 tonnás oxigénes SM kemence
Az öntőmű gépesítési foka	A berendezés automatikus, félautomatikus, az öntési folyamat teljesen gépesített
A folyékony acél hőmérséklete az öntés kezdetekor	1580—1610 °C

3. Az önthető acél minőségek

A folyamatos acélöntőműben csak csillapított acélok önthetők. A csillapítatlan acélok öntése 150 mm-es szelvény alatt nem megoldott, mert a gyors dermedés nem ad lehetőséget az oxigénfelesleg miatt lejátszódó reakciók gáztermékeinek eltávozására. A hólyagok a buga felülete alatt helyezkednek el és hengerléskor felnyílnak.
Az ÓKÜ-ben gyártott acélminőségek közül nem önthetők:

— a csillapítatlan acélok,
— félig csillapított acélok,
— az Al ötvözésű acélok (Al-tartalom max. 0,007%),
— az automata acélok,
— a dinamó acélok,
— a Cr és Ti-al ötvözött acélok.

Az önthető acélok esetén a kéregképződés elősegítése és a salakképződés csökkentése érdekében bizonyos eltérések szükségesek a szabványban előírt értékektől.

— Az Mn % (Si % viszonyának minimum 2-értékűnek kell lennie),
— az üstben a C-tartalom növelése max. 0,05% értékű lehet (koksz adagolással).

A folyamatos acélöntőműn önthető acélminőségeket — a teljességre nem törekedve — az *1. táblázat* tartalmazza, a minőségek célszerű csoportosításában.

4. A folyamatosan öntött acélok hőmérséklete

Az acél csapolási hőmérsékletének 40—45 °C-kal magasabbnak kell lenni, mint a kokillaöntésnél.
Az acélfürdő hőmérsékletét a következő helyeken kell mérni:

* Előadásként elhangzott 1979. szept. 12.-én a VII. Orsz. Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencián Balatonszéplakon. *(Szerk.)*

1. táblázat

A folyamatos acélöntőműben öntött acélminőségek vegyi összetétele

Acélminőség jele	Vegyi összetétel %-ban C	Mn	Si	P max.	S max.
Általános rendeltetésű szerkezeti acélok AO-A70, BO-B70	0,08	0,25	0,15	0,045	0,050
St 33-1, RSt 37-2	0,70	0,80	0,30		
Melegen hengerelt betonacélok	0,09	0,50	0,15	0,040	0,035
B 38-24—B 75-50	0,50	1,30	0,40		
Hajóépítési acél	0,10	0,40	0,15	0,040	0,040
BCT_3—Cn	0,18	0,70	0,30		
Betétben edzhető acélok	0,07	0,40	0,17	0,035	0,035
C 10—C 70	0,70	0,80	0,30		
tkötélacélok	0,27	0,30	0,17	0,035	0,040
0—D 79	0,80	0,60	0,30	0,040	
lőgázos hegesztőhuzal	0,06	0,90	0,40	0,026	0,026
H2—ESAB)	0,12	1,60	1,05		
is C-tartalmú hengerhuzal	maú.	0,40	0,15	0,030	0,040
H_1Si	0,08	0,60	0,25		

— csapolás előtt a kemencében,
— a gázöblítés (argon vagy nitrogén) előtt és után az acélüstben,
— öntés alatt a közbenső-üstben szükség szerint.

Az acél csapolásának időpontjában az öntőgépnek készen kell állni az acél fogadására.

A fogadás feltételei a következők:

— a szálak indításra elkészítve,
— a közbenső üst 1200 °C-ra előmelegítve
— a primér és szekunder vízrendszer, az olajrendszer, az izotópos vezérlő rendszer, villamos feszültség rendszere megfelelően üzemképes.

Az acéllal telt üstöt az öntőcsarnokból áthúzó kocsival szállítják át a kemencétől az öntőmű csarnokába. Az öntő-műben elvégzendő munkafázisokat és azok átlagos időtartamait a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat

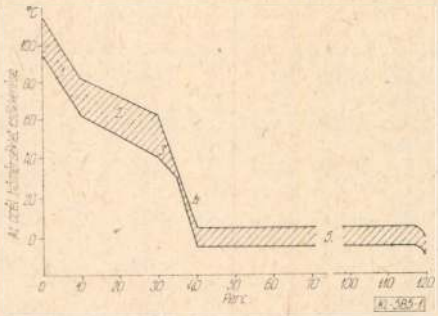
A folyamatos acélöntőmű munkafázisai és időszükséglete

	Folyamat megnevezése	Átlagos időtartam (perc)
1.	Acélüstszállítás az áthúzó kocsira	7
2.	Áthúzás az F 11-es csarnokba	6
3.	Acélüstemelés az öntőpódiumig	2
4.	Salak betörése	1
5.	Salakvastagság mérése	1
6.	Az acélhőmérséklet-mérés I.	1
7.	Az acélátlagosítás (argon, vagy nitrogén-gáz)	3
8.	Az acélhőmérséklet-mérés II.	1
9.	Acélüstemelés az öntőállvány fölé	3
10.	Hidraulika tolózárra kapcsolása	1
11.	Acélüst nyitása	0,5
12.	Közbenső üst nyitása	0,5
13.	A folyamatos öntés	80,0
14.	Acélüst zárása	0,5
15.	Közbenső üst zárása	0,5
16.	Acélüstből salak kiöntése	4,0
17.	Acélüst csapolónyílás tisztítása	4,0
18.	Acélüst áthúzó kocsira helyezése	4,0
19.	Acélüstáthúzás az öntőcsarnokba	4,0
20.	Acélüstlevétel az áthúzókocsiról	3,0
	Acélüst teljes fordulóideje:	127,0 perc

A teljes öntési folyamat az öntőműben 6 szálon kb. 80 perc.

Az egyenletesen jó minőségű öntött buga gyártásának alapvető feltétele az öntési hőfok helyes megválasztása és biztosítása. Az ideális öntési hőmérséklet függ az acél összetételétől, az öntőberendezés jellemzőitől. Kívánatos, hogy az íly módon meghatározott értéktől a folyékony acél tényleges hőmérséklete +5 °C-nál nagyobb értékkel ne térjen el. Az öntőműn öntött acélok hőmérsékleti előírását a C-tartalom függvényében a *3. táblázat*, a hőmérséklet változását pedig a *4. táblázat* tartalmazza.

Az acél hőmérsékletének változását — irodalmi és mérési adatok alapján — az *1. ábra* ábrázolja.



1. ábra. Az elméleti hőmérséklet csökkenése

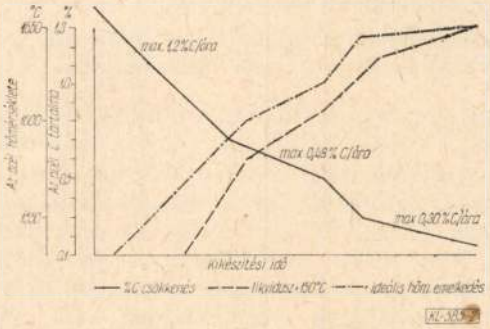
1 csapoláskor, 2 szállításkor, 3 argon befúváskor, 4 a közbenső üstben, 5 előírt hőmérsékleten a közbenső üstben

Az ábrán látható, hogy az acél hőveszteségé négy részre bontható. Ezek a hőveszteségek a folyékony acél hőmérsékletesését okozzák.

A hőmérsékletesés jól elkülöníthető szakaszai:

— a csapolás ideje alatt,
— a szállítás ideje alatt,
— a gázöblítés ideje alatt,
— a közbensőüstben az öntés ideje alatt.

Túl meleg adag öntése nem kezdhető meg, ezért a hőmérséklet esést tudatosan fokozzuk. Az adag visszahűtését a gázöblítés idejének növelése mellett acélhulladék adagolásával lehet elvégezni. Elméleti számítások, és a gyakorlat alapján 6 kg/tonna acélhulladék, az acélfürdő hőmérsékletét 10 °C-kal csökkenti.



2. ábra. A folyamatosan öntött adagok elméleti kikészítési ideje

3. táblázat

A folyamatosan öntött acélok hőmérséklete

Acél C-tartalma %	Likvidusz hőmérséklet °C	Csapolási hőmérséklet °C	Argonozás előtti hőmérséklet °C	Argonozás utáni hőmérséklet °C	Közbenső-üstben mért hőmérséklet °C
0,1	1525	1655—1675	1600—1640	1585—1615	1570
0,2	1515	1645—1665	1590—1630	1575—1605	1560
0,3	1510	1640—1660	1585—1625	1570—1600	1555
0,4	1505	1635—1655	1580—1620	1565—1595	1550
0,5	1495	1630—1650	1570—1610	1555—1585	1540
0,6	1490	1625—1645	1565—1605	1550—1580	1535
0,7	1485	1620—1640	1560—1600	1545—1575	1530
0,8	1480	1615—1635	1555—1595	1540—1570	1525

4. táblá

A folyamatos öntőművön öntött acélok hőmérsékletének változása

Acél C-tartalma %	Csapolási hőm. °C	Argonozás előtti hőm. °C	ΔT °C	Argonozás utáni hőm. °C	ΔT_2 °C	Közbenső-üstben °C °C	ΔT_3 °C
0,05—0,09 1 adag	1650	1638	12	1615	23	1574	41
0,10—0,19 150 adag	1657	1628	29	1608	20	1559	49
0,20—0,29 175 adag	1656	1610	46	1595	17	1541	49
0,40—0,49 10 adag	1657	1610	47	1595	15	1541	54
0,30—0,39 70 adag	1654	1607	47	1587	20	1540	47
0,60—0,69 1 adag	1620	1590	30	1575	15	1536	39

5. A folyamatos öntésre szánt acélok gyártása

Az SM kemencékből gyártott folyamatos öntésre szánt acélok gyártástechnológiája elsősorban a kikészítés szakaszában tér el a kokilla öntésre szánt adagok technológiájától. Az eltérés fő oka, hogy jelentősen magasabb hőmérsékletű acélt kell csapolni. A kikészítés iránymutató technológiáját hőmérséklet növelés irányítását szemlélteti a *2. ábra*. Az ábrából látható, hogy a C esésnek, a likvidusz fölötti +150 °C-os hőmérsékletnek, az ideális hőmérséklet emelkedésnek olyan értéknek kell lenni, hogy a kész acélt a megfelelő hőmérsékleten lehessen lecsapolni, többlet kikészítés nélkül.

A folyamatos öntőmű üzembelépésétől az acéladagokat a felhasznált oxigén mennyiségétől függően három változatban gyártottuk:

— oxigén nélküli technológiával,
— 20Nm³/t fajlagos oxigén felhasználással,
— 40 Nm³/t fajlagos oxigén felhasználással.

Az iránymutató technológia mind három gyártási módra tendenciájában érvényes, figyelembevéve a nagyobb oxigénfelhasználásnak megfelelő nagyobb C %/ó esést, és a változó hőmérséklet alakulását. Az acél kikészítésénél alapvető különbség a felhasznált frissítőanyagok és hatásuk különbségében van. Jelenleg a 10 000 Nm³/ó teljesítményű oxigéngyár üzembelépése óta, (1977. szept. hó) teljes egészében 40 Nm³/t fajlagos oxigénfelhasználással történik az acélok gyártása.

6. Folyamatos acélöntőmű termelésének felfutása, időkihasználási mutatói

A vállalat belső vertikális összhangja érdekében a gyártott folyékony acélból megfelelő mennyiséget kokillába öntve kellett biztosítani a blokksor számára. A blokksor teljes kiszolgálása után a maradó folyékony acélmennyiséget lehetett leönteni a folyamatos öntőműben. Így az öntőmű kapacitásának csak egy része volt lekötve, és a 100%-os kapacitás lekötését 1979. I. n. évében értük el.

A folyamatos üntőmű időkihasználást a következő módon célszerű vizsgálni.

Egyértelműen megállapítható, az öntőgép névleges üzemideje, készenléti állása, javítása és TMK-ideje. Ezek együttesen adják a naptári időt.

A névleges üzemidőt tényleges üzemidőre, üzemzavarok idejére és várakozási időre lehet felbontani.

A tényleges üzemidő az előkészületi idő és a tényleges öntési idő összege.

A folyamatos acélöntőmű időkihasználási mutatóit az *5. táblázat* tartalmazza.

A táblázat adataiból a következők állapíthatók meg:

— Az öntőgép névleges üzemideje évről-évre növekedett, a készenléti állás, a várakozási idő fokozatosan és jelentősen csökkent.
— Jelentősen csökkent az üzemzavar idő. 1979. I. n. évben már 20 óra alatti értékű volt.

5. táblázat

A folyamatos acélöntőmű időkihasználása

Megnevezés	Mértékegység	1973.	1974.	1975.	1976.	1977.	1978.	1979. I. n. év
Naptári idő	óra	3336	8760	8760	8784	8760	8760	2160
Javítás, TMK	óra	—	552	872	784	504	712,95	239,42
Készenl. állás	óra	880	1265	16	56	16	16	—
Névl.üz.idő	óra	2456	6943	7872	7944	8240	8031,05	1920,58
Előkész. idő	óra	187,83	1389	1027,75	1350,79	1413,18	1671,14	453,49
Öntési idő	óra	307,76	1786	2056,27	2764,81	3482,96	3891,82	998,13
Várakoz. idő	óra	1960,01	3768	4634,26	3646,26	3043,96	2220,44	449,13
Üzemzavar	óra	—	—	153,32	181,74	299,90	247,65	19,83
Ált.elők.idő	perc/adag	70	62	38,04	38,42	30,91	35,52	35,80
Ált.öntési idő	perc/adag	80,29	79,38	80,13	82,21	84,38	84,37	79,69
Ált.várak.idő	perc/adag	537,18	184,80	171,00	103,20	66,60	47,40	35,40

— Az átlagos előkészületi és öntési idők már alig változtak, ami bizonyítja, hogy a folyamatos öntést a gépi technikát a dolgozók maradéktalanul elsajátították. Ma már NDK-beli társüzemek öntő dolgozóinak gyakorlati oktatását és kiképzését is végezzük üzemünkben.

7. A folyamatos acélöntőmű termelésének felfutása

A folyamatos acélöntőmű termelésének növekedését, a tervezett és tényleges termelési eredményeit a *6. táblázat* tartalmazza.

Az öntőgép 1973—76 között teljesítette nem feszített termelési tervét. 1977—78-ban jelentősen megnőtt az igény az öntött bugára és emelt mennyiségű terveket teljesíteni nem sikerült.

Az elmaradás döntő oka az volt, hogy a martinkemencékből megfelelő mennyiségű adagot biztosítani nem tudtak a szükséges követési idővel.

Az adagkövetési idők meghatározók, és a következő munkafolyamatok határozzák meg:

— az acél csapolása, szállítása, a gázöblítése, az állványra helyezés. A művelet elvégzésének ideje 30 perc. Az öntőgépen végzett egyéb előkészületi műveletekkel párhuzamosan lehet végezni,

— az acélüst elszállítása, közbenső üstök cseréje. Időigénye 25 perc,

— a közbenső üst fűtése, az öntés előkészítés ideje. Az öntést közvetlen megelőző műveletek, melynek idejét a közbensű üst készrefűtése határozza meg. Ez az idő minimálisan 40 perc,

6. táblázat

A folyamatos acélöntőmű tervezett és tényleges termelése

Időszak év	Terv t/év	Terv t/üz. nap	t/év	t/üz. nap
1973.	50 600	350,59	24 358,70	168,77
1974.	130 000	395,14	131 813,78	400,65
1975.	157 000	477,20	162 953,64	495,30
1976.	185 000	562,31	211 115,34	610,16
1977.	292 000	887,54	259 641,24	756,24
1978.	300 000	911,85	292 279,30	874,07
1979. I. n. év	72 000	923,08	77 910,41	973,64

— a tényleges öntési idő. Mértéke függ az öntött acélok minőségétől, az indított szálak számától, az öntés sebességétől,

— az adagra várakozás. Az öntőgép öntésre kész állapotban adagra vár. Az adagra várás mértéke a kemencesor acéladag ellátásától függően változik.

Ez elmúlt öt év alatt a termelés felfutásának leglényegesebb problémái a következők voltak:

— Az SM kemencék és a folyamatos öntőmű programszerű összekapcsolása, a veszteségidők csökkentése.

— Az optimális csapolási hőmérséklet megállapítása, az öntési biztonság és a kemence tartósság növelése érdekében.

— A tolózáras acélöntés 100%-os bevezetése.

— Az alulról történő gázöblítés üzemszerű alkalmazása.

— A folyamatos öntőmű kivitelezéséből és technológiájából fakadó nehézségek leküzdése.

— A begyakorlottság hiánya.

Ezen okok indokolják az öntőmű hosszú felfutását. A problémák ellenére a termelés évről-évre emelkedett, 1979-ben elértük a névleges kapacitást. Jelenleg kísérletek folynak a szekvensöntéssel, és eredményei alapján a névleges kapacitás fölötti termelés elérésére is van remény.

8. A folyamatosan öntött adagok programozása

Az öntőmű teljes kapacitásának biztosításához fontos követelmény az adagkövetési idők teljesítése. Elérése nagyon alapos és megfontolt programozással lehetséges.

A folyamatos acélöntésre szánt adagok programozását meghatározó tényezők a következők:

— a naponta gyártandó adagok száma,

— a folyamatos öntés követési ideje,

— a kemencék állapota,

— a gyártandó acél minősége.

A programozási alternatívák a következők voltak:

— I—IX. kemencéből

A programozás alapja a kemencék csapolási ideje. A módszer lehetővé teszi az elmaradt adagok pótlását, de a gyakori programváltoztatások zavarják a blokksorra szánt termelést.

— Programozás állandóan két kemencéből.
Előnye: hogy a gyártás törvényszerű, előre kiszámítható, és a blokksor termelését nem zavarja, de nincs mód az elmaradt adagok pótlására.
Hátránya a kemencék tartósságának lecsökkenése.

— Programozás 3 kemencéből.
Az alternatíva lényegében megegyezik az előzővel, tovább finomítva azt.
A változás lényege, hogy a megfelelő termelés érdekében harmadik, ún. tartalék kemencét is meghatároz.
E módszer biztosítja a folyamatos öntőgép teljes kapacitásának folyékony acéligényét.

A három kemencéből történő programozás különösen bevált az intenzív oxigénezés körülményei között. Nagy jelentősége, hogy minden kemence oxigénes üzemű, azonos oxigén felhasználási lehetőséggel, kis ingadozással, közel állandó adagtartam biztosítható. Az intenzív oxigénezési módszer és a hozzá kapcsolódó helyes programozás együttesen jelentik a feltételt a folyamatos öntőmű teljes kiszolgálásához.

9. A folyamatosan öntött adagok programszerűsége

A folyamatos acélöntésre szánt és ténylegesen leöntött adagok programszerűségének vizsgálati módszerét a gyakorlat alakította ki.

A programszerűség változását éves megoszlásban a *7. táblázat* tartalmazza.

A táblázatban szereplő, kódszámokkal ellátott adagcsoportok a következők:

F.1. Folyamatos öntésre programozott adagok.
Ide sorolják az olyan adagokat, amelyeknél időben és energiában ráfordítás történt azzal a céllal, hogy folyamatos öntőműben történjen a leöntése.

F.21. Alacsony hőfok miatt elmaradt.
Ide sorolják az olyan adagokat, melyeket folyamatos öntésre lecsapoltak, de az alacsony hőmérséklet miatt öntőgépen biztonságosan leönteni nem lehet.

F.22. Magas hőfok miatt elmaradt.
Ide sorolják az olyan adagokat, melyeket folyamatos öntésre lecsapoltak, de magas hőmérséklet miatt biztonságosan az öntőgépen leönteni nem lehet.

F.23. Öntőcsarnoki hibából elmaradt.
Ebbe a csoportba tartoznak az olyan adagok, melyek leöntése öntőcsarnoki okokból hiúsult meg (záratlan öntés, helytelen gázáteresztő-téglabeépítés, dugórúd elégés stb.)

F.24. Kemenceüzem miatt elmaradt.
Ebbe a csoportba tartozik minden egyéb adagelmaradás, mely közvetlenül, vagy közvetetten a kemenceüzem miatt történt.

F.2. Kemenceüzem és öntőcsarnok miatt elmaradt.
A részletesen megvizsgált okonként elkülönített Klasszikus üzem miatti elmaradás összege (F.21 + + F.22 + F.23 + F.24).

F.31. Folyamatos öntőmű fogadókészség hiánya miatt elmaradt.
Ide sorolhatók az olyan adagok, melyek az öntőgép fogadóképtelensége miatt kerültek programváltoztatásra.

F.32. Az öntőmű üzemzavara miatt elmaradt.
Az öntés megkezdése után az öntőgépen történt üzemzavar miatt elmaradt adagokat tartalmazza.

F.3. Folyamatos acélöntőmű miatt elmaradt.
A részletesen vizsgált új üzem, a folyamatos öntőmű miatti elmaradás összege (F.31 + F. 32.).

F.4. Az összes leöntött adag.
A gépen ténylegesen leöntött adagok összege.

Egyértelműen megállapítható, hogy az öntőmű programszerűsége évenként egyenletesen javult.

A javulás leglényegesebb oka, hogy jelentősen csökkent a kemenceüzem és öntőcsarnok miatti programszerűtlen adagok száma. Ezt mutatja a *3.* és *4. ábra.*

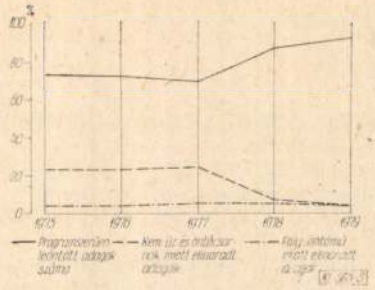
10. Következtetések, megállapítások

A folyamatos öntőmű több mint 5 éves üzemének elemző vizsgálata alapján a levonható követ-

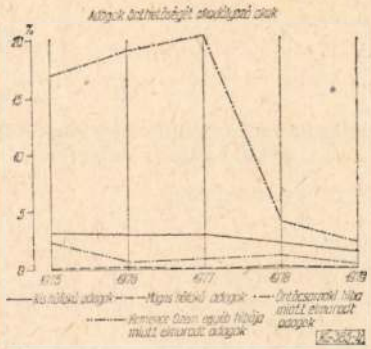
7. táblázat

A folyamatosan öntött adagok programszerűsége

Jel	Programtól való eltérés oka	Mértékegység	1975. év	1976. év	1977. év	1978. év	I. n. év 1979.
F·1.	Acélműben programozott adagok száma	db	2091	2758	3527	3153	813
F.2.1.	Alacsony hőfok miatt elmaradt	db	65,7	82,5	105	98,2	10,7
F.2.2.	Magas hőfok miatt elmaradt	db	1	3	—	2	—
F.2.3.	Öntőcs. hiba miatt elmaradt	db	48,8	16,8	29	27	2,6
F.2.4.	Kem.üz.egyéb. hibáj. elmaradt	db	354,2	529	717,3	124,9	18
F.2	Kem.üz.és öntőcs. miatt elmaradt összes	db	469,7	631,3	851,3	222,1	31,3
	$F\,2\,\% = \frac{F2}{F1} \cdot 100$	%	22,5	22,9	24,1	7,0	3,9
F.3.1	FAM fogadókész.hiá.miatt elm.	db	47	71	115	110	25
F.3.2.	FAM üzemzav. miatt elmaradt	db	34,7	37,9	84,1	53,4	5,2
F.3	FAM hiba miatt elm. összes	db	81,7	108,9	199,1	163,4	30,2
	$F\,3\,\% = \frac{F\,3}{F\,1} \cdot 100$	—	3,9	3,9	5,6	5,2	3,7
F.4	Összes leöntött adag	db	1539,6	2017,8	2476,6	2767,5	751,5
	$F\,4\,\% = \frac{F1 - F2 - F3}{F1} \cdot 100$	%	73,6	73,2	70,3	87,8	92,4



3. ábra. Az adagok programszerűsége %-ban



4. ábra. Az adagok önthetőségét akadályozó okok

keztetések — nem fontossági sorrendben — a következők:

— A folyamatos öntőmű mind mennyiségi, mind minőségi munkája évről-évre javult, felfutásának üteme az ÓKÜ sajátos adottságainak megfelelő.

— A folyamatos öntőmű felfutása a névleges termelési szintre az év eddig elért eredményei alapján várható.

— A termelés további növelésének lehetősége a szekvens öntésben remélhető, melynek kísérletei az ÓKÜ-ben folynak.

— A termelési feladatok egyenletes szintű teljesítésének alapfeltétele a kemencesori gyártástechnológia további szigorítása, az öntőgép kiemelt karbantartása, és maximális fegyelmezettség a gép metallurgiai kiszolgálásában.

— A mennyiségi követelmények teljesítése mellett javítani kell a minőségi munkát, az újabb minőségek öntését.

— Keresni kell a programozás és az összekapcsolt üzemrészek jobb kapcsolattartásának, összhangjának újabb és jobb módszereit.

— Állandó figyelemmel kell kísérni a világ folyamatos öntőműinél alkalmazásra kerülő újabb technikai módszereket és haladni a legkorszerűbb technikával.

— Kutatási tevékenységünk során önállóan is keresni az újabb termelést növelő, és minőségjavítást jelentő fejlesztési lehetőségeket és módszereket.

Korszerű anyagvizsgáló eljárások

Új rendszerű metallográfiai csiszolatkészítés

A metallográfiai próbatestek csiszolása és polírozása nagyon munkaigényes. Legalább négy műveletre van szükség ahhoz, hogy lekerekedés mentes és karctalan csiszolatot készíthessünk. A LAM PLAN cég (NSzK) olyan metallográfiai előkészítő módszert dolgozott ki, amellyel a csiszolatok kevesebb munkamenetben és így olcsóbban készíthetők el. Az új előkészítési rendszert TECHNOTRON-rendszernek nevezték el.

A rendszer legfontosabb előnyei a következők:

— csak a legfelső, deformálódott réteget távolítják el
— a próbatestek szélei nem kerekednek le, a felületük karcmentes
— a szövetet nem torzítja el a felületi deformálódott réteg
— a zárványok nem peregnek ki
— mindössze két műveletből áll az előkészítés
— automata csiszoló és polírozó berendezésekkel lehetőség van a próbaelőkészítés teljes automatizálására
— mintegy 50 %-os költségcsökkenés

A TECHNOTRON-rendszer legfontosabb eleme egy műanyagfém kombinációjú csiszolókorong. A korong különböző keménységű zónákból tevődik össze. Ez a korong egyben a gyémántos csiszoláshoz használt folyadék hordozójaként is szerepel. A korong forgása és a különböző keménységű zónák hatására a gyémántszemcsék erősen felgyorsulnak, és gyors mozgásuk eredményeképpen valamennyi élük részt vesz a megmunkálásban. Így a próbatest deformálódott részét gyorsan el lehet távolítani. A TECHNOTRON-rendszernél a deformálódott réteg eltávolítását egyetlen műveletben érjük el. Maga a csiszoló korong nem vesz részt a megmunkálásban — a korong teljesen sima.

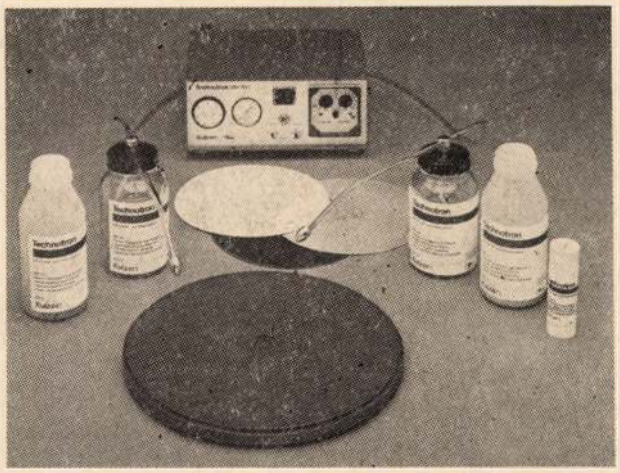
Gazdaságos munkamenetet automatikus adagolóberendezésekkel lehet elérni.

A polirozásra háromféle korongot ajánl a cég, attól függően kell a korongot kiválasztani, milyen keményl ségű mintát kívánunk előkészíteni.

Az előállító cég adatai szerint a csiszolás 5—10 percet, a polírozás 3—10 percet vesz igénybe. A csiszolókorong mintegy 10000 próba megmunkálására képes.

A TECHNOTRON-rendszer elsősorban nagy sorozatú csiszolatkészítésnél válik gazdaságossá. Különösen alkalmasnak látszik felületi rétegek vizsgálatához való előkészítésre. Az új metallográfiai csiszolatkészítési rendszerhez szükséges kellékeket az *1. ábrán* mutatjuk be.

Verő Balázs



1. ábra. A TECHNOTRON-rendszer alkalmazásához szükséges kellékek. A gyártó cég címe: Kulzer Co. GmbH Bereich Technik Postfach 1749 D-6380 Bad Hamburg

Egyesületi hírek

Beruházási és Fővállalkozási Szakcsoport 1980. évi munkaterve

1. Szakcsoport Vezetőség ülése:

Napirendi pontok:

a) az 1979. évi munka értékelése
b) Egyéb (munkabizottságok helyzetének felmérése, 1980. évi feladatai.)
c) Az 1980. évi munkaterv javaslat megvitatása, elfogadása.

Határidő: 1980. II. 20.

2. Szakcsoport értekezlet:

Helye: KGYV Tápiószelei gyáregysége.

Napirendi pontok:

a) A nehézacélszerkezet gyártás helyzete, különös tekintettel a kohászati beruházások igényeire. Eddigi tapasztalatok. VI. ötéves tervben körvonalazott igények és lehetőségek.
b) Könnyűszerkezetes gyártási mód és CONDER licenc alapján gyártott szerkezetek alkalmazási területei, különös tekintettel a kohászat területén történő alkalmazási lehetőségekre.
c) A fővállalkozás helye, szerepe és jelentősége a beruházások megvalósításában.
d) Üzemlátogatás

Határidő: 1980. V. 30.

3. Szakcsoport Vezetőség ülése

Napirendi pontok:

a) Munkabizottsági beszámoló a „Közgazdasági szabályozók és beruházási rendeletek értelmezése" tárgyában.
b) Egyéb.

Határidő: VI. 30.

4. Szakcsoport értekezlet

Napirendi pontok:

a) Közgazdasági szabályozók és beruházási rendeletek értelmezése állami nagyberuházások és vállalati beruházások előkészítésére és megvalósítására vonatkozóan, valamint a 47/1979. PM rendelet gyakorlati alkalmazása.
b) Bejelentések, közlemények
c) Egyéb javasolt napirendi pont
d) Gyárlátogatás helye: CSM Acélmű.

Határidő: X. 30.

5. Szakcsoport Vezetőség ülése

Napirendi pontok:

a) Az 1980. évi tevékenység értékelése
b) Az 1981. évi munkaterv elkészítése.

Határidő: 1980. XII. 31.

Szakcsoport Vezetőség

Főenergetikusi értekezlet az LKM-ben márciusban

Az értekezlet az előzetes egyeztetés alapján az alábbi napirendi pontokat tárgyalta meg:

1. *Herendi Rezső* az LKM műszaki igazgatója a vállalatuknál folyamatban levő kombinált acélműi fejlesztésekről tartott ismertetést.

2. *Gaál Tibor* az MVAE mb. fejlesztési főmérnöke a tagvállalatok VI. ötéves tervében várható technológiai fejlesztéseit ismertette.

3. *Molnár Gyula* az MVAE főenergetikusa a főenergetikusi értekezletek szsrepéről, valamint a KGST VÁB energetikai és környezetvédelmi szekciójának programjáról beszélt.

4. A tagvállalatok főenergetikusai, illetve képviselői ismertették az 1979. évi energiatakarékossági tervek teljesítését és 1980. évi tervüket.

5. Beszámoló hangzott el az V. ötéves tervben megvalósított energiaracionalizálási fejlesztésekről és a VI. ötéves tervben várható hasonló irányú munkákról.

6. Az értekezleten résztvevők megtekintették a kombinált acélmű építkezését, meglátogatták a Kohász Múzeumot és az Ómassai Őskohót.

1. *Herendi Rezső* előadásában rámutatott azokra a körülményekre, amelyek az új kombinált acélmű építését szükségessé tették. Mind az oxigénes konverter, mind az új 80 tonnás ívkemence, mind az üstmetallurgia, mind pedig a folyamatos öntőmű, megépítésük után a jelenleginél lényegesen gazdaságosabb termelést tesznek lehetővé, bővítik a vállalat termékszerkezetét és nagymértékben javítják a gyártmányok minőségét.

Az új technológiák megvalósítása lényegesen javítani fogja az LKM energetikai helyzetét is.

2. *Gaál Tibor* az MVAE mb. fejlesztési főmérnöke ismertette a VI. ötéves terv jelenleg kialakítás alatt álló fejlesztési elképzeléseit. Részletesen, vállalatonként kitért az egyes megoldásokra. Összességében 27 MdFt értékű fejlesztés megvalósítása várható, míg a bővített igény 52 MdFt. Felhívta a figyelmet arra, hogy külön energiamegtakarítást eredményező fejlesztések nem szerepelnek a tervben. Közvetve azonban gyakorlatilag mindegyiknek van ilyen irányú eredménye.

Külön kihangsúlyozta, hogy a vállalatok energiamérlegük javítása érdekében a jelenleginél nagyobb mértékben vegyék igénybe az energiaracionalizálási állami támogatásokat. Ezeknek korszerű formája a fővállalkozásokban megvalósítható fejlesztésekben rejlik. A vaskohászatot érintően az EGI-t és a KGYV-t jelölték ki fővállalkozónak.

Ilyen konstrukcióban 36 % állami támogatást adnak. 74-re pedig a Fejlesztési Bank hitelt folyósíthat, melyet a ténylegesen jelentkező haszonból kell visszafizetni.

Gaál Z. emlékeztette a főenergetikusokat arra, hogy a Műszaki Szakigazgatói Tanács 1979. évi 4. sz. ülésén hozott határozat értelmében 1980. VI. 30-ig el kell készíteni a vállalatoknak a VI. ötéves tervre vonatkozó energiaracionalizálási javaslataikat. Különös jelentősége van ennek akkor, amikor a Kormány energiatakarékossági programot dolgozott ki, mely meghatározott energia megtakarítást ír elő és ehhez kilátásba helyezi állami támogatás biztosítását is.

3. *Molnár Gyula*, az MVAE főenergetikusa kiemelte Herendi Rezső műszaki igazgató et. azon megállapítását, mely szerint az LKM új technológiai fejlesztései jelentős mértékben fogják javítani az energia felhasználás hatékonyságát.

Felhívta a figyelmet a KGST VÁB energetikai és környezetvédelmi szekciójának programjára, mely elsőrendű feladatként a technológiákba való beavatkozást célozza meg az energiatakarékosság további növelése érdekében. Ez tekintendő az elkövetkező időkben elsőrendű feladatnak, de nem szabad figyelmen kívül hagyni az egyéb enerigamegtakarítási lehetőségeket sem, mint pl. a hulladékhő hasznosítási program folytatása, megfelelő energiastruktúra kialakítása és általában az energiagazdálkodás jó megszervezése.

4. A tagvállalatok főenergetikusai beszámoltak az 1979. évi energiatakarékossági tervek teljesítéséről. Elmondták azokat az intézkedéseket, amelyeket a terv teljesítése érdekében foganatosítottak és ismertették az 1980. évi energiatakarékossági tervüket.

Ezekből megállapítható, hogy az 1979. évre tervezett 78 319 eFt

tervet 96 844 eFt-ra sikerült teljesíteni annak ellenére, hogy a kokszellátásban, ill. az ezzel összefüggő fajlagos kokszfelhasználásban egyes vállalatoknál jelentős romlás következett be.

1980. évre a felsorolt intézkedések eredményeként a tervezett energiamegtakarítás

104 eFt

Az értekezlet megállapodott abban, hogy az MVEA az elhangzottak, valamint a már előzetesen megküldött beszámolók alapján elkészíti az 1979. évi energiatakarékossági terv teljesítéséről és az 1980. évi tervről szóló, valamennyi tagvállalatra kiterjedő beszámolóját, melyet a legközelebbi főenergetikusi értekezletig ismertet.

5. Az eredeti munkaprogramnak megfelelően vállalatonként került sor az V. ötéves tervben végrehajtott és a VI. ötéves tervre tervezett energiaracionalizálási fejlesztések ismertetésére.

Megállapodás történt olyan értelemben, hogy az MVAE 1980. V. hó végére közli a vállalatokkal, milyen formában készítsék el ezen anyagok összefoglaló ismertetését.

A vállalatok ennek figyelembevételével 1980. június 30-ig kidolgoznák a VI. ötéves tervben megvalósításra elképzelt energiaracionalizálási javaslataikat.

6. Az LKM vezetősége lehetőséget adott arra, hogy a főenergetikusok megtekintsék az új kombinált acélmű építkezését. Munkavédelmi okokból azonban csak egy áttekintő képet lehetett kapni.

Részletes ismertetést adtak viszont a Hámori Vaskohászati Múzeumban és az Ómassai Őskohóban tett látogatás során.

Az eddigi gyakorlatnak megfelelően a főenergetikusi értekezlet egyben az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Ipari Energiagazdálkodási Szakbizottság Vaskohászati Munkabizottságának ülése is volt. *(K. Z.)*

Szakosztály vezetőségi ülés márc. 25-én

A vezetőségi ülés megnyitása után *Hammer Ferenc* szakosztályi elnök felkérte *dr. Remport Zoltánt*, a Bíráló Bizottság vezetőjét, hogy ismertesse a Bizottság javaslatát az 1979. évi pályázatok díjazására. 1979-ben 10 pályázat érkezett be, ez az utóbbi években a legnagyobb szám. Közülük hetet javasoltak díjazásra:

Ifj. Baán István (LKM); *Horváth Tamás* (DV); *Molnár József—Bánhegyei Attila* (DV); *Platthy Elemér* (LKM); *Réti Tamás* (GTI); *Schmidt György* (OT) — *Zámbó József* (VASKUT); és *Szabó József* — *Fülöp József* (DV) pályázatát.

Az előterjesztés alátámasztására *dr. Remport Zoltán* ismertette a szakértő lektorok bevonásával készült indoklást. A továbbiakban kiemelte a nyertes dolgozatok magas színvonalát és hangsúlyozta a számbeli fejlődést is. Az előterjesztéshez *Pálvölgyi Henrik* szól hozzá. A Bíráló Bizottság javaslatát ezután a vezetőség egyhangúan elfogadta.

A 2. napirendi pontban *Óvári Antal* főszerkesztő tett javaslatot a BKL—KOHÁSZAT c. szaklapunk 1979-es évfolyamában megjelent kiemelkedő dolgozatok jutalmazására. A díjazásra javasolt dolgozatok a következők voltak:

Dr. Gulyás József (NME); *Sziklavári István* (LKM); *Rónaszéki Lászlóné—Solymár Márta—dr. Tardy Pál* (VASKUT); *Hevesi Imre* (OKÜ); *Altnéder János* (KGYV) és *dr. Tóth Tamás—Hanák János* (DV) cikkei.

A javaslattal kapcsolatban *Grega O., Selmeczi B., Stehlik L.* és *Pálvölgyi H.* tett fel kérdést. A javaslatot a vezetőség ezután ugyancsak egyhangúan elfogadta.

A 3. napirendi pontban Unger Ervin, a Hengerész Szakcsoport elnöke számolt be a VI. Országos Hidegalakító Konferencia szervezéséről. Elmondta, hogy a konferenciát Székesfehérvárott, a Technika Házában rendezik, a Fémkohászati Szakosztállyal és annak ott működő Helyi Csoportjával együttműködve. A konferencia időpontja: okt. 7—9. Kb. 250 fő részvételével számolnak, a korlátozott létszámú külföldit is beleértve. A konferencia előzetes programja a Tematikai Bizottság irányításával elkészült. Ismertette a konferencia lebonyolításának módját, a részvételi díjakat és a jelentkezés feltételeit. Végül bejelentette, hogy a következő, VII. Országos Hidegalakító Konferenciát Salgótarjánban szeretnék megrendezni. A beszámolót a vezetőség jóváhagyólag tudomásul vette.

A 4. napirendi pontban Dr. Tardy P. szakosztályi titkár adott tájékoztatást a II. Nemzetközi Nagytisztaságú Acél (Clean Steel) Konferenciáról. A konferencia egyesületünkön és a VASKUT-on kívül részt vesz az angol, francia és NSZK-beli kohászati egyesület, az IRSID és a JERNKONTORET. A konferenciára 1981. június 1—3. között Balatonfüreden kerül sor. A nemzetközi Tematikai Bizottság kialakította a programkeretet; az előadók felkérése folyamatban van. A szocialista országok előadóit egyesületünk, a többit a társrendezők kérik fel. A konferenciát a Balatonfüredi SZOT Szanatórium dísztermében rendezik meg, az elszállásolás a Marina és az Annabella szállodában lesz. Az előadásokat és hozzászólásokat angol, francia, német, orosz és magyar nyelven szinkron tolmácsoljuk. Hangsúlyozta a konferencia jelentőségét és kérte a támogatást a Szervező Bizottság munkájához. A beszámolót a vezetőség ugyancsak jóváhagyólag tudomásul vette.

Befejezésül először az elnök bejelentette, hogy szakosztályunk egy egyesületi érem adományozására tehet javaslatot, melyet a májusban esedékes közgyűlésen adnak át. Javasolta és indokolta, hogy szakosztályunk *Várszegi Zoltánt*, a Nyersvasgyártó Szakcsoport elnökét terjessze fel a kitüntetésre. A javaslatot a jelenlevők egyhangúan elfogadták.

Dr. Tardy Pál röviden ismertette a máj. 22-én, Tatabányán sorra kerülő közgyűlés programját. *Selmeczi Béla* bejelentette, hogy az egyesület működési rendjének kidolgozására vezetése alatt bizottságot hoztak létre, melynek szakosztályunk részéről *Grega O., Gruber I.* és *Dr. Tardy P.* is tagja. A bizottság megkezdte munkáját. Ezután felhívta a figyelmet a Fórum c. lapban olvasott javaslatra, miszerint az OMBKE központját esetleg vidékre helyezik. Kérte, hogy elnökségünk vizsgálja meg a javaslat hátterét és alakítsa ki álláspontját. *Szij Z.* javasolta, hogy a bizottság foglalkozzék a Helyi Csoportok problémáival is. *Liptay P.* kérte a helyi csoportok ellátmányának átutalását és tájékoztatást a Salgótarjánba tervezett történeti-múzeológiai rendezvényről. (TP—OA)

Klubdélután a KGYV Csoportnál áprilisban

A KGYV Helyi Csoportja ápr. 23-án 40 fő részvételével klubdélutánt tartott, mely alkalommal az energiaracionalizálási elképzelések érvényesítésének egyes kérdései kerültek megvitatásra.

A klubdélután első napirendi témája „Olvasztó és izzító kemencék füstgázainak hőhasznosítása sugárzó rekuperátorokkal" című előadás volt, amelyet Industrie Companie Kleinwefers cégvezetője *Adalbert Loksik* úr tartott.

Bevezetőjében elmondta, hogy vállalata 35 éve épít rekuperátorokat, konvekciós és sugárzó kivitelben. Korábban készültek öntött (tűelemes) rekuperátorok is, de az utóbbi idők árváltozásai a lemezből készült rekuperátorokat helyezték előtérbe. Ezek magas krómtartalmú (Ni nélküli) tisztán ferrites szövetszerkezetű anyagból készülnek 1250 °C füstgázhőmérsékletig revésedésmentesen használható anyagok. A rekuperátorok üzemeltetése ellen- és egyenáramban történhet, az utóbbi a gyakoribb kivitel.

A lemezből készült duplaköpenyes rekuperátorok egyszerű kéménybe építhető kivitele 6 méretben készül. Egyedi igényre természetesen terveznek és gyártanak nagyméretűeket is pl.: a japán Sumitomó részére szállítottak ∅ 3000 mm-es, 25 m magas rekuperátort is egy nagy teljesítményű tolókemencéhez. A duplaköpenyes rekuperátorokat az üvegipar előszeretettel alkalmazza, mivel egyenletes falhőmérséklet biztosítható.

A füstcsatornákba építhető rekuperátorok hajlított

és egyenes csővel készülnek. Ezek védelmét a korábbiakban vízpermetezéssel biztosították, ami bevált módszernek bizonyult. Az Egyesült Államokban centrifugálöntött csöveket használnak; kb. 18% Cr-ötvözetből.

Venezuelában (Puerto-Ordaz-ban) a KGYV által a Hevensa cégnél kivitelezett FeSi üzem létesítésével egyidőben egy direktredukciós üzemben (SIDOR) építettek egy U-csöves rekuperátort nagynyomású füstgázok előmelegítésére és a gázok szárítására.

Az eddigi tapasztalatok alapján feltétlenül fontos az optimális levegőelőmelegítési hőmérséklet meghatározása, mert pl. egy dupla előmelegítési hőmérséklet meghatározásánál a beruházási költségek megnégyszereződhetnek.

Az előadást mintegy 50 db diaképpel illusztrálta az előadó.

Második napirendi témában *Stark Bertalan* főkonstruktőr „Az energiatakarékosság érvényesítése a KGYV gyártmányszerkezetében és fejlesztési tevékenységében" címmel tartott nagyon színvonalas előadást.

Mindkét előadáshoz többen szóltak hozzá, köztük az ALUTERV, KOGÉPTERV, Dunai Vasmű, Csepel Művek, Energiagazdálkodási Intézet és TÜKI képviseletében meghívott résztvevők is.

Tölgyesi Zoltán

Műszaki és gazdasági hírek

A svédországi Luossavaara-Kiirunavaara RT vasércbányászata*

A Luossavaara-Kiirunavaara RT (LKAB) részvényei a svéd állam tulajdonában vannak. A vállalat fő tevékenysége vasércbányászat. Az LKAB-konszern vezérigazgatósága Stockholmban van. A konszern legnagyobb vasércbányája Észak-Svédországban, kb. 1000 km-re É-ra Stockholmtól, Kirunában van. A kirunai bányászat termelési kapacitása évi 23 millió tonna vasérc, beleértve a pellettermelést is. A másik vasércbányaüzem Malmberget, kb. 110 km-re DK-re fekszik Kirunától és ennek termelési kapacitása évi 7 millió tonna vasérc és pellet. A konszern termelési kapacitása tehát összesen 30 millió tonna vasérctermék. Az alkalmazottak összlétszáma kb. 8000 fő. Az 1979-évi termelés kb. 26 millió tonna volt.

A bányaüzemekből a termelés zöme (kb. 75 %) a svéd és norvég államvasúttal a norvégiai Narvik-i érckikötőbe kerül elszállításra. A narviki kikötő is a vállalat tulajdonában van. A narviki tengeröböl egész éven át jégmentes a Golf-áram hatása folytán és így a kikötő mindig hajózható. A termelésnek kb. 25 %-a, főleg Malmbergetből, a Botteni-tenger partján fekvő Luleá-i kikötőbe kerül elszállításra a svéd államvasúttal. Luleá kb. 250 km-re fekzisk DK-re Malmbergettől. A luleái tengeröböl néha befagy és így előfordulhat, hogy kéthárom hónapig nem hajózható. Tény, hogy az utóbbi években viszont jégtörőkkel sikerült egész éven át hajózhatóvá tenni ezt a kikötőt is. A luleái érckikötő is az LKAB tulajdonában van.

Kiruna kb. 30 000 lakost számláló város. Malmberget és a vele egybeépült Gällivare lakosainak száma kb. 25 000, míg Luleá nagyobb város a maga 80 000 lakosával. Egyebekben Luleában történik az ottani műszaki egyetemen a bánya- és geológusmérnökök kiképzése is.

A kirunai vasérc magnetit (Fe_3O_4). Az ércelőfordulásnak kb. 50 %-a foszforban gazdag vasérc. A foszfor az ércben apatit formájában fordul elő és ezért nevezik az észak-svédországi vasérceket apatitvasérceknek. Az érc vastartalma meghaladja a 65 %-ot, vagyis az előfordulás a rendkívül gazdag vasércek csoportjába tartozik. A foszforszegény érc — az ún. B-érc — foszfortartalma 0,1 % alatt van, míg a foszforgazdag érc — az ún. D-érc — foszfortartalma meghaladja az 1,5 %-ot is.

A kirunai érctelep átlagos vastagsága kb. 100 m, dőlése kb. 55° és kiterjedése kb. 4 km. Az ércvagyon 1,5—2,0 milliárd tonnára becsülhető. A legmélyebb kutató fúrások 1000 m mélyre vannak kihajtva és különösebb mennyiségi változást az ércelőfordulásban nem mutatnak. Minőségileg viszont a foszforszegény, vagyis az értékesebb érc növekedést mutat a foszforban gazdagabb érc rovására.

A bányaművelés teljesen gépesített. A jelenlegi fejtésmód az ún. osztószintes omlasztó fejtés. A szintosztás jelenleg 12 m. A szinteken kihajtott keresztvágatokból történik a vágatok felett meghagyott kb. 9 m vastag föteérc felfúrása és lerobbantása. Jelenleg folyik egy nagyon eredményes fejtési kísérlet, az ún. tárolásos osztószintes omlasztó fejtésmóddal.

A lerobbantott érc vágánynélküli szállítással, gumikerekes járművekkel kerül az ércgurítókba, majd onnan vasúton a törőállomásokhoz és azután skipszállítással az ércelőkészítőműbe.

Az egész szállítási folyamat automatizálva van. Így például a föld alatti ércvonatok villamosmozdonyain nincs mozdonyvezető sem, hanem a központi vezérlő állomásról elektronikus távirányítással történik a vonatok megrakása, továbbítása, ürítése, az érc törése és külszínre való felszállítása.

Az ércelőfordulás gyakorlatilag teljesen tiszta, vagyis mentes minden meddőbeágyazástól. A vágathajtásokból kikerülő érc nem is igényel dúsítást, hanem mint darabos vagy finom érc közvetlenül használható fel. Az osztószintes omlasztófejtésmód kellemetlen velejárója viszont a leomló fedőből bekeveredő meddőkőzet, amit azután az ércelőkészítőműből el kell választani az érctől. A korábban említett tárolásos osztószintes omlasztó-fejtésmód pont ezen a téren mutatkozik igen előnyösnek, mert az ércbe keveredő leomló meddőkőzet csak egy töredékét teszi ki ezzel a fejtésmóddal a jelenleg még használatos osztószintes omlasztófejtéssel szemben.

A termelés nagyobb része ma még nem kerül pelletezésre, hanem mint darabos és finom érc használható fel. Arra természetesen gondosan kell ügyelni, hogy az értékesebb, foszforban szegény magas vastartalmú érc, a foszforban gazdagabb ércektől teljesen elkülönítve kerüljön elszállításra, törésre a vasúti kocsikba, majd a kikötőkben az érchajókba. Megemlíthető ez alkalommal, hogy Narvikban már 235 000 tonnás hajó is került megrakásra.

Az LKAB jelenlegi pellettermelési kapacitása évi 9 millió tonna. A kívánalmaknak megfelelően készül bázikus, savas és direkt redukált pellet. Egy újabb nagyobb pelletüzem építése ebben az évben indul meg és ez 1981 közepén lép be a termelésbe.

Véleményünk szerint az LKAB magas vastartalmú (66—68 % Fe) pellettermékei a magyar vas- és acélgyártás szempontjából különösen érdekesek lehetnek, mert magas vastartalmú pelletek vegyítve alacsonyabb vastartalmú és magasabb salaktartalmú vasércekkel jelentősen megnövelhetik a kohókapacitást és ezzel viszonylagosan csökkenthető lesz a kohókoksz-felhasználás is, ami valutáris szempontból nem elhanyagolható körülmény.

Abban az esetben, ha Magyarország bentonit-előfordulásai alkalmasak a svéd vasércek pelletezéséhez, magyar bentonitok exportálása Kirunába elképzelhető és ezáltal a svéd pellettermékek esetleges importja Svédországból könnyebbé válhat. Az LKAB jelenlegi importbentonit szükséglete kb. évi 70 000 tonna.

Az LKAB-konszernhez még néhány leányvállalat is tartozik, amelyek különféle ásványok bányászatával,

* Előadásként elhangzott a svéd bányagépgyártó vállalatok jan. 15—16-án tartott szimpozionján Budapesten.

így többek között kvarc-, tűzálló anyagok és wolframércek termelésével is foglalkoznak (AB Forshammars Bergverk, AB Statsgruvor).

A konszernnek saját robbantóanyaggyára van Kirunában (Kimit AB), valamint egy 45 geológust foglalkoztató geológiai kutató vállalata (LKAB Prospektering AB) stockholmi székhellyel.

A konszern nemzetközi bányászati tanácsadó vállalata az LKAB International AB úgyszólván az egész világra kiterjedő bányaműszaki tanácsadással és generáltervezésekkel foglalkozik, felhasználva az egész konszern szakembereit. A vállalat tevékenységei közül ez alkalommal röviden a következőket említhetjük meg.

Kutató fúrásainknál sikerrel használjuk az ún. csuklós fúrószárat, mert ezzel egyetlen fúrólyukból eltereléssel több lyuk is fúrható az érctelepben különböző mélységben.

A törő állomások és a skip aknák töltőállomásai között nem függőleges érctároló gurítók vannak kihajtva. Az ércgurítókban a folyamatosan mozgásban levő érc természetesen nagy kopásnak teszi ki a gurítók biztosítatlan kőzetfalait, ami könnyen a gurítók tönkremenetelére vezethet. A gurítók sérült falainak kibetonozása viszont nem csak veszélyes vállalkozás, hanem hosszú időt is igényel. Szellemesen és nagyon gazdaságosan oldották meg a kirunaiak a sérült gurítók kőzetfalainak kibetonozását. A sérült gurítóba egy műanyagból készült, kellőképpen merevített ún. harisnyát bocsátottak le, mint zsaluzást. A harisnyát azután száraz homokkal töltötték meg és a homokkal megtöltött harisnya és a gurító kőzetfala közötti térségbe betont nyomtak be. A beton megszilárdulása után, a harisnya alatt meghagyott ércet és a harisnyába töltött homokot egyszerűen kieresztették és a harisnyát üresen kihúzták a gurítóból. Így a gurító biztonságosan kibetonozva készen állt használatra.

A foszforban gazdag és szegény ércek külön kezelése létfontosságú a minőségi termelés érdekében. Mivel a magas vastartalom általában alacsony foszfortartalomra utal, ezért vastartalmat meghatározó műszerrel meg tudjuk határozni a lerobbantott érc hovatartozandóságát, ami szükséges is, mert a különböző minőségű érceket az egész szállítási folyamat alatt elkülönítve kell kezelni.

A konszern egyik leányvállalata (AB Statsgruvor) wolframérc (schelit) bányászatával foglalkozik. A schelit flotálására egy új flotáló eljárást dolgoztunk ki.

A pelletek (golyók) osztályozására általunk kifejlesztett görgős osztályozó berendezést használunk égetés előtt. *(C)*

Hanságí Imre okl. bányamérnök Stockholm

Számítógépes eljárással irányított minőségi acélokat gyártó ívkemence

Krupp Stahlwerke (Südwestfalen A.G. Siegen) egy korszerű UHP ívkemencét helyezett üzembe 1978-ban. A kemence jellemző adatai: köpenyátmérő 6800 mm, befogadóképesség 100 tonna, a transzformátor beolvasztási teljesítmény 75 MVA. A kemencéből minőségi acélokat állítanak elő 60 t/h-t meghaladó fajlagos teljesítménnyel. A gyártási folyamatok ellenőrzésére és irányítására automatikus számítógépes szabályozó rendszert alkalmaznak.

A számítógépes irányítási rendszer az UHP kemencék üzemében a következő előnyökkel jár: az adagvezetés pontos ellenőrzése, villamos energiamegtakarítás és termelés növelés a gyártás közbeni holt idők csökkentésével, ill. kiküszöbölésével. Az adaggyártási folyamatok nyilvántartása segíti a kemence személyzet munkáját. Az irányított energiaadagolás csökkenti a tűzállófalazat kopását. A betét és ötvözőanyagok mennyiségének és minőségének pontos meghatározása anyagmegtakarítást eredményez. A hálózati terhelés ellenőrzésével csökkentik a villamosenergia költségeket.

A számítógépes irányítási rendszer egy éves folyamatos üzeme bebizonyította, hogy segítségével lehetőség nyílt az UHP kemence teljesítményének teljes kihasználására és az optimális minőségi és gazdasági eredmények elérésére.

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Mannesmann-DEMAG kifejlesztette a fenék csapolású ívkemencét

Mannesmann-DEMAG egy új acélgyártó kemencét fejlesztett ki, amely egyesíti az acélgyártásban a primér energia (olaj, földgáz) felhasználás előnyeit az új eljárás különleges adottságaival.

A sikeresen megoldott eljárás lényege a kemence fenéken keresztüli csapolás. Az új eljárást Thyssen Edelstahlwerke-vel együtt fejlesztették ki és sikeresen alkalmazzák. Elhagyták a kemence buktatást és ez új lehetőséget nyit a kemence kialakításában és üzemében.

A találmányt CPF (Combinad Process Furnace) elnevezéssel terjesztik. CPF eljárásnak különös előnye a korlátozott energia helyzetben, hogy csökkenti a hőveszteséget, a kemence oldalfal panelek hűtővizének hőtartalmát hasznosítja, a beolvasztáshoz primér energiahordozókat (olaj, földgáz) is alkalmaz és végül nagyobb a kemencék belső térfogata. Erősen ötvözött, különleges minőségű acélgyártásban nagy előny, hogy csapoláskor a levegő oxidáló hatása nem érvényesül, ezért kevesebb az acélok oxidzárvány tartalma. A tűzállóanyag költségek csökkennek, mert a kemence oldalfalakat vízhűtéses csőpanelekkel helyettesítik. Az új eljárásban nincs szükség csapolócsatornára és az öntőüstök tartóssága a kisebb igénybevétel miatt javul.

A fenékcsapolású ívkemence a kisebb beruházási- és üzemi költségek, valamint a fejlettebb gyártási technológia révén felülmúlja a hagyományos ívkemencéket. A helyi viszonyoktól függően lehetőség van a meglevő ívkemencék átalakítására és a költségcsökkentő technológia bevezetésére.

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Új, fenékfúvású, OBM-S eljárás bevezetése az amerikai National Steel vállalatnál

A National Steel vállalat fejlesztési programjában a meglevő két 300 tonnás oxigén konvertert a legújabban kifejlesztett OBM-S eljárásra tervezik átalakítani. Az OBM-S eljárás az eredeti OBM eljárásnak egy olyan továbbfejlesztett változata, amelyben a fenékfúvókákon keresztül olaj-oxigén keverékkel a hulladékot elő lehet melegíteni, a frissítési szakaszban a konvertergáz CO tartalmát a konverter felsőrészében másodlagos oxigénnel el lehet égetni és a felszabaduló hőt közvetlenül lehet hasznosítani.

Az OBM-S eljárásnak nagy előnye, hogy a hagyományoshoz képest nagyobb mennyiségű hulladékvasat lehet felhasználni, amely bizonyos mértékben függetleníti az acélgyártást a nagyolvasztók termelésétől. Az olcsóbb hulladékvas felhasználás csökkenti az acél önköltségét. A hagyományos oxigénes konverterbe felülről adagolják a betétanyagot és vezetik be az oxigént, míg az OBM-S eljárásnál a frissítésre szolgáló oxigént alulról és felülről is egyidejűleg alkalmazzák. Salakképzőanyagot pl. égetett meszet és az ötvözőanyagokat alulról és felülről is lehet adagolni. Ez a fejlett gyártási technológia nagy termelékenysége mellett energia megtakarítást is eredményez, mert kevesebb folyékony nyersvasat használnak a gyártáshoz.

A 300 t-s konverterek átalakításakor fenékfúvókákat építenek be a szükséges vezeték rendszerrel együtt. Ezeken keresztül vezetik a hulladék előmelegítéséhez szükséges olajat és oxigént, illetve a frissítési szakaszban az oxigént és a fúvókák hűtésére is szolgáló földgázt.

Jelenleg a betéthez 30 % hulladékot és 70 % folyékony nyersvasat használnak. Az OBM-S eljárásban a hulladék mennyiségét 10—15 %-kal lehet növelni.

Az átalakított 300 t-ás konvertereket 1981 év elején fogják üzembe helyezni.

(Iron and Steel Engineer 1979, Dec.)

Új ötvözött acél folyamatos öntőmű az amerikai Carpenter nemesacélműben

6 millió dollár értékben egy új folyamatos acélöntő berendezést helyeztek üzembe az amerikai Carpenter

vállalatnál. Amerikában ez volt az első olyan folyamatos öntőgép, amelyet kizárólag ötvözött acélok öntésére használnak a rudat és huzalt gyártó integrált nemesacélműben.

A folyamatos öntőgépet a Concast vállalat szállította. Az egyszálas öntőgépen 17 t acélt 45 perc alatt lehet leönteni. Az öntési művelet részfolyamatait egyszerűsítették és rövidítették, ezáltal növelték az öntőgép teljesítményét, javították a buga minőségét és a kihozatalt. Ez utóbbi azért is fontos, mert a termékek átlagos ára 4,5 $/kg, azaz e csekély kihozatal javulás is nagy megtakarítást jelent.

Az új folyamatos öntőgép két év alatt készült el. 50 féle acélminőséget öntenek, többek között martenzites, ferrites és ausztenites saválló acélt, ötvözött szerkezeti acélt, szerszámacélt és gyorsacélt. Az öntött termékek mérete: 132×132 mm, 185×185 mm és 230×230 mm-es négyzetbuga, 305×355 mm-es négyszögbuga, 100×185 mm- 100×355 mm-es lapos szelvény és 250 mm átmérőjű körszelvény. A berendezés különleges jellemzője a három szakaszra osztott hűtőzóna, a relatív nagy, 12 m-es öntési sugár és a 15 perces kristályosító csereidő. Az öntési sebesség max. 3,3 m/perc, amely azonban függ az öntött szelvény méretétől és az acél minőségétől. Az eddig elért kihozatal javulás 5—10 %. Hőenergia megtakarítás az újramelegítés és a hengerlés elmaradása révén 2,6 GJ/t (0,62 Gcal/t).

Az acélt ívkemencében, illetve AOD konverterben gyártják. Argon gáz átkeveréssel kiegyenlítik az acél hőmérsékletét. Az öntés bemerülő tűzálló kagylón keresztül történik a 760 mm hosszú rézkristályosítóba. A három szakaszos hűtőzónán lehűtött és megdermedt szálat három hidraulikus szabályozású egyngető hengerpáron vezetik keresztül és fémporos lángvágóval a kívánt méretre darabolják.

Az öntőberendezést az erősen ötvözött acélok öntésére tervezték, ezért a hűtőszakaszban a vízmennyiséget számítógépes irányítással szabályozzák. A nagy, 12 m-es öntési sugár lehetővé teszi a legkényesebb ötvözött acélok hibamentes leöntését is.

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Folyamatosan öntött laposbuga hűtőberendezés Great Lakes Steel vállalatnál

A bugahűtő berendezést a nyugatnémet Bergwerk u. Walzwerk Maschinenbau Duisburg szabadalma alapján az amerikai Blaw-Knox vállalat gyártotta és helyezte üzembe. A gyors bugahűtésnek számos előnye van. A hideg bugakészlet jobban áttekinthető és ellenőrizhető. A felület minősítése hatékonyabb, mert a bugák felülete gyakorlatilag revementes. A vízben hűtött bugák pontosan megőrzik eredeti mértani alakjukat, nem következnek be olyan deformálódások, mint a levegőn rakásban hűtött bugáknál.

A hűtőrendszer lényege, hogy a görgőn kifutó bugákat függőleges helyzetbe állítják és egy futódaru a görgősor melletti oldaltámaszokkal ellátott hűtőmedence 16 befogadóhelyének egyikébe süllyeszti. 30 perces hűtés után a daru a lehűlt bugát visszahelyezi a görgősorra és azt a bugaraktárba továbbítják.

Amerikában ez volt az első bugahűtőberendezés és ezért az üzembehelyezés sok új tapasztalatot adott a tervező és gyártó vállalatok részére. Great Lakes-i öntőgépen öntik a világ legnagyobb laposbugáit, amelyek szélessége 2650 mm, vastagsága 240 mm és hossza 10 méter. Tömege megközelíti az 50 tonnát. A folyamatos öntőgépen évente 1,5 millió tonna laposbugát gyártanak.

A bemerülő hűtésnek több előnye van a levegő vagy vízsugárpermetező hűtéssel szemben. Megállapították, hogy egy olyan laposbuga folyamatos öntőműhöz, mint a Great Lakes-i levegőhűtés esetén 3700 m², permetező vízhűtés esetén 2800 m² és bemerülő hűtés esetén csak 465 m² területre van szükség.

A folyamatos öntőgép kapacitását növelték azáltal, hogy az eredetileg két szálas berendezés helyett csak egy dupla széles bugát öntenek, amelyből a hengerműi igényeknek megfelelően, hosszirányú lángvágással a kívánt méretű bugát állítanak elő. Az ilyen technológiához nagyon sima felületű, pontos és egyező méretű, lehetőleg revementes bugára van szükség. A bemerülő vízhűtéssel biztosítani lehet a felsorolt minőségi követelményeket.

A 650—700 °C hőmérsékletű buga a kifutó görgősoron egyenletesen felfekszik és alakját megtartja a függőleges helyzetbe történő fordításkor és a hűtőmedencéhez történő szállításkor. A meleg buga a hagyományos szállításkor behajlik, mert csak a középső részen van felfüggesztve. A hűtőmedencében a buga teljes szelvényében egyenletesen hűl le, helyi feszültség okozta vetemedés és revésedés nélkül. A hűtés közben képződött csekély reveréteg meglazul és a vízmozgás hatására leválik. A revementes buga ellenőrzését a görgősoron szállítás közben is el lehet végezni. A bugák hosszirányú darabolását külön csarnokban gépesített mozgatású lángvágó berendezéssel végzik.

A folyamatosan öntött laposbuga bemerülő hűtését alkalmazzák még Dél-Afrikában, az NSZK-ban és Japánban is.

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Új eljárás az 1000 °C hőmérsékletű bugák felületi hibáinak meghatározására

A svéd Bergstrand Kvalitetskontroll A. B. (Ostersund) vállalat egy új eljárást dolgozott ki az 1000 °C hőmérsékletű lapos és négyzetes bugák felületi hibáinak kimutatására. Lehetővé válik a meleg bugák felületi hibáinak lehűtés nélküli javítása lángfúvatással. A hagyományos eljárásban a bugákat lehűtik, a felületi hibákat szemrevételezéssel megjelölik és kijavítják. A hengerlés előtt újra fel kell melegíteni a szükséges hőmérsékletre.

Az új eljárásban felesleges az újra melegítés, ezért nagy mennyiségű energiát lehet megtakarítani. Svédországi hengerművekben évi 1 millió barrel (146 ezer tonna) fűtőolajat, az Egyesült Államokban évi 35—40 millió barrel (5,1—5,85 millió tonna) fűtőolajat lehetne megtakarítani a svéd vállalat szerint.

A Bergstrand eljárás indukált örvényáram hatáson alapszik. A buga felületi és anyaghibái az indukált mágneses erővonalakat eltérítik és a zavart a vizsgáló tekercs jelzi. Az örvényáram érzékelők forgó tárcsákon vannak és több tárcsa zegzugos elhelyezése révén lehetőség nyílik a teljes bugafelület letapogatására. Az érzékelők és a vizsgálati tekercs áramkörének ellenállás változását mikro számítógépes elemzőbe táplálják. Az elemző alkalmas a súlyos, a kisebb és a felület alatti hibák kimutatására. Az első a legfontosabb, azért az elemző a hiba típusát is, terjedelmét is megjelöli. A Sandvik acélműben a berendezés kipróbálása során mesterségesen kialakított hibákkal ellenőrizték a megbízhatóságot és megállapították, hogy a durva felületen a 0,5 mm mély hibák jelzésére is alkalmas a berendezés.

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Saválló acél szalag gyártókapacitás bővítése

Jones-Laughlin Steel Corp. amerikai cég 10 %-kal növelte a saválló acél szalag termelését egy új 14 millió $-os folytatólagos szalagpácoló és hőkezelő sor üzembehelyezésével. A sor alkalmas 1600 mm széles saválló szalagok folyamatos kikészítésére kétszer olyan sebességgel, mint a már meglevő soron.

A vékony szalag az első szakaszban a hőkezelő kemencén halad keresztül, ahol 1150 °C hőmérsékletre hevítik és lassan lehűtik. Ezzel a hőkezeléssel kilágyítják a szalagot a további hideg hengerlés előtt, vagy a lágyított szalagot késztermékként értékesítik.

A hőkezelés után a szalag áthalad egy folytatólagos pácoló során, ahol a pácolótartályokban a meleg sav a hőkezelés közben keletkezett reveréteget a szalag felületéről eltávolítja. A felületet ezután vízzel lemossák, szárítják és újra tekercselik tovább feldolgozásra vagy kiszállításra.

Az új hőkezelés és pácoló soron különleges saválló acél, karbon- és ötvözött acél szalagokat lehet kikészíteni. *(ÉL)*

(Iron and Steel Engineer 1979. Dec.)

Könyvismertetés

Vitalij Mihajlovics Gorickij—Vladimir Fedorovics Terent'ev: Fémek szerkezete és fáradásos törése

A „Metallurgija" kiadó gondozásában 1980 év elején megjelent 207 oldal terjedelmű könyv a törések egyik jellegzetes, a gyakorlatban igen gyakran előforduló esetével, a fáradt törésekkel foglalkozik. A kifáradás, ill. ezen belül az anyagok ismétlődő igénybevétel hatására bekövetkező károsodásának folyamatát döntően két tényező határozza meg. Egyrészt az igénybevétel jellemzői, másrészt az anyagok azon képessége, ahogyan a terhelésre reagálni tudnak. Ezen képesség, tulajdonság hordozója az anyag szerkezete, mellyel a 21 táblázatot, 75 ábrát és 218 irodalmi hivatkozást tartalmazó könyv foglalkozik. A nyolc fejezetet magába foglaló könyv jelentőségét és fő erényét az adja, hogy igyekszik részletes és mégis áttekinthető képet adni a repedés keletkezésében és terjedésében döntő szerepet játszó anyagi, anyagszerkezettani paraméterekről.

Az első fejezet, mely V. F. Terent'ev munkája, a fémek és ötvözetek ciklikus felkeményedésének és ciklikus lágyulásának alapvető törvényszerűségeivel foglalkozik. A fáradás folyamatát és vizsgálati lehetőségeit meghatározó előző fogalmak (képességek) definiálása után áttekintést ad a szövetszerkezet, a szilárdsági jellemzők és a ciklikus lágyulás, ill. felkeményedés kapcsolatáról, valamint ezen képességeknek a fáradt repedés terjedésében betöltött szerepéről.

A második fejezet, melynek összeállítása V. M. Gorickij nevéhez fűződik, a repedésterjedés mikromechanizmusaival foglalkozik. Elemzi a törési morfológia és a makroszkópikus repedésterjedési jellemző — a fáradt repedés terjedési sebességének — kapcsolatát.

A harmadik fejezet, mely a szerzők közös munkája, az egyfázisú anyagok ismétlődő igénybevétel hatására bekövetkező károsodását foglalja magába. A károsodás mértékét a diszlokációs szerkezet megváltozása híven tükrözi, így ennek jellemzői, valamint azt befolyásoló tényezők ismerete alapvető fontosságú a kifáradás természetének megismerése szempontjából. E folyamatokat, ezek kölcsönhatását és a repedés keletkezésében betöltött szerepüket elemzik a Szerzők.

A negyedik fejezetben a szerzők egyike — V. M. Gorickij — ugyanezeket a kérdéseket tárgyalja kiválásosan keményedő ötvözeteknél. A fő figyelmet az öregedő alumíniumötvözetek fáradási ellenállásának taglalására és a szövetszerkezeti jellemzők kapcsolatának elemzésére fordítja.

Az ötödik fejezetben — mely V. M. Gorickij munkája — szintén a harmadik fejezetben felvetett kérdések megtárgyalására kerül sor, de acéloknál. Ezen anyagok fontosságát, felhasználásának mértékét, a felgyűlt ismeretanyagot tükrözi az is, hogy a könyvnek ez a leghosszabb — mintegy 40 oldal terjedelmű — fejezete. E részben kerülnek bemutatásra az edzett és megeresztett acélok szerkezeti jellemzői, valamint ezeknek a repedés keletkezésében és terjesztésében betöltött szerepe. A fő figyelmet a térben középpontos kocka rácsú fémekre igen jellemző szerkezeti instabilitás, valamint az ezt befolyásoló tényezők megismerésére fordítja a szerző. A szövetszerkezeti jellemzők hatását kiválásosan keményedő Fe—C ötvözeteknél vizsgálja. Elemzi az edzett és megeresztett acéloknál a megeresztés hőmérsékletének a repedés keletkezése és terjedése feltételeire gyakorolt hatását. Kitér az alacsony és magas hőmérsékletű fáradás folyamataira, annak jellegzetességeire is.

A hatodik fejezetben V. M. Gorickij rámutat a nem fémes zárványoknak a kifáradási jellemzőkre és a törés morfológiájára gyakorolt igen jelentős hatására.

A Szerzők közös munkáját ismertető hetedik fejezet a kifáradási határ és az ismétlődő igénybevételhez tartozó szilárdság kérdését tárgyalja. Egyik legfontosabb kérdés, hogy elvileg és gyakorlatilag létezik-e olyan ismétlődő feszültség, melyet az anyag végtelen ismétlődési számmal elbír, azaz létezik-e fizikai értelemben vett kifáradási határ. Ha igen, miért és hogyan függ ez a kristályrács típusától, az ötvözőktől, szennyezőktől, diszlokációs struktúrától fstb.; egyszóval a szerkezeti jellemzőktől. E kérdések tárgyalása mellett a Szerzők a szemcsenagyság és a kivált karbidok hatásával is foglalkoznak.

Az utolsó, a nyolcadik fejezet — melyet a Szerzők közösen állítottak össze — a korábbiakban bemutatott ismeretanyag tudatos hasznosítási lehetőségeit tárgyalja, azaz elemzi mindazon lehetőségeket, melyek az acélok és ötvözetek kifáradással szembeni ellenállását növelik. Itt elsősorban a felületkeményítési eljárások, termomechanikus kezelések, bevonatok, feszültség alatt végzett megeresztés, maradék austenit mennyiségének szabályozása, valamint az előzetes ismétlődő túlterhelés nyújtotta lehetőségeket tekintik át.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Szerzők e könyvükben olyan ismeretanyag bemutatására vállalkoztak, amely összekapcsolja az anyagszerkezeti (mikroszkópikus) jellemzőit és a mechanikai (makroszkópos) tulajdonságok egyikét az ismétlődő igénybevétellel, a kifáradással szembeni ellenállást. Ismereteink jelenlegi szintjénél természetes törekvésnek tekinthető az, hogy a tulajdonságok hordozói, az anyag összetétele és szerkezeti (mikroszkópikus) jellemzői alapján egyes mechanikai tulajdonságokra tudjunk következtetni. Ezen elgondolások az egyes jelenségek, folyamatok alaposabb megismerését teszik lehetővé, és ezen keresztül tudatos befolyásolhatóságát teremtik meg.

A könyv tartalmát, felépítését tekintve elsősorban gépész- és kohómérnökök körében tarthat számot jelentős érdeklődésre, de mindazon szakemberek számára hasznos információkat nyújt, akik az acélok és alumíniumötvözetek törésével, fáradásával és hőkezelésével foglalkoznak.

Dr. Tóth László
tud. munkatárs

Kitüntetések

A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa hazánk felszabadulásának 35. évfordulója alkalmából Állami Díjat adományozott megosztva a vaskohászatban felhasznált energia csökkentésében elért jelentős eredményekért a Dunai Vasmű alábbi dolgozóinak:

Dr. Hauszner Ernő okl. kohómérnök, oszt.-vezetőnek,
Kuslits Tibor okl. kohómérnök, főenergetikusnak,
Makray Tibor okl. kohómérnök, Kohászati gyáregység műszaki vezetőnek,
Dr. Répási Gellért okl. kohómérnök, műszaki igazgatónak,
Vata László okl. kohómérnök, Kohászati gyáregység technológiai vezetőnek,
Verbó István okl. kohómérnöknek, a PB titkárának.

★

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa — kiemelkedő munkássága elismeréseként, 60. születésnapja alkalmából ápr. 29-én — *dr. Prohászka Jánosnak*, a Budapesti Műszaki Egyetem egyetemi tanárának, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjának a Munka Érdemrend arany fokozatát adományozta.

(A kitüntetésekhez szívből gratulálunk. Szerk.)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY ERNŐ

Új eljárás vasdús bauxitok komplex feldolgozására*

DR. ZÁMBÓ JÁNOS DR. MOLNÁR LAJOS DR. SIKLÓSI PÉTER
okl. vegyészmérnökök

Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet

DK: 669.712.032 + 669.712.111.2

A bauxitok komplex feldolgozására irányuló korábbi kísérletek rövid összefoglalása. Részletes ismertetése az új eljárásnak: a vastartalom zömének eltávolítása a bauxit ammóniumkloriddal történő hevítése útján. A termék vas (III) hidroxid. Az ammóniumklorid elvileg teljes egészében visszanyerhető. A keletkező kis vastartalmú bauxit jobb kémiai összetétele révén különösen kedvezően dolgozható fel a hagyományos Bayer-eljárással. A Bayer-rendszerű feltárás maradéka főleg nátrium-alumínium-szilikátokból áll, így a marónátron és a timföld veszteségek viszonylag gazdaságos módon csökkenthetők.

Bevezetés

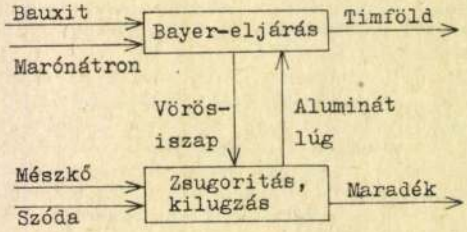
A magyar bauxit közepes és gyenge minőségű. Az elmúlt évtizedben a magyar timföldgyárak 50—52% Al_2O_3-at és 6—7% (zömében reaktív) SiO_2-t tartalmazó ércet dolgoztak fel. Ez viszonylag nagy timföld és marónátron veszteséget okozott, amelynek nagy része a vörösiszapban jelent meg, kötött formában. A sorosan kombinált Bayer zsugorító eljárás *(1. ábra)* alkalmazása elég kézenfekvőnek tűnhet az ilyen bauxitok feldolgozására, de nagy vastartalmuk (20—25% Fe_2O_3, ami 40—45% Fe_2O_3-at eredményez az iszapban) megakadályozza az említett eljárás használatát, mert nagy mennyiségű ballaszt anyagot jelent a zsugorító lépcsőben és a zsugorítási hőmérséklettartomány (a reakció beindulásától az elegy megolvadásáig) erős összeszűkülését. Annál is inkább logikusnak látszott, hogy megpróbáljuk az iszap vastartalmát a zsugorítás előtt (vagy alatt) kinyerni, mivel Magyarország nem rendelkezik számottevő mennyiségű vasérccel, és tengerparttal nem rendelkező ország lévén nagy szállítási költségeket kell viselnie, ha importálja a vasércet.

Kísérletek magyar vörösiszapok feldolgozására

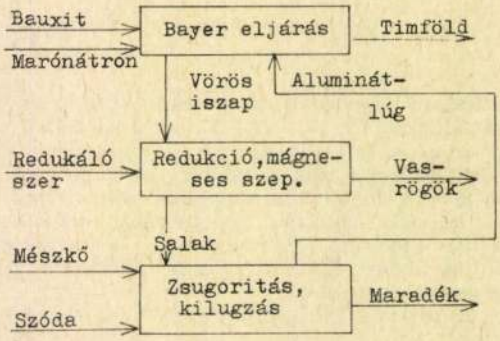
Az első kipróbált eljárás a Krupp-Renn eljárás átalakítása volt vörösiszapra [1]. (Módosított soros kombinált eljárás, *2. ábra.*) Ez egy forgókemencében, az olvadási hőmérséklet alatt (1250—1350 °C-on) végrehajtott redukciós lépést tartalmaz, amelynek során vasrögök és nátrium-alumínium-szilikát salak képződnek. Ezek hűtés és törés után mágnesezéssel elválaszthatók egymástól és a salak a hagyományos zsugorító eljárással a nefelinhez hasonlóan feldolgozható. Ezt az eljárást mind kísérleti üzemi, mind nagyüzemi méretben kipróbálták. Előnye a viszonylag kis redukciós hőmérséklet és a nagy kihozatal mindhárom hasznos komponensre: 80—85% vasra, legalább 85% Al_2O_3-ra és Na_2O-ra. Minthogy a kilúgzási maradék főleg dikalcium-szilikátból áll, ez felhasználható cementgyártásra. Ebben az esetben az eljárás környezetvédelmi szempontból is vonzó. Hátránya a nagy fűtőanyag és beruházási költségekkel járó kétszeri hőkezelés és a gyenge termékminőség, ugyanis a vasrögök kb. 1—1% kenet és foszfort tartalmaznak, tehát további finomítást igényelnek.

A két nagy hőmérsékletű lépés egyikének elhagyása esetén a meszet a kohászati lépés során kell bevinni a folyamatba [2], de ebben az esetben jelentős mennyiségű (kb. 40%-nyi) Na_2O elvész, még a füstgázzal való rövid tartózkodási idő mellett is, és elég sok kilugozhatatlan gehlenit ($2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$) képződik a kívánt nátrium-aluminát és dikalcium-szilikát mellett. Ennél az eljárásnál mind az Al_2O_3, mind a Na_2O kihozatal meglehetősen kicsi.

Ez a probléma megoldható az iszap Na_2O tartalma túlnyomó részének meszes kausztifikálása segítségével, egy viszonylag olcsó hidrokémiai folyamatban való kinyerésével. Ebben az esetben az iszap több mész jelenlétében lényegesen nagyobb



1. ábra. Soros kombinált Bayer zsugorító eljárás



2. ábra. Módosított soros kombinált eljárás

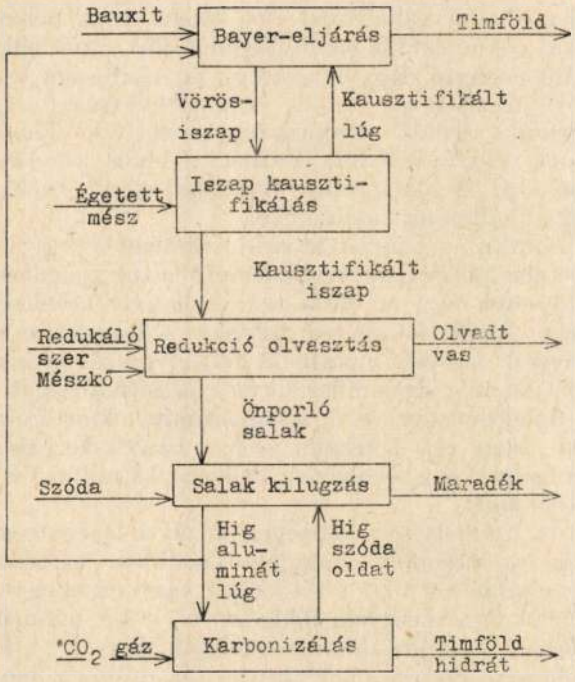
* Előadásként elhangzott az ICSOBA cagliari konferenciáján, 1979. szeptemberében.

hőmérsékleten redukálható, amikor is jobb minőségű vas és dikalcium-szilikátot, valamint kalcium-aluminátot, de jóval kevesebb gehlenitet tartalmazó önporló salak keletkezik. Ennek a salaknak a kilúgzási maradéka kiválóan alkalmas cement gyártására, hiszen dikalcium-szilikát és kalcium-karbonát benső keverékéből áll, elég kis mennyiségű szennyezőkkel. (Ezt az eljárást *(l. 3. ábra)* *Bücsin* és *Kudinov* [3] dolgozták ki kis Na_2O tartalmú vörösiszapok feldolgozására.) Az eljárás hátrányai a külön (igaz, hogy hidrotermális) kausztifikálási lépcső; a CaO-igény egy részét égetett mésszel kell fedezni; híg Na_2CO_3 oldatot kell használni az önporló salak kilúgzására, ami az oldat egy részének karbonizálását igényli; a karbonizálási lépcsőben gyengébb minőségű timföld állítható elő.

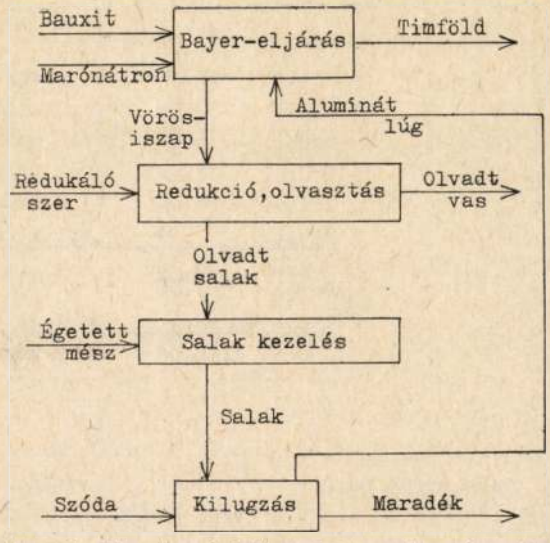
Egy másik lehetőség egylépcsős eljárásra, elvileg kisebb lúgveszteségekkel, az iszap redukálása és megolvasztása CaO bevitele nélkül, az olvadt vas és salak leválasztása és a salak elegyítése égetett mésszel [4] (l. *4. ábra)*. A gyakorlatban elég nagy (40—70%-os) Na_2O veszteségeket tapasztaltunk. A vas melléktermék erősen szennyezett volt.

A vas kinyerése bauxitból

Az előzőekben ismertetett eljárásokkal járó nagy energia és beruházási költségek és egyéb problémák vezettek arra a gondolatra, hogy a bauxit vastartalmának zömét a Bayer eljárás szerinti feldolgozás előtt vonjuk ki. A szakirodalomban számos fizikai [5—7], kémiai [8—19] és biológiai [20] módszer található a vas eltávolítására. Egyik-másik kémiai eljárás igéretesnek látszik, bár a javasolt reagensek jó részének szelektivitása nem túl nagy és némelyik eljárás gazdasági életképessége kétséges.

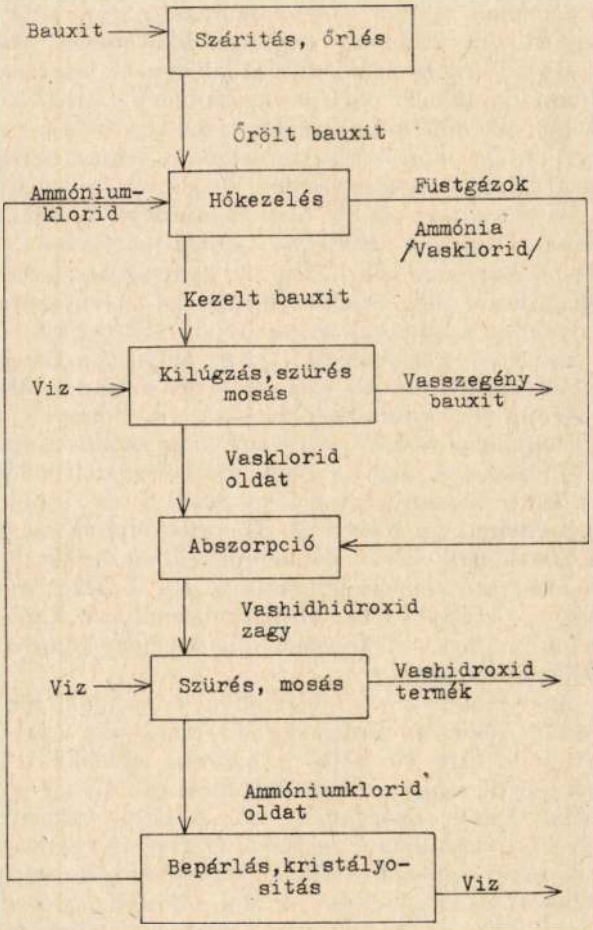


3. ábra. Egylépcsős redukció (Bücsin—Kudinov eljárás)



4. ábra. Egylépcsős redukció (salak összekeverése mésszel)

Nagyon kedvező tulajdonságú vegyszert találtunk a vas eltávolítására az ammóniumkloridban [21], [22]. Ez az anyag a bauxit kezelésének hőmérsékletén (330 °C körül) ammóniára és sósavra disszociál, a sósavgáz reagál a bauxit vasoxid tartalmával és a képződő vaskloridok (a kezelés hőmérsékletétől függően) részben elpárolognak, részben a kezelt bauxitban maradnak és vízzel kioldhatók belőle. A maradékot szűrik és kimossák,



5. ábra. Vaskinyerés ammóniumkloriddal

Bauxit		
Al_2O_3	50.0%	205.0 kt/a
Fe_2O_3	22.0%	90,2 kt/a
SiO_2	6.0%	24.6 kt/a
TiO_2	2.5%	10.3 kt/a
Izz.v.	18.0%	73.8 kt/a
Egyéb	1,5%	6.1 kt/a
Száraz anyag	100.0% / 82.0%	410.0 kt/a
Tap.nedv.	18.0	90.0 kt/a
Össz.:	100.0%	500.0 kt/a

Vasszegény bauxit		
Al_2O_3	69.4%	202.3 kt/a
Fe_2O_3	4.7%	13.7 kt/a
SiO_2	8.4%	24.3 kt/a
TiO_2	3.5%	10.3 kt/a
Izz.v.	12.0%	35.1 kt/a
Egyéb	2.0	5.8 kt/a
Száraz anyag	100.0% / 60.0%	291.5 kt/a
Tap.nedv.	40.0%	194.3 kt/a
Össz.:	100.0%	485.8 kt/a

Vashidroxid termék		
Al_2O_3	3.0%	2.7 kt/a
Fe_2O_3	85.3%	76.5 kt/a
SiO_2	0.3%	0,3 kt/a
TiO_2	-	-
Izz.v.	11.0%	9.9 kt/a
Egyéb	0.4%	0.3 kt/a
Száraz anyag	100.0% / 90.0%	89.7 kt/a
Tap.nedv.	10.0%	10.0 kt/a
Össz.:	100.0%	99.7 kt/a

6. ábra. Ammóniumklorid segítségével történő vaskinyerés bruttó anyagmérlege (500 kt/a nedves bauxitra)

az elgőzölgött kloridokat a mosóvízben elnyeletik a termikus disszociációból származó ammóniával együtt. Az utóbbi a vaskloridokkal reagál vashidroxid csapadék képződése közben. A keletkező ammóniumklorid oldatot bepárolják és kristályosítják, az ammóniumkloridot visszavezetik a folyamatba. Az eljárás egyszerűsített folyamatábrája az *5. ábrán*, bruttó anyagmérlege a *6. ábrán* látható.

Amint azt az utóbbi ábra bemutatja, az eljárás erősen dúsított bauxitot szolgáltat, amelyből 2 t-nál kevesebb kell 1 t timföld gyártásához (szemben a kezeletlen ércből szükséges 2,4 t/t-val száraz anyagban számolva), és amelyből csak 0,7 t/t feltárási maradék képződik (1,2 t/t helyett) a Bayer-eljárás során. Minthogy ez a feltárási maradék főleg nátrium-alumínium-szilikátokból áll, könnyen és viszonylag olcsón feldolgozható mész-szódás zsugorító eljárással, vagy nyomás alatti kausztifikálással [23], visszanyerve értékes nátron- és timföldtartalmának jó részét. A zsugorító eljárás maradékának nagy része dikalcium-szilikát, tehát felhasználható cement gyártására. Ha ez megtörténik, a timföldgyártás környezetszennyező hatása a minimumra csökkenthető, hiszen nem képződik szilárd hulladék.

Az eljárásnak további előnyei is vannak, ha a bauxit jelentős mennyiségben tartalmaz karbonátokat. Egy 10 millió tonnányi, egyébként jó minőségű magyar bauxitelőfordulás (Nagyegyháza—Mány—Csordakút) kb. 6—7% szideritet (Fe_2CO_3) tartalmaz, melynek karbonát tartalma sok zavart okozna a Bayer-eljárásban, de amely teljesen kiküszöbölhető az ammóniumkloridos eljárással (vagy bármely más eljárással, mely savat használ az érc kezelésére). A legtöbb magyar bauxitban 1—2% kalcit és dolomit formájában jelentkező karbonátokat ugyancsak elbontja az új eljárás.

Az eljárás egyéb előnyei közé tartozik a vasásványok rácsába zárt timföld kiszabadítása; a bauxit szervesanyag tartalma jelentős részének elroncsolása; végül a V_2O_5 kihozatal jelentős növelése a Bayer-eljárásban, így megnövelve a magyar timföldgyárakban melléktermékként kinyert V_2O_5 hozzáférhető mennyiségét. Az új eljárás szerint termelhető vashidroxid elég tiszta, csak néhány oxid szennyezi kis mennyiségben. Bár gond nélkül feldolgozható nagyolvasztóban is, tisztasága lehetővé teszi, hogy festék- és ferritgyártásra vagy speciális acélok előállítására használják. Különleges célokra tovább tisztítható lúgos kezeléssel (az Al_2O_3 és a SiO_2 eltávolításával) vagy a technológiába illesztett ioncserével.

Miután az eljárást laboratóriumban és egy kisméretű kísérleti egységben kipróbáltuk, jelenleg a kísérletek egy 50 kg/h száraz bauxit kezelésére képes kísérleti üzemben folynak. A kísérleti eredmények nagyon biztatóak, teljes egészében bizonyítják az eljárás műszaki megvalósíthatóságát.

Az előzetes gazdaságossági számítások arra utalnak, hogy egy 500 kt/év nedves bauxit kezelésére szolgáló üzem beruházási költsége 15 millió US $ körül lehet.

Az üzemeltetési költségek közül a legfontosabbak a különféle energiahordozókhoz tartozók. Az eljárás kb. 0,07 t fűtőolajat vagy ezzel egyenértékű mennyiségben földgázt, 0,7 t kis nyomású gőzt és 70 kWh villamos energiát igényel 1 t feldolgozott nedves bauxitra (bár az utóbbi zöme a kisnyomású gőzből ellennyomású turbinában meg-

termelhető). Elméletileg az ammóniumklorid teljes mennyisége visszanyerhető, csak a mechanikai veszteségeket kell pótolni. A kísérleti üzem adatai szerint kb. 10 kg ammóniumklorid/t nedves bauxitra lehet szükség. Természetesen sósavat és ammóniát is használhatnánk ammóniumklorid helyett, annál inkább, mivel e két komponens veszteségei minden bizonnyal nem pontos sztöchiometriai arányban lépnének fel. Kb. 40 fő üzemeltethetné az egységet, a meglevő timföldgyárak karbantartó személyzete biztosíthatná a szolgáltatási hátteret.

Az eljárás gazdasági életképessége nagymértékben attól függ, vajon a vashidroxid termék képes-e viselni a komplex eljárás első lépésének költségeit. Ha igen, a Bayer-eljárás előnyei egyértelműen igazolják az eljárás alkalmazását. Minthogy a Bayer-rendszerű feltárás maradékának összetétele nagyon hasonlít a Szovjetunióban gazdaságosan feldolgozott nefelinekére és sem bányászati, sem szállítási költségek nem terhelik, a zsugorító lépcső minden bizonnyal gazdaságosan kivitelezhető. Ugyanez érvényes a zsugorító eljárás dikalcium-szilikát dús maradékából történő cementgyártásra is.

Ha a vaskinyerési lépcső kismértékben ráfizetéses lenne, a kérdés az volna, vajon a további technológiai lépcsőkben mutatkozó előnyök (olcsóbb feldolgozás a Bayer-eljárásban; a lúg és a timföld veszteségek nagy részének visszanyerése; a bányászati, a törési és az őrlési költségek megtakarítása a cementgyártás során; a vörösiszaptárolás költségeinek megtakarítása) képesek-e teljesen ellensúlyozni ezt a ráfizetést és a komplex eljárást nyereségessé tenni.

Következtetések

Új eljárást dolgoztunk ki vasoxid bauxitból való kinyerésére. Használata lehetővé teheti a közepestől a gyenge minőségig terjedő magyar bauxit komplex feldolgozását timföldre, vasoxidra és cementre, minimális lúgveszteséggel és hulladékok képződése nélkül. A fenti előnyök alapján biztatónak látszik a kísérleti munka folytatása és célszerű további erőfeszítéseket tenni az új eljárás különböző gazdasági szempontjainak számszerűsítésére.

IRODALOM

[1] 146 434 és 154 125 sz. magyar szabadalmak.
[2] *Horváth Gy.:* Kompleksnoe ispol'zovanie boksitov. Bp. 1972. p. 65.
[3] *Bücsin, A.J., Kudinov, B.Z.:* Cvet. Met. 36 (1963) No. 2. p. 49.
[4] 164 166 sz. magyar szabadalom
[5] *Temesi S.:* Bauxit dúsítási kísérletek fizikai módszerekkel, Kohászati Lapok 92. 1959 pp. 498—501
[6] 1 361 168 sz. francia szabadalom
[7] *Zámbó J., Tóth P.:* Kismodulú magyar bauxitok komplex feldolgozása, FKI Közleményei 7 (1964) pp. 5—16
[8] 146 585 sz. magyar szabadalom
[9] 129 334 és 130 857 sz. magyar szabadalmak
[10] 1 248 529 sz. francia szabadalom
[11] *Gravencz, C., Goult, G., Rigg, T.:* Hydrometallurgical Process for the Extraction of Iron from Low Grade Ores, Chem.Abstract 56, 11236 (1962)
[12] *Aradi A., Héjja A.:* Néhány újabb dúsítási irány bauxit eredetű nyersanyagoknál FKI Közleményei 1. (1956), pp. 409—429.
[13] 242 474 sz. ausztrál szabadalom
[14] *Foley, E., Tittle, K.:* Removal of Iron Oxides from Bauxitic Ores. Austr. Inst. Min. Met. No. 239. Melburne, 1971
[15] 219 005 sz. spanyol szabadalom
[16] *Khundkar, M. H., Ahmad, N.:* Selective Removal of Iron from Ferruginous Bauxite. J. Indian Chem. Soc. Ind. and News Ed. 18, pp. 109—115.
[17] 2 830 892 sz. USA szabadalom
[18] VE 2251—806 (1976) sz. találmányi bejelentés
[19] VE 2251—805 (1976) sz. találmányi bejelentés
[20] *Andreev, P. I. et al.:* The Enrichment of Bauxite with the Use of Heterotrophic Bacteria. Light Metal Age, Apr. 1976. pp. 5—6.
[21] 150 471 sz. magyar szabadalom
[22] *Molnár L.:* Doktori disszertáció. Veszprémi Vegyipari Egyetem, Veszprém, 1973
[23] 149 730 sz. magyar szabadalom

Szakosztályi hírek

Beszámoló a Fémkohászati Szakosztály 1979. évi munkájáról

Vezetőség a korábbi évek tevékenységének elemzése és értékelése alapján alakította ki az elmúlt évi feladatait. Igyekezett az egyesületi munka során segíteni korunk problémáinak megértésében. Kiemelten kezelte az anyag-, energiatakarékosság, a minőséget növelő, a termelékenységet fokozó tudományos munkák széleskörű elterjesztését és ipari alkalmazását.

A Szakosztály tevékenységének főbb területei a következők voltak:

— Hatékony közreműködés az ipari vállalatok és irányító szervek általános központi fejlesztési célkitűzéseinek megvalósításában.
— Szoros együttműködés a minisztériumokkal, főhatóságokkal, vállalatokkal az aktuális műszaki-gazdasági feladatok megoldásában.
— A kohászati környezetvédelem hatékony fejlesztésének elősegítése.
— Fiatalok bevonása az egyesületi és társadalmi munkába.
— Aktív részvétel az oktatást elősegítő javaslatok kidolgozásában.

A Szakosztály döntőnek tartotta, hogy munkája, rendezvényeinek témája az időszerű műszaki és gazdasági feladatok eredményes megoldását segítse elő. Emellett a kohászat haladó hagyományinak ápolásán is munkálkodott. A Szakosztály kezdeményezte és 79-ben is gondozta Selmecbányán *Péch Antal* sírját. Ma már elmondható, hogy más szakosztályok is csatlakoztak ehhez és neves bányász, kohász elődök nyugvóhelyét ápolja kegyelettel Egyesületünk. *Széki János* síremlékének elkészítésével, felállításával — születésének 100. évfordulóján — emlékeztek meg az utódok arról a tudósról, aki kohómérnök — nemzedékeket oktatott, nevelt, segített és eredményesen kutatott, alkotott.

A Szakosztály vezetősége a szerteágazó szakterületen a munka arányos megosztására törekedett, a szakcsoportok, helyi csoportok önálló munkáját támogatta és ösztönözte. E tevékenységét az eddigi bevált módszerek szerint végezte. Egyrészt következetesen beszámoltatta a helyi csoport vezetőit és figyelemmel kísérte munkatervük végrehajtását. Másrészt a helyi csoport vezetőségi ülésein a szakosztály-vezetés időszakonként

Folytatás a 282. oldalon

Új fémtisztítási eljárás alumínium durvahuzal öntvehengerléshez

IFJ. TEMESSZENTANDRÁSI GUIDÓ okl. kohómérnök
Inotai Alumíniumkohó

DK: 669.716:621.74+621.771.25

Az alumíniumkohók öntödéinek fémtisztítási problémái és az új fémtisztítási eljárás bevezetésének szükségessége. A SNIF (Spinning Nozzle Inert Flotation) berendezés és az egyes szennyezők eltávolításának módja. A várható költségnövekedés becslése.

1. Mi indokolja a folyékony alumínium tisztítását?

Az alumíniumöntödék vagy túlnyomórészt közvetlenül az elektrolízis üzemből származó folyékony fémet dolgoznak fel (emellett saját és vásárolt hulladékot), vagy egyszer már valamilyen módon öntött szilárd fémet olvasztanak és öntenek.

Az újraolvasztott fémmel dolgozó öntödék bizonyos szempontból kedvezőbb helyzetben vannak:

— az egyszer más öntött, megszilárdult fém egyes szennyezőinek mennyisége kisebb, mint az elektrolízis üzemből származó folyékony alumíniumé;
— az elektrolízis üzem termelési, csapolási üteme nem hat kényszerítő erővel az öntöde termelési ütemére. Ez a kényszer csak megfelelően nagy kemencekapacitás kiépítésével, vagy az adagidő csökkentésével szűntethető meg;
— a fém minősége nem változik az elektrolízis üzem üzemállapotával.

A főleg elektrolízisből származó folyékony alumíniummal dolgozó öntödék számára ebből a következők adódnak:

— hosszabb fémkezelési idő szükséges a megfelelően alacsony szennyezőtartalom eléréséhez;
— bonyolultabb fémkezelés kell az egyes igényesebb termékek gyártásánál;
— megfelelő kemencekapacitást kell létrehozni, hogy a szükséges kezelési, pihentetési időt biztosíthassuk, ill. olyan fémtisztítási módszereket kell alkalmazni, amelyek lehetővé teszik az adagidő csökkentését, s ezzel mintegy növelik a kemencekapacitást.

Az elektrolízisból származó folyékony alumínium szennyezőit eredetük szerint két nagy csoportra oszthatjuk:

— az elektrolízis folyamatából és az elektrolizáló kádból eredő szennyezőkre;
— a csapolás közben, a csapoló üstben, az átömlesztéskor, a pihentető-egalizáló kemencében és az öntőcsatornában felvett szennyezőkre.

Mindkét csoportban felsorolt szennyezők szilárd, folyékony és gáz halmazállapotúak lehetnek.

A fémben levő szennyezők egy része önálló fázisként van jelen (zárvány), másik része oldott vagy oldathoz hasonló állapotban.

Önálló fázisúak:

— a szilárd lebegő szennyezők (oxidok, salakcsomók, karbidok stb.);
— a gázok egy része (buborékok).

Oldott állapotúak:

— szennyező fémek az elektrolízisből (Na, Ti stb.);
— oldott gázok (pl. hidrogén);
— a tűzálló falazat oldásából származó anyagok.

A szennyezők káros hatása a fémre a következőképpen mutatkozhat:

— csökken a fém folyékonysága (önthetősége);
— szilárd állapotban kisebb a nyúlás és a szakítószilárdság;
— csökken a villamos vezetőképesség;
— öntéskor, alakításkor repedésre hajlamosabb a fém.

Az, hogy egy adott szennyező milyen állapotban található a folyékony fémben (oldott anyagként vagy zárványként), meghatározza eltávolításának módját, lehetőségét és költségeit is.

A pillanatnyilag ismert és fontosnak tartott, — szennyezők eltávolítására — jelenleg használt módszereink:

— a folyékony fém keverése, pihentetése;
— a folyékony alumínium átöblítése semleges gáz átbuborékoltatásával;
— a szennyezők eltávolítása az adagból vegyi úton: átöblítés aktív gázzal (klór, klór+nitrogén keverék stb.) aktív szilárd anyagokkal (sókezelés);
— fémszűrés (üvegszövet szűrővel).

2. Az új fémtisztító eljárás bevezetésének szükségessége

Az *Inotai Alumíniumkohóban* az új öntő-hengerlő berendezések üzembe helyezése a simplex (egykemencés) kemencerendszer változatlanul hagyása mellett történt. A termelés állandó növelése szükségessé teszi az adagidők csökkentését, vagyis azt, hogy az öntödei kemencéken az időegység alatt átáramló fémmennyiség növekedjen.

A hagyományos fémkezelési eljárások részben időigényesek, részben nem kellően hatékonyak. A termelésnövelés igénye és az öntött termékek minőségével szemben támasztott egyre növekvő követelmények új fémtisztítási eljárások kidolgozását tették szükségessé, megjelentek a folyamatos, folyékony fém tisztító berendezések. Az öntőcsatornába építve feleslegessé teszik a fémkezelés eddigi módját, az öntéssel egyidejüleg végzik a fémtisztítást.

A folyamatos, folyékony fém tisztító eljárások közül üzemszerűen, széles körben a *FILD* és a *SNIF* eljárást alkalmazzák. A *FILD* eljárásnál csak a gáz- és a zárvány-tartalom csökkentésére van lehetőség. Mivel az inotai öntöde nagy nátriumtartalmú kohófémmel dolgozik, olyan fémtisztítási módszert kellett választani, amely a követelményeknek — gáz-, zárvány- és nátriumtartalom egyidejű csökkentése — egyaránt megfelel. Ilyen módszer a *SNIF* eljárás.

3. A SNIF eljárás és berendezés

Az eljárás alapvető jellemzői:

— a permetszerű öblítőgáz, ami a fémen igen kis átmérőjű buborékok alakjában halad át,

— a klórgáz kis mennyiségű alkalmazása a nátrium eltávolítására,

— az olvadt fém intenzív keverése.

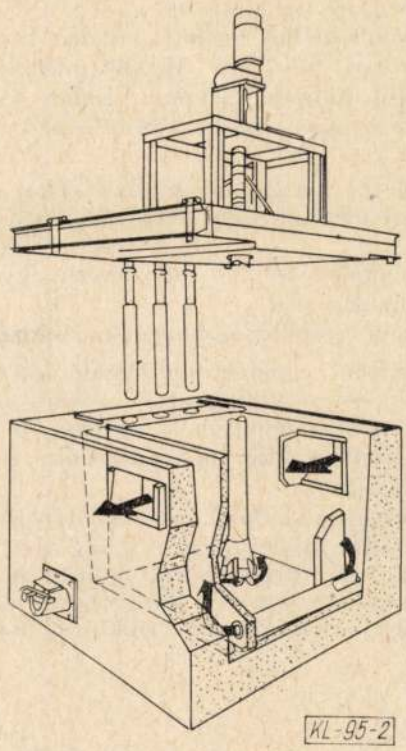
A két forgófejes SNIF berendezés rajza az *1. ábrán* látható. A berendezés egy elektromos fűtőelemekkel ellátott külső fűtőköpenyből és egy belső öntöttvas edényből áll, ami grafit és szilíciumkarbid lemezekkel van bélelve. A tégely belső részét egy alacsony, grafit torlólemez két finomító kamrára osztja. Mindegyik kamrában van egy forgófej. Ezeket a berendezés fedelére szerelik fel. A belépőnyílásnál levő csuklós felfüggesztésű ajtó szolgál a fém feletti tér nyomásának szabályozására és a fém felületén úszó salak eltávolítására.

Az olvadt alumínium a kemencéből az öntőcsatornán át a berendezés belépőnyílásához folyik és belép az A jelű kamrába, ahol az első forgófej segítségével intenzív finomításnak vetik alá.

Az öblítőgáz, amit a forgófejen keresztül vezetnek be, igen kis buborékok formájában a fémbe diszpergál. A keletkező nagy gáz-fém érintkezési felület optimális feltételeket biztosít a hatásos hidrogéneltávolításra és a nem fémes részecskék flotálására.

A fém ezután átáramlik a torlólemezen (B) a második finomító kamrába (C), ahol ismét alapos finomító kezelést kap a második forgófej révén.

Végül a finomított fém belép egy grafitcsőbe (D) a kemence alján, és továbbáramlik a csövön keresztül az E-vel jelölt kilépő aknába a berendezés elején. A kilépő akna a grafitcsővel együtt hatásosan csillapítja az áramlási turbulenciát és a fémszint hullámzását. A tisztított fém a kilépő nyíláson át mint nyugodt, szinttartó fémfolyam hagyja el a rendszert.

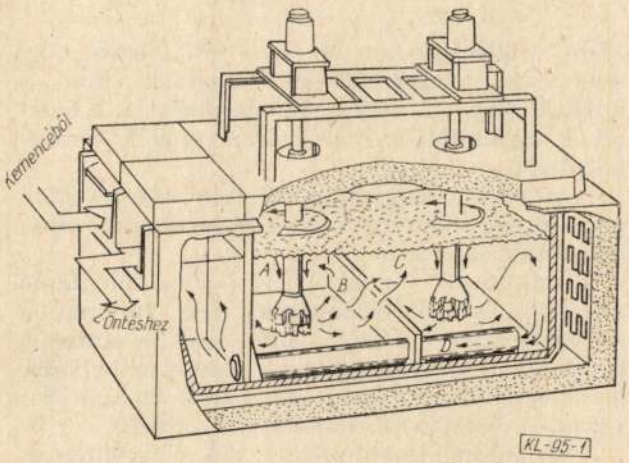


2. ábra. Egy forgófejes SNIF berendezés

A salak az olvadt fém felületén a két forgófej által keltett fémáramlás hatására folyamatosan a belépőnyílás felé tolódik. A berendezésből így kikerülő salakot a fém felületéről el lehet távolítani.

A hőálló tégely élettartama 12 hónap, a forgófejé egy.

A *2. ábrán* a kisebb teljesítményű, egy forgófejes SNIF berendezés látható, amelynek működési elve azonos a két forgófejesével.



1. ábra. Két forgófejes SNIF berendezés

4. Az egyes szennyezők eltávolítása a folyékony alumíniumból a SNIF berendezéssel

4.1. Hidrogén

A folyékony alumíniumban oldott hidrogén deszorpció útján jut a nitrogénbuborékokba. A folyamat a következő, ismert módon játszódik le:

$$2H\ (\text{oldott}) \rightleftharpoons H_2\ (\text{gáz}).$$

Ez a reakció olyan egyensúlyi állapot elérése felé halad, amelyet a buborékba került hidrogén parciális nyomásának és az oldott hidrogén koncentrációjának egyenlősége jellemez.

Esetünkben a hidrogén a frissen képződött nitrogénbuborékokba kezd diffundálni. A buborékok emelkedés közben egyre több hidrogént vesznek fel, egészen addig, amíg az olvadék felületén felnyílnak. Elegendő időt hagyva a műveletre és nagy számú buborékot kialakítva az olvadék hidrogénmentes lesz.

A *SNIF eljárással* 8 Nm^3/ó, vagyis 2 Nm^3/t Al nitrogén felhasználás mellett minden ötvözetre elérhető a 0,04—0,07 cm^3 H_2/100 g Al határok közötti végső hidrogéntartalom. Ehhez a következő, részben már említett, főbb tényezők segítenek:

— a forgófejjel kis gázbuborékokat lehet előállítani nagy mennyiségű gáz átáramoltatása mellett,
— a gázbuborékok a folyékony fémben egyenletesen oszlanak el,
— a hidrogén újraoldódását megakadályozzák.

A nagy számú, egyenletesen eloszló, kis méretű buboréknak döntő szerepe van abban, hogy a berendezés minden pontján a legnagyobb termodinamikai hajtóerőt tudjuk hasznosítani a hidrogén eltávolítására.

A hidrogén újraoldódását úgy akadályozzák meg, hogy az olvadék fölötti (gyakorlatilag zárt) gázteret folyamatosan nitrogéngázzal öblítik, ami megakadályozza a külső, nedves levegő beáramlását és egyúttal hígítja is az elhasznált öblítőgáz hidrogéntartalmát.

4.2. Zárványok

Ismeretes, hogy elegendő pihentetési idő esetén a zárványok a nyugodt alumíniumfürdőben vagy leülepednek, vagy a felszínre úsznak.

A folyamatos fémtisztító berendezésekben azonban a zárványokat néhány perc alatt el kell távolítani.

Az eltávolítás többféle mechanizmussal történik.

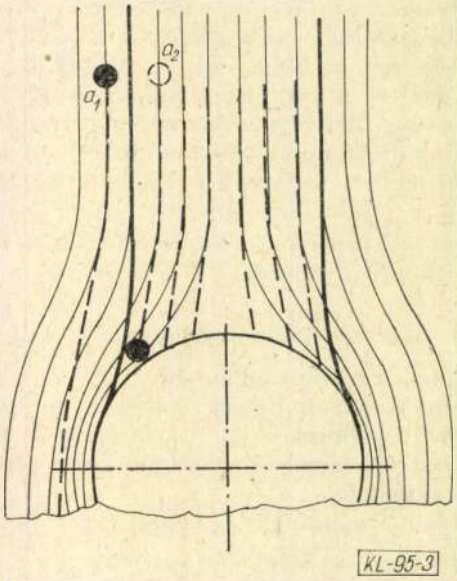
Tehetetlenségi ütközés a gázbuborékokon

A tehetetlenségi ütközés a következőképpen játszódik le:

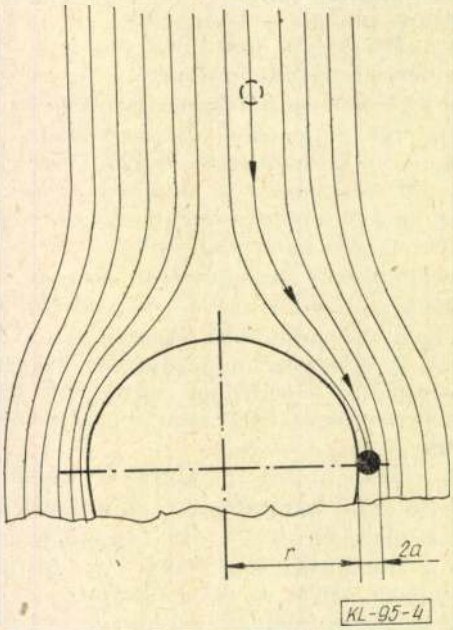
A folyadék áramvonalait egy gömb alakú test (a buborék) eltéríti, függetlenül attól, hogy a test áll és a folyadék mozog vagy fordítva. Az elhajló áramvonalak gátolják a kisebb részecskék és a gömb közötti frontális ütközést. Ellenben a nagyobb részecskék tehetetlenségük miatt olyan saját pályával rendelkeznek, amely eltér a folyadék áramvonalaitól. Azonban a nagyobb részek közül is csak azoknak van esélyük ütközésre a gömb alakú testtel, amelyek a gömbátmérővel egyező átmérőjű folyadékoszlopnak a *3. ábrán* vastagabb vonallal rajzolt belső részén helyezkednek el. Ezen részecskéknek és a gömbátmérőjű folyadékoszlopban található összes részecskéknek az aránya érintkezési hatékonyságot definiál. *Langmuir* és *Blodgett* számításai szerint a tehetetlenségi ütközés hatékonysága egyenesen arányos a részecskesugár négyzetével és fordítottan arányos a buboréksugár négyzetével. A *SNIF eljárásra* jellemző 1—10 mm közötti buborékméretek esetén a 80 μm-nél nagyobb zárványok az alumíniumból a gázbuborékokkal történő tehetetlenségi ütközéssel, flotálással eltávolíthatók.

Perifériku ütközés a gázbuborékokon

Csekély tömegük révén a folyadék áramvonalait követő kis részecskéknek kevés esélyük van ütközésre a felszálló buborékokkal. Belátható, hogy csak azok a részecskék érintkezhetnek a buborékokkal, amelyek, mint a *4. ábra* mutatja, a buborékok egyenlítőjét érintő áramvonalak mentén haladnak.



3. ábra. Zárványeltávolítás tehetetlenségi ütközéssel



4. ábra. Zárványeltávolítás perifériku ütközéssel

Levezethető, hogy a perifériku ütközés hatékonysága egyenesen arányos a részecske és fordítva a buborák sugarával.

A számítások azt mutatják, hogy a 20 μm-nél nagyobb szilárd szennyezők még 10 mm-nél nagyobb átmérőjű gázbuborékokkal is eltávolíthatók, de a *SNIF eljárásnál* szokásos buborékméretekkel csak a 6 μm feletti mérettartományban várható eredményes részecske eltávolítás.

A 6 μm-nél kisebb zárványok eltávolítására, flotációjára olyan kis átmérőjű buborékok kellené-

1. táblázat

Évi 20 000 tonna huzaltermelés fémtisztítási üzemeltetési költségei

Megnevezés	Összes felhasználás	Egységár	Költség (Ft/év)	Megoszlás (%)
Nitrogén	50 000 (m^3/év)	10 (Ft/m^3)	500 000	33,44
Nitrogénszállítás	50 000 (m^3/év)	0,92 (Ft/m^3)	46 000	3,08
Klór	1 200 (m^3/év)	14,38 (Ft/m^3)	17 252	1,15
Sűrített levegő	140 000 (m^3/év)	0,41 (Ft/m^3)	57 400	3,84
Villamos energia	280 000 (k:ó/év)	562,88 (Ft/ekwó)	157 606	10,54
Amortizáció	11 950 000 (Ft)	leirás 6 %	717 000	47,95
Összesen	—	—	1 495 258	100,00

nek, amelyeket nem lehet előállítani a folyékony alumínium tisztításánál szükséges nagy gázáramlási sebességek mellett.

Agglomeráció utáni flotálás

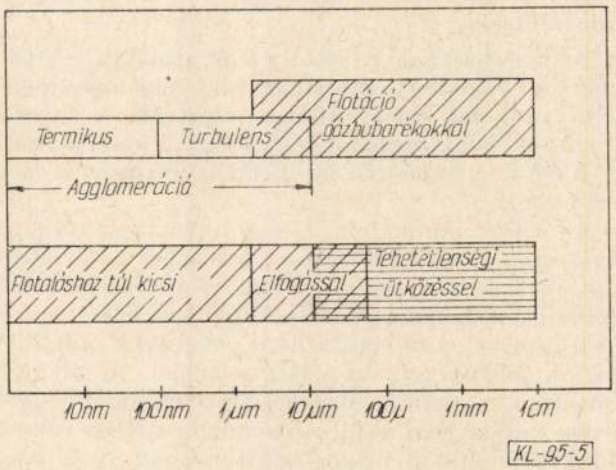
A folyadékdinamikából adódó korlátot a *SNIF eljárás* úgy kerüli meg, hogy elősegíti a nagyon kis részek agglomerációját és eltávolítja a keletkező nagyobb részecskéket az előzőleg ismertetett módokon, flotációval.

Bizonyos mértékű agglomerálódás már a Brownmozgás miatti ütközések hatására létrejön. Ha ugyanis a részecskék mérete 1 μm vagy az alatti, akkor ütközésük — nagy fajlagos felületi energiájuk következtében — feltétlenül koagulálással jár. Ez a termikus konglomeráció azonban nem lenne elég gyors ahhoz, hogy a részecskék megfelelő méretűre növekedjenek addig, amíg a folyékony alumínium a berendezésben tartózkodik.

Ha azonban a részecskék mozgását a hőenergián kívül más, esetünkben a turbulens áramlás is befolyásolja, akkor a részecskék ütközési gyakorisága és így a koaguláció sebessége lényegesen megnő.

Ennek az úgynevezett turbulens konglomerációnak a sebessége arányos az egy köbméter olvadékba egy másodperc alatt bevitt energiamennyiséggel. Kiszámították, hogy a folyékony alumínium keveréséhez felhasznált energia elegendő arra, hogy a 10 μm-nél kisebb részecskék konglomerációját másodperceken belül létrehozza.

A különböző méretű zárványok eltávolításának módját az *5. ábrában* összefoglalva is bemutatjuk.



5. ábra. A zárványeltávolítás módja a zárványmérettől függően

4.3. Nátrium

A folyékony alumínium nátriumtartalmának csökkentésére 1—3%-nyi klórgázt lehet a nitrogénhez keverni.

A *SNIF eljárás* nagy előnye, hogy a klórt sztöchiometrikus mennyiségben lehet alkalmazni, mert a berendezés munkaterében egyenletesen eloszló, apró buborékok kedvező hatása lehetővé teszi, hogy viszonylag kis klórkoncentráció mellett is hatékony legyen a folyékony fém nátriumtalanítása. Ez azt jelenti, hogy klórgáz nem távozik a berendezésből, tehát nincs szükség külön gáztisztító rendszerre.

Újraolvasztott alumínium tisztítása esetén — irodalmi adatok szerint — a végső nátriumtartalom 0—20 ppm között volt, 19—41 ppm kiinduló értéknél.

Vállalatunknál olyan kohófémet kell majd kezelnünk, amelynek nátriumtartalma a fémtisztítás előtt 65—110 ppm. Ezt várhatóan 20—30 ppm-re, az üstben végzett hexaklóretántablettás sókezelésnek megfelelő értékre, sikerül a SNIF berendezésben csökkenteni.

5. A fémtisztítás becsült költségei

A megrendelt egy forgófejes SNIF berendezés 20 000 t/év properzi-huzal termelésre számított üzemeltetési költségeit az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

A várható összes költségnövekedés kb. $1{,}5 \cdot 10^6$ Ft/év, a fajlagos pedig 75 Ft/t huzal lesz. Ennek fejében az új fémtisztítási eljárástól az adagidő csökkentését, a Properzi-berendezés kapacitásának növekedését, a properzi-huzal minőségének és exportképességének javulását várjuk.

IRODALOM

[1] *Székely, A. G.:* An alternative to chlorine fluxing of aluminium: the SNIF process. Proceeding of Second International Aluminium Extrusion Technology Seminar. Vol 1. Billet and Extrusion. November 15—17, 1977 — Atlanta, Ga

[2] *Rotsell, W. C. Cawthorn, C. E.:* An alternative to chlorine fluxing of aluminium: the SNIF process operating experience and results. Proceeding of Second International Aluminium Extrusion Technology Seminar. Vol 7. Billet and Extrusion. November 15—17, 1977 Atlanta, Ga

[3] *Székely, A. G.:* The removal of solid perticles from molten aluminium in the Spinning Nozzle Inert Flotation process. Metallurgical Transactions B (78) 1976. 6.

A folyamatirányítás előkészítése az Almásfüzitői Timföldgyárban*

NÉMETH BÉLA—BARAKKA IMRE—FÜSTI ERNŐNÉ
okl. vegyészmérnökök

Almásfüzitői Timföldgyár

DK: 669.712:62—51

Hosszú előkészítő munka után eredményesen fejlődik az Almásfüzitői Timföldgyárban a timföldgyártás folyamatirányítása. A helyzetek és az eredmények ismertetése.

Bevezetés

Dr. Klug Ottó [1] áttekintést adott az iparág elmúlt 20—23 évi műszerezési-automatizálási tevékenységéről. Ezen túlmenőleg vázolta a további feladatainkat. E helyen azzal kívánjuk kiegészíteni az általa leírtakat, hogy ismertetjük, jelenleg hol tart az *Almásfüzitói Timföldgyárban* a számítógépes folyamatirányítás megvalósítása. Azért tudunk ma erről beszélni, mert az elmúlt 10—15 évben az [2] ismeretett előfeltételek — beruházás és műszaki fejlesztés [2], [3] keretében — többségükben realizálódtak.

Üzemünkben a 60-as évek végétől foglalkozunk a technológiai folyamat számítógépes irányításának kérdésével. A munka különböző fázisairól rendszeresen adtunk tájékoztatást [4—18]. A számítógépes folyamatirányítási koncepciónk három különálló, de egymással szorosan összefüggő részfeladatból áll:

mérés—adatgyűjtés,
adatfeldolgozás,
alapjelállítós on-line irányítás.

Bemutatjuk, hogy az egyes részfeladatokon belül milyen célokat kívánunk elérni, a célokat milyen eszközrendszerrel valósítjuk meg, és szólunk arról, hogy meddig jutottunk el egy-egy feladat megoldásában.

Mérés—adatgyűjtés

Céljunk a technológiai folyamat jellemzőinek ellenőrzése abból a szempontból, hogy a jellemzők a megadott határon belül vannak-e vagy sem, és adatgyűjtés a folyamat belső törvényszerűségeinek megismeréséhez. Fontosnak tartjuk a figyelem felhívást a veszélyes paraméterekre, valamint ezek dokumentálását.

A mérés—adatgyűjtés eszközrendszere:

— a technológiai folyamat,
— a mérés-adatgyűjtési feladat megfogalmazása,
— a mérőműszerek telepítésének terve,
— a feladatot realizáló program,
— a számítógép,
— az összekapcsoló és információt átalakító eszközök,
— az ember.

A technológiai folyamat (berendezések), mint már említettük, alkalmas számítógépes irányításra.

Vállalatunkon belül a témával egy munkacsoport foglalkozik és ez a kollektíva fogalmazta meg a feladatot. A feladat lényege, hogy 144 analóg és 10 digitális jelet juttatunk a gépbe mintavételes méréssel. Ezeket az adatokat elsődlegesen feldolgozzuk, naplózzuk és tároljuk a további adatfeldolgozáshoz.

Összeállítottuk: a számítógépbe jutó fizikai és kémiai jellemzők szimbólikus jeleit; mértékegységeit; méréshatárokat; a letapogatási időket, a távadók típusát, gyártóját, kimenőjelét, a kimenőjel tartományát, a terhelhetőséget; a kiépített kábelek adatait, az árnyékolás módját, a kábel hosszát és ellenállás értékét; a hihetőség-vizsgálat minimum és maximum adatait; a határérték min. és max. értékeit.

Megállapítottuk, hogy 8 és 24 órás naplózás lesz, ezenkívül kívánságnapló is készülhet. Kívánságnapló esetén az üzemrész vagy egyes, ill. több paraméter pillanatnyi értéke kerül kiiratásra. A hihetőségvizsgálat során a hihetetlennek minősített adatokat sem a naplózáshoz, sem az adatfeldolgozáshoz nem használjuk fel. A hihetetlen adatot azonnal kiíratjuk és a diszpécser intézkedik a hiba elhárításáról. A mért jellemző milyenségétől függően integrált értékek (pl. mennyiség), az átlagértékek (pl. hőmérséklet) és a pillanatnyi értékek (pl. szint) kerülnek a naplóba. Készül majd dekád, havi, negyedévi, félévi és éves napló is.

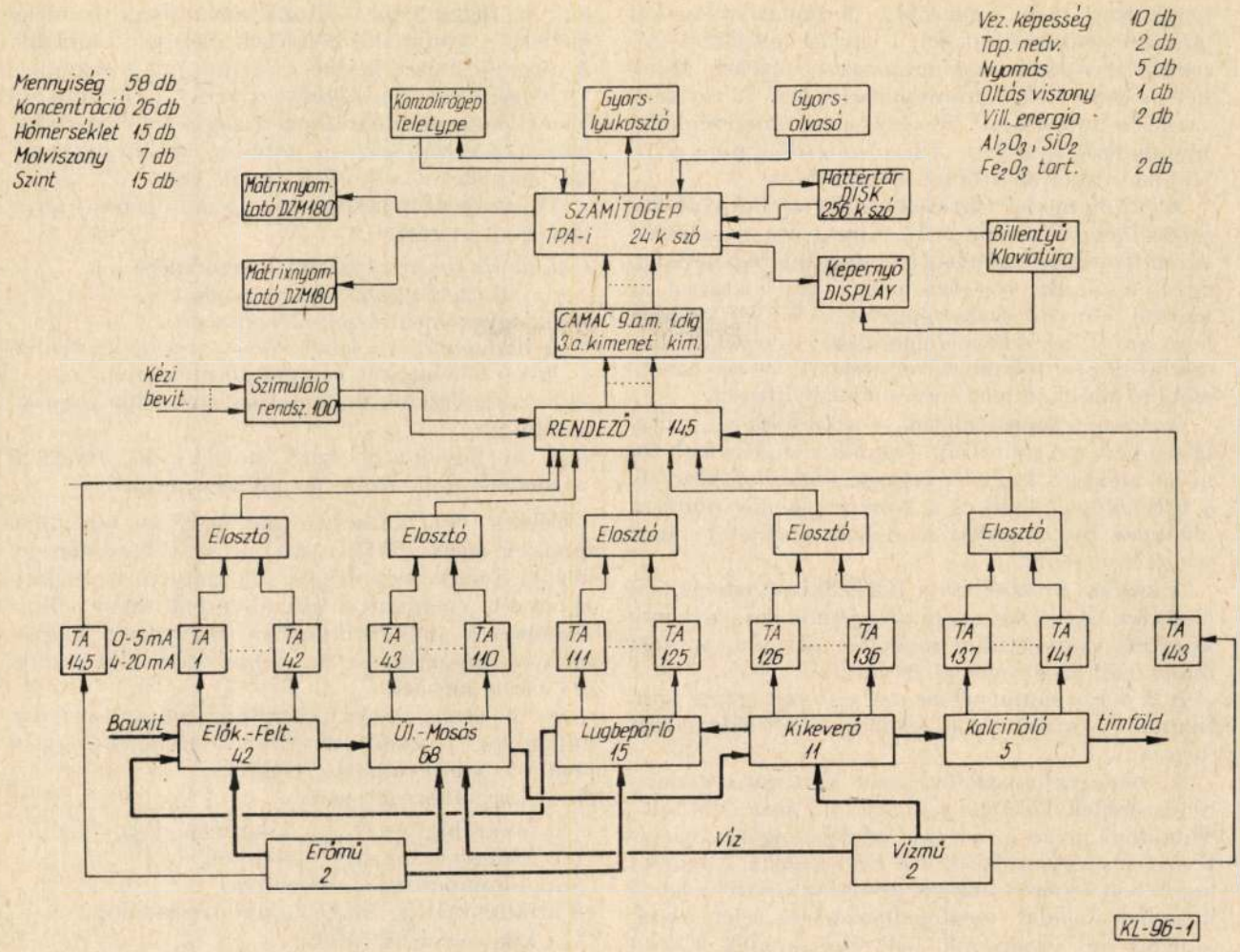
A témával foglalkozó kollektíva elkészítette a mérőműszerek beépítési és kábelezési tervét. A *KFKI*-val együttműködve kidolgoztuk a feladatot realizáló programot.

A mérés-adatgyűjtés központi eszköze: a számítógép a megfelelő perifériákkal együtt rendelkezésünkre áll. A naplózás kiíró egységei: a párhuzamos és soros vezérlésű DZM 180 mátrixnyomtatók; a gyorslyukasztók; a Display képernyő és a Teletyp konzolírógép.

Az összekapcsoló és információt átalakító eszközök közül az adattovábbításra alkalmas műszerek, a távadók telepítése befejezés előtt áll. A kábelrendezők és a kábelezés gyakorlatilag készen van. A *KFKI* gyártmányú ún. CAMAC rendszer a helyén van.

Az előző munkában [1] vázolták, hogy üzemi viszonyok között a folyamatosan mérő analizátorok csak korlátozottan állnak rendelkezésünkre. Addig, amíg nem rendelkezünk megfelelő analizátorokkal, a laboratóriumi elemzések adatait fogjuk felhasználni az adatgyüjtésnél. A laboratóriumi adatokat házilag készített szimuláló egységen fogjuk beállítani. A szimuláló egység tulajdonképpen 100 db áramgenerátorból áll. A szimuláló egységből kijövő analóg áramjelek a CAMAC rendszeren keresztül jutnak majd a gépbe.

* Előadás 1978-ban a Metallurgiai Konferencián, Miskolcon



1. ábra

Vállalatunk időben gondoskodott arról, hogy megfelelő szakemberekkel rendelkezzen a számítógépes mérő-adatgyűjtő rendszer megindításakor. Az utóbbi 2—3 évben többen vesznek részt továbbképző tanfolyamon. Az említett eszközrendszer legfontosabb tagja, a megfelelő szakembergárda, már felkészült az indításra.

Az *1. ábrán* látható az ismertetett mérés-adatgyűjtés elvi sémája. Feltüntettük a számítógépet és annak perifériáit, az üzemrészeket és az egy-egy üzemrészből a számítógépbe jutó adatok számát, valamint a fizikai és kémiai jellemzők milyenségét és számát.

Adatfeldolgozás

Az adatfeldolgozás célja: prognózis jellegű adatszolgáltatás a timföldüzemet irányító technológusoknak. Célunk az volt, hogy olyan matematikai modelleket készítsünk, amelyeknek segítségével az on-line irányítás — kisebb kiegészítéssel — megvalósítható legyen.

Az adatfeldolgozás eszközrendszere megegyezik a mérés-adatgyűjtés eszközrendszerével, csupán azzal bővül, hogy az adatfeldolgozó programok elkészítéséhez szükség van néhány, a technológiát leíró matematikai modellre. Az elméleti munkában a matematikai modellek elkészítése igényelte a legtöbb időt. A matematikai modellek készítésekor meghatározó szerepük volt a rendelkezésre álló mérőeszközöknek és laboratóriumi elemzéseknek. Nem volt közömbös a számítógép kapacitása, igyekeztünk minél gyorsabb lefutású modellt készíteni. A jelenleg rendelkezésre álló modellek közül a legfontosabb:

— a körfolyamatot leíró fajlagos modell,
— a fajlagos költségmeghatározó modell,
— optimalizált fajlagos költségminimum meghatározó modell.

A körfolyamatot leíró fajlagos modellt az anyag- és energiamérleg, a fizikai és kémiai törvényszerűségek, a kinematikai összefüggések és a gyakorlati tapasztalatok figyelembevételével készítettük. Az ismeretlen paramétereket 87 bemenő adatból iterációs matematikai módszerrel számolja ki. Az így kiszámított értékek száma 214. A gép futási ideje a számításnál átlagban 5 perc.

A fajlagos költségmeghatározó modell a felhasználásra kerülő anyag- és energiamennyiségek és a körfolyamatot leíró modell számított eredményei alapján határozza meg az 1 t timföld (Al_2O_3) anyag- és energiaköltségek forint értékét.

Az optimalizált modell a felhasznált anyag- és energiaköltségeket úgy minimalizálja, hogy a technológia négy, független változóját a lehetséges

korlátokon belül módosítja. Matematikailag két módszert használtunk fel, a variációszámítást és a paraméterenkénti minimumkereső eljárást. Mindkét módszer költségminimuma azonos. A variációszámítás futási ideje 50 perc, a paraméterenkénti minimalizálásé 5 perc. Természetesen a napi adatfeldolgozáskor az utóbbit alkalmazzuk.

A három modell futtatása, tehát egyfajta off-line adatfeldolgozás, már 1976 júliusa óta rendszeres. A rendszeresség azt jelenti, hogy általában naponta egyszer adunk prognózis jellegű tájékoztatást az üzemet irányító szakembereknek. Ebből kitűnik, hogy az off-line adatfeldolgozással (amelyet off-line számítógépes folyamatirányításnak is neveznek) előbbre állunk, mint a mérés-adatgyűjtéssel.

Az iparági tapasztalatok — a külföldi is — általában nem ezt mutatják. Nálunk a sajátos helyzet abból adódott, hogy lényegesen korábban kezdtük a technológiát leíró és a konkrét üzemirányításra alkalmas matematikai modellek készítését, mint testvérüzemeink.

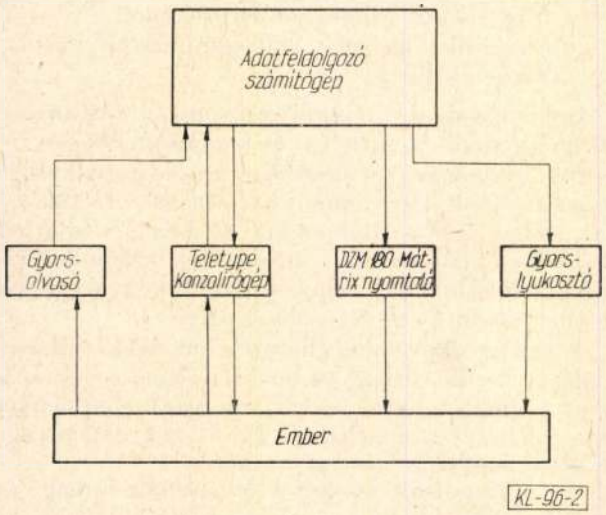
A kezdeti időszakban a BME Számítástechnikai Osztálya készítette a gépi programokat az általunk készített matematikai modellek alapján, a most felhasznált programot mi írtuk.

A *2. ábrán* mutatjuk be azt a számítógépes konfigurációt, amellyel a jelenlegi adatfeldolgozást végezzük.

A végleges adatfeldolgozás hardware eszközrendszerének konfigurációja az 1. ábrán látható. Tulajdonképpen az on-line adatfeldolgozás hátralévő software munkáját a *KFKI* készíti. A munka keretében a mérés-adatgyűjtés és az adatfeldolgozó modellek feladat megfogalmazásban leírt összehangolt gépi programját kell elkészíteniük. Ebben a munkában a mi szakembereink is részt vesznek.

Alapjelállítós on-line irányítás

A közvetlen számítógépes folyamatirányítást az automatizálás egyik legmagasabbszintű megvalósításának tekintjük, amely az automatika és a számítástechnika szintéziseként jön létre. Fő feladatnak a függetlenül változó mennyiségi termelés mellett a minimális költségek elérését tekintjük. A megvalósításra kerülő irányítás tulajdonképpen „*felügyelő jellegű irányítási rendszer*" [13]. ami azt jelenti, hogy megmaradnak a hagyományos szabályozók, a vezérlések és a jelzések, csupán optimalizált alapjeleket állít elő a számítógép.



2. ábra

Az alapjelállítós közvetlen számítógépes irányítási rendszer részei:

— a mérés-adatgyűjtés eszközrendszere,
— az adatfeldolgozás eszközrendszere,
— az egyes üzemrészek alrendszerei,
— a hagyományos jelző, mérő, vezérlő és szabályozó feladatokat végrehajtó műszerek,
— az alrendszerek matematikai modelljei és programjai,
— a körfolyamatot leíró statikus matematikai modellt dinamizáló mennyiségi modell.

Célunk egy kétszintű hierarchikus irányítási rendszer megvalósítása. Az irányítási rendszer egy központi számítógépből és a hozzátartozó perifériákból áll. Valamint öt alrendszerből, ezenkívül az üzemrészek műszertermeiben elhelyezett hagyományos műszerekből. Az elmondottak elvi sémája a *3. ábrán* látható.

Az öt alrendszer egy-egy független változó számítógéppel kiszámított optimális értékét fogja a technológiai folyamatba beállítani.

Az öt független változó:

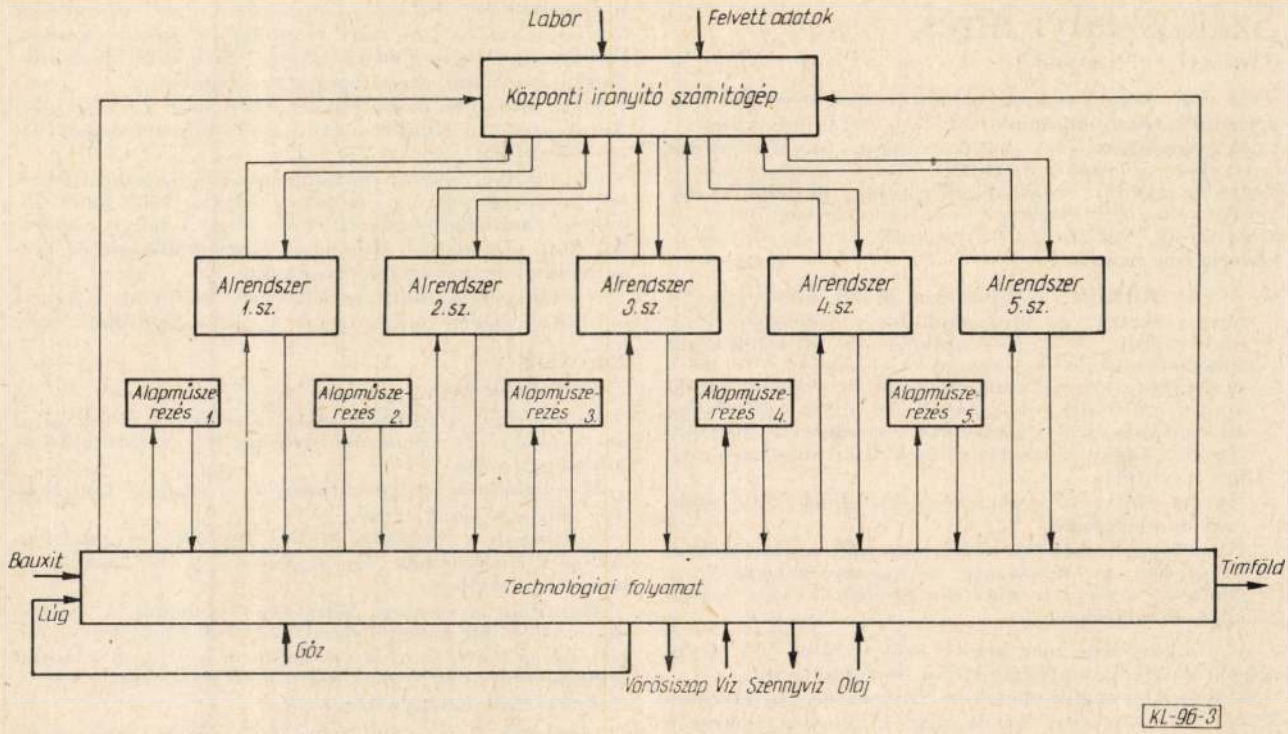
— a feltárólúg Na_2O_{kauszt} koncentrációja,
— a feltárás utáni zagy molviszonya,
— az aluminátlúg molviszonya,
— az aluminátlúg Na_2O_{kauszt} koncentrációja,
— a kikeverési hatásfok.

Az alrendszerek működését e helyen nem kívánjuk ismertetni, csupán igyekszünk kiemelni az elvi lényeget. Egy alrendszer mérőműszerekből, szabályozókból, analóg számítóegységből áll.

A számítóegységet magában foglaló szabályozási kör kapja a központi számítógéptől az optimalizált alapjelet, így a szabályozási kör követő üzemmódban dolgozik. A számítóegység az általunk kidolgozott matematikai modell segítségével mért és elemzett adatokat felhasználva az ellenőrzőjelet állítja elő. Egy-egy alrendszerben egyaránt megtalálhatók előretartó és visszacsatoló szabályozók.

Az öt alrendszerből a feltárás utáni zagy molviszonyát beállító rendszer 1974 óta megbízhatóan működik. A számítóegységes szabályozási kör jelenleg értéktartó üzemmódban működik. Az aluminátlúg Na_2O_{kauszt} koncentrációt beállító alrendszer az üzembe helyezés fázisában van. Az aluminátlúg molviszonyát beállító alrendszer szerelési munkái befejezés előtt állnak. Ugyanez vonatkozik a feltárólúg Na_2O_{kauszt} koncentrációt beállító alrendszerre is. Az ötödik alrendszert most tervezik.

Az alrendszerekben analóg számítóegységeket alkalmazunk, ezért az irányító rendszert hibrid on-line irányítási rendszernek is nevezhetjük. Elképzeléseink jóságát akkor tudjuk bizonyítani, ha az alrendszerek működnek. Előfordulhat, hogy az optimum eléréséhez nem lesz szükség mind az öt alrendszert közvetlenül a központi számítógéppel irányítani.



3. ábra

Még hátra van munkánk egyik legérdekesebb része, a körfolyamatot leíró matematikai modell és a mennyiségi modell összehangolása. Ettől várjuk a körfolyamatot leíró modell statikus jellegének megváltozását, vagyis az időben változó bemenő alapanyagok értékei, a 256 k szó kapacitású diskben (háttértár) tárolva, folyamatosan állnak rendelkezésre, mint a körfolyamat modelljének bemenő adatai. A mennyiségi modell segítségével nyomon követhető a technológiai folyamatba jutó anyagok mennyisége és a különböző részegységekben az anyag tartózkodási ideje.

IRODALOM

[1] *Klug Ottó:* A timföldgyártás fejlesztése műszerezéssel és automatizálással. BKL-Kohászat (1976) 11.

[2] *Tóth Ferenc—Révész László—Fodor József—Tímár Vilmos:* Az aluminátlúg hőhasznosítása területén elért eredmények az Almásfüzitői Timföldgyárban. Timföldgyártási Ankét 1970

[3] *Horváth László—Lengyel László:* Az Almásfüzitői Timföldgyár rekonstrukciós bővítésének néhány eredménye és problémája. Timföldgyártási Anként 1970

[4] *Németh Béla:* Műszerezés és szabályozás az Almásfüzitői Timföldgyárban (jelzés, mérés, vezérlés). BKL. (1970.) 9.

[5] *Németh Béla:* Automatikus mintavétel és szabályozás az Almásfüzitői Timföldgyárban. BKL. (1970.) 11.

[6] *Barakka Imre—Jakobi Gyula—Lengyel László—Németh Béla:* A timföldgyártás technológiai folyamatának számítógépes modellezése. Vegyi- és Olajipari Automatizálási Konferencia 1972.

[7] *Németh Béla—Barakka Imre—Lengyel László:* Számítógéppel irányított timföldgyári zagybeállítás. VII. Magyar Automatizálási Konferencia 1973.

[8] *Mátyási József:* Eljárás a timföldgyártás önköltségminimumának meghatározására. VII. Magyar Automatizálási Konferencia 1973.

[9] *Németh Béla—Barakka Imre—Lengyel László:* Regulirovánie pulpü pered vüsolocsivániem sz pomoscsju vücsiszlinelnogo usztrojsztva na glinazomnom zavode. III. Nemzetközi Vegyipari Konferencia ASZUHIM 73. Burgasz 1973.

[10] *Barakka Imre—Németh Béla:* Timföldgyári automatika fejlesztési lehetőségei és a fejlődés iránya. BKL. 1975.

[11] *Somogyvári Péter:* Analóg célszámítóegység készítése a timföldgyári zagybeállítás automatizálásához. FMKT szakdolgozat. 1975.

[12] Eljárás bauxit feltárásának folyamatos szabályozása és szabályozó rendszer az eljárás foganatosítására. Szabadalom, 1977. bejelentve 1973.

[13] Eljárás timföldgyártás folyamatos irányítására és irányító rendszer az eljárás foganatosítására. Szabadalom bejelentés 1975.

[14] *Németh Béla—Barakka Imre—Lengyel László—Vörös Károly—Schlegel Miklós:* Analóg és digitális számítógépek alkalmazása a timföldgyártás irányításában. Vegyipari, Kőolaj- és Gázipari Automatizálási Kollokvium Balatonfüred CHEMAUT „75" 1975.

[15] *Árva Péter—Boros Ferenc—Révész László—Schlegel Miklós—Szeifert Ferenc—Varga D-né:* Timföldgyári kikeverőrendszer vizsgálata. Műszaki Kémiai Rendszerek 77. Konferencia, Keszthely.

[16] *Mátyási József—Németh Béla—Révész László—Barakka Imre—Somogyvári Péter:* Timföldgyári technológia off-line számítógépes irányításával szerzett tapasztalatok. Műszaki Kémiai Rendszerek 77. Konferencia, Keszthely.

[17] *Árva Péter—Boros Ferenc—Fodor József—Szeifert Ferenc—Varga D-né—Vörös Károly:* Kikeverő rendszer modelljének identifikálása. Műszaki Kémiai Rendszerek 77. Konferencia, Keszthely.

[18] Eljárás timföldgyári feltárt zagy ülepítés—mosás folyamatos szabályozására és szabályozó rendszer az eljárás foganatosítására. Szabadalmi bejelentés 1978.

Szakosztályi hírek

Folytatás a 273. oldalról

részt vett, hogy tanácsaival, kezdeményezésekkel közvetlenül is részt vállaljon a helyi csoport munkájában.

Az egyesületi élet hatékonysága, folyamatossága érdekében a szakcsoportokat, helyi csoportokat a nagyobb számú szakmai előadások, klubdélutánok, kerekasztal megbeszélések rendezésére ösztönözte a szakosztály vezetősége. Fontosabb rendezvények a következők voltak:

— A VII. Ritkafém Konferencia, amely minőségjavító hatása mellett az anyagtudomány területén előremutató volt. A jövő technikájának anyagféleségeit ismertette meg a nagy számú érdeklődővel.
— A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködési szerződés aláírásának 30 éves évfordulója alkalmával Székesfehérváron rendezett Műszaki Napok, amely a résztvevőknek felejthetetlen emléket nyújtott.
— Sikeres volt a 25 éves Inotai Alumíniumkohó szakmai rendezvénye.
— Kisebb rendezvények közül megemlíthetők a mikroötvözéssel, a kohászati környezetvédelemmel, a timföldgyártási technológia fejlesztésével foglalkozó előadások.

A rendszeresen megtartott szakosztályi vezetőségi ülésekről a Kohászati Lapokban beszámoltunk.

A megemelt tagdíj ellenére a Szakosztály taglétszáma 79-ben tovább nőtt. Az év végi kimutatás szerint a Szakosztály létszáma az alábbiak szerint alakult:

Budapest	344 fő
Vidék	726 fő
Összesen:	1070 fő

A szakosztály kulturális és szervező bizottsága nagy sikerű nyugdíjas programot szervezett. Külföldi kapcsolata az elmúlt évben kielégítő volt. A szocialista országokban 49 fő vett részt tanulmányúton. A kapcsolatok továbbfejlesztését tervezik a jugoszláv és finn testvér egyesületekkel.

A szakosztály szakmai területe rendkívül szerteágazó és széleskörű. A tagok a vas és acél kivételével minden iparilag hasznosítható fémmel, ritkafémmel foglalkoznak. Ezért van a szakosztály szervezeti felépítésében a vezetőség és a helyi csoportok között egy a speciális szakterületet koordináló szakcsoport. A szakcsoport országos szinten hangolja össze a szakmailag hozzátartozó helyi csoportok munkáját és tevékenységét. A szakosztályon belül 7 szakcsoport és 9 helyi csoport működik. Mind a szakcsoportok, mind a helyi csoportok tevékenysége az alapanyag kutatástól, a készáru felhasználásáig, értékesítéséig terjed. Ezek múlt évi munkáját külön-külön értékelhetjük.

Almásfüzitői helyi csoport

Januárban titkári beszámoló az 1978 évi munkákról és az 1979 évi célkitűzésekről.

Februárban tartott ankéton *Sümeghi Pál* a Közúti Beruházó Vállalat főmérnökének előadása hangzott el, „Autópálya építés hazánkban, ezen belül Komárom megyében" címmel.

Márciusban a helyi csoport tevékenységéről számolt be a vezetőség a MTESZ Komárom megyei Szervezete elnökségi ülésén.

Áprilisban beszámolt a vezetőség az OMBKE 67. közgyűléséről, a csoport tagjainak. Az 1978. évi Alkotó Ifjúság pályázaton I. helyezést elért, „A nem lineáris szimplex módszer korlátozott változatának alkalmazása a timföldgyártás optimalizálásában" című dolgozat ismertetése volt.

Májusban vitatták meg az *ICSOBA Magyar Bizottságával* közösen az 1979 szeptemberében *Cagliariban* tartandó nemzetközi ICSOBA szimpóziumra bejelentett magyar előadásokat. E rendezvényen, az 1978. évi Alkotó Ifjúság pályázaton II. helyezést elért „Önelszámolási egységek kialakítási lehetőségének vizsgálata az Almásfüzitői Timföldgyárban" című dolgozat ismertetésére is sor került.

Augusztusban 3 napos tanulmányutat szerveztek Csehszlovákiába. A ziari timföldgyár meglátogatása, Csorba-tó, Magas-Tátra, Lőcse, Késmárk, Kraszna-Horka megtekintése szerepelt a programban.

Szeptemberben ismertették a Chemacut' 79 Vegyipari Automatizálási Konferencián a timföldgyári szakemberek előadásait.

Októberben beszámoló hangzott el a Szovjetunióban tett tanulmányútról, amelyen a nagyegyházi bauxitok feldolgozási lehetőségét vitatták meg. A helyi csoportból 40 fő vett részt a Komárom megyei Műszaki és Természettudományi Hetek előadásain.

Novemberben diaképes előadást tartottak „Az SI mértékrendszerre való áttérés a timföldgyárban" címmel.

Ajkai helyi csoport

Februárban a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* által kezdeményezett „Szakmai Ankétra" tervezett előadások megvitatása.

Márciusban az Alkotó Ifjúság és a Szakma Ifjú Mestere pályázat ismertetése.

Áprilisban a „Szakmai Ankét" timföldgyártással foglalkozó előadásainak összegyűjtése és kiadása kézikönyv formájában.

Májusban a csoport képviseltette magát a lengyel skawinai kohó fennállásának 25. évfordulóján rendezett ünnepségen és szakmai ankéton. A Fiatal Alkotók Klubja tagjainak tapasztalatcsere látogatása volt a Bakonyi Bauxitbánya üzemeiben.

Júniusban *Törvényi Rezső* és *Tímár Zoltán* számolt be az A. P. C.-nél tett tanulmányútról. A helyi csoport 2 tagja részt vett a lengyel *Polmo Praszka*-i formaöntödében tett tanulmányúton.

Szeptemberben lengyel formaöntési szakembereket fogadtak az üzemben. A ziari könnyűfémöntöde tanulmányozása.

Októberben a csoport részt vett a MTESZ Városi Intéző Bizottsága által Ajka várossá nyilvánításának 20 éves évfordulója alkalmával rendezett „*Ajkai Műszaki Napok*" szervezésében. A program keretében *Törvényi Rezső* tagtársunk tartott előadást a „Formaöntvénygyártás fejlesztésének műszaki-gazdasági vizsgálata" címmel. A városi Művelődési Központban — az Üveggyár szakembereivel közösen — kiállításon mutatták be a korszerű alumíniumöntvényeket, híradástechnikai újdonságokat és az üveggyár legújabb termékeit.

Novemberben a Fiatal Alkotók Klubjában *Nagy Béla* tartott előadást „Az A. P. C. formaöntödével kapcsolatos tapasztalatok" címmel. 35 fős csehszlovák delegáció fogadása Zsiárból, akikkel kerekasztal beszélgetésen vitatták meg a közös aktuális műszaki kérdéseket. Ajkáról 4 fő vett részt az Inotai Alumíniumkohó OMBKE helyi csoportja 25 éves jubileuma alkalmával rendezett ankéton, amelyen *Baksa György* tartott előadást a „Homokszerű timföld előállítási kísérletek" címmel.

Decemberben a helyi csoport 30 fiatal tagja vett részt tapasztalatcsere látogatáson az Almásfüzitői Timföldgyárban.

A csoport — a korábbi évek gyakorlatához hasonlóan — nagy gondot fordított a fiatalokkal való foglalkozásra, különös tekintettel a fiatalok szakmai továbbképzésére. A KISZ vezetőséggel közösen szervezték az Alkotó Ifjúság Pályázat kiírását, elbírálását, zsürizését. A helyi csoport végezte az FMKT, valamint a Szakma Ifjú Mestere pályázatra beérkezett pályaművek, tanulmányok elbírálását, zsürizését, valamint ezek szakmai irányítását.

Mosonmagyaróvári helyi csoport

Januárban klubnap keretében *Gerezdes János* utibeszámolót tartott braziliai öntött tűzállóanyag szervízúton.

Februárban 92 fő részvételével nagysikerű szakestélyt tartottak.

Márciusban klubnapon számoltak be a munkaerőgazdálkodás és a munkafegyelem terén várható intézkedésekről a MOTIM-ban.

Májusban klubnapon *Harrach Valter* tartott előadást a külföldi üzemek részére készített megvalósíthatósági tanulmányokról. Az előadás után színes diavetítés volt, Sry-Lankáról. 38 fő részvételével 2 napos tapasztalatcsere látogatást szervezett a csoport a Pécsi Porcelángyárba.

Szeptemberben OMBKE sportnapot rendeztek, amelyen 60 fő vett részt. Klubnap keretében *Gerezdes János* tartott beszámolót „Az 1980. január 1-én életbelépő szabályozórendszer hatása a MOTIM-ra". Az előadás után *Ács Tibor* tartott diavetítést Brazíliáról.

Októberben 2 klubnapot szerveztek. 8-án *dr. Tóth József* tartott előadást a „Magyar külkereskedelem irányvonala és perspektívája" címmel. Ezután *Horváth Sándor* diavetítést tartott az indiai timföldgyár építéséről. 29-én *Mihály Ferenc* tartott előadást „Mosonmagyaróvár története" címmel, amit *Németh György* filmvetítése követett Mosonmagyaróvárról. 32 fő vett részt a Kőszegre szervezett kiránduláson.

Novemberben is 2 klubnapot tartottak. 12-én *Szilágyi Ferenc* tartott beszámolót „A II. Karbantartási Konferencia tapasztalatai" címmel. 26-án *Rácz Attila* előadást tartott a kádkő-gyártás műszaki fejlesztéséről, ami után *Gönye László* diavetítéses beszámolót tartott Ausztriáról. November 22-én az UNIDO szervezésében külföldi műszaki szakembereket fogadtak és tájékoztatást adtak az egyesületi életről.

A helyi csoport részt vett a városi MTESZ Intéző Bizottságának és Ifjúsági Bizottságának munkájában, melyek külön munkaterv alapján tevékenykedtek.

Alumíniumkohászati szakcsoport

A csoport jól átgondolt munkaprogram alapján végezte tevékenységét. Aktív kapcsolatot tartott a helyi csoportokkal és a MTESZ megyei, városi Intéző Bizottságaival. Nagy gondot fordítottak a fiatalokkal való foglalkozásra, azok szakmai továbbképzésére. Az „Alkotó Ifjúság Pályázat" kiírását és elbírálását a KISZ vezetőséggel közösen végezték. A Szakma Ifjú Mestere" és az FMKT pályázatainak zsürizésében, bírálatában aktívan részt vettek.

Inotai helyi csoport

A vezetőségi üléseket a rendezvények, tanulmányutak szervezési feladataitól függően, az aktuális vállalati kérdések megkívánta gyakorisággal tartották. Rendezvényeiket az *ICSOBA Magyar Bizottságával*, a *Magyar Alumíniumipari Trösztel*, illetve vállalataival közösen bonyolították le. Fontosabb rendezvényeik:

1. Az alumíniumipar fiatal szakembereinek Szakmai Ankétja, amelyen *Németh József* műszaki igazgatóhelyettes vitaindító előadása után 8 előadás hangzott el. Az ankétról beszámoltunk Kohászati Lapokban.
2. Az egyesületi csoport fennállásának 25 éves jubileumán november 16-án Alumíniumkohászati Ankétot rendeztek, amelyen a következő előadásokat tartották meg:
   — *Iski Károly:* (Fejér m. Bauxitbányák) A bauxitbányászat helyzete, fejlesztési kérdései Fejér megyei Bauxitbányák üzemeiben.
   — *Baksa György:* (Ajka) A homokszerű timföld gyártása, felhasználására irányuló kísérletek helyzete az Ajkai Timföldgyárban és Alumíniumkohóban.
   — *Szina Gábor* (Inota) Technológia fejlesztési és folyamatszabályozási lehetőségek az alumíniumkohászatban.
   — *Dr. Csák József:* (ALUTERV-FKI) Az öntvehengerlési technológiák helye a MAT félgyártmánygyártási rendszerében, további öntvehengerlő kapacitások létesítésének lehetőségei a magyar alumíniumipar vállalatainál.

Gyárlátogatás, jubileumi, kibővített vezetőségi ülés, este szakestély egészítette ki a gazdag programot.

Egyéb rendezvények
— Márciusban helyi, szeptemberben iparági „Alkotó Ifjúság" kiállítás rendezése
— A MTESZ Várpalotai Intéző Bizottságának munkájában aktívan részt vettek.
— Látogatás a Mátravidéki Fémművekben, ahol részt vettek a siroki testvérszervezet csoportrendezvényén.

Két külföldi tanulmányi kiránduláson vettek részt (Skawina, Ziar)

Tatabányai helyi csoport

1979-ben a helyi csoport vezetősége kétszer ülésezett, ahol a feladatterv teljesítésével és aktuális kérdésekkel foglalkozott.

Az év folyamán három szakmai előadást szerveztek. Márciusban Tatabányán tartotta vezetőségi ülését a Fémkohászati Szakosztály, amelyen értékelte a helyi csoport munkáját.

Áprilisban a csoport két tagja részt vett a *Skawinai Alumíniumkohó 25 éve* jubileumi ünnepségein.

Májusban a KISZ és SZB közreműködésével tanulmányutat szerveztek Csehszlovákiába Zsiárba.

Megemlékeztek a nagytisztaságú Al raffinálás 25 éves jubileumáról.

A szocialista brigádok továbbképzése, általános műveltségük növelése érdekében, a TIT-tel közösen ismeretterjesztő előadásokat szerveztek.

A csoport tagjai részt vettek a társüzemek rendezvényein, előadás tartásával járultak hozzá azok sikeréhez.

1979-ben is szerveztek belföldi tanulmányutat, összekapcsolva érdekes turisztikai programmal.

Székesfehérvári helyi csoport

Márciusban a csoport és a bázis vállalat aktívan részt vett a Technika Házában, Székesfehérváron megrendezett *OMBKE 67. küldött közgyűlésének* operatív szervezésében. Március 26-án a helyi csoport vezetősége az aktuális feladatokat tárgyalta meg.

Áprilisban a munkatervük alapján több szakmai előadáson vettek részt a csoport tagjai vagy tartottak előadást.

— *Kisdéri Antal* a „Gazdasági szabályozók változásának hatása az alumíniumiparban és a KÖFÉM-re" címmel.
— Kohászati jellegű szakközépiskolák szaktanárai részére szerveztek előadássorozatot a KÖFÉM-ben alkalmazott technológiákról és a vállalat fejlesztéséről, amelyen *Csömöz Ferenc*, *Gábor László*, *Schüller Ferenc* és *Stein Mihály* tartott előadást.
— Nagypontosságú folyamatos szalag-vastagságmérő berendezésekről — a GTE-vel közös rendezésben — tartottak gyártmányismertetőt.
— *Heinz Anspach* professzor tartott előadást a „Folyékony állapotú alumínium ötvözetek préselésének technológiája, az eljárás gazdaságossága" címmel.

Májusban a csoport tagjai *dr. Berényi Szabolcs* „Aktuális vállalati szervezési kérdések" című előadását hallgatták meg. A MAT által szervezett szakmai ankéton vettek részt, amelyen a csoport 2 előadást tartott.

— *Dr. Oláh Zoltán—Nagy Ferenc:* Alumínium felhasználása konzervipari célokra.
— *Dr. Csurbakova Tatjana:* Az öntött szövet öröklődése a nemesített alumínium-félgyártmányok szövetszerkezetében.
— A BNV megtekintése.

Júniusban a csoport vezetősége megtárgyalta a KÖFÉM és a csoport előtt álló aktuális feladatokat.

Júliusban turisztikai programmal kiegészített üzemlátogatást szerveztek — önköltséges alapon — a *Sumen*-i *Alumínium Kombinátba*, Bulgáriába.

Augusztusban volt Székesfehérváron a helyi csoport szervezésében a MAT hagyományt teremtő rendezvénye, az *I. Magyar Alumíniumnap* néven. Ez alkalommal a csoport állította össze, a Munkanapok című vállalati újságban, a szakmát, az egyesületet és a hagyományokat bemutató tudósítást.

Szeptemberben közreműködtek a *magyar-szovjet műszaki-tudományos együttműködési szerződés aláírásának 30. évfordulója* alkalmával rendezett tudományos ülésszak megszervezésésben. *Mansfeld Kombinát* (NDK) KDT szervezetének küldöttségét fogadták a KÖFÉM-ben.

Októberben bányalátogatáson vettek részt a félgyártmány szakcsoport budapesti tagjaival közösen a Fejér megyei Bauxitbányáknál.
Novemberben a csoport 4 tagja vett részt az NDK-ban szervezett Sajtolási Napokon, amelyen *dr. Sapsal Vera* és *Raft Sándor* tartott előadást.
December 1-én rendezték meg a hagyományos Mikulás estet, a csoport tagságának társas összejövetelét. December 4-én *Molnár Károly* „Személyzeti és oktatási munka a vállalati tevékenységben" című előadását vitatták meg. A helyi csoport alapításának 25. évfordulóján 1980-ban rendezendő *VI. Országos Hidegalakító Konferencia* előkészítése és a szervező bizottságának megalakítása.

A munkatervben meghatározott havonkénti rendezvényeken felül a Csoport az alábbi munkákban vett részt:

— Alkotó Ifjúság pályázat meghirdetésében és lebonyolításában való közreműködés.
— Fiatal Alkotók Közössége, a vállalati KISZ Bizottsággal egyetértésben, a GTE csoporttal közösen a KÖFÉM aktuális, fontosnak ítélt feladatainak megoldásában való szervezett részvétel, amelynek során az alábbi témakörökben dolgoztak ki javaslatokat.
a) Készletgazdálkodás területén a KÖFÉM-ben használt ékszíj kataszter összeállítása, javaslat a tipizálásra.
b) Az üzemszervezés területén, az öntöde gyáregység horizontális és vertikális szervezeti átalakítására dolgoztak ki javaslatot.
c) Élőmunka megtakarítási javaslat (a hengermű gyáregység kenőpincei ügyeleti létszám csökkentése)
— Részt vettek a KISZ KÖFÉM Bizottsága által kidolgozott akcióprogramban meghatározott feladatok megoldásában.
— Közreműködtek a KÖFÉM Közművelődési Bizottságával együtt a „Tallózás a zene világában" c. előadássorozat megszervezésében.
— Részt vettek az OMBKE inotai és dunaújvárosi csoportjainak jubileumi rendezvényein.
— A Fémkohászati Szakosztály által szervezett külföldi tanulmányutakon való részvétel.

Konin (Lengyelország)	6 fő
Zsiár (Csehszlovákia)	1 fő
Slatina (Románia)	2 fő

Készáru szakcsoport

A kecskeméti székhellyel működő szakcsoport az 1979 éves célkitűzéseit — a műszaki-tudományos munka területén — maradéktalanul teljesítette. Az éves programban rögzített témakörkben 8 előadást tartottak, az iparban dolgozó szakemberek és neves egyetemi oktatók közreműködésével. Az előadásokat egy-egy bázis vállalatnál megszervezett rendezvény alkalmával tartották meg a helyi tagság érdeklődési körét messzemenően figyelembe véve. Az elmúlt évben 2 napos tanulmányutat szerveztek, amelynek során a Bakonyműveket és a Videotont látogatták meg. A Fémkohászati szakosztály szervezésében a szakcsoportból 4 fő vett részt a *Rackwitzi Könnyűfémmű* (NDK) meglátogatásán.

A rendezvényeken az aktív tagságnak legalább 50 %-a mindig részt vett, ami az igen nagy területi széttagoltság mellett számottevő érdeklődésre utal.

Az 1979. II. félévi tagdíj rendezést követően a fluktuáció kb. 8—9 % volt, de az időközben belépett új tagokkal együtt az összlétszámban változás nem történt.

Fémkohászati Szakcsoport

A szakcsoport vezetősége negyedévenként ülésezett, a tárgyalásra kerülő időszerű témákban jártas tagok bevonásával. A szakcsoport főbb tevékenysége az alábbi területekre terjedt ki:

— Közreműködés a minisztériumok, főhatóságok elé kerülő a szakterületet érintő fejlesztési célkitűzések véleményezésében.
— Konkrét fejlesztési programok kidolgozásához szaktanácsadás, műszaki-technológia kérdések megvitatása.

Az elmúlt év folyamán a szakcsoport az alábbi rendezvények lebonyolításában vett részt:

— *A Belga—Luxemburgi Műszaki Napok* keretében megtartott Hoboken-Overpelt és Mechim S. A. cégek szakelőadásai, amelyek a belga ipar jártasságát mutatta be a színesfémiparban, elsősorban a réz, ólom és cink előállítás területén.
— A *Fluor Mining* cég tevékenységét bemutató előadás sorozat, amely a színesfém bányászat — ércelőkészítés — kohósítás területére, elsősorban a réziparra irányította a figyelmet.

Az elmúlt év folyamán kirándulást szerveztek a gyöngyösoroszi ércelőkészítő üzembe. Részt vettek a *Széki* emlékünnepségeken és a síremlék avatáson Sopronban 1979. július 28-án.

Csepeli helyi csoport

A helyi csoport tevékenysége szerves részét képezte a Csepel Vas és Fémművek műszaki-gazdasági munkája egészének. A testvérvállalatoknál tett üzemlátogatások, szakmai kirándulások, közreműködés a hazai és nemzetközi műszaki-tudományos konferenciák szervezésében, a szakemberek felkészítése külföldi tanulmányutakra, vagy az eredmények publikálásának elősegítése mind olyan feladat amely egyúttal túl is nő a Csepel Vas és Fémművek keretein.

A csoport tagsága magáévá tette korunknak azt a realitását, hogy az anyag tudomány művelése nélkül nem képzelhető el műszaki haladás, új vagy javított tulajdonságú anyagok előállítása. A csoport tevékenysége során figyelembe vette azt, hogy az anyag tudomány szemlélete egyetlen folyamatnak tekint minden tevékenységet az alapanyagok sajátosságainak vizsgálatától egészen a késztermék értékesítéséig, a felhasználhatósági tulajdonságok megismeréséig. Ezért szerepeltek a csoport munkájában az elmúlt évben is alapkutatási jellegű konferenciák szervezésétől gyárlátogatásokig a tevékenységek széles skáláját felölelő programok.

A csoport elmúlt évi munkájában elsősorban a vállalati fejlesztési irányelveket, a legfontosabb műszaki-gazdasági problémák megoldását tartotta szem előtt. Néhány kérdésben a csoport példamutatóan járult hozzá a jövő megtervezéséhez. Több előadás, illetőleg publikáció megszervezésében már a VI. ötéves terv célkitűzéseinek megvalósítását segítette elő.

A helyi csoport tevékenységének főbb területei a következők voltak 1979-ben:

— *A csoport tagjainak előadásai különböző rendezvényeken:*

Csepeli MTESZ szervezetben	3
Ritkafém konferencia	1
Kohászati Anyagvizsgáló Napok	17
Kandidátusi értekezés	1
„A rézfélgyártmány gyártás várható fejlődése" című szemináriumon	7
Külföldi rendezvényeken	8

— *Belföldi tanulmányutak, tapasztalatcsere látgatások*

BNV megtekintése	10 fő
Magyar—Szovjet tudományos és műszaki együttműködés 30 éves évfordulója alkalmával rendezett konferencia	4 fő
Vaskohászati Szakcsoport fogadása	20 fő
Finn vendégek fogadása	3 fő
Ritkafém konferencia résztvevőinek fogadása	14 fő
Szlovák műszaki tudományos egyesület fogadása	25 fő
KDT Mansfeld Kombinát delegációjának fogadása	3 fő

— *Külföldi tanulmányutak*

Európai Krisztallográfiai Konferencia Koppenhága	1 fő
Lágy-mégneses anyagok 4. Konferenciája Münster, NSZK	2 fő
Robbantástechnika alkalmazása a fém-	

СОДЕРЖАНИЕ

Сенде, Д.—Ковач, Т.—Токарне и др.: **Исследование модельных составов для литья по выплавляемым моделям** ..... С 121

Авторами разработаны методы исследования свойств модельных составов для литья по выплавляемым моделям и определены основные технологические свойства модельных составов. Разработаны новые бесстреариновые составы повышенного качества.

Тот, Л.: **Оценка качества литых башмаков на основе прочностных данных** ..... С 128

Автором выработана зависимость для охарактеризования влияния включений в стальных отливках башмаков на прочностные свойства. С помощью новой системы определения качества при определенных условиях становится возможность для применения литых башмаков для столб подземных переходов и в том случае если они по результатам обыкновенного испытания материалов оказываются браком.

Чонтош, И.: **Некоторые новые материалы и методы в производстве прокатных валков** ..... С 130

Скорость прокатки на непрерывных станах постепенно возрастает. На валки влияют все большие изнашивающие усилия и поэтому качество классических материалов уже не удовлетворяет требований. В работе пересмотрены новые качества материалов для валков и их методы, технологии производства.

Чире, И.: **Положение подгоэовки выпуска продукции и направления развития на Чепельском Чугуно-и Сталелитейном Заводе** ..... С 136

Развите подготовки производства на отечественных литейных заводах в некоторой степени отстал от производственных систем, введенных в производство в результате развитий. Автором излагается работа в области подготовки производства на Чепельском Чугуно- и Сталелитейном Заводе и характеризованы предстоящие задачи.

INHALT

Szende, Gy.—Kovács, T.—Frau Tokár, I.—Keresztessy, Zs.—Frau Keresztessy, Zs.—Pákáné Kas, E.: **Die Untersuchung der Modellwachse für das Wachsausschmelzverfahren** ..... S 121

Die Autoren arbeiteten Methoden zur Untersuchung der Eigenschaften der Modellwachse für das Wachsausschmelzverfahren aus und bestimmten die grundlegenden technologischen Eigenschaften dieser Wachse. Es wurden neue, Stearin nicht enthaltende Wachskompositionen mit günstigen Eigenschaften entwickelt.

Tóth L.: **Die Qualifizierung von Auflagergussstücken aufgrund der Festigkeitslehre** ..... S 128

Zur Beurteilung der statischen Auswirkungen der Einschlüße im Stahlguß wurde vom Autor ein einfacher Zusammenhang abgeleitet. Durch Anwendung dieses Qualifizierungsverfahrens können die Auflagergußstücke der Säulen von Unterführungen unter gewissen Umständen auch in dem Falle verwendet werden, wenn sie hinsichtlich ihrer ursprünglicher Zweck als Ausschuß betrachtet werden müßten.

Csontos, I.: **Einige neue Werkstoffsorten und technologische Methoden bei der Walzenherstellung** S 130

Die Walzgeschwindigkeit der kontinuierlichen Walzstrecken nimmt dauernd zu. Die Walzen sind immer größeren Verschleiß ausgesetzt, wodurch die traditionellen Werkstoffe den Forderungen nicht mehr entsprechen. Es wird ein Überblick über einige moderne Werkstoffe und Herstellungsmethoden der Walzen gegeben.

Csire. I.: **Die Lage der Arbeitsvorbereitung in den Csepeler Eisen- und Stahlgießereien und die wichtigsten Entwicklungstendenzen** ..... S 136

Die Arbeitsvorbereitung hat sich in den ungarischen Gießereien nicht in dem selben Maße entwickelt, wie die Produktionssysteme, die als Folge der Investitionen angelegt wurden. Es wird über die Tätigkeit der Csepeler Eisen- und Stahlgießereien auf dem Gebiet der Arbeitsvorbereitung informiert und die durchzuführenden Aufgaben werden geschildert.

CONTENTS

Szende, Gy.—Kovács, T.—Mrs. Tokár, I.—Keresztessy, Zs.—Mrs. Keresztessy, Zs.—Pákáné Kas, E.: **The testing of pattern waxes used for the lost-wax process** ..... P 121

The authors elaborated methods to test the properties of pattern waxes used for the lost-wax process and determined the essential technological properties of these. A new, stearine not-containing wax composition with advantageous properties has been developed.

Tóth L.: **The qualification of cradle castings on the basis of statics** ..... P 128

The author worked out a simple formula to judge the static effects of the inclusions in steel castings. Using this qualifying method the cradle castings of subway columns can be used under certain conditions even in that case, when in view of their original purpose they ought to be qualified as scrap.

Csontos, I.: **Some new materials and processes for the manufacturing of rolls** ..... P 130

The rolling speed on continuous rolls increases steadily. The rolls are subjects to constantly growing wear, therefore the traditional materials aren't suitable anymore. The paper gives a survey on some up-to-date materials and processes suitable to produce rolls.

Csire, I.: **The situation of work organisation and the trends of development in the Csepel Iron and Steel Foundries** ..... P 136

The work organisation, as a whole didn't make in the Hungarian foundries such a progress, as the production systems, which has been established as a result of investments. The author gives an information relating to the activities of the Csepel Iron and Steel Foundries in the domain of work organisation and gives the outlines of the tasks to be carried out.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESULET LAPJA

BUDAPEST, 1980. JÚLIUS HÓ

7

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

BENKE LÁSZLÓNÉ és mtsai: A koncentrátum mennyiségének hatása a zsugorítványra 285
S. MAJERCÁK és mtsai: A zsugorítás elegyén átszívott levegő oxigéntartalmának hatása 290
PLATHY ELEMÉR: Kompresszorok teljesítményének méretezése interációs eljárással 294
DR. H. RAU—DR. W. SCHWARZ: A kiégés meghatározása gázpotenciometriás vizsgálatok alapján 296
LONTI GYÖRGY: A kutatások gazdasági eredményességének értékelése a vaskohóiparban 299
SZABÓ JÓZSEF: A nyersvasminőség és -ellátás lehetőségei a Dunai Vasmű konverteres acélművében 303
DR. I. HRIVNAK: Az acélgyártás és a hegesztéstechnológia összefüggése 306
HAZAI BÉLA—CSER ARISZTID: Dolomitjaink nemesítése, termékszerkezetünk fejlesztése 308
Előzetes tájékoztató 289
Beszámoló külföldi tanulmányútról 305
Egyesületi hírek 310
Beszámoló konferenciáról 311
Beszámoló külföldi konferenciáról 312
Beszámoló korszerű technológiákról 313

FÉMKOHÁSZAT

KISS ZOLTÁN: A homokszerű timföld felhasználásának előállításának egyes kérdései 314
IMRE ALADÁR—VÉKELY KÁROLYNÉ: A tárolás hatása az üzemi timföldhidrát felületi tulajdonságaira 318
KALOCSAI FERENC: Bayer rendszerű timföldgyárak feltárási technológiájának módosítása 321
Előzetes tájékoztató 327
Értesítés 327
Pályázati felhívás fiatal tagtársak cikk-írásának ösztönzésére 327
Szakosztályi hírek 328
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek 330

ÖNTÖDE

G. F. BALANDIN: Eredmények és perspektívák az öntvények kialakulásának matematikai elmélete terén 145
DR. VÖRÖSNÉ DR. FARAGÓ ELZA: A szintetikus öntöttvas módosításának néhány problémájáról 151
DR. PILISSY LAJOS: A hazai nyomásos öntészet helyzete és fejlődése 156
BUZÁNSZKY ALBIN—GYÖRÖK GYÖRGY: Nagy szilárdságú lemez- és gömbgrafitos vasöntvények gyártásának bevezetése Csepelen 160
Szakosztályi hírek 162
Főiskolai hírek 163
Hazai hírek 164
Bentonitkonferencia Csehszlovákiában 165
Műszaki és gazdasági hírek 166

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: **1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.**
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 7. 1860 Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő posta hivatalban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155 | **HU ISSN 0005-5670**

СОДЕРЖАНИЕ

Бенкене Надьхази, Э.—Керечени, Л.—Почаи, Й.—Зипсер, К.: **Влияние количества концентрата на качество агломерата и на удельную мощность** ..... С 285

Авторы анализируют каково влияние замены пропорций концентрата и аглоруды на удельную мощность и на потребность в топливе. В интересах интенсификации добавили извёстку такой величины, при которой не требуются особых мер по охране природной среды.

Майерчак, С. и др.: **Влияние О содержания воздуха просасанного сквозь аглошихты на параметры процесса агломерации и на качество агломерата** ..... С 290

Статья опишет эксперименты, проводившихся в Кошицком Меткомбинате в связи с увеличением O_2 содержания просасанного сквозь аглошихты воздуха.

Плати, Э.: **Измерение мощности компрессоров итеративным способом** ..... С 294

Статья занимается с теоретическим определением оптимальной мощности компрессоров.

Раю, Х.—Шварц, В.: **Определение выжига натоснове газопотенциометрически анализов** С 296

Газопотенциометрические анализы пригодны для изучения процессов происходящих в пламени. Глубину выгорания можно определить по величине напряжения элемента.

Лонти, Дь.: **Оценка экономической результативности исследований в области черной металлургии** ..... С 299

Теоретические основы оценки экономической результативности исследований. Модели расчета, зафиксиручщие результативность. Примеры применения разработанного метода.

або, Й.: **Качество чугуна и возможности снабжения чугуном в кислородно коверторном сталеплавильном цеху Дунаи Вашмю** ..... С 303

Автор занимается с чугунной потребностью кислородно конверторного цеха, строящегося в ДВ. Проанализирует, каким качеством и количеством чугунного производства можно обеспечить планируемый размер производства в сталеплавильном цеху.

Хривняк, И.: **Зависимость между производством стали и сварочной техникой** ..... С 306

Связанные с производством стали проблемы сварочной техники за последние десятилетия. Возможности совместного целенаправленного развития производства стали и сварочной техники.

Хазаи, Б.—Чер, А.: **Улучшение наших доломитов, развитие их профильной структуры** ..... С 308

Характерный состав венгерского доломита. Причины обработки доломита в синтетический магнезит. Разработанная технология. Расходы фабрики по производству синтетического магнезита.

Киш, З.: **Некоторые аспекты изготовления и использования порошкообразного глинозема** С 314

Из-за улучшение условий производства и охраны природной среды необходимо развитие технического уровня алюмопечей. Различные типы ванн потребуют глиноземы с разными физическими свойствами. Статья представит важнейшие характеристики различных типов глинозема, а также некоторые особенности изготовления порошкообразного глинозема.

Имре, А.—Векеине: **Влияние условий и продолжительности хранения на поверхностные свойства заводского гидрата глинозема** ..... С 318

Условия и продолжительность хранения заводского гидрата глинозема могут существенно повлиять на поверхностные свойства изделия. В случае глинозема, удовлетворяющего современным требованиям эти поверхностные свойства очень вжны.

Калочаи, Ф.: **Изменение технологии Байеровских глиноземных заводов** ..... С 321

Автор излогает такое изменение технологии подготовки Байеровских глиноземных заводов, которое допускает переработку бокситов с высоким содержанием кальцита и доломита. Излогает те технические и экономические замысли, принятие во внимание которых необходимо для надёжной и экономичной обработки.

CONTENTS

Mrs. Benke Nagyházi E.—Kerecsényi L.—Pocsai J.—Zipszer K.: **On the effect of the proportion of concentrate upon the äuality of sinter and upon the specific output** ..... P 285

It was investigated, how the specific output and the fuel requirement is affected by interchanging the proportion of ore and concentrate. To intensifity production burnt lime was added of such a grain size, which did not lay claim to particular measures to protect environment.

Majercák, St. and co-workers. **The effect of the oxygen content of air sucked through the sinter mixture upon the sintering process, and upon the äuality of the product** ..... P 290

A report is given on the experiments, which were carried out in the metallurgical works at Kosice with an increased oxygen content of air sucked through the sinter bed.

Plathy, E.: **Dimensioning the capacity of compressors by an iterative method** ..... P 294

The study deals with the theoretical determination of the optimum compressoz hapacity.

Rau, H.—Schwartz, W.: **Determination of burning out by means of gas potenciometric invetigations** ..... P 296

Gas potenciometric investigations allow to examine burning processes taking place in the falame. From the cell voltage the degree of burning out can be derived.

Lonti, Gy.: **Estimation of the economic results of researches in the ferrous metallurgical industry** ..... P 299

The fundamental principles of estimating the economic results of researches. Models of calcula-

tion producing these results. Examples of applying the proposed method.

Szabó, J.: **The pig iron quality and the possibilities of its supply for the oxygen converter plant in Dunai Vasmx** ..... P 303

The author deals with the pig iron requirements of the oxygen converter plant being built in Dunai Easmű. He examines what quality and quantity of pig iron is necessary to ensure the planned production of the steel plant.

Hrivnyák, I.: **Interrelation of steelmaking and welding technology** ..... P 306

Problems of the welding technology connected with steelmaking in the latest decades. Possibilities of a common development of steelmaking and welding technology with the same intention.

Hazai B.—Cser A.: **Improvement of our dolomites, widening the assortment made of them** ..... P 308

Characteristic composition of Hungarian dolomites. Justification of processing them into synthetic magnesite. Expenditure of building a factory to produce synthetic magnesite. The elaborated technology hereupon.

Kiss, Z.: **Some äuestions of the production (nd employment of the sandlike alumin** ..... P 314

The elaim to the improvement of the working conditions and the requirements of enviroment protection demand the rising the technical level of the aluminium production. The various types of electrolytic cells require different sorts of alumina. The most important parameters of the various types of alumina and some features of the production of sandlike alumina will be given.

Imre, A.—Vékey, K. Mrs.: **Effect of the conditions and the period of time at the storing on the quality of surface of the alumina hydrate** ..... P 318

The conditions of storage and the period of time at the storing may considerably influence the quality of surface of the alumina hydrate. The quality of surface is a very important property of the alumina hydrate filling the modern requirements.

Kalocsai, F.: **Modification of the digestion technology at the alumina production by the Bayer process** ..... P 321

The author makes us aquainted with the modification of the digestion technology which renders possible the processing of bauxites containing higher quantity of calcite and dolomite. The technical and economical considerations required for the organizing of the safe and profitable processing will be discribed.

INHALT

Frau Benke, L. geb. Nagyházi, E.—Kerecsényi, L.—Pócsai, J.—Zipszer, K.: **Die Wirkung der Menge des Konzentrates auf die Qualität des Sinters und auf die spezifische Leistung** ..... S 285

Untersucht wurde die Wirkung des Vertausches des Einsatzanteils vom aglomerierten Erz und vom Konzentrat auf die spezifische Leistung der Sinteranlage und auf den Heizstoffverbrauch. Zum Zwecke der Intensivierung wurde Kalk eingesetzt in solcher Korngrösse, welche noch keine besonderen Umweltschutzmassnahmen beansprucht.

Majercak, S. und Koautoren: **Die Wirkung des Sauerstoffgehaltes der Saugluft bei der Sinterung auf die Kennzahlen des Sinterprozesses und auf die Qualität des Sinters** ..... S 290

Die im Hüttenwerk zu Kassau durchgeführten Versuche zur Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der durch die Sinterschicht gesaugten Luft.

Plathy, E.: **Bemessung der Leistung von Kompressoren mit der Iterations-Verfahren** ..... S 294

Die theoretische Bestimmung der optimalen Leistung von Kompressoren.

Rau, H.—Schwartz, W.: **Bestimmung des Ausbrandes mit gaspotentiometrischen Untersuchungen** S 296

Die gaspotentiometrischen Untersuchungen sind zur Bestimmung der in der Flame sich abspielenden Brennprozesse geeignet. Aus dem Wert der Zellenspannung kann das Mass des Ausbrandes bestimmt werden.

Lonti, Gy.: **Bewertung des wirtschaftlichen Nutzens der Forschungen in der Eisenhüttenindustrie** .. S 299

Prinzipielle Grundlagen der Bewertung von wirtschaftlichen Nutzen der Forschungen. Berechnungsmodelle zur Festsetzung des Nutzens. Anwendungsbeispiele des entwickelten Verfahrens.

Szabó, J.: **Die benötige Roheisenqualität und die Roheisenversorgung des neuen Sauerstoffaufblas-Konverterbetriebes im Donau-Eisenwerk** ..... S 303

Der Roheisenbedarf des Konverterbetriebes. Die durch die vorgesehenen Stahlqualitäten benötigen Roheisenmengen und Roheisenqualitäten.

Hrivnyák, I.: **Zusammenhang der Stahlerzeugung mit der Schweisstechnik** ..... S 306

Die Probleme des Zusammenhanges der Stahlerzeugung mit der Schweisstechnik in den letzten Jahrzehnten. Die gemeinsamen Entwicklungsmöglichkeiten der Stahlerzeugung und der Schweisstechnik.

Hazai, B.—Cser, A.: **Die Veredelung der einheimischen Dolomite und die Entwicklung ihrer Sortenstruktur** ..... S 308

Kennzeichnende Zusammensetzung der ungarischen Dolomite. Begründung der Aufarbeitung der Dolomite zum synthetischen Magnesit. Die Kosten der Erzeugung von synthetischem Magnesit und die hierfür schon ausgearbeitete Technologie.

Kiss, Z.: **Einige Fragen der Herstellung und die Anwendung von sandartiger Tonerde** ..... S 314

Die zu verbessernden Arbeitsverhältnisse und die steigenden Anforderungen des Umweltschutzes erfordern die Erhebung des technischen Niveaus der Aluminiumhütten. In den verschiedenen Typen der Aluminiumelektrolysen werden Tonerdesorten mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften gebraucht.

Imre, A.—Vékey, K. Frau: **Die Auswirkung der Verhältnisse und der Zeitdauer bei der Lagerung auf die Oberflächeeigenschaften des Tonerdehydrates** ..... S 318

Die Verhältnisse der Lagerung und die Zeitdauer der Speicherung können die Oberflächeeigenschaften des Tonerdehydrates stark beeinflussen.

Kalocsai, F.: **Änderung der Aufschlusstechnologie in der Bayer-Tonerdefabrikation** ..... S 321

Änderung der Aufschlusstechnologie in der Bayer-Tonerdefabrikation, welche die Aufarbeitung von Bauxiten mit höcherem Gehalt an Kalzit, bzw. Dolomit ermöglicht. Die zur Gewährung einer sicherer und wirtschaftlichen Aufarbeitung nötigen technische und ökonomische Erwägungen.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 7. szám 1980. július

A koncentrátum mennyiségének hatása a zsugorítványra

BENKE LÁSZLÓNÉ NAGYHÁZI ERZSÉBET, KERECSÉNYI LÁSZLÓ, POCSAI JÓZSEF, ZIPSZER KONRÁD okl. kohómérnökök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 622.78

Milyen hatással van az aglóérc és a koncentrátum részesedési arányának felcserélése a fajlagos teljesítményre és a tüzelőanyag-szükségletre. Az intenzifikálás érdekében égetett meszet adagoltak olyan szemcseosztályban, amely különösebb környezetvédelmi intézkedéseket nem igényel.

1. A vizsgálatok során felhasznált anyagok és az alkalmazott berendezések ismertetése

A kísérletek elvégzéséhez a BÉM-ben alkalmazott anyagokat használtuk. A rendszertelenül és kis mennyiségben felhasznált anyagokat nem vettük figyelembe.

Vegyi összetételük a következő:

Alapanyagok:

Vegyi összetétel (száraz súlyra, %)

	Fe	FeO	CaO	SiO_2	MgO	H_2O	C
K érc	63,9	27,0	0,7	9,3	1,0	7,5	—
A érc	52,1	0,5	0,5	16,0	—	4,0	—
Rb, dus	39,8	16,7	4,2	8,7	10,0	2,0	—
Szállópor	27,0	10,8	17,0	13,5	—	6,0	17,5

Salakképzőanyagok:

Vegyi összetétel (száraz súlyra, %)

	CaO	SiO_2	H_2O
Mészkő	52,6	1,3	2,5
Égetett mész	85,0	1,5	—

Tüzelőanyagok:

Vegyi összetétel (száraz súlyra, %)

	C_{fix}	hamu
Koksz	79,6	15,9
Szén	78,8	17,4

Az elegyösszeállítás számítás útján történt.

A nyers elegy összekeverése és a pelletizáció laboratórium keverődobjában a víz egyidejű hozzáadásával történt. Minden nyers elegy permestabilitását és nedvességtartalmát meghatároztuk.

A zsugorítás a laboratórium kísérleti üstjében történt, ami csonkagúla alakú és rostélyfelülete:

$$A = 0{,}35 \times 0{,}35 = 0{,}1225 \text{ m}^2$$

A rostély védelmére 3 kg 10—15 mm frakciójú zsugorítvány, mint ágyazóanyag került felhasználásra. A zsugorítvány szemszerkezetének értékelésénél ez a 10—15 mm-es frakcióból és az összsúlyból levonásra került.

Az alkalmazott rétegmagasság az alapzsugorításnál 320 mm, a továbbiakban 300 mm volt. A vákuumot az üzemi viszonyoknak megfelelően 11772 Pa-ra (1200 mmv. o.) állítottuk be.

A zsugorítás során keletkezett füstgáz folyamatos elemzését egy Hartmann α Braun készülék végezte. A füstgázelemzőkészülék működési elvéből következik, hogy bizonyos késési idővel szolgáltatja az adatokat. Ez a jelenlegi összeállítási rendszerben 30 s.

Folyamatosan regisztráltuk a zsugorítás technológiai paramétereit:

— a begyújtási hőmérsékletet,
— a vákuumot,
— az átszívott levegőmennyiséget,
— a füstgázhőmérsékletet,
— és a 150 mm-es rétegvastagság hőmérsékletét.

A 150 mm-es rétegmagasság hőmérsékletét Pt-PtRh hőelemmel mértük.

A zsugorítvány szemcseanalízisére stabilizálás után került sor. Stabilizálás a dobszilárdságvizsgáló dob 10-szeri megforgatásával érhető el, ez az üzemi viszonyokat, az átadás, rakodás, szállítás közbeni igénybevételt modellezi. (A dobban történő 10-szeri megforgatás, mint stabilizálás, a gyakorlatban 20 átrakásnak felel meg.)

A kész zsugorítvány dobszilárdságvizsgálatát ISO szabvány szerint végeztük, mely 200 fordulat utáni szitaelemzést ír elő 6,3 mm feletti, 6,3—0,5 mm közötti és 0,5 mm alatti frakcióban.

Vegyelemzésre a dobszilárdságvizsgálat utáni frakciók %-os összetételének megfelelően vettünk mintát.

2. A vizsgálatok leírása

Tekintettel arra, hogy a kísérleti üstben és az üzemi zsugorítószalagon történő zsugorítás között — a zsugorítási körülmények, technológiai paraméterek különbözősége — eltérés van, így az összehasonlíthatóság miatt szükség volt egy alapzsugorításra.

A zsugorítandó elegyek összetételét az *1. táblázat* tartalmazza.

A következő zsugorításokat végeztük:

I. Alapzsugorítás, mely az üzem és a kísérleti üst közötti különbség megállapítását és a további összehasonlíthatóság alapját kívánta szolgálni.
Elegyösszetétele: aglóérc: 75%,
K érc: 20%,
egyéb: 5%.

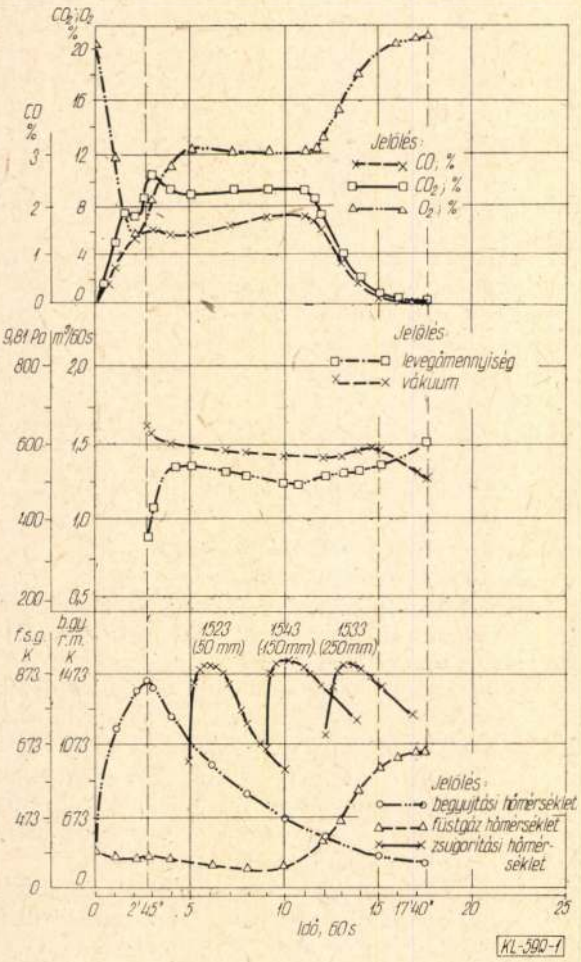
II. Megnövelt koncentrátummal végzett zsugorítás:
Ebben az esetben salakképzőként mészkövet használtunk.
Vashordozók részesedése: K érc: 70%
A érc: 25%,
Szállópor: 5%.

1. táblázat

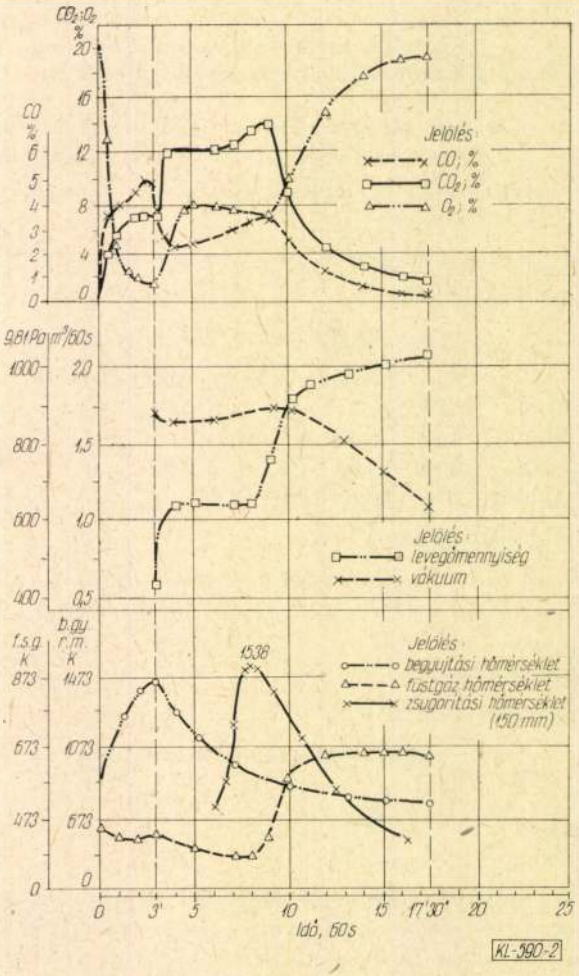
A zsugorítási kísérletek jellemzői

Nyers- és kész elegy összetétele %	I.	II.	III.	IV.
Aglohematit érc	57,92	21,03	21,19	21,64
Magnetit koncentrátum	13,22	58,31	58,71	59,97
Szállópor	4,83	4,04	4,08	4,16
Mészkő	24,03	16,62	14,02	9,28
Égetett mész	—	—	2,0	4,95
Összesen	100	100	100	100
Kokszpor	2,68	2,4	2,26	2,15
Szénpor	1,79	1,62	1,51	1,44
Visszatérő; −6,3 mm	23,2	18,76	19,93	19,26
6,3—10 mm	3,47	2,13	2,26	2,18
Összesen	100	100	100	100
Nedvesítés mértéke	6,26	8,6	8,54	8,9

III. 3,40% égetett mésszel és megnövelt koncentrátummal végzett zsugorítás:
Az égetett mész %-os értékét a koncentrátumra vetítve kell érteni.
A vashordozók %-os részesedése változatlan marad, míg a salakképzőanyagoknál az égetett meszen kívül csak annyi mészkő került felhasználásra, hogy a végső zsugorítványbázicitás a kívánt értéknek: 1±0,05-nek megfelelő legyen. Ezt számítás útján határoztuk meg.



1. ábra



2. ábra

Az égetett mész szemnagysága: 0—10 mm közötti.

IV. 8,25% égetett mésszel és növelt koncentrátummal végzett zsugorítás: a salakképzőknél a számítás az előzőkben ismertettek szerint történt.

Minden zsugorítás során a folyamatosan regisztrált értékekről diagram készült (kisebb léptékben), *1.,2.,3.* és *4. ábra.*

A diagramok a vártnak megfelelő lefutásúak.

A kísérletek során a mészkő egy részét égetett mésszel helyettesítettük. Ugyanis irodalmi adatok a koncentrátum mennyiségének megváltoztatásán kívül igen fontos és jelentős szerepet tulajdonítanak az égetett mész jelenlétének (1., 2., 3.).

Vizsgálataink során választ kerestünk ezeknek a zsugorítmány minőségére, a szükséges koksz mennyiségére és a termelékenységre gyakorolt hatására.

3. A kapott eredmények kiértékelése

A zsugorítások mért paramétereit a *2. táblázatban* tüntettük fel.

2. táblázat

A kísérleti zsugorítás eredményei

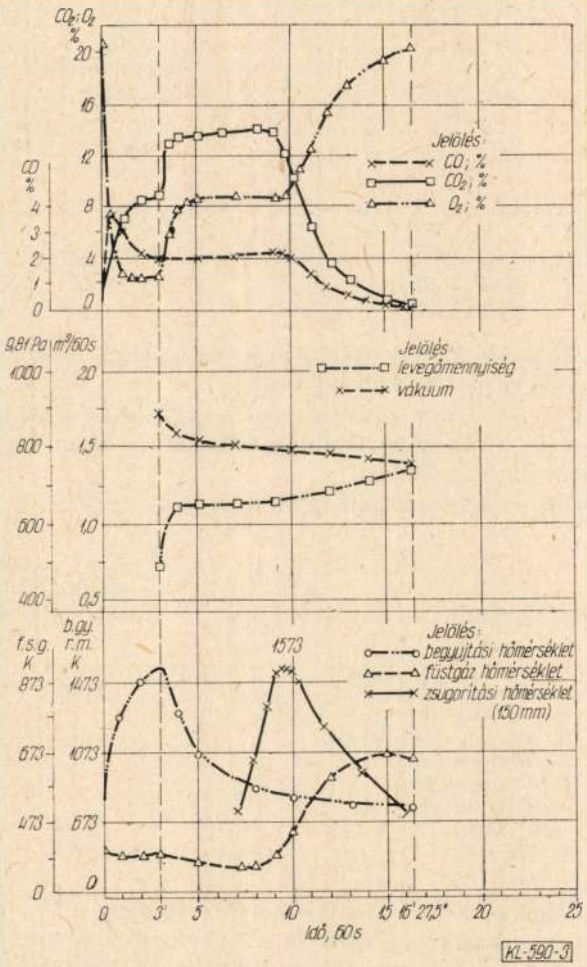
Mutató	Mértékegység	I.	II.	III.	IV.
Zsugorítási idő	60 S	17,35	17,50	16,3	14,93
Átszívott levegő	m:	21,52	24,88	17,49	17,49
Vákuum-kezdeti	×9,81 Pa	650	880	880	740
végső		500	620	750	680
Összetétel	%				
Fe		46,2	54,2	54,4	54,4
FeO		8,4	19,94	18,78	20,58
CaO		16,1	10,42	10,21	10,35
SiO_2		16,2	10,64	10,28	10,8
Fajlagos tüzelőanyag felhasználás	kg/10: kg	73,9	63,5	66,4	60,1

3.1. A koncentrátum részesedésének megváltoztatása

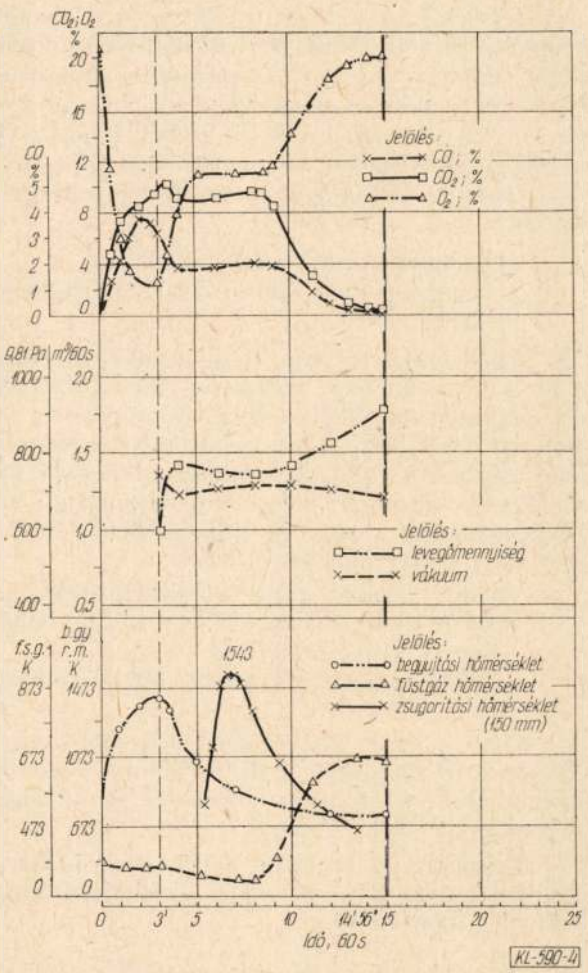
A kísérleteink során elvégzett zsugorításoknál az alapzsugorításban a vashordozó 75%-a aglóérc volt (I. változat), majd a további zsugorítás során a koncentrátum részesedése volt 70% és ezt kiegészítettük az égetett mész részarányának változtatásával.

A koncentrátum gázátbocsátóképessége meglehetősen rossz, de ezt lehet befolyásolni keverési és előkészítési technológiával, ill. égetett mész adagolásával [2].

Az elegy keverése és nedvesítése során, ha még égetett meszet is adagolunk hozzá kedvező lesz a permeabilitás, megerősödnek a makro- és mikroszerkezeti átalakulások és egyenletesebb lesz a különböző frakciók bázikussága [1].



3. ábra



4. ábra

A finomra őrölt koncentrátum zsugorodási sebessége és az elegy szemcsenagysága között szoros összefüggés áll fenn. Az irodalmi tapasztalatok alapján az ilyen elegynek a zsugorodási sebessége megnövelhető égetett mész hozzáadásával [1].

Szintén az irodalomban [1,4] találkozunk olyan adatokkal, amelyek azt kívánják bizonyítani, hogy a fajlagos teljesítmény csökken, ha nő a koncentrátum részesedése az elegyben, de ettől reálisabb képet ad az, ha az Fe-tartalommal figyelembe vett fajlagos teljesítményt vizsgáljuk. Ha csak a fajlagos teljesítményt nézzük, úgy a mi kísérleteink alapján is 9,48%-os csökkenés lenne. Viszont a vastartalom alapján számított fajlagos termelés 6,45%-os növekedést mutat, ami a nagyolvasztó szempontjából reálisabb, mivel a bevitt Fe mennyisége több.

Az *1.* és *2. ábrák* összehasonlításából megállapítható, hogy a nagyobb koncentrátumhányadú elegy zsugorítási feltételei szélsőségesek. Kezdeti stádiumban igen csekély az átsúrlódó légmennyiség, majd ugrásszerű változás következik be. Intenzifikáló szer adagolása nélkül így az egyenletes zsugorítási feltételek nem biztosíthatók.

3.2. Az égetett mész hatása

A pelletezett elegy minőségétől függ az égetett mész hatékonysága. Ha kisebb a pelletezés mértéke, akkor jobban érvényesül az égetett mész hatása.

a) Számos irodalomban találkozunk az égetett mésznek (1,3) teljesítménynövelő hatását bizonyító cikkel. Már kis %-ban (1%) történő adagolás esetén is, ha a mész szemnagysága 0—0,5 mm közé esik, 8—12%-os telj. növekedés jelentkezhet, 3,5% égetett mész adagolás össznövekménye 15—16%. A mi vizsgálatainknál a vasra vetített fajl. teljesítményben

3,40% égetett mész esetén: 3,03%,
8,25% égetett mész esetén: 12,12% növekedés
következett be.

b) Másik fontos előnye, hogy tüzelőanyag megtakarítást eredményez, mégpedig jelentős mértékben. Ugyanis nem kell a zsugorítórendszerbe bevinni azt a többlethőt, ami a karbonátok elbontásához szükséges. Vizsgálatainknál az égetett mészen kívül csak annyi mészkövet használtunk fel, ami biztosította a zsugorítvány megfelelő bázicitását. Eredményeink a következők:

— 3,40% égetett mész (koncentrátumra vetítve) alkalmazásával 4,44—4,85% kokszmegtakarítást értünk el,
— 8,25% égetett mész esetén 9,21—10,63%-ot.

c) Kiegyenlíti és kedvezően befolyásolja azt a sélsőséges összefüggést, ami a finom szemcséjű koncentrátum zsugorodási sebessége és az elegy szemnagysága között fennáll.

d) A zsugorodás mutatóit azért befolyásolja az égetett mész, mert hatást fejt ki a pelletezett elegy fizikai tulajdonságaira.

3.3. A kokszmegtakarítás szempontjából vizsgálva a kísérletsorozat eredményeit

A zsugorítás kokszszükségletét számítással és a rétegmagasság hőmérsékletmérésével, valamint vizuálisan állapítottuk meg. A zsugorításhoz választott tüzelőanyag-felhasználási arányok helyes mértékét jól tükrözik az ábrákon feltüntetett zsugorítási hőmérsékletdiagrammal, melynek azonos lefutásúak a különböző feltételek mellett. Számításaink során figyelembe kellett venni a szállópor karbontartalmát, ami 17,5% és ez egy-egy zsugorításkor 0,71—0,73%-kal növeli a bevitt tüzelőanyag mennyiségét. Tekintettel arra, hogy a szállóport az üzem nem rendszeresen használja, ezért mindkét esetre vonatkozóan (szállópor nélkül és szállóporral) elvégeztük számításainkat.

Szállópor C-tartalma nélkül:

	Tüzelő a nyers elegy %-ában	Tüzelőanyag-megtakarítás: K érces zsug. az A érchez viszonyítva, %	Tüzelőanyag-megtakarítás: Égetett meszes zsig. a K érces zsug.-hoz viszonyítva, %
I.	6,50	—	—
II.	5,36	17,54	—
III.	5,10	21,54	4,85
IV.	4,79	26,31	10,63

Szállópor C—tartalmának figyelembe vételével (a nyers elegynek kb. 4%-a):

	Tüzelő a nyers elegy %-ában	Tüzelőanyag-megtakarítás: K érces zsug. az A érceshez viszonyítva, %	Tüzelőanyag-megtakarítás: Égetett meszes zsug. a K érces zsug-hoz viszonyítva, %
II.	5,36+0,71	6,46	—
III.	5,10+0,71	10,62	4,44
IV.	4,79+0,73	15,08	9,21

A kokszszükséglet csökkenési tendenciája a táblázatból egyértelműen adódik.

Ilyen jelentős tüzelőanyag-megtakarítás a jelenlegi és a várható energiagazdálkodás szempontjából nagyon fontos.

Összefoglalva a tüzelőanyag-megtakarítást:

Jellemző	Szállópor C-tartalma nélkül, %	Szállópor C-tartalmával %
— a koncentrátum részesedésének megnövekedésével	17,54	6,46
— a szállópor elegybe adása esetén	11,0	
— égetett mész:		
3,40%-ban	4,85	4,44
8,25%-ban	10,63	9,21

Végeredményben az aglóérces zsugorítás 6,5%-os tüzelőanyag-szükséglete (a nyers elegy %-ában kifejezve) 4,79%-ra csökkenthető a koncentrátum részesedésének megnövelésével.

3. táblázat

Fajlagos termelési mutatók

	Fe-tartalom %	Fajlagos termelés változása					
		kg/m² · 3600 S	.../1	.../2	10: kg Fe/m² · 3600 S	.../1	.../2
			%-ában			%-ában	
I.	46,20	1339,1	—	—	0,62	—	—
II.	54,20	1212,2	−9,48	—	0,66	6,45	—
III.	54,40	1254,1	−6,35	2,63	0,68	9,68	3,03
IV.	54,40	1358,2	+1,43	12,04	0,74	19,35	12,12

3.4. A fajlagos teljesítmény vizsgálata

A szakirodalom szerint [2] a koncentrátum részarányának növelése fajlagos teljesítmény csökkenést eredményez. Ez önmagában igaz, viszont reálisabb az az összehasonlítás, amit a vastartalommal figyelembe vett fajlagos teljesítmény alapján végzünk, *3. táblázat.*

Ugyanis a nagyolvasztó szempontjából nem mindegy mennyi vasat viszünk be az egységnyi zsugorítmánnyal.

Csak a koncentrátum részesedésének növekedése 6,45%-os vastartalom alapján számított fajlagos teljesítmény-növekedést eredményezett. A mutató tovább javult a 3,40% égetett mész hatására: 9,68%, míg 8,25% égetett mész hatására: 19,35% lett.

Tehát a koncentrátumnak a zsugorítás mutatóira és a minőségre gyakorolt hatását az égetett mész hozzáadása tovább javítja.

Összefoglalás

Vizsgálatot végeztünk a nyers elegyben levő vashordozók részesedésének megváltoztatására és annak a zsugorítás termelési és minőségi mutatóira gyakorolt hatására.

A következők állapíthatók meg:

1. Megnövekedett a nyers elegy nedvesség-tartalma, több, mint 2%-kal.
2. Az Fe-tartalom nőtt, 46,2%-ról 54,2%-ra.
3. Ha nyers elegyben a koncentrátum részesedése 70%, akkor a vastartalommal számított fajlagos teljesítmény 6,45%-kal nőtt.
4. Ha a nyers elegybe égetett meszet adagoltunk. 3,40%-ban, akkor
   — nőtt az Fe-tartalom alapján számított fajlagos teljesítmény 3,03%-kal,
   — a kokszmegtakarítás: 4,44—4,85%.
   8,25%-ban, akkor
   — nőtt az Fe-tartalom alapján számított fajlagos teljesítmény 12,12%-kal,
   — a kokszmegtakarítás: 9,21—10,63%.

IRODALOM

[1] *Korsikov, G. V.—Nevmerzsickij, E. V.—Hajkov, M. A.:* A mész hatása a finomra őrölt koncentrátumok zsugorodási folyamatára, Sztal' 1974. jan. 1., 7—12. o.

[2] *Carignani, M.:* Mész használata mészkő helyett az agglomerálási eljárás termelékenységének növelése céljából, La metallurgia italiana, aug. 8., 307—316. o.

[3] *Krizsevszkij:* A mész minőségének a zsugorítószalag termelékenységére gyakorolt hatása, Metallurg., 1977. 4. sz. füzet, 10—12. o.

[4] *Schröder Kurt:* A szovjet vaserckoncentrátumok zsugorításakor szerzett tapasztalatok a VEB Eisenhüttenkombinat Ost zsugorítóművében, Neue Hütte, 1968. jan. 1. sz. 10—14. o.

Előzetes tájékoztató

1981. október 19—24. között Budapesten rendezik meg a X. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferenciát

A konferencia alapvető célkitűzése az energiamegtakarítási lehetőségek feltárása és ismertetése naturális és érték mutatókkal. A következő négy szekcióban vitatják meg a témákat:

I. Az ipari üzemek energia ellátása (energia átalakítás, kazántelepek, erőművek, kompresszortelepek, stb.).
II. Energiafelhasználó berendezések és technológiai eljárások.
III. Ipari üzemek energiaellátásának egyéb témái (hálózatok, hulladékhő hasznosítás, műszerezés, automatika stb.).
IV. Teljes ipari üzemek vagy iparágak komplex energiagazdálkodása (gazdasági értékelések, szervezés irányítás, anyagi ösztönzés stb.).

A szekciókba országonként 12—12 dolgozatot kérnek. Országonként egy-egy összefoglaló beszámoló is készül, amely átfogó tájékoztatást nyújt, a legfontosabb energiafelhasználó iparágak terén az utóbbi 20 évben elért eredményekről (pl. fajlagos energiafelhasználás csökkentése). Ugyancsak ismertetik a következő években várható energiamegtakarítási eredményeket.

A konferenciával párhuzamosan szimpóziumok és ipari szakcsoportok (pl. Vaskohászati Szakcsoport) is ülésezik. A szimpóziumokon a tervek szerint 5—5, az ipari szakcsoportokban 10—10 fő vesz részt. A konferenciáról további tájékoztatót az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületben Kalászi Mártonné ad: Bp; 1055 Kossuth Lajos tér 6/8. Telefon: 120-855.

Molnár Gyula
MVAE

A zsugorító elegyén átszívott levegő oxigéntartalmának hatása

STEFAN MAJERCAK ANNA MAJERCÁKOVA
Műszaki Egyetem Kassa,
VLADIMIR FÁBRY, IVAN GAJDOS
Kelet-Szlovákiai Vas- és Acélmű, Kassa
Csehszlovákia

DK: 622.78 : 661.937

A tanulmány beszámol azokról a kísérletekről, amelyeket a Kassai Kohóműben a zsugorított rétegen átszívott levegő oxigéntartalmának növelésével végeztek.

Az utóbbi időben az oxigén ipari gyártása nagy fejlődésen ment keresztül. Az oxigén felhasználása a kohászati üzemekben lehetővé teszi a gyártási folyamatok növelését és gazdaságossá tételét.

Több szovjet zsugorítóműben kipróbálták és a gyártásban is folyamatosan hasznosították az oxigént, mint hatékonyságnövelő eszközt.

A kelet-szlovákiai Vas- és Acélműben Kassán nagyon időszerűvé vált a zsugorítómű teljesítményének növelése.

A zsugorítási folyamatok hatékonyabbá tételéhez Kosicén rendelkezésre állt 85%-os oxigén, N 35-ös nagykapacitású egységekből. Jelen tanulmány beszámol azokról a kísérletekről, amelyeket Kassán a zsugorított rétegen átszívott levegő oxigéntartalmának növelésével végeztek.

A zsugorítási folyamat hatékonyságának növelése oxigén segítségével

Irodalmi adatok szerint az átszívott levegő oxigéntartalmának növelésével a következő tényezők változnak meg:

a) Növekszik a szugorítómű teljesítménye, azonban a fajlagos teljesítmény növelése nincs egyenes arányban az átszívott levegő oxigéntartalmával. Az oxigén relatív hatásfoka a fajlagos teljesítményhez viszonyítva csökken az oxigén koncentrációjának növelésével [1]. Az oxigénnel dúsított levegő hatása a zsugorítóberendezés fajlagos teljesítményére az *1. ábrából* látható.

b) Növekszik a termelt zsugorítmányban a 10 mm és az 5 mm fölötti szemcsehányad [2].

c) Növekszik a zsugorítmány szilárdsága. A zsugorítmány szilárdságának növelése [3] a hőmérséklet feszültség csökkenésével, a zsugorítmány megfelelőbb ásványi összetételével és a tüzelőanyag teljesebb és tökéletesebb kiégésével függ össze.

d) A $3CaO \cdot FeO, 7Fe_2O_3$ típusú kalciumferrit és másodlagos hematit tartalom növelésével javul a zsugorítmány redukálhatósága [4].

e) Csökken a zsugorítmány FeO tartalma *(2. ábra)* [3].

f) Csökken az oxigén kihasználásának lehetősége a zsugorított rétegben, elsősorban olyan esetekben, amikor az oxigéntartalom az átszívott levegőben meghaladja a 40%-ot.

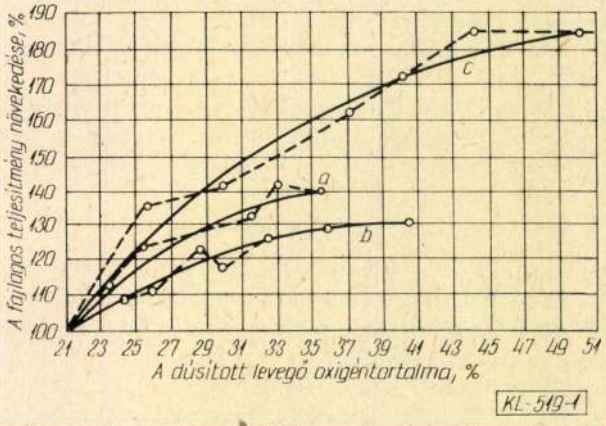
g) Növekszik a zsugorítás függőleges sebessége.

h) A zsugorított rétegben emelkedik a maximális hőmérséklet.

i) Csökken a zsugorított rétegen átszívott levegőmennyiség és ennek következtében csökken a zsugorítmány lehűlésének sebessége.

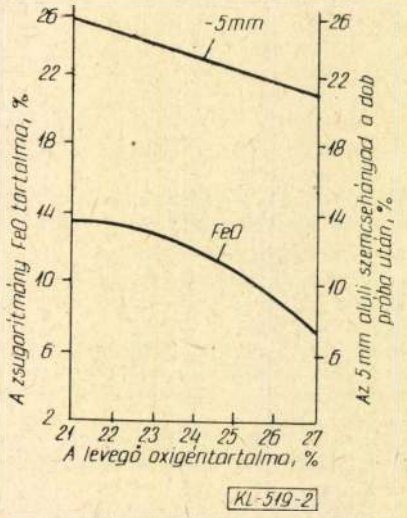
G. Broz szerint [6] az oxigénnel dúsított levegő alkalmazásának előnyeihez tartozik; a tüzelőanyag égésének gyorsítása, a hőközlés feltételeinek javulása, a zsugorított rétegben elért maximális hőmérséklet emelkedése, a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás csökkentése és a zsugorítómű teljesítményének növelése.

Az eljárásnak közvetlen hatása lehet a zsugorítás hatásfokára. Ez annak az eredménye, hogy a zsugorított rétegben elért maximális hőmérsék-



1. ábra. Az oxigénnel dúsított levegő hatása a fajlagos teljesítményre

a — 10 kPa (1000 mm H_2O) nyomás (vákuum)
b — 7 kPa (700 mm H_2O) nyomás (vákuum)
c — 3 kPa (300 mm H_2O) nyomás (vákuum)

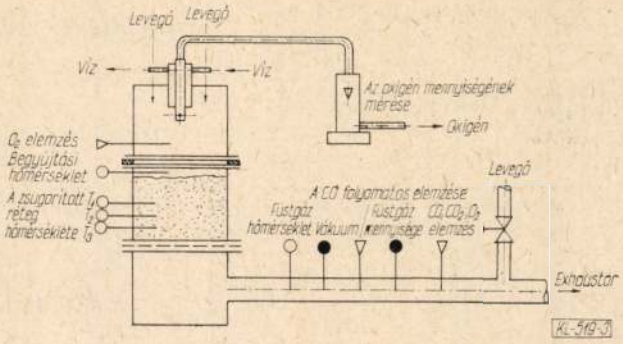


2. ábra. A levegő oxigénnel való dúsításának hatása a zsugorítmány FeO tartalmára és szilárdságára

let magasabb, s ez összefüggésben van az elegy száradási sebességének növekedésével [7].

Csehszlovákiában az első kísérleteket *V. Vitek* végezte [8]. A levegő oxigéntartalmát 31,7%-ra növelte. A kísérleteknek tájékoztató jellegük volt és nem mutattak ki hatékonyságnövelő eredményt.

J. Mojzisek [9] is tájékoztató jellegű kísérleteket végzett, amelyekben változott az oxigén belépésének helye a levegőt szállító vezetékbe. Az elért eredmények szerint az oxigén dúsítás csak jelentéktelen gazdasági megtakarítást eredményezett.



3. ábra. A kísérleti zsugorító berendezés vázlata

A végzett kísérletek leírása

A laboratóriumi zsugorítási kísérleteket úgy végeztük, hogy a legnagyobb mértékben egyezzenek az üzemi zsugorítás feltételeivel. Ezért azokat nyersanyagokat használtuk, amelyeket a Keletszlovákiai Vas- és Acélműben használnak a zsugorítvány gyártásához. A kísérleti zsugorítással készült visszatérő zsugorítvány képezte az első kiértékelendő zsugorításhoz szükséges elegy egy részét.

A laboratóriumi kísérleti berendezés — amelyet a Kassai Műszaki Egyetem Kohászati Kar Vas- és Acélgyártási tanszékén helyeztünk üzembe — a következőkből állt. A zsugorítási elegy keverése és előpelletezésére zsolgáló berendezés, a zsugorító teknő és a zsugorítvány fizikai, vegyi és kohászati sajátosságainak megállapításához szükséges berendezések.

Az előírt összetételű zsugorítandó elegy előpelletezése pelletező tányérban történt. A tányér átmérője 1020 mm, a perem magassága 235 mm. A tányér hajlásszögét változtatni lehetett. A kísérletek közben 50° volt. A tányér forgási sebessége 12 fordulat/perc. A Csehszlovákiában érvényes zsugorítási előírásoknak megfelelően a zsugorítandó elegyet 3 percig szárazon, majd 3 percig nedvesítés közben és az optimális nedvesség elérése után még 2 percig kevertük.

Az előpelletezés fokának kiértékelése közvetett módszerrel történt, mégpedig a tanszék laboratóriumi berendezésén az előpelletezett zsugorító elegy levegőátengedési képességének meghatározásával [10].

A szóbanforgó berendezés egy 300 mm magas és 150 átmérőjű henger. A zsugorítandó eleggyel megtöltött hengeren keresztül 2 percen át levegőt nyomtunk át. A levegő túlnyomása 1,66 kPa.

A 300×300 mm méretű zsugorító teknőt a felső részén az elegy begyújtásához, illetőleg az oxigén bevezetéséhez módosítottuk. A zsugorító teknő tartozéka a ciklon rendszerű porfogó berendezés és az exhausztor, 3922,5 illetve 5883,8 Pa nyomás (vakuum) biztosítás lehetőségével, 1640,9 m^3/óra átszívott levegőmennyiség mellett.

KVT-U-2 rázórostát alkalmaztunk, amelynek lyukmérete 5,0; 8,0; 12,5 és 25,0 mm, ezenkívül rubin dobot a zsugorítmány kopási szilárdságának megállapításához. A zsugorítmány szilárdságát az 5 mm-en aluli szemcse mennyisége alapján határoztuk meg.

A zsugorító teknőben 300—310 mm magasságig elhelyezett elegy begyújtása propán-bután égőfejjel, 3922,5 Pa vakuum mellett, a zsugorítás pedig 5883,8 Pa vakuum mellett történt. Zsugorítás közben megmértük a zsugorított rétegből távozó gázok mennyiségét és összetételét, valamint a szívás mértékét. A *3. ábrán* feltüntetett helyeken mértük a zsugorított réteg hőmérsékletét.

Az oxigén bevezetésére szolgáló szerkezet leírása: A levegő dúsítására szolgáló oxigén csövön keresztül jut a szerkezetbe. A cső hűtése vízzel és a szigetelése azbesztzsinórral történt. Az oxigén 4 db 2 mm átmérőjű nyíláson át kerül a szerkezetbe, ahol összekeveredik a levegővel. A levegő a szerkezet tetején levő 4 db 100 mm átmérőjű nyíláson át jut a szerkezetbe.

A redukciós szelepen 99%-os tisztaságú oxigént adagoltunk a túlnyomásos edényből, nyomótömlőn és átfolyómérőn keresztül 10 percig. Az oxigén mennyiségét a zsugorítandó rétegen átszívott levegő összetételének és mennyiségének függvényében szabályoztuk. A zsugorítandó elegy begyújtása propán-bután égőfejjel történt. Az égő-

1. táblázat

A zsugorítandó nyersanyagok vegyi összetétele

Nyersanyag	Fe %	FeO %	Fe_2O_3 %	SiO_2 %	CaO %	MgO %	Al_2O_3 %	Mn %	P %	S %	C %	Veszteségek %	Illó- %
Agloérc KR	56,97	0,71	80,68	17,16	0,11	0,19	1,35	0,07	0,03	0,013	—	—	—
Dúsítvány KR	64,34	26,16	63,02	8,10	0,53	0,34	0,40	0,62	0,025	0,079	—	—	—
Nikopol	2,71	0,40	3,42	13,44	5,22	1,94	1,14	34,98	0,079	0,046	—	—	—
Brazília	64,50	0,15	92,16	4,19	0,56	0,24	1,18	0,28	0,042	0,028			
Venezuela	63,67	0,38	90,63	3,56	0,32	0,09	1,24	0,09	0,028	0,098			
Dolomit	—	—	—	1,80	30,58	21,18	0,83	—	—	—	—	44,24	—
Mészkő	—	—	—	1,20	53,83	1,20	0,50	—	—	—	—	27,77	
Koksz	0,84	—	—	5,98	0,42	0,28	4,32	—	0,081	0,84	86,38	—	0,86

KR — Krivoj Rogi érc

2. táblázat

A zsugorítandó keverékek vegyi összetétele

Zsugorítások száma	Oxigén %	Koksz %	Az összetevők aránya %						
			Agloére	Dúsítvány	Mész	Dolomit	Mészkő	Nikopoli érc	Visszatérti
1	21	1	33,90	22,60	—	8,60	9,0	1,1	24,8
2	21	4	33,90	22,60	—	8,60	9,0	1,1	24,8
3	21	6	33,90	22,60	—	8,60	9,0	1,1	24,8
4	21	8	33,90	22,60	—	8,60	9,0	1,1	24,8
5	21	10	33,80	22,60	—	8,60	9,0	1,1	24,8
6	21	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
7	24	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
8	27	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
9	30	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
10	35	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
11	40	5,5	28,36	23,20	1,06	7,08	9,80	—	25,0
12	24	4,5	28,76	23,54	1,08	7,18	9,94	—	25,0
13	27	4,5	28,76	23,54	1,08	7,18	9,94	—	25,0
14	24	3,5	29,16	23,88	1,10	7,28	10,08	—	25,0
15	27	3,5	29,16	23,88	1,10	7,28	10,08	—	25,0

3. tábláza

A zsugorítandó rétegen átszívott oxigénnel dúsított levegő hatása a zsugorítvány minőségére

Zsugorítások száma	Oxigén %	Tüzelőanyag %	Rubinszilárdság		A zsugorítvány szemcseeloszlása, %				
			I %	II %	25 mm-en felül	25—12,5 mm	12,5—8 mm	8—5 mm	5—0 mm
1	21	2	36,6	36,60	24,9	20,2	15,4	11,2	28,3
2	21	4	31,3	34,60	31,4	23,2	11,9	11,6	21,9
3	21	6	22,3	20,30	39,2	27,2	9,8	7,1	16,7
4	21	8	17,3	18,00	31,0	33,5	13,7	8,4	13,4
5	21	10	13,6	14,30	44,3	29,2	8,6	5,5	12,4
6	21	5,5	24,65	24,0	33,2	24,05	12,8	8,3	21,65
7	21	5,5	21,17	18,99	37,6	23,60	9,5	8,2	21,1
8	27	5,5	25,83	23,83	38,3	23,1	11,5	8,3	18,8
9	30	5,5	23,0	21,66	44,1	24,0	8,4	6,3	17,2
10	35	5,5	27,66	22,00	46,6	19,4	8,7	6,6	18,7
11	40	5,5	27,66	25,00	33,5	26,4	9,8	7,6	22,7
12	24	4,5	27,33	28,00	40,3	17,4	13,1	7,6	21,6
13	27	4,5	25,00	23,66	28,5	27,9	14,7	8,4	20,5
14	24	3,5	30,66	26,66	34,5	16,9	11,5	11,0	26,1
15	27	3,5	30,66	29,33	37,8	20,6	9,8	9,5	22,3

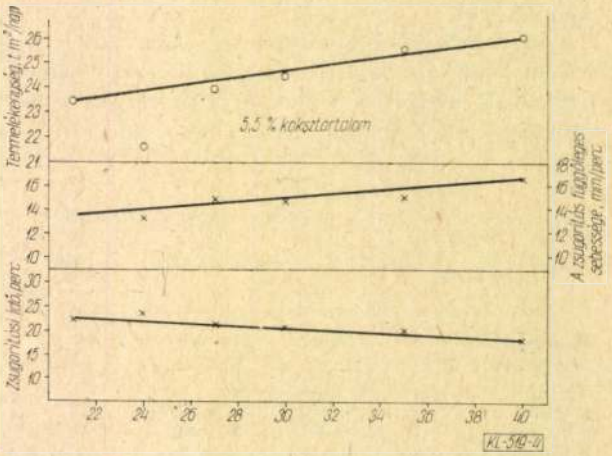
fej hőteljesítménye 580 613 kJ/óra, tehát 1,5 perc alatt a hőteljesítmény 14 515,6 kJ. A legmagasabb begyújtási hőmérséklet — tapadó hőelemmel mérve — a zsugorítandó réteg tetején 1200 °C volt.

A zsugorítási kísérleteket a Kelet-szlovákiai Vas- és Acélmű Kassai nemzeti vállalat zsugorítóművében használatos nyersanyagokkal végeztük. A zsugorítandó nyersanyagok vegyi összetétele az *1. táblázatban*, a zsugorítandó keveréké pedig a *2. táblázatban* látható.

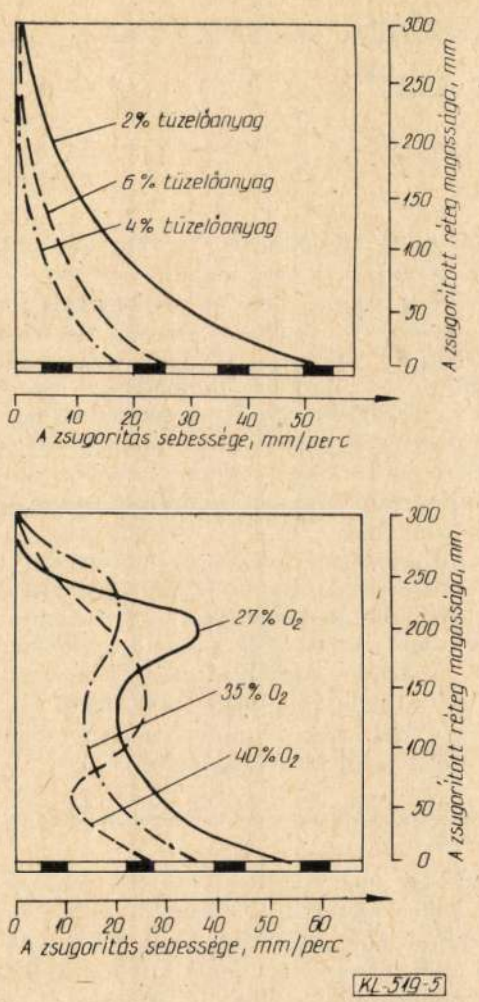
A kísérleti eredmények elemzése

A *4. ábrán* feltüntettük a zsugorítási jellemzők változását, a zsugorított rétegen átszívott levegő oxigéntartalmának függvényében és a dúsítás hatását a zsugorítmány minőségére, a *3. táblázatban* látható. A 4. ábrán látható az átszívott levegőben levő oxigénmennyiség befolyás a zsugorítási időre, a függőleges zsugorítási sebességre és a zsugorítómű teljesítményére. A zsugorítási sebesség egyenlő a zsugorított réteg magasságának és a zsugorítás időtartamának hányadosával.

A kísérletek keretében AGA 680 termovíziós berendezéssel mértük a zsugorítóteknő acélköpenyének hőmérsékletét, fényképes rögzítéssel. Ter-



4. ábra. A zsugorítandó rétegen átszívott oxigénnel dúsított levegő hatása a zsugorítás sebességére és a zsugorítási teljesítményre



5. ábra. A zsugorítás sebessége a zsugorított rétegekben a levegő oxigéntartalmának és a zsugorított rétegben levő tüzelőanyag mennyiségének függvényében

movíziós fényképek alapján kiszámítottuk a tüzelőanyag égésövezetének mozgási sebességét a zsugorítandó rétegekben. Az *5. ábrán* láthatók a számítások szerinti zsugorítási sebességi értékek az egyes rétegekben, 27, 35 és 40%-os oxigéntartalom mellett.

Az átszívott levegőnek 21—40%-ban oxigénnel történő dúsításakor a zsugorítási idő csökkent, egyidejűleg a tüzelőanyag égése felgyorsult és a függőleges zsugorítósebesség pedig emelkedett, (4. ábra), 13,66 mm/percről 16,6 mm/perc-re, azaz 22,4%-kal, 1% oxigéntartalom emelésével, tehát a zsugorítási sebesség 1,17%-kal nő. 30%-nál nagyobb levegő dúsításnál maximális hőmérsékletcsökkenés jön létre a zsugorított rétegben, s ezzel összefüggésben csökken az 5 mm-en felüli szemcsehányad a zsugorítmányban.

Az oxigéndúsításnak a zsugorítás hatékonyságnövelő hatása az 5. ábrából látható. Az 5. ábráról leolvasható, hogy a függőleges zsugorítási sebesség lényegesen nő a levegő oxigéndúsításával. A zsugorító berendezés maximális teljesítményét 4,5%-os koksztartalom és 27%-os oxigéntartalom mellett értük el. A 3. táblázatból pedig kitűnik, hogy az ilymódon előállított zsugorítmány mechanikai szilárdsága megfelelő. Megállapíthatjuk továbbá, hogy oxigénnel történő intenzifikálásával csökkenteni lehet a tüzelőanyag fogyasztást.

Összefoglalás

1. A zsugorítandó elegyen átszívott levegő oxigéntartalmának 21—40%-ra történő dúsításakor a zsugorítás függőleges sebessége minden 1% oxigén növelésével 1,17%-kal emelkedik.

2. 27% O_2 dúsítása mellett a tüzelőanyagfogyasztás 5,5%-ról 4,5%-ra csökkent, megfelelő zsugorítmányminőség elérése mellett.

3. A levegő oxigéntartalmának (85%-os tisztaságú) növelésével a zsugorítóberendezés teljesítmény emelkedik, még pedig minden 1% O_2 dúsítással 0,586%-kal.

IRODALOM

[1] *Parfenov, A. V.:* Osnovy aglomerácii železnych rud, Metallurgizdat Moskva, 1961. 186—194. old.
[2] *Chlaponin, N. S.:* Metallufgičeskaja i gornorudnaja promyslennost, 1969. 4. sz., 8—10. old.
[3] *Kolesnikov, F. F.* és kol.: Izvestija AN SSSR Metally, 1972. 14. sz., 7—12. old.
[4] *Mazanek, E.—Wyderko, M.:* Stahl und Eisen, 1969. 16. sz., 863—866. old.
[5] *Vegman, E. F.:* Teorija i technologija aglomeracii, Metallurgija Moskva, 1974. 222—224. old.
[6] *Brož, L.:* Teoretické základy výroby železa, SNTL/Alfa Praha, 1972.
[7] *Hančl, J.:* Hutnik 1969. 7. sz., 242—247. old.
[8] *Vítek, V.:* Záverečná správa dielčej etapy výskumnej úlohy P—04/124—003—00—05/02 VÚHŽ Dobrá 1973,,17—19. old.
[9] *Mojžisek, J.:* Výskumná správa Výskum intenzifikácie procesu spiekania, komplexná obrová úloha X—214—72/487, VÚHŽ Dobra, 1977.
[10] *Majerčáková, A.—Majerčák, S.:* Výroba surového železa — Metódy a úlohy laboratórnych cvičeni, Edičné stredisko VŠT, Kosice, 1972.

Kompresszorok teljesítményének méretezése interációs eljárással*

PLATHY ELEMÉR okl. gépészmérnök
Lenin Kohászati Művek

DK: 621.51

A tanulmány az optimális kompresszor teljesítmény elméleti meghatározásával foglalkozik.

Bevezetés

A műszaki életben egyre inkább előtérbe kerül a takarékosság. Pontos méretezési megoldásokkal el akarjuk érni a leggazdaságosabb beruházási költséget és a maximális kihasználtságot a megfelelő biztonságon belül. Ennek érdekében egyre gyakrabban fordulunk modern matematikai módszerekhez és korszerű számítógépi eljárásokhoz, mivel sok esetben a feladatok megoldásai hosszadalmas számításokat igényelnek. Ezeket a számításokat rendkívül fáradtságosan lehet kézi számítással elvégezni és sok esetben nem is vezet célra.

Mint ismeretes, a Lenin Kohászati Műveknél is, mint minden kompresszorokat és légtartályokat üzemeltető vállalatnál, előtérbe kerül ezen berendezések optimális légszállítási méretezésének, valamint gazdaságos üzemeltetésének kérdése.

A kompresszorok légszállítási és a légtartályok térfogati méretezésének jelentőségét elsősorban a gazdaságossági szempontok adják. Az optimális méretezéshez figyelembe kell venni, hogy rákapcsolt fogyasztók üzemelését csak statisztikusan ismerjük, tehát a feladat megoldásánál a valószínűségszámítási módszereket kell alkalmaznunk.

A dolgozat célja az, hogy a kompresszorokat és a hozzákapcsolt légtartályokat kiválasztó tervezőmérnök kezébe egy olyan számítógépes méretezési eljárást adjon, amellyel a kiinduló adatok ismeretében, kevés fáradtsággal meg tudja határozni a megfelelő kompresszorteljesítményt az adott térfogatú légtartályhoz és fogyasztóparkhoz. Ez alapján könnyen kiválaszthatja a katalógusból a legmegfelelőbb kompresszort.

Méretezési eljárás

Általános ismertetés

Egy üzemben több sűrített levegővel működő fogyasztó üzemel. A fogyasztók véletlenszerűen vannak be-, illetőleg kikapcsolva.

Mint ismeretes, a sűrített levegőt kompresszor szolgáltatja, amely légtartályt tölt fel. A fogyasztók a tartályból kapják a sűrített levegőt. Ezek a rendszerek többnyire olyan automatikával rendelkeznek, amely biztosítja, hogy ha a tartályban a légnyomás egy megengedett értéket meghalad, a kompresszor automatikusan kikapcsolódik és csak akkor kapcsolódik be, ha a nyomás egy meghatározott érték alá csökken.

Látszólag igaz az, hogy a tárolótartály méreteinek növelésével arányosan, kisebb teljesítményű kompresszor szükséges. Valójában azonban — amint azt majd az alábbiakban bizonyítani fogjuk — bizonyos tartálymméreten túl ez a kapcsolat nem igaz, hanem a kompresszor teljesítményének és a tartály méretének egymástól függő optimuma van, amelyet interációs eljárással határozhatunk meg.

Az optimumszámításnál tetszés szerint megadható biztonsági tényezőt veszünk figyelembe.

Az optimum meghatározását a [2] szakirodalomnomogramos módszerrel ismerteti. Véleményem szerint a Lenin Kohászati Művekben rendelkezésre álló számítógép-park már lehetővé teszi, hogy egy pontosabb, numerikus interációs eljárással dolgozzam ki a megoldást.

A számításhoz szükséges mennyiségek jelölése és dimenziója

A feladat megoldásához kiinduló adatként ismerni kell a légtartály térfogatát (Q), a fogyasztók számát (F), műszakonkénti kihasználási tényezőt (Φ), időegységenkénti fogyasztásokat (α_1), az üzemeltetésükhöz előírt nyomást (P_n) és azt a minimális nyomásértéket, amelynél még üzemeltethetők (P_{min}).

Szükséges előírnunk egy olyan tényezőt (δ), amellyel megszabhatjuk azt az időt, ami alatt a nyomás egyszer a megengedett legkisebb érték alá süllyedhet rövid időre.

A további tárgyalás követhetősége érdekében a fentiekben ismertetett változókat dimenziójukkal együtt táblázatosan foglaljuk össze. Ezeket a számítás során előforduló tényezővel egészítjük ki.

Kiinduló adatok:

Q	a tartály térfogata	(m^3)
F	a fogyasztók száma	
Φ	kihasználási tényező	(%)
αt	egy fogyasztó percenkénti fogyasztása	(1/min)
P_n	névleges nyomás	(Pa)
P_{max}	maximális nyomás	(PA)
P_{min}	minimális nyomás	(PA)
δ	annak valószínűsége, hogy $\frac{1}{\delta}$ percenként fordul elő egy üzemeltetési zavar	(min)

Számított értékek:

A_f	egyidejűleg működő gépek átlagos száma	(db)
τ	választott időegység	(s)

* 1979-ben pályadíjat nyert munka rövidített szövege. A teljes tanulmány számítógépes megoldást is tartalmazott és függelékben közölte az elmélet matematikai leírását. *(Szerk.)*

α: egy gép τ idő alatti fogyasztása (1)
ΔH: tartályban levő elfogyasztható „levegőadagok" száma
H: névleges nyomás esetén a tartályban levő „levegőadagok" száma
H_0: minimális nyomás esetén a tartályban levő „levegőadagok" száma
ε: beépítendő kihasználatlan teljesítmény (tartalék)
C: kompresszor teljesítménye (1/min)

A méretezés menete:

A feladat megoldásához feltételezhetjük, hogy a fogyasztók üzemelésük során időegységenként ugyanannyi sűrített levegőt fogyasztanak. A fogyasztóknak két üzemállapota van, a teljes bekapcsolás- és a teljes kikapcsolás.

Választható egy olyan elemi időegység, hogy az egyes fogyasztók működési és állási ideje ennek az elemi időegységnek egészszámú többszöröse. Ez mindig elérhető a τ megfelelő választásával.

$$\tau = \frac{100 \cdot P_n \cdot Q}{a_1 \cdot F \cdot \Phi} \qquad (1)$$

(Az összefüggés matematikai indoklása a függelékben megtalálható).

A kapott értéket a hozzá legközelebb eső egészszámra lekerekítjük.

Tehát egy gép τ idő alatti fogyasztása:

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \tau \qquad (2)$$

Ezután határozzuk meg az egyidejűleg működő gépek számát:

$$A_f = F \cdot \Phi \qquad (3)$$

A (2) összefüggés ismeretében meghatározható, hogy adott Q térfogatú tartályban -előírt P_n nyomáson hány „adag" levegő van:

$$H = \frac{P_n \cdot Q}{a} \qquad (4)$$

Hasonló módon számítható a minimális nyomáson rendelkezésre álló „adagok" száma:

$$H_0 = \frac{P_{\min} \cdot Q}{a} \qquad (5)$$

Belátható, hogy a rendelkezésünkre álló τ, idő alatt üzemzavar nélkül maximálisan elfogyasztható „levegőadagok" száma

$$\Delta H = H - H_0 \qquad (6)$$

Ellenőriznünk kell, hogy a rendelkezésünkre álló „adagok" száma elegendő-e a várhatóan ez idő alatt bekapcsolt fogyasztók igényével.

Legyen a biztonsági tényező 1,5-szeres.

Eszerint:

$$\frac{\Delta H}{A_f} > 1{,}5 \qquad (7)$$

Ha feltételünk nem teljesül, a kiinduló adatokon kell módosítani, a tartálytérfogat növelésével, vagy a fogyasztók számának csökkentésével.

Szükségünk van még δ értékének megválasztására úgy, hogy $\frac{1}{\delta}$ megadja, hány percenként fordulhat elő egyszer, hogy a nyomás a megengedett legkisebb nyomás alá süllyed.

Ezek után hozáláthatunk ahhoz az interációs eljáráshoz, melynek eredményeképpen megkapjuk az optimálális ε értéket. Ez azt a maximális relatív kihasználatlan kompresszor kapacitást adja, amely választott δ értéknek eleget tesz. Ez az érték a szükséges legkisebb biztonsági teljesítmény tartalék.

$$\varepsilon_{j+1} = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{\Delta H - \frac{A_f}{1-\varepsilon_j}} \Big/ \left(\frac{Z}{A_f \cdot \varepsilon_j^3}\right) - 1\right] \qquad (8)$$

Ahol:

$$Z = \frac{3 \cdot \sqrt{e}}{8 \cdot \delta}$$

Mivel a (8) összefüggés implicit tartalmazza ε értékét, látható, hogy csak interációval jutunk a megoldáshoz.

ε_j kezdőértéke 1-hez közel eső, de minden esetben 1-nél kisebb érték kell, hogy legyen.

Ellenőriznünk kell, hogy az interációs konvergens-e. Az eljárás akkor konvergens, ha:

$$\frac{9}{\ln \frac{Z}{A_f \cdot \varepsilon_{j+1}^3}} < 1 \qquad (9)$$

feltétel teljesül.

[A (8), (9) összefüggés matematikai indoklása a függelékben megtalálható]

Az interációból származó egyes ε értékek az optimális ε-t két oldalról közelítik. A biztonság fokozása érdekében a felülről közelítő értékeket vizsgáljuk, melyek az interációs ciklus páratlan értékeihez tartoznak.

Az interáció addig folytatható, amíg ε értéke az előírt pontosságon belül már nem változik.

A szükséges legkisebb biztonsági teljesítménytartalék (ε) optimális értékeinek birtokában az alábbi összefüggés alapján már methatározhatjuk a legmegfelelőbb kompresszorteljesítményt:

$$C = \frac{A_f}{1 - \varepsilon_{j+1}} \qquad (10)$$

Feltehetően C értéke nem egyezik meg a katalógusban található kompresszorok teljesítmény sorozatának egyetlen tagjával sem, de ki tudunk választani egy olyan típusú kompresszort, melynek teljesítménye a legközelebb esik ehhez az értékhez.

Célszerű a biztonság érdekében az általunk meghatározott C értéke feletti teljesítményben hozzá a legközelebb eső kompresszort választani.

Összefoglalás

Az ismertetett számítási eljárás előnye abban jelentkezik, hogy a tervezőmérnök a szokásos tervezési gyakorlattal (az optimumszámítás nélkül)

a szükséges biztonsági tényezőt tervezés során nem tudja biztosan kézben tartani, ezért, ha lehetőség van rá, a rendszert túlméretezi.

A fentiekben ismertetett numerikus interációs módszerrel az optimális kompresszorteljesítmény úgy választható meg, hogy ez nem megy az előírt biztonság rovására.

Bár a feladat itt az adott tartálytérfogat és fogyasztórendszerhez méretez optimális kompresszorteljesítményt, a feladat megfogalmazása olyan, hogy könnyen átdolgozható az alábbi feladatok megoldására:

— lehetőség van egy már meglevő rendszer (azaz kompresszor, légtartály és a hozzákapcsolt fogyasztók) ellenőrzésére, hogy az milyen biztonsággal üzemel;
— meglevő kompresszorhoz és fogyasztókhoz optimálisan méretezhetünk légtartályt;
— megvizsgálható, hogy a meglevő légtartályhoz és kompresszorhoz mennyi fogyasztó csatlakoztatható azon feltétel mellett, hogy a rendszer még biztonságosan üzemeljen.

Tehát a feladat megfogalmazása lehetővé teszi a felhasználhatóság körének bővítését. A későbbiek folyamán, amennyiben a dolgozat érdeklődésre talál, terveimben szerepel ennek tovább fejlesztése és a felsorolt változatok kidolgozása.

IRODALOM

[1] *Rényi A.—Szentmártony T.:* Gépipari üzemek elektromos energiaszükségletének és egyidejűségi, illetőleg szükségleti tényezőinek valószínűségszámítási meghatározása. M.T.A. Alkalmazott Matematikai Intézetének közleményei I. (1952.), 85—104. old.
[2] *Rényi A.:* Kompresszorok és légtartályok racionális méretezése üzemek sűrített levegővel való ellátására. M.T.A. Alkalmazott Matematikai Intézetének közleményei I. (1952.), 105—138. old.
[3] *Ralston A.:* Bevezetés a numerikus analízisbe. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1969.
[4] *Szidarovszky F.:* Bevezetés a numerikus módszerekbe. Közgazdasági- és Jogi Könyvkiadó, Bp. 1974.
[5] *Feller W.:* Bevezetés a valószínűségszámításba és alkalmazásaiba. Műszaki Könyvk8adó, Bp. 1978.
[6] *Kleinrock L.:* Sorbanállás, kiszolgálás — bevezetés a tömegkiszolgálási rendszerek elméletébe. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1979.
[7] *Reimann J.:* Bevezetés a sztochasztikus folyamatok elméletébe. Tankönyvkiadó, Bp. 1975.
[8] *Rényi A.:* Some problems concerning Poisson processes. Publicationes Mathematicae 2. (1951.), 66—73. old.

A kiégés meghatározása gázpotenciometriás vizsgálatok alapján*

DR. H. RAU és DR. W. SCHWARTZ
Magdeburgi Műszaki Egyetem,
Német Demokratikus Köztársaság

DK: 662.612

A gázpotenciometriás vizsgálatok alkalmasak a lángban lejátszódó égési folyamatok vizsgálatára. A cellafeszültség értékéből meghatározható a kiégés mértéke.

Az iparban az égési folyamatok termelik a szükséges energia döntő hányadát. A tüzelőanyag oxigénnel való egyesülése hőenergia felszabadulását eredményezi. Az égés folyamatát úgy kell irányítani, hogy a felszabaduló hő a felhasználás céljának jól megfeleljen. A hőenergiát ezért a tűztér meghatározott helyén kell felszabadítani. A kiégéssel kapcsolatos ismeretek ezért igen nagy jelentőségűek a hőátadási folyamatok számítása, az égéstér szerkezeti kialakítása és az égő üzemeltetési módja és fajtája szempontjából is.

A kiégés egy a tüzelőberendezés tűzterének vizsgált helyére vonatkozóan megállapított jelzőszám, amely az égési folyamatok során felszabadult energiának a tüzelőanyagban levő, felszabadítható energiához való viszonyával határozható meg. A kiégés meghatározásával *Günther* [1] foglalkozott részletesen.

Véleménye szerint az alábbi két fogalmat célszerű bevezetni:

a) Helyi kiégés

$$a = \frac{b_v}{b_u + b_v} = 1 - \frac{b_u}{b_u + b_v} \qquad (1)$$

ahol

b_v — az adott helyen rendelkezésre álló tüzelőanyag elégetett formában, az időben átlagolva,

b_u — az adott helyen rendelkezésre álló, még nem elégetett tüzelőanyag, az időben átlagolva.

ahol

H_u — a mindenkori gáz—levegő—füstgáz keverék fűtőértéke az adott helyen,

p — az áramlási sebesség x irányban,

$H_{u,0} \cdot B_0$ — a kiindulási hőáram.

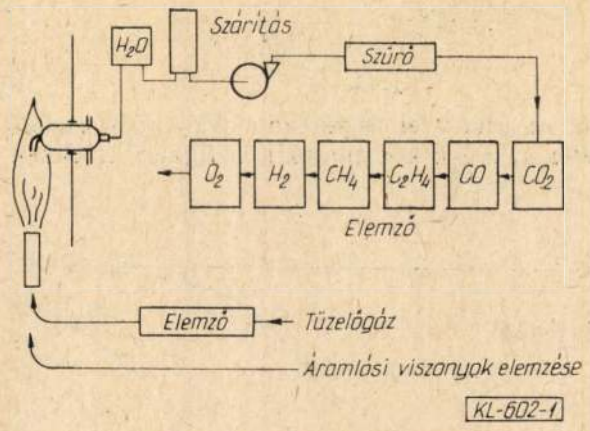
b) Közepes kiégés

$$a_M(X) = 1 - \frac{2\pi H_u \cdot u \cdot y \cdot \mathrm{d}y}{H_{u,0} \cdot B_0}$$

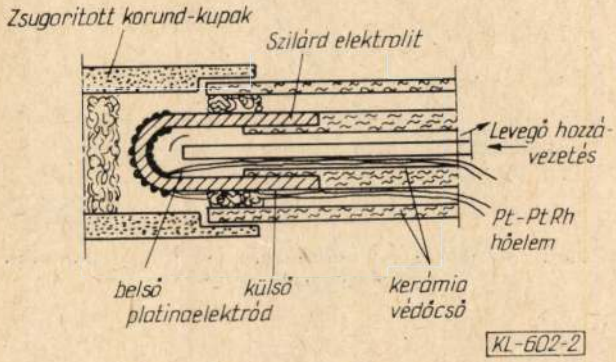
A kiégés gyakorlati kutatása során sok nehézség adódik, és a kísérletekhez sokféle, korszerű műszer szükséges.

Az *1. ábra* a gázkeverék egyes alkotóinak meghatározásának helyes módját szemlélteti. A mintát úgy kell elszívni, hogy az a lángot ne zavarja, és a minta összetétele a mérési helytől az elemzőig tartó úton ne változzon. A minta elemzése, az elemzési adatok értékelése és a kiégés számítása bizonyos időt igényel.

* „A hőátadás és a technológiai folyamat kölcsönhatása ipari kemencékben" című tudományos ülésszakon, Miskolcon 1979. május 24-én elhangzott előadás rövidített anyaga. *(Szerk.)*



1. ábra. A mérőkör elvi vázlata



2. ábra. A mérőszonda vázlatrajza

A kiégés meghatározásából következik, hogy a kiégést a lángban mért redoxpotenciál alapján határozhatjuk meg. Ennek a módszernek az az előnye, hogy próbavétel nem szükséges, mivel a mérőfej közvetlenül a mérési helyen helyezhető el.

A mérésekhez olyan mérőérzékelőt használtunk, melyben oxigénion-vezető keramikus szilárdelektrolit volt. Az ilyen típusú szondát *Möbius* [2] javasolta először inert gázokban levő oxigénnyomok elemzésére.

A *2. ábra* egy ilyen szonda elvét mutatja, amelynek egyensúlyi cellafeszültsége egy oxigénkoncentráció-láncból vezethető le, ha a vonatkoztatási elektródon a levegő oxigénkoncentrációja jelenik meg. Ilyen szondákkal kb. 450 °C feletti hőmérsékleteken mérhető a gázkeverék oxigénkoncentrációja. Az égési folyamatnak az oxigén részvételével lejátszódó reakciói az alábbiak:

$$C+\frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO$$

$$CO+\frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad (2)$$

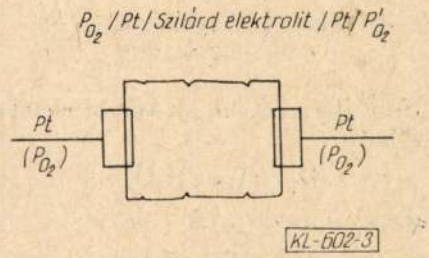
$$H_2+\frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons H_2O$$

Kémiai egyensúly esetén meghatározott egyensúlyi oxigén koncentráció alakul ki. Így a mérőszonda a *Nerné*-egyenlet szerinti koncentrációnak megfelelő potenciált jelzi *(3. ábra)*.

A lafolytatott vizsgálatok célja annak megállapítása volt, hogy milyen az összefüggés az $\alpha(x, y, z)$ kiégési görbe lefutása és az x, x, z helyen meghatározott egyensúlyi cellafeszültség között. Modellként egyszerű, szabadsugarú gázláng szolgált.

A *4. ábra* a mérési eredményeket foglalja össze. Amint az az ábrából megitélhető, a két görbe lefutása nagyon hasonló, Így lehetőség nyílt a cellafeszültség értékének α-rb való átszámítására.

A további vizsgálatok során az éghető gázhoz, a hidrogénhez nitrogént kevertek. Így sikerült elérni a berendezés termikus igénybevételének csökkentését. Ez a megoldás biztosította továbbá, hogy a kiégést, α-t a láng egy meghatározott helyén átalakított és az odavezetett éghető gázmennyiség viszonyaként lehetett meghatározni. A fenti megfontolások alapján számított kiégési görbe az *5. ábrán* látható.



3. ábra. A szilárd elektrolit elvi vázlata

$$E=E_0+\frac{RT}{nF}\ln\frac{[O_x]}{[Red]}; \quad E'=E'_0+\frac{RT}{nF}\ln\frac{[O_x]'}{[Red]'}$$

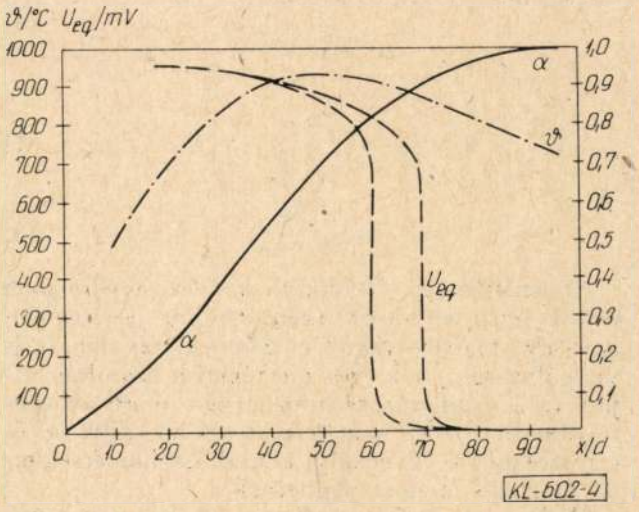
$$O_2+4e \rightleftharpoons 2O^{--}$$

$$E=E_0+\frac{RT}{4F}\ln P_{O_2}$$

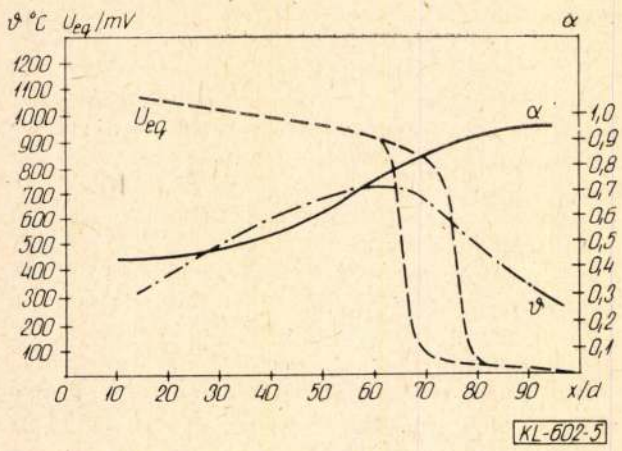
$$U_{eq}=E-E'=\Delta E$$

$$U_{eq}=(-0{,}0496\lg P_{O_2}+0{,}0496\lg P_{O_2}-0{,}033\,69)T$$

$$U_{eq}=1374-\left(0{,}403+0{,}0496\lg\frac{P_{H_2O}\cdot P_{CO_2}}{P_{H_2}\cdot P_{CO}}-0{,}0496\lg P\right)T$$



4. ábra. A hőmérséklet (ϑ), a kiégési görbe (α) és az egyensúlyi cellafeszültség (U_{eq}) alakulása az $\frac{x}{d}$ viszonyszám függvényében



5. ábra. A hőmérséklet (ϑ), a kiégési görbe (α) és az egyensúlyi cellafeszültség (U_{eq}) alakulása az $\frac{x}{d}$ viszonyszám függvényében

A cellafeszültség értéke az alábbi elemzés alapján számítható:

$$2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O \tag{3}$$

— parciális nyomásarányok

H_2 : $^2/_3$

O_2 : $^1/_3$

H_2O: :1

$$a = \frac{b_v}{b_u + b_v} = \frac{\frac{2}{3} P_{H_2O}}{P_0;\ H_2} \tag{4}$$

$$\frac{2}{3} P_{H_2O} = P_0;\ H_2$$

$$P_{H_2} = P_0 H_2 (1 - a) \tag{5}$$

$$U_{eq} = 1290 - \left(0{,}326 + 0{,}0992 \lg \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}} - 0{,}0996 \lg P\right) T$$

$$\lg \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2O}} = \lg K \tag{6}$$

$$K = \frac{\frac{3}{2} P_{0H_2}}{(1-a) P_{0,\ H_2}} = \frac{\frac{3}{2} a}{1-a} \tag{7}$$

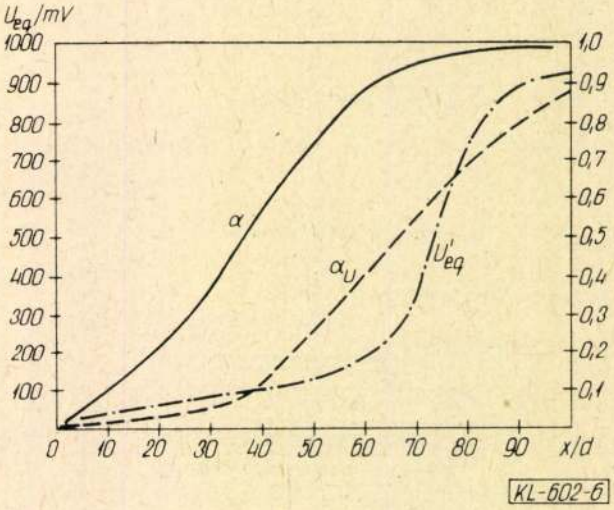
$$a = \frac{2K}{3 + 2K} \tag{8}$$

Az ismertetett vizsgálatok kedvező eredményei tették lehetővé, hogy széntartalmú (esetleg folyékony) tüzelőanyagok elégésének folyamatát is vizsgálhassuk. A kiégés mértékének számítás útján való meghatározása nehézkes, mert az égés folyamata közben sokféle részreakció zajlik le, és e részreakciók egyensúlyi állandói a hőmérséklettől más-más módon függhetnek.

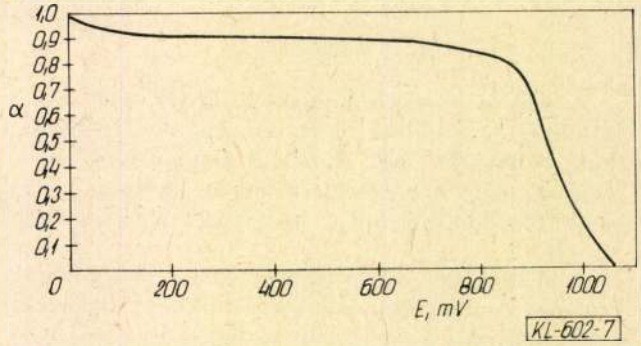
Heiligenstaedt [3] emprikus módszere nem vezetett megbízható eredményhez. A cellafeszültség és a kiégés mértéke közötti átszámítási lehetőség itt számos problémát vet fel. A Günther által javasolt összefüggés sem bizonyult használhatónak. Ez az összefüggés

$$a = 1 - e^{-a\left(\frac{x}{d}\right)^b} \tag{9}$$

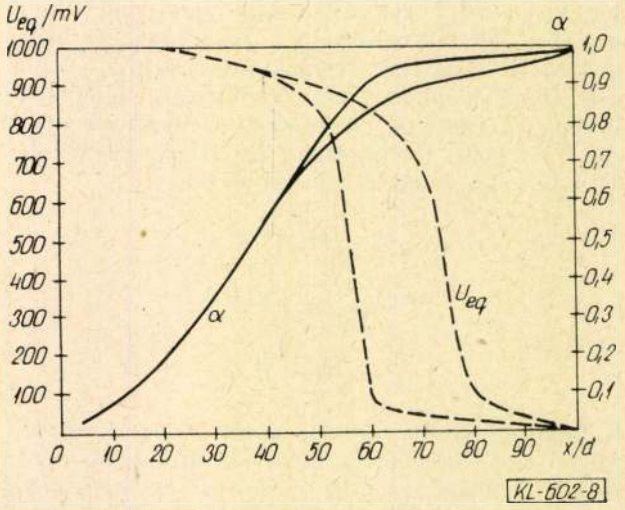
alakban írható fel, és szabadon égő városi gázláng esetén az x és b konstansok a következő értékűek: $a = 10^{-3}$; $b = 1{,}8$.



6. ábra. Az egyensúlyi cellafeszültségek (U_{eq}) alakulása az égés tengelye mentén



7. ábra. A kiégési görbe (α) és az egyensúlyi cellafeszültségek (E) közötti összefüggés



8. ábra. A kiégési görbe (α) és az egyensúlyi cellafeszültség (U_{eq}) alakulása az $\frac{x}{d}$ viszonyszám függvényében

Hidrogénláng esetén sem sikerült a cellafeszültség értékének ...-ra való átszámítása, pedig ebben az esetben a hitelesítő görbe pontosan meghatározható. Amint az a *6. ábrán* látható, az egyezés nem kielégítő.

A legjobb egyezést az α értékének grafikus meghatározásakor kaptunk. Ebben az esetben is a *Günther* által megadott összefüggésből indultunk ki. Ezt a függvényt grafikusan ábrázolva hasonlítottuk össze az ugyanolyan x/d értékekhez tartozó cellafeszültség-értékekkel. Ez az elemzés vezetett a *7. ábra* diagramjához. Hasonló elemzés eredménye látható a *8. ábrán*, városi gázlángra vonatkoztatva.

Sajnos, $\alpha=1$ esetén még a grafikus módszer is igen bizonytalan, pedig a gyakorlat szempontjából ez a tartomány a legfontosabb. Ennek ellenére, a gázpotenciometriás mérőszondákkal kapott cellafeszültség görbe hitelessége ugyanolyan, mint az α-értékeké.

Így a gázpotenciometriás mérés alkalmas a lángban lejátszódó égési folyamatok előrehaladásának leírására. Hidrogén láng esetén a mért feszültségértékek egyértelműen hozzárendelhetők a kiégési értékekhez, míg városi gázláng esetén ez a hozzárendelés több nehézséget jelent.

IRODALOM

[1] *Günther, R.:* Verbrennungen und Feuerungen, Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, 1974.

[2] *Möbius, H.-H.:* Mitt. Chem. Ges. d. DDR, Beiheft 17 (1977) 46.

[3] *Heiligenstaedt, W.:* Wärmetechnische Berechnungen an Industrieöfen, 4. Aufl. Verlag Stahleisen m.b.H. Düsseldorf 1966.

[4] *Günther, R.:* Archív f. Eisenhüttenwesen 39 (1968) 515.

A kutatások gazdasági eredményességének értékelése a vaskohóiparban

LONTI GYÖRGY okl. közgazda
Vasipari Kutató Intézet

DK: 65.011.44 : 303.8 : 669

A kutatások gazdasági eredményessége értékelésének elvi alapjai. Az eredményességet rögzítő számítási modellek. A kidolgozott módszer alkalmazási példái.

I. A kutatások gazdasági eredményessége értékelésének elvi alapjai

A Vasipari Kutató Intézetben a hatvanas évek elején vette kezdetét a kutatások gazdasági eredményességének megállapításával kapcsolatos számítási eljárások tanulmányozása, majd ezt követően sokoldalú elemző vizsgálómunka lebonyolítása. E tevékenységek nyomán kidolgozásra kerültek

— a kutatások licenciaérték (szellemi érték) pénzben való számszerűsítésének,

— a kutatások komplex hatékonysági számításának

módszerei.

Elfogadva és kiindulva a kutatások gazdasági hatékonysága értékelésére eddig feltárt módszereket, illetőleg módszerekből, azok továbbfejlesztése, gyakorlati alkalmazása a következő elméleti megfontolások alapján történtek:

1. A kutatás-fejlesztés során a laboratóriumi, a kísérleti gyártásban elért eredmények a termelésfejlesztésnek mindaddig csupán potenciális feltételei, amíg azokat a termelésben fel nem használták. Mindezek, tehát a kutatásokba fektetett tudományos ismeretek és a kutatómunka eredményessége (műszaki és gazdasági), csak akkor válhat termelőerővé, ha megtörténik azok ipari bevezetése, ill. alkalmazásba vétele.

2. Mielőtt egy kutatás ipari bevezetéséről döntést kell hozni, többek között a kérdéses eljárás gazdasági eredményességét is valamilyen módszerrel tisztázni kell. E célból az adott kutatás-fejlesztés gazdasági eredményességét, annak a gazdaságpolitikai elv érvényesítése tükrében kell vizsgálni és értékelni, hogy a kutatásokban is a lehető legnagyobb mértékben kifejezésre kell juttatni a gazdaságosság elvének realizálását.

3. A kutatások gazdasági eredményességének számszerűsítése bonyolult (komplex) műszaki—gazdasági összefüggések feltárást jelenti. Ismeretes, hogy a kutatások gazdasági eredményei

— általában nem a kutatóintézetekben, hanem a kutatásokat hasznosító termelő szervezetekben, a termelőfolyamat egészének, vagy egy-egy részterületének korszerűbb, javuló teljesítményeiben, ráfordításaiban,

— a kutatás bevezetésével kapcsolatos, vagy azzal egyidőben megtett más fejlesztési, korszerűsítési, szervezési stb. intézkedések hatásaitól befolyásoltan, ill. azokkal együttesen jelennek meg. További jellemzője a kutatások gazdasági eredményeinek, hogy általában azok nem azonnal, hanem az egymás után következő évek többleteredményeiben, fokozatosan realizálódnak. Mindezért a kutatások gazdasági hasznosulásának felmérése és számbavétele bonyolult, nehéz feladat.

4. A gazdaságosság, ill. a gazdasági eredményesség relatív fogalom. Ebből következően a kutatások

— gazdasági eredményességét számszerűsítő modellek és azok alapján képzett mutatószámok viszonylagos értékelésére nyújtanak lehetőséget,

— gazdasági hatékonyságának feltárására igénybevehető a közgazdasági tudományokban alkalmazott (ismert) minden gazdasági, gazda-

ságossági, hatékonysági stb. számítási eljárás és módszer az alábbi tényezők mérlegelésével és figyelembe vételével:

a) az alkalmazott számítási modellnek megfelelési viszonyban kell lennie a kutatott valósággal és azt hűen kell szimulálnia;

b) a fő műszaki összefüggések és különbözőségek szerint a számítási eljárás legyen kellően differenciált;

c) a számítási módszer legalább a minimum értékek reális közelítésére alkalmas legyen.

II. A kutatások gazdasági eredményességét rögzítő számítási modellek

1. A kutatás gazdasági eredményessége számszerűsítésének információ-bázisa

Kiindulva abból, hogy a kutatások-fejlesztések gyakorlati bevezetésével realizálódó gazdasági eredmények feltárása, bonyolult műszaki—gazdasági összefüggések számszerűsítését igényli, az alkalmazott modell információ-bázisát, elsősorban az új eljárást alkalmazó termelőegység számviteli, üzemgazdasági adatai képezheti. Ez azt jelenti, hogy az adott modellekben a szükséges számszerű információkat, azok számításának módját, rendszerét és tartalmát a termelőszervezet számviteli, üzemgazdasági előírásai és gyakorlatának megfelelően kell összeállítani és figyelembe venni.

Más esetben — a gyakorlati tapasztalatok szerint — reálisnak minősíthető eredmény nemigen várható.

Az információ-bázisnak tükröznie kell a kutatás által befolyásolt, módosított vagy átalakított technikai, technológiai stb. folyamatok főbb, ill. kiemelt elemeit természetes mértékegységekben és értékben kifejezve. E számítási modellek méretét, tartalmuk terjedelmét az határozza meg, hogy az adott kutatás

— új üzemek, gyárak létesítésével korszerű terméket, technológiát eredményező,

— hagyományos metallurgiai folyamatok, gyártási technológiát korszerűsítő,

— termék-minőséget, szerkezeti összetételt, hagyományos technológiát javító, termelékenységet, anyagkihozatalt növelő, anyagfelhasználást, energiát, selejtet csökkentő, a termelés irányítását, szervezetét korszerűsítő stb.

új eljárás bevezetésére irányul-e.

2. A gazdasági eredményesség kiszámításának modelljei

A kutatások műszaki jellegéhez igazodóan és az információs bázishoz kapcsoltan az alkalmazott számítási modell lehet

— a ráfordításokat—bevételeket, s e két tényező különbözeteként számított eredmény,

— a régi és az új eljárás ráfordításait vagy eredményét egybevető, illetve különbözeti

jellegű.

A kutatások—fejlesztések, gazdasági számításainak modelljei három egybekapcsolódó, de számítástechnikailag egymástól elhatárolható területen alkalmazható.

Ezek a következők:

— kutatóintézeti,

— vállalati és

— népgazdasági

szint.

Kutatóintézeti szint jelenti a kidolgozott kutatásokba befektetett szellemi munka és anyagi ráfordítások értékelését. Így számításba veendők a ténylegesen felmerült

— anyag, bér stb. költségek forint-összegei,

— árbevétel (díj, jutalék stb.) és

e két tétel különbözete az eredmény, ami a kutatás intézeti eredményességét nem mindig fejezi ki.

Vállalati szinten a kutatmányok eredményességének számszerűsítése céljából ráfordításként számbaveendők:

— a kutatóintézet által leszámlázott, ill. a kutatóintézet részére kifizetett díj, jutalék stb. forint-összege a vállalati kutatóhelynek az adott témával kapcsolatban felmerült minden költsége, függetlenül a felmerülés időpontjából,

— a kutatások eredményének vállalati bevezetésével kapcsolatban a termelési költségek és a MŰFA terhére elszámolt ráfordítások (pl. gyártóeszköz-előállítás, felújítási, gépáthelyezési stb. költségek),

— a folyó termelési költségek (anyag, bér stb.).

Megállapítandó továbbá:

— az árbevétel és

— az eredmény.

Számos esetben a kutatások műszaki—gazdasági eredménye nemcsak az alkalmazó, illetve kivitelező vállalatoknál, hanem az előállított, minőségileg korszerűbb, jobb műszaki tualajdonságokkal rendelkező terméket felhasználóknál is jelentkezik.

A népgazdaságban továbbgyűrűző gazdasági kihatások számszerűsítése (valószínűsítése) csak jól körülhatárolt és zárt egységet alkotó kutatások vonatkozásában lehetséges. E területen jelentkező gazdasági előnyök valószínűsítését, a bonyolult és a számos bizonytalansági tényezőre való tekintettel célszerű a kutatás fő eredményéből kiindulva ún. közelítő számítással meghatározni.

A kutatóintézeti, a vállalati és a népgazdasági szinten alkalmazott számítási modellek típusai a következők lehetnek:

a) Új üzemek, gyárak létesítésével korszerű terméket, technológiát eredményező kutatások esetében.

E kutatások műszaki eredménye általában beruházásként valósul meg, mivel az új termék előállítása korszerű technológiát, termelőeszközt igényel. Ilyenkor a gazdaságossági számításokhoz szükséges adatokat lényegében a beruházások megvalósításával kapcsolatos számítási módszerek determinálják, amelyeket az érvényben levő hatósági és banki utasítások, közlemények részletesen szabályoznak.

Ezzel kapcsolatban arra kell felhívni a figyelmet, hogy a kutatások eredményeként jelentkező fejlesztések gazdasági vizsgálata nem szűkíthető le csupán a beruházások gazdasági elemzésére, érté-

kelésére, hanem ezen túlmenően számításba kell venni a kutatási ráfordításokat is.

Kisebb volumenű új termék, vagy az ún. szűk termelési kapacitások feloldására irányuló kutatások bevezetése esetében akkor, amikor kalkuláció szerint, az új gyármány előállításának költségtényezői egymástól jól elhatárolhatók, a gazdasági eredmény megállapításához szükséges adatok egy szerűsített, egyedi kalkulációs módszerrel számszerűsíthetők.

b) Hagyományos metallurgiai folyamatot, gyártási technológiát korszerűsítő kutatások alkalmazásakor

E kategóriába tartozó kutatások ipari bevezetése általában pótlólagos beruházásokat nem igényel, csupán a hagyományos termelési folyamat egyes elemeinek korszerűsítésével, pl. az anyagbetét minőségének javításával, korszerű ötvözőanyagok felhasználásával, stb. új termék előállítását teszik lehetővé, vagy javítják a régi termékek műszaki-gazdasági paramétereit.

A kutatások eredményeinek rögzítésére, ill. számszerűsítésére a vállalatok elő- és utókalkulációs módszerei, továbbá üzemgazdasági rendszere bőséges adatokat szolgáltathat.

c) Termék minőségét, szerkezeti összetételét, hagyományos technológiát javító, termelékenységet, anyagkihozatalt növelő, anyagfelhasználást, energiát, selejtet csökkentő, a termelés irányítását, szerkezetét korszerűsítő, stb. kutatások használatbavételekor

E kutatásoknak jelentős hányada sorolható e csoportba. Általános jellemzője e kutatáscsoportnak, hogy az esetek többségében az eredményesség csak egyedi analizálási módszerrel számszerűsíthető.

Az ilyen kutatások eredményeinek gazdasági értékelésére a vállalati gyakorlatban számos számítási és értékelő eljárást alkalmaznak, amelyek alapvető jellemzője: egy-egy kiemelt cél megvalósulása, eredményeinek rögzítése.

Az előzőkben vázolt elvi tartalmú, ill. felépítésű gazdasági modellek alapján számszerűsített eredmények hatékonysági mutatók képzésével tehetők alkalmassá a bevezetett kutatások gazdasági eredményeinek vizsgálataira és értékelésére.

A kutatások gazdasági hatékonysága általában dinamikus viszonyszámokkal (mutatókkal) jellemezhető. Pl. a b) pontban rögzített modell segítségével kiszámított tényezők alapján képezhető gazdasági mutató a következő lehet:

$$H_0 = \sum_{i=0}^{T_m} [(a_i - \ddot{o}_i) \cdot q_i - (K_i + F_i + B_i)](1+\beta)^i \qquad (1)$$

Ebből képezhető gazdasági mutató:

$$\Delta_{k_0} = \frac{\sum_{i=0}^{T_m} (a_i - \ddot{o}_i) \cdot q_i \cdot (1+\beta)^i}{\sum_{i=0}^{T_m} (K_i + F_i + B_i) \cdot (1+\beta)^i} \qquad (2)$$

ahol:

a_i = az új termék világpiaci, vagy belföldi áron számított értéke

$\ddot{o}_i$ = az új termék önköltsége

q_i = az új termék i-edik évben értékesíthető mennyisége

K_i, F_i, B_i = a kutatás-fejlesztés költségei az i-edik évben

β = kalkulatív kamatláb

$i = 0, 1, 2 \ldots\ldots n, T_m$ év

T_m = az új termék értékesíthetőségének utolsó éve

Olyan esetekben, amikor a kutatások gazdasági eredménye általában két tényezőből tevődik össze: pl. a termelékenység növekedéséből és az önköltség csökkentéséből, akkor a hatékonysági mutató a következőképpen számítható:

$$d_k = \frac{m_1(K_0 - K_1) + n_0(m_1 - m_0)}{B} \qquad (3)$$

ahol:

m_0, m_1 = a gyártható mennyiség az új technológia bevezetése előtt és után;

K_0, K_1 = az önköltség nagysága a bevezetés előtt és után;

n_0 = a termékegységenként realizálható nyereség;

B = a kutatás-fejlesztés és bevezetés költségei.

Általában, akkor helyes az eljárás, ha az alkalmazott gazdasági számítási módszerekkel a kutatások eredményeit és a ráfordításait évenként külön-külön számszerűsítjük és ezek a bevezetés évére az időtényező (kamatláb) alapján diszkontálásra kerülnek.

III. A kidolgozott számítási modellek kisérleti alkalmazásának eredményei

A II. fejezetben vázlatosan ismertetett elvek alapján felépített számítási modellek a következő tényezőkre való figyelemmel kerültek alkalmazásra:

— a számítások a kutatások bevezetésétől várható gazdasági eredmények rögzítésére irányultak,

— a számszerűsített eredmények minimum értékeket jelentenek;

— a meghatározott eredmények a fő összefüggések (műszaki-gazdasági) kihatásait, eredményeit hozzávetőleges nagyságrendekben tükrözik.

Fentiek előrebocsátásával a kísérleti számításokat a következő néhány példa szemlélteti:

Acélnyersvas tömeges kéntelenítése

A hazai acélgyártás korszerűsítése megkívánja az acélnyersvas minőségének javítását. A kohón kívüli nyersvas-kéntelenítés célja

— jobb minőségű acél biztosítása és

— a nyersvasgyártás gazdaságosságának növelése salakbázicitás csökkentésével.

A kísérletek lefolytatására 1978-ban az ÓKÜ-ben került sor, ahol az Intézet által kifejlesztett Magszulfex reagenssel sikerült a kitűzött műszaki célt realizálni.

Költségbázis: 1978. év

1 t nyersvas kéntelenítési többletköltsége kb. 70 Ft
Mészkőmegtakarítás kb. 7,20 Ft/t nyersvas
Kokszmegtakarítás: kb. 104 Ft/t nyersvas
Gazdasági eredmény:
104.- Ft+7,20 Ft—70.- Ft=41,20 Ft/t nyersvas
500 et nyersvasra számolva:
500 000 t·41,20 Ft=20 600 000 Ft

Betonacélok nemesítése

Az elvégzett kísérletek alapján egyértelműen megállapítható volt, hogy a 0,15—0,22% C és 1,0—1,5 Mn tartalmú, 10—25 mm átmérőjű acélok hengerlési melegről 70—95 °C hőmérsékletű vízben való hűtésével biztosíthatók a B 60·40 és a B 75·50 minőségű betonacélokra előírt mechanikai tulajdonságok. Feltételezhető, hogy ez a módszer nagyobb átmérőjű betonacélok gyártására is (kb. ∅ 40 mm-ig) kiterjeszthető.

A kísérletek alapján arra a következtetésre lehetett jutni, hogy a betonacélokat karbon egyenértékük alapján csoportosítani kell és adagonként hőkezelni. A szilárdsági tulajdonságok a hűtővíz hőmérsékletének beállításával pontosan szabályozhatók. A pontos hőkezelési műveleti előírások részletes üzemi kísérletek alapján rögzíthetők.

A nagyszilárdságú hegeszthető betonacélok bevezetése esetén az építőipar évi felhasználásának figyelembe vételével

— a szilárdság növelésének számított kihatása kb. 20%, amelynek az anyagfelhasználásra gyakorolt hatása kb. 35—40 et/év;

— a hulladékcsökkenés kb. 8—10 et/év.

Középarányos áron számolva a megtakarítás mintegy 30—40 MFt/év.

Biztonsági zármágnesek üzemi gyártástechnológiájának kidolgozása

A kutatás eredményeként meghatározásra került:

— a granulátumkészítés technológiája,
— a granulátum minősége,
— a nagypontosságú mérettűrés,
— a sajtolószerszámok méretei,
— a zsugorítás hőmérséklete és a
— hőtartási idő, stb.

Elkészült a tárgyban részletes know-how dokumentáció.

A tervezett 40 mill. db gyártása esetén az importmegtakarítás összege:

Kalkulált ár:
33,6 mill. db kismágnes á 0,90 Ft/db=30 MFt
6,4 mill. db nagymágnes á 1,30 Ft/db= 8 MFt
Együtt=38 MFt
Import megtakarítás: =1M/év

A pácléregenerálás során képződő vasoxid utókezelése ferritgyártásban történő felhasználása érdekében

E kutatási téma keretében megoldásra került a Ruthner-féle nagyreaktoros regenerálóból származó nagy fajlagos felületű vasoxid által megkötött klór vizes mosással történő eltávolítása. A vasoxid utómosása ioncserélt vízzel történik, amely biztosítja, hogy a mosott vasoxid felhasználható stronciumferrit mágnesek gyártásához. Kb. 500 t/év mosott vasoxid állítható elő.

A vasoxid 1978. évi világpiaci ára kb. 100$/q. Ami 500 t-ra vetítve kb. 18 MFt-ot tesz ki és 0,5 M/évi importkiváltást jelent nem számottevő ráfordítással.

Gyémántszemcsés fúrószerszám, technológiák kidolgozása, ipari bevezetése a kohászati üzemek tűzállóanyag és az építőipar beton-vasbeton anyagainak fúrásához

Ma már nincs olyan iparág, ahol ne használnák a gyémántszemcsés szerszámokat. Az Intézetben került kidolgozásra a rideg, keménymágneses ferrit, az öntött korvisit, cirkosit tűzállóanyagok, beton-vasbeton, stb. anyagok megmunkálására, ill. mintavételekre alkalmas hazai gyártású gyémántszemcsés fúrószerszámok és alkalmazásuk technológiája, valamint bevezetésük az iparban.

Az Intézet által kialakított gyémántszemcsés fúrószerszámok alkalmazása a tapasztalatok szerint rendkívül gazdaságos. Így:

— a gyémántszemcsés fúrókorona hazai előállítása kb. 50%-os importmegtakarítást jelent. Ennek értéke kb. 100 e/év;

— a gyémántszemcsés fúrószerszám értéke 200—300eFt/db, amellyel az elhárítható, megelőzhető kár évi összege közel 10 MFt;

— becslések szerint a szerszámokkal elhárított kár összege a 100 MFt-ot meghaladja.

Az ismertetett számítási modellekkel több mint 60 befejezett kutatás várható gazdasági eredményességének számszerűsítésére került sor. A tapasztalatok arra mutatnak, hogy a kialakított és az alkalmazott számítási modellekkel a lezárt kutatások eredményessége, rangsorolása jól és elfogadhatóan meghatározható, de mindenkor csak egy adott, ill. vizsgált zárt rendszeren belül.

A kidolgozott számítási modellek alkalmazásával kapcsolatban további feladatok

— az információbázis rendszerének kidolgozása, a szükséges információk beszerzése és folyamatos vezetése,

— a számítási eljárások fejlesztése,

— a kutatások gazdasági eredményei meghatározásának folyamatos kézbentartása és vitele,

— a gazdasági eredmények rendszeres publikációjának közzététele.

Felhívjuk tagjaink figyelmét Vaskohászati Szakosztályunk ezévi pályázatára. A pályázat szövege megjelent lapunk 1979/11. számának 516. oldalán. Beadási határidő: december 31.

A nyersvasminőség és -ellátás lehetőségei a Dunai Vasmű konverteres acélművében*

SZABÓ JÓZSEF okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DV: 669.184.144.6/8 Dunai V.

A szerző a Dunai Vasmű épülő oxigénkonverteres acélművének nyersvasigényével foglalkozik. Vizsgálja, hogy az acélmű tervezett termelése milyen minőségű és mennyiségű nyersvastermeléssel biztosítható.

A Dunai Vasmű fennállása óta, az acélgyártás műszaki színvonala folyamatosan emelkedett. Az eltelt 25 év alatt jelentős fejlesztéseket hajtottak, illetve hajtottunk végre mindig a népgazdasági igényeknek megfelelően.

Az acélgyártó kemence konstrukciók folyamatos fejlesztése, tüzelőberendezések és a tüzelőanyagok ésszerű változtatásai, továbbá az oxigénes intenzifikálás bevezetése eredményeképpen az elmúlt 25 év alatt a DV acéltermelése 450 et-ról 1 190 et-ra emelkedett. A mennyiségi növekedés mellett a minőség is folyamatosan javult. Újabb és újabb acélfajták előállításával a DV jelentős hazai és külföldi sikereket ért el. 1972-től a folyamatos öntőmű üzembehelyezésével és felfuttatásával ez a folyamat, ha lehet még jobban felgyorsult.

Ennek a fejlődési ütemnek lesz az egyik legjelentősebb állomása az oxigén konverteres acélmű megépítése. A jól szervezett munka eredményeképpen várhatóan 1981-től acélt fog termelni. Addig azonban számos problémát meg kell oldani, nemcsak szervezési és építési, hanem technológiai, oktatási, valamint műszaki fejlesztési kérdéseket is.

Mint ismeretes a DV-ben épülő konverter acélműben 2 db 130 tonnás oxigénes konverter fog dolgozni.

A meglévő SM-kemencék szilárd betéttel üzemelnek majd. A két acélműben a termelés felfutása után 1 750 et acélt állítunk elő.

Az *1. táblázat* mutatja be az acélgyártás növekedésének ütemét 1980—1984. között.

A *2. táblázat* mutatja a nyersvastermelés alakulását 1980—1984. között.

A *3. táblázatról* pedig leolvasható a két acélmű nyersvasigénye.

A*4. táblázat* a fajlagos nyersvasfelhasználást mutatja.

A *2.* és *3. táblázatokból* látszik, hogy 1983-tól nyersvashiány áll elő és 1984. évtől kezdődőleg mintegy 180—200 et szilárd nyersvasat kell évente vásárolnunk. A nyersvastermelés fokozására tett legfontosabb műszaki intézkedések közül

- a kohótérfogat bővítését,
- a toroknyomás növelését,
- a forrószél hőmérsékletének növelését,
- a zsugorítmány minőségének javítását,
- a kohókoksz minőségének javítását említeném.

Az acélgyártással foglalkozó szakembereknek feladata, hogy a nyersvastermelés volumenét figyelembe véve alakítsák ki a konverteres acélmű technológiáját.

A lehetőségek közül az acélhulladék előmelegítését emelném ki. Mivel a rendelkezésre álló nyersvas mennyiség kb. 800 kg/t acél szemben 840—860 kg/t nyersvasfelhasználású üzemekkel, ezért a hulladék részarányát csak úgy tudjuk növelni, ha külső forrásból hőt viszünk be a konverterbe. A DV-ben földgáz-oxigén tüzelésű égőt tervezünk a konverterekhez, amelynek segítségével 10—15 perces előmelegítést tudunk végezni.

Az acélhulladék előmelegítéses technológia azonban követelményeket támaszt a hulladék minőségével szemben is. Ezért a rendelkezésünkre álló időt fel kell használni, hogy a hulladék előkészítés vonalán is felkészüljünk az oxigén konverteres acélgyártásra. E célt szolgálja már a DV-ben letelepített és üzemelő *Copex*-olló, amit rövid időn belül egy újabb olló fog követni.

1. táblázat

A DV acéltermelése 1980—1984 között

Me.: et.

Megnevezés	1980	1981	1982	1983	1984
SM-acél	1180	1180	1000	750	580
Elektroacél	20	20	20	20	20
Konverter acél	—	—	500	900	1150
Összes acél et	1200	1200	1520	1670	1750

2. táblázat

A DV nyersvastermelése 1980—1984. között

Megnevezés	1980	1981	1982	1983	1984
Termelés et	950	950	1000	1030	1030

3. táblázat

A két acélmű nyersvasigénye 1980—1984. között

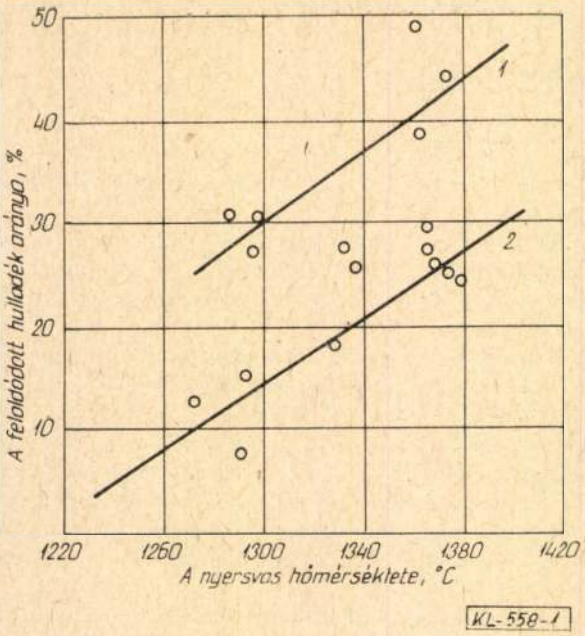
Megnevezés	1980	1981	1982	1983	1984
Konverter acélmű et	—	—	400	720	920
SM-acélmű et	826	826	600	375	290
Összesen et	826	826	1000	1095	1210

4. táblázat

Fajlagos nyersvasfelhasználás a két acélműben kg/t acél

Megnevezés	1980	1981	1982	1983	1984
Konverter acélmű	—	—	800	800	800
SM-acélmű	700	700	500	500	500

* A VII. Orsz. Nyersvasgyártó és Acélgyártó Konferencián Balatonszéplakon 1979. szept. 12-én elhangzott előadás rövidített anyaga. *(Szerk.)*



1. ábra. A nyersvashőmérséklet hatása a hulladék részarányára

Az *1. ábra* mutatja a nyersvas hőmérsékletének hatását a megolvadt ócskavas súlyára a beöntés szakaszában [1].

Látható az ábrából, hogy a felolvadt acélhulladék részaránya függ a nyersvas hőmérsékletétől és az acélhulladék fajtájától.

Természetesen a nyersvasgyártás területén is foglalkozni kell a mennyiségi termelés mellett a nyersvas minőségével is, mert a konverteres acélgyártás technológiáját lényegesen befolyásolja, mivel a metallurgiai folyamataihoz szükséges hőmennyiséget a kémiai elemek oxidációs hője és a nyersvas fizikai hőtartalma biztosítja. Szemléltetés céljából vizsgáljuk meg egy 100 t-oxigénes konverter hőmérlegét [2].

A táblázatból kiolvasható, hogy a nyersvas fizikai hője a hőháztartás bevételi oldalán több mint 50%-kal szerepel. Míg a C és Si oxidációja mintegy 36—37%-át adja a hőbevételnek.

A Dunai Vasmű I. és II. sz. kohóiban nem végeznek rendszeresen nyersvas hőfokmérést. Egyes kísérleti időszakokban azonban igen. 1978. januárjában mintegy 80 csapolás során mért csapolási hőmérsékletek átlaga 1425 °C volt. Az átlagtól azonban többet mond a hőmérsékletek 90 °-os szórása min. 1350-max. 1440 °C. Az acélműben található 600 t-s körkeverőnél szintén ebben az időszakban mértük a nyersvas hőmérsékletét. Az átlag itt 1260—1290 °C volt, de ettől alacsonyabb hőmérsékletű nyersvasak is előfordultak.

Tehát 150—160 °C-ot csökkent a nyersvas hőmérséklete a kohó és a keverő között, valamint az átöntéskor. A keverő és a konverter között további csökkenéssel számolhatunk (30—40 °C-kal), a megnövekedett útvonal miatt.

Számítások szerint a nyersvas hőfok 10 °C-kal való növelése, 4,25 kg/t-val csökkenti a fajlagos nyersvas, 4,0 kg/t-val pedig növeli a fajlagos hulladék felhasználás lehetőségét [3].

A következő ábrán *(2. ábra)* 1978. évi adatok alapján láthatjuk a nyersvas Si-tartalmának változásait.

Irodalmi adatok alapján elmondhatjuk, hogy a konverteres acélgyártásnál ilyen mérvű szórás a nyersvas Si-tartalmánál már nem előnyös (kb. 0,3%). Ezért törekedni kell a nyersvas egyenletesebb összetételének elérésére, a kohók elegyviszonyainak javítására.

1979. IV. hónap adatai szerint a nyersvas Si-tartalmának (szintén csatornai) elemzése alapján középértéke 0,8349%, szórása 0,254% volt. A szórási érték itt már kedvezőbben alakult.

A minőségi acélgyártás követelményei szükségessé teszik, hogy röviden foglalkozzak a konverteres acélgyártás másik sarkalatos kérdésével a nyersvas kéntartalmával.

Ismeretes, hogy a konverteres acélgyártás kéntelenítési hatásfoka kicsi. Ezért törekedni kell minél alacsonyabb kéntartalmú nyersvas előállítására.

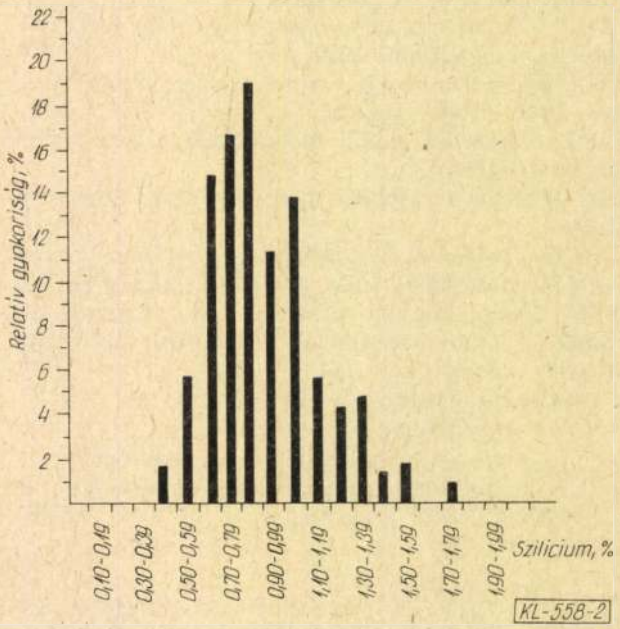
1978. évi adatok alapján készített diagram a nyersvas kéntartalmát szemlélteti.

1979. IV. hónap alapján itt is kedvező alakulásról beszélhetünk, hiszen a nyersvas S-tartalmának középértéke 0,03469%, a szórás értéke pedig 0,0218% volt.

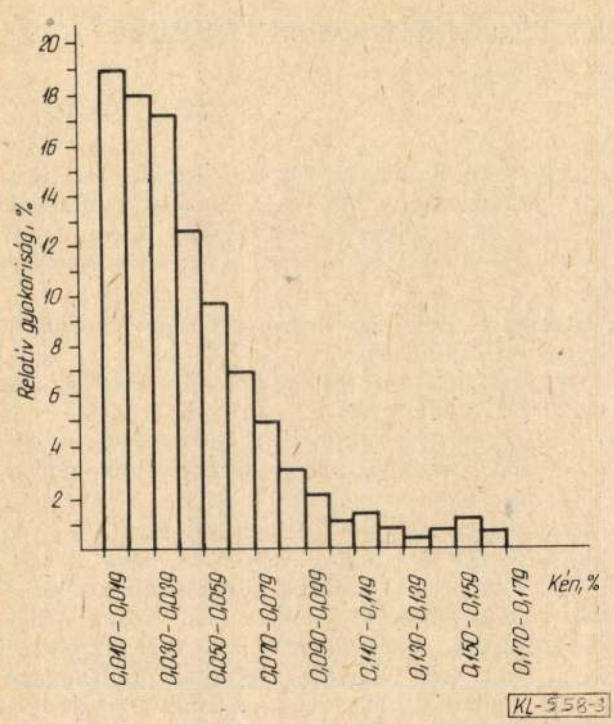
A nyersvas alkotó elemei közül nem foglalkoztam a karbon- és foszfor-tartalommal. Jelenlegi ismereteim szerint, a Dunai Vasmű nagyolvasztóiban előállított nyersvas, ezen alkotók tekintetében megfelel a követelményeknek.

Mn-tartalom hatásáról megemlíteném, hogy még jelenleg sincs kialakult álláspont a kedvező Mn-tartalomra. Irodalmi adatok alapján, különböző helyi viszonyokat figyelembevéve, 0,4—1,2%-ig szór a felhasznált nyersvasak Mn-tartalma. Külföldi tapasztalatok szerint kedvező a Mn/Si ≅ 1 értéke [3].

Az 1978-ban csapolt nyersvasak átlagos Mn-tartalma 0,6711% volt a DV-ben. Tehát a Mn/Si vi-



3. ábra. A nyersvas S-tartalmának változása



2. ábra. A nyersvas Si-tartalmának változása

szonyszám nem éri el az 1 értéket ($Si_{átl.}$ =0,9254%).

1979. IV. hónapban különböző okok, elsősorban gazdaságossági kérdések miatt, a csapolt nyersvasak átlagos Mn-tartalma 0,4303% volt. 42%-a a lecsapolt nyersvasnak nem érte el a 0,4%-os értéket.

A konverteres acélmű beindulásáig ezt a kérdést közösen kell; hogy megvitassák a nyersvas és acélgyártó szakemberek mivel vertikális szinten kell a gazdaságosságot vizsgálnunk.

Röviden összefoglalva tehát a tennivalókat:

— El kell érni a 950 e tonnás évi nyersvastermelési szintet, amit rövid időn belül 1 mt fölé kell emelni.

— Törekedni kell az 1450 °C nyersvascsapolási hőmérséklet elérésére.

5. táblázat

100 t-ás oxigénes konverter hőmérlege

(100 kg nyersvasra)

Bevételi tételek	Hőbevétel kcal	Hőbevétel %	Fogyasztási tételek	Hőkiadás kcal	Hőkiadás %
Folyékony nyersvas	26 900	53,1	Acél	30 210	59,7
Elemek oxidációja és salakképzés	23 690	46,9	Salak	5 210	10,3
Ebből			Gázok	4 899	9,6
C-ra		27,3	Fémszemcsék a salakban	378	0,8
Si-ra		9,4	Kivetődés	296	0,6
P-ra		1,4	FeO a gázban	464	0,9
Mn-ra		2,9	O_2 felhevítése	190	0,4
Fe a salakban és gázban		5,9	Falazati veszteség	279	0,6
			Torokveszteség	391	0,8
			Hűtővíz felmelegedés	386	0,8
			Újraindításhoz szükséges hő	7 936	15,5
Összesen	50 590	100,0		50 590	100,0

— Lehető legrövidebb időtartam alatt kell a keverőhöz szállítani a nyersvasat. A keverő hatásfokának javítása érdekében a nyersvas szintet legalább 600 t értéken kell meghatározni.

— A nyersvas összetételének minimális ingadozását kell elérni, különösen Si, Mn, S tekintetében.

— A hulladék minőségének javítása érdekében hulladék feldolgozó gépeket kell üzembe állítanunk.

IRODALOM

[1] *Relov, L. V.* és munkatársai: Öcskavas felolvasztása oxigén konverterben (Metallurg 1974 jan.).

[2] *Javojszkij, V. I.—Oiks, G. N.:* Metallurgija stali Moszkva 1973.

[3] *Czövek B.:* Kis carbontartalmú acélok konverterben való gyártása 1976.

Beszámoló külföldi tanulmányútról

Dróthengerlés fejlődése Olaszországban

Az olasz kohászati berendezéseket gyártó cégek vevőszolgálatának meghívására Udinében a Danieli és Pittini cégek új dróthengerműveit bemutató tanulmányúton febr. 20—23-án *Mándoki Andor* műsz. igazgató (MVAE), *Horogh Lajos* vezérigazgató-helyettes (OKÜ) és *dr. Pálvölgyi Árpád* műsz. gazd. tanácsadó (KOGÉPTERV) vettek részt.

Az első nap a tőkés és a szocialista országokból érkezett kb. 250 szakember részére a rendezők hat szakmai előadást tartottak, amelyek a dróthengerlés mai helyzetével, a korszerű drótsorokkal és a léptetőgerendás drótsori kemencékkel foglalkoztak.

Az Európai Gazdasági Közösség országaiban kb. 11 millió tonna hengerhuzalt gyártanak, ebből Olaszország 1,8 mt-t gyárt. Általában ∅5—13 mm-es a késztermék amelyet ∅75—90 mm-es bugából állítanak elő többnyire 26 szúrással. Az 1878-ban épített első folytatólagos Morgan drótsor 10 m/s sebességgel 100 kg-os tekercseket gyártott. Ma a sebesség már elérte a 75 m/s-ot és a drótblokkok 20%-os szúrásonkénti fogyással 1100—1700 kg-os tekercseket hengerelnek szabályozott hűtőszakasz csatlakozással. Belátható időn belül a hengerlési sebesség eléri a 100 m/s-ot és a tekercssúly a 2500 kg-ot. A korszerű blokkok kör-ovál üregezésűek, többnyire keményfém hengereket használnak.

Egy korszerű drótsor tervezése és kivitelezése 2,5—3 évet igényel.

Ma már a korszerű dróthengerművekben szinte kizárólag léptetőgerendás kemencéket használnak. A bugákat folyamatosan forgatják. A tüzelőanyag többnyire földgáz, a levegőt 450 °C-ra melegítik elő.

A következő napokon a szocialista országokból érkezett 7 szakember részére lehetővé tették a Danieli cég Buttrió-i kohászati berendezéseket gyártó üzemének, valamint a Pittini cég hengerművének megtekintését. A dróthengersorokon kívül ezekben az üzemekben építőiparimásod- és harmadtermékeket (hegesztett hálókat, hajlított elemeket és hegesztett gerendákat) is gyártanak.

A dróthengermű egy direktredukáló üzemhez elektroacélműhöz, ill. folyamatos öntőműhöz csatlakozik. A telepítés egyszerű, jól áttekinthető, a gépesítettség maximális (pl. tekerceseltávolítás), az üzemben a rend, nyugodt, biztonságos légkör szembetűnő. (PA).

Az acélgyártás és a hegesztéstechnológia összefüggése*

DR. IVAN HRIVNAK akadémikus
Csehszlovákia

DK: 669.18:621.791

A szerző részletesen tárgyalja az utóbbi évtizedek acélgyártással összefüggő hegesztési problémáit és a megoldást az acélgyártás és a hegesztéstechnológia közös célú fejlesztési lehetőségeiben keresi.

Az acélgyártást az emberiség több ezer éve ismeri. Az acélból készült alkatrészek oldhatatlan kötéssel történő illesztésére — a századforduló óta — egyre gyakrabban a hegesztést alkalmazzuk és ezidő szerint ez a legjobban elterjedt technológia erre a célra. Kétségtelen azonban, hogy a hegesztés lényegesen befolyásolja az acélok anyagszerkezetét, illetve tulajdonságait. Ezt tudomásulvéve, pillanatnyilag csak egyet lehet tenni: az acélgyártás és a hegesztéstechnológia lehetőségeit összeegyeztetni, fejlesztésükben a közöttük levő összefüggést érvényesíteni.

A hegesztés a legutóbbi években igen sokat fejlődött. Mégis az esetek többségében a hegesztéssel együttjáró hőmérsékleti és/vagy alakváltozási ciklusok a kötés övezetében megbontják az acél homogenitását és ezzel rontják a tulajdonságait. Számos elemzés [1], [2], [3] és kísérlet [4], [5] igazolta, hogy a hegesztett kötés kritikus részei a következők lehetnek:

— Az A_1 körüli (vagy ez alatti) hőmérsékletre hevült hőhatásövezet (HAZ). Az itt esetenként bekövetkező diszlokációs-sűrűségnövekedés és az üregekkel történő túltelítődés öregedéshez vezethet;

— az A_3 fölé hevült zóna, ahol szemcsedurvulás léphet fel;

— a heganyag zónája, a hegesztés folyamán megömlött és újradermedt fém. Vegyi összetételét az alapanyag, illetve a hegesztőanyag összetétele és a lezajló metallurgiai reakciók határozzák meg.

Általában a hegesztés körülményeitől függ, hogy a felsorolt zónák közül melyik lesz a kritikus. Ha például olyan hegesztőeljárást alkalmaznak, amely kifejezetten a hőhatásövezet rácsrendezetszemcsedurvulás nem következik be (ez az eset pl. a kézi ívhegesztésnél). Ellenkező esetben pedig, ha a munkarend miatt nagyobb szélességben szemcsedurvulás jelentkezik (pl. salakhegesztésnél), a hőhatásövezet öregedését alig lehet észlelni.

Áttekintve az utóbbi néhány évtized hegesztési problémáit, megállapíthatjuk, hogy az acélra visszavezethető legtöbb gondot a lágyacélok kötéseinek öregedése jelentette [6], [7]. Hajók, hidak és különleges hegesztett szerkezetek ridegtörései bizonyítják az öregedés veszélyét. Ezt a problémát a hegesztőtechnológus önmagában nem tudta megoldani, mert a felhasznált acélok hajlamosak voltak az öregedésre. Ez volt az első eset, amikor a hegesztőtechnológia fejlesztése és jövőbeni alkalmazása az acélgyártás fejlesztésétől függött, attól, hogy az acélnak az öregedésre való hajlama kiküszöbölhető-e?

Nemrégen vált közismertté a probléma néhány lehetséges megoldása:

a) Az intersticiós nitrogéntartalom 0,003% alá történő csökkentése.

b) A nitrogén megkötése stabil nitridek alakjában (pl. alumíniummal), vagy karbonitrodként (pl. Ti, Zr, Nb ötvözéssel).

Meg kell jegyezni, hogy az öregedésálló acélok kifejlesztésére tett erőfeszítések vezettek a legutóbbi években a mikroötvözés kidolgozására. Ezek a mikroötvözött acélok — különösen a legújabb típusok, amelyeknek csökkentett perlit-tartalma van, vagy amelyek teljesen prelitmentesek [8], pillanatnyilag a hegeszthető szerkezeti acélok kohászati fejlesztésének csúcsát jelentik. A nagy szilárdságú, alacsony ötvözött acélok (Mn, Mo ötvözéssel és mikroötvözésű acélok) a legjobbak, amelyeket napjainkban gazdaságosan elő lehet állítani.

A kézi ívhegesztés azonban nem az egyetlen hegesztési eljárás és az acélszerkezetek nem csupán vékony szelvényekből állnak. A növekvő szelvényméretek szükségessé teszik a 100—300 mm, és még nagyobb falvastagságok meghegesztését is. Az új igények új eljárások fejlesztését segítették elő. Kifejlődött a salakhegesztés [9], és az elektrogázhegesztés, amelyek most már új gyártási lehetőségeket nyújtanak a kazántestek, a turbinaforgórészek, a hídszerkezetek és a hajótestek gyártásában. Ezekben a kötésekben a legfőbb problémát a gyenge képlékenységi tulajdonságot mutató szemcsedurvult, A_3 fölé hevült zóna okozza, amely nagyobb vastagságok (100 mm-en felül) esetén az 5 mm-es szélességet is eléri vagy meghaladja. Emiatt a hegesztett kötéseket hőkezelni kell és ez korlátozza a salakhegesztés alkalmazási területét. Így érthető, hogy sokan keresik a salakhegesztésnek azt a módját, amely lehetővé teszi a normalizálás elhagyását. Az eddigi kutatások [10] sajnos nem értek el kielégítő eredményt. Nagy erőfeszítéseket tettek egy új hőkezelés kifejlesztésére, amely kiküszöbölné a hegesztés utólagos méretkalibrálását. Mi egy hőkezelési módszert dolgoztunk ki, amely a probléma részleges megoldását jelenti [11]. Ez az A_1—A_3 tartományban történő kezelés — amelyet eredetileg a szemcsedurvult övezetben a képlékeny tulajdonságok helyreállítására dolgoztunk ki — a hegesztésen kívül egy másik területen is alkalmazásra került és azóta is használják az atomerőművi berendezések acélanyagainál. Kísérletek folytak a szemcsedurvulásnak ellenálló acélok kifejlesztésére is. Az eddigi eredmények [12]: néhány olyan új, gyengén ötvözött CrMo, illetve MnCrMo acél, amely kis és közepes vastagságban

* A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) 31. Közgyűlésén 1978. július 3-án, Dublinben elhangzott előadás. *(Szerk.)*

normalizálás nélkül köthető össze salakhegesztéssel; továbbá egy-egy általános alapelv ezekkel az acélokkal kapcsolatban. Így például: rögzíthető, hogy a szemcsedurvulásnak ellenálló acél alacsony karbontartalmú (0,1% alatt) és csak igen kis szennyező tartalmú lehet. A túlhevített övezetben bainites vagy bainit-martenzites szerkezetűnek kell lenni, ferritnek nem szabad keletkeznie. Mindezek ellenére nem mondható, hogy a probléma megoldódott.

Feltételezhető, hogy a megoldás felé vezető úton fontos szakaszt jelent a fedettívű gépesített eljárás és a keskenyrés hegesztés folyamatos tökéletesítése, fejlesztése. A salakhegesztés ömledékeivel szemben a fedettívű eljárásé kedvező, az egymás fölé kerülő sorok (rétegek) hőkezelik a már korábban lerakottakat. Így a fedettívű kötésnek nemcsak a képlékenysége (átmeneti hőmérséklete) jó, hanem kifáradás szempontjából is kedvező (alacsonyan ötvözött acélok hegesztéseinek csavarási és hajlítási kifáradása meghaladja a 300 MPa értéket). Fontos a hiba javításának lehetősége. A keskenyrés (16—22 mm) hegesztés valószínűleg ki fogja szorítani a salak és a védőgáz alatti ívhegesztést számos alkalmazási területen [13].

Az elektronsugár-hegesztést a gyakorlat egyre szélesebb körben alkalmazza. Vákuum a legolcsóbb „védőgáz". Vannak 10 méter hosszú és néhány méter széles vákuum kamrával dolgozó hegesztőberen dezések. De alkalmazzák az elektronsugár-hegesztést a vákuumkamrákon kívül is. Úgy látszik, hogy ezt az eljárást elsősorban a 100 mm és ennél vastagabb szelvények hegesztésére fogják használni. Az elektronsugár-hegesztés új fejezetet jelent a hegesztéstechnológia fejlesztésében. A koncentrált energiaforrás kis mennyiségű hő betáplálását teszi lehetővé, de nagy tisztaságú, izotróp acélt igényel. Ha a hegesztendő acél heganyagában szulfidszerű szennyeződések fordulnak elő, inhomogenítások keletkezhetnek. Ezért az elektronsugár-hegesztés, de minden más nagy hőkoncentrációjú eljárás is, szükségessé teszi, hogy az acélalapanyagok minősége felülmúlja a kereskedelmi acélokat.

A minőségi követelmények — az acél tisztaságának növelése, az anizotrópia csökkentése stb. — újabban minden hegesztési technológia számára rendkívül fontossá váltak. A jó minőségű hegeszthető szerkezeti acélok kéntartalmát 0,01% alá csökkentették kemencén kívüli finomítással vagy semleges gáz atmoszférákon történő kezeléssel. A hegesztési technikából leszármaztatott technológiákat, mint amilyen pl. az elektronsugár- vagy a plazmaolvasztás, jól fel lehet használni az acélfinomításban is. A kohászati reakciók lefolyására vonatkozóan az e területeken nyert újabb ismeretek a kohászat új ágát hozzák létre. Elmondható tehát, hogy a hegesztéstechnológiában elért fejlődés befolyásolja az acélgyártásban mutatkozó haladást is, és fordítva, a kohászat fejlesztése segíti a hegesztés szélesebb körű alkalmazását. Az acélgyártás és a hegesztéstechnológia közötti összefüggés az alapja annak, amit az acél hegeszthetőségének nevezünk.

A hegesztőtechnológusok azt kívánják, hogy az acél érzékenysége minimális legyen a hegesztésből származó feszültségekkel, az átalakulásból származó elridegedéssel és a repedésképződéssel szemben.

Az acélgyártók pedig szeretnék, ha a hegesztési folyamatból az acélra háruló hő- és alakváltozási folyamatok minimálisra csökkennének. Sajnos ezek az igények pillanatnyilag nem összeférhetők.

IRODALOM

[1] *Kihara, H.—Suzuki, F.—Kanatani:* „Weld hardening of high strength steels and prediction of optimum welding conditions. Trans. National Res. Inst. for Metals, 1959. n° 1, 39—64.

[2] Guide to the welding and weldability of C-Mn steels and C-Mn steels and C-Mn microalloyes steels (doc. IIS/IIW-382—71). Publication IIS/IIW by/par la „Svetskommissionen" (Stockholm).

[3] *Hrivnák, I.:* „Theory of mild and micro-alloyed steels" weldability Alfa, Bratislava, 1969.

[4] *Ondrejeck, P., Remias, S., Becha A.:* „Changes in mechanical properties of quenched and tempered steels and imitated influence of welding. Welding News — VUZ, 1975., n° 4, p. 73—83 ou doc. IX—976—76 de l'IIS/of the IIW.

[5] *Hrivnak, I.:* „Les derniers développements concernant les aciers de construction soubadles tchécoslovaques. Zvaranie, 1975. 24 n° 5. p. 147—154.

[6] *Cabelka, I.:* „Metallurgical weldability of mild structural steels. SAV Publishers, 1949.

[7] *Hrivnák, I.:* Zwaracsky Zbornik. 1962. n° 3. p. 289. n° 4. p. 410.

[8] *Duckworth W. E.:* „Metallurgy of structural steels. Proceedings of the Int. Conf. of BISRA and the ISI. Scarborough, 1967.

[9] *Paton, B. E.:* „The electroslag welding. SNTL. Bratislava, 1964. 375 p.

[10] *Ito, Y. et co-auteurs* „A study of bond brittleness in welded high strength steel and the development of buttering plus welding process. Doc. IX—679—70 de l'IIS/of the IIW.

[11] *Hrivnak, I.:* „General theory of the heat treatment of steels in the range of Al—A3. „Soudage et techniques connexes", 1970. 24 n° 2, p. 51—60 ou „Welding in the World/Le Soudage dans le Monde", 1969, n° 4, ou Revue de la Soudure, 1968, 24 n° 4, p. 196, ou Svarochnoie Proizvodstvo, 1970, n° 12.

[12] *Zeke, J., Münaner, L. et co-auteurs* „To the choice of steels for electroslag welding. Doc. X—766—75 de l'IIS/of the IIW.

[13] *Malinovska, F.—Pikna, E.:* „Latest knowladge about submerged are welding of thick materials. 1977, 26 n° 7. p. 211—213.

Szerkesztőségi órák: minden csütörtökön 16—18 óráig. VI., Anker-köz 1. 104. sz.

Dolomitjaink nemesítése, termékszerkezetünk fejlesztése*

HAZAI BÉLA igazgató
Magnezitipari Művek

CSER ARISZTID okl. vegyészmérnök

DK: 666.762.38 + 622.368

A magyar dolomitok jellemző összetétele. A dolomitok szintetikus magnezitté való feldolgozásának indokoltsága. A kidolgozott technológia. A létesítendő szintetikus magnezitgyár költségei.

A magyar dolomitvagyon mennyisége és minősége lehetővé teszi a dolomit szélesebb körű, az eddigiekhez viszonyítva új területeken történő ipari hasznosítását.

Eredményes kutatást és félüzemi kísérleteket folytattunk le és fejeztünk be: magyar dolomitból, természetes szénsav felhasználásával jóminőségű szintetikus magnezitet állítottunk és állítunk elő a Magnezitipari Művek tiszavárkonyi kísérleti üzemében.

A magyar dolomit előfordulások minőségének néhány kémiai jellemzőjét megemlítve:

SiO_2 tartalma: 0,3—0,7% között,
Fe_2O_3 tartalma: 0,1—0,3% között,
MgO tartalma: 19,5% felett.

Le kell rögzítenem, hogy ez az összetétel szintetikus magnezit előállítására, — annak alapanyagaként — kiválóan alkalmas. Nem kívánatos vegyületeket olyan arányban nem tartalmaz, amely a szintetikus magnezit tűzállóságát csökkentené.

A Magnezitipari Művek irányításával, — a Veszprémi Nehézvegyipari Egyetem hathatós közreműködésével, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés és tagvállalatai anyagi támogatásával — kidolgozott technológia lehetővé teszi a dolomit feldolgozását szintetikus magnezitté.

A kidolgozott technológia előnye egyrészt az, hogy a világ legjobb minőségű dolomitjaival egyenértékű magyar dolomitvagyon fokozott hasznosítását tenné lehetővé, egyben egy másik, eddig nem hasznosított kincsünk, a Tiszavárkony térségében levő szénsavmezők hasznosítása is megoldást nyerne.

Felvetődik a kérdés: mi indokolja a magyar dolomitok szintetikus magnezitté történő feldolgozását?

A magyar felhasználók, mindenek előtt a vas és színesfémkohászat, a cement és üvegipar szükségleteit figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a mai bázikus tűzállóanyagigények kielégítéséhez 60—62 et/év, 1985-ben 67—69 et/év, 1990-ben 78 et/év magnezitszinter szükséges. A magyar tűzállóanyagipar magnezitszinter ellátása egyre nehezebben oldható meg. Jelenleg ezt az alapanyagot teljes mennyiségben importból, növekvő hányadban tőkés importból fedezzük, mivel hazánkban jelenleg ismert és tűzállóanyag-ipari célra hasznosítható magnezit előfordulás nincs. A csehszlovák partner évről-évre nem tesz eleget államközi szerződésen nyugvó kötelezettségeinek; a tőkés relációból beszerezhető kereskedelmi minőségű magnezitszinter ára pedig az 1970—72. évi 80—90 $/t értékről 320—340 $/t értékre növekedett. A melegüzemi technológia fejlődése miatt az utóbbi években növekvő arányban használnak fel dúsított, nemesített alapanyagokból készített bázikus tűzállóanyagokat. A nagytisztaságú magnezitek ára: 400—550 $/t, amelyből igényeink már a 80-as évek első felében 20—22 000 t/év. A nagytisztaságú szintetikus magnezitből készült tűzállóanyagok ára 700—1100 $/t értékek között helyezkedik el. Ebbe a minőségi csoportba sorolható a tiszavárkonyi kísérleti üzemben előállított szintetikus magnezit, és a felhasználásával előállítható tűzállóanyag.

Indokoltnak tartjuk annak elemzését, annak megvizsgálását, hogy célszerű lenne-e egy 50 et/év kapacitású szintetikus magnezitgyár felépítése Tiszavárkonyban? Az elemzésben megkülönböztetett figyelmet fordítunk a közgazdasági, különösen a tőkés fizetési mérleg és a beruházáspolitikai szempontokra. Támaszkodni kívánok a Vegyiműveket Tervező Vállalat által készített fejlesztési céljavaslatra, amelyet szintetikus magnezitgyár létesítésére kidolgozott. (1979. április 15-én kiadva.)

Az 50 et/év kapacitású szintetikus magnezitgyár

dolomit szükséglete:	315 et/év
széndioxid szükséglete:	193 et/év.

Mindkét alapanyagigény kielégíthető, több évtizeden keresztül, támaszkova az illetékes szervek (Országos Földtani Intézet stb.) adataira. A mikroövezet munkaerőmérlege alapján a szükséges munkaerő biztosítható. Az építőipari kapacitást Szolnok megye vezető szervei a gyárépítéshez garantálják.

Az 50 et/év kapacitású szintetikus magnezitgyár telepítésének gazdaságosságát jellemző főbb adatok a következők:

A fejlesztés forrása állami kölcsön (folyó ára)	4425 MFt
nettó eredmény az árbevétel %-ában	35 %
nettó eredmény a lekötött eszközök %-ában	14 %
nettó eredmény a teljes fejlesztési költs. %-ában	10 %
az állami kölcsön visszafizetésének időtartama	8,3 év
az állami kölcsön visszafizetésének forrásai:	
— eredményből	3262 MFt
— amortizációból	1163 MFt
a devizabefektetés megtérülése a nettó devizahozamból	1,6 év
1 $ értékű tőkés export Ft ráfordítása	23,7 Ft/t

Megtérülési mutatók: (a teljes fejlesztési ktg. megtérülése)

* Előadásként elhangzott 1979. szept. 29-én Egerben Egyesületünk rendezésében tartott Érc- és ásványvagyonunk komplex hasznosítása c. konferencián.

— bruttó eredmény+amortizációból	5,6 év
— nettó eredmény+amortizációból	6,7 év
— nettó devizahozam Ft értékéből	6,1 év
„D" mutató értéke	1161

A szintetikus magnezitgyár megépítése tehát lehetővé tenné a magyar ásványkincs részét képező dolomit nagyobb mértékű hasznosítását, egyidejűleg biztos alapokra helyezné — műszaki és kereskedelmi vonatkozásban — a belföldi felhasználók tűzállóanyag ellátását.

A tőkés import kiváltása és a minden piacon értékesíthető árualap létrehozása révén folyóáron 30—35 M$/év egyenlegjavulást tudnánk elérni, csak a fontosabb tűzállóanyagokat és alapanyagaikat figyelembe véve.

Az acélgyártás oxigénes konverteres eljárással, a cementgyártás ún. száraz eljárással, az üvegipar hőhasznosítóinak modernsége a termelékeny technológiában, a lényegesen kisebb fajlagos energiafelhasználásban fejeződik ki, de ezek csakis modern, kiváló minőségű tűzállóanyagok felhasználásával üzemeltethetők gazdaságosan. A tiszavárkonyi szintetikus magnezitgyár felépítése módot adna arra is, hogy égetett-zsugorított dolomitot állítsuk elő, mely a még működő Siemens—Martin kemencék, (és elektrokemencék) fenékdöngölő anyagaként alkalmazható. Az igény ebből a tűzállóanyagból kb. 40 000 t/év, amelyet importból, részben tőkés importból származó tűzállóanyagokból elégítenek ki.

A szintetikus magnezitgyártás félterméke és melléktermékе lehetővé tenné a magnéziumsókban szegény talajok kezelését és javítását. Ennek következtében a növényi hozamok — kukoricából, burgonyából, cukorrépából, almából stb. — növekednek, beltartalmilag — nagyobb fehérje, keményítő, cukortartalom — értékesebbé válnak. A szarvasi mezőgazdasági kutatók eredményei, amelyet több éves kísérleteik igazolnak, biztatóak.

Tehát arról van szó, hogy a hazai dolomit nem csak ipari hasznosítás szempontjából figyelembe veendő ásványi anyagunk, hanem a mezőgazdaság eredményeire is hatást gyakorolhat.

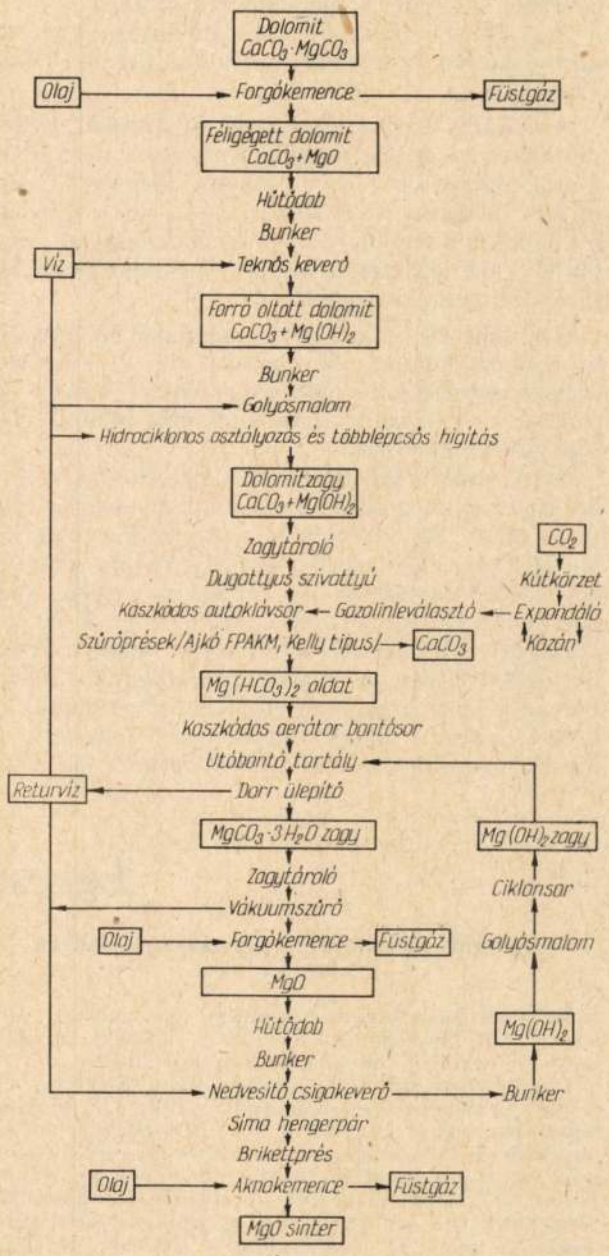
Ma világviszonylatban is megfigyelhető, egyre erősödő tendencia az ásványi előfordulások szűkössége, a jóminőségű ásványi előfordulások növekvő kimerülése miatt a gyengébb minőségű ásványi előfordulások dúsítása, nemesítése. A dúsítással-nemesítéssel előállított tűzálló alapanyagok minősége jobb a közvetlenül feldolgozott alapanyagokénál, a korszerű technológia és automatizálhatóság miatt a költségek versenyképes ár kialakítását teszik lehetővé. A szintetikus magnezit minősége miatt sokkal szélesebb körben használható, mint a természetes magnezitből nyert szinterek. A magyar viszonyok miatt (ásványi előfordulásaink összetétele), továbbá a dúsítás-nemesítés előtérbe kerülése miatt ezt a tendenciát követni külgazdaságilag előnyös, műszakilag célszerű, gyakorlatilag pedig megítélésünk szerint egyre inkább elkerülhetetlen.

A kidolgozott technológia

A dolomit nemesítésének egyik módja a tűzállóanyag-ipari hasznosításánál a MgO tartalom kinyerése, szintetikus magnézia formájában.

Mivel hazai magnezitelőfordulással nem rendelkezünk, ugyanakkor jóminőségű dolomittal és CO_2-vel igen, a MgO előállításához nyersanyagbázisul a dolomit szolgál, melyből a MgO tartalom kinyerhető. A különböző eljárások laboratóriumi kipróbálása után a hazai dolomit és a CO_2 alapanyagbázison nyugvó szelektív oldási eljárást tűztük ki feladatul.

A módszer a nagyszámú szabadalom ellenére üzemesítve nem volt, ezért a világviszonylatban is újszerű technológia miatt több gyártástechnológiai lépést kellett kísérleti üzemi méretben megvizsgálni.



A kísérleti üzem feladatául tűztük ki, az üzemeltetési paraméterek meghatározását az alkalmazott gépészeti megoldások kipróbálását, a nagyüzem tervezéséhez szükséges műszaki és gazdasági alapadatok meghatározását.

A többszöri átépítéssel megoldottuk a kitűzött feladatokat és a mellékelt *1. táblázaton* látható a kialakított gyártástechnológia, mely röviden a következő:

A nyers dolomit Mg O tartalma csak égetéssel történő kristályszerkezet megbontással oldható ki szénsavval, ezért a dolomit $MgCO_3$ tartalmát égetéssel megbontjuk, majd őrlés után 10 atm. nyomáson szénsavval szelektíven kioldjuk, az $Mg(HCO_3)_2$ oldat mellől a $CaCO_3$ tartalmat szűréssel eltávolítjuk.

Az oldott MgO tartalmat a CO_2 tartalom eltávolítása után csapadék formájában visszanyerjük $MgCO_3 \cdot 33H_2O$ kristály formájában, melyből égetéssel MgO-ot nyerünk. Brikettezéssel tömörítjük és 1900 °C körüli hőmérsékleten zsugorítjuk.

A gyártáshoz használt nagy mennyiségű természetes szénsav miatt telepítettük az üzemet Tiszavárkonyba.

Az eljárás megvalósítása során kulcskérdésnek mutatkozott a dolomit féligégetésének megoldása forgókemencében, mert teljesen kiégetett dolomitból dolgozva az oldáskor a CO_2-vel a reakcióhő a dolomitzagyot erősen felmelegítette és 52—60 °C hőmérsékleten a $Mg(HCO_3)_2$ oldás rossz hatásfokkal volt elvégezhető.

A kívánt 20—25 °C oldási hőmérséklet csak félig égetett dolomit alkalmazásával volt megvalósítható gazdaságosan. Megoldásként szűk szemcsefrakciójú 5—15 mm szemcseméretű dolomit égetése volt a legkedvezőbb.

Nagy problémát jelentett a $Mg(HCO_3)_2$ oldatból a szűrés megoldása a kívánt nagy szűrlet-tisztaság miatt. Az oldáskor 25—27 g/l MgO tartalmú $Mg(HCO_3)_2$ oldat keletkezik, mely 50—70 g $CaCO_3$ csapadékot tartalmaz 10—60 nm méretben, átlagos szemcseméret 30 nm körül mozog. A szűrlet 0,05—0,1 g/l CaO-ot tartalmazhat lebegő szennyezésben. Ilyen jó elválasztási hatásfokot üzemi berendezésben csak különleges szűrővászonnal sikerült elérni. Nagy problémát jelentett a $Mg(HCO_3)_2$ oldat szűréskor bekövetkező bomlása, mely a szűrő zárófelületen kiválik, kemény márványszerű formában. Megoldást csak *Kelly* típusú egy zárófelülettel rendelkező szűrőpréssel lehetett biztosítani. Az oldott MgO kinyerése $Mg(HCO_3)_2$ oldatból, a $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ kristályosításával volt megoldható. A problémát az jelentette, hogy a keletkező kb. 7%-os oldatból külön hőenergia befektetése nélkül kellett a feladatot végrehajtani. Megállapítottuk, hogy nagy felületen kell az oldatot a levegővel érintkeztetni és itt a levegőnél a CS_2 parciális nyomásnak 0,1 atm. alatt kell lennie. Ezt olyan berendezéssel sikerült megvalósítani, melyet egy szivattyú és ventillátor összeépítésével nyertünk. A kis energiafelhasználás érdekében ez a kristályosító felületén működik. A módszerrel 90% feletti hatásfokkal sikerült a kristályosítást biztosítani, a keletkező kristályméret 10—120 nm között szabályozható.

A zsugorítást 1900 °C körüli, lehetőleg efölötti hőmérsékleten kell végezni. Szokásos forgókemencében ez a hőmérséklet csak nehezen érhető el, a fajlagos hőfelhasználás 2300—2500 kcal/kg késztermékkel biztosítható. A kívánt nagy hőmérséklet azonban biztosítható aknakemencében olaj vagy földgáztüzeléssel, lényegesen kedvezőbb 1000—1400 kcal/kg késztermék fajlagos hőfelhasználással. A kidolgozott és a folyamatábrán bemutatott technológiával napi 3 t MgO-t termelő kísérleti üzemi kapacitás áll rendelkezésre, melyet azonban lüktetve nem állandóan üzemeltetünk.

Az üzemeltetési tapasztalatok alapján a gépek, berendezések, és műszerek, vezérlőberendezések típusai rendelkezésre állnak, megbízhatóan üzemelnek, központilag irányíthatók.

A műszaki paraméterek alapján a berendezések megtervezhetők ill. jórésze kész már kialakult típusból beszerezhető.

Az eljárás nagy előnye, hogy a környezetet károsan nem szennyezi, mert CO_2 távozik csak és lehetővé teszi a CaO tartalom tetszés szerinti beszabályozását 0,6%-tól a zsugorított dolomit 56% CaO tartalmáig. Így a berendezésekkel mészdús, vasmentes MgO is termelhető, ha a metallurgiai előnyök szükségessé teszik. Az új eljárás kikísérletezése 160—165 MFt ráfordítást igényelt. Ez lehetővé teszi, hogy évi kb. 50 et. MgO kapacitású nagyüzem létesüljön.

Egyesületi hírek

Dr. Visnyovszky László a műszaki tudományok doktora 70 éves

Egyesületünk tagjai szeretettel köszöntik „*Laci bácsit*", *Dr. Visnyovszky Lászlót* a műszaki tudományok doktorát, aki november 23-án lesz 70 éves.

Diósgyőrben született, középiskoláit Miskolcon végezte. 1932-ben vaskohómérnöki diplomát szerzett Sopronban, majd 1933-tól a MÁVAG diósgyőri nagyolvasztóművében dolgozott, mint üzemmérnök, később mint az üzem vezetője. 1951. júl. 15-től a Vasipari Kutató Intézetben dolgozott, mint tudományos munkatárs, majd 1957-től 1971-ig — nyugállományba vonulásáig — mint az Ércmetallurgiai Osztály vezetője.

Már a diósgyőri nagyolvasztóműben eltöltött években is foglalkozott tudományos és kísérleti munkával. Ezek eredményeképpen a vörösiszap darabosítására és kohósíthatóvá tételére, valamint a foszfor és mangán nagyolvasztóban történő szétválasztására kapott szabadalmat. Eszmei irányításával tervezték és építették meg 1948-ban Diósgyőrött a vörösiszapot is felhasználó első hazai ércdarabosítót.

1937—38-ban közreműködött a pétfürdői oxigénes bauxitkohósítási, 1934-ben és 1942-ben a Magdeburgban lefolytatott Krupp-Renn eljárás szerinti bauxit és vasérckohósítási kísérletekben. 1947-ben, első alkalommal Magyarországon teljesen páncélozott köpennyel építette át a diósgyőri I. sz. nagyolvasztót. 1948-ban

bauxit kohósítás céljára 50 m³-es kísérleti kohót tervezett. Ebben három éven keresztül bauxit kohósítást folytatott és tisztázta a kalciumaluminát salakkal végezhető nyersvasgyártás elméleti és gyakorlati kérdéseit. Ugyancsak 1948-ban elvégezte a komlói szénből készült első hazai gyártású kohókoksz nagyüzemi értékelését.

A Vasipari Kutató Intézetben eltöltött években főképpen a hazai vas, mangán és titánércek dúsítási és darabosítási lehetőségeivel, valamint ferroötvözetgyártási, nyersvasgyártási és vasszivacsgyártási kérdésekkel foglalkozott.

Kutatási eredményeként magyar szabadalmat kapott a következőkre:

Eljárás fémek és ferroötvözetek karbontartalmának csökkentésére

Eljárás timföld előállítására kalciumaluminát-tartalmú kohósalakokból

Eljárás vanádiumoxidot tartalmazó anyagok előkészítésére

Tudományos munkássága elismeréseként 1952-ben adományozás útján kapta a műszaki tudományok kandidátusa tudományos fokozatot. A műszaki tudományok doktora tudományos fokozat elnyerésére készített: „Fémoxidok, főleg vasoxidok redukciómechanizmusának vizsgálata termikus analízissel" című disszertációját 1967-ben sikeresen megvédte.

Három könyve és több, mint 30 értekezése jelent meg hazai és külföldi — szovjet, német, jugoszláv — szaklapokban.

Szaklapunkban a Kohászat-ban rendszeresen meghirdetett pályázatok bíráló bizottságának vezetője volt több éven át.

1959-ben a Kohászat érdemes dolgozója, majd 1967-ben a Kohászat kiváló dolgozója kitüntetésben részesült. Egyesületünk 1972-ben a Kerpely Antal emlékéremmel tüntette ki.

„Laci bácsi" nyugállományba vonulása után is folytatta kutató tevékenységét és még ma is hasznos munkát végez különféle metallurgiai feladatok megoldásával. 70. születésnapja alkalmából további jó egészséget és erőt kívánunk, szívből jövő köszöntéssel, „Jó szerencsét". (I. J.)

Külföldi előadássorozat alakító gépekről

Két napos előadássorozatot tartott filmvetítéssel a NACIONAL MACHINERY, Nürberg NSZK-beli cég április 9-én és 10-én a budapesti Duna-Intercontinental Szálló Bellevue-termében a hideg- és melegalakítás gépeiről és módszereiről.

A vállalat bemutatkozó filmjéből a nagyszámú hallgatóság — mindkét napon kb. 120—150 főre volt becsülhető — néhány érdekes adatot hallott, így megtudtuk, hogy hat telephelyen folyik a gyártás, ebből három gyár az USA-ban, 2 az NSZK-ban, a legújabb pedig Japánban üzemel. Az előadók és színes filmjeik az NSZK-beli Nürbergből érkeztek, ez a gyáruk 1961-ben épült.

A vállalat 1874-ben alakult és 1886-ban már 13 különböző géptípus készült a csavargyártó ipar részére. Érdekességként megemlítették, hogy a hatalmas vállalat egyharmad része a dolgozók tulajdonában áll. Jelenlegi létszámuk 2000 fő, 22 irodájuk működik a világ különböző részén. 40 hidegen és melegen alakító gépcsoportot fejlesztettek ki és 200 különféle nagyságú és féleségű gépet gyártanak és forgalmaznak. A gépgyártás mellett gyártási eljárásokat is szívesen dolgoznak ki, technológiai módszereik jelentős anyag- és energia megtakarítást eredményeznek megbízóiknak.

A NACIONAL MACHINERY megbízottainak elsőnapi előadásai és színes-hangos műszaki filmjei a hidegalakítás körét ölelték fel. Érdekes és tanulságos volt „a hidegalakító berendezések ismertetése" és a „kötőelemek előállítása" című előadáshoz kapcsolódó színes film. Ezt követte „partner az alkatrészgyártásban" című film és az ezzel összefüggő „alkatrészek alakítása, a szerszámok konstrukciója, összeállítása, alakítóbetétek, szerszámacélok és kenőanyagok" ismertetését célzó előadás. Az első napi programot a „nagyméretű hidegalakító berendezések" és „hidegalakító sajtók"-ról szóló előadás zárta.

Az első napi előadássorozatot és filmeket konzultáció és részletes vita zárta.

A második napon és — az elsőhöz hasonlóan — az előadások de. 9 órakor kezdődtek. Az első előadás a „félmelegalakítás"-ról szólt, majd ugyanezen témáról érdekes színes film vetítése következett.

Ezután ismét előadás hangzott el a „félmelegalakító sajtókról és szerszámokról". Szünet után a sok megjelent hazai kovácsszakember „beszéljünk a kovácsolásról" című színes kb. 20 perces filmben gyönyörködhetett. Korszerű, többüreges süllyesztékes kovácsolás és hevítő berendezési bemutatóján, mely filmet jól érhető szakszerű német szöveg kísért, a kovácsok a működő gépek mellett a kisgépesítés részleteit, előnyeit is megfigyelhették. A MAXI-mechanikus és automata kovácssajtók ismertetése keretében nagy hangsúlyt kapott a kiszolgáló személyzet gondos védelme, a füstelszívás, zajcsökkentés és védőöltözet szóban és a filmen többször szerepelt. Az előadás sorozat utolsó előadásában a kovácssajtók szerszámairól, konstrukciójukról, acélminőségükről, kémiai összetételükről és nitridálásukról hallottunk. Sok olyan táblázatot, adatokat közöltek, amelyeket a hazai kovácsszakemberek üzemeikben jól hasznosíthatnak. Ez a megállapítás az összes elhangzott előadásra érvényes. Az előadások elhangzása és a filmek vetítése után napirendi utolsó pontként ismét konzultáció következett. Ennek keretében több kérdésre részletes választ adtak a cég megbízottai. A bemutatott filmek oktató jellegűek is voltak, mert a filmek elején vonalas, többszínű szerkezeti elemek lassított mozgásával mutatták be a különböző sajtolófolytató technológiai módszereket, majd ezeket a vonatkozó gépek szerkezeti elemeit ismertető filmrészek követték. Ezután az ismertetett gép üzemi működése volt megfigyelhető.

A hallgatóság között néhány olyan résztvevő is megjelent, akik a NACIONAL MACHINERY cég 1963-ban Egyesületünkben elhangzott előadásán és filmvetítésén is jelen voltak. Ezek tapasztalhatták e kétnapos előadás sorozaton elhangzott ismertetőkből a fejlődést, amely a cég sajtóiról kitűnt. A fejlődés irányt mutat és jelentős.

Emelte a hallottak és látottak értékét az a részletes dokumentáció, amely az első előadás előtt a megjelentek rendelkezésére állt. Az összes előadást tartalmazó sokszorosított füzetbe a megfelelő helyre bekötött színes prospektus-ábrák jól egészítették ki a szöveges részt. Az előadás-sorozat rendezése, beleértve a tolmácsolást is kifogástalan volt.

Latinák István

Beszámoló konferenciáról

A konverter-acélgyártás automatizálásával foglalkozó ankét a Nehézipari Műszaki Egyetemen

Egyesületünk Egyetemi Osztályának, valamint a MATE miskolci szervezetének támogatásával a Nehézipari Műszaki Egyetem Automatikai és Vaskohászattani Tanszéke máj. 20-án „A konverteres acélgyártás irányítástechnikai kérdései" címmel, mintegy 65 résztvevővel, ankétot rendezett az Egyetemen. *Dr. Sulcz Ferenc* tszv. egy. tanár köszöntő szavai után *dr. Czekkel János* (NME Automatikai Tanszék) „Áttekintés a konverteres acélgyártással kapcsolatos mérési és irányítási feladatokról" címmel tartott bevezetőt. Ehhez a következő, a címben megadott témát különböző oldalról megvilágító előadások kapcsolódtak;

Dr. Csabalik Gyula (NME Vaskohászattani Tanszék): A konverteres acélgyártás metallurgiai folyamatai az irányíthatóság szempontjából:

Pallagi Rudolf (KOGÉPTERV): Korszerű konverteres acélmű irányítási rendszere és a megvalósítás néhány kérdése;

Simon Béla (LKM): A kombinált acélmű irányítástechnikai koncepciójának megvalósítása a Lenin Kohászati Művekben;

Tábor József (MVAE): Szimulációs modell beilleszthetősége a konverter-automatizálásba;

Belágyi Bertalan (DV): A konverteres acélgyártás irányításának megvalósítása a Dunai Vasműben.

Az előadásokat élénk eszmecsere követte, melyben a két rövidesen termelésbe lépő konverteres acélmű irányítástechnikájához kapcsolódó emberi és műszaki tényezők kerültek megvitatásra. A leglényegesebb megállapításokat a következőkben foglaljuk össze:

Mindkét felépítésre kerülő acélműben a tervezett és megvalósításra kerülő irányítástechnikai rendszerek, nemzetközi mércével mérve is megfelelőek, és előrelátható az acéltermelés megindulásával egyidőben indíthatók. Az együttfutás igen fontos mert így az irányítástechnikai rendszer hibáinak kijavítása a technológia kezdeti hibáinak kiküszöbölésével azonos időben történik. Egy esetleges elhúzódott fölzárkózás akadályozná a már eredményesen dolgozó technológia továbbfejlődését, sőt abban esetleg visszalépést okozhatna, és ez az irányítástechnika helytelen megítéléséhez is vezethetne.

A kezdeti időszakban mindkét üzemben csak a *statikus modell* alapján álló folyamatirányítást vették tervbe. A felszólalók egyetértettek ezzel. Megállapították, hogy a statikus modell eredményes alkalmazásának elsőrendű feltétele a konverterbe adagolt nyersvas, hulladék és más adalékok összetételének, tömegének és, ahol erre szükség van, hőmérsékletének a legnagyobb pontosságú mérése és a nyert adatok hibamentes továbbítása, feldolgozása. Különösen nagy gondot kell majd fordítani a nyersvas mintavételekre, a hulladék kémiai és fizikai összetételének helyes és a valóságnak megfelelő megítélésére, a különböző mérlegelések és hőmérsékletmérések elvégzésére. Csak a nagyon gondos mérésekkel megszerzett kiindulási adatok birtokában fog a statikus modell *gazdaságos* és *tervszerű* acélgyártást eredményezni.

Amennyiben a találati biztonság, azaz az előírt értékeknek megfelelő széntartalmú és hőmérsékletű adagok aránya az irányítástechnika alkalmazásával meghaladja a kézi vezetéssel elérhető szintet, úgy az automatizálásra költött beruházási és fenntartási összegek nem tekinthetők felesleges kiadásnak. Ezt azért fontos így megállapítani, mert a beruházások tervezése során több esetben kérdőjelezték meg az automatizálás szükségességét.

A külföldi tapasztalatok szerint a célirányosan kiépített és alkalmazott irányítástechnika beruházási költsége 1,5—2 év alatt térül meg.

Az oxigénlándzsa kilépőnyílásának a fürdőtől mért távolsága elsőrendűen határozza meg a frissítési folyamat előrehaladását. A beépítésre kerülő rendszer a szonda helyzetét kb. 1 cm hibával állítja be, de az adagonként változó fürdőfelszínhez viszonyított valódi távolság kellő pontosságú meghatározása gondot fog jelenteni és ez fékezni fogja a találati biztonság növelését.

A jelenlegi kiépítettség jó alapot biztosít a dinamikus modellek egy későbbi időpontban való bevezetésére is, akkor amikor a gazdasági lehetőségek a további kiépítést megengedik. Ezek a költségek eléggé jelentősek, és a statikus modell szerinti vezetés eredményességét — figyelembe véve a jelenlegi műszaki színvonalat — csak kevéssé növelik. Több eredményt hozna az az elterjedőben levő mérési eljárás bevezetése, mely a statikus modell által ajánlott módon már majdnem készre gyártott acélfürdőbe egy segédlándzsával érzékelőket süllyeszt, és így a fürdő szén- és oxigén-tartalmát, valamint hőmérsékletét a konverter döntése nélkül néhány másodperc alatt megméri. Ilyen berendezés beépítését egyelőre mi még nem tervezzük.

A vitában többször visszatérő téma volt az irányítástechnikai berendezéseket karbantartó szakemberek hiánya, illetve nem célirányos képzettsége. A hiány egyik oka a nem megfelelő bérezés, melynek következtében a környező más iparágak elszívó hatása igen eredményesnek bizonyul. A szakirányú alapképzés színvonala nem érte még utol a mai eszközök műszaki színvonalát (pl. a digitális technika még nem került oktatásra), így az üzemek saját tanfolyamaik révén igyekeznek a karbantartók tudását naprakésszé tenni. Az elvárás legalább az, hogy a hiba elhárítására érkező szakember a termelés bármely fázisában és a nap minden órájában képes legyen a hibát felismerni és azt vagy rövid idő alatt kijavítani, vagy a rosszat a megfelelő hibátlan egységgel kicserélni. Ez a viszonylag könnyűnek tűnő feladat jó elvégzése megalapozott szakmai tudást, nagy gyakorlatot és lelkiismeretes munkát igényel.

A jelenlevők úgy ítélik meg, hogy a konverterüzemek fejlett irányítási rendszerei erjesztőleg fognak hatni a metallurgia más berendezéseinek automatizálására is. A rekonstrukciós munkáknak már tapasztalhatunk ilyen kezdeményezéseket, de az elvárható színvonal elérése még várat magára.

A vita végén a jelenlevők megállapodtak abban, hogy a témában érdekeltek rendszeresebbé teszik az információcserét, és legközelebb 1981 tavaszán, már egy üzemben levő rendszer tapasztalatainak birtokában tarthatnak hasonló összejövetelt.

Dr. Czekkel János

Beszámoló külföldi konferenciáról

A Német Vaskohászati Egyesület (VDEh) rendezvénysorozata, a Clean Steel Konferencia Szervezőbizottsági Ülése és düsseldorfi Üzemi Kutató Intézet (Betriebsforschungsinstitut) meglátogatása novemberben

A delegáció tagjai: Dr. Nagy Zoltán, az OMBKE főtitkára a delegáció vezetője, *Longa Elemér* (MVAE), *Hartmann Rudolf* (KOGÉPTERV), *Horváth Gyula* (MVAE) és *Dr. Tardy Pál* (Vask. Szako. titk., VASKUT).

A VDEh rendezvénysorozata

A rendezvénysorozat nov. 7-én kezdődött a külföldi egyesületi vezetők tanácskozásával. Ezen a nyugateurópai vaskohászati egyesületi vezetőkön kívül részt vettek a japán, az amerikai és a kínai egyesületek képviselői: az európai szocialista országokból rajtunk kívül lengyel és csehszlovák egyesületi delegáció jelent meg.

A tanácskozáson megtárgyalt fontosabb témák a következők voltak:

— a nemzetközi kohászati konferenciák előrejelzése és egyeztetése 1982-ig bezárólag;
— három kiemelkedő kohászati nagyrendezvény (1980: Hengerész Konferencia Tokióban, 1981:Clean Steel Konferencia Balatonfüreden, 1982: Nemetközi Vaskohászati Kongresszus Angliában) előkészületeinek ismertetése;
— a kohászati szakemberképzés problémái;
— a munka humanizálásával kapcsolatos jelentés;
— rövid szakmai beszámolók a hulladékhő hasznosításáról, a minőség biztosítással kapcsolatos előírásokról és a kohászati berendezésekről.

A tárgyalásokon a magyar delegáció nevében *Dr. Nagy Zoltán* ismertette az 1981. júniusára tervezett Clean Steel Konferencia szervezésével kapcsolatos munkákat. A szakemberképzés problémáival kapcsolatos napirendi pont váltotta ki a legnagyobb vitát. Megfigyelhettük, hogy a szakma iránti érdeklődés világszerte erősen csökkent.

A *Vaskohászati Napokra* nov. 8-án került sor. A következő 6 szekcióban hangzott el általában 3-4 elő-

adás: anyagismeret (anyagvizsgálat, fémtan), hideghengerlés, energiagazdálkodás és környezetvédelem, szén és koksz a kohászatban, kohászati berendezések, meleghengerlés.

Az előadásokat NSZK-beli szakemberek tartották. A rendezvénysorozat nov. 9-én a *VDEh közgyűlésével* fejeződött be. Ezt *Dr. F. J. Hufnagel*, a VDEh elnöke vezette. *Dr. A. Randak* az új metallurgiai eljárásokról és azoknak az anyagminőségre gyakorolt hatásáról, *Dr. S. Effert* pedig a technika és az orvostudomány kapcsolatáról tartott áttekintő jellegű szakmai előadást. A hivatalos programok kiegészítő része volt *Dr. H. Kegelnek*, a VDEh ügyvezető elnökének nyugdíjba vonulásával kapcsolatos rendezvény. Utódja *Dr. K. Nürnberg*, aki az eddigi egyesületpolitikát kívánja folytatni.

A Clean Steel Konferencia 2. Szervezőbizottsági ülése

Erre nov. 7-én és 8-án került sor, a VDEh székházában. A magyar delegáción kívül részt vettek rajta a konferencia társrendezőinek képviselői: *R. Wood* (Anglia), *B. Trentini* (Franciaország), *R. Steffen* (NSZK) *K. Bergh* (Svédország). Az ülésen a következő témákban folytak tárgyalások, illetve születtek döntések: a konferencia tematikájának véglegesítése, a különböző témákban elhangzó előadások specifikálása, ország szerint, a konferencia első cirkuláréjának kiadása, a konferencia egyéb kiadványai.

A Betriebsforschungsinstitut (Üzemi Kutató Intézet) meglátogatása

Az Egyesület szervezetéhez tartozó Betriebsforschungsinstitut kb. 200 munkatárssal (ennek kb. fele diplomás), elsősorban a vaskohászati üzemekben jelentkező közvetlen feladatok megoldásán dolgozik. Berendezéseik, műszereik jelentős része ennek megfelelően helyszíni mérésekre van specializálva. A legfontosabb művelt területek a következők: anyagvizsgálat (elsősorban roncsolásmentes), berendezéstechnika, energia- és eljárástechnika, alakítástechnika, mérés- és szabályozástechnika, környezetvédelem és ergonómia, üzemszervezés, adatfeldolgozás és dokumentáció.

Az üzemi mérések elvégzésére speciális mérőkocsik állnak rendelkezésükre. Kutatási módszereik közül érdemes kiemelni a modellezést; első menetben kétdimenziós, majd a paraméterek célszerű behatárolásával háromdimenziós modelleket építenek (pl. nagyolvasztók, kemencék áramlástechnikai viszonyainak optimalizálására): ennek alapján végzik az üzemi kísérleteket, ill. tesznek javaslatot a megoldásokra.

Adatfeldolgozó és dokumentációs részlegük érdekes része az *adatbank*, amelyben egyebek között a világ csaknem valamennyi kohászati üzemének jelentősebb berendezéseiről tárolnak adatokat. Az egész kutatási tevékenységre jellemző egyébként a számítógépek széles körű alkalmazása. Látogatásunk során *Mommertz* és *Bleilebens* igazgató adott rövid tájékoztatást az Intézetről.

Dr. Tardy Pál

Beszámoló korszerű technológiáról

Az NDK kohászati iparában alkalmazott robotok

Jelenleg az NDK 12 kohászati üzemében dolgoznak ipari robotok. 1980 végéig 40 robot fogja az üzemi dolgozók nehéz, egyhangú és az egészségre ártalmas munkáját átvenni. A robotok megfelelnek az ívhegesztésben, az összeszerelő- és rakodómunkában, valamint bizonyos gyártósorok kiszolgálásában. Frissen préselt speciális tűzállótéglákat rá tudnak helyezni a rakodólapokra, porkohászati gyártópréseket ki tudnak szolgálni, a színesfémkohászatban olvadékokat tudnak kezelni, elvégzik az öntvények csiszolását és sorjázását, különleges, ismétlődő, egyhangú és nehéz követelményeket igénylő munkafolyamatokat tudnak megoldani.

Mindezek folytán az említett hatékony racionalizálási lehetőségek eredményes segítői az embernek. Háromműszakos munkamódban műszakonként egy-két munkaerőt takarítanak meg. Jelenleg alkalmazásukat készítik elő a cinktermelésben, a birodalmi vasút számára gyártott féktuskók csiszolásában és a hegesztésben.

Legnagyobb eredmény érhető el, ha valamely üzemben pl. egy gyártósoron több robotot koncentráltan állítanak munkába. Így tervezik ezt a profilok rakásolásában és egy acélalakító üzemben a fémmegmunkálásban.

Az NDK érc- és kálibányászatában, valamint kohászatában a csúcsteljesítményre való törekvés a *„ZIM 60"* jelű robotot fejlesztette ki, amely egy mérnöki intézet tudósainak, technikusainak és a fémüzemek szakembereinek együttműködésében mindössze egy esztendő alatt készült el és már ki is próbálták.

Az 1979 novemberi „kohásznap" óta ez a robot a Maxhütte (Unterwellenborn) présüzemében 40 kg-os és 1000 °C-os húzóhűvelyek felrakását végzi. Ezzel a robottal ott három munkaerőt takarítanak meg, az ipari termelés értékét pedig évi félmillió márkával fokozták és a jármű- és mezőgazdasági gépgyártás, valamint a fémmegmunkáló ipar részére növelték a szállítást.

A „ZIM 60" jelű ipari robotot a kohászat követelményeihez messzemenően hozzá idomították. Jól elviseli a port és a hőt. Gyorsabb és erőteljesebb (robusztusabb), mint a hasonló típusok. Két méteres hozzáférési körzettel és 300 fok akciósugárral nagy munkaterületet fog át, 60—70 kg-os hasznos terhet tized mm-es pontossággal a terület bármely pontjára és bármely helyzetben el tud mozgatni.

Egy racionalizálási üzem létesítésével megteremtették a robotok fontos alkatrészeinek és összeszerelésének gyártási feltételeit.

Az első tapasztalatok azt mutatták, hogy egy robot alkalmazásának előkészítéséhez nemcsak a kezelő- és karbantartó személyzet kiválasztása, valamint a felelősség kérdésének rögzítése szükséges, hanem mindenek előtt a bevetendő kollektíva helyes összetétele biztosítandó. Tervezőknek, az üzemi-, mérési- és vezérlési technikusoknak, a technológusoknak, a művezetőknek és szakmunkásoknak szorosan együtt kell működniök. A nagy hatékonyság alapja a legtökéletesebb bekapcsolódás a munkafolyamatba valamennyi felismerhető tartalék kihasználásával. A robotot nem lehet egy szerszámgép módjára egyszerűen az előirányzott munkahelyre állítani.

Egy robot mindenfajta alkalmazásából szerzett tapasztalatokat központosan kiértékelik s ebből következtetéseket vonnak le a jövendő felhasználásokhoz. Ez vonatkozik mind a robothasználat hatékonyságának gazdasági igazolására, mind pedig a lehetséges és még hasznosítható újításokra.

A robot alkalmazásáért felelősnek érzik magukat mindenekelőtt a mérnöki-technikusi káderek. Ezen a téren a Technikai Kamara tagjai az NDK Montántudományi Társaságában a 80-as évekre a megfelelő lépéseket megtették. Valamennyi kohászati kombinát speciális szakemberei egy intézkedési tervet fogadtak el, amely a tervezésben és a technológiai alkalmazás előkészítésében való együttműködést, továbbképző tanfolyamok előkészítését és megrendezését, műszaki-technológiai problémák megoldását és konzultációs pontok feállítását tartalmazza. A szakemberek tapasztalatcseréje fogja ennek a komplex szocialista együttműködésnek eredményeit elemezni és a Szocialista Egységpárt X. pártgyűlésének előkészítésekor a szocialista mérnökszervezet javaslatot tesz az ipari robotoknak a kohászatban való fokozódó alkalmazásáról. (SzL)

Klaus Margraf főmérnök
Kammer der Technik Montántudományi Társaságának titkára NDK, Berlin

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY ERNŐ

A homokszerű timföld felhasználásának és előállításának egyes kérdései

KISS ZOLTÁN okl. vegyészmérnök
Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet

DK: 669.712

A munkakörülmények javítása és a környezetvédelem fokozása miatt szükséges az alumíniumkohók műszaki színvonalának emelése. A különböző kádtípusok eltérő fizikai tulajdonságokkal rendelkező timföldet igényelnek. A dolgozat bemutatja a különböző timföldtípusok legfontosabb jellemzőit, valamint a homokszerű timföld előállításának egyes sajátságait.

Bevezetés

Jelenleg a világ alumíniumtermelésének több mint 90%-át timföldből kriolit olvadékban történő elektrolízissel állítják elő, és az előrejelzések alapján még az ezredfordulót követő években is ez lesz a jellemző technológia. Hozzávetőleges becslések szerint a világ alumíniumtermelésében a különböző kádtípusok a következő arányban vesznek részt

blokkanódos	45—50%
önsülő anódos felsőtüskés	30—35%
önsülő anódos oldaltüskés	15—20%

Az önsülő anódos kádszerkezetnek komoly hátrányai vannak a blokkanódos szerkezetekkel szemben (kevésbé hatékony gázelszívás és tisztítás, az egészségre nagyon káros kátrány jelenléte a gázokban, nagyobb az anódszén villamos ellenállása stb.), ezért a munkahelyi körülmények és a környezetvédelem javítása a fajlagos villamosenergia felhasználás csökkentése, valamint a gépesítés és a termelékenység fokozása miatt az utóbbi két évtizedben a blokkanódos technológia egyre jobban háttérbe szorítja az önsülő anódos eljárásokat.

A fejlett tőkés országokban az 1970-es évek elején helyezték üzembe az utolsó önsülő anódos technológiával épített új kohókat. A továbbiakat blokkanódos szerkezettel építették, illetve tervezték. A fejlődő országokban (India, Egyiptom) viszont még 1975-ben is önsülő anódos technológiát alkalmaztak az épülő új létesítményeknél.

Hazai kohászati kapacitásunk tervezett fejlesztéséhez — az előzőkben vázolt általános fejlődési irányzatnak megfelelően — a blokkanódos kádszerkezetet ajánlatos választani a meglévő kohók rekonstrukciója és az új kohó építése során.

A különböző timföldtípusok ismertetése

A különböző kádtípusok igényei, valamint európai és az amerikai timföldgyártási hagyományok miatt a Bayer-eljárással előállított timföld három fajtája terjedt el a világon a kohászati felhasználás területén: a *homokszerű*, a *lisztes* és az *intermedier*. Az elsőt főleg az észak-amerikaiak, a másik kettőt pedig az európaiak és a japánok termelik. Minthogy a blokkanódos kádak a száraz gáztisztítás miatt általában homokszerű timföldet dolgoznak fel, a fenti timföldfajták felhasználásának aránya egyre inkább a homokszerű javára tolódik el. Irodalmi adatok alapján a nyugati világ összes felhasználásának 80%-a homokszerű timföld [1]. A közlemény szerint ennek — a felhasználásakor — olyan előnyei vannak, hogy a jövőben már nem fognak új timföldgyárat tervezni lisztes timföld előállítására.

A forgalomban lévő három fő típus elsősorban fizikai jellemzőiben tér el egymástól *(1. táblázat)*.

Az 1. táblázatban közölt adatokon túlmenően felhasználási szempontból nagyon lényeges még a szemcseoszlás, valamint a szemcseaprózódás. A 44 μm alatti frakción belül nagyon kritikus az ún. mikro-szemcséknek, azaz a 10 μm alatti részecskéknek a mennyisége. Ez a tipikus homokszerű timföldnél 1% alatti érték [2]. A különböző timföldtípusok jellemző szemcseeloszlását az *1. ábra* szemlélteti. A homokszerű timföld jamaikai üzemekből, az intermedier NSZK üzemből, a lisztes pedig az *Ajkai Timföldgyárból* származik.

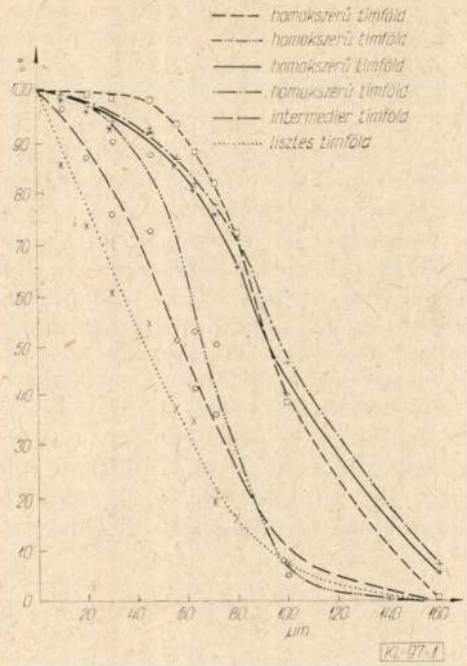
A homokszerű timföldnek a szemcseeloszlással szorosan összefüggő minőségi jellemzője az ún. aprózódási index, ami a 44 μm frakció mennyiségére vonatkoztatva maximum 10 lehet.

Ismeretes, hogy a timföld üzemen belüli szállítása fluidizációs rendszerrel történik. Az ennek során bekövetkező szemcseaprózódás ugyancsak közismert, ezért a kristályhalmazok megfelelő szilárdsága fontos követelmény a homokszerű timföld esetében. A timföld 8—10 közbülső szál-

1. táblázat

A timföldtípusok jellemző adatai

Típus		Lisztes	Homokszerű	Intermedier
Izzítási veszteség	%	0,3—0,5	0,6—2,0	0,6—2,0
Alfa-tartalom	%	50—70	max. 30	max. 30
Rézsüszög	°	40—50	30—35	30—35
Fajlagos felület (BET)	m²/g	5—10	35—60	35—60
Térfogat súly	t/m:	0,75	0,85	0,85
44 μm-es szitán áteső rész	%	40—60	6—16	20—30
Átlagos szemcseátmérő	μm	40—50	80—100	50—80



1. ábra. Timföldminták szemcse-összetétele

lításnak is ki van téve a kalcináló kemencéből való kilépés és az elektrolizáló kádba való belépés között, ezért elkerülhetetlen bizonyos fokú aprózódás. Emiatt a homokszerű timföldet felhasználók a szemcseeloszlásra vonatkozó kikötést a kádba belépő timföldre értelmezik, és itt a 44 μm alatti frakció értékére maximum 15—17%-ot fogadnak el.

Az intermedier típusú timföld jellemző paramétereit tekintve átmenet a lisztes és a homokszerű típusok között. Eredetét nézve nem más, mint alacsonyabb hőmérsékleten kalcinált — viszonylag finomszemcsés — timföldhidrát, ezért szemcseeloszlása a kohászati igények szempontjából kedvezőtlenebb, mint a homokszerű timföldé. Az intermedier timföld felhasználása — előállításának kedvezőbb lehetőségei ellenére — nem terjedt el és az irodalmi publikációk szerint csak átmeneti típus, amelyiknek az a sorsa, hogy olyan termékké fejlődjék, amit homokszerűnek lehet minősíteni.

A kohászat igényei a timfölddel szemben

Száraz gáztisztítás

Az alumíniumkohászat egyik súlyponti problémája a munkahelyek légterének, valamint a kohók környékének tisztántartása és megóvása a kohógázok káros szennyezőitől. A nedves gáztisztítás ma már nem tekinthető kielégítőnek (a finom port nem választja le hatásosan, a megkötött fluor veszteséget jelent), ezért korszerű üzemekben csak kiegészítő eljárásként alkalmazzák a kéndioxid lekötésére. A korszerű gáztisztítási eljárás az ún. száraz szorpciós eljárás. Ez az elektrolízisnél feldolgozott timföldet használja a kohógázok tisztítására olymódon, hogy egy reaktorban aktív érintkezésbe hozzák az elszívott kohógázokkal. Ezzel a módszerrel — fluorra és porra — 98% feletti tisztítási hatásfok érhető el.

A timföld hidrogénfluorid megkötésének mechanizmusát több irodalmi publikáció tárgyalja [3]. Ennek lényege az, hogy a timföld részecskék felülete vízmolekulák rétegével vonódik be, amelyek a hidrogénfluoridot adszorbeálják. Az adszorbciós potenciál a jelenlevő vízmolekulák számának függvénye, amit viszont a timföld fajlagos felülete és hőmérséklete, valamint a környező levegő relatív nedvességtartalma befolyásol.

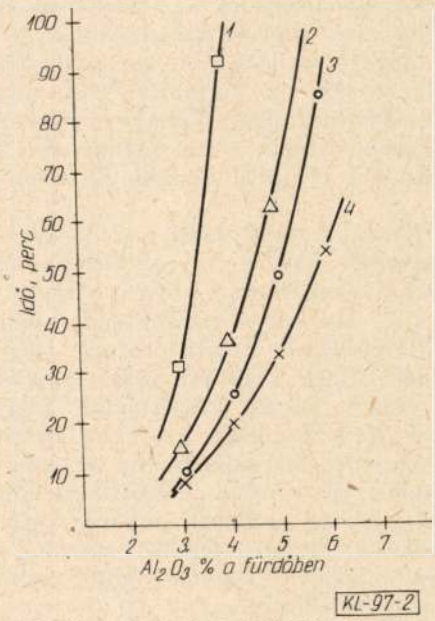
Ipari vizsgálatok [4] kísérleti eredményei alapján kiszámolható az a minimális fajlagos felület, ami szükséges ahhoz, hogy adszorbeálja a kádból eltávozó gázok összes hidrogénfluorid tartalmát.

1 t megtermelt alumíniumra 16 kg hidrogénfluorid emisszióval számolva, a száraz gáztisztításhoz használt timföld szükséges minimális fajlagos felülete 15 m^2/g. Azonban a gáztisztító berendezések előnyösebben működnek jóval a telítési pont alatt, ezért a fajlagos felület alsó határát 35 m^2/g értékben írják elő. A kéndioxid adszorbciójának korlátozása miatt a száraz gáztisztításhoz használatos timföld fajlagos felületének felső határa 60 m^2/g (5).

Oldódás az elektrolitfürdőben

A különböző timföldtípusok oldódási sebességére *Pechinek* közöl számszerű összehasonlító adatokat [1]. A 86% kriolit, 6% CaF és 6% AlF_3 tartalmú fürdőben, 980 °C-on, 79% relatív nedvességtartalmú levegőn végzett mérési adatok a *2. ábrán* láthatók. Ezek alapján a homokszerű timföld oldódása a legkedvezőbb, a lisztesé pedig a legrosszabb. A homokszerű timföld gyorsabb oldódása a következő tulajdonságaival van összefüggésben:

— A túlsúlyban levő gamma módosulat oldódásának entalpiája 33 495 J/mol értékkel kevesebb, mint az alfa módosulaté.



2. ábra. A timföld oldódási sebessége

1 lisztes timföld, *2* intermedier timföld, *3* homokszerű timföld, *4* homokszerű timföld

— A nagyobb fajlagos felület miatt reakcióképesebb.
— A nagyobb nedvességtartalom az elpárolgás során pillanatok alatt diszpergálja a fürdőbe táplált timföldet.
— A timföldnek a fürdővel való nedvesíthetőségét a szűkebb szemcseméret választék kedvezően befolyásolja.

A homokszerű timföld jobb oldhatósága lehetővé teszi adott cellában a termelés növelését és az áramhatásfok javulását.

A kádak adagolása

A korszerű, középtöréses, blokkanódos kádaknál a kéreg törésének és a timföld adagolásának hagyományos megoldása a késszerű szerkezet, ami a műveleteket szakaszosan végzi. A fürdő optimális timföldkoncentrációjának minél pontosabb betartása, továbbá az anódok korróziótól való kímélése érdekében fejlesztették ki a pontadagolókat, melyek egy pontban sűrűbb időközönként törik a kérget és adagolják a timföldet. Azonban ez a korszerű adagolóberendezés szigorú követelményeket támaszt a timföld minőségével szemben. A pontadagoló csak a jól folyó, alacsony rézsüszögű (max. 35°) és egyenletes szemcseeloszlású timfölddel tud üzembiztosan dolgozni. A homokszerű timföld rendelkezik ezekkel a tulajdonságokkal.

Az alacsony rézsüszögnek a jó adagolhatóságon kívül a tárolásnál abban is megnyilvánul az előnye, hogy a silók töltési foka nagyobb, mivel a vízszinteshez közelebb álló felszín alakul ki. Itt említjük meg a homokszerű timföldnek egy további előnyét: térfogatsúlya több mint 10%-kal nagyobb a lisztesénél, ami ugyancsak kedvező a tárolási kapacitás kialakításakor és a szállítási költségekben.

A homokszerű timföld előállítása

Kohászati kapacitásunk az előzőekben már említett fejlesztése, illetve korszerűsítése itthon is előtérbe helyezte a kohászati igényeket kielégítő, folyós, durvaszemcsés timföld előállításának kérdését. *Az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet* exporttervezési munkái során ugyancsak a homokszerű timföldet előállító üzemek tervezésére van igény.

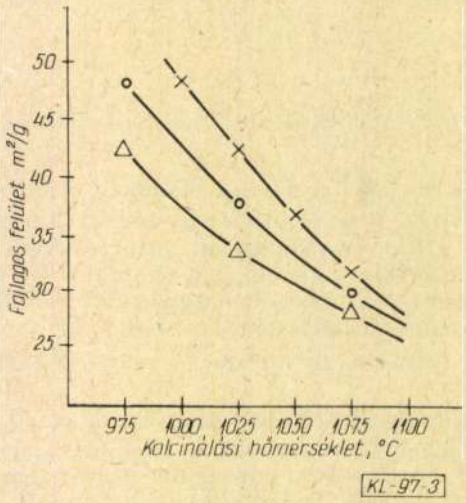
Ezen feladatok teljesítéséhez szükséges ismeretek megszerzése részben a szakirodalmi publikációk kritikai elemzése, részben pedig az *ALUTERV—FKI*-ban és a timföldgyárakban folyó széles körű kísérletek útján történik. Meghaladja e cikk terjedelmét a gyártástechnológiával kapcsolatos összes kérdés részleteinek tárgyalása, ezért csak a technológia általános jellemzőire, illetve egyes súlyponti sajátságaira térünk ki.

A homokszerű timföld jellemző paramétereit részben a kalcionálás körülményeivel (alfa-tartalom, rézsüszög, fajlagos felület), részben a kikeverési technológiával (szemcseméret, szemcseszilárdság) lehet beállítani.

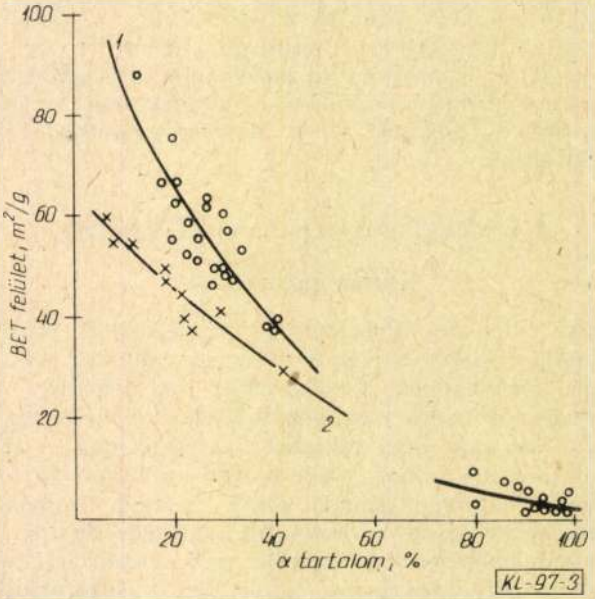
A kalcinálással összefüggő minőségi mutatók az izzítási hőmérséklet megfelelő beállításával viszonylag egyszerűen biztosíthatók. A fajlagos felületnek a kalcionálási hőmérséklettől való függését különböző hidrátok esetében a *3. ábra* mutatja.

A fajlagos felületnek a száraz gáztisztítás követelményei álta lmegszabott felső határa (60 m^2/g), valamint az oldódás szempontjából kedvező kis alfatartalma bizonyos mértékben ellentmondásban van egymással, ezért a kohók az oldódási sebesség rovására nagyobb alfa-tartalmú timföldet is elfogadnak. Az utóbbi időben ez a probléma is csökken, ugyanis az egyre inkább előtérbe kerülő fluid-rendszerű kalcionáló kemencék adott fajlagos felületű timföldet alacsonyabb alfa-tartalom mellett biztosítanak. A *4. ábra* a fajlagos felület és az alfa-tartalom közötti korrelációt mutatja forgó és fluidágyas kemence esetén.

A homokszerű timföld előállításához szükséges durvaszemcsés timföldhidrátot jelenlegi ismereteink szerint mindenhol a *Bayer-eljárás* ún. „*ame-*



3. ábra. A fajlagos felület és a kalcinálási hőmérséklet összefüggése



4. ábra. A fajlagos felület és az alfa tartalom közötti korreláció

1 forgó kemence, *2* fluidizációs kemence

2. táblázat

Kikeverési technológiák főbb jellemzői

Jellemző		Európai	Amerikai
Aluminátlúg Na_2O_k konc.	g/l	130—160	90—115
Aluminátlúg mólviszony		1,6—1,7	1,4—1,6
Kikeverés kezdeti hőfok	°C	52—55,	70—75
Oltási viszonyszám	·	2—3	0,8—1,0
Kikeverési idő	ó	50—80	30—40
Kikeverési hatásfok	%	50—56	40—44

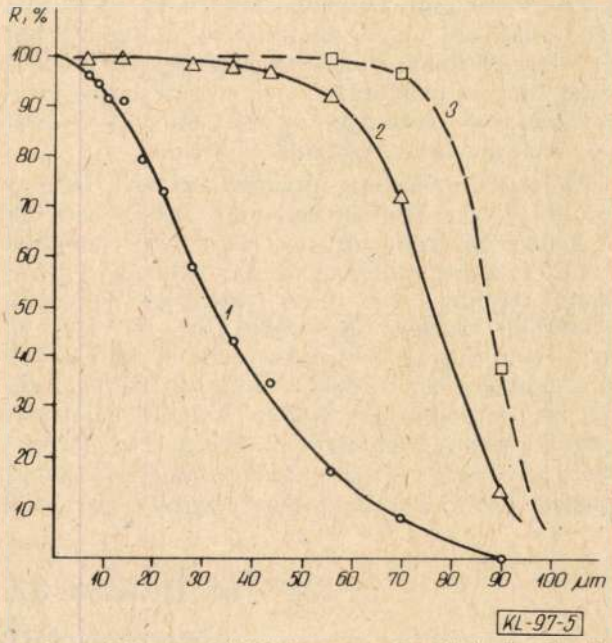
ri'kai' változatának kikeverési technológiájával állítják elő. Ez a *2. táblázatban* közölt főbb paraméterekben különbözik az *„európai" technológiától.*

Az *amerikai változat* az oltás technológiájában is lényegesen eltér az európaitól. Az amerikai technológiában általában kétféle, ún. *finom* és *durva oltóhidrátot* alkalmaznak, nagyon szigorú előírás szerint.

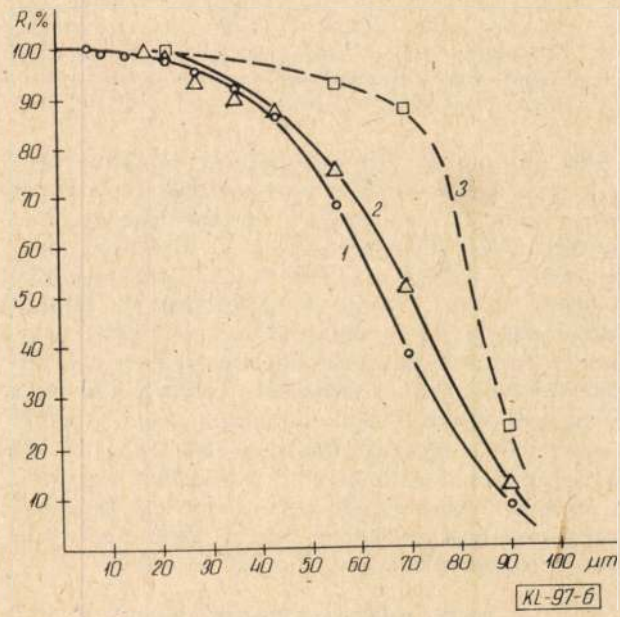
A durvaszemcsés timföldhidrát előállításánál az egyik nagyon fontos kikeverési részfolyamat az *agglomeráció.* Számos irodalmi publikáció [6, 7] hangsúlyozza, hogy a kikeverés során az aluminátlúgba beadagolt oltóhidrát részecskék méretének nagymérvű növekedése csak agglomeráció útján mehet végbe. A rákristályosodás következményeként fellépő szemcsenövekedés jelentősége nem nagy, mivel ennek folytán a szemcseméret mindössze néhány mikronnal növekedhet egy kikeverési ciklus során. Az agglomeráció megfelelő technológiai feltételek mellett úgy játszódik le, hogy a finom — 40—50 μm alatti — oltóhidrát részecskék az oldatban először összetapadnak, majd a részecskék érintkezési pontjainál bekövetkező gibbsit kiválás a szemcséket összeragasztja. Nagyon fontos követelmény az így keletkező kristályhalmazok olyan szilárdsága, hogy jelentős aprózódás nélkül kibírják a későbbi műveletek — kalcinálás, szállítás — során fellépő igénybevételeket. Az agglomerációt befolyásoló legfontosabb tényezők a következők:

— az aluminátlúg Na_2O_k koncentrációja és telítettsége,
— az aluminátlúgban levő egyes szennyező anyagok (főleg a szóda és a szerves anyagok) mennyisége,
— az oltóanyag mennyisége és minősége,
— a kikeverés kezdeti hőfoka és a hőmérséklet lefutása a kikeverés során,
— a keverés intenzitása.

Ezen paraméterek számszerű hatásának megállapítására az *ALUTERV—FKI*-ban, valamint az *Ajkai Timföldgyárban* laboratóriumi kísérletek folynak. Egyes paraméterek (Na_2O_k koncentráció, oltóanyag mennyiség) hatását a *MOTIM*-ban üzemi kísérletekkel is ellenőriztük. Az eredmények részletezését mellőzve az *5. ábrán* egy — finom oltóhidráttal végzett — jellemző laboratóriumi kísérletnek az eredményeit mutatjuk be az agglomeráció következtében fellépő szemcseméret növekedés szemléltetésére. Az ábráról leolvasható, hogy a 44 μm alatti szemcsefrakció mennyisége az oltóhidrátban (1. görbe) 68% volt, a kikeverés végén kapott hidrátban (2. görbe) pedig 4%. Ha elvégezzük a kikevert hidrátból az oltóhidrát osztályozását, akkor a 3. görbe által jellemezhető szemcseeloszlású termékhidrátot kapjuk, amiben 44 μm alatti frakció e kísérletnél nem adódott. Durva oltóhidrát jelenlétében — ahol számottevő agglomeráció nincs — a kikeverés során bekövetkező szemcseméret növekedés sokkal kisebb mértékű *(6. ábra).*



5. ábra. A finom oltóhidrát szemcseeloszlásának változása a kikeverés során —
az aluminátlúg NaO_k tartalma 131,4 g/l
az aluminátlúg mólviszonya 1,51
az oltási viszonyszám 0,1
1 finom oltóhidrát, *2* kikeverés utáni hidrát, *3* termékhidrát



6. ábra. A durva oltóhidrát szemcseeloszlásának változása a kikeverés során —
az aluminátlúg NaO_k tartalma 131,4 g/l
az aluminátlúg mólviszonya 1,51
az oltási viszonyszám 1,0
1 durva oltóhidrát, *2* kikeverés utáni hidrát, *3* termékhidrát

Üzemi kikeverőrendszerben a termékhidrát kívánt szemcseösszetétel egyensúlyának biztosítása, a már említett kikeverési paraméterek megválasztásán túlmenően, a finom és a durva oltóhidrát megfelelő arányú alkalmazását igényli.

A homokszerű timföld előállítására ezideig alkalmazott amerikai kikeverési technológia kevésbé gazdaságos, mint a lisztes típus előállítása az európai változattal. Ez elsősorban az alacsonyabb kikeverési Na_2O_k koncentrációból és a roszszabb kikeverési hatásfokból (I—II. táblázat) adódó nagyobb anyagforgalomnak, illetve a többlet elpárolgásnak a következménye. A homokszerű timföld előállításának tervezett hazai megvalósításához szükséges egyik alapvető feladat a gyártás gazdaságosságának javítása.

Ennek érdekében a folyamatban levő laboratóriumi és az 1980-ban beinduló üzemi kísérletek a kikeverési koncentráció növelésére, továbbá a körfolyamati hatékonyság javításának vizsgálatára terjednek ki. Ilyen törekvések jellemzik a külföldi cégeket *(KAISER, PEC HINEY)* is. Az e téren végzett eddigi kísérleteink nem zárják ki a homokszerű timföld előállításának lehetőségét az aluminátlúg Na_2O_k koncentrációjának 130 g/l körüli tartományában. Utalunk az előzőekben már tárgyalt 5. és 6. ábrákra, amelyek 130 g/l koncentrációjú aluminátlúggal végzett kísérletek — kedvezőnek értékelhető — eredményeit mutatják. Megnyugtató választ e kérdésekre csak az üzemi kísérletek adhatnak, mivel az egész kikeverési rendszer egyensúlyban tarthatóságának, valamint a termékhidrát kalcinálás és szállítása során bekövetkező viselkedésének megállapítás sára a laboratóriumi körülmények nem alkalmasak.

IRODALOM

[1] *Barillon E.:* The Merits and Demerits of Various Types of Bayer Aluminas in Terms of the Primary Aluminium Smelting and Fume Control Process: Erzmetall 31 (1978) 11. 519—522.

[2] *Schmidt H. W. u. a.:* Fluid Bed Calciner Process: Erzmetall 32 (1979) 7/8. 338—343.

[3] *De Marco M.:* Etude de l'état d'hidratation d'alumines en relation avec leurs propriétés d'adsorption du fluorures d'hydrogéne. These. Nancy, 1976.

[4] *Chauvineau-Mülhrad:* Dry Process for Control of Primary Aluminium Smelting Fume. AIME 1973 — Pechiney/Prat-Daniel.

[5] *Böhm, E.:* Removal of Impurites in Aluminium Smelter Dry Gas Cleaning Using the VAW/LURGI Process: AIME-meeting, Las Vegas, Light, Metals 2. (1976).

[6] *Sakamoto, K.—Kanahara, M.—Matsushita, K.:* Agglomeration of Crystalline of Gibbsite During the Precipitation in Sodium Aluminate Solution: Light Metals 2. (1976) p. 149—162.

[7] *Misra, C.—White E. T.:* Crystallisation of Bayer Aluminium Trihydroxide: J. of Crystal Growth, 8 (1971) p. 172—178.

A tárolás hatása az üzemi timföldhidrát felületi tulajdonságaira

IMRE ALADÁR okl. vegyészmérnök VÉKELY KÁROLYNÉ okl. vegyész
Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet

DK: 669.712.02 : 621.796

Az üzemi timföldhidrát tárolási körülményei és időtartama jelentős mértékben befolyásolhatja a termék felületi tulajdonságait. A korszerű követelményeket kielégítő timföld esetében ezek a felületi tulajdonságok igen fontosak.

Az alumínium-hidroxid felületi tulajdonságainak az idő és a tárolási körülmények függvényében végbemenő változásai befolyásolják az oltóhidrát felületi jellemzőit. Ezek a változások megnehezítik a különböző ideig és a különböző körülmények között tárolt timföldhidrátok felületi tulajdonságainak összehasonlító vizsgálatát, valamint a technológia és a felületi tulajdonságok közötti összefüggések tisztázását. Tehát a kikeverés és a timföldhidrát felületi tulajdonságai közötti összefüggések megvilágításának első lépése az idő és a tárolási körülmények hatásának vizsgálata. A szerzők beszámolnak a fent említett kérdések megválaszolása érdekében végzett kísérleteikről és azok eredményeiről.

A mérési módszerek kiválasztása és ismertetése

Minden szilárd anyag felületi tulajdonságaival kapcsolatos vizsgálat alapvető követelménye a vizsgált anyag fajlagos felületének ismerete [1]. Ebből következően a vizsgálatok egyik módszere adott volt, legfeljebb a rendelkezésre álló módszerek közül kellett a megfelelőt kiválasztanunk.

Szilárd anyagok fajlagos felületének leggyakrabban nitrogénadszorpciós *BET* módszerrel határozzák meg [2—4]. Azonban nitrogén gázzal csak a 0,5 m^2/g-nál nagyobb fajlagos felületek határozhatók meg [5, 6]. Mivel az üzemi timföldhidrátok fajlagos felülete a legritkább esetben haladja meg a fél négyzetmétert, méréseinket az erre a célra készített kriptonadszorpciós BET készülékkel végeztük.

Fajlagos felület mellett a felszín állapota is befolyásolja a felületen lejátszódó folyamatokat. A felület állapotára nézve a legtöbb információt a felületi szabadenergia ismerete adja [8]. Azonban ez a közvetlen mérés számára hozzáférhetetlen. Ennek hiányában a felület állapotát a folyadék szilárd felületen való szétterülésével jellemezhetjük [9, 10]. A szétterülés mérőszáma a szilárd/folyadék/gáz határfelületen kialakuló peremszög [8—12]. Ellenben nagy diszperzitásfokú timföldhidráton a peremszög nem mérhető elegendő pontossággal, ezért a felületi állapot jellemzésére az immerziós hő mérésének módszerét választottuk.

Az immerziós hő szintén a szilárd/folyadék felületi kölcsönhatás mértékéről tájékoztat [8, 10, 13]:

$$q_i = h_{I(SL)} = \frac{\Delta H}{\Sigma} I = h_{SL} - h_{S^0} \approx e_{SL} - e_{S^0} = e_{I(SL)} \quad (1)$$

Ahol:

q_i = immerziós hő,
Σ = fajlagos felület,
ΔH_I = a súlyegységnyi anyag entalpia változása,
$h_{I(SL)}$ = a felületegység entalpia változása,
h_{SL} = az egységnyi szilárd/folyadék határfelület entalpiája,
h_{S^0} = az egységnyi szilárd/vákuum határfelület entalpiája,
$e_{I(SL)}$ = a felületegység felületi energia változása,
e_{SL} = az egységnyi szilárd/folyadék határfelület felületi energiája,
e_{S^0} = az egységnyi szilárd/vákuum határfelület felületi energiája.

Mint látható, az immerziós hő az entalpia, ill. — az immerziós nedvesedéskor rendszerint elhanyagolható térfogati változások miatt — a felületi szabadenergia változásával arányos [8].

Azonos nedvesítő közegben mérve a különböző módon és ideig tárolt timföldhidrátnál az immerziós hő megváltozását csak a felület állapotának változása okozhatja. Ily módon észlelhetjük a felület állapotában végbemenő változásokat és nyomon követhetjük azokat.

Kísérleteink során a fenti lehetőséget megragadva a tárolási idő függvényében mértük a különböző, de meghatározott körülmények között tárolt üzemi alumínium-hidroxid fajlagos felületét, valamint immerziós hőjét és az adatokat az idő függvényében ábrázolva értékeltük.

Mintavétel, tárolási paraméterek

A kísérleteket a *Mosonmagyaróvári Timföldgyárból* származó normál, kiszűrt, alumínium-hidroxid felhasználásával végeztük.

A mintavételt követően meghatároztuk az eredeti, mosás nélküli és a deszt. vízzel lúgmentesre mosott hidrát fajlagos felületét és a mosott hidrát immerziós hőjét, majd a hidrátot az alábbi négy tárolási mód szerint tároltuk:

deszt. vízzel mosott hidrát levegőn tárolva
deszt. víz alatt tárolva,
mosás nélküli hidrát levegőn távolva
deszt. víz alatt tárolva.

A kísérletek során a fenti körülmények között tárolt hidrátok fajlagos felületét és immerziós hőjét mértük a tárolási idő függvényében. A tárolási időt az előzetesen végzett próbamérések alapján határztuk meg.

A fajlagos felület mérése

Mérés előtt a mintákat szárítószekrényben 60±3 °C-on 20 órán át szárítottuk, majd ugyanezen a hőmérsékleten 17 órán át 10^{-4} torr nyomáson gáztalanítottuk. A méréseket a cseppfolyós nitrogén hőmérsékletén, kripton adszorbens felhasználásával végeztük [7]. Az adszorbeált gázmennyiséget négy különböző relatív nyomásértéknél mértük. Az adatokból grafikus úton határoztuk meg a fajlagos felületet. Az így kapott felületértékeket az *1. táblázat* tartalmazza.

A táblázat adataiból látszik, hogy a mosatlan alumínium-hidroxid meghatározott felülete kb. 20%-kal kisebb, mint a mosotté. Ennek oka az üzemi nátrium-aluminát oldatból a felületre tapadó, rázsáradó komponensek felületcsökkentő hatásában keresendő. A vizsgált négy hónapos idő alatt a fajlagos felületértékek a meghatározási módszer ±5%-os hibáját alig meghaladó mértékben változtak. Ebből következik, hogy az alumínium-hidroxidok fajlagos felülete sem levegőn, sem víz alatt tárolva nem változik 4 hónap alatt.

Az immerziós és szorpciós hő mérése

Mivel az esetleges szennyezők, a felületen adszorbeált anyagok a mérést erősen befolyásolják, közvetlenül a mérés előtt a mosatlan mintákat is deszt. vízzel lúgmentesre mostuk. Már a tárolás előtt is mosott mintáknál erre nem volt szükség. Ezután a hidrátot 60±3 °C-on 20 órán szárítottuk, és ugyanezen a hőmérsékleten 2×10^{-4} torr nyomáson 24 órán át gáztalanítottuk, majd az ampullát He gázzal megtöltve leforrasztottuk.

A kísérletek előtt külön kísérletsorozattal határoztuk meg a mérésekhez használt nedvesítő folyadékot, mert a legkönnyebben használható nedvesítő közegben, a vízben az immerziós hő olyan

1. táblázat

Üzemi alumínium-hidroxidok fajlagos felületének változása a tárolási idő és mód függvényében

Mintavétel száma	Levegőn tárolt, mosott		Deszt. víz alatt tárolt, mosott		Levegőn tárolt, mosás nélkül			Deszt. víz alatt tárolt, mosás nélkül		
	Fajl. felület m^2/g	Tárolási idő nap	Fajl. felület m^2/g	Tárolási idő nap	Fajlagos mosás nélk. m^2/g	Felület mérés előtt mosott m^2/g	Tárolási idő nap	Fajlagos mosás nélk. m^2/g	Felület mérés előtt mosott m^2/g	Tárolási idő nap
1.	0,15	0	0,15	0	0,13	0,13	0	0,13	0,13	0
2.	0,15	13	0,15	11	0,11	0,14	20	0,10	0,14	18
3.	0,14	34	0,15	32	0,11	0,15	47	0,11	0,16	39
4.	0,18	62	0,15	60	0,13	0,15	70	0,13	0,15	68
5.	0,15	114	0,16	111	0,11	0,16	122	0,12	0,16	119

kicsi volt, hogy azt a tized joule érzékenységű félmikro kalóriaméterünk alig érzékelte. Feltehetően két nagyságrenddel érzékenyebb kalorimétere lenne szükség a vízben mért immerziós hőértékek meghatározásához. A mérendő jel nagyságának növelésére először a mérőoldat mennyiségének csökkentésével, majd — miután ez nem vezetett eredményre — kisebb fajhőjű mérőoldatokkal (abs. etanol, metanol) kísérleteztünk. Mivel ezek sem adtak elegendően nagy hőértékeket, más mérőoldatokat próbáltunk ki. Ezek valamelyik komponense már az első lépésben kemiszorbeálódik a felületen és a felszabaduló hőmennyiség nagyobb a nedvesítés folyamatában keletkezőnél. Az így mért hőmennyiségek nem immerziós, hanem szorpciós hők, de változásuk az adott körülmények között szintén a szilárd anyag felületi tulajdonságának megváltozásától függ, ezért felhasználhatók a változás kimutatására és nyomon követésére.

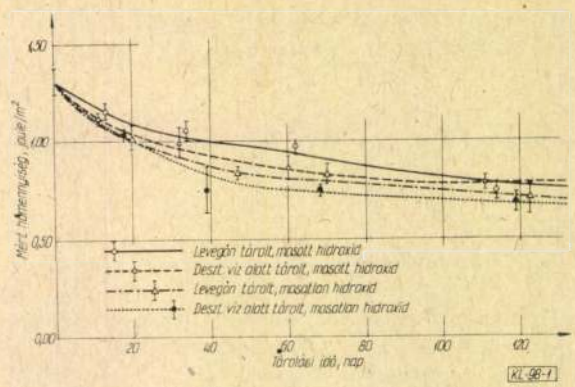
Az adatokat és a belőlük szerkesztett görbéket elemezve megállapítható, hogy:

1. Az üzemi alumínium-hidroxidon mért szorpciós hő az idő függvényében csökken *(1. és 2. ábra)*, ami azt jelenti, hogy a hidroxid felületi aktivitása, felületi energiája az idő előrehaladtával csökken. A csökkenés mind a levegőn, mind a víz alatt tárolt hidroxidon végbemegy, még abban az esetben is, ha tárolás előtt az alumínium-hidroxidot semleges kémhatású mosóvízig mossuk.

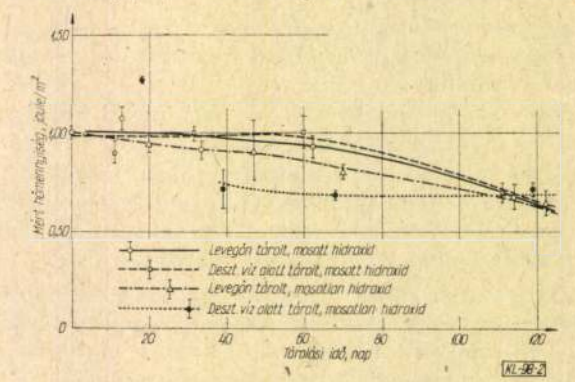
2. A nátrium-aluminát oldatban mért szorpciós hő a tárolás első időszakában gyorsabb, majd lassuló ütemben csökken. A csökkenés a 120 napos vizsgálati periódus végén a kiindulási érték kb. 55%-a *(1. és 3. ábra)*. Sósavas oldatban a hő az első időszakban lassabban, majd gyorsuló ütemben csökken. A csökkenés a vizsgálati szakasz végén az alapérték kb. 65%-a *(2. és 4. ábra)*. A fentiek nem érvényesek a deszt. víz alatt tárolt, mosatlan hidrátra, mert ebben az esetben az első időszakban mért érték magasabb a kiindulásinál, majd a görbe a lúgos közegben meghatározott konkáv alakot vesz fel (2. ábra).
A két közegben mért adatok azt bizonyítják, hogy a felület aktivitásának csökkenése mind a lúgos, mind a savas közegben érzékelhető. Azonban lúgos, ill. a savas oldattal szorpciós kapcsolatba lépő felületelemek „öregedési" folyamata nem azonos lefutású.

3. Az alumínium-hidroxid felületi aktivitásának csökkenését a tárolási körülmények is befolyásolják. A tárolás előtt semleges kémhatású mosóvízig mosott hidroxid felületi aktivitása kisebb mértékben csökken, mint a mosatlané (1. és 2. ábra). Mind a mosott, mind a mosatlan alumínium-hidroxid esetében a levegőn tárolt anyag szorpciós hője csökken lassabban. Ez alól a szabály alól csak a sósavoldatban meghatározott görbék esetében találunk kivételt. Itt ugyanis a deszt. víz alatt tárolt, mosott hidroxidon meghatározott görbe egy szakasza a levegőn tárolt, mosott anyag görbéje felett fut (2. ábra).

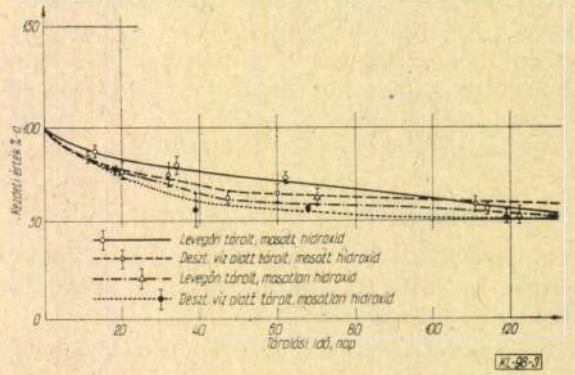
4. Az alumínium-hidroxid felületi tulajdonságainak immerziós vagy szorpciós hő mérési mód-



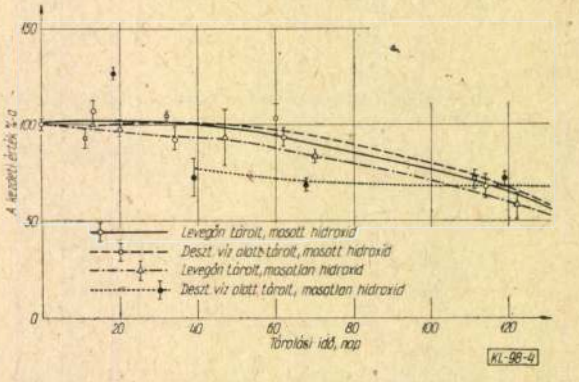
1. ábra. A szorpciós hő változása üzemi alumíniumhidroxidon az idő függvényében (a mérőoldat: 100 g/l NaO_k koncentrációjú, 2,5 mólviszonyú nátriumaluminát oldat)



2. ábra. A szorpciós hő változása üzemi alumíniumhidroxidon az idő függvényében (a mérőoldat: 2,96%-os sósavoldat)



3. ábra. A szorpciós hő változása üzemi alumíniumhidroxidon az idő függvényében, a kezdeti érték százalékában kifejezve (a mérőoldat: 100 g/l Na_2O_k koncentrációjú, 2,5 mól viszonyú nátriumaluminát oldat)



4. ábra. A szorpciós hő változása üzemi alumíniumhidroxidon az idő függvényében, a kezdeti érték százalékában kifejezve (mérőoldat: 2,96%-os sósavoldat)

szerrel végzett vizsgálatakor egymással összevethető adatok csak az azonos tárolási körülmények mellett, kb. azonos ideig tárolt mintákon kaphatók. Ez a megállapítás nagy valószínűséggel érvényes a kontakt nedvesítés mérési módszerével végzett vizsgálatok esetében is.

A *„tárolási idő azonossága"* ez esetben elég tágan értelmezhető, mert amint az a meghatározott görbékből és a mérési pontok berajzolt hibáiból megállapítható, a minták méréséig eltelt idő 3—10 nappal is különbözhet egymástól (1. és 2. ábra). Az eltérés megengedett nagyságát a görbék segítségével határozhatjuk meg.

5. Az alumínium-hidroxid felületi aktivitásának és felületi energiájának csökkenése feltehetően befolyásolja az „oltóhidrát" hatékonyságát, ezért kerülni kell az oltóanyag hosszú ideig tartó tárolását.

Összefoglalás

A fajlagos felület és az immerziós és szorpciós hő mérési módszereivel megvizsgáltuk az üzemi alumínium-hidroxid felületének öregedését az idő és a különböző tárolási mód függvényében. Megállapítottuk, hogy:

— az üzemi alumínium-hidroxid felületnagysága a vizsgált négy tárolási körülmény között, 120 nap alatt nem változik;
— a hidroxid felületének aktivitása az idő függvényében csökken, a csökkenés mértéke eléri az 50%-ot is;
— a felület savas és lúgos közepének öregedési folyamata egymástól eltér;
— az alumínium-hidroxid felületi aktivitásának csökkenését a tárolási körülmények is befolyásolják;
— a felületi aktivitás csökkenésének mértéke a tárolás kezdetén semleges mosóvízig mosott, majd levegőn tárolt hidroxid felületén a legkisebb;
— az alumínium-hidroxid felületi tulajdonságainak viszgálatakor ügyelni kell arra, hogy összevethető adatok csak azonos tárolási körülmények között és kb. azonos ideig tárolt mintákon kaphatók.

A kísérletek eredményei alapján bizonyosra vehető, hogy a hosszantartó tárolás az üzemi oltóhidrát felületi aktivitását és ezzel az oltóanyag hatékonyságát csökkenti.

IRODALOM

[1] *Orr, C.:* Surface Area Measurement The Present Status. DECHEMA Monographien Bd. 79. 1976. p. 1589—1615.
[2] *Brunauer, S.—Odler, I.:* Silikonf. Bp. 1970. p. 15—32.
[3] *Clement, C.:* R. Inst. Fr. Pétrole, 17. 1962. p. 1336—71.
[4] *Ettere, L. S.—Brenner, N.—Cieplinsky, E. W.:* Zeitschrift für Physikalische Chemie, 219. 1962. p. 17—35.
[5] *Rundinger, V.—Cassuto, A.:* Le Vide, 21. 1966. p. 240—43.
[6] *Király J.:* Magyar Kémiai Folyóirat, 68. 1962. p. 77—80.
[7] *Imre A.—Baán I.:* Bányászati és Kohászati Lapok 101. 1968. p. 338—42.
[8] *Chessick, J. J.—Zettlemoyer, A. C.:* Advances in Catalysis and Related Subject, 11. 1959., p. 263.
[9] *Wolfram E.:* Kontakt nedvesedés, Bp. Akad. K. 1971. p. 10.
[10] *Zettlemoyer, A. C.:* Hydrophobic Surfaces. New York — London Acad. Pr. 1969. p. 3.
[11] *Johnson, R. E.—Dettre, R. H.:* Surface and Colloid Sci, 2., 1969., p. 85.
[12] *Wolfram, E.—Weber, K.:* Kolloid — Z., Z. Polymere 181, 1962., p. 73.
[13] *Pászli, I.—Wolfram, E.:* Annales Univ, Scien. Budapestin. Sectio Chimia 11, 1969. p. 11.

Bayer rendszerű timföldgyárak feltárási technológiájának módosítása

KALOCSAI FERENC okl. vegyészmérnök
Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó

DK: 669.712.111.2

A szerző a Bayer rendszerű timföldgyárak feltárási technológiájának olyan módosítását ismerteti, amely lehetővé teszi a nagy kalcit és dolomit tartalmú bauxitok feldolgozását. Ismerteti azokat a műszaki és gazdasági megfontolásokat, amelyek figyelembevétele a biztonságos és gazdaságos feldolgozás érdekében feltétlenül szükséges.

Bevezetés

Századunkban bekövetkezett rohamos technikai fejlődés következtében századunk utolsó harmadára a jó minőségű és könnyen elérhető nyersanyagkészletek, amelyekre az ipartelepek települtek, kimerülőben vannak. Ennek következtében mindenütt a világon meg kellett vagy rövidesen meg kell kezdeni a gyengébb minőségű nyersanyagok feldolgozását. A magyar alumíniumipar a 70-es években került abba a helyzetbe, hogy meg kellett kezdenie a nagy *kalcit és dolomit* tartalmú bauxitok feldolgozását.

A nagy kalcit és dolomit tartalmú bauxitok feldolgozásával kapcsolatos problémákat alapjában véve két gondolatkör köré csoportosíthatjuk, az egyikhez a képződött nátrium-karbonát eltávolításának problémái, a másikhoz pedig a Bayer rendszerű timföldgyártári eljárás egyik nagy koncentrációjú helyén, a feltárást követő expanziós hűtés során jelentkező anyagtovábbítási problémák tartoznak, amiket az ennél a műveletnél megjelenő szilárdfázisú nátrium-karbonát kristályok okoznak.

Ez a cikk az utóbbi problémával foglalkozik.

Kalcit és dolomit oldhatósága timföldgyári aluminátlúgokban

Mint ismeretes, a kalcit $CaCO_3$, a dolomit pedig $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ összetétellel jellemezhető. A timföldgyári aluminátlúgok alumínium-oxid tartalmú vizes oldatok.

A kalcit a bauxit nedvesőrlése és feltárása során az aluminátlúg nátrium-hidroxid tartalmával reakcióba lép és nátrium-karbonát keletkezik.

$$CaCO_3 + 2NaOH - Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \quad (1)$$

A reakció egyensúlyi állandója 25 °C-on, $2{,}82 \cdot 10^{-3}$ [1]. Mivel

$$K_a = \frac{L_p CaCO_3}{L_p Ca(OH)_2} \quad (2)$$

és a kalcium-karbonát oldhatósági szorzata a hőmérséklet növelésével növekszik a kalcium-hidrosxid oldhatósága pedig csökken, e két változás eredőjeként hőmérséklet-növekedéskor a reakció egyensúlyi állandója növekszik és 200 °C-on eléri az 1,00 értéket.

A kalcit oldódásának meghatározására a *Fémipari Kutató Intézetben* a halimbai bányamezőből származó kalcittal végeztek oldódási vizsgálatokat 180 °C, 210 °C és 240 °C hőmérsékleten, miközben a feltáró lúgok kausztikus nátrium-oxid tartalmát 60—360 g/l inter-allumban változtatták. A kausztikus és összes nátrium-oxid aránya 0 89—0,99 között változott [2].

Vizsgálataik eredményeként megállapítható, hogy 240 °C hőmérsékleten és 200 g/l kausztikus nátrium-oxid koncentráció mellett a kalcit 74%-a lép reakcióba és ez akkor is bekövetkezik, ha az oldat nátrium-karbonátra nézve már telített. Ebben az esetben, amint azt *Szmirnov* [3] kimutatta, szilárd fázisú nátrium-alumínium-hidro-karbonát keletkezik, amelyből a

$$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2CO_2 \cdot 2H_2O$$
$$\text{és } Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2CO_2 \cdot 5H_2O$$

összetételű vegyületeket azonosították. A kalcit reakciójából keletkezett nátrium-karbonát tehát a feltárási műveletet vagy folyadékfázisban lévő nátrium-karbonát vagy szilárd fázisban lévő nátrium-alumínium-hidro-karbonát formájában hagyja el.

A dolomit, mint ismeretes, együtt kristályosodott kalcium-karbonát és magnézium-karbonát. A dolomit kalcium-karbonát tartalma az (1) reakcióegyenlet értelmében nátrium-karbonátot képez, magnézium-karbonát tartalma pedig a

$$MgCO_3 + 2NaOH = Mg(OH)_2 + Na_2CO_3 \quad (3)$$

reakcióegyenlet értelmében a nátrium-hidroxiddal reagálva szintén nátrium-karbonátot juttat a rendszerbe. A reakció egyensúlyi állandója 25 °C-on [4.]

$$K_a = \frac{L_p MgCO_3}{L_p Mg(OH)_2} = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-12}} = 3{,}4 \cdot 10^5 \quad (4)$$

A hőmérséklet növelésekor az egyensúlyi állandó növekszik. A reakció nem megfordítható és már kis koncentrációjú lúgokban is gyakorlatilag teljesen végbemegy. A dolomit oldódását ugyancsak a Fémipari Kutató Intézetben vizsgálták, változó hőmérséklet és változó lúgkoncentráció mellett [2].

Vizsgálataikból megállapítható, hogy 140 °C hőmérséklet és 200 g/l kausztikus nátrium-oxid koncentráció esetén a dolomit 92%-a oldódik be, és ez akkor is bekövetkezik, ha az oldat nátrium-karbonátra nézve már telített. Ebben az esetben a Szmirnov [3] által leírt szilárd fázisú nátrium-alumínium-hidro-karbonátok keletkeznek, amelyek a hígítási művelet folyamán nátrium-karbonát képződése mellett bomlanak.

A bauxit kalcit és dolomit tartalmából keletkező nátrium-karbonát mennyiségét a következőképpen határozhatjuk meg. A bauxitelemzések kalcium-oxid %-os értékei magukban foglalják a dolomitból és a kalcitból származó kalcium-oxid értékeket. A magnézium-oxid %-os értéke természetesen csak a dolomitból származhat.

A reakcióba lépő kalcium-oxid mennyiségét az alábbi összefüggéssel számíthatjuk ki:

$$K = \left(\frac{B_{CaO}}{M_{CaO}} - \frac{B_{MgO}}{M_{MgO}}\right) \cdot \eta_K \cdot 0{,}1 + \frac{B_{MgO}}{M_{MgO}} \cdot \eta_D \cdot 0{,}1 \quad (5)$$

A reakcióba lépő magnézium-oxid mennyiségét pedig az alábbi összefüggéssel határozhatjuk meg:

$$L = \frac{B_{MgO}}{M_{MgO}} \eta_D \cdot 0{,}1 \quad (6)$$

A reakcióba lépő kalcium- és magnézium-oxid egyaránt nátrium-karbonátot képez. 1 tonna bauxit feldolgozásakor keletkező nátrium-karbonát mennyiségét a következő összefüggéssel határozhatjuk meg:

$$N = K + L \quad (7)$$

Ha az (5) (6) (7) összefüggésekbe behelyettesítjük a Halimba III. bányamező átlagos kalcium- és magnézium-oxid tartalmát, a nátrium-karbonát, kalcium-oxid és magnézium-oxid molekula tömegét valamint a kalcit és dolomit oldhatóságát, tehát a

$$B_{CaO} = 2{,}7\%$$
$$B_{MgO} = 0{,}7\%$$
$$M_{CaO} = 56{,}08$$
$$M_{MgO} = 40{,}32$$
$$D = 92\%$$
$$K = 74\%$$

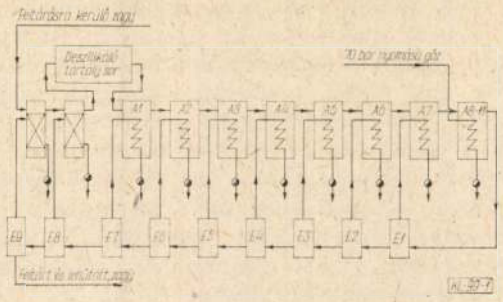
értékeket, azt kapjuk, hogy 1 tonna bauxit feldolgozásakor 0,5472 kmol (58,0 kg) nátrium-karbonát képződését kell számításba vennünk, ami azt is jelenti, hogy 1% kalcium-oxid+magnézium-oxid tartalom esetén 1 tonna bauxit feldolgozásakor 0,1610 kmol (17,07 kg) nátrium-karbonát mennyiséggel kell számolnunk.

(Ezen az összesen 1%-on belül a kalcium-oxid és a magnézium-oxid aránya 2,7 : 0,7).

Hagyományos feltárósori technológia

Az Ajkai 2. sz. Timföldgyár létesítésekor beépített feltárósorok elvi kapcsolási vázlata az *1. ábrán* látható.

A feltárásra kerülő zagy, amely timföldtonnánként 2,419 tonna bauxitot és 9,081 m^3 200,5 g/l kausztikus nátrium-oxid tartalmú feltárólúgot tartal-



1. ábra. Feltárósor elvi kapcsolási vázlata

maz, előmelegítőkön, deszilikáló tartálysoron és az $A_1 \ldots A_7$ jelű autoklávsoron keresztül az $A_8 \ldots A_{11}$ jelű 70 bar nyomású gőzzel fűtött autoklávokba kerül. Az expanziós gőzök és a 70 bar nyomású gőz hatására hőmérséklete 240 °C-ra növekszik. Közben a bauxit alumínium-oxid tartalma a folyadékfázisba kerül, a bauxit kalcit és dolomit tartalmából pedig nátrium-karbonát képződik.

A 240 °C zagy nyomása 40 bar. Annak érdekében, hogy ezt a zagyot atmoszférikus körülmények között tudjuk feldolgozni, az atmoszférikus körülményeknek megfelelő hőmérsékletre le kell hűtenünk. A hűtéshez az expanziós hűtés elvét használjuk fel, a nagy hőmérsékletű zagyot egy kisebb nyomású térbe vezetve, gőz szabadul fel. A felszabaduló gőz hőtartalma, valamint a zagy fajhője meghatározza a hőmérsékletcsökkenés mértékét.

Ennek megfelelően az A_{11} jelű autoklávból kilépő zagyot az $E_1 \ldots E_9$ expanziós edényekbe vezetjük, amelyek valójában gőz-folyadék elválasztó berendezések. Az E_1-E_7 expanziós edényekben felszabaduló gőzt a gazdaságos energiafelhasználás céljából az A_1-A_7 autoklávok fűtésére, az E_8-E_9 jelű edényekben felszabaduló gőzt pedig előmelegítők fűtésére használjuk.

A hűtési művelet során a gőzeltávozás miatt természetesen a koncentráció is növekszik, mégpedig olyan mértékben, hogy a zagy folyadékfázisának koncentrációja 228,4 g/l kausztikus nátrium-oxid értékre emelkedik, miközben az expanziós gőzelvétel miatt térfogata 7,381 m^3/t értékre csökken.

A feltárási művelet során természetesen annyi nátrium-karbonát képződést engedhetünk meg, hogy koncentrációja az utolsó expanziós edényben kialakuló legnagyobb nátrium-oxid koncentráció mellett se növekedjék a szilárd nátrium-karbonát megjelenését jelentő egyensúlyi koncentráció fölé, mivel ebben az esetben az expanziós edényeket összekötő vezetékben dugulások keletkeznek.

A bauxitból képződő és a zagy folyadékfázisábikerülő nátrium-karbonát mennyiségét tehát egyik oldalról meghatározza az adott kausztikus nátra um-oxid koncentráció mellett fellépő egyensúlyi koncentráció. Ezt az egyensúlyi koncentrációt ajkai üzemi mérések alapján a *2. ábra* ábrázolja. Az abszcisszán az egyensúlyi karbonátszint %-os értékei, az ordinátán pedig a kausztikus nátrium-oxid koncentráció vannak feltüntetve. Az ábrából megállapítható, hogy az utolsó expanziós edényben uralkodó kausztikus nátrium-oxid koncentráció mellett megengedhető karbonátszint 16,7%.

A bauxitból képződő és a zagy folyadékfázisába kerülő nátrium-karbonát mennyiségét másik oldalról meghatározza a feltáráshoz felhasznált feltárólúg tényleges karbonátszintje. A feltáráshoz felhasznált lúg karbonátszintjét az idevonatkozó vizsgálatok [2] alapján optimálisan 13%-os értéken kellene tartani. Felmerül az a kérdés, hogy ez a 13 és 16,7%-os karbonátszint milyen tényleges nátrimu-karbonát koncentrációnak felel meg. A nátrium-karbonát koncentrációt a kausztikus nátrium-oxid koncentráció, valamint a karbonátszint ismeretében az alábbi összefüggéssel számolhatjuk ki.

$$C_{Na_2CO_3} = \frac{S \cdot C_{Na_2O_k}}{100 - S} \cdot \frac{M_{Na_2CO_3}}{M_{Na_2O}} \qquad (8)$$

A 8. számú összefüggésbe behelyettesítve a feltárólúg 200,5 g/l kausztikus nátrium-oxid koncentrációját és a 13%-os karbonátszint értéket, valamint az utolsó expanziós edényben kialakuló 228,4 g/l kausztikus nátrium-oxid koncentrációt és az ehhez tartozó 16,7%-os egyensúlyi karbonátszintet, azt kapjuk, hogy a 13%-os karbonátszintnek 51,2 g/l, a 16,7%-os karbonátszintnek pedig 78,3 g/l nátrium-karbonát koncentráció felel meg.

A második fejezetben meghatároztuk, hogy 1 tonna 1%-os CaO+MgO tartalmú bauxit feldolgozásakor CaO : MgO = 2,7 : 0,7 arány mellett 0,1610 kmol (17,07 kg) nátrium-karbonát képződésével kell számolnunk.

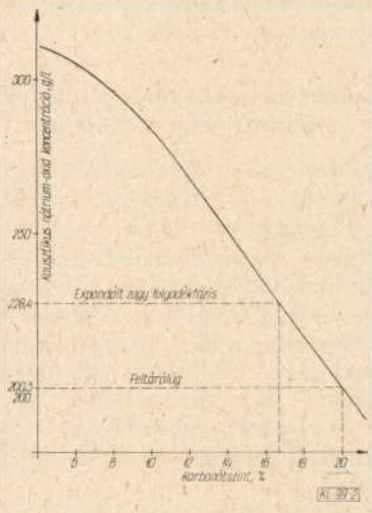
A bauxit megengedhető kalcium- és magnézium-oxid tartalmát az alábbi összefüggéssel számolhatjuk ki.

$$P = \frac{V_2 \cdot C_{Na_2CO_{3e}} - V_1 C \cdot {}_{Na_2CO_3}}{N_1 \cdot B_f \cdot M_{Na_2CO_3}} \qquad (9)$$

Mivel

$$N_1 = \frac{N}{B_{CaO} + B_{MgO}} \qquad (10)$$

számítási eljárásunk tetszőleges kalcium-oxid és magnézium-oxid arány mellett felhasználható, ha



2. ábra. Nátrium-karbonát oldhatósága aluminátlúgban 120 °C-on

az (5) (6) (7) (10) összefüggésekbe a mindig aktuális B_{CaO} és B_{MgO} értékeket helyettesítjük.
A (9) számú összefüggésbe behelyettesítve a

$$V_2 = 7{,}381 \text{ m}^3/\text{t}$$
$$V_1 = 9{,}081 \text{ m}^3/\text{t}$$
$$C_{Na_2CO_{3e}} = 78{,}3 \text{ g/l}$$
$$N_1 = 0{,}1610 \text{ kmol}$$
$$B_f = 2{,}419 \text{ t/t}$$
$$M_{Na_2CO_3} = 106{,}0 \text{ kg/kmol}$$

értékeket, számításokat végeztünk különböző karbonátszintű feltárólúgok esetére. Számításaink eredményét az alábbiakban közöljük.

Feltárólúg karbonátszint %	Bauxit megengedhető CaO+MgO tartalma CaO : MgO=2,7 : 0,7
15,65	0,00
14,00	1,71
13,00	2,72
10,00	5,73

Ezeket az adatokat a *4. ábra* „A" jelű egyenesén láthatjuk. Az ordinátán a bauxit megengedhető kalcium- és magnézium-oxid tartalmát, az abszcisszán pedig a feltárólúg karbonátszintjét tüntettük fel.

Számításainkból láthatjuk, hogy a hagyományos feltárási technológia alkalmazása esetén 14%-os feltárólúg karbonátszint mellett a bauxit megengedhető kalcium- és magnézium-oxid tartalma a Halimba III. bányamező CaO : MgO= =2,7 : 0,7 aránya mellett maximálisan 1,71% lehet.

Az elmondottakból az is világos, hogy amennyiben a fentebb meghatározott értéknél nagyobb kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxitot próbálunk a hagyományos technológiával feldolgozni, az expanziós edényeket összekötő vezetékeknél feltétlenül anyagtovábbítási problémákra kell számítanunk.

Itt jegyezzük meg, hogy konkrét számításaink a Halimba III. bányamezőből származó bauxitra és ezt a bauxitot feldolgozó ajkai timföldgyár technológiai viszonyaira vonatkoznak.

Kondenzvíz visszakötéssel módosított feltárósori technológia

Az előző fejezetben kiszámított értékeknél nagyobb kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxitok feldolgozása esetén az expanziós edényekben fellépő koncentrációnövekedés következtében a nátrium-karbonát aktuális koncentrációja meghaladja az egyensúlyi koncentrációt, aminek következtében megindul a szilárd halmazállapotú nátrium-karbonát kristályok kiválása. Az így kikristályosodó nátrium-karbonát az expanziós edényeket összekötő csővezetékben teljes keresztmetszetű dugulást okoz, ami az üzemeltetést lehetetlenné teszi.

A dugulás elkerülése érdekében az expanziós hűtés berendezéseinek és elvének megtartásával meg kell akadályozni a koncentrációnövekedést. Ez elérhető akkor, ha az expanziós edényekből távozó gőzből keletkezett kondenzvizet visszavezetjük egy olyan nyomású expanziós edénybe, amelybe a kondenzvíz saját nyomásával szivattyúk alkalmazása nélkül be tud lépni. Az előző edényben bekövetkezett koncentrációnövekedést hígítással kompenzálva nem következik be az egyensúlyi koncentrációt meghaladó koncentrációnövekedés, és így a nátrium-karbonát kristályok megjelenése elkerülhető.

Ha a teljes mennyiségű kondenzvizet vissza kívánjuk vezetni, akkor minden expanziós edénybe a saját gőzéből keletkező kondenzvizet kell visszavezetni, ebben az esetben a kondenzvíz visszajuttatására nem áll rendelkezésre nyomáskülönbség és ezért feltárósoronként erre a célra 9 szivattyú beépítése szükséges.

Amennyiben a teljes kondenzvíz-visszavezetésről lemondunk, akkor a kondenzvíz szivattyúk nélkül az autoklávsoron uralódó nyomáskülönbségek, mint hajtóerők felhasználásával visszajuttatható. A biztonságos anyagtovábbítás természetesen kellő nyomáskülönbséget követel, ezért a gyakorlatban megvalósult rendszerben az *1. számú* expanziós edényből távozó gőzből képződő kondenzvizet a *3. számú* edénybe, és így tovább, a *7. számú* edényből távozó gőzből képződő kondenzvizet a *9. számú* edénybe vezetjük vissza. Ennél a kapcsolási módnál a *8. és 9.* expanziós edényekből távozó gőzökből keletkező kondenzvizet nem tudjuk visszavezetni egyszerűen azért, mert nincs hová. A visszavezethető kondenzvíz mennyisége ebben az esetben maximálisan

$$\frac{7}{9} \cdot 100 = 78\%$$

és ez

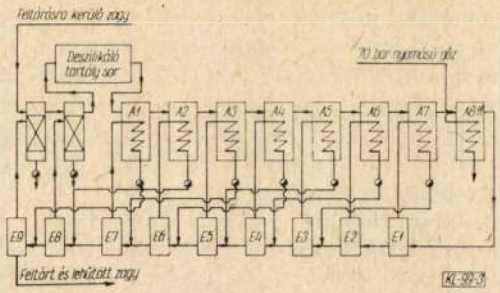
$$\frac{78}{7} = 11{,}1\%\text{-os}$$

lépésekkel 0 és 78% között változtatható, attól függően, hogy hány expanziós edényből származó kondenzvizet csatolunk vissza. Egy expanziós edény visszacsatolása esetén a visszavezetett kondenzvíz mennyisége az összes kondenzvíz mennyiségének 11,1%-a. 2 db visszacsatolása esetén 22,2%-a és így tovább, 7 visszacsatolása esetén 78%.

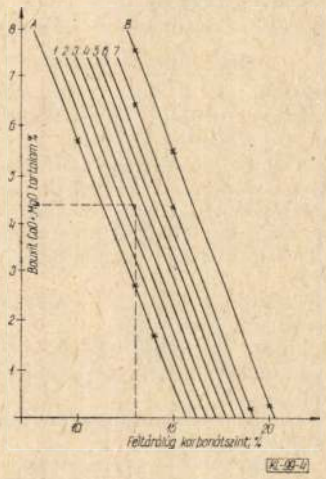
A visszacsatolt expanziós edények számának változtatásával lehetőség van tehát arra, hogy a bauxit mindenkori kalcium- és magnézium-oxid tartalma, valamint a feltárólúg karbonátszintje függvényében mindig beállítsuk azt a visszavezetett kondenzvíz mennyiséget, amely szükséges a nátrium-karbonát kiválás megakadályozásához és felesleges vizet még nem juttat vissza.

A kodenzvíz visszakötéssel módosított feltárósor kapcsolási vázlatát a *3. ábrán* tüntettük fel.

Felmerül az a kérdés, hogy ezzel a technológiával milyen kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxitok dolgozhatók fel. Teljes kondenzvíz visszakötésnél az expanziós hűtés során koncentrációnövekedés nem lép fel, így a belépő és kilépő folyadék térfogata és koncentrációja megegyezik



3. ábra. Kondenzvíz visszakötéssel módosított feltárási technológia



4. ábra. Szükséges visszacsatolás mértéke a feltárólúg karbonátszintjének és a bauxit CaO+MgO tartalmának függvényében

A – kondenzvíz visszavezetés nélkül, B = teljes kondenzvíz visszavezetéssel, 1 = 11 % kondenzvíz visszavezetéssel, 2 = 22 % kondenzvíz visszavezetéssel, 3 = 33 % kondenzvíz visszavezetéssel, 4 = 44 % kondenzvíz visszavezetéssel, 5 = 56 % kondenzvíz visszavezetéssel, 6 = = 67 % kondenzvíz visszavezetéssel, 7 = 78 % kondenzvíz visszavezetéssel

A harmadik fejezetben közölt elveknek megfelelően számításokat végeztünk különböző karbonátszintű feltárólúgok mellett megengedhető kalcium és magnézium-oxid tartalom meghatározására teljes kondenzvíz visszavezetés esetén. Számításaink eredményét az alábbiakban közöljük.

Feltárólúg karbonátszint %	Bauxit megengedhető CaO+MgO tartalma CaO : MgO = 2,7 : 0,7 %
20,00	0,30
15,00	5,53
13,00	7,56

Ezeket a pontokat a 4. ábrán tüntettük fel és a pontokat összekötő egyenest „B" jelöléssel láttuk el.

További számításokat végeztünk 78%-os kondenzvíz visszavezetés mellett megengedhető kalcium- és magnézium-oxid tartalom meghatározására. Számításaink eredményét az alábbiakban közöljük.

Feltárólúg karbonátszint %	Bauxit megengdhető CaO+MgO tartalma CaO : MgO = 2,7 : 0,7 %
19,00	0,20
15,00	4,37
13,00	6,40

Ezeket az értékeket is feltüntettük a 4. ábrán és a pontok összekötésével kapott egyenest a 7-es sorszámmal jelöltük. Korábban már láttuk, hogy a 78%-os kondenzvíz visszavezetés 7 db expanziós edényből származó kondenzvíz visszavezetését jelenti. Különböző számú expanziós edényekből származó kondenzvizek visszavezetésével tehát 0 és 78% között 7 lépcsőben emelhetjük a kondenzvíz visszavezetés mértékét. A 4. ábrán ezeknek a lépcsőknek megfelelő egyeneseket 1—7 jelöléssel láttuk el.

A 4. ábra segítségével a bauxit kalcium és magnézium-oxid tartalma, valamint a feltárólúg karbonátszintje függvényében mindenkor megállapíthatjuk a szükséges kondenzvíz visszavezetés mértékét. Pl. 4,4% kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxit, valamint 13% feltárólúg karbonátszint esetén 4 db készülékből származó kondenzvizet kell visszavezetnünk.

Gazdasági hatás

Ezzel a technológiai módosítással vizet juttatunk vissza a timföldgyári körfolyamatba, aminek eltávolításáról természetesen gondoskodnunk kell. A technológiai módosítás számottevő beruházási költséget nem igényel és feltételezzük, hogy megfelelő vízelpárologtatási kapacitás is rendelkezésre áll.

A fellépő többletköltséget ebben az esetben a vízelpárologtatáshoz felhasznált kisnyomású gőz költségei határozzák meg. Láttuk, hogy a visszavezetett víz mennyisége nemcsak a bauxit kalcium- és magnézium-oxid tartalmától, hanem a feltárólúg karbonátszintjétől is függ. Így a kondenzvíz-visszavezetéses technológia alkalmazásának költségei is a fenti két változó függvényeként fognak jelentkezni.

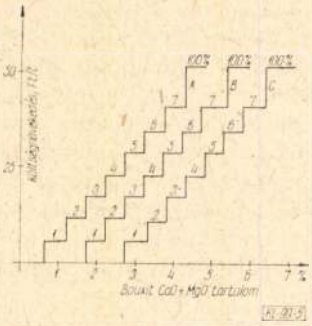
A 4. számú ábra segítségével meg tudjuk határozni, hogy hány expanziós edényből származó kondenzvizet kell visszavezetnünk. Pl. 13%-os feltárólúg karbonátszint és 4,4% CaO+MgO tartalom esetén négy expanziós edényből származó kondenzvizet kell visszavezetni. Természetesen ilyen visszacsatolás mellett még 4,7% kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxit is feldolgozható. A következő expanziós edényből származó kondenzvíz visszavezetése csak 4,8% CaO+MgO tartalomnál szükséges.

A harmadik fejezetben közölt adatokból megállapíthatjuk, hogy az expanzió során eltávozott kondenzvíz mennyisége

$$G = (V_1 - V_2)\varrho H_2O \qquad (11)$$

Ebbe az összefüggésbe behelyettesítve a V_1 és V_2 harmadik fejezetben feltüntetett adatait, valamint a víz sűrűségét azt kapjuk, hogy az expanziós hűtés során minden tonna timföld termelésekor 1694 kg/t mennyiségű expanziós kondenzvíz távozik el, 100%-os kondenzvíz visszavezetés esetén tehát 1694 kg/t mennyiségű vizet tudunk a rendszerbe visszajuttatni. Részleges kondenzvíz visszavezetés esetén a visszavezetett kondenzvíz mennyisége

$$G_V = n \cdot 0{,}111 \cdot G \qquad (12)$$



5. ábra. Költségnövekedés a bauxit kalcium- és magnézium-oxid tartalmának és feltárólúg karbonátszintjének függvényében

A = 15 %-os feltárólúg karbonátszint, B = 14 %-os feltárólúg karbonátszint, C = 13 %-os feltárólúg karbonátszint

$n = 4$ esetében a visszavezetett kondenzvíz menynyisége 752 kg/t. Ennek elpárologtatási költsége, vagyis a ténylegesen felmerülő költségnövekedés

$$k = G_V \cdot g \cdot a \cdot 10^{-3} \qquad (13)$$

A 13. összefüggésbe behelyettesítve a

$$g = 0{,}64 \text{ MJ/kg}$$
$$a = 47{,}51 \text{ Ft/GJ}$$

értékeket, a példabeli esetben fellépő költségnövekedés 22,87 Ft/t timföld.

A fentiek alapján számításokat végeztünk a költségnövekedés alakulására a bauxit kalcium- és magnézium-oxid tartalmának, valamint a feltárólúg karbonátszintjének függvényében. Számításaink eredményeit az *5. ábrán* tüntettük fel. Az ábrán nagyon jól látható, hogy a költségekben akkor, amikor a következő expanziós edényből származó kondenzvíz visszavezetés válik szükségessé, ugrásszerű növekedés következik be.

Láttuk, hogy kondenzvíz visszavezetés nélkül bizonyos kalcium- és magnézium-oxid tartalmú bauxitok nem dolgozhatók fel. A kondenzvíz visszavezetés mértékének megállapításakor kellő óvatosságot és körültekintést kell alkalmaznunk, mert ha a példabeli esetben a szükséges 4 db expanziós edény helyett háromból vezetjük vissza a kondenzvizet, az expanziós edényeknél feltétlenül dugulás lép fel. Ha viszont túlzott biztonságra törekedve 5 expanziós edényből vezetjük a kondenzvizet vissza, akkor a költségek

$$28{,}59 - 22{,}87 = 5{,}72 \text{ Ft/t}$$

értékkel indokolatlanul megnövekednek. A 28,59 Ft/t költségnövekedés az 5. számú ábra alapján állapítható meg. Egy 240 000 t/év kapacitású timföldgyár esetén az emiatt fellépő indokolatlan többletköltség

$$5{,}72 \cdot 240\,000 = 1\,372\,800 \text{ Ft/év}$$

értéket ér el, ami természetesen megtöbbszöröződik, ha a túlzott biztonságra törekedve további expanziós edényekből vezetjük vissza feleslegesen a kondenzvizet.

Összefoglalás

Áttekintve a bauxitban előforduló kalcit és dolomit szennyeződés beoldódási viszonyait, továbbá a klasszikus Bayer technológia feltárósori berendezéseiben uralkodó koncentrációviszonyokat, megállapítottam, hogy az üzemi körülmények között reálisan biztosítható 14%-os feltárólúg karbonátszint mellett a feldolgozásra kerülő bauxit kalcium- és magnézium-oxid tartalma 1,7%-nál nem lehet nagyobb, ha a CaO : MgO = 2,7 : 0,7 Ez az arány a Halimba III. bauxitlelőhely jellemző aránya.

Tanulmányomban ismertettem egy olyan technológiai módosítást, amely lehetővé teszi az ennél nagyobb kalcit és dolomit tartalmú bauxitok feldolgozását. Továbbá ismertettem azokat a műszaki és gazdasági megfontolásokat, amelyek figyelembevétele a biztonságos és gazdaságos feldolgozás érdekében feltétlenül szükséges.

Felhasznált jelölések

a = energia ár 4 bar gőznyomáson (Ft/GJ)
B_f = 1 tonna timföld termeléséhez felhasznált bauxit mennyisége (t/t)
B_{CaO} = bauxit kalcium-oxid tartalma (%)
B_{MgO} = bauxit magnézium-oxid tartalma (%)
$C_{Na_2O_k}$ = kausztikus nátrium-oxid koncentráció (g/l)
$C_{Na_2CO_3}$ = nátrium-karbonát koncentráció (g/l)
$C_{Na_2CO_{3e}}$ = nátrium-karbonát egyensúlyi koncentráció (g/l)
g = vízelpárologtatáshoz szükséges energia mennyisége (MJ/kg)
G = 1 tonna timföld termelésekor keletkező expanziós kondenzvíz mennyisége (kg/t timföld)
G_V = visszavezetett kondenzvíz mennyisége (kg/t timföld)
k = 1 tonna timföld termelésekor fellépő költségnövekedés (Ft/t timföld)
K = 1 tonna bauxit feldolgozásakor reakcióba lépő kalcium-oxid mennyisége (kmol/t)
K_a = egyensúlyi állandó
L = 1 tonna bauxit feldolgozásakor reakcióba lépő magnézium-oxid mennyisége (kmol/t)
M_{Na_2O} = nátrium-oxid relatív molekulatömege
$M_{Na_2CO_3}$ = nátrium-karbonát relatív molekulatömege
M_{MgO} = magnézium-oxid relatív molekulatömege
M_{CaO} = kalcium-oxid relatív molekulatömege
N = 1 tonna bauxit feldolgozásakor keletkező nátrium-karbonát mennyisége (kmol/t)
N_1 = 1 tonna bauxit feldolgozásakor keletkező nátrium-karbonát mennyisége 1% kalcium és magnézium-oxid tartalom esetén (kmol/t)
P = bauxit megengedhető kalcium és magnézium-oxid tartalma (%)
V_2 = a feltárt zagy folyadékfázisának fajlagos térfogata (m^3/t timföld)
V_1 = feltárólúg fajlagos térfogata (m^3/t timföld)
L_{pCaCO_3} = kalcium-karbonát oldhatósági szorzata
$L_{pCa(OH)_2}$ = kalcium-hidroxid oldhatósági szorzata
L_{pMgCO_3} = magnézium-karbonát oldhatósági szorzata
$L_{pMg(OH)_2}$ = magnézium-hidroxid oldhatósági szorzata
η_K = kalcit oldhatósága (%)
η_D = dolomit oldhatósága (%)
S = karbonátszint (%)
n = visszacsatolt expanziós edények száma (db)
ϱ_{H_2O} = víz sűrűsége (kg/m^3)

IRODALOM

[1] *Baresel D.—Gellert W.:* Chemie Ing. Technik. 43 1971. 128—131 p.
[2] Kalcitos és dolomitos bauxitok gazdaságos feldolgozása cfmű Kutatási Jelentés. Fémipari Kutató Intézet, 1974.
[3] *Szmirnov, M. N.:* Hijija is technologija glinozema. Novoszibirszk, 1971. Izd. vo Nauka. Szibirszkoe otgelénie sztr. 381—387.
[4] *Cerny, S.—Smisek, M.:* Chem. Listy 56. 1962. 1296—1301 p.
[5] *Preisich Miklós:* Vegyészek Zsebkönyve. Műszaki Kiadó. Bp. 1963.
[6] *Bárdossy György:* Karsztbauxitok. Akadémiai Kiadó. Bp. 1977.

Előzetes tájékoztató

Hulladékhasznosítási kongresszus Svájcban

A *III. Hulladékhasznosítási Világkongresszust és Kiállítást* 1980 szept. 29. és október 4. között rendezik Baselben.

A hulladékhasznosítás jelentősége egyre nő. Az ipar és a kereskedelem majd minden területén új módszerek után kutatnak, hogy a másodlagos nyersanyagokat minél nagyobb mennyiségben ismét felhasználhassák.

Már az előző két kongresszuson (1978: Svájc, 1979: Fülöp-szigetek) közel 30 országból vettek részt küldöttek, látogatók. Ez a tény, valamint a hulladékhasznosítási technológiák és berendezések iránti egyre növekvő kereslet biztosítja, hogy az idei kongresszus is nagy érdeklődésre tarthat számot. A nagyvennél több előadás témaköre: „Ipari eljárások a másodlagos nyersanyagok visszanyerésére". A hatalmas területen rendezendő kiállítás azokat a legújabb technológiákat és berendezéseket mutatja be, amelyekkel a hulladékhasznosítás gazdasági előnyökkel jár.

Az előző kongresszusok anyaga könyvalakban, valamint az idei kiállítás részletes elrendezési terve, többnyelvű tájékoztatók rendelkezésre állnak a szervezőknél. Bővebb felvilágosítást az alábbi címen lehet kérni: Recycling '80 World Congress and Exhibition, 157 Station Road East, Acted, Surrey RH8 OÉF, England.

(Gy)

Értesítés

A Nehézipari Műszaki Egyetem *Fémkohászattani Tanszéke* önállóvá válásának 110 éves évfordulója alkalmából szeptember 5-én Miskolcon a tanszéken tudományos ülésszakot tartanak az alábbi előzetes programmal:

Dr. Horváth Zoltán: A Fémkohászattani Tanszék munkássága az utóbbi tíz évben

Dr. Sziklavári Károly: $AlCl_3$ előállítása bauxitból

Lengyel Attila: Aluminátoldatok szerkezetének vizsgálata

Dr. Czeglédi Béla: Bauxitok ritkafémtartalmának kinyerési lehetőségei savas feldolgozási eljárásoknál

Dr. Várhegyi Győző: A Fémkohászattani Tanszék részvétele a gallium-hasznosításban

Dr. Mihalik Árpád: CO-előállítás kokszból

Riedl István: A bauxit feltárásakor a kovasav oldódása és kiválása kinetikájának vizsgálata

Szepessy Andrásné: Oldószeres extrakció egyensúlyának számítógépes értékelése

Dr. Wéber József, Dr. Klug Ottó, Farkas Ferenc, Gombos Márton, Kovács Ferenc: Nátrium-aluminát oldatok fizikai-kémiai tulajdonságain alapuló koncentráció meghatározás és timföldgyári folyamatszabályozás

Wieder Nándor: 99,99-es arany előállítása (K)

Pályázati felhívás fiatal tagtársak cikk-írásának ösztönzésére

Az *OMBKE Fémkohászati Szakosztályának* vezetősége febr. 14-i ülésén úgy határozott, hogy jutalmazni kívánja a fiatal, de még nem kellő gyakorlati tapasztalattal rendelkező tagtársak önálló, szakmába vágó értekezésekben kifejtett kiemelkedő munkásságát nívódíjak odaítélésével.

A nívódíjra pályázni lehet 1979-ben illetve 1980-ban megjelent, vagy kéziratban összeállított fémkohászati tárgyú értekezéssel, ha az legalább részben önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye.

A terjedelem 20—25 ritkán gépelt oldalt ne lépje túl. Egyéb egyesületi pályázatra már benyújtott anyag e pályázaton nem vehet részt.

Nívódíjban azok az 1980. év végéig legalább két éves egyesületi tagsággal rendelkező szakosztályi tagtársak munkái részesíthetők, akik 1980. évben a 35. életévüket még nem töltötték be. A nívódíjak legnagyobb összege 5000.— Ft.

A pályázóknak csak egy tanulmánya kerülhet díjazásra.

A nívódíjak odaítélésére a Szakosztály bizottságot alakít, mely az alábbi főbb szempontok szerint értékel:

— Lényegesen többet nyújt-e az átlagos tanulmánynál?
— Az értekezés mennyiben önálló kutatás, elemzés, vizsgálódás eredménye?
— A tanulmány mennyiben dolgoz fel időszerű problémákat?
— A tanulmány tárgyának kifejezésében világos, szabatos-e, megállapításait mennyire igazolja, támasztja alá?
— Stílusában megüti-e a publikált értekezések átlagos színvonalát?

A nívódíjra úgy lehet pályázni, hogy a pályázó, vagy a csoportosan pályázók a feltételek betartása mellett 1980. dec. 31-ig beérkezően

— értekezésüket két példányban beküldik az egyesülethez,
— amennyiben értekezésük már megjelent valamely bel- vagy külföldi szaklapban, közlik a megjelenés helyét és szándékukat, hogy értekezésükkel nívódíjra pályáznak (külföldi megjelenés esetén a teljes magyar nyelvű szöveget mellékelni kell),
— megadják nyilatkozatukat, hogy a nívódíj odaítélésének feltételeit betartották.

Nívódíjban nem részesíthetők olyan tanulmányok, amelyek

— 1979. január hó előtt jelentek meg valamely szakfolyóiratban,
— bejelentett újításokat vagy találmányokat tartalmaznak,
— más, határozott célból készültek, pld. diplomatervek, doktori értekezések stb.,
— valamely szerv (vállalat, intézet stb.) megbízásából közvetlen munkaköri feladatként készültek és szakértői vagy egyéb díjazásban — kivéve a nyomtatásban megjelent publikációkért járó szerzői tiszteletdíjat — részesültek.

Egyéb jutalmak

A Szakosztály vezetősége a nívódíjpályázattól függetlenül a lapunk 1980. évi évfolyamában megjelenő — elsősorban a fiatalabb tagtársak által írt — cikkek közül a legidőszerűbb témákat kiemelkedően jól feldolgozó munkák szerzőit is jutalmazni kívánja. Ezt a jutalmat cikkjutalomnak nevezzük, a jutalom összege munkánként általában 2000 Ft szokott lenni.

Ugyancsak jutalmazni kívánja a Szakosztály vezetősége azokat a tagtársakat, akik a helyi csoportok életéről adnak rendszeres tájékoztatást a lapunk számára.

A Fémkohászati Szakosztály Vezetősége

Szakosztályi hírek

A Fémkohászati Szakosztály február 14-én tartotta meg Vezetőségi Ülését *Várhelyi Rezső* elnökletével, amelyen az alábbi kérdésekkel foglalkozott.

Egyesületünk január 30-i ülésén elhangzottakról *Várhelyi Rezső* szakosztály elnök adott tájékoztatást. Vezetőség a tájékoztatás után lefolytatott vitában meghatározta azokat a teendőket és feladatokat, melyeket a szakosztály, annak szakcsoportjai, illetve helyi csoportoknak meg kell tenni.

Török Frigyes megvitatásra előterjesztette az elnökségnek küldendő javaslatot a közgyűlésen átadásra kerülő egyesületi érem-adományozásával kapcsolatban. Ismertette, hogy a helyi csoportok vezetőivel, a vezetőség tagjaival, valamint a tiszteleti tagokkal folytatott előzetes megbeszéléseket. Ez alapján javasolta, hogy Szakosztályvezetőség értsen egyet Várhelyi Rezső, Zorkoczi Samu éremre való felterjesztésével. Vezetőség javaslattal egyetértett és megbízta Török Frigyest, hogy a javaslatot szakosztály érembizottsági tagjával együtt készítse el, és a következő vezetőségi ülésen terjessze elő jóváhagyásra.

Török Frigyes alelnök javasolta, hogy a márciusi vezetőségi ülést az eredetileg tervezett Fehérvár helyett Ajkán tartsák meg. Ennek oka, hogy Fehérváron ősz folyamán a helyi csoport 25 éves megalakulási jubileum alkalmával célszerű a kibővített vezetőségi ülést tartani. Javaslatot a vezetőség elfogadta, megbízta Várhelyi Rezsőt, egyeztesse Ajkával a vezetőségi ülés időpontját.

Török Frigyes tájékoztatót adott a székesfehérvári helyi csoport 25 éves jubileumi ünnepségének tervezett programjáról. Vezetőség a tájékoztatót elfogadta. Megbízta Török Frigyest a rendezvénnyel kapcsolatos tevékenységek szakosztályi megbízottként való koordinálásával.

Török Frigyes tájékoztatót adott a *VI. Hidegalakítási Konferencia* szervezésével kapcsolatos jelenlegi helyzetről. Vezetőség a beszámolót tudomásul vette, és megbízta Török Frigyest a további teendők végzésével.

Vezetőség a Készáru Szakcsoport budapesti székhellyel való működtetésére vonatkozó előterjesztést elfogadta. Egyetértett azzal, hogy a szakcsoport elnöki tisztjére *Máhig László* és titkári tisztjére *Arató László* tagtársak kapjanak megbízást.

Határozatot hozott, hogy a következő elnökségi ülésig írásos előterjesztést kell készíteni az Elnökség részére a szakcsoport székhelyváltoztatása, valamint a hódmezővásárhelyi és balassagyarmati helyi csoportok megalakulása engedélyezése érdekében.

Várhelyi Rezső tájékoztatást adott Elnökünknek és Főtitkárunknak a szakosztályi elnökökkel folytatott megbeszélésén elhangzottakról. Ezzel kapcsolatban *Dr. Ádám János* megbízást kapott a környezetvédelmi konferencia rendezési bizottságában a szakosztály képviseletére.

Az elnök beszámolt *dr. Dózsa Lajos* vezérigazgatónál tett látogatásáról.

A fémkohászati Szakosztály 1980. március 12-én az *Ajkai Helyi Csoportnál* tartotta meg Vezetőségi Ülését Várhelyi Rezső elnökletével, amelyen az alábbiakkal foglalkozott.

Az Ajkai Helyi Csoport 1979. évi munkájáról *Pais Zoltán* adott tájékoztatást és ismertette az idei munkatervet. Ajkán jelenleg a timföldgyártási és alumíniumkohászati tevékenység mellett erőteljesen fejlődik az alumíniumöntészet. Az üzem az 1980-ban beinduló 2700 t/év kapacitású nyomásos öntödével a hazai könnyűfém-öntészet egyik fellegvára lesz. Célszerű megvizsgálni egy öntészeti csoport létesítésének lehetőségét az Ajkai Helyi Csoport keretén belül.

A szakosztály elnök megköszönte a Helyi Csoport beszámolóját. A Szakosztály vezetősége Ajkát az élenjáró csoportok közé sorolja és mindig számíthat jó munkájára.

A Szakosztály vezetősége megvitatta a Kohászati Lapokban megjelenő nívódíj pályázati felhívást és azt módosításokkal elfogadta. A Helyi Csoport vezetőségének javaslata alapján a Fémkohászati Szakosztály *Baksa Györgyöt* delegálja a Kohászati Lapok Szerkesztő Bizottságába.

A szakosztályelnök ismertette a Készáru Szakcsoport alakításával kapcsolatos elnökségi tájékoztatót.

A szakosztály elnök tájékoztatta a vezetőséget a tisztújítással kapcsolatos feladatokról. Az Elnökség április 16-án adja meg az ütemterv keretet. Ezután *Török Frigyes, Dr. Laboda Sándor* és *Szalai Jenő* meglátogatja az összes Helyi Csoportot és egyeztetik a Fémkohászati Szakosztályon belül a tisztújítás menetrendjét.

A Vezetőség jóváhagyta, hogy a Fémkohászati Szakosztály Várhelyi Rezsőt javasolja az OMBKE közgyűlésen átadásra kerülő Zorkoczi Samu emlékéremmel való kitüntetésre.

Nádas István ismertette a Fémkohászati Szakosztály 1980. évi költségvetés tervezetét. A vezetőség megbízta Nádas Istvánt, hogy vizsgálja meg a pénzügyi egyensúly megteremtésének lehetőségeit és a júniusi vezetőségi ülésen számoljon be a vizsgálat eredményéről.

A szakosztály elnök beszámolt a munkaterv teljesítéséről, amit a vezetőség tudomásul vett.

A Fémkohászati Szakosztály *Romwalter Alfrédet* delegálta összekötőnek az Oktatási Bizottságba.

1980-ban lesz a Fémkohászattani Tanszék önállóvá válásána 110 éves évfordulója. Az Egyetemi Csoporttal közösen szeptember 5-én a Fémkohászati Szakosztály vezetőségi ülést tart Miskolcon a Tanszéken, amelyre meghívja a Szak és Helyi Csoportok vezetőit. A forgatókönyvet *Török Frigyes* alelnök és *Dr. Horváth Zoltán* állítja össze.

Az eseménynaptár összeállításához a Helyi Csoportoktól meg kell kérni, hogy mikor tartják rendezvényeiket. Az ezzel kapcsolatos feladatokat Török Frigyes alelnök végzi.

Az elnök tájékoztatja a vezetőséget, hogy az OMBKE idei közgyűlését május 22-én tartja Tatabányán.

Molnár István beszámolt az OMBKE Ifjúsági Bizottságának munkájáról. A II. Ifjúsági Szakmai Kirándulást, kb. 35 fő részvételével az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóba tervezik, 2 naposra. Ehhez a vállalatvezetés és a Helyi Csoport engedélyét, illetve segítségét kérik.

Dr. Ádám János tájékoztatást adott az OMBKE Környezetvédelmi Bizottsága által tervezett I. Környezetvédelmi Konferencia előkészítési munkáiról.

Arató László beszámolt az OMBKE Alapszabály Bizottságának munkájáról és feladatairól. Ismertette az Ügyrendi Bizottság célkitűzéseit.

A Szakosztály Vezetősége megtekintette az épülő APC öntödét és az Alkotó Ifjúság pályázatra beérkezett pálymunkákból, a Művelődési Házban rendezett kiállítást. A vezetőség nevében Várhelyi Rezső elnök mondott köszönetet a Helyi Csoportnak a baráti vendéglátásért. (GY)

Ezévi nagyrendezvények:

VI. Országos Kohászati Hidegalakító Konferencia Székesfehérvárott október 7—9.

Az ICSOBA MB XI. Teljes Ülése Budapesten október 30—31.

A Fémkohászati Szakosztály 1980. évi munkaterve

A Szakosztály munkatervét — a cselekvési programnak megfelelően — a kiemelten kezelt anyag és energiatakarékossági, a munkatermelékenységet növelő tevékenységek köré csoportosítja. A kiemelt kormány és központi programok célkitűzéseihez kapcsolódva — sokoldalú társadalmi tevékenységgel — azok gyorsabb, hatékonyabb megvalósítását segíti elő.

Szakosztályi ülések

A Szakosztály vezetősége 1980-ban is havonta tart ülést. A szakcsoportok és helyi csoportok vezetőségével kibővített ülést kéthavonként rendez. Az 1980. évben fontos feladatának tekinti a Szakosztály az 1981-es tisztújító közgyűlés gondos előkészítését.

Nagyrendezvény

VI. Országos Hidegalakító Konferencia, Székesfehérvár, Technika Háza (A Vaskohászati Szakosztállyal közösen).

Kerekasztal megbeszélések

Az alábbi témákban tervez a Szakosztály kerekasztal megbeszéléseket:

— Környezetvédelem a fémkohászatban.
— Hatékonyság növelése, gazdaságos termelés.
— Importanyag felhasználás csökkentésének lehetőségei.
— Rézkohászatunk helyzete, fejlődésének iránya.
— Hulladékok feldolgozása és hasznosítása.
— Használt ólomakkumulátorok feldolgozása, tekintettel a gazdaságosságra és a környezetvédelemre.
— Alumíniumkohók környezeti ártalmának kiküszöbölési lehetőségei.
— A magas SiO_2 tartalmú bauxitok gazdaságos feldolgozásának lehetőségei.
— Mikroötvözésű alapanyagok.

Külföldi kapcsolatok

Tanulmányutak:

Finnország
Német Demokratikus Köztársaság
Lengyel Népköztársaság
Csehszlovák Szocialista Köztársaság
Bolgár Népköztársaság
Román Szocialista Köztársaság
Szovjetunió

Tanulmányút cserealapon

Lengyel Népköztársaság
Német Demokratikus Köztársaság

A szakcsoportok munkaterve

A szakcsoportok munkaterve magában foglalja a helyi csoportok műszaki és társadalmi programját.

Timföldgyártási szakcsoport
Vezetőségi ülések

Vezetőségi üléseket 2 hónaponként tartja a csoport az alábbi témákban:

— Az 1979 évi munka értékelése.
— Műszaki továbbképzés és műszaki fejlesztés kérdései.
— A második féléves program pontosítása.
— Az első félévi tevékenység értékelése.
— A következő évi program összeállítása.
— A második félévi munka értékelése.

Rendezvény

Timföldgyártási Szakmai Nap. Ajka. Az ICSOBA MB-vel közös rendezésben.

Szakmai előadások

Ajkán időszerű szakmai témákból az I. II. és IV. negyedévben 2—2 előadás.
Almásfüzitőn kéthavonként tematika szerint tartanak előadást.
Mosonmagyaróváron havonta szerveznek előadást tematika szerint.
A szakcsoport negyedévenként rendez szakmai előadásokat a kiemelt témákban.

Társadalmi rendezvény

A szakmai előadások után klubdélután tartását tervezik.
Belföldi tanulmányút
Tematika szerinti tanulmányutak szervezése NIM és KGM vállalatokhoz.

Egyéb

Nyelvtanfolyamok indítása a helyi csoportoknál.

Alumíniumkohászati szakcsoport
Vezetőségi ülések

Vezetőségi üléseket 2 hónaponként tartja a csoport az alábbi témákban:

— Az elmúlt időszak munkájának értékelése.
— Időszerű szakmai előadások témáinak kijelölése.
— A következő év munkaprogramjának elkészítése.

Rendezvény

Alumíniumkohászati Nap, Tatabánya. Az ICSOBA MB-vel közös rendezésben.

Szakmai előadások

Ajkán időszerű műszaki-gazdasági kérdésekkel foglalkozó 2—2 előadást terveznek negyedévenként.
Inotán negyedévenként terveznek előadásokat, amelyen alkalmanként 4—5 fiatal szakember tart rövid beszámolót.
Tatabányán negyedévenként terveznek 1—1 előadást.

Társadalmi rendezvények

A rendezvény, illetve szakmai előadások után szakestély, illetve klubdélután, baráti találkozók szervezése.

Belföldi tanulmányút

Tematika szerinti tanulmányutak szervezése NIM és KGM vállalatokhoz.

Egyéb

Nyelvtanfolyamok indítása a vidéki helyi csoportoknál.

Félgyártmány gyártási szakcsoport
Vezetőségi ülések

Vezetőségi ülést havonta terveznek az alábbiak megvitatására:

— Az elmúlt időszak munkájának értékelése.
— Időszerű szakmai előadások témáinak kijelölése.
— Jubileumi csoportgyűlés megszervezése
— A konferencia szervezésével kapcsolatos feladatok tisztázása.

Rendezvény

A VI. Országos Hidegalakító Konferencia. Székesfehérvár, Technika Háza, 1980. október 7—9.

Szakmai előadások

— Az alumíniumfélgyártmány-gyártás központi fejlesztési elképzelései.
— Alumíniumfelhasználás várható alakulása.
— A bázisvállalatok szakmai kérdéseivel foglalkozó ismertető, vitaindító előadások tartása.

Társadalmi rendezvények

Nyugdíjasok, egyetemisták fogadása.
Élménybeszámolók külföldi tanulmányutakról.
Alkotó Ifjúság pályázati, kiállítási munkákban való részvétel.
Szakma Ifjú Mestere mozgalom szervezése.

Külföldi tanulmányút

Turisztikai programmal kiegészített tanulmányút, egy olaszországi alumíniumfélgyártmány üzem megtekintése.

Belföldi tanulmányút

Üzemlátogatás a Csepel Művek Fémművében.
BNV megtekintése.
Üzemlátogatás az Ajkai Timföldgyárban.

Egyéb

A helyi csoport, az OMBKE, a bázisvállalat és az iparág tárgyi emlékeinek gyűjtése, hagyományok ápolása.
Szakcikkek megjelentetésének biztosítása.
Rendszeres híranyag megjelentetése a csoport életéről.
Szakmai kíséret biztosítása vállalathoz látogató szakmai csoportoknak.
Hagyományos társas összejövetel (Mikulás est) szervezése.

Készáru szakcsoport

Vezetőségi ülést negyedévenként tart a szakcsoport.

Szakmai előadások

Az alábbi szakmai előadások megtartását tervezik:
— A képlékeny alakítás szerszámainak kialakítása.
— Automatizálás az alumíniumedények gyártásánál.
— Az alumínium felületkezelés helyzete hazánkban.
— Az alumínium csiszolása, festése.
— Alumíniumhegesztés.
— Pigmental új színezési eljárása.

Társadalmi rendezvények

A szakmai előadások után klubdélutánt szerveznek.

Külföldi tanulmányút

Csehszlovák alumíniumfeldolgozó üzemek meglátogatása önköltséges alapon.

Belföldi tanulmányutak

Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem két tanszékének meglátogatása.
A környék nevezetességeinek megtekintése.

Színesfémkohászati szakcsoport — csepeli helyi csoport
Vezetőségi ülések

Negyedévenként tervezik a vezetőségi ülések megtartását az alábbi témákban:
— Munkatervi feladatok értékelése
— Jövőbeni feladatok meghatározása
— Időszerű kérdések megbeszélése

Rendezvények

Az NSZK-beli Chesterton cég előadása, termékbemutatója Korszerű karbantartó anyagok, címen.
Az NSZK-beli Contilack cég előadása az Elektrotechnikai acélszalagok szigetelő lakkozása címen.

Szakmai előadások

Szakmai előadások tartását az alábbi tárgykörökből tervezik:
— Másodlagos újrakristályosodás a fémötvözetekben
— Korszerű fémkohászati berendezések és technológiák
— A folyamatos fémöntés problémái
— Mikroötvözés
— Szalagöntés
— Huzalgyártás rákristályosítással

Kerekasztal megbeszélések

Kerekasztal megbeszélést az alábbi témákban tervez a csoport:
— Rézkohászatunk helyzete, fejlődésének iránya.
— Környezetvédelem a a fémkohászatban.
— Hulladékok feldolgozása, hasznosítása.
— Használt akkumulátorhulladékok feldolgozása, tekintettel a gazdaságosságra és a környezetvédelemre.

Társadalmi rendezvények

Alkotó Ifjúság Pályázat, Szakma Ifjú Mestere mozgalom támogatása. Klubdélután szervezése.

Belföldi tanulmányút

A recski mélyműveléses bánya megtekintése.
Látogatás a KÖFÉM-ben.

Ritkafém szakcsoport
Vezetőségi ülések

Negyedévenként a munkatervnek megfelelő és a szakcsoport életével kapcsolatos kérdésekkel foglalkozó témákban.

Szakmai előadások

A szakcsoport az alábbi témákról tervez előadásokat:
— Nagy tisztaságú fémek előállítása
— Ritkafémek gazdaságos kohósítása
— Mikroötvözés hatása a fémek tulajdonságaira

(GY)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

A világ *molibdéntermelése* évi 85 ezer tonna körül van, aminek kétharmadát az USA termeli. Fejlődik Chile molibdéntermelése és 1979-ben évi 12 500 tonnánál tart. A következő évek fejlődését a világ molibdénkeresletének alakulásában 3,5—6,5% közt becsülik.

Metall, 1979 nov.

Az osztrák Metallwerke Ranshofen-Berndorf fokozza kohászati berendezések exportját. *Ecuadorba* tárcsagyártó berendezés szállítására kötött szerződést, tárgyalásokat folytat hasonló szállításra más országokban is. 10 000 tonnás hengerművet szállít *Kenyába* és a szükséges technológiát is nyújtja a berendezéshez.

Metall, 1980 márc.

K. J.

Az Oppenheimer & Co. Inc. New Yorkban székelő cég közlése szerint a tőkés világ tervezett *kohóalumínium kapacitását* az alábbi összeállítás szemlélteti:

Év	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Észak-Amerika	5 919	6 067	6 258	6 313	6 369	6 369
Latin-Amerika	1 065	854	939	1 107	1 476	1 556
Európa	3 882	3 998	4 211	4 381	4 381	4 381
Afrika	439	505	518	531	531	566
Dél-Ázsia	595	725	854	929	1 214	1 256
Kelet-Ázsia	1 649	1 673	1 675	1 675	1 675	1 675
Óceánia	432	432	512	664	1 126	1 448
Világ	13 770	14 939	15 093	15 600	16 772	17 351
Évi növekm. %	1,8	6,3	4,7	4,3	5,5	5,4

Metal, 1979 dec.

СОДЕРЖАНИЕ

Баландин, Г. Ф.: **Состояние и перспективы математической теории формирования отливки** .. С 145

Автором пересмотрены математические зависимости, выработанные для описания кристаллизацин отливок, и новые направления, приближающие к решению задач. Характеризуются теоретические и экспериментальные работы, которые необходимо произвести в ближайшее будущее.

Вёрёш-Фараго, Э.: **О некоторых проблемах модифицирования синтетического чугуна для отливок** ..... С 151

На качество синтетического чугуна, полученного в электрических печах (или вагранка-электрическая печь дуплекс процессом) из отходов, значительно влияет модифицирование, которое при определенных условиях эффективнее, чем модифицирование обыкновенного ваграночного чугуна.

Пилишши, Л.: **Поло ение и перспективы отечественно литья под давлением** ..... С 156

В Венгрии изготовляется ежегодно примерно 25 тысяч тонн отливок из алюминия, а доля литья под давлением составляет всего 20%. Автором подробно излагаются вопросы настоящего положения и состояния машин для литья под давлением, направления развития и положение исследовательской деятельности в этой области

Бузански, А.—Дёрёк, Д.: **Осуществление производства высокопрочного чугуна на Чепельском чугуно- и сталеитейном заводе** ..... С 160

С целью удовлетворения возрастающих требований потребителей Чепельский чугуно- и сталелитейный завод купил лицензию «Михенайта» для плавки чугуна. С помощью этого метода изготовляются, главным образом, отливки для станкостроения и сталеразливочные изложницы.

INHALT

Balandin, G. F.: **Ergebnisse und Perspektiven der mathematischen Theorie des Zustandekommens der Gußstücke** ..... S 145

Der Verfasser gibt eine Übersicht der mathematischen Methoden, die zur Beschreibung des Kristallisierens der Gußstücke ausgearbeitet wurden und schildert diejenigen neuen Richtungen, die zur Annäherung der Aufgabe gerichtet sind. Zuletzt werden die noch zu vollendenden theoretischen und experimentellen Arbeiten beschrieben.

Vörösné Faragó, E.: **Über einige Probleme des Modifizierens von synthetischem Gusseisen** ..... S 151

Auf die Qualität des synthetischen Gußeisens geschmolzen aus Schrott im Elektroofen (bzw. im Duplexverfahren Kupolofen-Elektroofen) — bringt das Modifizieren eine entscheidende Wirkung hervor, welches unter günstigen Umständen viel erfolgreicher ist, als beim Schmelzen von Kupoleisen, welches das Modifizieren viel weniger verlangt.

Pilissy, L.: **Die Lage und Entwicklung der ungarischen Druckgussherstellung** ..... S 156

In Ungarn werden jährlich 25 000 Tonnen Aluminiumguss hergestellt, aber nur ungefähr 20% dieser Menge ist Druckguss. Der Verfasser informiert ausführlich über den Maschinenpark, die bestehende Probleme, die Entwicklungstendenzen und die Lage der Forschung in den ungarischen Druckgiessereien.

Buzánszky, A.—Györök, Gy.: **Die Herstellung von hochwertigem Gusseisen mit Lamellengraphit, bzw. Kugelgraphit in Csepel** ..... S 160

Die Csepeler Eisen- und Stahlgiesserei (Csepel Művek Vas- és Acélöntödéje) hat das Lizenz des Meehanite-Verfahrens erworben, um den immer höheren Forderungen der Gussverbraucher zu befriedigen. Dadurch wird in erster Linie die Qualität von Werkzeugmaschinenguss und Stahlwerkskokillen verbessert.

CONTENTS

Balandin, G. F.: **Results and outlooks in the field of the mathematical theory of the shaping of casings** ..... P 145

The author offers a brief survey of the mathematical relations being elaborated to describe the crystallisation of castings and informs on the new tendencies, which are directed towards the mentioned task. Finally the theoretical and experimental works to be carried out are outlined.

Vörösné Faragó, E: **Some problens of the modification of synthetic cast iron** ..... P 151

Modification has a decisive effect on the quality of synthetic cast iron melted in an electric furnace (respectively by duplexing in a cupola and in an electric furnace). This modification is under favourable circumstances far more successful, as that of cast iron molten in a cupola furnace. This needs otherwise the modification less.

Pilissy, L.: **The situation and development of Hungarian pressure die casting works** ..... P 156

In Hungary 25.000 metric tons of aluminium castings are produced yearly. Only 20% of this are pressure die castings. The author gives information on the equipment park, the problems, the development efforts and the research situation in the Hungarian pressure die casting works.

Buzánszky, A.—Györök, Gy.: **The establishment of the production of high duty grey and spheroidal cast iron in Csepel** ..... P 160

The Csepel Iron and Steel Foundries (Csepel Művek Vas- és Acélöntödéje) bought the license of the Meehanite process in order to meet the growing and growing requirements of casting consumers. The main aim is to improve the quality of machine-tool castings and ingot moulds.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. AUGUSZTUS HÓ 8

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

GÖNCZI PÁL: A kohókoksz minőségének hatása a nyersvasgyártásban ... 333

THERNESZ LAJOS: A kohókoksz tulajdonságai ... 339

MARCZIS LÁSZLÓ—BOROSSAY BÉLA: Mennyiségi vegyelemzés scanning elektronmikroszkópban keltett karakterisztikus röntgensugárzás alapján ... 344

RÉTI TAMÁS: Digitális mikroszkópos szövetképek modellezése és kvantitatív jellemzése ... 351

HORVÁTH TAMÁS: Új utak keresése a szúrásterv készítésére reverzáló hideg-szélessorokon ... 358

Egyesületi hírek, Köszöntés *Lántzky József* 70 éves ... 350

A Kohómérnöki Kar hírei ... 364

Egyesületi hírek ... 365

Műszaki és gazdasági hírek ... 366

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN—DR. CZEKE ARISZTID: Szulfidos rézércek pirometallurgiájának fejlődése az utóbbi években ... 368

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek ... 378

Szakosztályi hírek ... 379

Folyóiratszemle ... 379

ÖNTÖDE

HAVASI LÁSZLÓ—LENGYEL KÁROLY—DR. MACHER FRIGYES: Szekunder levegős kupolókemencék üzemeltetésével szerzett kezdeti tapasztalatok ... 169

Szakosztályi hírek ... 173

BOKOR FERENC—SZEKERES JÁNOS—ZÁBRÁK KÁROLY: Hidegen szilárduló, műgyantakötésű formázókeverékek kötési jellemzőinek vizsgálata a váltakozó áramú vezetés mérésével ... 174

KOVÁCS LÁSZLÓ: Karbonfelvétel a kupolókemencében ... 177

SZTANKAY GYÖRGY: Nyomásos alumínium öntvények beömlőrendszerének méretezése ... 181

Egyetemi hírek ... 185

Folyóiratszemle ... 186

Műszaki és gazdasági hírek ... 188

Hazai hírek ... 192

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 8. 1405. Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v. Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalban, és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155 | HU ISSN 0005—5670

СОДЕРЖАНИЕ

Гёнци, П.: **Влияние качества доменного кокса на производство чугуна** ..... С 333

Статъя подробно анализирует различные физические, химические и гранулометрические свойства доменного кокса, их влияние на доменный процесс. Автор говорит, что в интересах равномерности доменного процесса и постоянства состава чугуна надо осуществить твердые технологические условия подготовки угля и производства кокса.

Тернес, Л.: **Свойства доменного кокса** ..... С 339

Физические свойства доменного кокса, их характеристики. Привычные лабораторные анализы. Новейшие методы анализа и их результаты у доменного кокса, изготовленного в ДВ.

Марциш, Л.—Борошшаи, Б.: **Количественный химанализ на основе возбужденного в SEM характеристического рентгеновского излучения** ... С 344

Наиболее важные моменты квантитативного микроанализа. Физические основы происхождения характеристического рентгеновского излучения. Принцип коррекций использованных при количественном анализе.

Рети, Т.: **Моделирование и квантитативная характеристика цифровых микроскопных структурных картин** ..... С 351

Имитация на ЭВМ двухтонных цифровых структурных картин способом, основанным на модели Марковской решетки. Геометрико-топологические характеристики, применимые для морфологического описания картины можно привести в зависимость с механико-технологическими свойствами.

Хорват, Т.: **Новые направления в области разработки плана пропусков на реверсивных холодных плющильных станах** ..... С 358

Определение плана проходов потребует длительных, повторяющихся расчетов. Для разработки плана пропусков холодной прокатки необходимо иметь алгоритм на ЭВМ. Общий язык калибровщика и програмиста.

Хорват, З.—Цеке, А.: **Развитие пирометаллургии сульфидных медных руд за последние годы** .. С 368

Пересмотр осуществленных в промышленности огневых методов. Сравнение способов Outokumpu, Noranda, Mitshubishi и INCO, KIVCET, TBRC. Еще нет достаточного заводского опыта для точного анализа этих способов. Можно надеяться на то, что в последующие годы будут строиться высокопроизводительные, непрерывно работающие заводы в области медной металлургии, при подходящих издержек производства и отвечающие требованиям охраны природной среды.

CONTENTS

Gönczi, P.: **The effect of coke quality upon the production of pig iron** ..... P 333

In this study the different chemical, physical and granulometric properties of coke are dealt with in detail, concerning their effect upon the production of pig iron. It is concluded, that in order to have a uniform run of the blast furnace and a constant composition of the pig iron it is necessary to create stabile technological conditions in coal preparation and coke production.

Thernesz, L.: **On properties of blast furnace coke** P 339

The physical properties of blast furnace coke and their characteristics. The usual laboratory tests. Newer methods of testing and their results obtained with coke produced in Dunai Vasmű.

Marczis L.—Borossay B.: **Quantitative analysis by means of the characteristic X-rays generated in SEM** ..... P 344

The most essential particulars of the quantitative micro-analysis. The physical basis of the generation of characteristic X-rays. Detection of the radiation. Principles of the corrections usual in quantitative analysis.

Réti T.: **Modelling digitalised micrographs and their quantitative characterizing** ..... P 351

Computerized simulation of digitalized micrographs showing two tints by the so called Markov lattice model. The geometric-topologic data used to describe the morphological features of the graph can be brought into connection with the mechanical-technological properties.

Horváth T.: **New ways to prepare a plan of reduction on reversing rolling trains** ..... P 358

To prepare a plan of reductions lengthy, tedious and repeated calculations are needed. The computer algorithm necessary to prepare a plan of reductions in cold rolling. Developing a common language for the roller preparing the plan of reductions and for the matemathician working on the programme.

Horváth, Z.—Czeke, A.: **Development of the pyrometallurgy of sulphidic copper ores in the late years** ..... P 368

Among the industrially realised pyrometallurgical processes the Outokumpu, Noranda, Mitsubishi, INCO, KIVCET and TBRC are treated and compared with one another. At present is the sufficient industrial experience required for the exact evaluation of the results missing.

INHALT

Gönczi, P.: **Die Wirkung der Hüttenkoksqualität auf die Roheisenerzeugung** ..... S 333

Die physikalischen, chemischen und granulometrischen Eigenschaften des Hüttenkokses und die Wirkung dieser Eigenschaften auf die Verhüttung. Im Interesse der Gleichmässigkeit des Hochofenganges und der Beständigkeit der Zusammensetzung des Roheisens müssen die stabilen Voraussetzungen der Kohleaufbereitung und der Kokserzeugung sichergestellt werden.

Thernesz, L.: **Die Eigenschaften des Hochofenkokses** ..... S 339

Die physikalischen Eigenschaften und Kennzeichen des Hüttenkokses. Die angewendeten Laboratoriums-Untersuchungen. Neuere Prüfmethoden und ihre Ergebnisse im Kokereibetrieb des Donau-Eisenwerkes.

Marczis, L.—Borossay, B.: **Quantitative chemische Analyse aufgrund der kennzeichnenden Röntgenstrahlung** ..... S 344

Die wichtigsten Momente der quantitativen Mikroanalyse. Die physikalischen Grundlagen der Entstehung von kennzeichnender Röntgenstrahlung. Das Prinzip der Korrektion bei der quantitativen Analyse.

Réti, T.: **Das Modellieren und die quantitative Kennzeichnung der digitalen mikroskopischen Gefügebilder** ..... S 351

Simulation mit Rechnern der digitalen zweitonigen Gefügebilder aufgrund des Markov'seren Gitter-Modells. Die für die morphologische Beschreibung des Bildes angewendeten geometrisch-topologischen Kennzeichen stehen im Zusammenhang mit den mechanisch-technologischen Eigenschaften.

Horváth, T.: **Neue Wege der Anfertigung von Stichplänen für Reversier-Kaltbandstrassen** ..... S 358

Die Anfertigung von Stichplänen ist langwierig und bedarf sich wiederholende Berechnungen. Ein Algorithmus zur Anfertigung von Stichplänen für die Kaltwalzung mit einem Rechner. Die gemeinsame Sprache des Kalibreurs und des programmierenden Mathematikers.

Horváth, Z.—Czeke, A.: **Die Entwicklung der Pyrometallurgie von sulfidischen Kupfererzen in den letzten Jahren** ..... S 368

Von den industriemässig realisierten pyrometallurgischen Verfahren werden Outokumpu, Noranda, Mitsubishi, INCO, KIVCET und TBRC besprochen und miteinander verglichen. Zur Zeit fehlt noch die ausreichende Betriebserfahrung zur exakten Analyse der Ergebnisse.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, KOLOSY ERNŐ, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 8. szám 1980. augusztus

A kohókoksz minőségének hatása a nyersvasgyártásban

GÖNCZI PÁL okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK: 669.162.16

A tanulmány részletesen elemzi a kohókoksz különböző fizikai, kémiai és granulometriai tulajdonságait, azoknak a kohósításra gyakorolt hatását. Megállapítja, hogy a kohójárat egyenletessége, a nyersvasösszetétel állandósága érdekében a szénelőkészítés és a kokszgyártás stabil technológiai feltételeit is meg kell teremteni.

A kohókoksz minőségének jelentőségét az a szerep határozza meg, amelyet betölt a nagyolvasztóban.

A kohókoksz

— hőt fejleszt a nyersvas és a salak megolvasztásához,
— redukciót végez, illetve redukáló gázt fejleszt,
— karbonizálja a nyersvasat,
— tartja az anyagoszlopot; fenntartja az anyagoszlop gázáteresztő képességét, biztosítja a nyersvas és a salak lefolyását a nagyolvasztóban, valamint kifolyását a medencéből.

A koksz, a megjelölt feladatok miatt, a nagyolvasztói betétnek igen fontos alkotórésze. A fontosságát csak növeli, hogy utóbb említett feladatát más anyag nem töltheti be. A nagyolvasztó felső részében a betét összetevőivel együtt meghatározza a gázáteresztőképességet, viszont a nagyolvasztó alsó részében egyedül a koksz marad meg szilárd anyagnak, hogy biztosítsa a folyékony nyersvas és salak lefolyását és a redukáló gáz ellenkező irányú áramlását.

A koksz fizikai és kémiai tulajdonságai döntően befolyásolják a kohósítás metallurgiáját. A nyersvasgyártásban alapvetően az ércbetét előkészítése — a bázikus zsugorítmány bevezetése, a nyers mészkő kizárása a nagyolvasztói betétből, a kis portartalmú zsugorítmány gyártása, a zsugorítmány kémiai összetételében a nagy eltérések korlátozása a darabosítói betét homogenizálásával — tette lehetővé egyrészről a kokszfelhasználás csökkentését. Azonban ennek eredményeként is nőttek a követelmények a koksszal szemben. A jó gázáramlási feltételek biztosítása az ércbetét kívánt minőségén túl a kokszminőség kérdése is. A koksz a nagyolvasztó anyagoszlopában nagy nyomásnak, ütődésnek van kitéve; ugyanakkor a szilárd és gáznemű anyagokkal bensően kell érintkeznie, vagyis meghatározott fizikai és kémiai tulajdonságokkal kell rendelkeznie. A koksznak az adagolás pillanatától viszonylag érintetlenül, fizikai tulajdonságának megtartásával kell eljutnia a fúvóövig, ellentétben az ércbetét alkotóival.

A kohókoksz tulajdonságai

A nagyolvasztókoksz tulajdonságait a következők szerint szokás csoportosítani:

— a nagyolvasztókoksz kémiai összetétele (karbon-, hamu-, nedvesség-, kén-, illó- stb. tartalom),
— a nagyolvasztókoksz égőképessége és reakcióképessége,
— a nagyolvasztókoksz fizikai tulajdonságai (porozitás, darabnagyság és szemnagyság eloszlás, szilárdság, melegszilárdság, kopásállóság, morzsalékonyság).

A kohókoksz tulajdonságait a nyers szenek alaptulajdonságai, a technológiai berendezések és a gyártástechnológia határozza meg. A gyakorlatban a koksz minőségének nagyon széles skálájával találkozunk, amelyeknek mint kohókoksznak a megítélése és alkalmassága is a nagyolvasztó számára igen eltérő. Szemléletből, meghatározási nehézségekből, nem utolsó sorban gazdasági megfontolásokból a felsorolt jellemzőknek csak egy része kerül rendszeresen meghatározásra. A mért jellemzők egy része is olyan időtartamra vonatkozik, amelynek átlag értéke már nem jellemző a tulajdonság dinamikájára.

A Dunai Vasműben gyártott nagyolvasztókoksz vizsgálatakor meghatározzák

— négyóránként (átlag mintából) a koksz dobszilárdságát, morzsalékonyságát, nedvességtartalmát, valamint a 60 mm feletti szemcsék részarányát,
— nyolcóránként (átlag mintából) a koksz hamukén és illótartalmát,
— esetenként, célvizsgálat során, a koksz teljes szemcseeloszlását.

Az elkövetkezőkben a gyakorlatban meghatározott és a mindennapok során használt jellemzőkkel kívánom a kokszminőség hatását érzékeltetni a nyersvasgyártásra.

A koksz nedvességtartalmának hatása

A kohókoksz nedvességtartalma, a vízzel történő kokszolás, illetve a vízzel történő lehűtés következménye. A Dunai Vasműben 1979. január hónapban gyártott kohókoksz nedvességtartalmára vonatkozó négyórási átlagadatok eloszlását az *1. ábra* mutatja. Az egymást követő minták közötti legnagyobb eltérés 1,8% nedvességtartalom.

A 2—4,5% koksz-nedvességtartalom elpárologtatható a torokban levő felesleges hővel. Azonban a „száraz kokszmennyiség = állandó" kritérium, korreckció nélkül nem biztosítható, mivel nedves koksztömeget mérünk be, ingadozó lesz a bevitt száraz kokszmennyiség, illetve a koksszal bevitt karbonmennyiség. Végeredményben ingadozni fog a nyersvas összetétele és nőni fog a kokszfelhasználás, valamint csökkenni fog a termelés.

Irodalmi adatok szerint — igen egyértelműen — a koksznedvességtartalom ±1%-kal való megváltozása a kokszfogyasztás ±1%-os változását vonja maga után. Ennek elfogadásával, számításaim szerint 1,8% koksznedvességtartalom-változás 0,15%, vagy annál nagyobb nyersvas Si-tartalom ingadozást eredményezhet, ha a változást csak Si-tartalom változásra vezetem vissza. A pillanatnyi koksz-nedvességtartalom értékei nagyobb eltérést mutathatnak, ezért a közölt adatoknál kedvezőtlenebb a helyzet.

Az ingadozó nedvességtartalom kedvezőtlen hatásának kiküszöbölésére, megfelelő pontosságú kokszadagolás esetén, meg kell oldani a nedvességtartalom alapján a szkipnyi kokszmennyiség korrekcióját, hogy a kohóba adagolt száraz kokszmennyiség ne változzon. Ezzel is egyenletesebbé tehető a nyersvas kémiai összetétele.

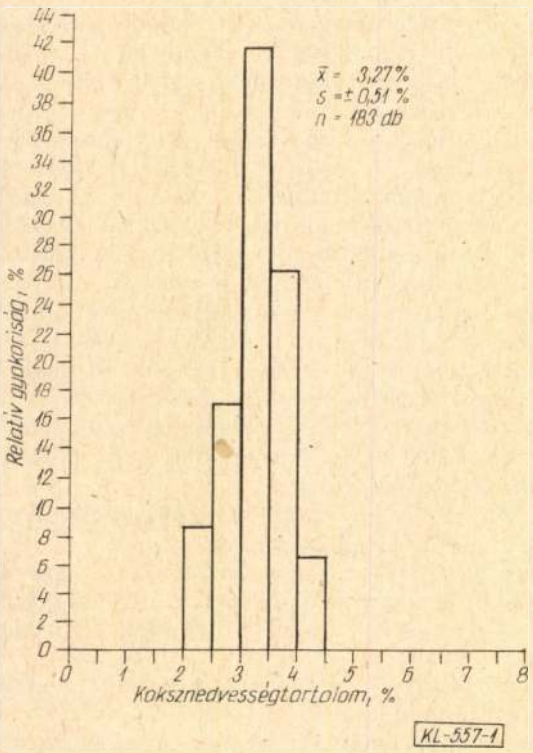
A koksz hamutartalmának hatása

A kohókoksz hamutartalmának nagyságát a kokszolásra kerülő szenek hamutartalma, a szenek dúsíthatósága, illetve moshatósága, a szénelőkészítés technológiája, nem utolsó sorban a gazdaságosság határozzák meg. A kohókoksz hamutartalmának az ingadozását viszont a kokszolandó szenek hamutartalmának az egyenletessége, a szénelőkészítés (mosás, átlagosítás stb.) és a kokszolandó elegy összeállításának, valamint további előkészítésének a technológiája határozzák meg.

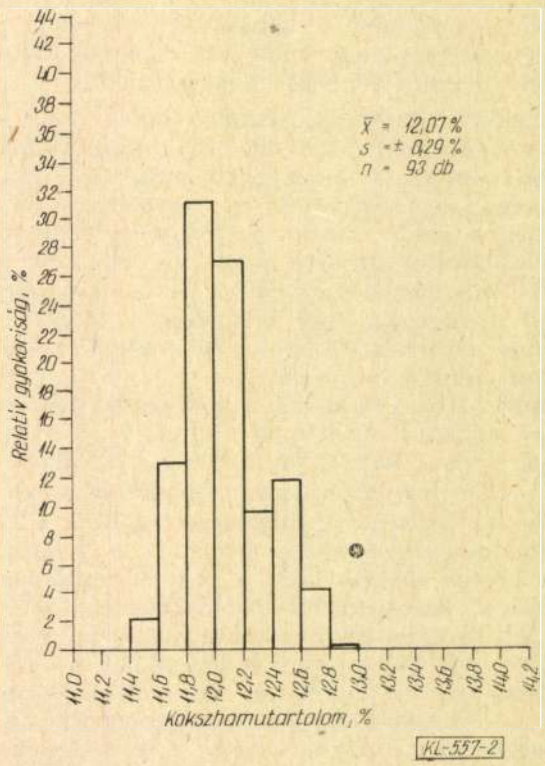
A Dunai Vasműben 1979. január hónapban gyártott kohókoksz hamutartalmára vonatkozó nyolcórási átlag-adatok eloszlását a *2. ábra* mutatja. Az egymást követő nyolcóránkénti átlagminták közötti legnagyobb eltérés 0,7% kokszhamutartalom.

A koksz hamutartalmának káros hatása a kokszszükségletre közismert. A kokszhamut döntően savas oxidok alkotják, ezért mészkőadagolásra van szükség, aminek több salak, végeredményben nagyobb kokszfelhasználás a következménye. Irodalmi adatok szerint a koksz hamutartalmának 1%-kal való növekedése a kokszfogyasztás 1,2—2,0%-kal való emelkedését eredményezi. Számításaim szerint 0,7% kokszhamutartalom-változás 0,07%, vagy annál nagyobb nyersvas Si-tartalom ingadozást eredményezhet, ha a változást csak Si-tartalom ingadozásban fejezem ki.

A pillanatnyi kokszhamutartalom értékei nagyobb eltérést mutathatnak, mint a nyolcórás



1. ábra. A kohókoksz nedvességtartalma 1979. január hóban



2. ábra. A kohókoksz hamutartalma 1979. január hóban

átlagadatok, ezért a nyersvas Si-tartalmának az ingadozása is nagyobb lehet a számítottnál.

A kokszhamutartalom ingadozása jelentősen csökkenthető a szenek fajtánkénti átlagosításával (törésük után), a kokszolandó elegyalkotók pontos bemérésével, a kokszolandó elegy homogenizálásával és keverésével. E technológiák alkalmazásával biztosítható a kokszhamutartalom egyenletessége, ami szintén feltétele az egyenletesebb összetételű nyersvas gyártásának.

A koksz kéntartalmának hatása

A kohókoksz kéntartalmának nagyságát alapvetően a kokszolásra kerülő szenek kéntartalma, a szénben a kén előfordulásának formája határozza meg. A koksz kéntartalmának az ingadozását viszont a kokszolandó szenek kéntartalmának az egyenletessége, a szénelőkészítés és a kokszolandó elegy összeállításának, valamint további előkészítésének a technológiája határozzák meg.

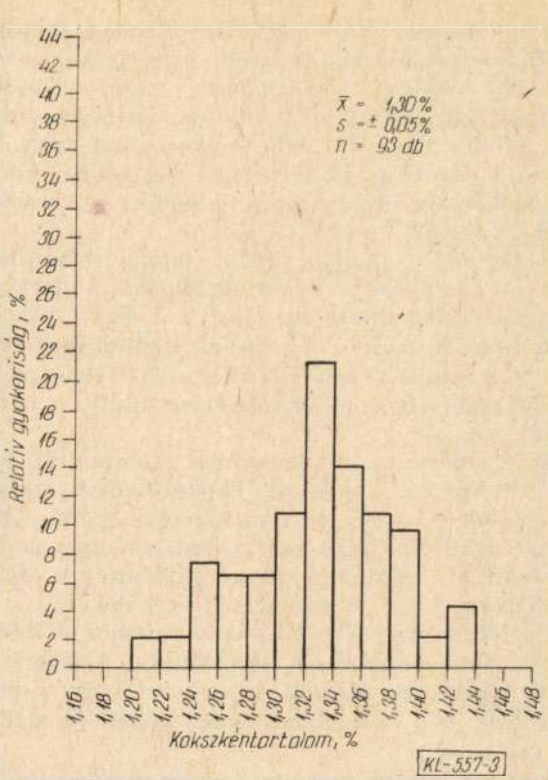
A Dunai Vasműben 1979. január hónapban gyártott kohókoksz kéntartalmára vonatkozó nyolcórási átlagadatok eloszlását a *3. ábrán* láthatjuk. Az egymást követő nyolcórási átlagminták közötti legnagyobb eltérés 0,09% kéntartalom.

A nagyolvasztóba kerülő kén fő forrása ma is a kohókoksz. Szénhidrogén befúvás mellett is a bevitt kénmennyiség kb. 2/3-a kokszból származik. A nyersvas minőségével szemben támasztott követelmény az egyre kisebb kéntartalom irányába mutat. A nagyolvasztó alkalmas arra, hogy a ként a salakba juttassa, de csak a salak mennyiségének a növelésével, ami további mész- és kokszmennyiség fogyasztásával jár. Végeredményben a koksz kéntartalmának emelkedése a kokszfogyasztás növekedését eredményezi. Irodalmi adatok szerint a koksz kéntartalmának 1%-kal való növekedése a kokszfogyasztás 15—25%-kal való emelkedését eredményezi. A pillanatnyi koksz-kéntartalom egymást követő értékei nagyobb eltérést mutathatnak, mint a nyolcórási átlagértékek, ezért a közölt adatoknál kedvezőtlenebb a helyzet.

A koksz kéntartalmának egyenletessége ugyanazon technológiák alkalmazásával javítható, amelyeket a „koksz hamutartalmának hatása" címszó alatt említettem.

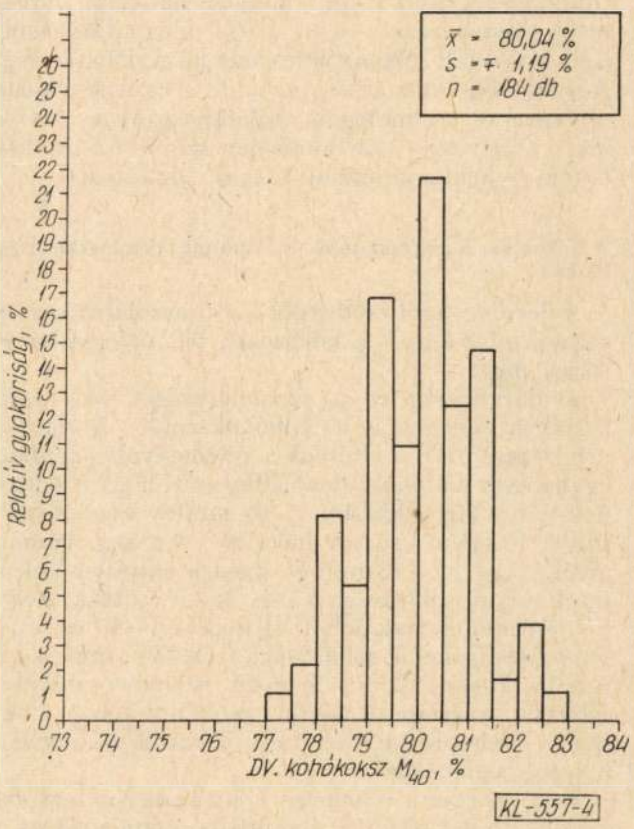
A koksz (dob) szilárdságának hatása

Tág értelemben a kohókoksz tulajdonságait a szénelegy, a kokszolási technológia és a kokszoltás technológiája határozza meg. Alapvetően ez a megállapítás a koksz mechanikai tulajdonságaira is vonatkozik. A mechanikai tulajdonságok közül legjelentősebb a koksz-kopásállósága és morzsalékonysága. E jellemzők vizsgálatára legelterjedtebb módszer a MICUM szilárdságvizsgálat. Az MSZ is ennek a használatát írja elő. A meghatározott kokszértékszámok az M_{40} és az M_{10}. Az M_{40} a kopásállóságot fejezi ki és dobszilárdságnak, az M_{10} a porlódást fejezi ki és morzsalékonyságnak nevezzük. A továbbiakban a dobszilárdsággal kívánok foglalkozni. A MICUM vizsgálat hátrányaként említhetjük, hogy csak a 60 mm-nél nagyobb



3. ábra. A kohókoksz kéntartalma 1979. január hóban

kokszhányadot értékeli, amely a nagyolvasztóba adagolt koksznak sok helyen esetleg csak a 40%-át képviseli.



4. ábra. A kohókoksz dobszilárdsága 1979. január hóban

A nyersvasgyártók nagyrésze elismeri mindinkább, hogy előnyösebb a kisebb méretű szűk szemcsehatású koksz felhasználása, mert a kisebb darabok ellenállóbbak a koptató hatással szemben, mint a nagy darabok. Ugyanakkor nagyobb lesz a kokszréteg gázátbocsátó képessége. Ezért sok helyen az M_{40}-es mutató helyett bevezették az M_{30} vagy az M_{25}-ös mutatót.

A Dunai Vasműben 1979. január hónapban gyártott kohókoksz dobszilárdságára vonatkozó négyórási átlagadatok eloszlását a *4. ábra* mutatja. (A dobszilárdságot — fontosnak tartom megemlíteni — a rámpa-koksz edzése és osztályozása után a +30 mm-es frakcióból vett átlag-mintából határozzák meg.)

Az egymást követő négyórási átlagminták közötti eltérés 5,6% is lehet. Tapasztalatom szerint a koksz edzése az M_{40}-es mutató nagyságát növelte, de az ingadozás nagyságát jelentősen nem tudta csökkenteni, legalábbis nem csökkentette olyan mértékben, hogy pótolhatná a szénelőkészítés, a kokszolandó elegy összeállítás és további előkészítés technológiájának hiányosságait, a meglevő technológiák elavultságát. Közismert, hogy a dobszilárdság s a kokszfelhasználás között összefüggés van.

Irodalmi adatok szerint 1% dobszilárdság-csökkenés kb. 1% kokszfogyasztás többletet jelent. Az utóbbi időben kimutatták — tapasztaltuk a Dunai Vasműben is —, hogy a koksz szilárdságának a növelése bizonyos érték fölé — a várttal ellentétben — a nagyolvasztó teljesítményének csökkenését idézi elő. Nyilvánvaló, hogy ez nem a növelt szilárdságú koksszal függ össze, hanem más tulajdonság, vagy tulajdonságok hatására vezethető vissza, amely nem kerül meghatározásra, azaz a vizsgált jellemzőkkel nem határozható meg. A szilárdság, azaz az M_{40}-es mutató egyenletessége ugyanazon technológiák alkalmazásával növelhető, amelyekről már korábban szóltam a „koksz hamu- és kéntartalmának hatása" címszó alatt.

A koksz darabnagyságának és szemnagyságeloszlásának hatása

A darabosságot eredendően a kokszolásra kerülő szenek minősége és a kokszolási technológia határozza meg.

A darabosság és a szemnagyságeloszlás igen lényeges jellemzője a kohókoksznak. A darabnagyságot illetően eltérőek a vélemények, azonban egységesen kialakult az az álláspont, hogy a szkipkoksz ne tartalmazzon +80 mm-es szemcseosztályt. Itt nem csupán méretről van szó, hanem arról, hogy a +80 mm-es szemcseosztályú koksz mechanikai szilárdsága kicsi. Bizonyították, hogy a +80 mm-es frakcióból képződő 60—80 és 40—60 mm-es frakciók szilárdsága rosszabb, mint a kiinduló koksz azonos méretű szemcseosztályáé. Ezért a +80 mm-es frakció csökkentésére a kokszolás technológiai eszközeit tekintik elsősorban helyes megoldásnak.

Közismert az a vélemény, hogy a nagyolvasztóba beadagolt kokszban a maximális méret aránya a minimálishoz 2 : 1 kell legyen. E megfogalmazott követelmény alapján is javasolják a 40—80, a 30—60, a 20—40, a 30—50 stb. szemcseosztályokat. A szűk szemcseosztályok előállításának igénye egyre inkább követelménnyé válik: annál is inkább, mivel a nagyolvasztókban a gázáteresztő képességet javítják és lehetővé teszik az intenzívebb és egyenletesebb kohójáratot. Megállapíthatjuk, hogy a darabnagyságnál sokkal nagyobb jelentősége van tehát a szemnagyság egyenletességének. A változó szemnagyságeloszlás változó gázeloszláshoz vezet, végeredményben változó nyersvasösszetételhez is.

A Dunai Vasműben gyártott kohókoksz szemcseösszetétele egyszeri edzés és osztályozás után 1978. XI., XII. és 1979. I. hónapban vett pontminták alapján:

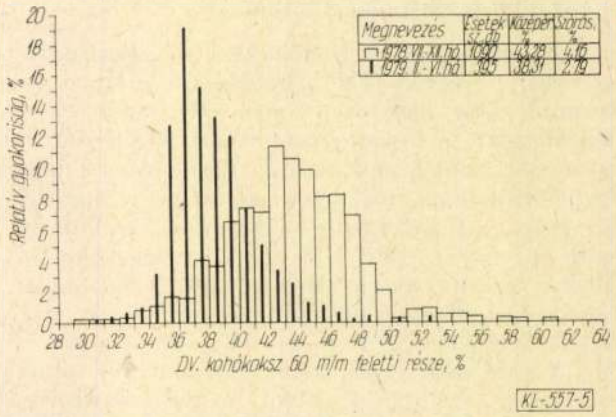
	+80 mm	60—80 mm	40—60 mm	−40 mm
min. %	1,9	15,2	46,5	4,8
max. %	4,9	40,5	61,6	22,2
átlag %	3,2	27,8	54,5	14,5

Meg kell jegyeznem, hogy a szemcsevizsgálatot négyzetes nyílású rostán végezték. Ezekből az adatokból is látható, hogy az egyszeri edzés ellenére a szemcseösszetétel jelentősen változik. A szemcseösszetétel teljes vizsgálatára esetenként kerül sor, viszont 1977. év elejétől meghatározzák a Dunai Vasműben a kohókoksz 60 mm feletti részarányát a négyóránként vett átlagmintákból; ezt a meghatározási lehetőséget a MICUM — dobszilárdsági vizsgálat is kínálta.

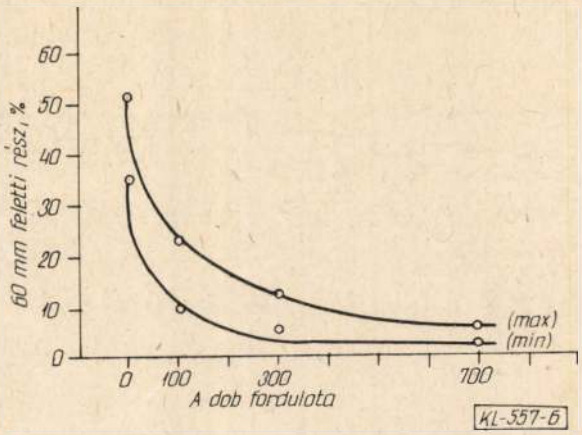
Az *5. ábrán* láthatjuk a Dunai Vasműben gyártott kohókoksz 60 mm feletti részére vonatkozó adatok eloszlását. Az 1978. VII—XII. hónap adatai az egyszeri, az 1979. II., VI. hónapé pedig a kétszeri kokszedzés esetét jellemzik.

A második kokszedzést a kohókoksz szemcseösszetételének javítása (szemnagyság mérettartományának szűkítése, a szemcseösszetétel ingadozásának csökkentése) céljából iktatták be. A 60 milliméter feletti frakciónál bekövetkezett változás az 5. ábrából és az azon feltüntetett adatokból egyértelműen megállapítható.

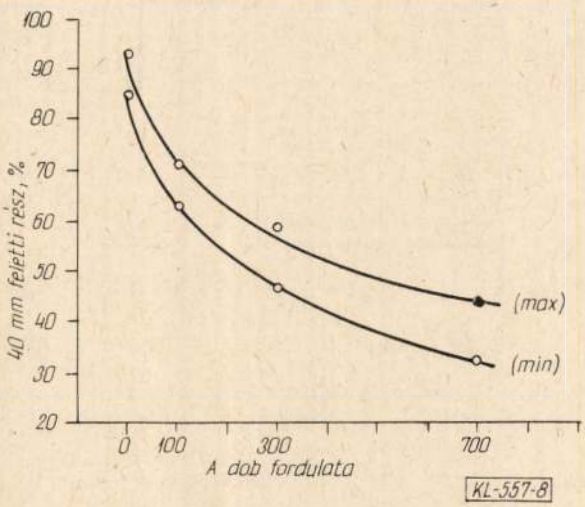
A Dunai Vasműben a kokszedzés során az igénybevétel a rámpa-kokszra hat; a hatás nem



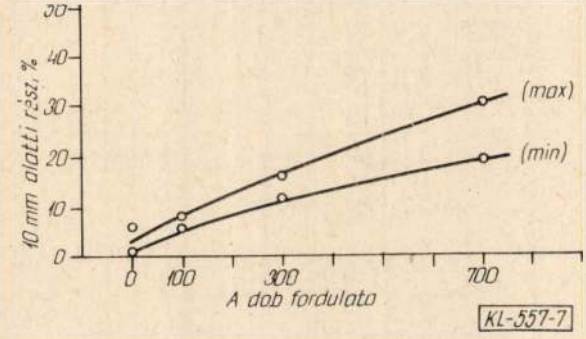
5. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 60 mm feletti részére vonatkozó adatok



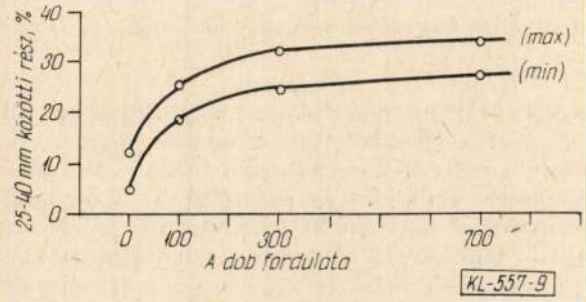
6. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 60 mm feletti rész változása



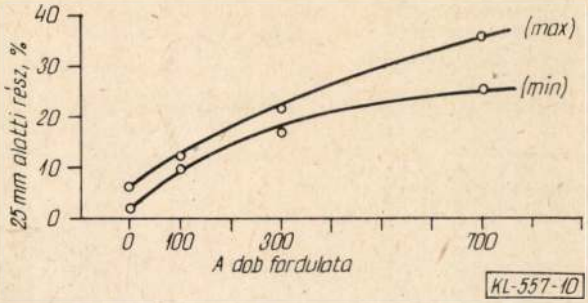
7. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 10 mm alatti rész változása



8. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 40 mm feletti rész változása



9. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 25—40 mm közötti rész változása



10. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz 25 mm alatti rész változása

csupán a nem kívánatos nagy darabokra irányul. Ezért azokat a kokszdarabokat is igénybevételnek teszik ki, amelyekre már nem akarnánk hatni és így a keletkezett aprókoksz mennyisége is nagyobb lesz. A DV. kohókoksz aprózódása (a MICUM-dobban kitett igénybevétel esetén) a *6—10. ábrák*ból látható.

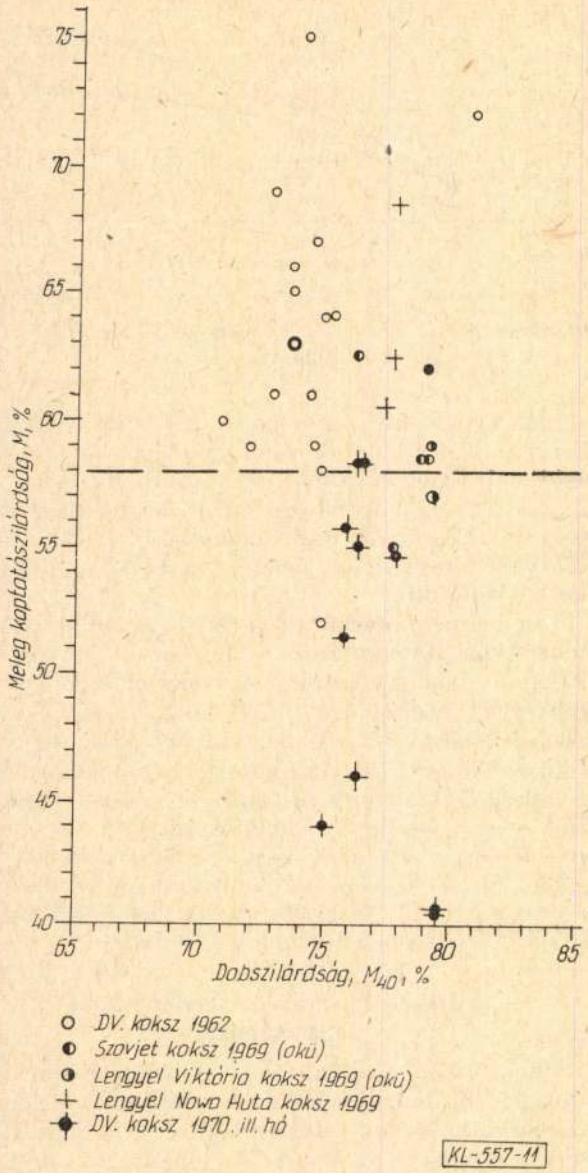
Véleményem szerint el kell fogadnunk azt a nemzetközi tapasztalatot, hogy a +80 mm-es frakció csökkentésére megfelelő szénelőkészítési és kokszolási technológiát kell alkalmazni és az edzésnek alapvetően a nem kívánt szemnagyság kiküszöbölésére kell irányulnia. Ezen túlmenően a fejlesztéseknél messzemenően törekedni kell a szűk szemcseosztályok előállítására (pl. a DV-ben 25—45 és 45—70 mm), mert a korszerű szénelőkészítési és kokszolási technológiák alkalmazása esetén is csak így biztosítható nagy biztonsággal a kohókoksz egyenletes szemcseösszetétele.

A Dunai Vasműben szerzett üzemi tapasztalatok

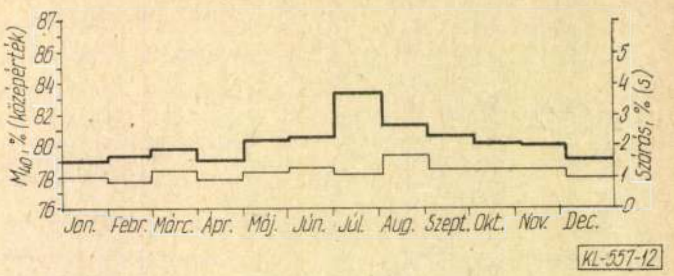
1969., 1970. években előző évekhez képest az anyagoszlop fennakadásainak száma nőtt; a fennakadások az esetek többségében a szénpoha térségében következtek be; 2—3 zuhantatás után a nyugvó és a szénpoha térsége betömörödött, ilyenkor a fúvószél bevitele rendkívül nehézzé vált. A járatromlás mellett a szilícium redukciója fokozódott és gyakoribb volt a kohóban a tapadvány képződés is. A tapadvány az akna alsó 1/3-ban, a szénpohában és a nyugvóban helyezkedett el a nyugvóra támaszkodva. Anyaga jellemzően koksz volt. A koksz melegszilárdságának csökkenését tételeztük fel, amelyet alátámasztott a VASKUT vizsgálata is. A vizsgálatok eredményét a *11. ábrán* tüntettem fel.

Tekintettel arra, hogy az említett és tárgyalt paraméterek mai ismereteink szerint egyértelműen nem jellemzik a kohókoksz minőségét, ezért a rendszeresen és csak esetenként vizsgált kokszparaméterek mellett fontos komplex mutatóként kell elfogadnunk a szállópornélküli elegyre kiszámított tényleges kokszterhelést, illetve 1974. évi mint állandó viszonyokra korrigált értékét.

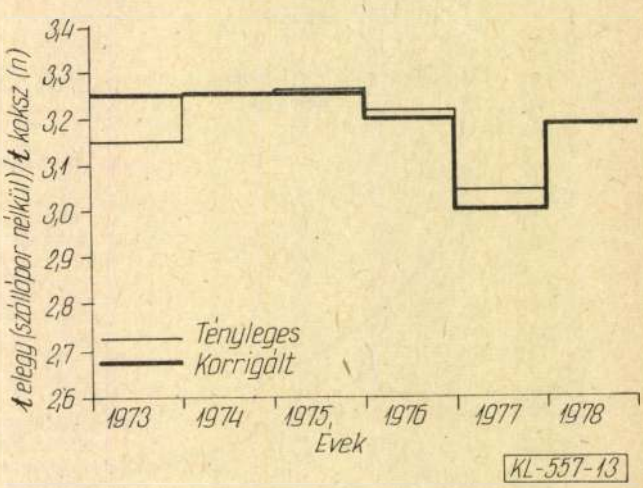
1977. évben a nyersvasgyártásban nehézségeink voltak. A kohókoksz minősége megváltozott. 1976. évhez képest a dobszilárdság jelentősen nőtt, a dobszilárdság változása 1977. éven belül is július hónapban különösen kiugró értékeket ért el.



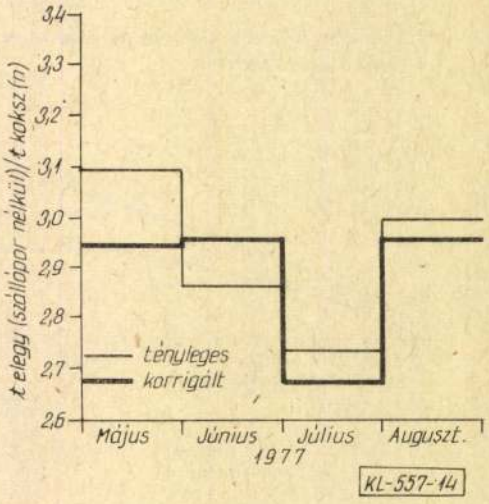
11. ábra. A koksz melegszilárdságának csökkenése



12. ábra. A dobszilárdság változása 1977. évben



13. ábra. Kokszterhelési értékek (DV I. és II. sz. nagyolvasztó)



14. ábra. Kokszterhelési értékek (DVI. sz. nagyolvasztó)

A nyersvastermelés ingadozó volt. A dobszilárdság havi középértékének és szórásának az időbeni változását a *12. ábrán* láthatjuk. Megállapíthatjuk, hogy a dobszilárdság változása 1977. év július hónapban egyértelműen maximumot mutat. Vizsgálataink során a szénelegyre terelődött figyelmünk. A nyersvastermelés minimuma és a dobszilárdság maximuma kapcsolatba hozható a szénelegyel.

A *13.* és *14. ábrán* a tényleges és a korrigált kokszterhelési értékeket láthatjuk. Az ábrákból egyértelműen megállapítható, hogy 1977. évben a koksz terhelhetősége romlott és a romlás mélypontja július hónapra esik. Tehát a nyersvastermelés csökkenésének az oka — elvben — a koksz terhelhetőségének a csökkenése.

Összefoglalás

A Dunai Vasműben véleményem szerint a nyersvastermelés növelésének és a nyersvasminőség jelentős javításának — hogy összetételének egyenletességével maradéktalanul megfeleljen az LD-acélgyártás támasztotta követelményeknek — a szénelőkészítésnek és kokszgyártásnak, valamint a kohókoksz törésének és osztályozásának is vannak technológiai feltételei az ércelőkészítés és ércdarabosítás fejlesztésén túlmenően, amelyeket az épülő új kokszolómű létesítésénél számba kell venni és a ma ismert legkorszerűbb technológiai megoldásokat meg kell valósítani.

A kohókoksz tulajdonságai

THERNESZ LAJOS okl. vegyész
Dunai Vasmű

DK: 669.162.16 Dunai V.

A kohókoksz fizikai tulajdonságai. A szokásos laboratóriumi vizsgálatok. Újabb vizsgálati módszerek.

A korszerű ipari technológiák kialakításának nélkülözhetetlen feltétele a felhasznált anyagok tulajdonságainak mélyebb megismerése. Sokszor egy addig nem ismert összefüggés egy egész más célra való alkalmasságot teremthet, vagy lehetővé teszi a gazdaságosabb felhasználást. Úgy gondolom ez alól a törvényszerűség alól a kohókoksz sem vonhatja ki magát.

A kohókoksz a nyersvasgyártás olyan tüzelőanyaga, mely ma még pótolhatatlan a kohósítás metallurgiai folyamataiban. Tulajdonságai (minősége) nemcsak a technológiai mozzanatokat befolyásolják, hanem az alkalmazás arányát és szerepét tekintve jelentős gazdasági kihatással is rendelkeznek. A szakirodalomból ismert kutatási eredmények szerint [1—5] a koksz minőségének változása összefügg a fajlagos kokszfelhasználás nagyságával, vagyis a koksz minőségének javulásával csökkenthető a nagyolvasztók fajlagos kokszfelhasználása. Az *1. táblázatban* összefoglalt irodalmi adatokat relatív %-ra átszámítva és az M_{40} és M_{10} hatását nem különvéve is belátható, hogy a kohókoksz minőség 1%-kal való javulása minimum 2% fajlagos kokszfogyasztás csökkenést eredményezhet, ez pedig már nem elhanyagolható mennyiség, figyelembe véve a felhasznált volument. Egyesületünk Nyersvasgyártó Szakcsoportjának 1978 decemberében megtartott tanácskozás vitájában többször elhangzott, hogy sajátos körülményeinknél fogva a kohókoksz tulajdonságai nagyobb befolyással vannak a kohók teljesítményére, mint más országokban, ezért ismételten szeretném kihangsúlyozni a tulajdonságok megismerésének gazdasági jelentőségét.

A tulajdonságok megismerésének fontosságát szeretném alátámasztani egy másik tényezővel is. Ma az élet minden területén központi helyet foglalnak el az energiatakarékossági intézkedések. Egyre többet hallani az energia struktúra átalakításának kérdéseiről, a világ energia forrásainak megfelelő szerkezeti felhasználás szükségességéről. Az *1. ábra* [6] az energia készletek felhasználása és az előfordulása közötti különbségét illusztrálja. A következő évek kőszén és ásványolaj felhasználási arányának várható megváltozását a *2. ábra* [7] bevonalkázott részével ábrázolt bizonytalanság mutatja. Úgy gondolom, ez alól a tendencia nyersvasgyártás sem tudja magát kivonni és ezáltal a koksz tulajdonságai is nagyobb szerephez jutnak.

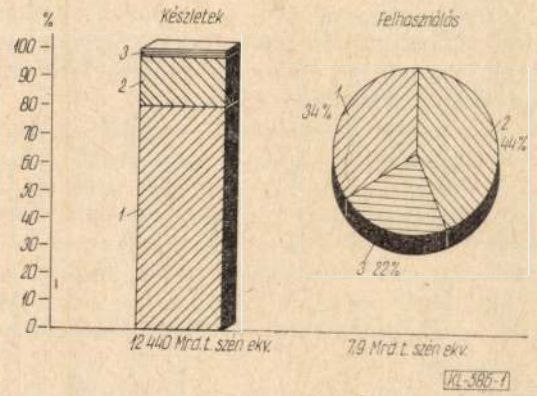
A kohókoksz tulajdonságai osztályozhatók egyrészt a klasszikus felosztási rendszer szerint fizikai, kémiai és fizikai-kémiai tulajdonságokra; másrészt a kohósítás folyamatában betöltött szerepe szerint hőfejlesztő, redukáló, anyagoszlop gázáteresztő-képesség biztosító tulajdonságokra.

Más rendszerezések is ismertek. Nagyon érdekesnek tűnik *Goleczka* és *Roberts* munkája [8], melyet a *2. táblázat* mutat be és melyet a betűtípusok változtatásával a klasszikus felosztási rendszer bemutatására is alkalmassá kívántunk tenni. Az ábrából is kitűnik, hogy az egyes tulajdonságok hatásának értékelésénél a más tulajdonságok be-

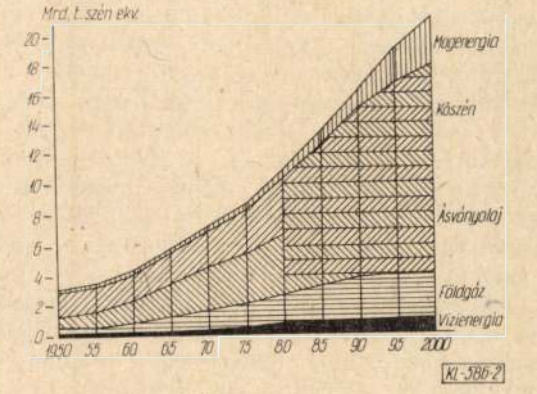
1. táblázat

Kohókoksz minőségváltozásának hatása a kohók fajlagos kokszfogyasztására

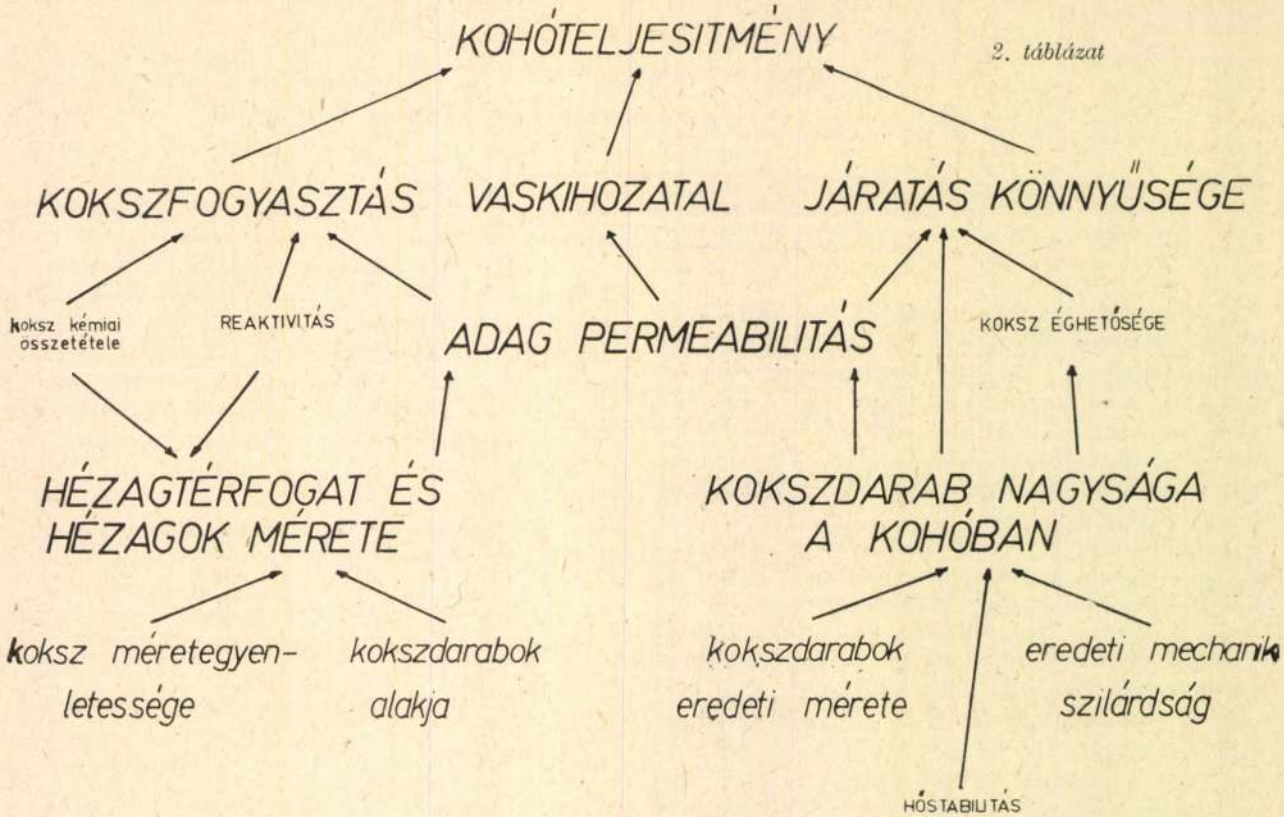
Tulajdonság	Egységnyi változásra bekövetkező fajlagos kokszfogyasztás változása
Nedvesség	1 %
Hamutartalom	1,5—2,5 %
Morzsalékonyság (M_{10})	1—3 %
Dobszilárdság (M_{40})	12 kg
Reakcióképesség	érték kétszerződésekor 30—70 kg



1. ábra. A világ energiakészletei és az energiafelhasználás 1976-ban
1 kőszén, 2 ásványolaj, 3 földgáz



2. ábra. A világ energiaszükséglete és fedezete 1950—2000 között



2. táblázat

folyását is figyelembe kell venni. Megállapítható tehát, hogy az egyes tulajdonságok kölcsönhatással vannak egymásra, hatásaikban függenek egymástól; vagyis a kohókoksz minőségének megítéléséhez komplex szemlélet szükséges.

A kohókoksz minőségének megítélésekor első benyomásainkat a fizikai megjelenési állapot, — úgy mint az alak, szemnagyság, szemnagyság eloszlás, egyenletesség — alapján nyerjük. Ezek a tulajdonságok még viszonylag könnyen, a kokszosztályozás során mechanikai kezeléssel utólag is befolyásolhatók és így a kívánt érték előállítható. Ennek érzékeltetésére a *3. táblázatban* a Dunai Vasmű Kokszvegyészeti Gyáregység Kokszosztályozó Üzemében különböző technológiák mellett termelt kohókokszok szemnagyság összetételét foglaltam össze.

A legtöbb vitát a koksz mechanikai tulajdonságai váltják ki. A szilárdság a kohókoksz egyik legfontosabb és legelterjedtebb jellemzője, melyet úgy a gyártás ellenőrzésekor, mint a felhasználáskor a szakemberek fokozottan vesznek figyelembe.

A koksz szilárdságának vizsgálatára többféle módszer ismeretes. A koksz jellemzésére az ejtőszilárdság, a dobszilárdság, a nyomószilárdság, mikroszilárdság vizsgálatok értékei használatosak. Ezek közül legelterjedtebb a dobszilárdság, mely gyakorlatilag nem más, mint koptatási szilárdság és amelyet nagyon ritka tudományos szintű mérésektől eltekintve, mindig halmazokkal végzünk és nem egyedi darabokból. A koptatási szilárdság meghatározott értéke a módszertől függően más és más lehet [9], ezért a koksz jellemzésénél mindig fel kell tüntetni a vizsgálati módszert. Nálunk és környezetünkben legáltalánosabban használt a Micum féle módszer. A Micum vizsgálat eredményei felvilágosítást nyújtanak arra vonatkozóan, hogy az egyes kokszoló művekben előállított kokszok mennyiben különböznek egymástól és bizonyos fokig arra is, mennyiben lesznek alkalmasak a kohósítás folyamata alatt az anyagoszlop permeabilitását biztosítani. Ez azonban csak általánosságban érvényes, hiszen saját gyakorlatunkból és a szakirodalomból ismeretesek olyan esetek, amikor teljesen azonos jelzőszámmal rendelkező kokszok a kohóban eltérő aprózódást mutattak stabil kohósítási paraméterek mellett. Ennek hatására üzemzavarok következtek be és annál nagyobb problémát okoztak, minél jobban a maximális termelé-

3. táblázat

A kohókoksz szemnagyság összetétele különböző kokszosztályozási technológiák hatására

Megnevezés	Szemnagyság összetétel súly %				Átlagos szemnagyság mm
	80 mm felett	60—80 mm	40—60 mm	40 mm alatt	
Rámpa koksz	26,8	28,7	31,2	13,3	63,2
Kohókoksz egyszerű osztályozás után	13,7	54,4	25,7	6,2	64,5
Kohókoksz vízszintes forgókalapácsos törő üzemelése mellett	3,2	27,8	54,4	14,5	54,7
Kohókoksz kettős törő üzemelése mellett	1,6	19,7	59,2	19,5	51,2

kenységi szint körül termeltek a kohók. Ez ráébresztett bennünket arra, hogy a dobszilárdsági vizsgálat eredményeit ne abszolutizáljuk, úgy értékeljük főleg, mint egy a kokszoló üzem minőségi munkájának naponkénti (termelési periódusonkénti) nyomonkövetésére alkalmas módszert és vizsgálódásunkat terjesszük ki más paraméterek irányában is.

A statikus állapotleíró szilárdsági vizsgálatokkal szemben előnyben kell részesíteni azokat a vizsgálatokat, melyek a folyamatok dinamikáját reprezentálják. A koksz az osztályozástól a kohó fúvósíkjáig többszörös fizikai törési hatásnak van kitéve. Ismeretesek ma már olyan mintavételi módszerek, amelyek segítségével nagymennyiségű mintát lehet a kohóból rabolni. Ha az így nyert minta szemnagyságát megvizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az kisebb, mint az adagolt kokszé. Ha ezen szemcsehalmaz átlagméretét összehasonlítjuk az induló kokszhalmaz szemnagyságával, gyakorlatilag egy arányszámot kaphatunk. Ugyanúgy arányszámot kapunk akkor is, ha ugyanazon mintából egymás után többször elvégzett Micum vizsgálat utáni szemcseösszetétel meghatározás eredményét összehasonlítjuk az eredeti szemnagyság összetétellel. Amennyiben a két méretcsökkenési arányt egybevetjük, kikereshetjük azt a dob fordulatszámot, amelynél a két arány megegyezik egymással, vagyis megállapíthatjuk, hogy a kohói aprózódás milyen fordulatszámnál következett be. Ezzel megteremtettük a módszert a pusztán fizikai hatások szimulálására.

A különböző fordulatszámon elvégzett koptatási szilárdság vizsgálatok magától értetődően több felvilágosítást nyújtanak a kokszszilárdsági értékről is, mint a hagyományos módszerek. Vizsgálataink szerint ezek az ún. stabilizációs értékek anyagminőségenként és szemnagyságonként változóak, bár ezek a vizsgálatok ezidáig nagy munkaigényességük miatt igen kis számban kerültek elvégzésre.

Az előbb leírt vizsgálatok során a koksz szemnagyságának a változását csupán a fizikai hatások és feszültségek következtében fellépő változásokkal hozták összefüggésbe. A kohóban azonban nemcsak fizikai, hanem kémiai és termikus hatások is fellépnek, amelyek következtében beálló változások a koksz tulajdonságainak más irányú megismerését is követelik. Úgy gondolom, ismereteink aránya miatt túlbecsültük ez idáig a fizikai tulajdonságokat és sok behozni valónk van egyéb tulajdonságok megismerésében.

A kohókoksz kémiai összetétele a kokszolható elegy összeállításakor már behatárolt. Fizikai-kémiai tulajdonságai ennél jobban függnek az alkalmazott kokszgyártási technológiától. Közismert a reakcióképesség, az égőképesség, a gyulladáspont fogalma és a mérési technikájuk is széleskörűen kidolgozott.

Az már kevésbé közismert, hogy a reakcióképességet ma már oly nagy társaság, mint az USA-ban levő Betlehem Steel, a koksz egyenletességének napi ellenőrzésére használja. Felismerték ugyanis, hogy a reakcióképesség nagymértékben függ a kokszolás véghőmérsékletétől. A kokszolási véghőmérsékletre viszont hatással van a kemencék hőfelhasználása, a fűtési program betartása, a töltetsúly, az alkalmazott szenek hővezetőképessége stb., tehát a reaktivitás szempontjából egységes koksz előállításához az egész kokszgyártási folyamat alapos ellenőrzése, kézbentartása szükséges.

Addig míg a kokszgyártóknak a reakcióképesség mérési értékeinek szórása a fontos, a metallurgusoknak az értékek nagyságának ismerete ad segítséget. Míg ma a kis reakcióképességű kokszot tartjuk kohászatilag előnyösnek, addig nem is olyan régen még általános kívánalom volt, hogy a koksz reakcióképesebb legyen. Találhatók olyan vélemények is, melyek szerint a koksz beadagoláskori reakcióképessége rendszerint nem jellemzi a koksz viselkedését a nagyolvasztóban, mivel a kohóban az alkálifém-vegyületek hatására nivellálódás következik be. Úgy vélem, a probléma eldöntése mindig az adott körülményektől függő és a fajlagos kokszfogyasztás csökkentéséhez a kokszvizsgálók úgy tudnak a maguk részéről hozzájárulni, hogy rendszeres mérési eredményeket szolgáltatnak a technológiai szakemberek részére.

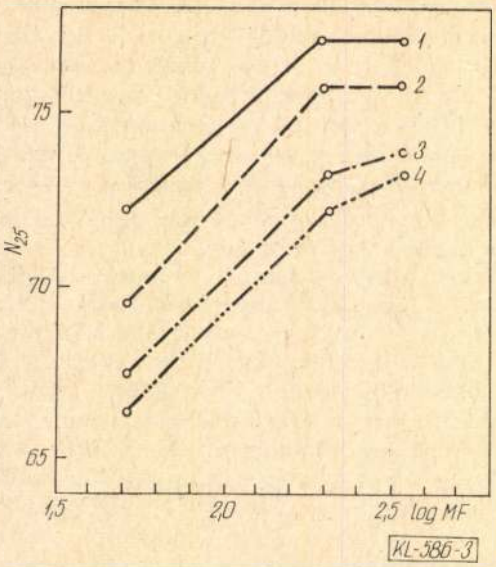
A Dunai Vasmű és a VASKUT 1978-ban kutatási szerződést kötött a kokszvizsgálati módszerek fejlesztésére. Ennek keretén belül reakcióképesség mérésére is készült a VASKUT-ban vizsgáló készülék. Az együttműködés során célul tűztük ki az egyes kokszfajták reakcióképesség értékeinek megismerését, és a különféle Dunai Vasmű kokszolható szénelegyek és a belőlük gyártott kokszok reakcióképessége közötti összefüggés keresését. Az eddig elkészült vizsgálatok [12] szerint a Dunai Vasműben gyártott koksz reakcióképessége nem különbözik a hazánkban felhasznált külföldi kokszokétól *(4. táblázat)*.

A kohósítás folyamatában meglevő hő és vegyi hatások következtében a koksz természetszerűleg másképpen viselkedik, mint a szokásos vizsgálati körülmények között. Az elmúlt évtizedekben ezért egyre inkább elterjednek a hőstabilitási vizsgálatok különböző módszerei. Ezek közül legismertebbek az 1000 °C körüli hőmérsékleten, legtöbbször indifferens közegben végzett dobszilárdság vizsgálatok. Ilyen vizsgáló készülék építése Dunai Vasmű—VASKUT együttműködés keretében jelenleg már a befejezés stádiumában van és 1980-ban várhatóan más mérési adataink, vagyis szűkös ismereteink is lesznek a hazai kohóknál felhasznált kokszok ilyen irányú viselkedéséről. A tudományos-technikai fejlődés következtében ma már

4. táblázat

Kohókoksz fajták reakcióképesség értékei VASKUT vizsgálatai alapján

Minta megnevezése	Reakcióképesség %
Nova Huta (OKÜ)	23,73
Viktória (OKÜ)	20,25
Szovjet (OKÜ)	24,26
Sverma (LKM)	10,14
Kuncice (LKM)	16,38
Szovjet (LKM)	22,20
Dunai Vasmű kohókoksz	21,95



3. ábra. A különböző fluiditású szénkeverékekből előállított kokszok szilárdsági értékei eltérő vizsgálati körülmények között
1 szobahőmérsékleten, 2 1500 °C-on, 3 CO_2-kezelés után, 4 1500 °C-on CO_2 kezelés után

létezik olyan magas hőmérsékletű vizsgáló berendezés is, melyben 1500 °C-on koptatnak agresszív közegben [13].

A *3. ábrán* különböző fluiditású szénkeverékekből gyártott koksz szilárdsági értékeinek eltérő vizsgálati körülményei közötti összefüggés látható [14].

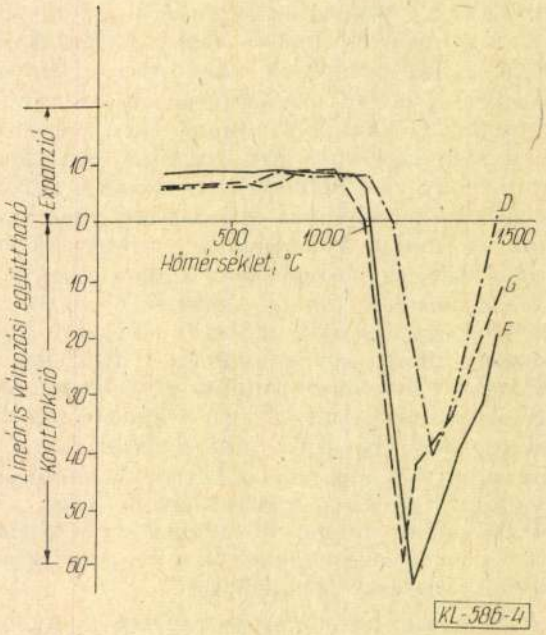
A magas hőmérsékleten, agresszív közegben végzett vizsgálatok is mutatják, hogy a koksz tulajdonságainak létrejöttében milyen nagy szerepe van a megfelelő alapanyagnak, illetve szénkeveréknek. Ezt támasztják alá a kokszok ultramagas hőmérsékletű dilatometriás mérési eredményei is, melyek a *4.* és *5. ábrán* láthatók [8].

A koksz magas hőmérsékletű redoxi folyamatait jelentős mértékben meghatározza a porózussága és texturája is. A koksz olyan porózus anyag, amelyben

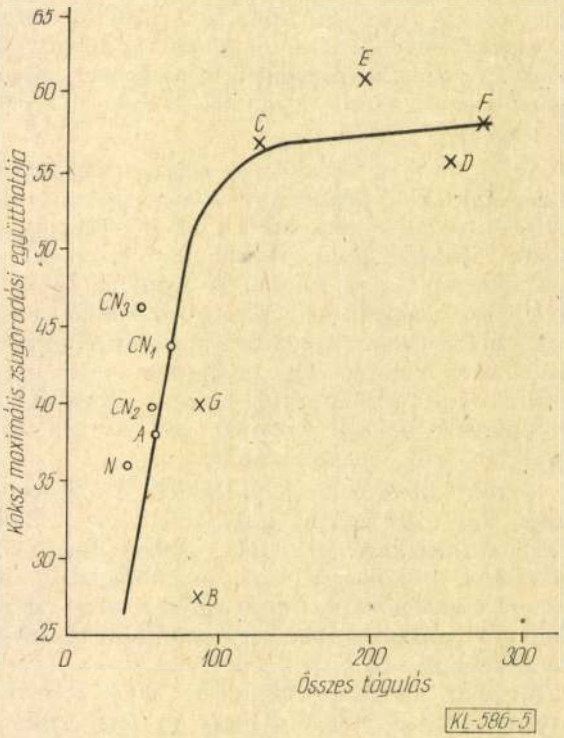
— különböző pórusok találhatók,
— a pórusok eloszlása heterogén,
— a pórusok egy része összeköttetésben van egymással és a külső felülettel, de találhatók olyanok is, amelyek zártak,
— a pórusokat szilárd fal határolja, amely különbözhet egymástól méretben, alakban és szilárdságban.

Irodalmi források szerint [15—17] az össz porozitás növekedése csökkenti a koksz szilárdságát és megnöveli reakcióképességét. Ezek szerint a kis porozitású koksz felelne meg legjobban kohászati szempontból. Ennek ellentmond azonban, hogy az intenzív égéshez a fúvótérben nagy fajlagos felületre van szükség és a permeabilitást is befolyásolja a koksz pórusossága. Tehát a kompresszíumra és optimális minőségre van e tekintetben is szükség. Véleményünk szerint, a porozitás, illetőleg szerkezet kutatás nagyobb szerepet fog a jövőben kapni.

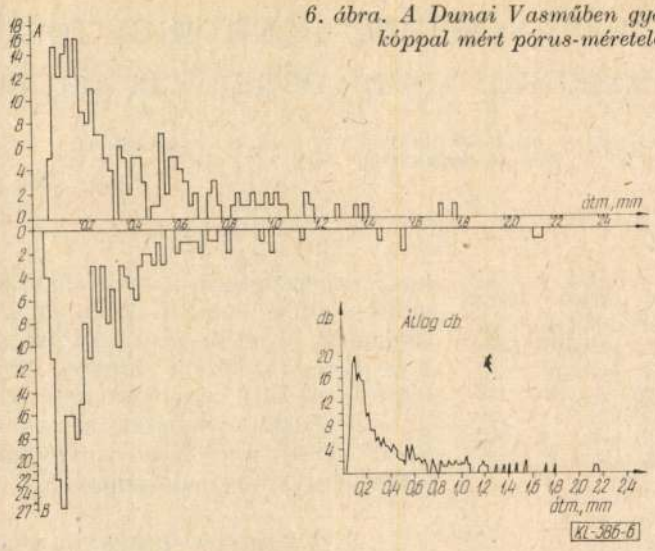
A koksz pórusos tulajdonságainak megismerésével az utóbbi években kezdtünk foglalkozni a Dunai Vasműben. Az OGIL Rétegfizikai Osztályának és Magvizsgáló Csoportjának segítségével elvégeztük azokat az alapvető méréseket [18], melyek alapot teremthetnek egy esetleges tüzelés-technológus — metallurgus — kokszgyártó — anyagvizsgáló közös munkához. Méréseinket különböző származású kokszpróbákon végeztük mikroszkópia és higanyos porosimetria módszerével.



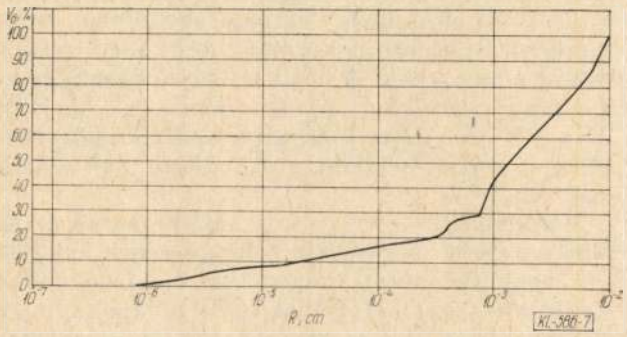
4. ábra. A kokszok dilatométeres görbéi



5. ábra. Összefüggés a szenek teljes dilatációja és a koksz-kontrakció között



6. ábra. A Dunai Vasműben gyártott kohókoksz mikroszkóppal mért pórus-méreteloszlása (28. sz. minta)



7. ábra. A DV-ben gyártott kohókoksz Porosiméterrel mért pórus-méreteloszlásai

A higanyos méréseket Carlo Erba gyártmányú porosiméterrel végeztük 100 at végnyomásig. A *6.* és *7. ábrákon* a Dunai Vasműben gyártott koksz pórusméret eloszlási hisztogramjait mutatjuk be.

Összefoglalás

A koksz tulajdonságai összetettek. Az egyes tulajdonságok más tulajdonságokkal együtt érvényesülnek, nem szakíthatók ki a rendszerből. A tulajdonságokat a koksz gyártástechnológiájának elegyenkénti megválasztásával lehet befolyásolni. Kohóban az anyagoszlop süllyedéssel a koksz változik, ezért a minőségi értékek megítélésekor mindig az adott körülményeket figyelembe kell venni.

IRODALOM

[1] *Bros, Splichal:* Hutnické Listy 1977. 4. szám.
[2] *Janik* és társai: Hutnik 1975. 1. szám.
[3] *Horák, J.:* Hutnik 1964.
[4] *Heinert, G.* és társai, Stahl und Eisen 1960. 981. o.
[5] *Kahlhöfer, H.—Pfrötschner, G.:* Stahl und Eisen 1962. 547. o.
[6] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
[7] Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus. Du. T. 1977.
[8] *Goleczka, J.—Roberts, T. L.:* Coke quality and its assessment in the laboratory, Coal, coke and the blast furnace, Middlesbr, konf. 1977. jún. 14—17.
[9] KGST-SzT 01. 157. 04—76 ISO/DIS 556.
[10] *Thompson, R. R.—Benedict, L. G.:* Die Zusammensetzung der Kohle und ihr Einfluss auf die Verkoksbarkeit. Konf. anyag 1977.
[11] *Goldstein, N. L.* és társai: Sztruktura i sztvojsztva kokszov v domennaj pecsi. IZV. VVZ. Csern. Met. 1976. 4.
[12] *Parlag G.:* Kokszvizsgálati módszerek fejlesztése kohókoksz reakcióképesség meghatározása. VASKUT zárójelentés 1978. XI.
[13] *Miyazu* és társai: Midlb. 1977.
[14] *Miyazu, T.—Okuyama, Z.—Fukushima, T.—Yanagiuchi, M.—Izawa T.:* Behavior of Coke in the Blast Furnace, Coal, Coke and the Blast Furnace. Middlesbrough Konf. 1977. jún. 14—17.
[15] *Graznov, N. Sz.:* A kokszolás elméletének alapjai. Metallurgia, 1976.
[16] *Szkljár, M. G.:* A kokszolás intenzitásának növelése és a koksz minősége. Metallurgia 1976.
[17] *Szüszkov, K. I.:* A koksz viselkedésének elmélete nagyolvasztási folyamatban. SZU AN kiadó 1949.
[18] Jelentés a Dunai Vasműben gyártott koksz kőzetfizikai vizsgálatáról 1978. OGIL

Mennyiségi vegyelemzés scanning elektronmikroszkópban keltett karakterisztikus röntgensugárzás alapján

MARCZIS LÁSZLÓ okl. fizikus—BOROSSAY BÉLA okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 543.063 : 537.531

A mikroelemzésekhez egyre szélesebb körben használnak elektronoptikai eszközöket, scanning elektronmikroszkópokat (SEM), mikroszondákat, ill. ezek és a transzmissziós elektronmikroszkópok kombinációját. Ismertetjük az ezekkel az eszközökkel végezhető kvantitatív mikroelemzés leglényegesebb mozzanatait. Kitérünk a karakterisztikus röntgensugárzás detektálásának kérdéseire, valamint a mennyiségi elemzésben használt korrekciók ismertetésére.

Bevezetés

A röntgenemissziót analitikai célokra a század eleje óta használják. Ezen a téren hagyományosnak tekinthető eljárás a röntgenfluoreszcencián alapuló módszer, ahol az elemek azonosításához szükséges karakterisztikus röntgensugárzást γ- vagy röntgenfotonokkal gerjesztik. A karakterisztikus röntgensugárzás keltésének másik lehetősége a töltött részecskékkel való gerjesztés. Ezek a töltött részecskék lehetnek protonok, α-részecskék, elektronok, vagy nehéz ionok. A legnagyobb érzékenységet, 10^{-6}—10^{-7} g/g detektálható koncentrációt, az 1970-ben *Johansson* által javasolt protongerjesztéssel és energiadiszperzív detektálással érték el [1].

A karakterisztikus röntgensugárzás elektronokkal történő gerjesztését mikroszondában, scanning elektronmikroszkópban és transzmissziós elektronmikroszkópban alkalmazzák. Ilyen berendezésekben a képalkotás mellett lehetőség nyílik mikroanalízisre is, melynek során információt nyerhetünk szabadszemmel nem látható részletekről is, míg a hagyományos röntgenfluoreszcenciás analízissel a vizsgált anyag makroszkopikus tömegét jellemző vegyelemzési értékeket kapunk.

Egy ilyen elektronoptikai eszköz elemzőképességével kapcsolatban a következőket célszerű szem előtt tartani:

A 10—100 KeV energiájú elektronok röntgengerjesztési hatáskeresztmetszete körülbelül akkora, mint a MeV energiájú protonoké. Elektronokkal történő gerjesztés esetén azonban a háttérsugárzás, amely legnagyobbrészt az elektronnyaláb lefékeződéséből származik, az elektron kisebb tömege miatt három-négy nagyságrenddel nagyobb. Ezért a relatív detektálhatósági határ elég magas, körülbelül 10^{-4} g/g, abszolút tömegben gondolkodva azonban, az elektronnyaláb jó fokuszálhatósága miatt elérhető a 10^{-16} g is. A gyakorlatban például μm^3, vagy ennél kisebb térfogatban is megvalósítható a 10^{-4} g/g érzékenység, vagyis acélok nemfémes zárványai és fénymikroszkóppal már nem látható kiválások is elemezhetők. Ezzel szemben nincs esély arra, hogy szilárd oldatban századszázaléknál kisebb koncentrációban jelenlevő elemet kimutassunk.

A következőkben részletezzük a karakterisztikus röntgensugárzás speciálisan scanning elektronmikroszkópban való gerjesztésének és detektálhatóságának lehetőségeit, továbbá az úgynevezett *ZAF-korrekció* fizikai alapjait. Arra törekedtünk, hogy az effektív vegyi összetétel korrekt megközelítésére szolgáló, nehézkesnek tűnő matematikai összefüggések aprólékos nyomonkövetése nélkül is érthető legyen a gondolatmenet.

1. A karakterisztikus röntgensugárzás

A karakterisztikus röntgensugárzás keletkezése a *Bohr-féle* atommodell alapján egyszerűen értelmezhető. Az elektronok a mag körül héjakba rendeződve mozognak. A héjakat főkvantumszámokkal vagy betűkkel jelölik: $K(n=1)$, $L(n=2)$, $M(n=3)$ stb. A *Pauli-féle* kizárási elvből következően az egyes héjakon maximálisan $2n^2$ számú elektron lehet.

Másodlagos — vagyis egy elsődleges sugárzás által kiváltott — sugárzás keletkezésének feltétele az, hogy az atom valamelyik elektronhéjából elektron távozzon el. Ennek egyik módja az, hogy az atom éppen akkora energiát vesz fel, hogy valamelyik elektronja egy magasabb, de még kötött pályára kerül. Ilyen átmenet természetesen csak a külső héjakban mehet végbe, hiszen a belső héjak telítettek. Az atom felületén történő spontán átmenetek eredménye az optikai színkép.

A karakterisztikus röntgenszínkép az atom belsejében történő elektronátmenetek során keletkezik. Ezekre az átmenetekre a magtöltés mérvadó, így a színkép a sugárzást kibocsátó elem rendszámával nem periodikusan változik. Ez teszi lehetővé felhasználását az elemek azonosítására.

Ahhoz, hogy az atom valamelyik belső héjáról elektront szakítsunk ki, legalább akkora energiát kell befektetni, amekkora az illető elektron kötési energiája. A 4. fejezetben ezt az energiát gerjesztési potenciálnak fogjuk nevezni. Az elektron kilökése ugyanis az atom gerjesztését jelenti. A gerjesztett állapotba került atom igyekszik eredeti elektronkonfigurációját visszaállítani. Ez úgy lehetséges, hogy valamelyik magasabb energiájú pályáról elektron ugrik be a belső héjon keletkezett lyukba, majd a beugró elektron helyébe még magasabb pályáról egy másik elektron és így tovább. Ezáltal az atom körülbelül 10^{-15} s alatt alapállapotba jut. Az energiamegmaradás törvénye alapján az atom az egyes elektronátmenetek során a két állapot közti energiakülönbséget kisugározza. A kisugárzott γ-foton frekvenciáját a *Bohr-féle* frekvenciafeltétel adja meg:

$$h \cdot \nu = E_n - E_m \qquad (1)$$

ahol ν a frekvencia, h a Planck-féle állandó,

E_n és E_m pedig a külső, ill. a belső elektronpálya energiája.

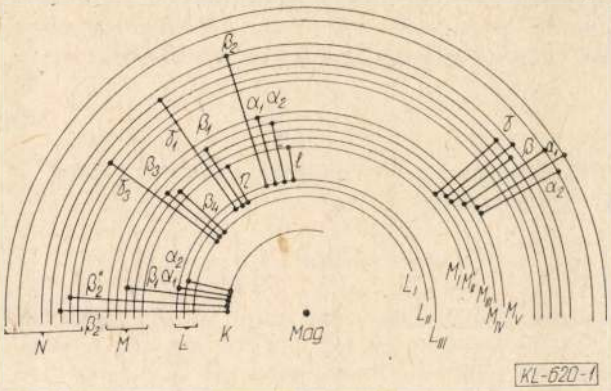
A karakterisztikus röntgenszínkép viszonylag kevés, de éles vonalat tartalmaz, melyek sorozatokba foglalhatók. Ha a K héjon keltett lyukba az L-, M-, ...-héjról ugrik át elektron, a K sorozat vonalai jönnek létre: K_α, K_β .... Az atomok egy részénél $L \rightarrow K$, másrészénél $M \rightarrow K$ stb. átmenet történik, tehát az egész K sorozat egyidejűleg keletkezik. A többi sorozatnál hasonló a helyzet. A kvantummechanikai kiválasztási szabályok (a kvantumszámok lehetséges értékei) által megengedett átmenetek sokasága statisztikusan egy karakterisztikus röntgenspektrumot eredményez. Az *1. ábra* alapján könnyen belátható, hogy a röntgenspektrum multiplett szerkezetű. Az egyes héjakon levő elektronok — vagy a hiányzó elektron — lehetséges kvantumszámainak megfelelően az L-, M-, ...-héjak energianívói felhasadnak. A karakterisztikus röntgenszínképben az egyes vonalak intenzitása attól függ, hogy milyen valószínűséggel következik be a vonalat adó átmenet az atomban. A szomszédos pályák közti átmenetek gyakorisága a legnagyobb, ezért a színképben az α vonalak a legerősebbek. Ebből következik, hogy a mennyiségi elemzés során ezek intenzitását mérve követjük el a legkisebb relatív hibát. Közepesen nehéz elemek K-spektrumában a relatív vonalintenzitások hozzávetőlegesen a következő aránnyal fejezhetők ki:

$$K_{\alpha_1}: K_{\alpha_2}: K_{\beta_1}: K_{\beta_2}: K_{\beta_3} = 100 : 50 : 20 : 4 : 3 \quad (2)$$

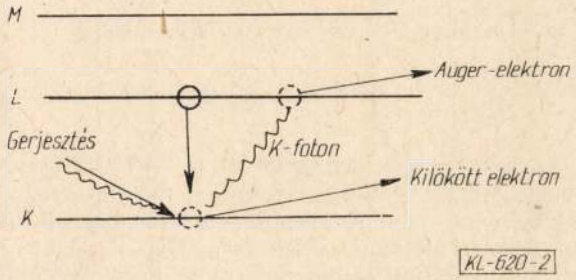
Sugárzás nélküli átmenet

Megtörténhet, hogy a gerjesztést követően a keletkezett röntgenfoton nem hagyja el az atomot, hanem az elektronburokban abszorbeálódik. Például egy K héjon levő üreshely — K-vakancia — keltése után kibocsátott foton energiája elégséges ahhoz, hogy valamelyik magasabb energiájú héjról elektront lökjön ki. A kilökött elektront Auger-elektronnak, a jelenséget pedig *Auger-effektusnak* nevezzük. A *2. ábrán* követhető folyamat eredményeként a keltett K-foton „elvész", az L-héjon levő üres helyek betöltődése pedig L- és M-fotonokat eredményez, amennyiben a magasabb energiájú héjakon már nem történik Auger-effektus.

Az atomban lejátszódó ütközési jelenségek bekövetkezésének valószínűségét a hatáskeresztmetszet fogalmával szokás jellemezi. A vakanciakeltés hatáskeresztmetszete például azt fejezi ki, hogy az időegység alatt egy atomra eső jelenségek (létrejött vakanciák) száma hányszorosa az időegység alatt egységnyi felületen áthaladó olyan részecskék számának, amelyek a jelenséget elvileg kiválthatják. Nyilvánvaló dolog, hogy az Auger-effektus és a karakterisztikus röntgenemisszió egymással versengő folyamatok. Az Auger-effektus, tehát a sugárzás nélküli átmenet, gyengíti a karakterisztikus röntgensugárzás hozamát a vakanciakeltés hatáskeresztmetszetének ismeretében várt intenzitáshoz képest. Az Auger-effektus mértékének jellemzésére a fluoreszcencia-hozamot



1. ábra. A megengedett és mérhető — jóllehet a mérés során nem mind felbontható — átmenetek sematikus ábrázolása a Bohr-modell alapján [11]



2. ábra. Az Auger-effektus szemléltetése

vezették be, amely az emittált röntgenfotonok számának és az elsődlegesen keltett vakanciák számának aránya. Ez az arány az atom rendszámától és a keltett vakancia helyétől függ. Könnyű elemek esetén a fluoreszcencia-hozam kisebb, mert a karakterisztikus röntgensugárzás kisebb energiájának megfelelően nagyobb a belső fotoeffektus vagyis az Auger-effektus hatáskeresztmetszete.

A Moseley-törvény

Moseley angol fizikus 1913-ban, 23 éves korában közölte azt az összefüggést, amely lehetővé teszi az elemek karakterisztikus röntgensugárzásuk alapján való azonosítását [2]. A törvény a *Bohr-féle* atommodell alapján egyszerűen értelmezhető.

A mag körül keringő m tömegű részecskének tekintett elektronra ható centripetális erő egyenlő a mag és az elektron között ható *Coulomb-erővel:*

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}(Z-s), \quad (3)$$

ahol v az elektron sebessége, r a pálya sugara, e az elektron töltése, Z a rendszám, s pedig a többi elektron leárnyékoló hatását leíró paraméter.

Figyelembe véve a Bohr-féle kvantumfeltételt vagyis az impulzusmomentum kvantáltságát:

$$m \cdot v \cdot r = n \frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, \ldots), \quad (4)$$

a keringő elektron energiájára az

$$E = -\frac{2\pi^2 m e^4 (Z-s)^2}{n^2 h^2} \quad (5)$$

kifejezést kapjuk. Itt h ugyancsak a *Planck-féle* állandó. Bevezetve az $R=2\pi^2me^4/h^3$ *Rydberg-állandót*, (5) a következő alakúra egyszerűsödik:

$$E=-\frac{hR(Z-s)^2}{n^2} \qquad (6)$$

Ezek alapján a K_α vonalnak, vagyis az $n=2$ $K_\alpha \rightarrow n=1$ átmenetnek

$$\Delta E_{K^\alpha}=h\nu=hR(Z-s)^2\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right) \qquad (7)$$

energia kisugárzása felel meg A K sorozatnál s értéke közel 1, ez azt jelenti, hogy a K-héjon levő két elektron közül az egyik a másikra vonatkozóan a magtöltést $(Z-1)$-re „árnyékolja le". Az L-sorozatnál $s\approx 7{,}4$, a telített héj nyolc elektronjának megfelelően. Így tehát

$$\Delta E=\text{const}\cdot(Z-s)^2\approx\text{const}\cdot Z^2 \qquad (8)$$

Vagyis a Moseley-törvény végleges alakja:

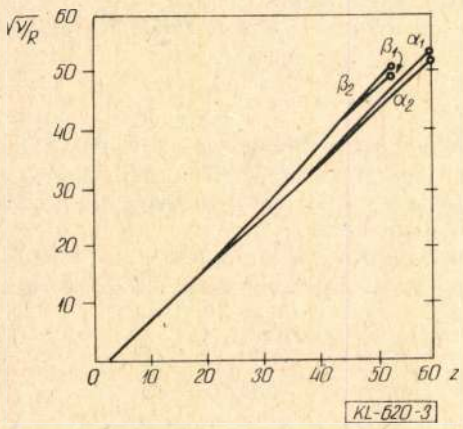
$$\sqrt{\frac{\nu}{R}}=\text{const}\cdot Z \qquad (9)$$

Az összefüggés segítségével a karakterisztikus röntgensugárzásból egyértelműen meghatározható a kibocsátó elem rendszáma. E törvény alapján fedezték fel például a ^{72}Hf és a ^{75}Re elemeket, de újabb bizonyíték született arra is, hogy az elemeket a periódusos rendszerben nem atomsúlyuk, hanem rendszámuk alapján kell elhelyezni. A (9) összefüggést a *3. ábra* szemlélteti.

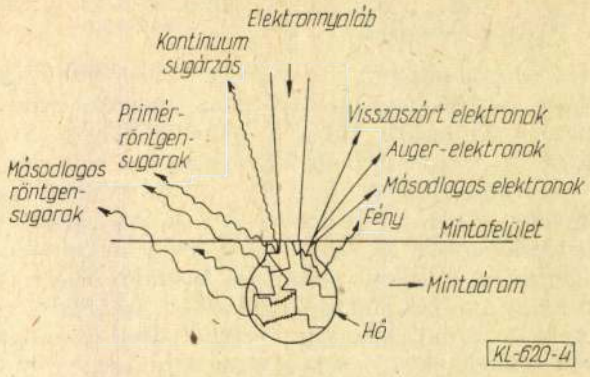
2. Gerjesztés elektronokkal

Az elektronoptikai berendezések részletes ismertetését nem tekintjük feladatunknak, mert ezen a területen korábban e lap hasábjain nagyon alapos munkák jelentek meg [3, 4]. Általánosságban annyit kell felelevenítenünk hogy a pásztázó elektronsugárral dolgozó, a mikroelemzésnél használt elektronoptikai berendezések képalkotásra olyan információt használnak fel, amely az elektronnyaláb és a próba kölcsönhatása eredményeként valamelyik elsődleges vagy másodlagos folyamatban jön létre.

E kölcsönhatás eredményeképpen másodlagos elektronok, visszavert elektronok, Auger-elektronok, fény, karakterisztikus röntgensugárzás, diffrakciót szenvedett elektronok és röntgenfotonok, stb. keletkeznek, mint azt a *4 ábra* is szemlélteti.



3. ábra. A K-sorozat Moseley-diagramja



4. ábra. Az elektronnyaláb kölcsönhatása a mintával

A mikroszonda és a scanning elektronmikroszkóp közötti különbségek részben történetiek, részben pedig a működés jellegéből és céljából adódnak. A mikroszonda elsődleges funkciója a mikroelemzés. Ennek megfelelően a hatékony röntgengerjesztés érdekében viszonylag nagy elektronnyaláb-intezitással, $\sim 10^{-6}$—$10^{-10}A$ sugárárammal és 0,1—1 μm átmérőjű elektronnyalábbal dolgozik. Ezt az alkalmazott hullámhosszdiszperzív detektor rossz hatásfoka követeli meg. Ilyen feltételek között képalkotás természetesen csak szerény térbeli felbontással lehetséges. A scanning elektronmikroszkópnál a jó felbontású képalkotás az elsődleges követelmény. Ehhez 10^{-10}—10^{-12} A nagyságrendű sugárárám, és 5—100 nm átmérőre fókuszált sugárnyaláb szükséges. Ilyen esetben a karakterisztikus röntgensugárzás detektálásához nagy érzékenységű energiadiszperzív detektort használnak. Manapság az elektronoptikai berendezéseket gyártó cégek mindinkább olyan készülékeket igyekeznek előállítani, amelyek mindkét funkciót képesek betölteni.

A minta felületét elért elektronok az atomok és magok szintjén bekövetkező kölcsönhatásokban energiát veszítenek. E kölcsönhatások eredményeképpen folytonos és karakterisztikus röntgensugárzás keletkezik. A fékezési sugárzást — amely a háttér túlnyomó részét adja — a mag Coulomb-terében rugalmatlanul szóródó elektronok 0-tól a bombázó elektronok energiájáig terjedő folytonos spektrum formájában sugározzák ki. A kontinuumsugárzás intenzitása jó közelítéssel az

$$I\sim[(E_0/E_K)-1] \qquad (10)$$

képlettel arányos, ahol E_K a gerjesztet atom K elektronjának kötési energiája (ez nem sokkal különbözik a K_α-sugárzás energiájától), E_0 pedig a bombázó elektronnyaláb energiája.

Bár a mikroszondák és scanning elektronmikroszkópok tipikus működési feszültségeinél — ami 15—30 kV — a fékezési sugárzás miatti energiaveszteség csak 1% körüli, mint a háttér fő forrása, mégis csak ez válik az analízis egyik sarkalatos pontjává. A gerjesztett K_α-karakterisztikus röntgensugárzás intenzitása a bombázó elektronok energiájának függvényében az

$$I_{K_\alpha} \sim [(E_0/E_K)-1]^{1,67} \quad (11)$$

képlettel arányos, ahol I_{K_α} a K_α-röntgensugárzás intenzitása.

Mind a karakterisztikus röntgensugárzás, mind pedig a fékezési sugárzás intenzitása az elektronnyaláb energiájával nő. Kis koncentrációban előforduló elemek mérésénél a jel/háttér viszony optimális értékét tehát az E_0/E_k, úgynevezett túlgerjesztési (overvoltage) faktor helyes megválasztásával lehet elérni. Ugyanez a faktor befolyásolja az elemzés térbeli felbontását is. Az elektronok szóródása miatt ugyanis a gerjesztett térfogat jelentős mértékben megnövekszik a beeső elektronnyaláb átmérőjéhez képest. A szórási hatáskeresztmetszet a rendszám négyzetével egyenesen, egy adott szögbe való szóródás hatáskeresztmetszete pedig az elektron energiájának négyzetével fordítva arányos. Ennek következtében nagy rendszámú anyagok esetén a gerjesztett térfogat félgömbszerű, kis rendszámú elemek esetén pedig cseppszerű lesz.

Az előzőkből mindenképpen az következik, hogy ha az elemzéssel szemben elsődleges követelmény a jó térbeli felbontás, akkor a bombázó elektronsugár energiáját csökkenteni kell. Ez viszont a jel/háttér arány romlásával jár, ami értelemszerűen az érzékenység csökkenését eredményezi.

3. Energia- és hullámhosszdiszperzív detektálás

Ahhoz, hogy a mintából kilépő karakterisztikus röntgensugárzást valóban hasznosítani tudjuk, mérnünk kell annak hullámhosszát, ill. energiáját és intenzitását. A következőkben röviden leírjuk az energiadiszperzív detektor működési elvét és összehasonlítjuk a kétféle detektálási módszert. A hullámhosszdiszperzív technika, vagyis a hagyományosan „mikroszonda" nevet viselő berendezés, korábban már több publikáció tárgya volt [3, 4].

Az energiadiszperzív detektorok az elektromágneses hullámok energiakvantáltságát használják ki. Ilyen detektorként leginkább nagy tisztaságú *Si(Li)*, vagy *Ge(Li)* félvezető kristályokat alkalmaznak. Működésük alapja, hogy a detektorba érkező sugárzás fotoeffektuson és szórási folyamatokon keresztül teljes energiáját leadva elektron-lyuk párokat kelt, tehát ionizálja a detektor anyagát. Ezáltal az vezetővé válik. A keltett töltés mennyisége arányos a beérkező részecske (foton) által a detektorban leadott energiával. Ha a keletkezett töltésmennyiségeket a kristályra kapcsolt feszültséggel begyűjtjük, egy-egy töltésimpulzust kapunk, amely az esemény kvantitatív detektálására és az abszorbeált részecske (foton) energiájának mérésére használható.

Az energiadiszperzív detektálás alapja az átadott energia és a keletkezett töltés közötti arányosság.

Minél kisebb az elektron-lyuk töltéshordozó pár keltéséhez szükséges energia, annál nagyobb számú töltéshordozó pár keletkezik, ami javítja a felbontóképességet. Ez az energia azonban nem lehet túl kicsi, mert ebben az esetben termikus gerjesztések is kelthetnek töltéshordozókat. Szilícium detektor esetén ez az energia ~3,8—3,9 *eV*/töltéshordozó pár, germánium detektornál pedig ~2,98 *eV*/töltéshordozó pár. A detektor feladata tehát az, hogy valamilyen reális időbeli felbontást feltételezve eldöntse, érkezett-e foton a detektor felületére vagy nem, és ha igen, mekkora volt az energiája.

Az energiadiszperzív detektor így folyamatosan számlálja a különböző energiájú fotonokat, mégpedig úgy, hogy a mérési adatok egy sokcsatornás (512, 1024 vagy 2048) analizátor (MCA) csatornáiban gyűlnek össze. A mérés 30—100 s ideig tart. A mérés végén a sokcsatornás analizátor különböző csatornáiban tárolt adatok azt mutatják, hogy az adott csatornához tartozó energiatartományba eső fotonokból hány darabot érzékelt a detektor. A detektor felbontása körülbelül 150 *eV*. A sokcsatornás analizátor felbontása természetesen ennél kisebb kell, hogy legyen. Ha például 1024 csatornás analizátorral a spektrum 0—10,23 *keV* tartományát rögzítjük, a csatornafelbontás 10 *eV*/csatorna. A használatban levő detektorok időbeli felbontása néhány mikrosec. Amennyiben ennél rövidebb idő alatt több foton érkezik a detektorra, az elektronikus rendszer a sokcsatornás analizátor egyes csatornáiba való beírást letiltja, mivel a detektor a becsapódó fotonok energiáját csak a becsapódás következtében keletkezett elektron-lyuk párok száma alapján képes mérni.

A sokcsatornás analizátorban tárolt adatok televíziós képernyőn is megjelennek, így a csúcsok helye és közelítő intenzitása, vagyis az egyes elemek jelenléte és közelítő koncentrációja már a mérés közben megállapítható. Az energiadiszperzív detektor egyidejűleg az egész spektrumról információt nyújt.

A hullámtermészetet kihasználó hullámhosszdiszperzív detektorok kis térszögben, pásztázva működnek. Egyszerre csak kis hullámhossztartományt detektálnak. Ennek a módszernek vonzó tulajdonsága azonban a néhányszor 10 *eV*-os felbontóképesség.

A detektor helyes megválasztása az adott analitikai problémától függ. A hullámhosszdiszperzív detektorok kitűnő felbontóképessége gyakorlatilag interferenciamentes spektrumot eredményez, míg az energiadiszperzív detektorok által előállított széles csúcsok gyakran egymásra ülnek, ezzel nehezítve, esetleg kétségessé téve a kvantitatív analízist. Ugyanakkor az energiadiszperzív detektorok gyorsak, használatuk kényelmes. Az interferencia-problémák általában kiküszöbölhetők, ugyanis a sokcsatornás analizátorban tárolt adatok közvetlenül hozzáférhetők egy kis teljesítményű számítógép számára, amellyel számos olyan fortély megvalósítható, ami kézi adatmozgatást feltételezve nem jutna túl az ötlet szintjén. Az energiadiszperzív detektor további előnye nagy térszöge és jó hatásfoka, ami lehetővé teszi kis intenzitású források mérését is. Amennyiben

megelégszünk kvalitatív elemzéssel, az energiadiszperzív detektor nagy térszöge azt is megengedi, hogy a minta felülete ne legyen sík. Így érthető, hogy ez a detektálási technika a scanning elektronmikroszkóppal milyen kedvezően kapcsolódik.

Összefoglalva az előzőeket, kimondhatjuk, hogy a hullámhosszdiszperzív detektálás felbontása ugyan egy nagyságrenddel kedvezőbb, mint az energiadiszperzív detektálásé, az utóbbi gyorsasága és érzékenysége azonban az esetek nagy részében kompenzálja ezt. A hullámhosszdiszperzív detektálás előnyeként kell megemlíteni még, hogy a spektrométereket gyártó cégek általában garantálják a karbon, nitrogén, oxigén, fluor, neon és a bór kimutathatóságát is. A gyakorlatban azonban erre kevés példát találunk, elsősorban azért mert a másodlagos sugárzást kiváltó primer sugárzás nem stabilizálható a megkívánt mértékben. A karbon elemzését pedig a vákuum előállítása során a diffúziós szivattyúból a mintatérbe kerülő és a minta felületén lecsapódó szénhidrogének is zavarják.

A fejlődés jelenlegi iránya a jó térbeli felbontóképességű leképezésre és mikroelemzésre egyaránt képes eszközök irányába mutat. Az energiadiszperzív rendszerek elterjedését mi sem jellemzi jobban, minthogy számuk jelenleg körülbelül négyszerese a hullámhosszdiszperzív eszközökének és az elektronika viharor fejlődését szemelőtt tartva nem nehéz megjósolni, hogy ez az arány nem fog csökkenni.

4. A mennyiségi elemzés

Akár hullámhossz-, akár energiadiszperzív detektálást alkalmazunk, maga a mérés abból áll, hogy meghatározzuk a vizsgálandó elemek ismert feszültséggel gyorsított elektronok által kiváltott karakterisztikus röntgensugárzásának intenzitását. A mennyiségi elemzés során intenzitáson valamely röntgencsúcsnak a háttérrel és az esetleges mérési holtidővel korrigált tiszta intenzitását értjük. A 3. fejezetben leírtak szerint hullámhosszdiszperzív detektálással valamennyi vonal és szükséges háttérpont intenzitását külön méréssel kell meghatározni, míg energiadiszperzív detektálásnál az egész spektrumot egy mérésből nyerjük. Ez azért sem mellékes körülmény, mert az intenzitások igazán csak akkor hasonlíthatók össze, ha azonos mennyiségű töltött részecske váltotta ki a röntgensugárzást. Ellenkező esetben a gerjesztés ideje alatt a mintára jutó töltésmennyiséget is mérni kell, ami technikailag nehézkes.

Ha mennyiségi elemzést akarunk végezni, az a feladatunk, hogy az egyes elemekből származó mért röntgenintenzitásokból (K, L, M) meghatározzuk a minta összetételét. Hogy az abszolút intenzitások meghatározásában rejlő nehézségeket elkerüljük, a mintából származó röntgenintenzitásokat mindig egy hasonló körülmények között gerjesztett etalon minta által sugárzott intenzitással hasonlítjuk össze. Így elérhető, hogy a detektor hatásfokát és a geometriai térszöget tartalmazó faktorok kiesnek a számításból, továbbá a bonyolult mátrixeffektusokra történő korrekciók leegyszerűsödnek.

Első közelítésben, kihasználva, hogy az egyes elemek által kibocsátott röntgensugárzás intenzitása arányos az illető elem mennyiségével, írhatjuk, hogy

$$c'_A = \frac{I'_A}{I^\circ_A} \cdot c^\circ_A \qquad (12)$$

ahol c'_A a minta A elemének koncentrációja, I'_A a minta A elemének intenzitása, I°_A az etalon A elemének intenzitása, c°_A pedig az etalon A elemének koncentrációja. Ha az etalon tiszta elem, akkor $c^\circ_A = 1$.

Ez a lineáris közelítés a következő három feltétel esetén volna igaz:

— A becsapódó elektronoknak a mintán és az etalonon ugyanakkora hányada abszorbeálódik, és az elektronok energiavesztesége a bombázott anyag sűrűségével arányos.

— A keltett röntgensugárzás abszorpciója a mintában és az etalonban ugyanakkora.

— A karakterisztikus röntgensugárzást a minta és az etalon valamennyi elemére nézve csakis a primér elektronok keltik.

Könnyű belátni, hogy az első két feltétel csak akkor teljesül hiánytalanul, ha a minta és az etalon anyaga megegyezik. A harmadik feltétel a gyakorlatban soha nem teljesül, mert a gyorsító feszültség — a primer sugárzás energiája — mindig nagyobb, mint a karakterisztikus röntgensugárzás keltéséhez szükséges energia, így a fékezési sugárzás — háttérrugárzás — egy része is karakterisztikus röntgensugárzást vált ki. Ha a minta és az etalon összetétele lényegesen eltér, a tényleges és a (12) képlettel számított koncentráció között akár 50% eltérés is adódhat. Szükséges tehát, hogy az effektusokra, amelyek a minta és az etalon esetében egymástól eltérő mértékűek, korrekciót végezzünk.

A ZAF korrekció

A ZAF korrekció azt veszi figyelembe, hogy a röntgensugarak és az elektronok különböző anyagokban eltérően viselkednek. A korrekció alkalmazásával a vizsgált minta összetétele néhány százalék relatív hibával meghatározható. A valódi koncentráció a következőképpen írható:

$$c_A = k_A \cdot Z \cdot A \cdot F \qquad (13)$$

ahol k_A az A elem mintán és színelem etalonon mért intenzitásának hányadosa. Ez mérhető.

„Z" a rendszámkorrekciót jelenti, amely magába foglalja az elektronok visszaszóródása és fékeződése miatti ionizációcsökkenést, vagyis a gerjesztési veszteséget. A keltett röntgensugárzásnak a mintában történő abszorpcióját „A" veszi figyelembe, „F" pedig a karakterisztikus fluoreszcencia faktora, ami azt fejezi ki, hogy a vizsgált elemet nemcsak primér elektronok, hanem más, nagyobb rendszámú, a vizsgált elem abszorpciós éle fölötti energián sugárzó elemek is gerjeszthetik.

Ezek közül az effektusok közül legerősebb a

minta önabszorpciója, amely a röntgensugár mintában megtett úthosszával és a minta sűrűségével exponenciálisan nő. A háttér sugárzás által gerjesztett másodlagos fluoreszcens sugárzás mértéke általában elhanyagolható. A korrekciós tényezők a következőképpen számíthatók.

A gerjesztett röntgensugárzás intenzitását a következő kifejezés adja:

$$I_g = c_A \int_0^{z^*} \Phi(\varrho z)\, \mathrm{d}(\varrho z), \qquad (14)$$

ahol $\Phi(\varrho/z)$ a karekterisztikus röntgensugárzás mélységeloszlása, ϱ a gerjesztett mintarész sűrűsége, z a minta felszínétől mért mélységkoordináta, c_A az A elem koncentrációja, z^* pedig az a mélység, melynél a lefékeződő elektronok átlagos energiája megegyezik a vizsgált A elem gerjesztési potenciáljával.

A kibocsátott intenzitás azonban nem ennyi lesz, mert a gerjesztett sugárzás $(1-e^{-a})$-ad része a mintában elnyelődik. Az abszorpció mértéke részletesebben:

$$1-e^{-a} = 1-e^{-\frac{(\mu/\varrho)\cdot\varrho\cdot z}{\sin\varphi}}, \qquad (15)$$

ahol (μ/ϱ) a tömegabszorpciós együttható, φ a minta felszínének síkja és a detektor iránya közti szög, $z/\sin\varphi$ tehát valójában az abszorpciós úthosszat jelenti. Ezt a tényt figyelembe véve az emittált intenzitást a következőképpen számíthatjuk:

$$I_e = c_A \int_0^{z^*} \Phi(\varrho z)\cdot\exp\left[(-\mu/\varrho)\varrho z \frac{1}{\sin\varphi}\right] \mathrm{d}(\varrho z) \qquad (16)$$

Vezessük most be az

$$x^\circ = (\mu/\varrho)_A^A \frac{1}{\sin\varphi}$$

jelölést, az $A, B, \ldots, N$ elemeket tartalmazó ötvözetekre pedig hasonlóképpen az

$$x' = \sum_{i=A}^{N} c_i (\mu/\varrho)_i^A \frac{1}{\sin\varphi}$$

kifejezést. Itt $(\mu/\varrho)_i^A$ az i-edik elem tömegabszorpciós együtthatója az A elem karakterisztikus röntgensugárzásával szemben. Az eddigiek alapján már felírható a minta és az etalon által sugárzott intenzitások aránya egy A elem esetén:

$$k_e = \frac{I_e'}{I_e^\circ} = \frac{c_A \int_0^{z^*} \Phi(\varrho z)'\cdot\exp[-x'\varrho' z]\,\mathrm{d}(\varrho z)'}{\int_0^{z^*} \Phi(\varrho z)^\circ \exp[-x^\circ\varrho^\circ z]\,\mathrm{d}(\varrho z)^\circ} \qquad (17)$$

Az egyenlőségben a °-jel az etalonra, a '-jel pedig a mintára vonatkozik. A számlálóban és a nevezőben szereplő integrálkifejezésekben a korrekciós feladat szempontjából valójában csak x° és x' tekintendő változónak. Az egyszerűbb írásmód kedvéért jelöljük a számlálóban szereplő integrálkifejezést $F(x)'$-vel, a nevezőben szereplőt pedig $F(x)^\circ$-val. Így

$$k_e = c_A \cdot \frac{F(x)'}{F(x)^\circ} \qquad (18)$$

Ha nem történik abszorpció, akkor a (15) kifejezés értéke 0, vagyis az előbb bevezetett x° és x' változóink értéke is 0. Ezt az esetet az $F(x)'$, ill. az $F(x)^\circ$ függvényeink zérushelyeiken írják le:

$$k_g = c_A \cdot \frac{F(O)'}{F(O)^\circ} \qquad (19)$$

Most természetesen a gerjesztett intenzitások arányát kaptuk meg. A (18) és (19) összefüggések alapján a gerjesztett és az emittált k értékek közötti összefüggés a következő:

$$k_e = k_g \cdot \frac{F(O)^\circ}{F(O)'} \cdot \frac{F(x)'}{F(x)^\circ} \qquad (20)$$

Ha most még bevezetjük az emittált és gerjesztett intenzitás arányát megadó $f(x) = F(x)/F(o)$ faktort, akkor az emittált k érték (ami mérhető) és az A elem konventrációja között a következő összefüggés adódik:

$$k_e = c_A \cdot \frac{F(O)'}{F(O)^\circ} \cdot \frac{f(x)'}{f(x)^\circ} \qquad (21)$$

Vegyük most figyelembe a másodlagos fluoreszcencia lehetőségét is. Vezessük be az I_p, I_f és I_{cf} intenzitásokat, ahol I_p a primér elektronsugár, I_f más karakterisztikus röntgenvonal, I_{cf} pedig a röntgenkontinuum által gerjesztett intenzitás, akkor az előzőleg kapott k_e érték a

$$k_e = \frac{I_p'}{I_p^\circ} = \frac{I_t' - I_f' - I_{cf}'}{I_t^\circ - I_{cf}^\circ} \qquad (22)$$

alakban írható fel. Itt I_t a teljes emittált intenzitást jelenti, melynek csak az I_f és I_{cf} intenzitásokkal csökkentett része származik a primér elektronsugárzásból. A nevezőben természetesen azért nem szerepel I_f, mert végig feltételeztük, hogy az etalon tiszta elem. Vezessük be végül a $k = I_t'/I_t^\circ$, a $k_1 = I_{cf}'/I_{cf}^\circ$, a $k_2 = I_{cf}^\circ/I_t^\circ$ valamint a $\gamma = I_f'/I_p'$ jelöléseket. Ezeket alkálmazva, és a (21) összefüggést is figyelembe véve, átalakítások után a

$$k_e = \frac{k - k_1\cdot k_2}{(1-k_2)(1+\gamma)} = c_A \cdot \frac{F(O)'}{F(O)^\circ} \cdot \frac{f(x)'}{f(x)^\circ} \qquad (23)$$

kifejezéshez jutunk. Ha a kontínuum keltette fluoreszcenciát elhanyagoljuk, vagyis $k_2 = 0$, akkor a c_A érték a következő kifejezéssel egyenlő:

$$c_A = k_A \left(\frac{F(O)^\circ}{F(O)'}\right) \cdot \left(\frac{f(x)^\circ}{f(x)'}\right) \left(\frac{1}{1+\sum_{i=B}^{N} \gamma_i^A}\right) \qquad (24)$$

Ez az úgynevezett ZAF korrekció végső alakja. Az első korrekciós tényező a mintában és a standardban gerjesztett intenzitások különbözőségét veszi számításba. Ez a „Z", vagyis a rendszámkorrekció. A következő tényező az „A", amely a röntgensugarak különböző anyagokban eltérő ab-

szorpcióját írja le. Az utolsó tényező az „F", a fluoreszcencia korrekció. Ebben a tényezőben az összegzés azt fejezi ki, hogy az A elemnek valamennyi B, C, ... N elem általi gerjesztését figyelembe kell venni és az effektusokat összegezni kell.

A (24) összefüggéshez úgy jutottunk el, hogy egy sor formai egyszerűsítést alkalmaztunk. Ez óhatatlanul oda vezetett, hogy a végeredmény külalakját tekintve biztató, közvetlenül számolni azonban nem lehet vele. Az elmúlt 15 évben számos kutató foglalkozott olyan közelítő összefüggések konstruálásával, melyek a korrekciós tényezőben szereplő függvényeket széles tartományban nagy pontossággal megközelítik [5, 6, 7, 8].

Összefoglalás

A scanning elektronmikroszkóphoz csatlakoztatott energiadiszperzív detektorok lehetővé teszik 10^{-16} g mennyiségben előforduló anyag kimutatását is. A rendszer valódi értéke azonban általában az, hogy jó geometriai felbontás — 10—150 nm átmérőjű részecskék elemezhetők — mellett végezhető mennyiségi analízis. Általában a nátriumnál, kivételes esetben pedig a bórnál nagyobb rendszámú elemek határozhatók meg. A mennyiségi elemzés feltétele az, hogy a minta elemzett felületrészének normálvektora definiálható legyen, és a detektált röntgensugárzás valóban az elemezni kívánt helyről származzon. Ezeknek a feltételeknek teljesülése esetenként lehetővé teszi törési vagy más nem sík felületen megjelenő részecskék mennyiségi elemzését

A mennyiségi elemzés szokásos módja az, hogy az egyes meghatározandó elemekhez színelem etalon próbákat használnak. Ez az elemzést körülményessé teszi, de ZAF korrekcióval pontos eredmény érhető el.

IRODALOM

[1] *Johansson, S. A. E.—Johansson, T. B.:* Analitycal application of particle induced X-ray emission. Nuclear Instruments and methods. 137. (1976).

[2] *Moseley, H. G. J.:* The high-frequency spectra of elements. II. Phil. Mag. *26.* (1913). 1024.

[3] *Pocsaji L.—Radó O.—Solymár M.:* A JXA-5A mikroszonda szerkezeti felépítése és fémtani alkalmazása. BKL *110.* (1977). 3—4.

[4] *Barna P.—Csanády A.-né:* A pásztázó elektronmikroszkóp és felhasználási területei a fémiparban. BKL *105.* (1972) 11.

[5] *Philibert, J.:* A method for calculating the absorption correction in electron-probe microanalysis. X-ray Optica and X-ray microanalysis. 3. Int. Symp. Stanford 1963.

[6] *Heinrich, K. F. J.:* The absorption correction model for microprobe analysis. Nat. Conf. on Electron Microprobe Anal. Boston 1967. paper No. 7.

[7] *Bethe, H. A.:* Zur Theorie des Durchgangs schneller Korpuskularstrahlen durch Materie. Annalen der Physik. ANPYA, *Vol 5.* (1930) 325.

[8] *Reed, S. J. B.:* Electron microprobe analysis. Cambridge 1975.

[9] *Theisen, R.:* Quantitative microprobe analysis. Springer-V. 1965.

[10] *Beaman, D. R.—Isasi, J. A.:* Electron beam microanalysis. ASTM 1972.

[11] *Woldseth, R.:* X-ray energy spectrometry. Kevex Corpor. Burminghame California 1973.

Egyesületi hírek

Lántzky József 70 éves

Ebből az alkalomból szeretettel köszöntjük *Dodó* barátunkat a magyar kohásztársadalom nevében.

Mint minden kortársnak, neki is nehéz, megpróbáltatásokkal teli életút jutott. Édesapja is kohómérnök volt. Gyermekéveit Erdélyben, a Hargita tövében, Szentkeresztbányán töltötte egy faszenes nagyolvasztóval működő kis vasgyári telepen. Ott szívta magába életreszólóan a kohászat szeretetét és mindenkit megnyerő jó kedélyét.

Még csak 6 éves, amikor az első világháború közepén elveszti édesapját, s néhány év múlva az apa nélkül maradt család anyagi helyzete is megrendül. A középiskolát még Kolozsvárott végezte, majd érettségi után átjön Magyarországra. Egyedül, szülői támogatás nélkül beiratkozik, a családi tradíciót követve, Sopronban a Főiskola vaskohómérnöki szakára. Az anyagi támogatás hiányában sok lemondással és koplalással, de számtalan derűs élménnyel is tarkított soproni diákéveket a román hadseregben töltött két éves katonai szolgálat megszakítja ugyan, de 1934-től már magyar állampolgárként tanul tovább, és 1938 elején szerzi meg a vaskohómérnöki diplomát. Rövid budapesti üzemi tevékenység után az Ózdi Kohászati Üzemek jogelődjénél, a Rima ózdi gyárában helyezkedik el. Az itteni metallográfiai laboratóriumban töltött esztendők alatt szerzi meg azokat — az acél tulajdonságait alapvetően meghatározó szövetszerkezeti — ismereteket, amelyek későbbi pályafutásának sikereit megalapozták.

Az ózdi gyár azon kevés mérnökei közé tartozott, akik 1944 végén nem hagyták el Ózdot, hanem helyben maradva már 1945 januárjában irányítja a kohók üzembehelyezését, majd egy éven keresztül a termelőmunkát. Ezután ismét metallográfiával foglalkozik, majd 1949-ben megbízzák az ózdi gyár MEO-jának megszervezésével. 10 esztendőt tölt ebben a munkakörben, s hogy milyen eredménnyel, azt a többszörös „Kiváló dolgozó" és a „Szakma kiváló dolgozója" kitüntetések, jutalmak, miniszteri dicséret, a „Fasola Henrik" oklevél és érem, valamint a minőségi acélgyártásban elért kimagasló eredményeiért 1953-ban elnyert Munka Vörös Zászló Érdemrend jelzik.

Ózdon a középszintű és felsőszintű szakmai oktatásban is éveken át tevékenykedett.

1962-ben népgazdasági érdekből áthelyezték a Dunai Vasműhöz, ahol előbb a Metallográfiai Osztályt vezette, majd 1964-től mint a vállalat főmetallurgusa dolgozott, 1970-ben történt nyugdíjazásáig. Ebben a beosztásban szakmai irányítást adott a Dunai Vasmű metallurgiai üzemeinek, kidolgozta azok fejlesztési koncepcióit, vezette a vállalatnál folyó kutató tevékenységet. Munkájához kapcsolódik a Dunai Vasműben az egymeleges szalaghengerléshez szükséges metallurgiai feltételek irányítása, az oxigénnel intenzifikált SM-acélgyártás, a nagyfolyáshatárú szerkezeti acélok és a Si-os dinamószalagok gyártásának meghonosítása stb.

Budapestre költözése után nyugdíjasként még 1977-ig eredményes tanácsadói munkát végzett a Vasipari Kutató Intézetben.

Egyesületünknek 1938. óta tagja és 1970-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig igen nagy aktivitással látta el a dunaújvárosi helyi csoport titkári teendőit. Budapestre költözése óta rendszeresen lelkes egyesületi munkát végez, intézi a Vaskohászati Szakosztályunk külföldi ügyeit. Lapunkban számos szakcikket jelentetett meg, több ízben tartott előadást rendezvényeinken. Egyesületi munkáját 1972-ben Sóltz Vilmos emlékéremmel ismerték el.

Kedves Dodó barátunk, kívánjuk, hogy erőben, egészségben még sok éven át hozzál derűt és jókedvet körünkbe. (KA)

Digitális mikroszkópos szövetképek modellezése és kvantitatív jellemzése*

RÉTI TAMÁS okl. matematikus
Gépipari Technológiai Intézet

DK: 620.186 : 519.876.5

A tanulmány digitalizált kétfázisú mikroszkópos szövetképek számítógépes modellezésével és elemzésével foglalkozik. A digitális kéttónusú szövetkép számítógépes szimulálására az ún. Markov-rács modellen alapuló eljárást alkalmazzák sikerrel. A mikroszkópos kép morfológiai leírására geometriai-topológiai jellemzőket használnak. Ez utóbbiak a mechanikai-technológiai tulajdonságokkal összefüggésbe hozhatók, és alkalmasak a képek automatikus osztályozására.

1. Bevezetés

A fény- és elektronmikroszkópos szövetképek a fémötvözet szövetszerkezetére, a szövetszerkezet morfológiájára, geometriai felépítésére vonatkozó lényeges információk hordozói. Ezek megragadása és értékelése megkülönböztetett jelentőségű mind a morfológia és a tulajdonságok közötti kapcsolat elemzésekor, mind a szövetszerkezet ellenőrzésekor, az etalonképes összehasonlításon alapuló minősítéskor. Nélkülözhetetlen segédeszköze a szövetkép a kvantitatív ill. sztereometrikus metallográfiai módszerek alkalmazásának is.

A dolgozatban előzetesen digitalizált mikroszkópos szövetképek morfológiai elemzésének problémakörével foglalkozunk. Új típusú eljárást ismertetünk a digitális szövetképek modellezésére és számítógépes szimulálására, továbbá bemutatunk egy olyan módszert, amely alkalmasnak mutatkozik a kép morfológiájának, geometriai-topológiai „szerkezetének" számszerű adatokkal való jellemzésére.

A következőkben vázoljuk a probléma felvetésének műszaki hátterét. Ezt követően röviden áttekintjük a szövetképek komplex elemzésére ill. modellezésére alkalmas eljárásokat. Végül a digitális szövetkép szimulációjára és kvantitatív jellemzésére kidolgozott módszert ismertetjük mintapéldákra támaszkodva.

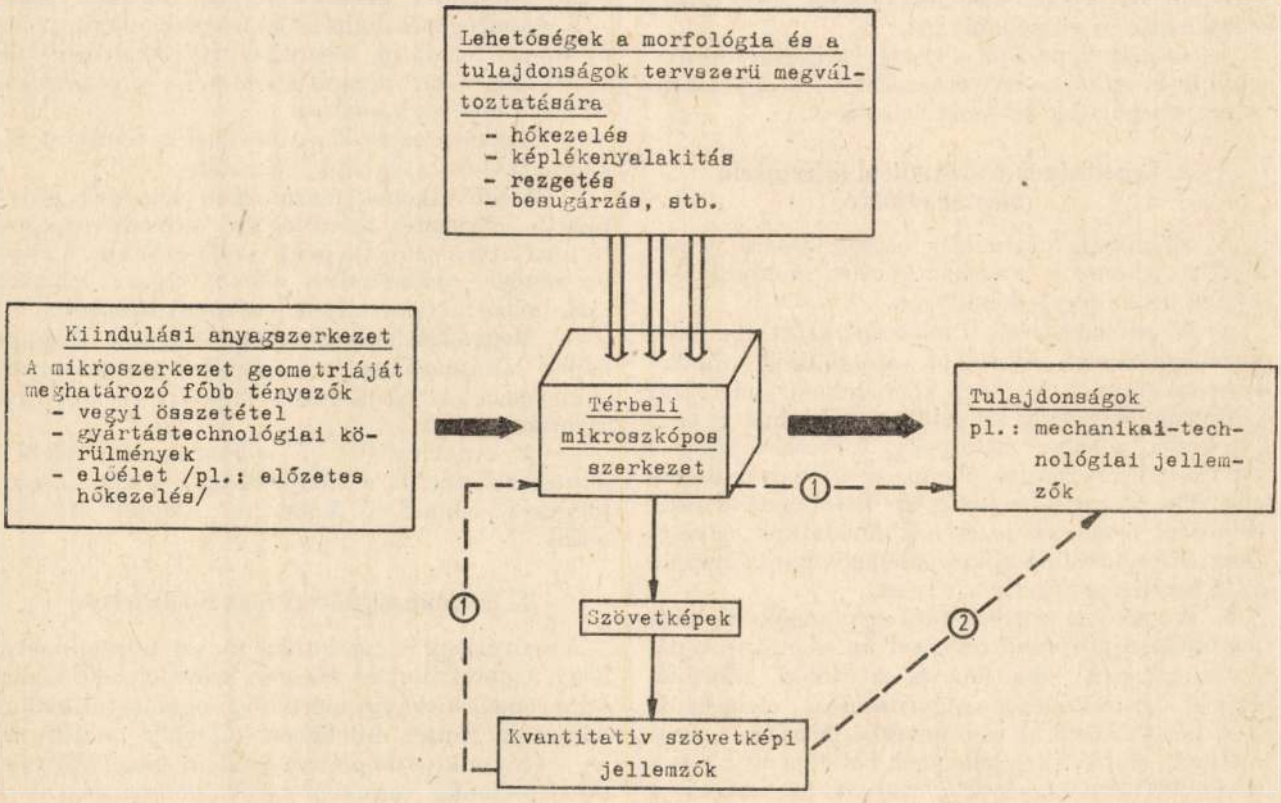
2. A kvantitatív szövetképelemzés alkalmazásának lehetőségei

A szövetképi információfeldolgozás egyik központi problémája a fémötvözet mikroszerkezete,

* Vaskohászati Szakosztályunk 1979. évi pályázatán díjat nyert pályamunka. (Szerk.)

1. táblázat

A fémötvözetek mikroszerkezete, tulajdonságai és a szövetképi jellemzők közötti összefüggés



tulajdonságai és a kép morfológiai jellemzői közötti összefüggések feltárása, objektív értékelése. Adott kiindulási feltételek esetében (pl. vegyi összetétel, gyártási körülmények, előzetes hőkezelés, alakítás stb.), a térbeli mikroszkópos szerkezet döntő mértékben meghatározza az ötvözet felhasználás szempontjából fontos mechanikai-technológiai tulajdonságait *(1. táblázat)*. A mikroszkópos szerkezet geometriai felépítéséről azonban csak áttételesen, közvetve tájékozódhatunk, többek között épp a síkmetszeti szövetképek alapján. A szövetképi morfológia objektív értékelése szükségszerűvé teszi a kvantitatív képi jellemzők bevezetését. Ez utóbbiak ismeretében a tulajdonságokra kétféle módon következtethetünk.

1. A szövetképi jellemzőkből kiindulva — némely egyszerűbb esetben — meghatározhatjuk a térbeli mikroszkópos szerkezet valóságos geometriai-topológiai viszonyait tükröző ún. sztereometrikus jellemzőket. Ezek a tulajdonságokkal általában fizikailag is megalapozott összefüggésben vannak [1—3]. (Példa erre az „átlagos szabad úthossz" és az alsó folyáshatár közötti Hall—Petch-féle egyenlet formájában megfogalmazott összefüggés.

2. A kvantitatív képi jellemzők és a tulajdonságok között azonban közvetlen összefüggés keresésére is lehetőség kínálkozik. E módszer alkalmazása szükségképpen merül fel mindazon esetekben, amikor a térbeli mikroszerkezet síkmetszeti rekonstrukciója, a sztereometrikus jellemzők meghatározása nehézségekbe ütközik.

A szövetképek kvantitatív elemzése:

— hatékony segítséget jelent a mikroszerkezet megismerésére és az ötvözet tulajdonságainak tervszerű befolyásolására irányuló kutatómunkában (például az átalakulási folyamatok kvantitatív metallográfiai vizsgálatában),

— alapját képezi az objektív kritériumon alapuló mikroszkópos szövetminősítésnek, az etalonképes vizsgálatok automatizálásának.

3. Lehetőségek a szövetképi információ megragadására

A szövetképi információ megragadására, kvantitatív jellemzők származtatására metodikailag kétféle lehetőség is kínálkozik.

a) A valóságos térbeli mikroszerkezet egy helyvektorral kijelölt pontjához valószínűségi változóként hozzárendelhető egy kémia elem koncentrációja vagy egy fázis, szövetelem előfordulását egyértelműen jellemző mennyiség. Következésképp a térbeli mikroszerkezet jellemzése egy háromdimenziós, síkmetszeti képe pedig egy kétdimenziós valószínűségi mező jellemzésének feladatára, nevezetesen bizonyos statisztikus jellemzők minta alapján való becslésére vezethető vissza.

b) Az eredeti szövetképről egy analóg-digitális jelátalakító közreműködésével ún. digitális képet (számmátrixot) készítünk és ez utóbbi „morfológiáját" számítógépes algoritmussal elemezzük.

A két út közül az első kevésbé járható, a paraméterek, statisztikus jellemzők becslése még akkor is rendkívüli nehézségekbe ütközik, ha szövetképi morfológia viszonylag egyszerű. Jelenleg még a legegyszerűbb típusú, homogén izotróp és ergodikus valószínűségi mezők [4, 5] kovarianciafüggvényének becslésére sem áll rendelkezésre megfelelő módszer.

Szövetkép morfológiájának jellemzésére alkalmas kovariancia ill. spektrális sűrűségfüggvények előállítása némileg önkényes megszorítások mellett lehetséges: például akkor, ha feltételezzük, hogy a képen adott helyzetű egyenesszakasz mentén a fázisok jelenlétére utaló mennyiségi jellemzők — nevezetesen egyes kémiai elemek koncentrációjának értéke — a hely függvényében stacionárius és ergodikus sztochasztikus folyamatnak tekinthető [6].

Több sikerrel kecsegtet a digitalizált szövetkép számítógépes morfológiai elemzése. Ez utóbbi az eredeti kép egy véges közelítésének tekinthető, és egy m sorból és n oszlopból álló — M ún. képmátrixszal reprezentálható. Az M képmátrix $a_{i,j}$ elemeit a szürkeségi szint diszkrét értékei alkotják, ezek az eredeti kép általános értelemben vett „tónusának" kvantálásával adódnak. A tónus fizikai tartalma, értelmezése a leképező rendszer típusától függően változó.

A fénysugár letapogatással ill. a TV-elven működő képdigitalizáló rendszerek olyan digitális képet állítanak elő, amelynél a képmátrix elemei az egyes fázisok fényvisszaverő képességével arányos mennyiségek. A közvetlen elektronsugár letapogatással dolgozó berendezésekkel (elektronmikroszkópok, mikroszondák) a próbatest felületén gerjesztett karakterisztikus röntgensugárzást detektálva, az ötvözők hely szerinti eloszlását feltüntető digitális képet (x-ray contour map) [7] lehet készíteni, a képmátrix elemeinek ekkor az ötvözőelem intenzitás diszkrét értékei felelnek meg.

A számítógépes digitális képelemzés alkalmazása új típusú feladatok megoldásának lehetőségét teremti meg a metallográfiában és az anyagvizsgálati célú mikroszkópiában.

— Meghatározhatók a morfológia leírására alkalmas kvantitatív képi jellemzők,

— A szövetképek morfológiai elemzését követően a jellegzetes morfológiájú szövetképtípusok (reprezentáns szövetképek) kiválaszthatók, a cluster-analízis módszereivel azonos típusú képeket tartalmazó „képosztályok" származtathatók.

— Megvalósítható a különböző morfológiájú képek automatikus számítógépek osztályozása előre megadott osztályokba objektív szempontok alapján.

— A kvantitatív képi jellemzők és a térbeli mikroszerkezet ill. a tulajdonságok közötti összefüggések számszerű kritérium alapján elemezhetők.

4. Kéttónusú szövetképek modellezése

A szövetképi vizsgálatban fontos követelmény, hogy a detektálandó fázisok, szövetelemek tónusai a képen kielégítő mértékben egymástól különbözzenek. Ennek érdekében különféle módszerrel — a fénymikroszkópiában például megfelelő maratási technika vagy színszűrők alkalmazásával —

arra szokás törekedni, hogy a képen mindössze néhány, legtöbbször két tónusnak, a feketének és a fehérnek a hatása legyen domináns.

E kéttónusú szövetképek előnyös tulajdonsága, hogy a digitalizálást követően kapott bináris kép morfológiája a szokásos geometriai-topológiai szemlélettel összhangban interpretálható. Ez a körülmény aláhúzza a kéttónusú szövetképek elemzésére irányuló vizsgálatok fontosságát és aktualitását, annak ellenére, hogy az ipari fémötvözetekben a fémtani értelemben vett fázisok, szövetelemek száma általában mindig meghaladja a dominánsszövetképi tónusok számát.

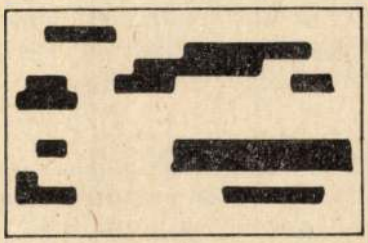
A következőkben kizárólag kéttónusú digitális képek vizsgálatára szorítkozunk. A kéttónusú szövetképhez rendelt M képmátrix jellegzetessége, hogy $a_{i,j}$ elemei *0* és *1* értékűek, megállapodás szerint *1* utal a kitüntetett fázis (esetleg fázisok és szövetelemek), *0* pedig a háttérnek tekintett fázis (fázisok, szövetelemek) jelenlétére.

A fázisok és szövetelemek térbeli felépítésének — a *G. Ondracek*, által bevezetett terminológia szerint — két alapesete különböztethető meg [8].

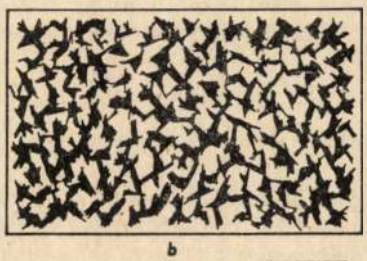
— Ún. „áthatolásos szövetszerkezetről" (Durchdringungsstruktur) szokás beszélni akkor, ha valamennyi fázis legalább egy dimenzióban folytonos térbeli elrendeződésű. Ez geometriailag azt jelenti, hogy egy tetszőlegesen kiválasztott fázis bármely két pontja a szóban forgó fázisban haladó folytonos térbeli vonallal összeköthető.

— A „beágyazásos szövetszerkezetre" (Einlagerungsstruktur) az a jellemző, hogy a jelenlevő fázisok közül legalább egy diszkontinuális elrendeződésű. Kétfázisú rendszer esetében akkor a nemfolytonos fázis — diszperz részecskék alakjában — beágyazódik a folytonos térkitöltésű alapfázisba, az ún. mátrixba.

Az *1/a-b. ábrán* kétfázisú ötvözet beágyazásos ill. áthatolásos típusú morfológiájára jellemző idealizált mikroszkópos szövetképek láthatók.



a



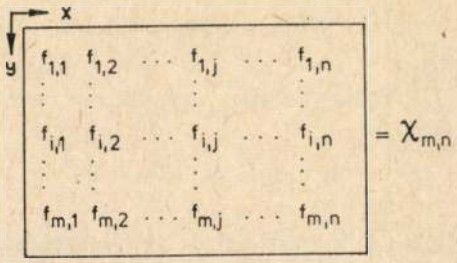
b

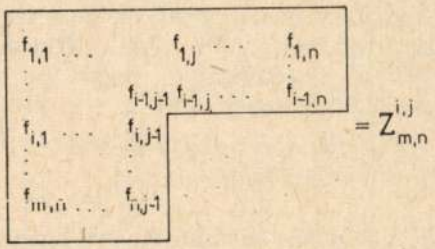
KL-513-1

1. ábra. Kétfázisú ötvözet „beágyazásos" (a), ill. „áthatolásos" (b) típusú szövetszerkezetének megfelelő szövetképek elvi vázlata

2. táblázat

Elvi vázlat kéttónusú digitális kép Markov-ráccsal való modellezéshez





A kéttónusú szövetképek modellezésére különféle módszerek jöhetnek számításba [9]. Egy lehetséges megközelítés, ha a digitális képet diszkrét valószínűségi mezőként kezeljük [10—14]. A kéttónusú képhez rendelt M képmátrix többek között tekinthető tágabb értelemben vett *Markov*-mezőnek (wide-sens-Markov field) ill. szigorú értelemben vett Markov-mezőnek (strict sens Markov field) [12—14].

Szimulációs vizsgálatainkban feltételeztük, hogy a bináris kép szigorú értelemben vett Markov-mezővel — egy másik szokásos elnevezéssel élve — Markov-ráccsal (Markov mesh) modellezhető. A következőkben röviden vázoljuk az alkalmazott modellezési eljárás elvét [13].

A digitalizálás eredményeképp kapott képet — mint diszkrét valószínűségi mezőt — jellemezzük az m sorból és n oszlopból álló $\varkappa_{m,n}$ mátrixszal, a mező egy lehetséges realizációját pedig az $a_{i,j}$ elemek alkotta M képmátrixszal. Legyen a $\varkappa_{m,n}$ i-edik sora és j-edik oszlopa által meghatározott elem az i,j-indexű rácsponton definiált $f_{i,j}$ bináris valószínűségi változó. Ez utóbbi értéke *1* vagy *0* aszerint, hogy a kép rácsponti helyén fekete vagy fehér tónus az uralkodó. A *2. táblázat* útmutatása szerint jelölje $Z^{i,j}_{m,n}$ a $\varkappa_{m,n}$ mátrix azon L-alakú tartományát, amelyet azon $f_{p,q}$ elemek alkotnak, amelyek az $p \leqq i$ és $q \leqq j$ egyenlőtlenségeknek eleget tesznek. Az $f_{i,j}$ mátrixelemek alkotta diszkrét valószínűségi mezőt szigorú értelemben vett Markov-mezőnek nevezzük, ha a

$$P\{f_{i,j} | Z^{i,j}_{m,n}\} = P\{f_{i,j} | f_{i-1,j-1}, f_{i-1,j}, f_{i,j-1}\} \qquad (1)$$

összefüggés minden i, j-re ($1 \leqq i \leqq m$ és $1 \leqq j \leqq n$) teljesül, ahol

$$P\{f_{i,j} | A\}$$

az $f_{i,j}$ feltételes valószínűségét jelöli az A esemény bekövetkezésének feltétele mellett, az $f_{i,0}$ és $f_{0,j}$ elemek pedig megállapodás szerint zérussal egyenlők.

Az íly módon definiált Markov rács tulajdonságaiból következik, hogy az M képmátrixszal megadott realizáció valószínűségét [13] a

$$P\{x_{m,n}=M\}=$$

$$=\prod_{i=1}^{m}\prod_{j=1}^{n}P\{f_{i,j}=a_{i,j}|f_{i-1,j-1}=a_{i-1,j-1},\ f_{i-1,j}=$$

$$=a_{i-1,j},\ f_{i,j-1}=a_{i,j-1}\} \qquad (2)$$

összefüggéssel számíthatjuk. Következésképp a $P(X_{m,n}=M)$ valószínűség előállítása visszavezethető 3—3 rácsponti elem által generált mxn számú feltételes valószínűség meghatározására.

A szimulációs modell felállításakor a (2) összefüggésben található jobb oldali átmenet valószínűségekről feltételeztük, hogy a rácspontindexezéstől függetlenek, azaz

$$P\{f_{i,j}|f_{i-1,j-1},\ f_{i-1,j},\ f_{i,j-1}\}=$$
$$=P\{f_D|f_A,\ f_B,\ f_C\} \qquad (3)$$

alakúak. A *3. táblázat* útmutatásával megegyezően: A, B, C és D a négy ún. „ablakmátrixot" alkotó mátrixelemek helyét tűzi ki, f_A, f_B, f_C és f_D pedig az A, B, C és D által meghatározott konfigurációtól függő, de a rácsponti indexezéstől már független valószínűségi változókat jelöli a Markov-rácsban.

Tekintettel arra, hogy f_A, f_B, f_C, f_D valószínűségi változók binárisak, ezért a (3) szerinti kifejezések lehetséges száma, ismétléses variációról lévén szó, 16-tal egyenlő. E 16 átmenetvalószínűség képezi a Markov-rács modellre épülő képszimuláció alapját. Közülük nyolcat a *4. táblázat* 2. oszlopa foglal magában A hiányzó másik nyolc átmenetvalószínűség a komplementer események valószínűségére vonatkozó összefüggéssel származtatható a táblázati adatokból.

5. Digitális szövetképek szimulációja és kvantitatív jellemzése

A következőkben a bináris képmátrixszal reprezentálható szövetképek számítógépes szimulációjára és morfológiai leírására kidolgozott eljárást, ill. számítógépes algoritmust ismertetjük egy mintapélda kapcsán.

A kiszemelt fénymikroszkópos szövetfotókról a BME Folyamatszabályozási Tanszékén kifejlesztett analóg-digitális jelátalakítóval eredetileg 8 szürkeségi szintű és 128×72 méretű mátrixszal reprezentált digitális képet állítottunk elő [15]. A lyukszalagon rögzített képet R10 típusú számítógépen végzett további feldolgozás első lépéseként kéttónusúvá alakítottuk. Ehhez a [16] irodalomból ismert algoritmust alkalmaztuk.

3. táblázat

A digitális kép modellezéséhez, ill. elemzéséhez definiált négyelemű „ablakmátrix"

A	B	f_A	f_B	$a_{i-1,j-1}$	$a_{i-1,j}$
C	D	f_C	f_D	$a_{i,j-1}$	$a_{i,j}$
a		b		c	

a) ablakmátrix
b) rácsponti indextől független valószínűségi változók
c) a kép vizsgált részlete

4. táblázat

A Markov-rács előállításához szükséges átmenetvalószínűségek és a megfelelő relatív gyakoriságok

Jel	Valószínűség	Gyakoriság
0 0 / 0 0	$p_{00}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=0,\ f_B=0,\ f_C=0\}$	$\hat{p}_{00}=\dfrac{v_0}{v_0+v_8}$
1 0 / 0 0	$p_{01}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=1,\ f_B=0,\ f_C=0\}$	$\hat{p}_{01}=\dfrac{v_1}{v_1+v_9}$
0 1 / 0 0	$p_{02}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=0,\ f_B=1,\ f_C=0\}$	$\hat{p}_{02}=\dfrac{v_2}{v_2+v_{10}}$
1 1 / 0 0	$p_{03}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=1,\ f_B=1,\ f_C=0\}$	$\hat{p}_{03}=\dfrac{v_3}{v_3+v_{11}}$
0 0 / 1 0	$p_{04}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=0,\ f_B=0,\ f_C=1\}$	$\hat{p}_{04}=\dfrac{v_4}{v_4+v_{12}}$
1 0 / 1 0	$p_{05}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=1,\ f_B=0,\ f_C=1\}$	$\hat{p}_{05}=\dfrac{v_5}{v_5+v_{13}}$
0 1 / 1 0	$p_{06}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=0,\ f_B=1,\ f_C=1\}$	$\hat{p}_{06}=\dfrac{v_6}{v_6+v_{14}}$
1 1 / 1 0	$p_{07}=\{f_D=0\ \vert\ f_A=1,\ f_B=1,\ f_C=1\}$	$\hat{p}_{07}=\dfrac{v_7}{v_7+v_{15}}$

A számmátrix alkotta bináris kép morfológiai elemzéséhez a 3. táblázatban feltüntetett „ablakmátrixot" definiáltuk. Az ablakmátrixot a digitális képen végigfuttatva — valamennyi négyelemű képrészlet információtartalma megragadható. Az A, B, C és D pozícióban a 0 és 1 elemek összesen 16-féle konfigurációban helyezkedhetnek el. Ezért az ablakmátrixszal folytatott analízis eredménye egy a digitális képhez rendelt 16 komponensű

$$\overline{V}=(V_0,\ V_1,\ \ldots V_k,\ \ldots V_{15})T$$

ún. struktúra vektorral volt reprezentálható. Ennek k-adik komponense megadja a k-adik ($k=0$, $1\ldots15$) konfiguráció-típushoz tartozó négy elemű részmátrixok számát a teljes digitális képre vonatkozóan. Azt, hogy a négyelemű ablakmátrixban foglalt elemek valójában melyik — a V_k komponens indexével megegyező — konfigurációt állítják elő, az

$$U_{i,j}=a_{i-1,j-1}+2a_{i-1,j}+4a_{i,j-1}+8a_{i,j}$$

kifejezés aktuális értéke egyértelműen meghatározza.

A fenti gondolatmenetet a *2. ábra* segítségével világíthatjuk meg. A 2/a ábra a 1/a ábra szerinti szövetkép mátrixképét tünteti fel. A 2/b ábrán a négyelemű, a 3/a ablakmátrix elemei alkotta konfigurációtípusok és az 2/a digitális képhez tartozó struktúra vektor komponensei, illetve ennek számított értékei láthatók.

A $\bar{V}$ struktúra vektor meghatározása kettős célt szolgált. A $V_k$komponensek révén a képszimulációhoz szükséges átmenetvalószínűségeket, pontosabban ez utóbbiaknak megfelelő relatív gyakoriságokat könnyen számíthattuk. Az ergodikus hipotézis alapján becsült relatív gyakoriságokat az 4. táblázat 3. oszlopa foglalja magában.

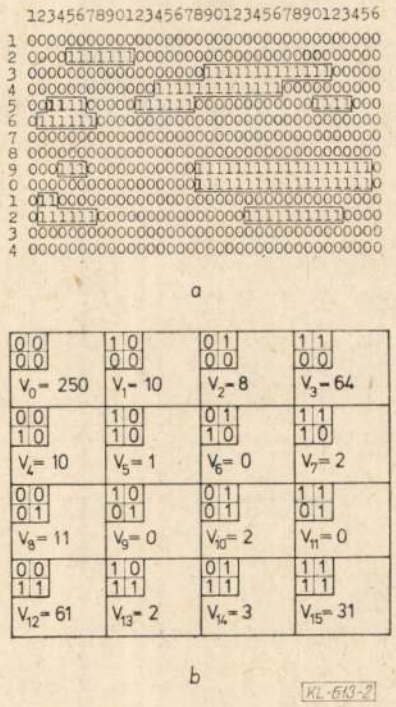
Másrészt a struktúra vektor ismeretében a kép morfológiai leírására hivatott kvantitatív szövetképi jellemzőket egyszerűen származtathattuk. A digitális kép geometriai-topológiai jellemzői közé tartozik az 1-esekkel jelölt, négyzetes képelemekből álló tartomány F_1 területe, x-irányú P_x ill. y-irányú P_y vetületi kerülete, a $G^{(8)}$ a 8 elemű, ill. a $G^{(4)}$ a 4 elemű topológiai környezetre vonatkozó ún. Euler-karakterisztika; továbbá az F_1, P_x és P_y függvényében is kifejezhető ún. származtatott szövetképi jellemzők: a teljes kerület P, az x-irányú átlagos metszékhossz a kitüntetett fázisban $\bar{L}_{x1}$, ill. a háttérnek tekintett fázisban $\bar{L}_{x0}$, valamint a hasonlóképpen definiált y-irányú $\bar{L}_{y1}$ és $\bar{L}_{y0}$ átlagos metszékhosszak a kitüntetett, ill. a háttér fázisra nézve [2, 3, 14]. E szemléletes tartalmú képi jellemzők számítására szolgáló formulákat és az 2/a ábra digitális képére vonatkozóan e mennyiségek számított értékeit a *5. táblázat* tünteti fel.

Könnyen belátható, hogy a szövetképi jellemzők, az M képmátrix adatai és a struktúra vektor komponensei között a

$$\sum_{k=0}^{15} V_k=(m-1)(n-1) \tag{4}$$

$$F_1+P_x+P_y+G^{(8)}=(m-1)(n-1)-V_0 \tag{5}$$

összefüggések állnak fenn. A geometriai-topológiai jellemzők származtatásakor eleve biztosítottuk,



2. ábra. Kéttónusú digitális szövetkép (a) és a megfelelő struktúravektor komponenseinek értéke (b)

5. táblázat

Kéttónusú digitális kép néhány geometriai-topológiai jellemzője és ezek 2. ábra nyomán számított értékei

Megnevezés	Geometriai jellemző	Számított érték
A kitüntetett fázis területe	$F_1 = \sum_{i=0}^{7} V_{2i+1}$	$F_1 = 110$
Az x-irányu vetületi kerület	$P_x = V_2 + V_6 + V_{10} + V_{14}$	$P_x = 13$
Az y-irányu vetületi kerület	$P_y = V_4 + V_6 + V_{12} + V_{14}$	$P_y = 74$
A 8 képelemes topológiai környezet szerinti Euler-karakterisztika	$G^{(8)} = V_8 - V_6 - V_{14}$	$G^{(8)} = 8$
A 4 képelemes topológiai környezet szerinti Euler-karakterisztika	$G^{(4)} = V_8 + V_9 - V_{14}$	$G^{(4)} = 8$
Teljes kerület	$P = 2(P_x + P_y)$	$P = 174$
Az x-irányu átlagos metszékhossz a kitüntetett fázisban	$\bar{L}_{x1} = \frac{F_1}{P_x}$	$\bar{L}_{x1} = 8,46$
Az x-irányu átlagos metszékhossz a háttér fázisban	$\bar{L}_{x0} = \frac{m \cdot n - F_1}{P_x + m}$	$\bar{L}_{x0} = 14,59$
Az y-irányu átlagos metszékhossz a kitüntetett fázisban	$\bar{L}_{y1} = \frac{F_1}{P_y}$	$\bar{L}_{y1} = 1,49$
Az y-irányu átlagos metszékhossz a háttér fázisban	$\bar{L}_{y0} = \frac{m \cdot n - F_1}{P_y + n}$	$\bar{L}_{y0} = 3,58$

hogy a képmátrix első és utolsó sorát, ill. oszlopait zérus elemek alkossák.

A számítógépes szövetképi vizsgálatokra három fázisban került sor:

a) Először kéttónusú — lágyított állapotú gyorsacélok karbideloszlását ábrázoló — fénymikroszkópos szövetképeket elemeztünk. A megfelelő struktúra vektorok előállítását követően meghatároztuk a felsorolt geometriai-topológiai jellemzőket és a szimuláció alapját képező — 4. táblázatba foglalt — átmenetvalószínűségeket.

b) A vizsgálatok második fázisában az átmenetvalószínűségek becsült értékeiből kiindulva bináris képeket szimuláltunk véletlenszám generátor felhasználásával. A szimuláció során a képmátrix első sorának és oszlopának elemeit—ezek együttese peremfeltételként értelmezendő — megállapodás szerint zérusra választottuk. A szimulált képek struktúra vektorait, geometriai-topológiai jellemzőit, ugyancsak meghatároztuk. Itt jegyezzük meg, hogy az ablakmátrix alkalmazásának fő előnye, hogy egyaránt és egyidejűleg alkalmas a digitális kép generálására és ugyanezen kép struktúra vektorának származtatására. (Amennyiben a kép szimulálása nem feladat, az 5. táblázatban összesített geometriai jellemzők számításához hatékonyabb algoritmusok is rendelkezésre állnak.)

c) Végül a vizsgálatokat kiterjesztettük transzformált bináris képek elemzésére is. A számítógépi algoritmusba három egyszerű képi transzformációt iktattunk be. Ezek egymást követő elvégzése ered-

ményeképp a képmorfológia megváltoztatható. A transzformált képre nézve az 4. táblázat szerinti morfológiai jellemzők új értéket kapnak, így az eredeti kép morfológiájára vonatkozóan további értékes információval szolgálnak. E transzformációkat legegyszerűbben az új képmátrix elemeinek előállítására szolgáló képzési szabály megadásával jellemezhetjük.

A kéttónusú kép „komplementerét" előállító F ún. fordítási transzformáció az

$$F[M]=\begin{cases} a_{i,j}^{(F)}=0 & \text{ha } a_{i,j}=1 \\ a_{i,j}^{(F)}=1 & \text{egyébként} \end{cases} \tag{6}$$

összefüggés értelmében az eredeti M képmátrix elemeinek értékét cseréli fel.

A másik két transzformáció — a „törlési" és a „bővítési" transzformáció — sajátossága, hogy orientáció függő, azaz a kép módosítását 4 különböző $\vartheta_k=k\pi/4 (k=0,1,2,3)$ orientáció szöggel jellemzett irányban teszi lehetővé. Speciálisan $k=0$ $(\vartheta_0=0)$ ill $k=2 (\vartheta_2=\pi/2)$ esetében x-irányú (soriránnyú) ill. y-irányú (oszlopirányú) transzformációkról beszélhetünk.

A ϑ_k $(k=0,1,2,3)$ orientációs irányokat figyelembevéve, a T_k törlési transzformációval kapott képmátrix a

$$T_k[M]=\begin{cases} a_{i,j,\,k=0}^{(T)}\begin{cases} \text{ha } a_{i,j}=1 & \text{és} \\ a_{i,j-1}=0 & \text{ha } k=0 \\ a_{i+1,j+1}=0 & \text{ha } k=1 \\ a_{i-1,j}=0 & \text{ha } k=2 \\ a_{i-1,j-1}=0 & \text{ha } k=3 \end{cases} \\ a_{i,j,\,k=1}^{(T)} \quad \text{egyébként} \end{cases} \tag{7}$$

összefüggés szerint állítható elő, míg a B_k $k=0,1,2,3$ bővítési transzformációt követően az új képmátrix elemeit a

$$B_k[M]=\begin{cases} a_{i,j,\,k=1}^{(B)}\begin{cases} \text{ha } a_{i,j}=0 & \text{és} \\ a_{i,j+1}=1 & \text{ha } k=0 \\ a_{i-1,j-1}=1 & \text{ha } k=1 \\ a_{i+1,j}=1 & \text{ha } k=2 \\ a_{i+1,j+1}=1 & \text{ha } k=3 \end{cases} \\ a_{i,j,\,k=0}^{(B)} \quad \text{egyébként} \end{cases} \tag{8}$$

utasítás szerint képezzük. E képmódosító eljárások jellegzetessége, hogy két egymás után végzett transzformációra az

$$\begin{aligned} F[F[M]]&=M \\ T_q[T_p[M]]&=T_p[T_q[M]] \\ B_q[B_p[M]]&=B_p[B_q[M]] \end{aligned} \tag{9}$$

összefüggések teljesülnek, ahol $p, q=0,1,2,3$. A T_0 és T_2 típusú (vagyis az x- és y-irányú) törési transzformáció hatását a kép morfológiájára *a 3. ábra* képsorozata illusztrálja. Az ábrából az is kitűnik, hogy a T_0 és T_2 operációk sorrendje valóban felcserélhető.

A felsorolt három, számítógéppel egyszerűen kivitelezhető képmódosító eljárás sikerrel alkalmazható a kéttónusú szövetképek geometriai-topológiai tulajdonságainak vizsgálatában. Így pl. a törlési transzformáció konzekutív alkalmazása $k=0$ ill. $k=2$ esetében lehetővé teszi, hogy a kitüntetett fázis x- ill. y-irányú metszékeloszlását, valamint a kitüntetett fázis alkotta részecskék x- ill. y-irányú Feret-átmérő szerinti eloszlását meghatározhassuk. (A Feret-átmérő a részecskét közrefogó, párhuzamos támaszegyenesek közötti távolságként értelmezendő).

Jelölje $P_{x,r}$ ill. $P_{y,r}$ a vetületi kerületeket, $G_{x,r}^{(8)}$ ill. $G_{y,r}^{(8)}$ a nyolc képelemes topológiai környezetre vonatkozó Euler-karakterisztikát az x- ill. y-irányban r-edik alkalommal ismételten végrehajtott törlési transzformációt követően. Ez utóbbi a

$$T_k^{(r)}[M]=\overset{r}{T}_k[\overset{r-1}{T}_k[\ldots,\overset{1}{T}_k[M]]] \tag{10}$$

eredő képmátrixot állítja elő, ahol $k=0$ ill. $k=2$ és $T_k^{(1)}=T_k$ megállapodás szerint. Belátható a kitüntetett fázisra vonatkozóan, hogy

— azon x- ill. y-irányú metszékek $K_{x,r}$ ill. $K_{y,r}$ száma, amelyeket r számú képelem alkot a

$$\begin{aligned} K_{x,r}&=P_{x,r-1}-P_{x,r} \\ K_{y,r}&=P_{y,r-1}-P_{y,r} \end{aligned} \tag{11}$$

összefüggésekkel határozható meg, ahol $P_{x,0}=P_x$ és $P_{y,0}=P_y$;

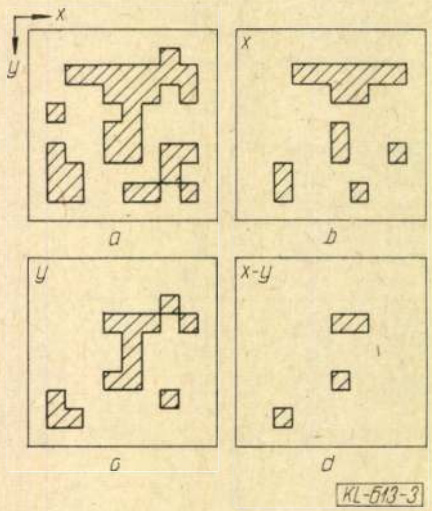
— azon részecskék $\overset{8}{N}_{x,r}$ ill. $\overset{8}{N}_{y,r}$ számát, amelyeknek az x-irányú ill. az y-irányú Feret-átmérője r számú képelemmel megegyező, az

$$\begin{aligned} N_{x,r}^{(8)}&=G_{x,r-1}^{(8)}-G_{x,r}^{(8)} \\ N_{y,r}^{(8)}&=G_{y,r-1}^{(8)}-G_{y,r}^{(8)} \end{aligned} \tag{12}$$

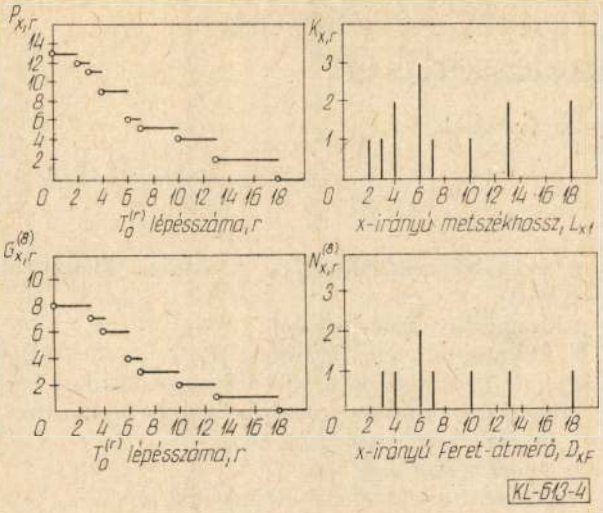
formulák adják meg, feltéve, hogy

$$G_{x,0}^{(8)}=G_{y,0}^{(8)}=G^{(8)},$$

a részecskék topológiailag összefüggők, és a törlési transzformációk sorozatos végzésekor „új", különálló részecskék a már meglevők szétdaraboló-dásával nem keletkeznek.



3. ábra. Kéttónusú kép (a) és az x-irányú T_0 (b), az y-irányú T_2 (c), valamint az egymást követő x- és y-irányú törlési transzformációkkal előállított kép (d)



4. ábra. A $P_{x,r}$ vetületi kerület és a metszékhossz eloszlása (felül), ill. a $G_{x,k}$ Euler-karakterisztika és a Feret-átmérő eloszlás (alul) az x-irányú, r-lépéses Tl_0r törlési transzformációt követően

A törlési transzformációkkal fenti módon előállított metszék-eloszlás, valamint Feret-átmérő eloszlás megegyezik, ha a vizsgált digitális képen a kitüntetett fázist képviselő „részecskék" egy képelemnyi szélességűek. A *4. ábra* az x-irányú metszék-eloszlást ill. Feret-átmérő eloszlást tünteti fel, az 2. ábra szerinti digitális képen végzett elemzés eredményeképp.

Összefoglalás, következtetések

A dolgozatban kéttónusú mikroszkópos szövetképek modellezésével, számítógépes szimulációjával és kvantitatív elemzésének kérdéseivel foglalkoztunk. Ismertettük a kvantitatív szövetképelemzés alkalmazási lehetőségeit, a szövetképi információ megragadására kínálkozó módszereket.

A kéttónusú digitális szövetkép tanulmányozásához, leírásához az ún. Markov-rács-modell alkalmazását javasoltuk. E modell segítségével megvalósítható a bináris képek mesterséges előállítása, számítógépes szimulálása.

A digitális kép elemzésére és szimulációjára kidolgozott számítógépek algoritmust — amelyben központi fontosságú a képhez rendelt 16 elemű „struktúra-vektor" meghatározása — részletesen mintapéldák kapcsán taglaltuk. A struktúra vektor előnyös tulajdonsága, hogy komponenseiből mind a szimuláció alapját képező átmenetvalószínűségek, mind a kvantitatív szövetképi jellemzők (F_1, P_x, P_y, $G^{(8)}$, $G^{(4)}$) egyszerűen számíthatók.

Elvi meggondolások alapján, és a gyorsacél karbideloszlását ábrázoló kéttónusú szövetképekkel végzett vizsgálatok tanulságait összegezve a következők állapíthatók meg:

a) A Markov-rács mint diszkrét valószínűségi mező a kéttónusú szövetképek modellezéséhez eredményesen alkalmazható, amennyiben az átmenetvalószínűségeket az ergodikus hipotézis alapján, „eredeti szövetképek" elemzésére támaszkodva becsüljük. E megállapítást alátámasztja a szimulált szövetképek morfológiai vizsgálata és az eredeti képekkel való összevetése.

b) A kéttónusú szövetképek kvantitatív jellemzésére a struktúravektor komponenseinek függvényeként származtatható

$$Q_j = g_j(V_0, V_1 \ldots, V_{15}) \qquad (13)$$

típusú mennyiségeket javasoljuk. A morfológia leírására elsődlegesen az átmenetvalószínűségek becslésére hivatott 4. táblázatban feltüntetett relatív gyakoriságok, ill. a 5. táblázatban összesített kvantitatív szövetképi jellemzők jönnek számításba. Ez utóbbiak mellett szól az a körülmény, hogy szemléletes tartalmúak, geometriailag-topológiailag közvetlenül interpretálhatók.

A szimulációs eljárás alkalmazása és a kvantitatív képi jellemzők bevezetése a fémötvözet mikroszerkezete, tulajdonságai és a szövetképi morfológia közötti összefüggések eddiginél haté. konyabb vizsgálati lehetőségeit teremti meg.

IRODALOM

[1] *Szaltikov, Sz. A.:* Sztereometricseszkaja metallografija, Metallurgia, Moszkva 1970.

[2] *Underwood, E. E.:* Quantitative Stereology, Addison-Wesley, Menlo-Park, 1970.

[3] *Roósz A.—Réti T.:* A sztereometrikus metallográfia és mai alkalmazási lehetőségei. BKL Kohászat *7* (1978) 308—313. old.

[4] *Yadrenko, M. I.:* Problems of Control and Information Theory, Vol. 2(1973) 1—22. old.

[5] *Davidovic, Ju. S.—Kartasov, Ju, V.:* Selected Trans. in Math. Statist. and Probability, Vol. 10 (1971) 251—256. old.

[6] *Réti T.:* Kvantitatív módszer a hálós jellegű szövetszerkezet morfológiájának jellemzésére, BKL Kohászat *9* (1979) 395—401. old.

[7] *Okudera, S.* és munkatársai: JEOL News, Vol. *13* (1976) 2—6. old.

[8] *Ondracek, G.:* Quantitative Gefügeanalyse zur Bestimmung von Formfaktoren, Verteilungsgraden und anderen Gefügemerkmalen, Prakt. Metallographie, Sonderband *3* (1972) 263. old.

[9] *Schachter, B. J.* és munkatársai: IEEE Trans. Syst. Man, Cybern, Vol. SMC-8 (1978) 694—702. old.

[10] *Terdik Gy.:* Alkalmazott Matematikai Lapok *3* (1977) 379—388. old.

[11] *Habibi, A.:* Proceeding of the IEEE, Vol. 60 (1972) 878—883. old.

[12] *Woods, J. W.:* IEEE Trans. Inform. Theory, Vol. IT-18, (1972) 232—240. old.

[13] *Abend, K.* és munkatársai: IEEE Trans. Inform. Theory, Vol. IT-11, (1965) 538—544. old.

[14] *Rosenfeld, A.—Kak, A. C.:* Digital Picture Processing, Academic Press, New York, 1976.

[15] *Hajnal, M.—Loványi, I.—Mérő, L.—Siegler, A.—Vajta, L.:* Intelligens szem-kéz rendszerben alkalmazott számítógépes képfeldolgozó berendezés, Mérés és Automatika *7* (1978) 255—258. old.

[16] *Nabuyuki Otsu:* IEEE Trans. Syst. Man. Cybern., Vol. SCM-9 (1979) 62—66. old.

*

Felhívjuk tagjaink figyelmét Vaskohászati Szakosztályunk 1980. évi pályázatára. A pályázati előírások lapunk 1979. 11. számának 516. oldalán találhatók. Beküldési határidő: december 31.

Új utak keresése a szúrásterv készítésére reverzáló hideg-szélessorokon*

HORVÁTH TAMÁS okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK: 621.771.237.012 : 519.688

A szúrásterv készítése hosszadalmas ismétlődő számításokat igényel. A hideghengerlési szúrásterv készítéséhez szükséges számítógépi algoritmus. Közös nyelv kialakítása az üregező hengerész és a programozó matematikus között.

Korunk dinamikusan változó kül- és belgazdasági feltételei minden iparvállalattól nagyfokú rugalmasságot, a piac igényeire való gyors reagálást követelnek meg. Ez a követelmény a gyártmányfejlesztő munkában is intenzíven érezteti hatását, hiszen olykor rendkívül rövid határidőn belül kell olyan új igényeket kielégítő tulajdonságokkal rendelkező termékeket kifejleszteni, mint például extra lágy finomlemezek, vagy légköri korróziónak ellenálló növelt szilárdságú szerkezeti acél finomlemezek. E tények a hideghengerész technológust is új feladatok elé állítják, mivel a gyártmányfejlesztő munkához a megszokottól eltérő összetételű és szilárdságú alapanyagra kell meghatároznia adott készméretthez a szükséges kiinduló méretet és a szúrástervet úgy, hogy a kívánt tulajdonságok elérhetők legyenek, de emellett a hengersor termelékenysége se csökkenjen. A gyártmányfejlesztő munka, valamint ezen belül is az időtényező jelentőségének növekedése arra ösztönöz, hogy a szúrásterv készítés hosszadalmas, ismétlődő számítási műveleteinek elvégzéséhez igénybe vegyük a számítástechnika által kínált lehetőségeket. Célunk e tanulmány keretében felvázolni egy lehetséges megoldást a hideghengerlési szúrásterv készítés számítógépi algoritmusának összeállítására részben ismert, részben pedig tapasztalati összefüggések felhasználásával.

1. A számítógépi szúrástervvel szemben támasztott követelmények

Mielőtt nekilátnánk a szúrásterv készítés számítógépi algoritmusának összeállításához, mindenekelőtt *tisztáznunk kell elvárásainkat a számítógépi szúrástervvel* szemben. Esetünkben támasszuk azt a követelményt, hogy adott készméret, adott alapanyag szilárdsági tulajdonság és egy a járatos méretsorból választott alapanyag vastagság, valamint a hengersor fő műszaki jellemzőinek függvényében a számítógép határozza meg:

— a szúrások számát (n)
— a szúrásonkénti magasságcsökkenést $\{[\Delta h(\mathrm{i})],]$ kifutó méretet $\{[h_2(\mathrm{i})]\}$, fogyást $\{[f(\mathrm{i})],[\Sigma f(\mathrm{i})]\}$ úgy, hogy a hengerlési erő minden szúrásban közel azonos nagyságú legyen
— a hengerlési sebességeket $\{[v(\mathrm{i})]\}$
— a szúrásonkénti közepes alakítási ellenállást $\{[k_k(\mathrm{i})]\}$
— a hengerlési erőt $\{[F(\mathrm{i})]\}$

E követelmények teljesítéséhez a számítógépi programon túlmenően az alábbi alapadatokat kell megfelelő formában a számítógépbe betáplálnunk:

— a rendelt kész vastagság (h_n)
— hengerelt szélesség (b)
— választott alapanyag vastagság (h_0)
— keményedési görbe $\{[\sigma_{0,2}(\mathrm{j})]\}$
— a hengersor max. üzemi sebessége (v_m)
— a csévélők célszerűen előírt húzóereje szúrásonként a szúrásszám függvényében

[lecsévélő: T_1 (n;i),
felcsévélő: T_2 (n;i)]

— a munkahenger sugara (R)
— a megengedhető max. hengerlési erő (F_m)
— a munkahenger anyagára jellemző tényező (ν)
— a rugalmassági modulus (E)
— a hengerlési erő megengedett legnagyobb különbsége %-ban (M)
— a magasságcsökkenés korrekciójánál alkalmazott konstans (c)

2. A hideghengerlési szúrásterv készítés számítógépi algoritmusa

Az algoritmus tárgyalása előtt néhány dolgot előre kell bocsátanunk:

A számítógépi algoritmust szemléltető ábrákba beleírott képletek írásmódjának kialakításakor a közérthetőség kedvéért törekedtünk a hagyományos matematikai írásmódot követni. Ugyanakkor azonban néhány vonatkozásban elkerülhetetlenül a programnyelvekben használatoshoz hasonló írásmódot alkalmaztuk. Így meg kell említenünk például az algoritmusban gyakran előforduló $i=i+1$ összefüggést, amely matematikailag ugyan nem helytálló, de mint programutasítás azt jelenti, hogy az i változó pillanatnyi értékéhez hozzá kell adni egyet és az így kapott értéket kell hozzárendelni i-hez. Ez az utasítás matematikailag a következő módon fogalmazható meg:

$$i_{\text{új}}=i_{\text{régi}}+1 \qquad (1)$$

Ugyancsak lényeges különbség a hagyományos matematikai írásmódhoz képest, hogy az egyes változók után zárójelben szereplő i betű vagy olyan kifejezés, amelyben az i betű szerepel, indexként értelmezendő. Így például a

$$h_1(\mathrm{i})=h_2(\mathrm{i}-1)$$

összefüggés szintén egy programutasításnak felel meg, amely esetünkben azt jelenti, hogy az i-edik szúrás befutó vastagsága legyen egyenlő az i—1-edik

* Vaskohászati Szakosztályunk 1979. évi pályázatán díjat nyert tanulmány. *(Szerk.)*

szúrás kifutó vastagságával. Ez pedig fizikailag helyes értelmezés.

Ezek után kövessük végig a számítógépi algoritmus segítségével a számítási eljárást!

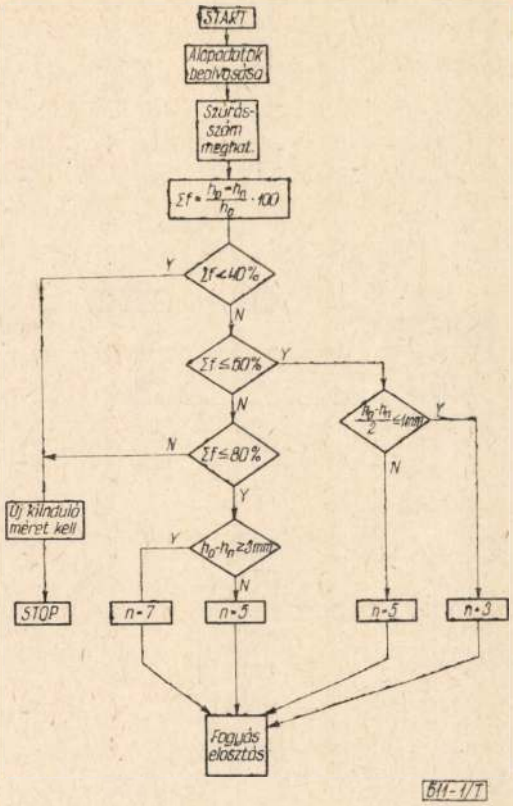
a) *A szúrásszám meghatározása*

A szükséges alapadatok beolvasása után mindenekelőtt a szúrásszám meghatározása az első feladat. A beolvasott alapadatok közül a rendelt kész vastagság (h_n) és a járatos méretsorból választott alapanyag vastagság (h_0) segítségével a számítógép első lépésben meghatározza a %-os összfogyást. A szúrásszám meghatározását végző részalgoritmust Dunai Vasmű-beli tapasztalati összefüggések alapján úgy állítottuk össze, hogy a szúrásszám az *1. táblázatban* bemutatott logikai döntéssorozat eredményeként adódjon a következők szerint:

Ha $\Sigma f < 40\%$ az első döntés Y ágán (Y = YES) haladunk. Ekkor a számítógép jelzést ad új kiinduló méret választásának szükségességéről és leállítja a program továbbfutását. Ezt az utasítást az indokolja, hogy a 40% alatti hideghengerlési összfogyás kedvezőtlen a késztermék síkkifekvése, felületi tulajdonságai, vastagságtűrése szempontjából, valamint hőkezelt állapotban fennáll a vegyes szemcsenagyság kialakulásának veszélye, ami kedvezőtlen a mechanikai tulajdonságok szempontjából is.

Amennyiben az összfogyás nagyobb vagy egyenlő 40%, akkor az első döntés N ágán (N = NO) haladunk tovább. Itt újabb döntés következik. Ha $\Sigma f \leq 60\%$ (ami a legkedvezőbb hideghengerlési összfogyás), akkor az Y ágon tovább haladva meg kell még vizsgálnunk a $(h_0 - h_n)/2 \leq 1$ mm feltételt. A tapasztalatok szerint amennyiben ez a feltétel teljesül (Y ág), akkor a hideghengerlés elvégezhető három szúrásban ($n = 3$), ha nem (N ág), akkor öt szúrást kell végezni ($n = 5$). Ez a feltétel egyébként a megcsúszási veszélyt jelentő első szúrás nagyságával függ össze és ilyen meggondolásból kiindulva szükség szerint tovább pontosítható. Ha a második feltételnél az N ágon haladunk tovább, tehát az összfogyás nagyobb mint 60%, akkor meg kell még vizsgálnunk a $\Sigma f \leq 80\%$ feltétel teljesülését. Ha a feltétel nem teljesül (N ág), akkor a számítógép szintén leállítja a program futását és jelzést ad új kiinduló méret választásának szükségességéről. Ezt az indokolja, hogy ilyen magas hideghengerlési összfogyás általában nagy szúrásszámot von maga után, ami rontja a hengersor termelékenységét, de ezen túlmenően az anyag képlékeny alakváltozási képessége is már kimerül.

Ha $\Sigma f \leq 80\%$ feltétel teljesül, meg kell még vizsgálnunk a $h_0 - h_n \geq 3$ mm feltételt. Ennek teljesülése esetén a hideghengerlés hét szúrásban ($n = 7$), ellenkező esetben öt szúrásban ($n = 5$) végezhető el a tapasztalatok szerint. Ez a feltétel azzal függ össze, hogy ha $h_0 - h_n \geq 3$ mm, az első szúrás a megcsúszás miatt nem választható olyan nagyra, hogy a következő négy szúrásban arányosan kisebb fogyások adódjanak a közel azonos nagyságú hengerlési erő igénye szempontjából.
Ilyenkor tehát hét szúrást kell alkalmazni.



Az így meghatározott szúrásszámot a számítógép központi memóriájában megőrzi a program futásának végéig.

b) Szúrásonkénti fogyáselosztás

Amint a korábbiakban jeleztük a számítógépi szúrástervvel szemben egyik követelményünk az, hogy a hengerlési erő minden szúrásban közel azonos nagyságú legyen. Ezt döntően befolyásolja a szúrásonkénti fogyáselosztás, azaz a szúrásonkénti kifutó vastagság [$h_2(i)$]. A követelménynek jó közelítéssel megfelelő eredményt ad az alábbi összefüggés (2):

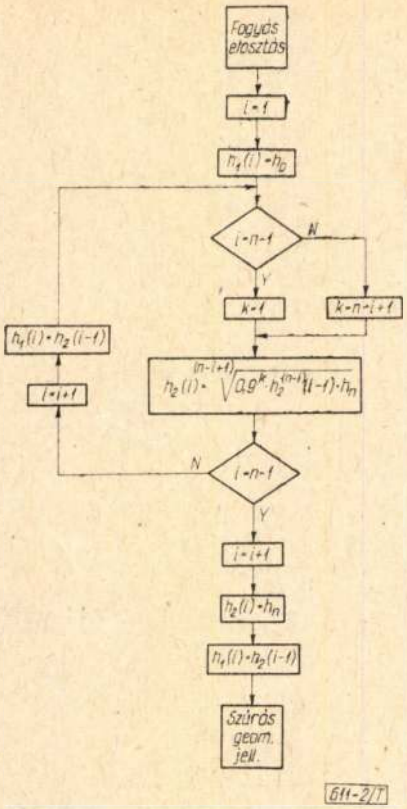
$$h_2(i) = \sqrt[(n-+i1)]{0{,}9^k \cdot h_2^{(n-i)}(i-1) \cdot h_n}$$

ahol: $k = 1$ az utolsó előtti ($i = n-1$) szúrásban
$k = n - i + 1$ a többi szúrásban.

(Természetesen az utolsó szúrás kifutó mérete adott.)

Ennek az összefüggésnek a felhasználásával állítottuk össze a fogyáselosztást végző részalgoritmust, melyet a *2. táblázat* szemléltet. Az algoritmus működése a következő:

A számítógép a szúrásszámlálót 1-re állítja ($i = 1$), azaz veszi az első szúrást. Az első szúrás befutó mérete megegyezik az alapanyag vastagságával. Ezt fejezi ki az ábra második értékadó utasítása a $h_1(i) = h_0$ képlettel. Ezután feltételvizsgálat következik. Ha teljesül az $i = n-1$ feltétel (Y ág), vagyis az utolsó előtti szúrás kifutó méretének meghatározása következne, akkor az előzőek értelmében a k kitevőt 1-re kell választani, egyébként (N ág) $k = n - i + 1$. A kitevő értékének megválasztása után az ismert képlet segítségével



a gép kiszámítja a kérdéses szúrás kifutó vastagságát [$h_2(i)$].

Ezután újra meg kell vizsgálni az $i=n-1$ feltételt. Ha a feltétel nem teljesül (N ág), a számítógép lépteti eggyel a szúrásszámlálót (veszi a következő szúrást) és meghatározza ennek a befutó méretét, ami egyenlő az előző szúrás kifutó méretével [$h_1(i)=h_2(i-1)$]. Ezután a számítógép visszalép az első feltételvizsgálathoz. A két feltételvizsgálat által határolt ciklusokat mindig eggyel növekvő szúrásszám mellett a számítógép addig számolja, amíg a második feltételvizsgálatnál nem jut az Y ágra. Ekkor a szúrásszámlálót ismét lépteti eggyel (az utolsó szúrásra lép), majd egy értékadó utasítás segítségével a kifutó méretet egyenlővé teszi a készmérettel [$h_2(i)=h_n$], valamint a befutó méretet a következő értékadó utasítás segítségével egyenlővé teszi az utolsó előtti szúrás kifutó vastagságával [$h_1(i)=h_2(i-1)$].

A leírtak elvégzése után a számítógép központi memóriájában „táblázatos formában" rendelkezésre állnak minden szúrás befutó és kifutó vastagságai [$h_1(i)$, illetve $h_2(i)$], melyeket a számítógép megőriz a program futásának végéig.

c) Szúrás geometriai jellemzők meghatározása

Az eddigi számítások eredményeként rendelkezésre állnak a szúrásonkénti befutó és kifutó vastagságok, melyeknek segítségével már számíthatók a szúrások egyéb geometriai jellemzői. Ezt a feladatot leíró részalgoritmust szemlélteti a *3. táblázat*. A vázolt részalgoritmus végrehajtása során a számítógép meghatározza az ismert összefüggések szerint szúrásonként az alábbi jellemzőket:

— a szúrásban elért %-os fogyást [$f(i)$]
— a szúráshoz tartozó %-os összfogyást [Σf(i)]
— a szúrásban elért magasságcsökkenést [Δh(i)]
— a szúrásban a közepes vastagságot [h_k(i)].

A részalgoritmus működésének részletes ismertetésétől a továbbiakban eltekintünk.

d) Hengerlési sebesség és súrlódási tényező meghatározása

A hengerlési sebesség [v(i)] meghatározásakor azt a módszert választottuk, hogy az első szúrás sebességét 5 m/s-ban állapítottuk meg, ami a tapasztalatok alapján célszerű érték, majd a többi szúrás sebességét úgy határoztuk meg, hogy az 1 tonnányi szalagmennyiség kihengerléséhez szükséges idő egyenlő legyen az első szúrásban szükséges hasonló idővel. Az ilyen módon meghatározható hengerlési sebességet korlátozza a hengersoron alkalmazható maximális hengerlési sebesség (v_m).

A súrlódási tényezőnek a hengerlési sebesség függvényében történő meghatározására az alábbi tapasztalati összefüggés szolgál:

$$\mu=18{,}4\cdot10^{-2}-\sqrt{127{,}7\cdot10^{-4}-(v-8{,}5)^2\cdot10^{-4}}-$$
$$-0{,}24\cdot10^{-2}\cdot v$$

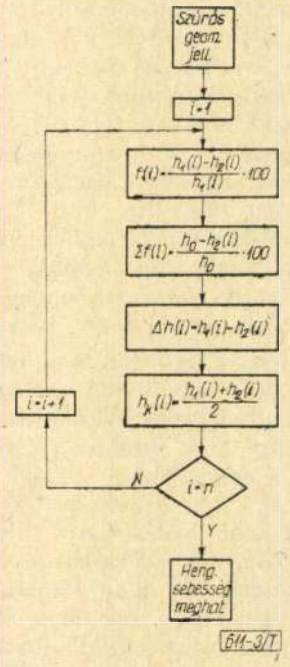
A képlet a DV-beli vizsgálatok (3) során meghatározott v—μ adatpárokat reprezentáló pontok által kijelölt görbét adja jó közelítéssel.

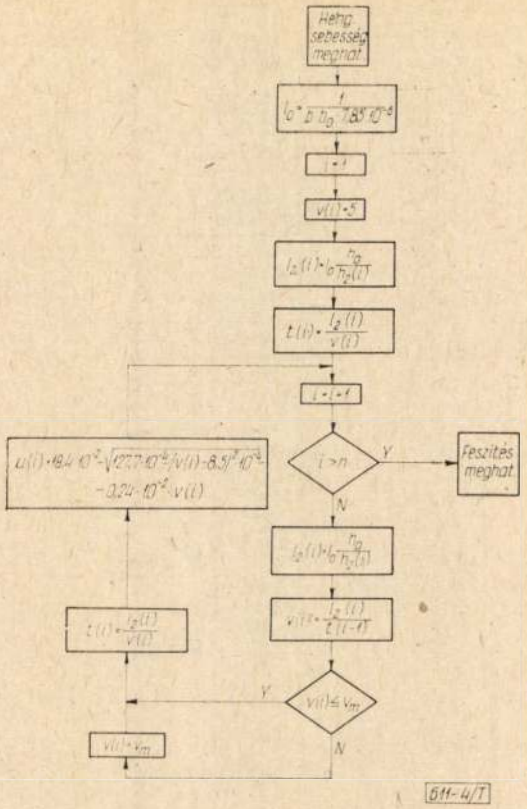
A részalgoritmus végrehajtása után rendelkezésre állnak szúrásonként az alábbi jellemzők:
— hengerlési sebesség [v(i)]
— 1 t szalagmennyiség kifutó hossza [l_2(i)]
— 1 t szalagmennyiség kihengerléséhez szükséges idő [t(i)]

A részalgoritmust *4. táblázat* szemlélteti.

e) Húzó-, fékezőfeszültségek meghatározása

A szalag húzó-, fékezőfeszültségek meghatározási módjaként azt az eljárást választottuk, mi-

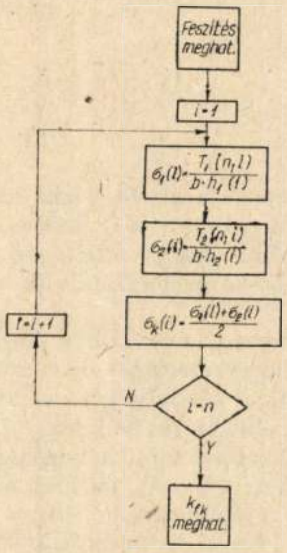




Bh-4/T

szerint táblázatos formában a számítógépbe betáplálásra kerül a csévélők előírt húzóereje szúrásonként a szúrásszám függvényében. A csévélők húzóerejét úgy célszerű előírni, hogy az első szúrásokban az elérhető maximális érték legyen, majd az utolsó szúrásokban fokozatosan csökkenjen az utolsó szúrás kb. 40 N/mm²-es kifutó oldali húzófeszültségének megfelelő értékre. (Az utolsó szúrás felcsévélő oldali fajlagos húzófeszültség korlátozása a hőkezelés alkalmával történő összesülés elkerülése szempontjából jelentős.)

A részalgoritmust szemlélteti az *5. táblázat*, melyben foglaltak végrehajtása után rendelkezésre állnak szúrásonként az alábbi adatok:



Bh-5/T

— fajlagos fékezőfeszültség [σ_1(i)]
— fajlagos húzófeszültség [σ_2(i)]
— fajlagos közepes húzófeszültség [σ_k(i)].

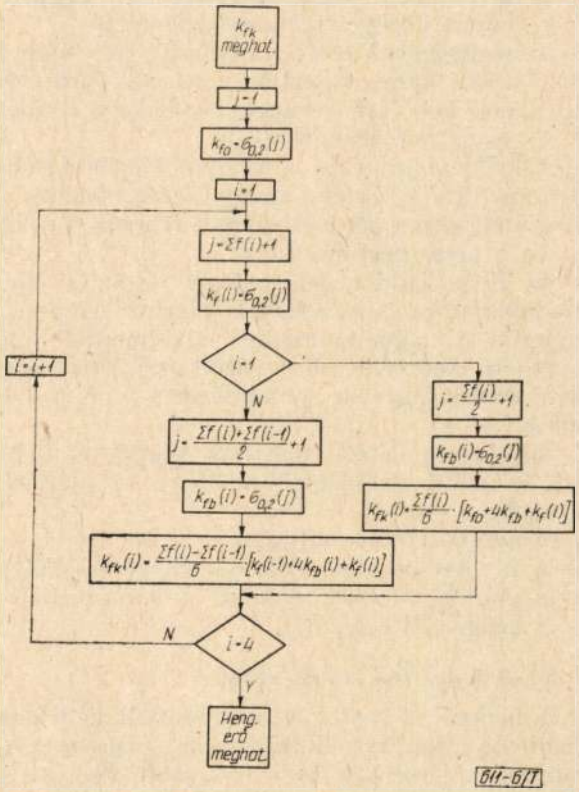
f) Közepes alakítási szilárdság meghatározása

A közepes alakítási szilárdság meghatározását leíró algoritmus összeállításakor ismertnek feltételezett keményedési görbéből indultunk ki. (Amennyiben új anyagminőségre kell szúrástervet készíteni, a keményedési görbe próbahengerléssel és szakítóvizsgálattal egyszerűen felvehető.) A keményedési görbe $\sigma_{0,2}$ értékeit 1%-W onként növekvő összfogyásoknál egy tizedesjegy pontossággal lyukkártyán rögzítve 80%-os összfogyásig egy kellően pontos adatállományt nyerhetünk, amely négy lyukkártyán elfér. A közepes alakítási szilárdságot a szúrásonként már korábban meghatározott összfogyás, valamint a lyukkártyán rögzített keményedési görbe [$\sigma_{0,2}$(j)] birtokában az ún. „hordószabály" segítségével kellő pontossággal meg tudja határozni a számítógép. A részalgoritmust a *6. táblázat* szemlélteti, melyben foglaltak végrehajtása után rendelkezésre állnak szúrásonként az alábbi adatok:

— a szúrás utáni állapotban az alakítási szilárdság [k_f(i)]
— a szúrás folyamán elért összfogyás változási intervallum felezőpontjához tartozó alakítási szilárdság [k_{fb}(i)]
— a közepes alakítási szilárdság [k_{fk}(i)].

g) Hengerlési erő meghatározása

A hengerlési erő meghatározásának módszerét *M. D. Stone* (4) nyomán választottuk meg. Stone szerint:



Bh-6/T

$$\frac{k_k}{1{,}115 \cdot k_{fk} - \sigma_k} = \eta = \frac{e^m - 1}{m}$$

ahol: $m = \frac{\mu \cdot l_d}{h_k}$

Ugyanakkor a hengerbelapulás figyelembevételével a nyomott ívhossz (l'_d) két tényező összegeként adható meg:

$$l'_d = x_0 + x_1$$

ahol:

$$x_1 = \sqrt{l_d^2 + x_0^2}$$

E kifejezésből a hengerbelapulás elhanyagolásával meghatározott nyomott ívhossz az ismert képlet segítségével könnyen meghatározható:

$$l_d = \sqrt{R \cdot \Delta h}$$

ahol: R — a munkahenger sugara.

A másik tényező (x_0) számításához viszont a következő képlet értelmében ismernünk kellene a közepes alakítási ellenállás (k_k) értékét:

$$x_0 = \frac{8 \cdot R \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot k_k$$

ahol: ν — a henger anyagára jellemző tényező
E — a rugalmassági modulus.

Az ellentmondás feloldására Stone egy segédnomogramot közöl m tényező meghatározásához. A segédnomogram használatának számítógépi beprogramozása megítélésünk szerint túlságosan bonyolult lenne, ezért helyette az iterációs módszert választottuk, melynek menete a következő:

— l_d segítségével meghatározható egy hamis m, illetve η tényező
— η birtokában meghatározható egy ugyancsak hamis közepes alakítási ellenállás
— k_k segítségével meghatározható egy már kevésbé hamis l'_d érték, amelynek birtokában már kellő pontossággal rendelkező m, illetve η tényező számítható ki
— a kellő pontosságú η alapján meghatározható a pontos k_k érték, amelynek segítségével kiszámítható a pontos belapult ívhossz (l'_d), illetve a hengerlési erő *(F)*

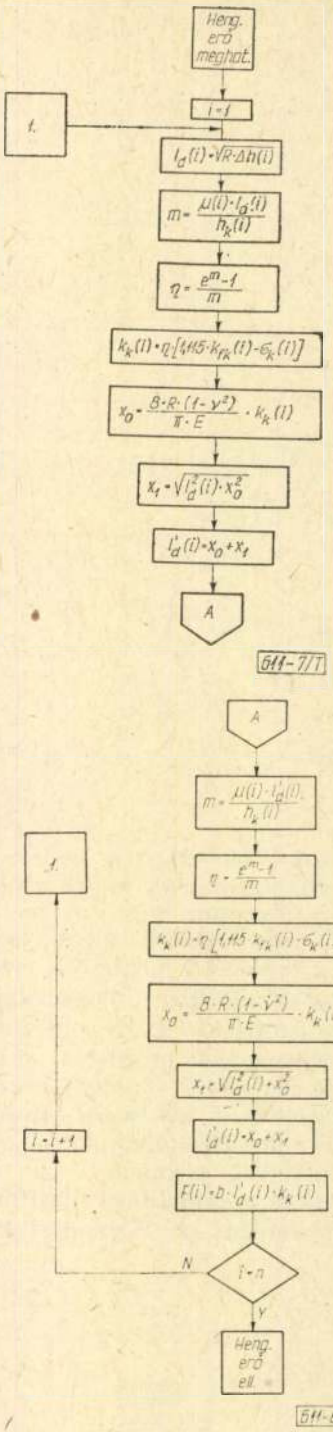
Az ilyen módon lefolytatott iterációs eljárás eredménye próbaszámítások szerint nagyon jól egyezik a segédnomogram alkalmazása útján nyerhető eredménnyel. A vázolt számítási eljárást leíró részalgoritmust szemléltetik a *7.* és *8. táblázatok.*

Az algoritmusban foglaltak végrehajtása után szúrásonként rendelkezésre állnak az alábbi tényezők:

— a nyomott ívhossz [l'_d(i)]
— a pontos közepes alakítási ellenállás [k_k(i)]
— a pontos belapult nyomott ívhossz [l'_d(i)]
— a hengerlési erő [F(i)]

h) A hengerlési erő ellenőrzése

A hengerlési erőt két szempontból kell ellenőrizni. Egyrészt ki kell választani az összes szúrásban fellépő erők közül a legnagyobb (F_F) és a legkisebb (F_A) értéket, meg kell őrizni e két értékhez tartozó szúrásszámokat (SZ_F, illetve SZ_A), majd meg kell vizsgálni, hogy a két erő különbsége (ΔF) nem haladja-e meg az általunk megengedett *(M)* %-ot.



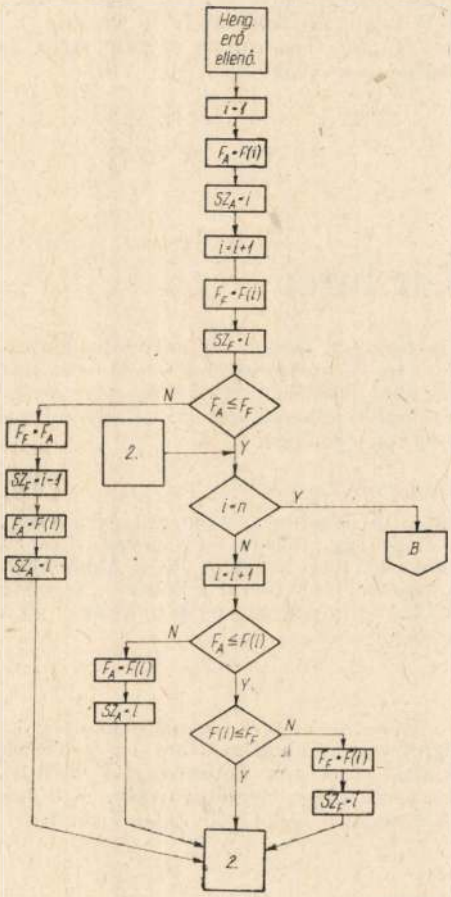
Ha a különbség nagyobb a megengedettnél a program a fogyáselosztást korrigáló részalgoritmusra lép. Ha a különbség a megengedett határon belül van, ellenőrizni kell, hogy a legnagyobb hengerlési erő kisebb-e mint a megengedett (F_m). Ha nem teljesül az $F_F < F_m$ feltétel, a számítógép kettővel növeli a szúrásszámot (n) és visszalép a fogyáselosztást végző részalgoritmusra. Az $F_F < F_m$ feltétel teljesülése esetén a szúrásterv meg-

felel az általunk támasztott követelményeknek. Ezután következő lépés a szűrásterv, valamint az igényektől függően a számítás részeredményeinek kiírása, majd a program futásának leállítása.

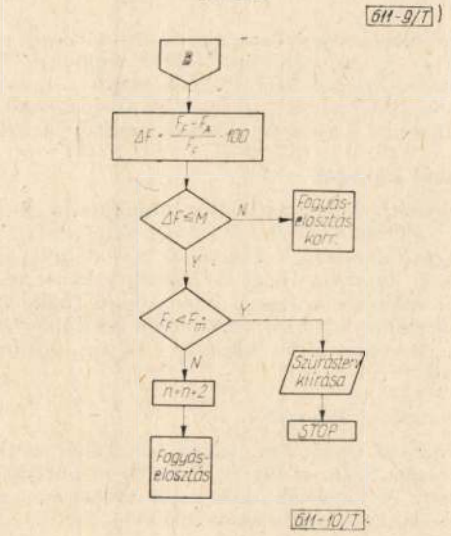
A vázolt logikai döntéssorozatot leíró részalgoritmust szemléltetik a *9.* és *10. táblázatok.*

i) A fogyáselosztás korrigálása

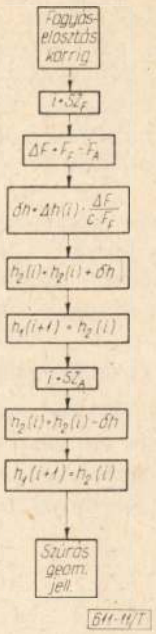
A fogyáselosztás korrigálásának alapjául azt az önkényesen felállított aránypárt választottuk, miszerint a legnagyobb hengerlési erő úgy aránylik a kérdéses szűrás magasság-csökkenéséhez, mint a legnagyobb és legkisebb hengerlési erő különbsége aránylik a magasságcsökkenés korrekciójának (δh) és egy c tényezőnek a szorzatához. (c tényező értékét próbaszámítások alapján 3 . . . 5 között célszerű felvenni.)



ÉM-9/T



ÉM-10/T



ÉM-11/T

A fogyáselosztás korrigálása oly módon történik, hogy az aránypárból kifejezett δh mértékben növelni kell a legnagyobb hengerlési erőt eredményező szűrás kifutó méretét és ugyanennyivel növelni a következő szűrás befutó méretét. Ugyancsak δh mértékben csökkenteni kell a legkisebb hengerlési erőt eredményező szűrás kifutó méretét és ugyanennyivel csökkenteni kell a következő szűrás befutó méretét. Ezután vissza kell lépni a szűrás geometriai jellemzőinek meghatározását végző részalgoritmusra.

A vázolt műveleteket leíró részalgoritmust szemlélteti a *11. táblázat.*

3. A számítógépi algoritmus felhasználása

A számítógépi algoritmus birtokában a számítógépi program bármely programnyelven összeállítható. Ez már tipikusan számítástechnikai feladat, ezért ennek tárgyalásától eltekintünk.

Amint a közölt táblázatokból is kitűnik, a számítógépi algoritmust részalgoritmusokból építettük fel, ami nagyfokú rugalmasságot biztosít az egész számítási eljárásnak. Ennek érzékeltetésére néhány lehetőséget megemlítünk:

— Az egyes részalgoritmusok helyett más matematikai vagy tapasztalati összefüggések felhasználásával új részek készíthetők, amennyiben az új részalgoritmus végrehajtása eredményeként a további számításokhoz szükséges részeredmények rendelkezésre állnak.

— Az egyes részalgoritmusok akkor is elhagyhatók, ha az itt meghatározott változók számszerű értékeit valamilyen okból meg kívánjuk változtatni. Ilyenkor a változók számszerű értékeit „táblázatos formában" kell betáplálni a számítógépbe.

— Az algoritmus a megfelelő helyre illesztett további feladatokat leíró részekkel egészíthető

ki. (Pl. alakítási munka, hengerlési teljesítmény-szükséglet stb. meghatározása.)

— Az algoritmus felhasználható a technológiai feltételek megváltozása hatásának vizsgálatára is. (Pl. a munkahenger átmérőjének változtatása, a súrlódási tényező értékének változása, stb.)

Egy új szúrásterv készítésekor a programcsomag birtokában a feladat csupán annyi, hogy a megváltozott adatokat tartalmazó lyukkártyákat ki kell cserélni és máris futtatható a számítógépi program.

Összefoglalás

A tanulmány keretében megpróbáltunk bemutatni egy lehetséges módszert a hideghengerlési szúrásterv számítógépi algoritmusának összeállítására. A feladat természetesen sokféle módon megoldható. Ugyanakkor arra is rá kívántunk mutatni, hogy az ehhez hasonló nagy volumenű műszaki számításokat igénylő feladatok megoldása során miként vehető igénybe a számítástechnika és a számítógépi algoritmus összeállításának segítségével hogyan teremthető meg a közös nyelv a műszaki szakember és a programozó matematikus között.

IRODALOM

[1] *Rákosi Miklós:* PL/1 programozási nyelv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.

[2] NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék: Mérnöktovábbképző tanfolyam, Miskolc, 1972.

[3] *Kőhalmi Kálmán:* A szúrásterv készítés gyakorlata reverzáló hideghengersorokon. Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat, 1970. 12. sz.

[4] *Stone, M. D.:* The rolling of thin strip. Iron and Steel Engineer. 1953. 2.

A Kohómérnöki Kar hírei

November 7-én nyilvános egyetemi tanácsülésen az Egyetemi Tanács — a Kohómérnöki Kar dékánjának előterjesztése alapján — műszaki doktorrá avatta az alábbi kohómérnököket:
Bobok György, Bui Sy, Gácsi Zoltán, Horváth Ferenc, Kovács Dezső, Laár Tiborné, Raj Nath Prasad, Sulyok András, Szili Sándor, Vitkó József, Dr. Wéberné Kovács Éva.

*

November 8-án *Cotel* professzor, a Vaskohászattani Tanszék volt vezetője halálának 25. évfordulóján a Vaskohászattani Tanszék és az OMBKE Egyetemi Osztályának képviselői megkoszorúzták a Farkasréti temetőben levő síremlékét. A Vaskohászattani Tanszéken november 15-én emlékeztek meg Cotel professzorról az egyetem képviselői, a Kohómérnöki Kar oktatói, dolgozói és hallgatói jelenlétében. Az emlékbeszédet *dr. Simon Sándor* tszv. egy. tanár tartotta.

*

A NME Egyetemtörténeti Bizottsága jan. 9-én emlékünnepséget rendezett a Központi Könyvtárban *dr. Romwalter Alfréd* professzor halálának 25. és *dr. Diószeghy Dániel* professzor halálának 10. évfordulója tiszteletére. Az ünnepséget *dr. Terplán Zénó* tanszékvezető egyetemi tanár, az Egyetemtörténeti Bizottság elnöke nyitotta meg. Ezt követően *dr. Vorsatz Brúnó*, a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék vezetője, valamint *dr. Farkas Ottóné*, a Tüzeléstani Tanszék vezetője méltatta Romwalter, ill. Diószeghy professzor életútját, oktatási-kutatási tevékenységét.

*

Dr. Farkas Ottó egy. tanár dec. 10-én a Magyar Tudományos Akadémia nagytermében sikeresen védte meg
„A gáz kémiai kihasználásának törvényszerűségei a nagyolvasztóban"
című doktori értekezését. Az értekezést *Berecz Endre* a kémiai, *Horváth Zoltán* a műszaki és *Visnyovszky László* a műszaki tud. doktorai bírálták.

*

Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

Dr. Berecz Endre tszv. egy. tanár a METESZ kiküldetésében nov. 27—29 között részt vett Csehszlovákiában a Csorba-tónál tartott „A környezet kialakulása és védelme az ipari centrumokban" című nemzetközi konferencián, ahol előadást tartott a Magyarországon megvalósult műszaki jellegű környezetvédelmi oktatás rendszeréről és koncepcióiról.

Fémkohászattani Tanszék

Okt. 30-án *dr. Horváth Zoltán* tszv. egy. tanár, *dr. Sziklavári Károly* egy. docens és *Lengyel Attila* tanszéki munkatárs részt vett az MTA Pécsi Akadémiai Bizottságának ülésén. Dr. Horváth Zoltán „A recski rézérc réz- és ritkafém-tartalmának hasznosítása" címmel előadást tartott.

*

Nov. 5—6-án az V. éves vas- és fémkohász kohómérnök-hallgatók a Fémkohászattani és Vaskohászattani Tanszék által szervezett tanulmányi kiránduláson voltak Csehszlovákiában. Meglátogatták a Korompai Rézművet és Kassán a Kelet-szlovákiai Vasművet.

*

A Fémkohászattani Tanszék jan. 7—17 között „A timföldgyártás és alumíniumkohászat fejlődése" címmel mérnöktovábbképző tanfolyamot tartott 32 résztvevővel. A mérnöktovábbképző tanfolyam előadásait a MAT szakemberei és a tanszék oktatói, kutatói tartották.

Tüzeléstani Tanszék

Új jegyzet jelent meg a Tankönyvkiadó gondozásában: *Dr. Farkas Ottóné—dr. Nagy Géza—Gáspár Jenő:* Energiagazdálkodás. A 144 oldal terjedelmű, 49 ábrát tartalmazó kötet az Ipari kemencék szakmérnöki szak hallgatói számára korszerű ismereteket foglal össze az ipari energiahordozókról, az üzemek gazdálkodási rendszeréről, a veszteségcsökkentés és az optimalizálás módjairól.

Vaskohászattani Tanszék

Dr. Csabalik Gyula egy. tanár dec. 12-én az OMBKE Vaskohászati Szakosztály ózdi helyi csoportjának rendezésében „Az acéltuskó-kihozatal növelésének elméleti és gyakorlati kérdései" címmel előadást tartott. (UM-né)

Egyesületi hírek

Életrajzi adatok az 1979. évi pályadíj-, ill. cikkjutalom-nyertesekről

Altnéder János 60 éves, Nagybányán született, édesapja Selmecen végzett fémkohómérnök volt. 1942-ben szerzett kohómérnöki oklevelet Sopronban a József Nádor Műegyetem Kohómérnöki Karán. 1942—1954-ig Ózdon dolgozott generátor üzemvezetőként, 1954—1974-ig a Dunai Vasműben főenergetikus, tüzeléstechnikai osztályvezető, 1974—1979-ig nyugdíjba vonulásáig a Kohászati Gyárépítő V. Tervezési Főmérnökségén szaktanácsadó. Lapunkban több cikke jelent meg.

Bánhegyi Attila 36 éves, Budapesten született, 1962-től kohász technikusként a Dunai Vasműben kezdett dolgozni, majd a DV ösztöndíjasaként Miskolcon a NME-en folytatta tanulmányait, 1970-ben szerzett technológus kohómérnöki oklevelet. 1970—1973-ig a DV meleghengerműben, 1973-tól a Technológiai Főosztályon dolgozott mint melegalakítási technológus, 1977-től osztályvezető. 1979-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen képlékenyalakító szakmérnöki oklevelet szerzett.

Fülöp József 32 éves, Fertődön született, 1971-ben szerzett Miskolcon a NME-en metallurgus kohómérnöki oklevelet. 1971-ben rövid ideig az Öntödei V. soproni gyáregységében, majd 1971-től a Dunai Vasműben acélgyártó művezető, energetikai csoportvezető, jelenleg gyáregységi főenergetikus.

Dr. Gulyás József 49 éves, Egerben született. 1954-ben szerzett technológus kohómérnöki oklevelet Miskolcon, a NME-en. 1954—1957-ig üzemménökként Csepelen a Fémműben dolgozott. 1957—1968-ig tud. munkatárs a NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszékén. 1968-tól adjunktus és a „Hengerlés" c. tárgy előadója. 1964-ben az egyetemen megvédte doktori disszertációját.

Horváth Tamás 33 éves, Kaposváron született. 1971-ben szerzett Miskolcon az NME-en technológus kohómérnöki oklevelet. 1971—1973-ig a Dunai Vasműben a Hideghengermű Termelési Osztályán dolgozott, 1973-tól a Technológiai Főosztályon technológus.

Solymár Márta 32 éves, Pécsett született. 1971-ben szerzett az Eötvös Loránd Tudomány Egyetemen vegyész oklevelet. 1971-től a Vasipari Kutató Intézet Fémtani Osztályán dolgozik, tudományos munkatárs.

Szabó József 34 éves, Ózdon született. 1968-ban Miskolcon a NME-en szerzett metallurgus kohómérnöki oklevelet. 1968-tól a Dunai Vasmű Acélművében acélgyártó, termelésvezető, Folyamatos Öntőművi üzemvezető, 1974—1978-ig Acélmű gyáregységvezető. 1979-től az épülő Konverteres Acélmű gyárrészlegvezetője. Lapunkban több szakcikke jelent meg.

Sziklavári István 27 éves, Miskolcon született. 1976-ban szerzett Miskolcon a NME-en metallurgus kohómérnöki oklevelet az LKM ösztöndíjasaként. 1976—1979-ig az LKM Acélművében főolvasztár, 1979 végétől a Fejlesztési Főmérnökségen folyamatszervezéssel foglalkozó technológus.

Dr. Tóth Tamás 37 éves, Hódmezővásárhelyen született. 1965-ben szerzett Miskolcon a NME-en metallurgus kohómérnöki oklevelet. 1965—1967-ig a Csepel Vas- és Fémművekben metallográfus, 1967-től Dunaújvárosban a Felsőfokú Kohóipari Technikumban, majd a NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karán oktató, 1975-től főiskolai docens, a „Fémtan" vezetőoktatója. 1972-ben avatták műszaki doktorrá. Több főiskolai jegyzete, lapunkban számos szakcikke jelent meg. Most harmadszor kapott szakcikk-nívójutalmat.

Zámbó József 33 éves, Vaszaron született. 1970-ben szerzett Miskolcon a NME-en metallurgus kohómérnöki oklevelet. 1970-től a Vasipari Kutató Intézet Acélmetallurgiai Osztályán dolgozik, tudományos munkatárs. Lapunkban több szakcikke jelent meg.

Ifj. Baán István, Hanák József, Hevesi Imre, Plathy Elemér, Réti Tamás, Rónaszéki Lászlóné, ifj. Schmidt György és *dr. Tardy Pál* életrajzi adatait az előző években már közöltük. (ÓA)

Műszaki és gazdasági hírek

„Refrax 20" elnevezésű tűzállóanyag

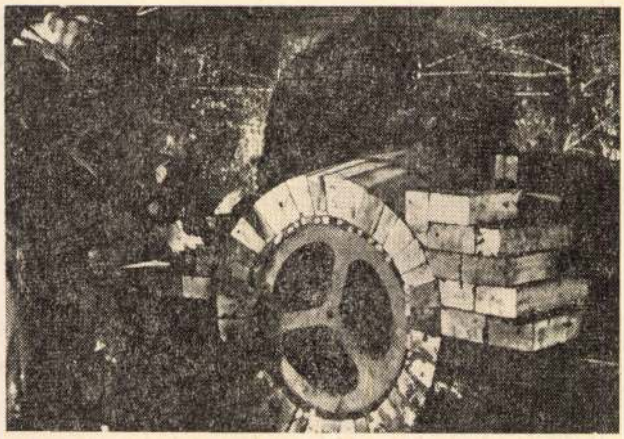
A „Refrax 20" tűzálló anyag szilíciumnitráddal kötött szilíciumkarbid, amelyet a „The Carborundum Company" cég gyárt. A szóbanforgó tűzállóanyag a nagyolvasztó kritikus helyein történő beépítésével kedvező termikus, mechanikus és kémiai tulajdonságainál fogva a nagyolvasztó élettartamát tetemesen meghosszabbítja.

Üzemi tapasztalatok szerint a nyugvóba — ahol a nagy hőmérséklet melletti redukáló térben a vasolvadék és a salak a falazat nagymértékű kopását okozza — beépített „Refrax 20" téglák kopással szembeni ellenállósága 50 %-kal kedvezőbb volt, mint az eddig használatos Carbon téglákkal kifalazott nyugvó falazaté.

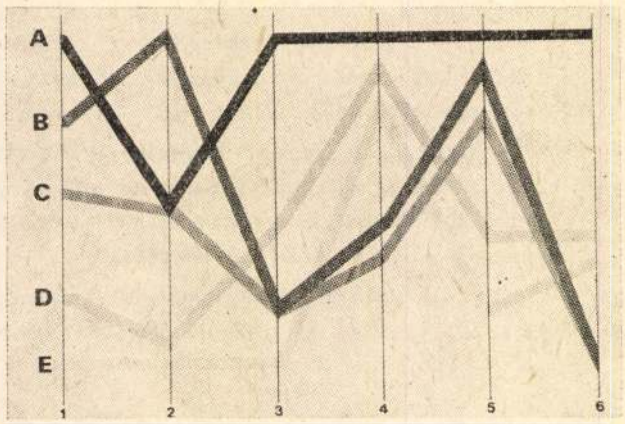
A „Refrax 20" téglákat az *1. kép* szerinti kialakítással előnyösen alkalmazzák a fúvóformák körüli falazására.

A *2. ábra* a „Refrax 20" tégla viszonyított kedvező tulajdonságait tünteti fel 6 különböző összetételű tűzálló anyaggal szemben.

*



1. ábra



2. ábra

Az ábra jelmagyarázata:

A különböző összetételű tűzállóanyagok

A Refrax 20, *B* Grafit-Carbon, *C* Carbon, *D* 90 % timföld — 10 % króm, *E* nagy tűzállóságú timföld

A tűzálló anyagok tulajdonságai

1 Ellenállóképesség alkáliákkal szemben, *2* Hővezetőképesség, *3* Nyomószilárdság 1350 °C-on, *4* Ellenállóképesség szénmonoxiddal szemben, *5* Ellenállóképesség hőingadozással szemben, *6* Ellenállás salakfeltapadással szemben (CA)

EIBIS Information NS 2028

Nukleáris acélgyártás

Az elkövetkező években Japánban fogják az első nukleáris energiával működő kísérleti acélművet üzembe helyezni. Tizenöt japán vállalat vett részt a hatéves és 55 millió dollár költséget igénylő kísérleti programban. Ez év tavaszán befejezték a kutatási munkát, miután a legfontosabb műszaki problémákat megoldották. Külföldi szakértők a bejelentést fenntartással fogadták és úgy vélik, hogy ilyen üzemet 1990 előtt nem lehet megvalósítani.

A nukleáris acélgyártás gondolatát a 60-as évek elején a nyugatnémetek vetették fel, azonban egyedül Japán foglalkozott a gyakorlati megvalósítással. Ez érthető, mert Japán hatalmas kohóipara az ország összes energiafogyasztásából 15—18 %-kal részesedik és ezen belül évente legalább 50 millió tonna kohókokszot használ fel.

A direkt redukciós eljárásban nagy hőmérsékletű hidrogént vagy szénmonoxid gázt használnak az ércek redukciójához. Ez az eljárás alkalmassá tehető a nukleáris energia hasznosítására. A japán tervek szerint egy nagy hőmérsékletű, 50 MW teljesítményű és héliummal hűtött reaktor hőenergiáját használják fel a direkt redukciós eljárásban. Az 1000 °C hőmérsékletű és 40 bar nyomású héliumot az atomreaktorból egy közbenső hőkicserélőbe vezetik. A hőkicserélő egy másodlagos héliumgáz rendszernek adja át a hőenergiát, amelyben olajlepárlási származékokból redukálógázt nyernek. Ezt a gázt az ércredukción kívül még kemencék fűtésére is kiválóan lehet alkalmazni.

A rendszer megvalósításához szükség van olyan ötvözött acél vagy fém csőanyag kikísérletezésére, amely alkalmas a nagy hőmérsékletű és nyomású héliumnak a reaktorból a hőkicserélőhöz történő szállítására. A jelenleg használatos csövek már a 800 °C hőmérsékleten is rövid idő alatt tönkremennek. A tokiói országos fémkutató intézetben vizsgálták a különböző japán üzemek által gyártott hőálló ötvözeteket. A hat vizsgált ötvözet közül találtak kettőt vagy hármat, amelyek megközelítően 10 éven keresztül ellenállnak a nagy hőmérsékletű és nyomású héliumgáz romboló hatásának.

A héliumgáz rendszer és a hőkicserélő egyéb műszaki problémáit is sikeresen megoldották.

A rövid időtartamú vizsgálatokból azonban csak következtetni lehet a csővezeték, a keringtető szivattyúk és a hőkicserélő tartós szilárdsági értékeire, ezért ma még sokan kételkednek, hogy a Japán Atomenergiai Kutató Intézet támogatja-e a kísérleti üzem megépítését 1990 előtt (ÉL)

The Economist 1980. Febr.

*

A Battelle Intézet (USA) és a Szovjetunió együttműködése a nagy nitrogéntartalmú saválló acélok gyártási eljárásának kidolgozásában

A Szovjetunió és a Battelle Laboratories tudósai közös program keretében kutatják a nagy nitrogén tartalmú saválló acélok legkorszerűbb gyártási eljárását.

Az amerikai kutatók ellenőrzik a savállóacél plazmaív átolvasztásának előnyeit és számításba veendő korlátait. A használatos saválló acélokhoz képest a nagy nitrogén tartalmú saválló acélok jobban megfelelnek a nagy és a kis hőmérsékletű igénybevételnek. Mivel az USA-ban nincsen lehetőség nagy tömegű tuskók plazmaíves átolvasztására, a Kievi Paton Intézetben végzik a tuskók átolvasztását és a paraméterek meghatározását. A szovjetek két különböző összetételű tuskót gyártanak, majd továbbfeldolgozás és vizsgálatok céljára kiküldik az amerikai intézetnek.

A plazmaíves átolvasztás különleges, nagy hőmérsékletű ionizált gázatmoszférában megy végbe. A nitrogén

ötvözés érdekében a plazmaívhez szükséges argonon kívül még nitrogént is adagolnak. A plazmaíves átolvasztás során a leolvadó elektródát két vagy több plazmasugaras hőforrással olvasztják meg. Az elektróda az átolvasztáskor lassú forgó mozgással halad előre. A plazmasugarak az elektróda végét cseppekben leolvasztják és a leolvadt fémet vízzel hűtött kokillában felfogják. A plazmaíves eljárással egyszerű módon lehet nagyobb mennyiségű nitrogént ötvözni az acélba. A saválló acélban nitrogénnel a sokkal drágább nikkelt lehet helyettesíteni, mert mindkettő austenitképző elem.

A kiszállított tuskókat a Battelle Intézetben gondosan ellenőrzik. Meghatározzák az öntött szövetszerkezet tisztaságát és homogenitását, az acél összetételét és szövetszerkezetét. A tuskókat feldolgozzák és értékelik a kész termék tulajdonságait.

Az együttműködés további szakaszában az amerikai kutatók megvizsgálják a plazmaíves átolvasztás helyettesítésének lehetőségét vákuumíves vagy elektrósalakos átolvasztással. A háromféle eljárással igen nagy szilárdságú szerkezeti acélokat fognak előállítani, amelyeket az űrrakéta gyártásban használnak. A háromféle módon átolvasztott acélok tulajdonságai alapján lehet eldönteni, melyik a leggazdaságosabb gyártási eljárás.

A kutatási program keretében nagyszámú átolvasztott tuskó vegyi összetételét, tisztaságát, szövetszerkezetét, mechanikai és kifáradási tulajdonságát fogják értékelni. A vizsgálatokhoz szükséges tuskókat a Szovjetunióban és az USA-ban állítják elő. (ÉL)

Iron and Steel Engineer 1980. jan.

*

Kawasaki Steel (Japán) új, kétszálas, íves laposbuga folyamatos öntőművel növeli a termelés gazdaságosságát

A növekvő energia- és anyagköltségek ellensúlyozására a Kawasaki Steel (Japán) egyik Tokió melletti üzemében új laposbuga öntőművet létesít.

Az új folyamatos öntőgép kétszálas, első szakaszában függőleges, majd íves szálvezetéssel. A nyugatnémet Mannesmann-Demag cég tervezi a berendezést, amely évi 2,4 millió tonna kapacitású lesz. Üzembehelyezése 1981 márciusban. A beruházási költség kb. 87 millió dollár. A folyamatos öntőberendezésen 2 db 230 t-ás Q-BOP konverter termelését öntik le, 260 mm vastag és 800—1900 mm széles lapos buga méretben. Az öntött buga 5000 mm—12 000 mm hosszú és az öntési sebesség 2 m/perc.

Az új öntőmű üzembehelyezése után a mű folyamatosan öntött buga termelése a jelenlegi 40 %-ról 70 %-ra fog növekedni. A Kawasaki Steel egy másik fontos kohóművében már 1979-ben elérték a 90 %-os folyamatosan öntött buga gyártási részarányt. Az új folyamatos öntőmű üzembehelyezése után a részvénytársaság teljes termelésének 80 %-a folyamatosan öntött buga lesz. (ÉL)

Iron and Steel Engineer 1980. febr.

*

Új, korszerű folyamatos öntőművek létesítése

A Mannesmann-Demag három folyamatos öntőmű szállítására kötött szerződést.

Az elsőt a tajvani China Steel részére készíti. Az új, két öntőgépből álló, kétszálas folyamatos öntőmű üzembe helyezése után a tajvani gyár évi 3,2 millió tonna folyamatos bugát fog gyártani.

Az új öntőművet a DEMAG által kidolgozott korszerű segédberendezésekkel szerelik fel, amelyek lehetővé teszik az öntés közbeni kristályosító cserét (AS-U-CAST rendszer). Számítógépes folyamatirányítást és automatikus minőségellenőrzést is alkalmaznak. Ez egyik feltétele, hogy a lapos bugákat lehűtés nélkül a hengerműben folyamatosan lehessen felhasználni.

A másik öntőművet a svéd Svenskt Stal luleai üzeme részére készítik. Az öntőmű egyszálas laposbuga gyártására szolgáló berendezés, a legkorszerűbb kivitelben. A laposbuga szélessége 800 mm—1600 mm-ig, a vastagsága 180, 220 és 250 mm. Az éves kapacitás 800 000 t.

A folyamatos öntőberendezés alkalmas lesz az AS-U-CAST rendszerű üzemre, azaz az öntés közben változtatni lehet a kristályosító szélességét, ill. az öntött buga szelvényét. Lehetőség lesz a kokilla, a kokillamozgatás és az íves szegmens gyors, egyenkénti vagy együttes cseréjére.

A harmadik folyamatos öntőgépet a nyugatnémet Fried Krupp bochumi üzeme részére készítik. Az egyszálas lapos buga öntőberendezésen évi 400 000 tonna erősen ötvözött acélt fognak önteni. Ez lesz az első olyan öntőgép, amelynél az indító szálat felülről vezetik be a kokillába. Öntés közben változtatható méretű kokillával és új rendszerű kokilla oszcillátorral lesz felszerelve. Több hengeres húzóberendezés csökkenti a buga deformálódását, ami különösen ferrites saválló acéloknál fontos követelmény. (ÉL)

Iron and Steel Engineer 1980. Febr.

*

Körmozgású fúvólándzsa a felső fúvású oxigén konverterekhez

Nippon Kokan japán cég fejlesztési részlege kidolgozta a körmozgású fúvólándsás eljárást. Az új eljárást. LD-CL rendszernek neveztékz el (CL = circling lance) Az első nagyüzemi alkalmazása a Keihin művek 250 t-ás konvertereiben valósult meg.

Az eljárás célja a nagy térfogatú és fürdőfelületű konverterek gazdaságosságának és termelőkapacitásának növelése. A lándzsa vége a fúvatás közben egy körpályán mozog az oxidáló hatás fokozása céljából.

Az eljárás hatékonyságát először egy 50 kg-os kísérleti konverterben, majd egy 100 t-ás konverterben vizsgálták.

A kísérletek alapján megállapították, hogy a folyékony acél kihozatal 0,5 %-kal javítható a hagyományos eljáráshoz képest, mert kisebb a salakban a vasoxid mennyisége. Utánfúvásos adagok acéljában a mangántartalom 0,05 %-kal volt nagyobb, mert a mangán elsalakulás csökkent. A konvertersalak összes Fe tartalma 2—5 %-kal csökkent a kis karbontartalmú acélgyártáskor.

Körmozgású fúvatással csökkenthető a fúvatási idő és javul az acél minősége. Jobb a kéntelenítés és foszfortalanítás hatásfoka. A lándzsát 0,1—5 fordulat/perc sebességgel, a konvertertengely és a falazat közti távolság 40 %-nak megfelelő excentricitással mozgatják. A Nippon Kokan az eljárással kapcsolatban 10 szabadalmat jelentett be. (ÉL)

*

Nagyolvasztók turbófúvóihoz alkalmazott közbenső vízhűtés gazdaságossága

Nyugat-Németországban 1978. év óta nagy térfogatú, ellennyomással dolgozó nagyolvasztóknál a levegő szolgáltatására mind gyakrabban alkalmazzák a közbenső vízhűtéssel ellátott turbófúvókat.

A közbenső vízhűtés előnyei:

— energia megtakarítás
— a hőveszteség kismértékű csökkenése szigeteletlen hidegszél vezetékben, illetőleg azonos hőveszteség mellett a hidegszél vezeték kisebb mértékű szigetelése
— azonos áramlási sebesség mellett kisebb átmérőjű hidegszél vezeték.

Ezzel szemben hátrányai:

— a közbenső hűtés beruházási és üzemviteli költsége és
— a léghevítők magasabb üzemviteli költsége.

A tanulmány megállapítása szerint a leggazdaságosabb a közbenső hűtés alkalmazása, ha a turbófúvó által szolgáltatott normál állapotú levegő mennyisége 340 000 m^3/h-nál és nyomása 4,35 bar-nál nagyobb.

Számítások szerint ilyen teljesítményű közbenső hűtéssel ellátott turbófúvónál — szemben az anélkül működő turbófúvókkal — az évi megtakarítás kb. 1,7 millió DM. (CA)

Stahl u. Eisen 1979. szept. 24.

Fémkohászat

Rovatvezetők: GYULASI ISTVÁN, KOLOSY ERNŐ

Szulfidos rézércek pirometallurgiájának fejlődése az utóbbi években

DR. HORVÁTH ZOLTÁN tszv. egy. tanár—DR. CZEKE ARISZTID okl. kohómérnök
Nehézipari Műszaki Egyetem Országos Érc és Ásványbányák

DK: 669.3.053.2

Az iparilag megvalósult tűzi eljárások áttekintése. Az Outokumpu-, Noranda-, Mitsubishi-, valamint az INCO-, KIVCET- és TBRC-eljárás összehasonlítása. Még nincs elegendő üzemi tapasztalat az egyes eljárások pontos elemzéséhez. Remélhető, hogy az elkövetkező években igen nagy termelékenységű, folyamatosan dolgozó rézkohászati üzemek épülnek, elviselhető üzemköltségek és a környezetvédelem igényeinek kielégítése mellett.

1. A fejlődés áttekintése

A réz pirometallurgiája az utóbbi 10 évben igen sokat fejlődött. Az aknás- és lángkemencék hosszú egyeduralmát először a villamos kemence, majd a röptében olvasztó *Outokumpu-*, *INCO-*, valamint a *Mitsubishi-*, *Noranda-*, *KIVCET-* és *TBRC-* berendezés törte meg [1].

Főként a nyersanyagok változása- és a termelés követelményei, a környezetvédelem igényei okozták az eljárások és az egyes berendezések fejlődését. A rézkohászat minden szakaszában erőteljes a változás:

— A színpor előkészítése: a szárításnál elterjedőben vannak a lebegtető, az áramlásos és porlasztásos szárítók, pörkölésnél a fluidizáló kemencék.

— Az olvasztó berendezések új változatai:

=a száraz színport lebegtetett állapotban,
=a száraz anyagot ciklonos olvasztóban,
=a pelletezett vagy nyers anyagot az olvadék felületére szórtan,
=a száraz anyagot fúvócsöveken át az olvadék felületére fújva

olvasztó kemencék: Mindegyik esetben a kén elégetéséhez előmelegített, vagy oxigénnel dúsított levegőt használnak. Így a színpor réztartalmától függően rézben dús kénesköveket, esetleg nyers rezet lehet előállítani.

— A konverterezésnél jelentős változást jelentett a szifonos konverter a Pierce Smith rendszerű hagyományos konverter mellett. Sikeresnek mondható a hagyományos konverter egyes szerkezeti részleteinek és munkafolyamatainak tökéletesítése is:

=gépesítették a fúvókák tisztítását,
=a fúvólevegőt oxigénben dúsították,
=a konvertert burkolattal és külön elszívó berendezéssel látták el.

Teljesen újszerű — még ki nem forrott megoldás — a *Mitsubishi* cég (MI) álló helyzetű, körszelvényű, átfolyó rendszerű konvertere [6], amely az eddigi szakaszos üzem helyett, folyamatos működésű.

— A nyers rezet a legtöbbször tűzi raffináló kemencékben finomítják. Ezek szerkezete is jelentősen fejlődik:

=álló kemencék helyett konverter típusú, buktatható kemencék alakultak ki,
=nyírfával történő buzgatás helyett propángázzal vagy földgázzal redukálnak,
=utóégető és porleválasztó kamrát alakítottak ki a kemencéhez, oxigénfúvócsöveket is használnak.

Teljesen újszerű tűzi raffináló kemence kialakításán fáradozik a *KHD* cég (HCCR-eljárás) [35]. Ebben folyamatosan raffinálnak.

— Az anódöntő berendezés folyamatos működését tovább tökéletesítették:

=nagy termelőképesség (50—100 t/h),
=pontos mérettűrés és csupán ± 3kg/db tömeg ingadozás,
=tiszta anódfelület,
=gépesített anódkiemelés és vízhűtőbe rakodás a jellemző.

A berendezések fejlődésének általános jellemzői:

=az egységteljesítmény növekedése,
=gépesítés, ill. automatizálás,
=oxigén dúsítás,
=a folyamatos üzemmódra történő áttérés.

Várható, hogy a következő évtizedben igen korszerű, termelékeny kohók épülnek.

A jelen áttekintés az eljárások értékelését és főként a berendezéseik szerkezeti-építményi fejlődését tartalmazza. A kohászati feldolgozásra kerülő színpor összetételének kérdését, és a járulékos alkotók (Pb, Zn, As, Mo stb.) rézkinyerést korlátozó hatásának vizsgálata egy későbbi közlemény tárgyát fogja képezni.

2. Az iparilag megvalósult tűzi eljárások áttekintése

Az utóbbi évtizedben ipari érettségig eljutott tűzi eljárások sorrendben:

Outokumpu-, *Noranda-*, *INCO-*, *Mitsubishi*, *TBRC-* és *KIVCET* eljárás. Ezeket az *1. táblázat*

1. táblázat

A különböző rézkohászati eljárások
(2) és (3) alapján

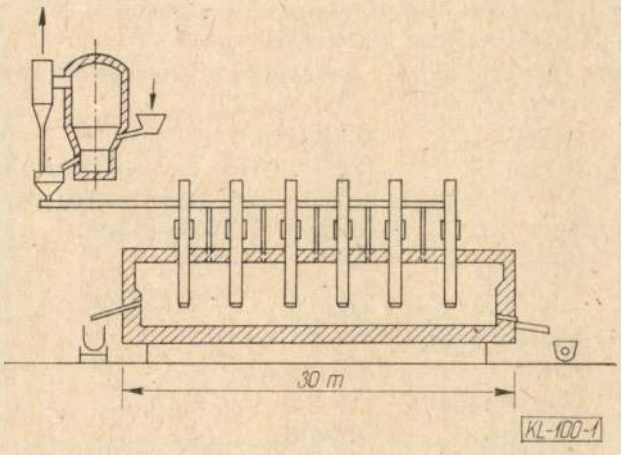
Jellemző	Villamos kemence	INCO	OUTO-KUMPU	NORAN-DA	MITSU-BISHI	KIVCET	TBRC
elegyelőkészítés	pörkölés v. szárítás.	szárítás	szárítás	nem szüks. v.pelletez.	szárítás	szárítás	szárítás
max. nedvesség, %	0,3	0,2	0,2	–	1,0	0,2	1,0
olvasztás: Cu a termékben %	45	45	55	73 vagy 98	65	45	98
fürdő-felület, m^2	100 – 150	100 – 120	100 – 160	80	50 – 80	100 – 150	20 – 30
salakkezelés	–	–	flotálás v. olvaszt.	flotálás	–	–	–
Cu a hányósalakban, %	0,4	0,6	0,3	0,3	0,5	0,4	0,6
hányósalak t/t Cu	2,5 – 5,3	1,4	1,6 – 2,8	2,2 – 2,9	2,5	1,8	–
konverter, db	2 – 3	2 – 3	2 – 3	1	1	2 – 3	–
oxigén-üzem igénye	–	van	nem szüks. v. lehet	v. nem szüks. nem szüks. v. lehet	van	van	van
teljesítm., t O_2/nap	0	150	0	0	100	230	100
fogyasztás kg O_2/t Cu	0	880	0	0	660	1400	660
kénsav-üzem:							
füstgáz, Em^3/ó	150	50	120	110	100	60	80
Em^3/t Cu	15 – 30	5 – 6	12 – 16	8 – 11	6 – 10	4 – 5	5 – 6
SO_2/ %	5 – 10	20 – 30	10 – 15	12 – 16	30 – 80	30 – 80	20 – 40

foglalja össze. Meg kell még említeni az osztrák *Montanwerke Brixlegg*-eljárását is [33], melynek ipari méretű üzeme az elmúlt évekig még működött.

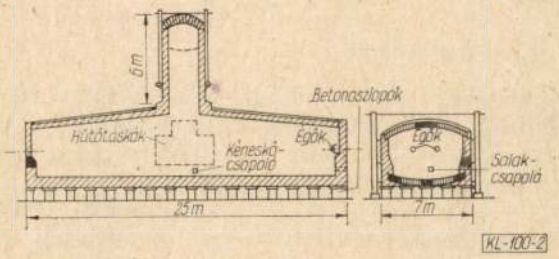
21. Olvasztás kéneskőre villamos kemencében

Az utóbbi években ezt az eljárást eredményesen tökéletesítették. Főként az olcsó villamos energiával rendelkező országokban használják. Korszerű fluidizáló berendezésben pörkölik a színport a kívánt kéntartalomig, ezt követően kéneskőre olvasztanak *(1. ábra)*. A kemence legtöbbször 6 elektródás, villamos ívfényes, alapterülete téglalap. A kénesköveet a hagyományos módon konverterezik és raffinálják.
Ilyen technológiával a következő helyeken dolgoznak: [2], [3]

Svédország : *Boliden*
Uganda: *Jinja*
Dél-Afrika: *Rustenburg*
Kanada: *Falconbridge*
USA: *Copperhill, Inspiration*
SzU: *Dzsezkazgan*
Bulgária: *G. Damjanov*



1. ábra. Rezes kéneskő előállítására használt elektromos kemence



2. ábra. Az INCO-cég oxigénes röptében olvasztó kemencéje

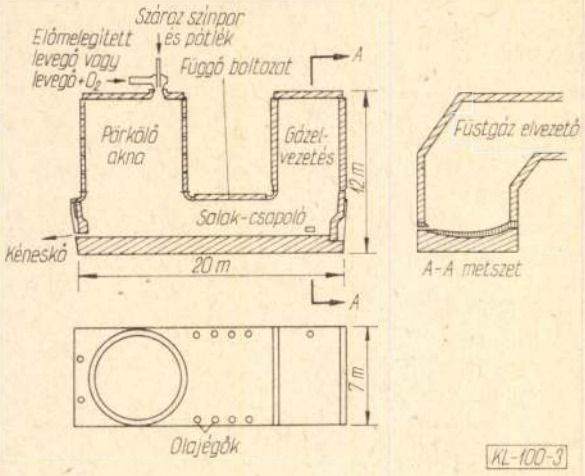
22. Az oxigénes lebegtető (INCO-) eljárás

Szárítást követően a csontszáraz anyagot oxigénben dúsított levegővel fújják az olvasztó kemencébe. 45—50% Cu-tartalmú kéneskő képződik, amelyet konvertereznek, majd tűzi úton raffinálnak. Az olvasztó kemence kb. $7 \times 25 = 175$ m^2 alapterűletű, acéllemezzel burkolt, magas munkaterű kemence *(2. ábra)*. Amennyiben 45% feletti réztartalmú kéneskőre olvasztanak, számolni kell a salak-flotálásával. Az így dolgozó üzemek: [2[, [3]

Kanada: *Copper Cliff*
SzU: *Almalik*

23. Az Outokumpu cég lebegtető olvasztásos eljárása

A szárító kemencében csontszárazra szárított színport lángkemencére épített körszelvényű akna (pörkölő) felső részén adják az olvasztóba *(3. ábra)*. Az akna tetején elhelyezett színporégőkkel adagolnak. A koncentrátum lefelé haladva röptében pörkölődik. A tűztér medencéjében a megolvadt cseppek összegyűlnek, kéneskőre és salakra különülnek el. A salak réztartalmát flotálással csökkentik.



3. ábra. Az Outkumpu Oy-cég röptében olvasztó kemencéje

Az olvasztás változatai:
levegővel vagy előmelegített levegővel,
oxigénnel, ill. oxigénben dúsított levegővel történő olvasztás. Ezen kívül:
kéneskőre — vagy nyers rézre történő olvasztást is meg különböztetünk.
Az eljárást, időbeli sorrendben a következő üzemekben használják: [2], [3], [29]

Finnország:	*Harjavalta,*
Japán:	*Ashio, Kosaka, Saganoseki* (2 db), *Toyo, Tamano, Hitachi,*
Románia:	*Nagybánya* (Baia Mare),
India:	*Ghatsila, Khetri,*
Ausztrália:	*Tennant—Creek, Mount—Morgan,*
Spanyolország:	*Huelva,*
NSZK:	*Hamburg,*
Törökország:	*Samsun,*
USA	*Hidalgo,*
LNK:	*Glogow II,*
Kína:	(ismeretlen helyen),
SzU:	*Norilszk,*
Chile:	*Las Ventanas*

24. A Noranda-eljárás

A színport szárítás nélkül, szállóporral keverve (pelletező tányéron pelletekké formálható) az olvasztó kemencébe, azaz a reaktorba adagolják. A reaktor vízszintes tengelyű dobkemence *(4. ábra)*, melyet az egyik végén adagolnak és külön égőkkel fűtenek is. Alul kéneskő-réz-olvadék, ennek felszínén vastag salakréteg alakul ki. A koncentrátum kéntartalmát a konverterekhez hasonlóan, fúvókákon keresztül befúvott levegővel vagy oxigénben dúsított levegővel oxidálják.

Az olvasztás változatai:

nyers rézre történő olvasztás (98% Cu),
olvasztás kéneskőre (70—80% Cu).

Rendszerint oxigénnel dúsított levegővel fúvatnak, a dúsítás mértéke gazdaságosság és helyi adottságok kérdése. A rezet vagy kéneskövet időnként (kb. 8—10 óra) csapolják, a salakot a kemence másik végén időnként (0,7—1,0 óra), vagy folyamatosan távolítják el. A salakot flotálással réztelenítik. Nyers rézre történő olvasztásnál konverterre nincs szükség, viszont nagyobb kapacitású tűzi raffináló kemence kell, mert nagyobb a réz kéntartalma. Kéneskőre történő olvasztásnál a konverterezési munka lényegesen (kb. 50%-kal) csökken, mert gyakorlatilag elmarad a salakolás művelete.
A kéneskőre olvasztás igényét a színpor réztartalma, tisztasága és gazdasági megfontolások szabják meg. Alkalmazása: [3], [31]

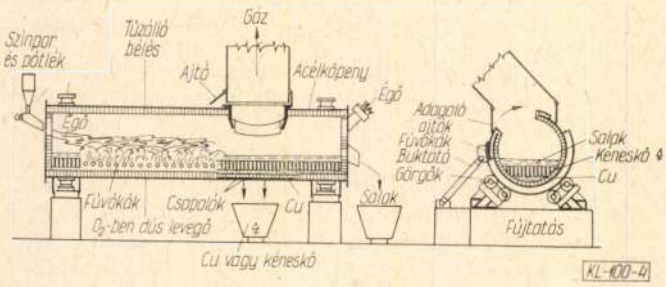
Kanada:	*Noranda (Rouyn).*
USA:	*Garfield, (Utah.)*

25 A Mitsubishi-cég eljárása

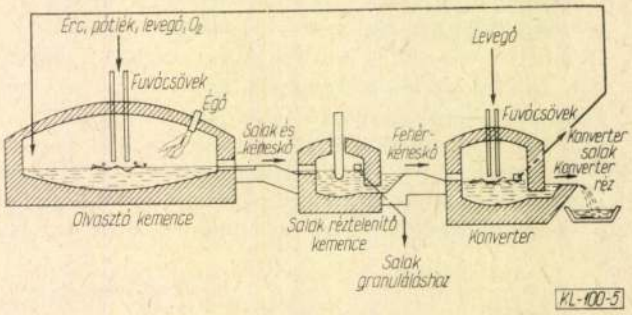
A szárított koncentrátumot, ill. elegyet oxigénnel dúsított levegővel, fúvócsöveken át adagolják az olvasztó kemence 1250 °C hőmérsékletű olvadékára. Innen az olvadék folyamatosan ívfényes elektromos kemencébe áramlik, ahol kéneskőre és salakra különül el. Ezután a 65% Cu-tartalmú kéneskő folyamatosan a konverterbe jut. Ebben felülről fúvócsöveken át oxigént fúvatnak és konverterrezet nyernek, amelyet jelenleg szakaszosan dolgoznak fel tovább hagyományos anódkemencében *(5. ábra)*.

Ennek az eljárásnak nagy előnye a teljesen folyamatos üzem és a zárt rendszerben történő anyag-, ill. olvadékáramlás. Ez tökéletes gázgyűjtést, ill. gázelszívást tesz lehetővé. Ugyanakkor nincs szükség a salak réztelenítésére, mert a salak-elkülönítő ívfényes kemencéből viszonylag kis réztartalmú salakot kapunk. Granulálás után ez értékesíthető vagy hányóra kerül.
Alkalmazzák: [3], [29]

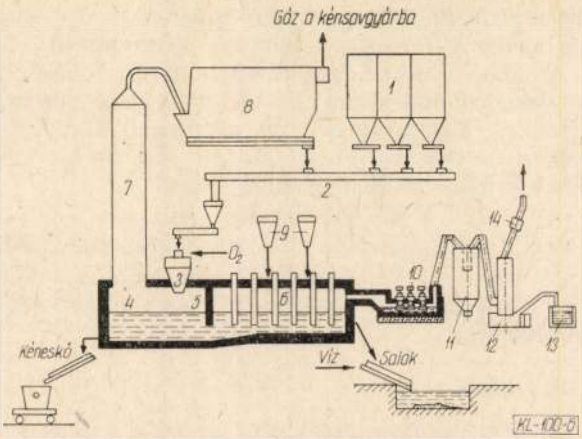
Japán:	*Onahama*
Kanada:	*Timmins* (Ontario) épülőben.



4. ábra. Noranda-kemence

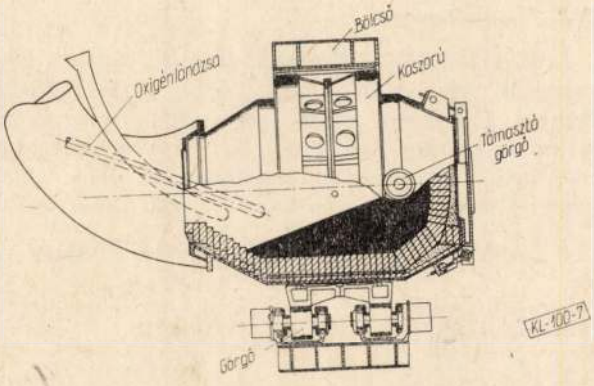


5. ábra. Mitsubishi-kemence



6. ábra. KIVCET-kemence

1 Színpor, *2* Adagoló csiga, *3* Olvasztó ciklon, *4* Pihentető kamra *5* Elválasztó fal, *6* Elektromos kemence, *7* Gázhűtő torony, *8* Elektromos porleválasztó, *9* Koksz, *10* Kondenzátor, *11* Porleválasztó, *12* Nedves gáztisztító, *13* Cink-gőz utóhevítő kamra, *14* Zsákos porleválasztó



7. ábra. TBRC-kemence

26 A KIVCET-eljárás

A csontszáraz színport 80—90% tisztaságú oxigénnel fúvatják az ívfényes kemence előtétkamrájának tetején elhelyezett olvasztó ciklonba. Az olvadék a kamra alján gyűlik össze és a villamos kemence terébe jutva kéneskőre és salakra különöl *(6. ábra)*.

27 AüT. B. R. C.-eljárás

Olyan konverter, melyet korábban a „*Kaldo*" svéd technológiában az acélgyártásnál alkalmaztak. A forgó konverterbe *(7. ábra)* adagolt koncentrátumot oxigénnel dúsított levegővel olvasztják.

Alkalmazzák: [19], [29]

Kanada:	*Afton*
Svédország:	*Boliden—Rönnskar*

28. A Brixlegg-eljárás

A koncentrátumot annyira pörkölik, hogy kéntartalma 1% alatt legyen. Ezt kvarchomokkal, mészkővel és kokszporral keverik, majd ívfényes villamos kemencében redukálva olvasztják. Erősen szennyezett, fekete-rezet csapolnak, melynek jelentős (2—4%) az Fe tartalma. A salak rézvesztesége is elég nagy [33].

A szennyezett fekete-réz tűzi raffinálásához nagyobb kapacitású berendezés kell. Nagy előnye a kis pörkölő és olvasztó berendezés, valamint az, hogy konverterezés elmarad. Ausztriában a *Montanwerke Brixlegg* alkalmazta az érc, ill. koncentrátum-ellátás elégtelensége miatt.

Az *AMAX Base Metals Research and Development; Inc., Carterett*, N. J. USA kísérleti üzemében a tökéletesen pörkölt kalkopirites színport aknás kemencében olvasztották fekete rézre.

3. A tüzi eljárás beruházási költségeinek összehasonlítása

Az egyes eljárások beruházási költségeit csak úgy lehetne közelítő pontossággal meghatározni, ha a kiszolgáló létesítmények (fogadó-tároló, salakkezelő, oxigénüzem stb.) költségeit és az építmények költségeit ismernénk. Sajnos, ezek a helyi adottságoktól függően erősen változóak Arra vagyunk utalva, hogy egyrészt összesített beruházási adatokat, másrészt a beruházási költségekre jellemző számokat hasonlítsunk össze.

2. táblázat

Különböző eljárásokkal működő megépült kohóüzemek beruházási adatai

	Irodalom	év	Et/év	M$	$/t. év
Villamos olvasztókemence:					
Inspiration, USA	[7]	1974	50	54	1080
Outokumpu technológia:					
Saganoseki, Japán	[29]	1970	65	16	250
Tamano, Japán	[29]	1972	84	42	500
Ghatsila, India	[29]	1972	13	17	1300
Samsun, Törökország*	[29]	1973	40	100	2500
Tennant Creek, Ausztrália	[29]	1973	13	28	2150
Hidalgo, USA	[29]	1976	100	100	1000
Onsan, Korea	[29]	1979	80	180	2250
Empalme, Mexikó	[29]	1979	180	254	1400
Leyte, Fülöp-szigetek	[29]	1981	84	150	1790
Tehsing, Kína	[30]	1981	90	117	1300
Noranda-eljárás:					
Noranda, Kanada	[29]	1973	55	19	345
Garfield, USA	[31]	1978	260	280	1080
Mitsubishi-eljárás:					
Naoshima, Japán	[32]	1974	48	60	1250
Kidd Creek, Kanada	[29]	1981	65	200	3070
TBRC-eljárás:					
Afton, Kanada**	[21]	1978	25	80	3200

* pirit-kénsavüzemmel
** bánya-dúsítóval
Megjegyzés: a M$ adatok az üzembehelyezés évében értendők.

Az egyes kohók költségeit a *2. táblázat* foglalja össze. Itt meg kell jegyezni, hogy a jelentős eltéréseket a kohóhoz tartozó létesítmények eltérő nagysága adja. (Pl. a *Noranda* kohóműben kénsavüzem, elektrolízis, konverterüzem és salakdúsító nélkül, az *Afton*-kohóban bánya-dúsítóval együtt, a *Kidd Creek (Timmins)* kohókban elektrolízissel és kénsavüzemmel együtt stb. szerepelnek az értékek).

Egyes forrásokból [8], [29] véve a kénsavgyár költsége pl.

Samsun 9,6 M$
Hidalgo 25,0 M$,
a salak-flotáló üzemé pedig:
Samsun 4,3 M$.
(25) szerint 6,8 M$.

A fajlagos beruházási költségek a 2. táblázatban tájékoztatók. A szakirodalmi adatok [8] szerint 50—100 Et/év kapacitású teljesen kiépített kohó fajlagos beruházási költsége:

Villamos olvasztó eljárásnál	1076 $/t,
Outokumpu olvasztó eljárásnál	1132$/t,
Noranda olvasztó eljárásnál	1183$/t,
Mitsubishi olvasztó eljárásnál	1519$/t,

Egyes területi adottságok azonban az értékeket pozitív, ill. negatív irányban módosíthatják.

4. A beruházási igények összehasonlítása

A beruházási költségek meghatározásánál és összehasonlításánál az alábbiakat mérlegeljük:

— technológiai műveletek, berendezések és
— kiegészítő üzemek (kénsavgyár, oxigéngyár salakfeldolgozó)
= szükségessége,
= kapacitása.

Az *1.* és *3. táblázatban* rövid áttekintést kapunk ezekről.

41. A technológiai műveletek és berendezések

411. *Elegy- előkészítés*

Legkedvezőbb a *Noranda-eljárás*, mely előkészítést nem igényel, csupán esetleg a visszajáró szállóporral történő pelletezést. Legigényesebb az *INCO-* és *Outokumpu-eljárás*, melynél 0,1—0,3% nedvességtartalomig történő szárításra van szükség. Ennek berendezés-igénye: 30 m hosszú, 2—3 m ∅-jű dobkemence fűtőkamrával, földgázégő rendszerrel, füstelszívó és füstgáztisztító berendezésekkel, valamint kb. 60 m magas kéménnyel vagy füstelvezető csőrendszerrel. Kb. 30 t/ó színpor szárítása 30 E m³/ó füstgázzal, [8]
2—4 M$ beruházást igényel.
Ennél kisebb igényű a *Mitsubishi-eljáráshoz* szükséges szárító (1%-ig szárít) és kb. azonos a villamos kemencénél létesítendő pörkölő-előkészítő berendezés.

412. Olvasztás

Alapterületre és térfogatra nézve a legnagyobb olvasztó berendezést igényli a villamos olvasztó kemence, míg a *Mitsubishi-* és *Noranda-* kemence a legkisebb egység. 50—100 Et/év réztermelő kapacitású olvasztó kemencék alapterület- és térfogat igényeit a *4. táblázat* mutatja.

413. Konverterezés

Legkedvezőbb a *Noranda-eljárás*, vagy a közvetlenül nyers rezet előállító többi eljárás *(Outokumpu, Brixlegg)*, mert amennyiben a koncentrátum tisztasága megfelelő, a konverterezés el is hagyható. Összehasonlításképpen az 1 t nyers rézre jutó kéneskő és konvertersalak mennyisége:

	kéneskő, t	konv. salak, t
Villamos kemence	2,2—2,8	0,85—1,80
Outokumpu eljárás	1,6—2,1	0,41
Noranda eljárás	1,3—1,4	0,04—0,22
MI eljárás	1,5—1,6	0,33

A *Pierce-Smith* (PS) konverterekkel szemben az újabb *Hoboken-konverterben* [36] a kén-dioxi-

3. táblázat

Kohósító eljárások jellemzői
(2), (3), (6), (7), (11), (13), (16), (22) adatai alapján

Kemence, ill. eljárás	betét		kéneskő		salak		konv. salak		végsalak		Cu-veszt.,
	% Cu	t/nap	% Cu	t/nap	% Cu	t/nap	% Cu	t/nap	% Cu	t/nap	%
Kéneskőre olvasztó eljárások											
lángkemence: Mt Isa	19	1300	34	730	0,38	750	3,1	400	0,38	750	1,16
Onahama	25	1150	36	780	0,47	840	2,9	450	0,47	840	1,37
vill. olv. kemence:											
Boliden	15	500	36	200	0,40	400	5,0	130	0,40	400	2,13
Jinja	22	280	30	190	0,60	176	5,2	152	0,60	176	1,80
Mufulira	28	1560	55	792	0,52	1110	5,0	370	0,52	1110	1,32
G. Damjanov	14	1070	40	380	0,50	680	4,0	400	0,50	680	2,26
Inspiration	15	1500	36	625	–	980	–	600	0,45	980	2,0
Outokumpu: Toyo	22	1000	40	550	0,35	340	–	–	0,35	440	0,70
Harjavalta	21	630	62	200	0,35	360	–	–	0,35	360	0,97
Tamano	24	1200	48	600	0,55	500	15,0	120	0,55	620	1,17
Samsun	13	1000	50	260	–	–	–	–	–	–	–
INCO-eljárás: Copper Cliff	25	1600	47	850	0,70	550	5,0	100	0,70	550	0,97
Almalik	18	900	50	330	–	–	–	–	–	–	–
Noranda-eljárás: Noranda	22	1080	74	270	5,9	660	19,0	8	0,35	660	1,00
Garfield	26	2100	70	548	8,0	1180	–	87	0,35	1280	0,82
Mitsubishi-eljárás: Onahama	24	740	66	230	0,50	440	17,6	50	0,50	440	1,23
KIVCET-KHD elj.: —	20	440	50	175	0,35	160	–	–	0,35	160	0,64
Közvetlenül nyersrezet előállító eljárások											
Outokumpu Glogow II.	24	1000	98	240	12,0	500	–	–	0,5	500	1,04
Noranda Noranda	27	950	96	190	11,0	570	–	–	0,5	570	1,11
TBRC—elj. Afton	45	150	80	84	–	–	–	–	–	–	–
Brixlegg Brixlegg	24	75	92	20	0,7	35	–	–	0,7	35	1,36
WORCRA —	23	100	95	20	0,45	100	–	–	0,45	100	1,95

4. táblázat

Különböző olvasztókemencék összehasonlítása

(2), (3), (7), (9) és (22) alapján számított értékek

Eljárás	Alapterület, m^2	Munkatér m^3	Betét Cu-tartalmára számított teljesítmény		
			t/24 ó	$t/m^2 \cdot ó$	$t/m^3 \cdot ó$
Villamos olvasztó	350	1400	360	1,0	0,26
INCO	175	700	360	2,0	0,51
OUTOKUMPU	140	800	290	2,0	0,36
NORANDA	100	200	240	2,4	1,20
MITSUBISHI	50	150	180	3,6	1,20
KIVCET	100	180	90	0,9	0,50
TBRC	100	25	68	0,7	2,71

dos gázok tökéletesebben gyűjthetők össze. Alapterület-igénye és szerkezeti tömege viszont kb. 30%-kal nagyobb, mint a PS-konverteré.

Merőben új megoldású a MI-eljárás folyamatos konvertere. Körszelvényű munkaterének fala vízzel hűtött öntvényekből épül, hűtőrendszere tehát költséges.

414. Tűzi raffinálás

Általában a dobkonverterekhez hasonló kemencéket használják. A *Noranda* eljárás közvetlenül nyers rezet termelő változata esetén kb. 30%-kal nagyobb kapacitást kell biztosítani a nagyobb kéntartalom oxidálása miatt. Egyébként az egyes eljárásoknál a tűzi raffináló kemence, valamint az anódöntés azonos.

Üzemszerűen még nem használják, de a félüzemi kísérleteken már túljutott a *KHD—WEDAG* cég *HCCR* rövidítéssel jelzett folyamatos tűzi raffináló berendezése. Ez a Mitsubishi-eljárás folyamatos üzeméhez lenne illeszthető. Elképzelhető azonban az egyéb eljárásoknál is.

42. Az építmények alapterülete és térfogata

Az egyes eljárások alapterületét és térfogatigényeit az *5. táblázat* hasonlítja össze. Amint látható, az irányzat az új eljárásoknál az építmények térfogatának csökkentése. Amennyiben 100 $/$m^3$ építmény, ill. csarnok térfogati fajlagos költséggel számolhatunk, akkor:

villamos kemence	1,4 M$
Outokumpu eljárás	1,1 M$
Noranda eljárás	0,7 M$
MI eljárás	0,5 M$
TBRC eljárás	0,5 M$

építménköltséggel jár valamely 50—80 Et/év kapacitású kohóban.

43. Kénsavgyári kapacitások összehasonlítása

Kénsavüzemmel működő üzemek:

villamos kemence:	*Inspiration, Boliden* stb.
Outokumpu eljárás:	minden üzem
Noranda eljárás:	*Garfield*
Mitsubishi eljárás:	*Onahama*
INCO eljárás:	*Copper Cliff, Almalik*

A *KIVCET*- és a *Brixlegg*-eljárásnál kénsavüzemről nincsenek hírek. A TBRC-eljárásnál *Aftonban* nincs kénsavgyár, *Boliden Rönnskar* üzeméről sincsenek ilyen adatok.

Meg kell különböztetnünk a kénsavüzembe vezetett, vagy vezethető gázok alábbi forrásait:

— pörkölés, szárító kemence,
— olvasztó kemence,
— konverter,
— egyéb helyek, pl. helyi elszívás.

Általában a színporban levő kénnek annál nagyobb része jut az olvasztókemence füstgázaiba, minél kisebb a kéneskő kéntartalma, azaz minél nagyobb a réztartalma. Az sem közömbös, hogy az olvasztókemence melegen tartásához, vagy hőpótláshoz milyen mennyiségű gázt használnak fel.

Az 1. táblázat mutatja a fejlődő és kénsavüzembe vezetett füstgáz mennyiségét az olvasztó és konverter esetében.

Eszerint 1 t anódrézre jut:

villamos kemencében:	15—30 Em^3
Outokumpu eljárásnál:	12—16 Em^3
Noranda eljárásnál:	8—11 Em^3
Mitsubishi eljárásnál:	6—10 Em^3
INCO, TBRC eljárásnál:	5— 6 Em^3

5. táblázat

Különböző eljárású kohók építési igényeinek összehasonlítása (50—80 Et/év/kapacitás)

(2), (3), (7) és (13) alapján számított értékek

Eljárás		Előkészítő: szárítás, pelletézés	Olvasztó	Konverterező	Anódkészítő	Összesen
Villamos kemence:	alapterület, m^2	400	1 250	3 000	1 250	5 900
	térfogat, m^3	5 000	40 000	81 000	12 500	138 500
Outokumpu:	alapterület, m^2	400	800	2 600	1 250	5 050
	térfogat, m^3	5 000	24 000	65 000	12 500	106 500
NORANDA	alapterület, m^2	–	1 800	500	1 250	3 550
	térfogat, m^3	–	47 000	13 000	12 500	72 500
MITSUBISHI	alapterület, m^2	160	1 650	–	1 250	2 660
	térfogat, m^3	3 200	35 000	–	12 500	50 700
TBRC	alapterület, m^2	400	1 200	–	1 250	2 850
	térfogat, m^3	5 000	30 000	–	12 500	47 500

A kénsavgyár kapacitását nagymértékben az oxigén alkalmazása határozza meg. 50 Et/év kapacitású kohó (kb 6 t/ó) kalkopirit feldolgozása esetén a következő füstgáz térfogatok kerülnek a kénsavgyártásra:

	$Em^3/ó$	SO_2 %
villamos kemence	94—188	3,8—7,5
Outokumpu eljárás	75—100	7,0—9,3
Noranda eljárás	50—70	10,0—14,0
Mitsubishi eljárás	38—62	11,3—18,9
INCO, TBRC eljárás	31—38	18,4—22,5
KIVCET eljárás	25—31	22,4—28,0

A kénsavüzembe vezetett füstgázt a katalízis előtt porleválasztó-gázmosó-gáztisztító-rendszeren kell átvezetni. Ez annál olcsóbb, minél kisebb az átvezetett füstgáz mennyisége. Mivel a kontakt és abszorpciós részleg, valamint tároló üzemrészek azonos termelés mellett azonosak, a különböző kohászati technológiákhoz tartozó kénsavüzem a gáztisztító részleg beruházási és üzemköltségeiben fog egymástól különbözni. A gáztisztító részleg a kénsavgyár beruházási és üzemköltségeinek kb. 30%-át teszi ki, ebből következik, hogy a

KIVCET, *TBRC* és *INCO* eljárásnál kb 10%
Mitsubishi és *Noranda* eljárásnál kb 6%

költségmegtakarítás érhető el a kénsavüzemnél a villamos kemencéhez és az *Outokumpu-eljáráshoz* tartozó kénsavüzemmel szemben.

44. Az oxigénfejlesztő üzemek összehasonlítása

Az 1. táblázat adataiból következik, hogy az *Outokumpu*, *Noranda* és villamos kemencés eljárás nem igényel feltétlenül oxigént. Kétségtelen, hogy az előbbi kettőnél a levegőnek oxigénnel történő dúsítása 50—100%-kal növeli az olvasztási teljesítményt.

Nélkülözhetetlen viszont az oxigén az:

INCO-, *Mitsubishi-*, *KIVCET-* és *TBRC-*eljárásnál.

A különböző források szerint [2], [3] a koncentrátum olvasztásánál, majd a kéneskő nyers rézre történő fuvatásánál egy 50 Et/év kapacitású rézkohó esetén az oxigén-igények t-ban:

	1 t rézre	1 t színporra	O_2 mennyiség t/nap
INCO	0,88	0,22	143
MI	0,66	0,16	100
KIVCET	1,40	0,35	210
TBRC	0,66	0,16	100

Meg kell még jegyeznünk, hogy 100 t/nap kapacitású oxigén-fejlesztő üzem az

Outokumpu eljárás kapacitását 25—40%-kal
Noranda eljárás kapacitását 20—30%-kal

növeli kb. azonos körülmények mellett.

45. Salakflotáló üzem az egyes technológiáknál

Az egyes eljárásoknál a 3. táblázatban foglaltak szerint a salak rézveszteségek különbözően alakulnak. Mindegyik esetben a konvertersalakot, vagy az olvasztó kemencébe adják vissza, vagy az olvasztó salakkal együtt flotálják. A konvertersalak mennyisége az anyagmozgatás és feldolgozás szempontjából érdekes.

Salakfeldolgozó üzemet kell építeni az:

Outokumpu-, *INCO-* és *Noranda* eljárásnál.

A *TBRC*-eljárást ebből a szempontból nem ismerjük eléggé. A salak feldolgozható salakkemencében vagy flotálással. [25] szerint a salakflotálás beruházási költsége nagyobb, de az üzemköltségei alapján a kettő között nincs érdemi különbség. Ahol a villamos energia nagyon drága, ott a flotálás olcsóbb. Mivel a réz ára nagy, ezért a flotálás a gazdaságosabb, mert ennél nagyobb a rézkihozatal.

Az egyes eljárásoknál keletkező végsalak mennyisége t-ban 50 Et/év réztermelésnél:

	1 t rézre	1 t színporra	t/nap
villamos kemence	2,5—5,3	0,7—1,0	450—750
INCO eljárás	1,4	0,35	210
Outokumpu elj.	1,7—2,7	0,4—0,5	260—410
Mitsubishi elj.	2,5	0,6	373
Noranda elj.	2,1—2,8	0,5—0,6	315—420
KIVCET elj.	1,8	0,4	270

A *KIVCET*, a *MI* és villamos kemencés olvasztásnál a salakot nem kell tovább réztelenníteni. Az *Outokumpu-* és *Noranda*-eljárás a salakkezelés szempontjából azonos.

5. Üzemeltetési költségek összehasonlítása

Az egyes eljárásokra jellemző üzemköltségeket nem tudták ezideig megállapítani. Úgy látszik, olyan sok a helyi adottságokból eredő előny, vagy hátrány, hogy a pontos, megbízható összehasonlításhoz még jó ideig várni kell. [8] szerint a következő összehasonlítás ismeretes:

			$/t anódrét
villamos kemence			149
Outokumpu eljárás			137
Mitsubishi eljárás			150
Noranda eljárás			168
munkabér	35	23	8,5
javítás, karbantartás	20	10	15,2
egyéb: leírás, admin.	—	43	17,0
	100	100	99,9

(Az egyes eljárásoknál nem vették figyelembe a termelhető gőz értékét, melyet jóvá kellene írni.)

Évi 50 Et anódrezet termelő üzemben a többletköltség az *Outokumpu* eljáráshoz képest M$-ban:

	1 évre	15 évre
villamos kemence és MI-el járás	0,65	9,7
Noranda eljárás	1,55	23,2

Nem ismeretes, hogy a termelési költségek milyen energia, bér és javítási arányokból adódnak. Ezek jelentősen ingadoznak. [4] és [9] szerint a kohó+kénsavgyár összes költségeinek 10%-a a kénsavüzemre jut, míg a kohóra eső 90%-a a hagyományos lángkemence-villamoskemence eljárásnál az alábbiakra oszlik %-ban:

	[1]	[9]	[17] szerint
energia: olaj, gáz	30	20	42,2
villamos	5	3	—
olv. pótlék + jav. anyag	5	1	17,0

6. táblázat

1 t anódréz előállításának energiaigénye a különböző eljárások esetén

Eljárás	Olaj-, gázenerg., GJ	Vill. energ., kWh	Vill. energ., GJ	Gőzterm., GJ	Össz., GJ
Lángkemence:					
olvasztó + konv. + anód.	19,0 – 26,5	500	5,4	12,5	24,9 – 33,4
kénsavüzem	0,5 – 1,5	600	6,3	–	((15,7))
környezetvédelem	–	570	6,0	–	
Villamos kemence:			17,7		
pörkölő	–	30	0,3	4,0	57,2 – 57,8
olvasztó + konv. + anód.	1,0 – 1,5	4400	47,4	–	((30,3))
kénsavüzem	0,2 – 0,3	600	6,3	–	
környezetvédelem	–	570	6,0	–	
Outokumpu:			60,0		
szárítás	2,0 – 2,5	100	1,2	–	17 – 23,6
olvasztó + konv. + anód.	8,0 – 14,0	650	6,9	10,5	((16,7))
kénsavüzem	0,1 – 0,2	550	6,0	–	
salak-flotálás	–	150	1,5	–	
környezetvédelem	–	170	1,8		
			17,4		
INCO:					
szárítás	2,0 – 2,5	100	1,2	–	27,9 – 31,5
olvasztó + konv. + anód.	6,0 – 9,0	550	6,0	–	((17))
kénsavüzem	0,1 – 0,2	500	5,4	–	
oxigénüzem	–	500	5,4	–	
környezetvédelem	–	170	1,8		
			19,8		
NORANDA:					
olvasztó + konv. + anód.	7,0 – 12,0	400	4,2	4,0	16,6 – 21,7
kénsavüzem	0,1 – 0,2	550	6,0	–	((19))
salakflotálás	–	150	1,5	–	
környezetvédelem	–	170	1,8	–	
			13,5		
MITSUBISHI:					
szárítás	1,5 – 2,0	80	0,9	–	16,3 – 18,7
olvasztó + konv. + anód.	6,0 – 8,0	620	6,6	6,0	((13))
kénsavüzem	0,1 – 0,2	350	3,6	–	
oxigénüzem	–	270	3,0	–	
környezetvédelem	–	50	0,6	–	
			14,7		
KIVCET:					
szárítás	1,5 – 2,0	100	2,2	–	49,7 – 50,8
olvasztó + konv. + anód.	1,0 – 1,5	3200	34,8	–	
kénsavüzem	0,1 – 0,2	300	3,0	–	
oxigénüzem	–	700	7,5	–	
környezetvédelem	–	50	0,6	–	
			47,1		

1 t gőz = 2,8 GJ
1 MWh = 3P3,6 GJ (az erőmű hatásfokát 33,3 %-nak feltételezve)
(( )) a [28] cikk adataiból számolva

Az arányok mindenképpen az energia-és bérköltségek fontosságára utalnak.

51. Az energia-igények összehasonlítása

Az egyes eljárások összesített energia-igényét a *6. táblázat* mutatja. Ebben a környezetvédelem azonos szintű igényének megvalósításához szükséges, valamint az oxigén-fejlesztéshez és a salak réztelenítéséhez felhasznált energia egyaránt szerepel.

Eszerint energiaigényes eljárások a

villamos	58 GJ/t anódréz
KIVCET	50—51 GJ/t anódréz
INCO	28—32 GJ/t anódréz

Amíg az olcsónak tekintett lángkemencénél 25—33 GJ/t anódréz az energia-fogyasztás, addig ez az érték a

Mitsubitshi eljárásnál	16—19 GJ/t anódréz
Outokumpu eljárásnál	17—24 GJ/t anódréz
Noranda eljárásnál	17—22 GJ/t anódréz

Ugyanakkor [17] szerint a energia gények GJ/t összehasonlítása:

	olvasztó	oxigén	kénsav	környezet	összes
láng-kemence	12,4	—	8,2	1,3	22,5
Outokumpu	11,2	—	4,8	1,8	17,8
Mitsubishi	7,9	2,9	3,4	0,3	14,5

Az új eljárások tehát az *INCO* és *KIVCET* kivételével energiatakarékosak.

52. Javítóanyag- és javítási költségek

Jól begyakorlott üzemben az olvasztó kemencék (lángkemencék, villamos kemencék) sok évig üzemelnek különösebb javítás nélkül. A tartósságok:

Olvasztó kemencék:

lángkemencék	2—10 év
villamos	2—5 év

Outokumpu	2—3 év
Mitsubishi	1—2 év
Noranda	0,5—1 év
Konverterek:	
hagyományos PS	0,2—0,3 év
Hoboken	0,3—0,5 év
Mitsubishi	0,3—1,0 év

A tűzi kohászati berendezések javítására fordított költségek igen kicsik. [2], [4] szerint 8—16 $/t anódréz fajlagos költséggel számolhatunk, azaz lángkemence esetén a termelési költségek 3—6%-ával. A új eljárásoknál a javítási költségeket még nem ismerjük kellő megbízhatósággal. Gyakoribb a javítás, de a felhasznált tűzállótégla-felhasználás kevés.

53. Munkaerő-igények

A kohósítás üzembentartó létszám igényét az üzemrészek határozzák meg az egyes technológiáknál fő/műszakban kifejezve:

	Tűzi	Salakkezelés	Kénsav	Oxigéngyár	Összesen
villamos kemence	25—45	—	5—10	—	30—55
INCO-eljárás	25—40	—	5—8	3—5	33—53
Outokumpu eljárás	25—35	5—8	5—8	3—5	38—56
Noranda eljárás	22—30	5—8	5—8	—	32—46
Mitsubishi eljárás	20—28	—	5—6	3—5	28—39

A bérköltségek [4] szerint a kohó üzem költségeinek 30—35%-át teszik ki, [17] szerint csak kb 9%-át lángkemence esetén. Ez utóbbi szerint az egyes technológiák bérköltség aránya az üzemeltetés költségek %-ában:

	[17]	[20]
lángkemence	8,5	26
Outokumpu	7,4	—
Mitsubishi	6,4	—
TBRC	—	23

54. Az összehasonlítás egyéb szempontjai

Az ujonnan kifejlesztett eljárásoknál a beruházási és üzem költségeken túlmenően az alábbi összehasonlítások merülnek fel:

— elterjedtség, referencia-üzemek száma,
— környezetvédelem igényeinek kielégítése,
— réz- és kénkihozatal,
— termelékenység,
— termelés-növelés lehetősége.

Ezen tényezők jelentőségének arányát az egyes esetekben külön-külön kell mérlegelni.

541. A referencia üzemek száma

A legjobban elterjedt eljárásnak az Outokumpu-t tekinthetjük, mert a különböző eljárásokat megvalósító üzemekből:

Outokumpu:	22 db (25)
villamos kemencés:	9 db
INCO, ill. lebegtető:	2 db
Noranda:	2 db
TBRC:	2 db
Mitsubishi:	1 db (2)
KIVCET:	1 db (2)

épült, illetve működik

542. Környezetvédelem

A légtér szennyeződésekor alapvetően a csapolás a konverterezés, a kéneskő átöntése, a salakozás okozza a leginkább nem kívánatos kibocsátást. Ezért a jelenben és távlatban is azok az eljárások a legelőnyösebbek, amelyeknél:

— minimális az elszökő gázok mennyisége,
— minél kevesebb helyen képződik kéndioxidos gáz,
— minél kevesebb gáz képződik,
— az olvasztáskor minél több kén jut a kénsavgyárba vezetett füstgázokba,
— kéndioxidos gázok kibocsátása azonnal korlátozható vagy teljesen megszüntethető.

Egyelőre nem ismerünk olyan eljárást, amely mindezen követelményeket optimális szinten elégítené ki. Legjobban az alábbi eljárások tesznek eleget az előírásoknak:

— *Mitsubishi Noranda TBRC Brixlegg*
— *Outokumpu, INCO, KIVCET*
— villamos kemence.

Igen fontos, hogy az SO_2 kibocsátás megbízhatóan és gyorsan legyen megszüntethető, bármilyen követelmény következtében is legyen arra szükség.

Ebből a szempontból a *Noranda-* és *TBRC* eljárás a legkedvezőbb. A *Noranda*-eljárásnál a színpor adagolást kell megszüntetni, a reaktort fúvóállásból kiforgatni és a vastag salaktakaróval rendelkező fürdő hőntartását biztosítani. Ilymódon kb. 10 perc alatt a kéndioxid-kibocsátás megszüntethető.

543 A réz- és kénkihozatal

A egyes eljárások rézkihozatalát a 3. táblázat mutatja. Mint látható, a salak réztartalmának kinyerésével a *Outokumpu- INCO Noranda-* eljárás rézvesztesége igen kicsiny. Ezzel szemben kedvezőtlenül nagyobb a villamos kemencéké.

50 Et/év termelésű kohó 0,5%-rézkihozatal-javulása 250 t/év réztöbbletnek felel meg, melynek értéke kb. 500 E$/év 15 év alatt ez 7,5 M$. Ebből adódik, hogy 1,5—2,0% hatásfokjavulás 15 év alatt a teljes Noranda- vagy Outokumpu-olvasztó berendezés árával egyenértékű.

A kénhasznosítás a füstgázok kénsavgyártásra történő felhasználása, ill. a környezetvédelem követelményeinek kielégítése miatt mindegyik eljárásnál kedvező. Összehasonlításul a színporban levő kenet az egyes eljárások a következőképpen hasznosítják:

	kénsavgyárba vezetett %	légtérbe engedett %
Outokumpu (Toyo)	93,5	0,3—0,5
Outokumpu	97,5	1,7—2,2
Noranda	98,0	2,2—(0,3)
Mitsubishi	98,5	1,1—(0,5)
KIVCET	97,0	1,7—(0,8)

Sajnos egyik eljárásra nézve sem rendelkezünk elegendő adattal a kénkibocsátás megbízható összehasonlításához ill. igazolásához.

544. Termelékenység

A színportól az anódrézig a termelékenységet a munkaerő-igénynél tárgyalt jellemző létszám-adatok alapján hasonlíthatjuk össze. A termelékenységben a salakfeldolgozó és kénsav-oxigén-üzemet is beszámítva 50 Et/év termelésű rézkohóban az eltérések:

villamos kemence	300—550 t anódréz/fő,
INCO eljárás	315—500 t anódréz/fő,
Outokumpu eljárás	300—440 t anódréz/fő,
Noranda eljárás	360—520 t anódréz/fő,
Mitsubishi eljárás	340—570 t anódréz/fő,

545. A termelés növelés lehetősége

Az egyes berendezések (olvasztó, konverter, tüzifinomító) kapacitása korlátozott. Egyik-másik eljárásnál a szerkezet technikai adottságoktól kevésbé függő. Legegyszerűbb a kapacitásnövelés oxigén felhasználásával.

Ugyanabban a berendezésben a bevezetett oxigén mennyiségétől függően az

Outokumpu olvasztónál 50— 100%,
Noranda olvasztónál 40— 90%

olvasztó teljesítmény-növelés lehetőségéről tudunk [14]. Korlátozott a termelés növelés lehetőségének mértéke ugyanazon berendezés-méretnél, a *Mitsubishi-*, *INCO-* és *KIVCET-* eljárásnál, mert ezek eleve oxigént használnak. Ezeknél teljesítmény bővítés esetében az olvasztót, vagy a konvertert nagyobbra kell építeni.

Összefoglalás

Az utóbbi években üzembehelyezett rézkohókban új kohászati eljárásokat használnak. Ezek merőben új szerkezeti és működési megoldásokkal épülnek, szakítva az eddigi hagyományokkal. Céljuk elsősorban a környezetvédelmi igények kielégítése volt: kedvezőbben és olcsóbban megoldani a korlátozott gázkibocsátást.

Pontos összehasonlításra az eddigi tapasztalatok és adatok nem elegendőek. Annyit azonban megállapíthatunk, hogy a hagyományos lángkemencés, illetve villamos olvasztáshoz képest-azonos környezetvédelmi igények kielégítése esetében kisebb beruházási költséggel épülő, vagy kisebb költséggel üzemelő kohó építhető az *Outokumpu-*, *Noranda Mitsubishi-* vagy *INCO-* eljárással. Ezek ugyanis a berendezések és a termelő olvasztók kisebb energiafogyasztása, valamint a nagyobb termelékenység miatt takarékosabbak, jobb réz- és kénhasznosítást érnek el.

Ma a legelterjedtebb, legkipróbáltabb az Outokumpu-eljárás, ezért a mai döntésnél ezt kellene választani. A továbbiakban azonban a többi eljárást is figyelemmel kell kísérni és időről időre elemezni.

Várható, hogy az elkövetkező években az egyes eljárások közötti különbségek — az üzemi tapasztalatok részletesebb értékelhetősége útján — pontosabban meghatározhatók lesznek.

IRODALOM

[1] *Gyulasi István:* A recski rézérc kohósítására alkalmas korszerű eljárások összehasonlítása. = BKL-Kohászat. 112, 1979. (9), 425—431. p.

[2] *Biswas, A. K.—Davenport, W. G.:* Extractive metallurgy of copper. Oxford, 1976, Pergamon Press.

[3] *Yannopoulos, J. C.—Agarwal, J. C.:* Extractive Metallugy of Copper. International Symposium. Las Vegas, 1976. The Metallurgical Society of AIME New York.

[4] *Sutulov, A.:* Copper Porphyries. Santiago de Chile, 1972, University Utah Salt Lake City, Utah USA.

[5] *Härkki, S.—Juusela, J.:* Lebegtető olvasztási eljárás, különös tekintettel az energiaszükségletre és a környezetvédelemre. METESZ Finn Műszaki Napok. 1975. nov.

[6] *Juusela, J.—Mäkinen, J.:* Advanced smelting of copper concentrates by the Outokumpu flash smelting method. II. International Symposium on Copper. Lubin, 1977.

[7] *Dayton, S.:* Inspiration's design for clean air. = Engineering and Mining Journal. 1974. (7), 85—96. p.

[8] Mining Magazine Yearbook 1979, 1978, 1977.

[9] *Daniele, R. A.—Jaquay, L. H.:* Full scale TBRC smelting tests on copper concentrate. AIME Meeting. Dallas, 1974.

[10] *Themelis, N. J.:* The Impact of Energy and Environmental Constraints on Copper Smelting Technology. = Mining Engineering. 1976, (1), 42—46. p.

[11] *Treilhard, D. G.:* The Jinja Copper Smelter. = The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin. 59, 1966, (645), 63—72. p.

[12] *Sharma, S. N.—Davis, W. L.:* Energy Conservation: A new challange for Copper Smelting. = Mining Engineering. 1977, (5), 38—41. p.

[13] *Mills, L. A.—Hallett, G. D.—Newman, C. J.:* Design and Operation of the Noranda process continuous smelter. 105th AIME Meeting. Las Vegas, 1976.

[14] *Hallett, G. D.—Tarassoff, P.:* Copper smelting by the Noranda process. II. Internat. Symposium. Lubin, 1977.

[15] *Bailey, J. B. W.—Storey, A. G.:* The Noranda process after six years operation. 18th Annual CIM Conference. Sudbury, 1979.

[16] *Nagano, T.—Suzuki, T.:* Commercial operation of Mitsubishi continuous copper smelting and converting process. International Symposium. Las Vegas, 1976.

[17] *Sukekawa, J.:* Some topics of Mitsubishi continuous copper smelting process and No 3 Jumbo Tankhouse system. Pacific Northwest Metals and Minerals Conf. Seattle, 1977.

[18] *Suzuki, T.—Goto, M.:* Recent improvements in Mitsubishi process operation. Annual Meeting of Arizona Section of AIME. Tucson, 1979.

[19] *Daniele, R. A.—Jaqnay, L. M.:* TBRC a new smelting technique. Annual Meeting AIME. San Francisco, 1972.

[20] *Daniele, R. A.—Jaqnay, L. H.:* Full scale TBRC smelting tests on copper concentrate. Annual Meeting of AIME. Dallas, 1974.

[21] Afton Mine on stream. = Mining Magazine. 1978, (1), 14—21. p.

[22] *Melcher, G.—Müller, E.—Weigel, H.:* The KIVCET cyclone smelting process for impure copper concentrates.—Journal of Metals. 1976, (7), 4—8. p.

[23] *Peacey, J. G.:* Review of Copper production and developments in extractive metallurgy. = Journal of Metals. 1979, (5), 18—19., 51—53. p.

[24] *Mackey, P. J.—Balfour, G. C.:* Process developments in pyrometallurgy. = Journal of Metals. 1979, (5), 12—13., 36. p.

[25] *Barnell, S. C.:* Economics of slag cleaning. = Mining Magazine. 1979, (5), 408—417. p.

[26] *Horváth Zoltán:* A fémkohászat fejlődése az utóbbi időben. = BKL-Kohászat. 102, 1969, (12), 545—552. p.

[27] *Horváth Zoltán:* Rézszínporok tűzi feldolgozásának

korszerű lehetőségei. = BKL-Kohászat. 110, 1977, (10—11), 506—508. p.
[28] *Horváth Zoltán:* Fajlagos energiafogyasztás a rézés alumíniumkohászatban. = BKL-Kohászat.
[29] Survey of mine and plant expansion. = Engineering and Mining Journal. 1970, 1972, 1973, 1974, 1978, 1979 és 1980. évi januári számai.
[30] Journal of Metals. 1979 (5) 13 p.
[31] *Dayton, S.:* Utah Copper and the 280 $ million investment in clean air. = Engineering and Mining Journal 1979 (4) 72—83. p.
[32] Technokrat. 1974 (4) 12. p.
[33] *Kettner, P.—Maelzer, C.—Schwartz, W. H.:* The Brixlegg elektrosmelting process applied to copper concentrates. = AIME Meeting 1972. TMS Paper Selections A72-48.
[34] Copper production in developing countries. United Nations New York. 1972.
[35] *Ethem M. Y.:* Kupferbergbau und Kupferhüttenwesen in der Türkei. Erzmetall 1976 (4) 182—186 s.
[36] *Vrhovec M.—Guebels A. P.* (Mechim S. A.): Hoboken konverter alkalmazása rezeskéneskő feldolgozása során. BKL. Kohászat 1980. 1. 36—40. oldal.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Jugoszlávia bauxitbányászatának fejlesztése

Macedoniában feltárt bauxit vagyont 350 millió tonnára becsülik. A tervek szerint a bauxitvagyon hasznosítására új bánya megnyitását készítik elő. A bánya termelése évente 500 et. A bauxitot az *obrováci Timföldgyár* dolgozza fel. (KJ)

Alumínium 1980. 4. sz. 322. o.

A tőkés országok tervezett bányászati beruházásai

Az E/MJ. (International Directory of Mining Material Processing Operation) összeállította a nemzetközi bányatársaságok tervezett színesfémipari beruházásait 1980—84 közötti években. Az alumínium, réz, cink, ólom, nikkel, vasérc, urán, arany, ezüst ritkafémek termelésének bővítésére 59,77 milliárd $ beruházást eszközölnek. Ennek az összegnek 42 %-át az alumíniumipar fejlesztésére fordítják, ami 25,2 milliárd $-ra rúg. Az alumíniumipari beruházások 30 %-a Ausztráliára, 23 % Ázsiára, 22 % Közép- és Dél-Amerikára, 12 % Afrikára 12 % Európára és végül 6 % Észak-Amerikára esik. (KJ)

Alumínium 1980. 4. sz. 322. o.

Új létesítmény üzembe helyezése — alumíniumot termel Dubai

Dubai az *Arab-öböl* dinamikusan iparosodó emirátusa óriási alumíniummű üzembe helyezésének kiemelkedő pontjához érkezett, alumíniumot csapolnak az első kádsorból.

Az Arab-öbölnek ez a második alumíniumkohója a *bahraini* után.

Az építkezés és az ipar kiszolgálásához először kikötőt kellett építeni. Több lépcsőben fejlesztik ki a kikötőt, melynek összes költsége az 1981-ben történő befejezés után az egymilliárd dollárt meg fogja haladni. A kikötő 60 ezer tonnás hajókat fog tudni fogadni. Magának a 135 ezer tonna évi kapacitású alumíniumkohónak a beérkező nyersanyagvolumene évi 350 ezer tonna lesz. Ez a *Jebel Ali* nevű kikötő központilag fekszik az arab emirátusok közt és jó közúti összeköttetése van azokkal.

Az alumíniumművön kívül számos más ipari beruházás van folyamatban Dubaiban, ezek egy része már termel is. Ezek közül jelentősebb a 300 MW-os gőzerőmű (öt darab 60 MW-os egység) ami a várost szolgálja, tengervíz sótalanító-mű, cementmű.

Az alumíniummű három nagyobb gyárrészlegből áll: *az erőmű, tengervíz sótalanító és a kohó.* Az uralkodó úgy döntött, hogy az erőmű hulladékhőjét fel kell használni a tengervíz bepárlóknál. A teljes alumíniummű fővállalkozója az angol British Smelter Constructions. Az első bepárló üzemavatása 1979 februárjában volt *II. Erzsébet királynő* jelenlétében, aki éppen akkor járt körútján Dubaiban.

Az új alumíniummű vet támadások érik a *környezetvédők* részéről, akik az Arab-öböl főbb veszélyforrásainak jelölik az olajfinomítókat, hajóépítő dokkokat és az alumíniumkohókat. A Dubaiban épülő kohó azonban olyan fejlett technológiát alkalmaz, mely megnyugtatja a környezetért aggódókat. Az elektrolizáló kádak zártak, kiváló elszívás és száraz gáztisztítás védi a szennyezéstől a környezetet, az anódégető kemencék gázait elektrosztatikus leválasztó tisztítja.

Az egész művet automatikus folyamatszabályozás vezérli. Ennek köszönhetően a teljes üzemi létszámot 1600 főre tervezik.

Az alumíniumkohászati technológiát a National-Southwire Aluminum (NSA) szolgáltatta. Az üzembehelyezéshez az irányító kulcs-személyzetet az NSA adta a hawesville-i (Kentucky) kohójából. Az első hat kád üzembehelyezését 1979 végére előrehozták, mert ebben a kádcsoportban folyt le a helyi személyzet gyakorlati oktatása. Az üzembehelyezést az NSA-tól szállított égetett anódblokkokkal kezdték, majd egy ideig nyers formázott blokkokat szállított az NSA, amit a Dubaiban levő égető kemencékben égettek ki, amíg elkészült a masszaüzem. A masszaüzemet 1979 utolsó napjaiban kezdték üzembehelyezni.

Teljes kapacitás mellett a kohó égetett anód szükséglete napi 400 t felett lesz, anódonkénta súly háromnegyed tonnát tesz ki.

A Dubaiban levő alumíniummű *(DUBAL)* nemzetközi szakszemélyzetet gyűjtött össze az egész világból, így *Kanadából, Angliából* és *Bahrainból* is. A bahraini kohó egyik volt vezetője most a DUBAL general managere, aki a két közeli üzem jó együttműködését is elő tudja segíteni.

A timföldet az ALCOA szállítja Ausztráliából, a petrolkokszot Great Lakes Carbon az USA-ból. A kohó erőművét helyi földgáz táplálja, gázturbinákkal szerelték fel. A kikötőben a timföldet és a kokszot vákuumszívással emelik a parton levő silókba. Onnan különleges közúti tehergépkocsikkal szállítják a két mérföldnyire levő kohóba. A tehergépkocsik raksulya 35 tonna.

A kohó öntödéjének termékei a préstuskók kivételével újraolvasztásra szánt termékek. Öttonnás üstökben szállítják a folyékony fémet az öntödébe, ahol Gautschi gyártmányú 14 tonna/óra teljesítményű tömböntő van 20 kg-os tömbök öntésére, továbbá két tuskóöntőgép áll, melyek egyaránt alkalmasak hengerlési vagy préstuskók továbbá T-tömbök öntésére. A tuskókat homogenizálás előtt ultraszonikus vizsgálat alá vetik.

A mű munkásállományát jelentős részben *Pakisztánból, Indiából* és a *Fülöp Szigetekről* toborozták. A személyzetet belső oktatással képezik ki a nyugati szakértők segítségével.

Az első kapavágás az alumíniummű létesítésénél 1977 februárjában történt, a 135 ezer tonnás kohó első kádsorából először 1979 novemberében csapoltak fémet.

A mű építésekor 4000 fő elhelyezéséhez szükséges felvonulási város állt rendelkezésre.

A mű fontosabb objektumai:

— A 135 ezer tonnás kohó beleértve a három kádsort, anódszerelő üzemmel, kádjavító üzemmel, öntödével.
— A Jebel Ali kikötőben egy saját kikötőrész évi 500 ezer tonna anyag kezelésére, tárolásra.
— 515 MW-os gázturbinás erőmű.

— Tengervíz sótalanító berendezés 25 millió gallon per nap teljesítményre.
— Anódüzem 92 500 tonna per év teljesítményre.
— Karbantartás és raktározás létesítményei.
— Az oktatás és igazgatás létesítményei.
— A 4000 fős felvonulási város.

A gázturbinás erőmű *Észak-Amerikán* kívül a világ legnagyobb ilyen üzemű erőműve. Öt 70 MW-os egységet és nyolc 17,5 MW-os egységet építettek be. Ezek a turbinák egyaránt üzemeltethetők gázzal vagy olajjal. A kádsorok egyenirányító berendezéseit 33 kV-on látják el, az üzemen belüli elosztóhálózat pedig 11 kV-os.

A tengervíz sótalanító berendezés teljesítményének csupán egy része szükséges a kohó számára, így bőven jut a környező egyéb ipar számára, sőt Dubai lakosságának is. A sótalanított víz igen jó minőségű, csak 25 ppm szennyezést tartalmaz, Dubai jelenlegi vízszolgáltatása 500—600 ppm szennyezettségű édesvizet ad. A 25 ppm-es vizet emberi fogyasztás céljaira *kloridokkal* dúsítják.

A kikötőben óriási silókban tárolják a timföldet és a petrolkokszot. Két 30 000 tonnás timföldsiló 57 méter magas, két 5000 tonnás kokszsiló van.

Az öntödében levő hét öntőkemence összbefogadóképessége 265 tonna, különböző egységnagyságú kemencék.

A három kádsor 6 kohócsarnokban helyezkedik el. Csarnokonként 60 elektrolizáló kádat helyztek el. A kohócsarnokok belső tiszta szélessége 20 méter, kétszintes épületek, a párkánymagasság 13 méter. A csarnoki futódaruk teherbírása eléri a 120 tonnát. A hat kohócsarnok épület-acélszerkezete 18 000 tonna. Kádnaponként a termelés mintegy 1000 kg alumínium. A kádakat futódaruval mozgatott konténerből táplálják timfölddel. Az anódcsere is futódaruval történik.

Az anódüzemet, beleértve az anódszerelőt is, a német Klöckner-Humboldt-Deutz szállította és szerelte — az anódégető kemencéket a német Riedhammer.

A DUBAI néhány fontosabb adata:

Távolsága Dubai központjától:	30 km
Az üzemi terület:	108 hektár
A kikötői terület:	9 hektár
Építési időszak az üzembehelyezés kezdetéig:	124 hét
A kohó kapacitása:	135 000 tonna per év
A tengervíz sótalanító névleges kapacitása:	25 millió gallon per nap
Gázfelhasználás:	3 150 000 m³ per nap
Timföldfelhasználás:	260 000 tonna per év
Petrolkokszfelhasználás:	61 000 tonna per év
Szurokfelhasználás:	17 000 tonna per év
Kikötői timföldsiló kapacitás:	2 × 30 000 tonna
Kikötői kokszsiló kapacitás:	2 × 5000 tonna és 1 × 10 000 tonna
Kikötői timföldlefejtő berendezés:	1 db 300 tonna/óra
Az energiafelhasználás:	15 600 kWh/tonna
Az építkezésen dolgozók száma:	3500 keleti és 450 nyugati
A várható üzemeltetési létszám:	1600 fő (K)

Metal Bulletin Monthly, 1980. febr. p. 9—14.

Szakosztályi hírek

Az *Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó Helyi Csoportja és a MEE Helyi Csoportja* 1980. április 17-én egész napos szakmai napot rendezett az *Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban.*

A szakmai nap témája: Szivattyúval történő anyagszállításoknál a villamosenergia-felhasználás csökkentésének lehetőségei, statikus frekvenciaváltók alkalmazásával.

Az előadást rendkívül élénk vita követte.

A szakmai napra a meghívókat a *VBKM Erősáramú Gyáregysége* küldte ki, így az ország több vállalata, kutatóintézete vett részt az ankét munkájában.

A szakmai viták után a vendégek megtekintették működés közben a kísérleti statikus áramváltó berendezést.

A szakmai napon 123 fő vett részt. (P. Z.)

Folyóiratszemle

Mining Magazine

Striskov V. V.: The copper industry of the USSR. 1640—1945. March 1979. p. 242—253.
Radetzki M.: The rising costs of base materials — the case of copper. April 1979. p. 351—359.
Barnett S. C. C.: The methods and economics of slag cleaning. May 1979. p. 408—417.
Striskov V. V.: The copper industry of the USSR. 1946-1980. May 1979. p. 429—441.
Dust control. June 1979. p. 504—521.
Outlook for zinc. June 1979. p. 525—529.

Journal of Metals

Whelan E. P.: Hardness and Abrasive — Wear Resistance of Ni-Cr-Mo-C Hardfacing Alloys. January 1979. p. 15—19.
Solar M. Y.—Neal R. J.—Antonioni T. N.—Bell M. C.: Smelting Nickel Concentrates in INCO's Oxygen Flash Furnace. January 1979. p. 26—31.
Malley R. J.—Dremann C. E.—Apelian D.: Alloying of Molten Aluminum by Manganese Powder Injection. February 1979. p. 14—19.
Ammann P. R.—Kim J. J.—Loose T. A.: The Kennecott Process for Nickel — Slag Cleaning. February 1979. p. 20—25.
Murr L. E.—Annamalai V.—Hsu P-C.: A Hydro-Saline (chloride-Ion) Cycle for Copper-Bearing Waste Leaching. February 1979. p. 26—32.
Grinstead R. R.: Copper-Selective Ion-Exchange Resin with Improved Iron Rejection. March 1979. p. 13—16.
Huang T.—Gualbransen E. A.—Meier G. H.: Hot Corrosion of Ni-Base Turbine Alloys in Atmospheres in Coal-Conversion Systems. March 1979. p. 28—35.
Pommier L. W.—Escalera S. J.: Processing of Tin from Impure Raw Materials. April 1979. p. 10—12.
Jones K. C.—Pyper R. A.: Copper Recovery from Acidic Leach Liguors by Continuous Ion-Exchange and Electrowinning. April 1979. p. 19—25.
Sohn H. Y.: Developments in Physical Chemistry and Basic Principles of Extractive Metallurgy in 1978. May 1979. p. 10—11. 29—32.
Wadsworth M. E.: Review of Developments in Hydrometallurgy in 1978. May 1979. p. 12—13, 32—35.
Mackey P. J.—Balfour G. C.: Process Developments in Pyrometallurgy in 1978. May 1979. p. 12—13, 36—41.
Davey T. R. A.—Willis G. M.: Review of Developments in Extractive Metallurgy of Lead, Zinc, and Tin in 1978. May 1979. p. 17, 42—51.
Peacey J. G.: Review of Copper Production and Developments in Extractive Metallurgy in 1978. May 1979. p. 18—19, 51—53.
Forberg H.: Status and Outlook for the Aluminium Industry. May 1979. p. 19, 53—54.
Berger A.: Summary of the 1978 Nickel Market. May 1979. p. 20—21, 55.
Ruud C. O.: X-Ray Analysis and Advances in Portable Field Instrumentation. June 1979. p. 10—15.
Johnson R. E.—Themelis N. J.—Eltringham G. A.:

A World-Wide Survey of Copper Converting Practice. June 1979. p. 28—37.
Tschopp Th.—Franke A.—Bernhauser E.: Alumina Reduction: Improvement in Operational Results by Using Lithium Carbonate in the Swiss Aluminium Plant at Essen. June 1979. p. 133—135.
Charles J. A.: From Copper to Iron — the Origin of Metallic Materials. July 1979. p. 8—13.
Opie W. R.—Rajcevic H. P.—Querijero E. R.: Dead Roasting and Blast-Furnace Smelting of Chalcopyrite Concentrate. July 1979. p. 17—22.
Foster E. P.—Taschler D. R.—Lowe D. F.: Nitrile Metallurgical Process for Copper Concentrates. July 1979. p. 23—28.
Haas L. A.—Shafer J. L.: Copper Hydrometallurgical Economics. July 1979. p. 40—47.
Wahl B. J.: Automatic Sampling Systems at Alcan Smelters and Chemicals. August 1979. p. 7—10.
Jones S. S.—Hildebrandt R. D.—Hedlund M. C.: Influence of High — Sulfur Cokes on Anode Performance in Alumina Reduction. September 1979. p. 33—40.
Lamb W. D.: SO_2 in Aluminum Reduction — Cell Dry Scrubbing Systems. October 1979. p. 32—37.
Weisenberg I. J.—Vervaert A. E.: Arsenic Distribution and Control in Copper Smelters. October 1979. p. 38—44.
Pearson J.—Birch M. E. J.: Effect of the Titanium: Boron Ratio on the Efficiency of Aluminum Grain— Refining Alloys. November 1979. p. 27—31.
Queneau P. E.—Schuhmann R.: Metamorphosis of the Copper Reverberatory Furnace: Oxygen Sprinkle Smelting. December 1979. p. 12—15.
Lechtman H.: A Pre-Columbian Technique for Electrochemical Replacement Plating of Gold and Silver on Copper Objects. December 1979. p. 154—160.
Pommier L. W.: Effect of Coke in the Volatilization of Tin. December 1979. p. 161—162.

Metall

Engel L.—Fussgänger A.: Gleitlagerschäden. Januar 1979. s. 27—32.
Marx U.—Feller H. G.: Korrelation tribologischer und mechanischer Kenngrößen am von Gold, Gold-Tantallegierungen und Nickel — Teil II.
— Elektronenoptische Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop (REM); Verformungsmessungen mittels Electron Channelling Patterns (ECP) — Januar 1979. s. 33—38.
Fischer W.: Die Natrium/Schwefel — Batterie — Ein Speicher für den Spitzenlastausgleich und die Elektrotraktion. Januar 1979. s. 38—41.
Drews W.-D.: Kavitation durch Beschallung dünner Flüssigkeitsschichten mit piezoelektrischen Ultraschall-Biegeschwingen. Januar 1979. s. 41—49.
Erdmann-Jesnitzer F.—Louis H.: Verhalten von Kupfer und Kupferlegierungen bei Kavitationsbeanspruchung in einem Strömungskanal. Januar 1979. s. 49—55.
Deininger L.—Gerlach J.: Stromausbeutemessungen bei der Aluminiumoxidreduktionselektrolyse in Laboratoriumszellen. Februar 1979. s. 131—136.
Paschen P.: Raffination durch selektive Verdampfung. Februar 1979. s. 137—140.
Wagner A.—Hodel U.: Aluminium — /Stahl — Verbundprofile mit metallischer Bindung zwischen Stahl und Aluminium. Februar 1979. s. 147—151.
Borbe P. C.—Erdmann—Jesnitzer F.—Jun E. J.: Zink — Titan — Legierungen mit Stickstoff. Februar 1979. s. 151—155.
Müller K. W.—Lethen R.: Einsatz von Induktionsöfen zum Schmelzen, Legieren und Überhitzen in Kupfer-Stranggußanlagen. Februar 1979. s. 156—159.
Heumann Th.—Johannisson J.: Untersuchungen über die durch kathodische Wasserstoff-Entwicklung hervorgerufene Ausbreitung von Quecksilber auf festen Metalloberflächen. März 1979. s. 241—247.
Göhausen H. J.—Puderbach H.: Einsatzmöglichkeiten der Elektronenmikroskopie auf dem Gebiet anodisch erzeugter Aluminiumoxidschichten. März 1979. s. 250—254.
Neuhäuser H.: Inhomogenität der plastischen Verformung von Metallen und ihre Dynamik — Untersuchungen mit einer mikrokinematographischen Methode an Kupfer und Kupferlegierungen. April 1979. s. 347—351.
Drews P.—Golzheim H. W.: Plasmagleichstromschweißen von Al Mg 4,5 Mn. April 1979. s. 352—355.
Richter H.—Sonnenschein R.: Einfluß der Herstellungsbedingungen auf die inneren Spannungen von Rohren der Legierung Ni Cu 30 Fe. April 1979. s. 369—372.
Granitzki K. E.—Schiefer P.: Feuerfeste Baustoffe für die Zustellung von Induktionsöfen zum Schmelzen von Schwermetall. April 1979. s. 376—380.
Liesegang D.: Die Emissionssituation in der Ferrolegierungsindustrie. April 1979. s. 409—410.
Puchi F.—Fronberg M. G.: The influence of bismuth on the oxygen activity in liquid copper. Mai 1979. s. 449—450.
Kieffer R.—Ettmayer P.—Lux B.: Molybdänmetall und Molybdäncarbid in Hartmetallen. Mai 1979. s. 466—471.
Driole J.—Allibert C.—Bonnier E.: Elektromagnetische Induktion — ein Mittel zur Untersuchung von Phasengleichgewichtsdiagrammen. Mai 1979. s. 471—474.
Torma A. E.—Ashman P. R.—Olsen T. M.—Bosecker K.: Microbiological Leaching of a Chalcopyrite Concentrate and Recovery of Copper by Solvent Extraction and Electrowinning. Mai 1979. s. 479—484.
Zakrzewski M.—Ziaja J.: Röntgenographische Untersuchungen zum Bruchverhalten in Armoc-Eisen und-Kupfer. Mai 1979. s. 485—490.
Habashi F.: Pollution Problems in the Metallurgical Industry. Mai 1979. s. 490—494.
Althoff J.—Matucha K.-H.: Eigenschaften und Anwendung einer neuartigen Aluminum-Mangan-Silizium-Legierung. Juni 1979. s. 589—592.
Buhrig E.—Hein K.—Baum H.: Verteilung von Fremdelementen bei der Kristallisation von Kupfer. Juni 1979. s. 592—596.
Breme J.—Massat C. H.: Einfluß eines hydrostatischen Strangpressens auf die supraleitenden Eigenschaften von Zinnbronze/Niob-Vielkernleitern. Juni 1979. s. 597—601.
Kreysa E.: Stranggießanlage mit Induktions - Tiegelofen für die Produktion von Schwermetall - Walzbarren. Juni 1979. s. 602—605.
Osterwald J.—Schlicht B.: Ungewöhnliches Verhalten von Kupfer bei der Sauerstoffaufnahme. Juni 1979. s. 605—606.
Pfeil E.: Erfahrungen bei der Verarbeitung verschiedener Rohstoffe im Rotationskonverter. Juni 1979. s. 606—609.
Hopkin W.: Höhere Ausbeuten und thermische Wirkungsgrade in Metallverarbeitungsanlagen. Juni 1979. s. 612—615.
Vaughan J.: Informationswesen in der Metallindustrie. Juni 1979. s. 628—630.
Aldinger F.: Beryllium — ein attraktiver Werkstoff für die Optik. Juni 1979. s. 633—639.
Beiss P.—Broichhausen J.: Warmformänderungsfestigkeit von Aluminiumwerkstoffen. Juni 1979. s. 639—644.
Ratke L.—Gruhl W.: Wirkung eines Spannungsgradienten auf das Spannungsrißkorrosionsverhalten von Al Zn Mg. Juni 1979. s. 644—648.
Bichsel H.—Néma P.—Wiedmer E.: Einfluß eines geringen Kupferzusatzes auf die Spannungsrißkorrosions - Beständigkeit von Al Zn Mg - Legierungen. Juni 1979. s. 648—653.
Schmitt Kh G.—Tensi H. M.—Zeitler H.: Schallemissionsmessungen bei plastischer Verformung einer unterschiedlich wärmebehandelten Al Mg 3 - Legierung. Juni 1979. s. 653—659.
Huck M.—Dürrwöchter E.: Niederkarätige galvanische Goldschichten auf Steckverbindern als Ersatz für hochkarätiges galvanisches Hartgold? Juli 1979. s. 744—748.
Keil A.: Schmierung von Edelmetall - Gleitkontakten mit höheren Mercaptanen. Juli 1979. s.748—751.(GY.)

СОДЕРЖАНИЯ

Гаваши, Л.—Лендел, К.—Махер, Ф.: **Заводские опыты работы вагранки со вторичными фурмами** ..... С 169

Авторами пересмотрены сведения по работе вагранок со вторичными фурмами. Показаны заводские данные, полученные при работе вагранки без вторичного ряда фурм и после перестройки вагранки на Заводе Soproni Vasöntöde и сделаны выводы из данных измерений отдельных характеристик.

Бокор, Ф.—Забрак, К.: **Исследование характеристик твердения формовочных смесей на основе холоднотвердеющих смол с помощью измерения проводимости переменного тока** ..... С 174

При структурооразовании снижается токопроводимость искусственных смол. Взаимосвязь между проводимостью ипрочностью формовочныхс месей пригодна для заводского контроля процесса структурообразования, для регулирования литейных характеристик.

Ковач Л.: **Науглероживание в вагранке** ..... С 177

На освоение углерода чугуном в вагранке влияют многие факторы. С увеличением доли стальных отходов в шихте повышается науглероживание чугуна, однако, одновременно с этим повышается и разброс содержания углерода, поэтому необходимо усиливать контроль.

Станкаи, Д.: **Расчет литниковой системы алюминиевых отливок для литья под давлением** .. С 181

В работе пересмотрены теории и взаимосвязи, на основе которых можно определить диаметры дополнительной камеры, размеры отверстий для течения через край, и размеры литниковой системы для оснастки при литье под давлением на машине с горизонтальной холодной камерой.

INHALT

Havasi, L.—Lengyel, K.—Macher, F.: **Die ersten Erfahrungen des Betriebes von Kupolöfen mit Sekundärwind** ..... S 169

Die Verfasser summieren die beim Betrieb von Kupolöfen mit Sekundärwind nötigen Kenntnisse. Es wird über die Kennwerte berichtet, die vor und nach dem Umbau der Kupolöfen der Soproner Eisengießerei auf Sekundärwindbetrieb gemessen worden sind und über die Folgerungen, die daraus gezogen werden können.

Bokor, F.—Zábrák, K.: **Die Untersuchung der Bindekennwerte kaltabbindender Formmischungen auf Kunstharzbasis durch Messung der Wechselstromleitfähigkeit** ..... S 174

Während der Vernetzens vermindert sich die Wechselstromleitfähigkeit der Kunstharze. Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Festigkeit der Harze ist zur Betriebskontrolle der Abbindevorgänge und zur Regelung der gießtechnischen Kennwerte geeignet.

Kovács, L.: **Aufkohlung im Kupolofen** ..... S 177

Die Aufkohlung des Eisens im Kupolofen wird von vielen Faktoren beeinflußt. Mit der Erhöhung des Anteils des Stahlschrottes nimmt die Aufkohlung zu, aber zugleich nimmt auch die Streuung des Kohlenstoffgehaltes des abgestochenen Eisens. Aus diesem Grunde muß die Kontrolle zwischen den einzelnen Operationen verschärft werden.

Sztankay, Gy.: **Die Dimensionierung des Anschnittsystems Aluminiumdruckgußstücke** ..... S 181

Der Autor gibt einen Überblick über die Grundsätze und Zusammenhänge, mit Hilfe welcher das Eingußsystem der Werkzeuge horizontaler Kaltkammer-Druckgießmaschinen, bzw. die Abmessungen der Anschnitte, der Lüftungskanäle und der Überläufe und der Durchmesser der Fülleinrichtung bestimmt werden kann.

CONTENTS

Havasi, L.—Lengyel, K.—Macher, F.: **Initial experiences by the running of cupolas with secondary air** ..... P 169

The particulars relating to the running of cupolas with secondary air are summarized. An information is given on the characteristic values at the cupolas of the Sopron Iron Foundry determined before and after conversion to running with secondary air and on the conclusions, which can be drawn.

Bokor, F.—Zábrák, K.: **The examination of the binding properties of cold hardening mould mixtures containing resin binders making use of the measurement of the alternative current conductivity** ..... P 174

During crosslinking the alternative current conductivity of synthetic resins decreases. The relation between the conductivity and the strength of the moulding mixture is suitable to the workshop checking of hardening processes and the regulation of foundry characteristic values.

Kovács, L.: **Carbonization in the cupola** ..... P 177

The carbonization of iron in a cupola is influenced by a great amount of factors. Raising the proportion of steel scrap the carbonization increases, but the deviation of the carbon content of the tapped iron increases too. Therefore the in-process checking must be sharpened.

Sztankay, Gy.: **The dimensioning of the gating system of aluminium die castings** ..... P 181

A survey is given over the principles and connections, by the help of which the gating system of the dies of horizontal plunger cold chamber die-casting machines, the dimensions of runners, air vents and overflow wells as well as the diameter of the loading equipment can be determined.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESULET LAPJA

1980. SZEPTEMBER–OKTÓBER HÓ 9-10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati
és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek
Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 68. közgyűlése Tatabányán — 381
SEREGI JÁNOS: Szénbányászatunk jelenlegi helyezete és fejlesztésének irányai — 402
DR. SZIKLAVÁRI JÁNOS: Ércbányászatunk és kohászatunk fejlesztési célkitűzései a VI. ötéves tervben 406
MAKRAY TIBOR—VATA LÁSZLÓ: A folyamatosan öntött acélok választékának bővítése a Dunai Vasműben — 410
IVANOV PÉTER és mtsai: Finomlemezek síkfekvéséről — 413
V. P. HARCSEVNIKOV—D. A. LITVINYENKO—GOMBÁS LÁSZLÓ: Szovjet—magyar kutatások 30—40 kp/mm² folyáshatárú gyengén ötvözött légköri korróziónak ellenálló acélok létrehozására — 425
DR. D. A. KAPUSZTYIN: Impulzus tüzelés és tuskók hevítése mélykemencékben — 429
P. JURECKA és mtsai: A hevítés egyenletességének elméleti-kísérleti vizsgálata tolókemencében — 432
Beszámoló külföldi konferenciáról — 409
Egyesületi hírek — 424, 438, 447
A Kohómérnöki Kar hírei — 443
Szabványosítási hírek — 445

FÉMKOHÁSZAT

DR. JUHÁSZ ÁDÁM: Az alumínium és a színesfémkohászat energotechnológiai helyzete és fejlesztési irányai — 450
VITÁNYI PÁLNÉ: Vanádium elektronsugaras olvasztása — 459
DR. KLUG OTTÓ: Alumínium a festészetben — 465
KÁLMÁN TIBORNÉ: Germánium a magyar bauxitokban és viselkedése a Bayer technológiában — 469
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek — 473
Szakosztályi hírek — 474
KOLOSY ERNŐ 1924—1980 — 468
Beszámoló külföldi konferenciáról — 475
Szabványosítási hírek — 475

ÖNTÖDE

DR. BORUT MARINCEK: Az öntöttvasolvadékok minőségellenőrzésének alapjai és módszerei — 193
DR. NÁNDORI GYULA—SOHAJDA JÓZSEF: Kedvezőtlen tulajdonságú betétanyagokból olvasztott gömbgrafitos öntöttvasak kristályosodási tulajdonságai — 204
DR. VÖRÖS ÁRPÁD—GYÖRÖK GYÖRGY—SZABÓ ZSOLT: Kupolókemencében olvasztott öntöttvas kemencén kívüli kéntelenítése — 209
JURAJ KOREŇ—CSALA ANDRÁS: Kupolókemencék optimális adagszámítása számítógép segítségével — 214
DR. BAKÓ KÁROLY—BENYOVSZKY MÓRIC—KOPÁCSI JÓZSEF: A bentonitszuszpenzió öntödei hasznosítása — 217
Szakosztályi hírek — 223
Kitüntetettjeink — 224
Fejlesztési szakemberek tanácskozása Csepelen — 225
Folyóiratszemle — 226
Hazai hírek — 235
Műszaki és gazdasági hírek — 237

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 9—10. 2138—2322. Révai Nyomda Egri Gyáregység, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalban, és a Posta Központi
Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI
215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155
HU ISSN 0005—5670

СОДЕРЖАНИЯ

Шереги, Я.: **Настоящее положение и направления развития нашей добычи угля** ..... С 381

В системе энергоснабжения страны еще большую роль играет уголь, и из-за повышение цен на нефть это останется и в перспективе неизменным. С точки зрения металлургии огромное значение имеет отечественное производство коксируемого угля. Настоящие планы развития подробно по угольным бассейнам.

Сиклавари, Я.: **Направления развития нашей добычи руды и металлургии в У1-й пятилетке** С 402

В настоящее время в области нашей добычи выделяется производство боксита. Исходя из этого возможности направления алюминиевой металлургии. Наше производство железной руды станет все незначительным. Иностранные железные руды образуют рудную базу для доменных печей. Недавно раскрытое богатое местонахождение меди в районе г. Речка может составить основу нашей будущей медной металлургии.

Макраи, Т.—Вата, Л.: **Расширение ассортимента поточно литой стали в ДВ.** ..... С 410

Подробное описание литейной технологии. Качество произведенной раньше стали. Организация производства успокоенных с алюминием сорта стали. Другие новые сорта стали, применяемые в нефте и газодабывающей промышленности к трубам с высоким пределом текучести.

Иванов, П.—Гал, И.—Гранер, Я.—Ханак, Я.—Хауснер, Э.—Жамбок, Д.—Кёхалми, К.—Хорват, Т.: **О компланарности тонких листов** С 413

Авторы в статье просуммируют те литературные знания, которые дают объяснения на вопросы возникновения, причины, стабильности неплоскости тонких листов. Проанализируют возможности определения ошибок по неплоскости и излагают те типы измерительных приборов, с помощью которых в течение холодной прокатки непрерывно можно измерять состояние напряженности лент. Расскажут начальные результаты экспериментально-развывающей деятельности, проведенной по данной области в ДВ совместно с Технико-физическим Исследовательским Институтом ВНА.

Харчевников, В. П.—Литвиненко, Д. А.—Гомбаш, Л.: **Советско-венгерские исследования, направленные на разработку сопротивляющей коррозии стали с пределом текучести 300—400 Н/мм²** ..... С 425

Статья дает сведение о результатах совместных исследований в связи с которыми в обеих странах начали производство некоррозионной стали с повышенным пределом текучести.

Капустин, Е. А.—Кулаков, А. М.—Шаламов, Й. Н.—Лар, Р.: **Импульсное топление и нагрев слитков в колодцевых печах** ..... С 429

Из-за устранения тепловой разнородности, в озникшей в обычных колодцевых печах с верхним отоплением, было использовано вдутье сжатого воздуха сквозь специальный обжигатель. Результаты экспериментов.

Юречка, П.—Молинек, Й.—Прихода, М.: **Теоретико-экспериментальный анализ однородности нагрева в методических печах** ..... С 432

Теоретические основы складывания распределения теплоты и один измерительно-расчетный метод. Измерение данных для действующей печи и выводы относительно необходимых преобразований.

Юхас, А.: **Энерготехнологическое положение и направления развития в области цветной и алюминиевой промышленности** ..... С 450

Все более растущие цены на энергоносители выдвигают впред энергетический пересмотр технологических процессов, т.е. энерготехнологию. Автор анализирует потребление энергии в цветной и алюминиевой промышленности. Приходит к выводу, что метод энергорационализации, являющийся существенно более экономичным чем средние свершившиеся капвложения, недоиспользованы на практике. Широкие возможности потребуют, что в будущем у энергетических капвложений более высокую часть расходов использовали в целях рационализации вместо расширения мощности и импорта.

Витанине, П.: **Плавление ванадия с электронными лучами** ..... С 459

Литература технологии плавления и очистки ванадия. Свои эксперименты плавления. При анализах ванадий был восстановлен с алюминием и церием. Вывод: обработка с церием со многих точек зрения является более выгодным.

Клуг, О.: **Алюминий в живописи** ..... С 465

По разговору с заслуженным художником ВНР, Ласло Дрегей, покажем применение алюминия в живописи. Художник с помощью алюминия разработал новый стиль, используя вырезанные или чеканные фигуры и эмаллированное украшение металла. Как для живописца, работающего с символами, с помощью этого металла возникла новая возможность на усиление своих символов, на подчеркивание некоторых элементов с выделением.

Кальманне: **Германий в венгерских бокситах и его роль в байеровской технологии** ..... С 469

Определили содержания германия в венгерских бокситах. Разработали спектрофотометрический способ для анализа содержания германия в материалах с глиноземного завода. Нижняя гранъ количественного измерения 0,5 μг, погрешн ость ±10%. Анализировали химическое и технологическое поведение германия в некоторых пунктах байеровского кругооборота.

CONTENTS

Seregi, J.: **The present situation and the trends of development in our coal mining** ..... P 381

Coal has an important role in providing our country with energy, and this will remain so in the future also, because of the rising price of oil. With regard to metallurgy the production of inland coking coal has an outstanding importance. The present plans of development detailed according to coal basins.

Sziklavári, J.: **Goals of developing our ore mining and metallurgy during the 6th Five Year Plan** ..... P 402

Production of bauxite is dominating in our ore mining at present. Based on it there are possibilities to develop aluminium metallurgy. The production of home iron ore becomes less and less significant. Imported iron ores are the feed of our blast furnaces. The recently discovered considerable copper ore deposit at Recsk may become a basis of a copper metallurgy in the future.

Makray, T.—Vata, L.: **Widening the assortment of continuously cast steel in Dunai Vasmű** ..... P 410

First the technology of casting is described in detail. Then the initially produced varieties of steel and the solution of producing aluminium-killed steel qualities are discussed. At last some new steels for tubes used in the oil and earth gas industry are characterized, which have a raised flow limit.

Ivanov, P.—Gaál, I.—Gráner, J.—Hanák, J.—Hauszner, E.—Zsámbok, D.—Kőhalmi, K.—Horváth, T.: **On the planeness of thin plates** ..... P 413

In this study the knowledge existing in the literature is summarised, which explain the origin, the causes and questions of stability of defects in planeness. The possibilities of determining these defects are examined and the types of measuring devices are described by which the status of stresses can be continually measured during cold rolling the plate. The first results of the common research carried out in the Institute for Technical Physics of the Hungarian Academy of Sciences and in Dunai Vasmű are reported.

Harcsevnyikov, V. P.—Litvinyenko D. A.—Gombás, L.: **Soviet-Hungarian researches directed to produce slightly alloyed steel, resisting atmospheric corrosion and having a yield strength of 300—400 N/mm²** ..... P 425

In this study it is reported on the results of the common research, which rendered to introduce a new, economically alloyed sort of steel, which has an elevated yield strength and resists to corrosion.

Kapusztyin, E. A.—Kulakov, A. M.—Salamov, J. N.—Lar, R.: **Impulsive firing and heating up blocks in deep furnaces** ..... P 429

In order to avoid the unequal temperature in the traditional top heated deep furnaces compressed air is added through a special burner. Results of such heating.

Jurecka, P.—Molinek, J.—Prihoda, M.: **Theoretical experimental examination of the evenness of heating up in push furnaces** ..... P 432

Theoretical basis of equal temperature distribution and a method of measuring and calculating it. Measurement and calculation carried out in a working furnace and conclusions drawn in regard to the necessary alterations.

Juhász, Á.: **The energotechnological situation of the aluminium industry and that of the metallurgy of the coloured metals, as well as the trend of the development** ..... P 450

The continually growing of the prices of energy demand the revision of the energetical conditions at the technologic processes. The autnor examines the enregy consumption of the aluminium industri and that of the copper metallurgy. He comes to the conclusion, that the rationalisation of the economical energy consumption will be more advantageous in the future, than the enlarging the capacity or/and increasing the import.

Vitányi, P. Mrs.: **Electronbeam melting of vanadium** ..... P 459

The special literature of the melting and purifying technology of vanadium is given. Proper experiments for melting are reviewed. The desoxidation of vanadium is made by Al and Ce. The use of the latter one was found more advantageous.

Klug, O.: **Aluminium in the art of painting** ..... P 465

On the basis of a conversation between the author and the Honoured Artist László Drégely the new use of aluminium at the painting will be presented. The artist developed a new tendency of style by using of chiselling and embossing, further by enamelling of the metal surface.

Kálmán, T. Mrs.: **The germanium content of Hungarian bauxites and its behaviour with the Bayer-process** ..... P 469

The germanium content of the Hungarian bauxites was determined. A new spectrophotometric method was developped for determination of the germanium content in the various materials at the alumina production. The lower limit of the quantitative determination is 0,5 μg. The error of the method is $\pm 10\%$ rel.

INHALT

Seregi, J.: **Die gegenwörtige Lage des einheimischen Kohlenbergbaues und die Richtlinien seiner Entwicklung** . . . . . S 381

In der Energieversorgung des Landes spielt die Kohle immer noch eine massgebende Rolle und wegen der Verteuerung des Öles bleibt die Wichtigkeit der Kohle auch in der Zukunft erhalten. Die Hüttenindustrie erwartet die Weiterentwicklung des Abbaues von verkokbaren Kohlensorten. Die gegenwärtigen Entwicklungspläne der einzelnen Kohlenbecken.

Sziklavári, J.: **Die Zielsetzungen der Entwicklung des einheimischen Erzbergbaues und der Eisenhüttenindustrie in dem Zeitraum des VI-ten Fünfjahrplanes** . . . . . S 402

In dem einheimischen Erzbergbau ist besonders die Bauxitproduktion bedeutend. Darauf wird die Entwicklung der Aluminiumverhüttung aufgebaut. Der einheimische Eisenerzbergbau wird immer mehr zurückgestellt. Als Erzgrundlage der ungarischen Hochöfen dienen dide importierten ausländischen Eisenerze. Die neuen Kupfererzfunde in Recsk können die Gdundlagen einer zukünftigen Kupferverhüttung bilden.

Makray, T.—Vata, L.: **Erweiterung der Auswahl von stranggegossenen Stählen im Donau-Eisenwerk** . . . . . S 410

Beschreibung der Giessanlage. Die Qualität der anfangs stranggegossenen Stähle. Die Erzeugung von aluminiumberuhigten Stahlqualitäten. Weitere Stahlsorten zur Herstellung von Rohren für die Erdöl- und Kohlenwasserstoff-Industrie.

Ivanov, P.—Gaál, I.—Gráner, J.—Hanák, J.—Hauszner, E.—Zsámbok, D.—Kőhalmi, K.—Horváth, T.: **Die Ebenauflage von Feinblechen** . . . S 413

Fachliterarische Angaben zur Erläuterung der Entstehung von Fehler der Ebenauflage von Feinblechen, ihrer Gründe und der Probleme der Stabilität. Möglichkeiten der Bestimmung der Fehler der Ebenauflage. Beschreibung der Messinstrumente, welche während des Walzens die Spannungen des Bandes kontinuierlich messen. Die Anfangsergebnisse der gemeinsamen Forschung auf diesem Gebiet, durchgeführt vom Technisch-Physikalischen Forschungsinstitut der Akademie der Wissenschaften und vom Donau-Eisenwerk.

Harcsevnyikov, V. P.—Litvinyenko, D. A.—Gombás, L.: **Sowjetisch-ungarische Forschungen zur Herstellung von schwachlegierten, witterungsbeständigen Stählen mit 300—400 N/mm² Streckgrenze.** S 425

Die Ergebnisse der gemeinsamen Forschungsarbeiten, welche die Einführung von schwachlegierten, witterungsbeständigen Stählen mit erhöhter Streckgrenze ermöglichten.

Kapusztyin, E. A.—Kulakov, A. M.—Salamov, J. N.—Lar, R.: **Impuls-Feuerung und die Erhitzung der Blöcke in Tieföfen** . . . . . S 429

Zur Beseitigung der Temperaturschwankungen in dem Arbeitsraum der herkömmlich beheizten Tieföfen wurde durch einem speziellen Brenner Druckluft eingeführt. Die Ergebnisse der Versuche.

Jurecka, P.—Molinek, J.—Prihoda, M.: **Theoretische und versuchsmässige Untersuchung der Gleichmässigkeit der Erwärmung in Stossöfen.** S 432

Theoretische Grundlagen der Gestaltung der Temperaturverteilung und eine messtechnische und rechnerische Methode zur Bestimmung der Verteilung. Die Messung und Berechnung bei einem im Betrieb befindlichen Stossofen, und die Folgerungen für die notwendigen Konstruktionsänderungen.

Juhász, Á.: **Die energotechnologische Lage der Aluminiumindustrie und der Metallurgie der Buntmetalle, sowie die Entwicklungsrichtung derselben** . . . . . S 450

Die ständing ansteigenden Preise der Energie erfordern das Überprüfen der energetischen Verhältnisse der technologischen Vorgänge, d. h. das Überprüfen der Energotechnologie. Der Verfasser untersucht den Energieverbrauch der Aluminium-, bzw. Kupferindustrie. Es wird die Folgerung gezogen, dass eine Rationalisierung der wirtschlichen Energieaufwand gegenüber der Erweiterung der Kapazität, bzw. des Importes in der Zukunft bevorzugt werden soll.

Vitányi, P. Frau: **Elektronenstrahlsmelzen von Vanadium** . . . . . S 451

Das Schrifttum der Schmelz-, bzw. Reinigungstechnologie des Vanadiums wird zusammengefasst. Eigene Schmelzversuche werden bekannt gegeben. Die Desoxidation des Vanadiums wurde mittels Al und Ce durchgeführt. Es wurde festgestellt, dass die Anwendung von Zer günstiger ist.

Klug, O.: **Aluminium in der Malerei** . . . . . S 465

Auf Grund eines Gespräches zwischen dem Verfasser und dem Verdienten Künstler László Drégely wird die neue Anwendung des Aluminiums in der Tafelmalerei dargestellt. Der Künstler hat eine nene Stilrichtung geschaffen durch Anwendung von eingravierter bzw. gewölbter Linienführung, sowie auch durch Emaillierung der Metalloberfläche.

Kálmán, T. Frau: **Germanium in den ungarischen Bauxiten sowie das Verhalten desselben in der Bayer-Technologie** . . . . . S 469

Der Germaniumgehalt der ungarischen Bauxiten wurde bestimmt. Es wurde eine spektrofotometrische Methode zur Bestimmung des Germaniumgehaltes der verschiedenen Materialien in der Tonerdefabrikation entwickelt. Die untere Grenze der quantitativen Bestimmbarkeit ist 0,5 μg. Der Fehler der Methode beträgt ±10%. rel.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
BAKSA GYÖRGY, DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŐNYI GÁBOR, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 9—10. szám 1980. szept.—okt.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 68. közgyűlése

Tatabánya, 1980. május 22.

Az Egyesületi alapszabály 11. §-ának (1) bekezdése szerint az 1980. évi rendes közgyűlést az elnökség máj. 22.-én 1/2 11 órára a tatabányai Népház-ba az alábbi napirend megtárgyalására hívta össze:

1. Elnöki megnyitó
   Tartja: *Kreffly Gábor* okl. bányamérnök, az OMBKE elnöke
2. Üdvözlések
3. Szénbányászatunk jelenlegi helyzete és fejlesztésének irányai
   Előadó: *Seregi János* okl. bányamérnök, a Magyar Szénbányászati Tröszt vezérigazgatója
4. Ércbányászatunk és kohászatunk fejlesztési célkitűzései a VI. ötéves tervben
   Előadó: *Dr. Sziklaváry János* okl. kohómérnök, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság Főosztályvezetője
5. Tájékoztatás az egyesületi tagdíjak 1979. évben történt emeléséről
   Előadó: *Dudás József* okl. olajmérnök, az OMBKE Alapszabály Bizottságának vezetője
6. Főtitkári beszámoló
   Tartja: *Dr. Nagy Zoltán* okl. kohómérnök az OMBKE főtitkára
7. Az Ellenőrző Bizottság jelentése
   Előterjeszti: *Tóth István* okl. bányamérnök az OMBKE Ellenőrző Bizottságának tagja
8. Hozzászólások, indítványok
9. Kitüntetések
10. Zárszó

A bányász és kohász himnusz meghallgatása után *Kreffly Gábor* okl. bányamérnök, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elnökhelyettese, Egyesületünk elnöke emelkedett szólásra.

Tisztelt Küldöttközgyűlés, Kedves Vendégeink!

Tisztelettel és szeretettel köszöntöm Egyesületünk 68. közgyűlésén: küldötteinket, tiszteleti tagjainkat, gyémánt és aranydiplomásainkat, kedves vendégeinket, akik elfogadták meghívásunkat, köztük külön tisztelettel *Fock Jenő* elvtársat, az MSZMP KB tagját, a MTESZ elnökét; *Mokri Pál* elvtársat, az MSZMP Komárom megyei bizottságának első titkárát; *Mikus István* elvtársat, az MSZMP Tatabányai bizottságának titkárát; *Dr. Kiss István* elvtársat, a Komárom megyei Tanács VB elnökét; *Dr. Barcsi Gusztáv* elvtársat, a Tatabányai Városi Tanács VB elnök-helyettesét; *Tolmácsi Ferenc* elvtársat, a MTESZ Komárom megyei elnökét; *Seregi János* elvtársat, a Magyar Szénbányászati Tröszt vezérigazgatóját.

A nyilvántartásba vétel során megállapítottuk, hogy tagjaink közül 251-en vannak jelen, a 416 szavazati joggal bíró tagnak ez lényegesen több, mint 50%-a, küldöttközgyűlésünk tehát határozatképes. Javaslatot teszek a közgyűlés jegyzőkönyvhitelesítőire. Javasolom, hogy a jegyzőkönyv hitelesítésével a közgyűlés *Török Frigyes* és *Kassai Lajos* tagtársunkat bízza meg. Egyetért vele a közgyűlés? (A kérdésre a megjelentek egyhangú igennel válaszoltak.)

Engedjék meg, hogy a közgyűlés megnyitása alkalmából elmondjam, hogy miért itt rendeztük a közgyűlésünket, miért most rendeztük, és hogy megítélésünk szerint melyek lesznek Egyesületünk legfontosabb soronkövetkező feladatai.

Egyesületünk elnöksége úgy döntött, hogy közgyűlésünket az ország iparában, bányászatában és kohászatában jelentős helyet elfoglaló Komárom megye székhelyén, Tatabányán tartja. A hely kiválasztásában szerepe volt annak is, hogy az idei esztendő jelentős mérföldkő Tatabánya és a környékbeli ipar kialakulásában, mert ez évben lesz 200 esztendeje, hogy ezen a vidéken megindult a bányászkodás. A történeti emlékek tanúsága szerint 1780-ban egy kovács fedezte fel a zsemlyei széntelepeket. Zsemlye, azaz a mai Vértessomló területén még az évben megkezdődött a művelés is. A bányászat kisebb-nagyobb megszakításokkal folyt, és 1893-ban szűnt meg véglegesen. Erről az

1. kép. A közgyűlés elnöksége

időszakról viszonylag kevés adattal rendelkezünk, de azt tudjuk, hogy a termelt szén jelentős részét a tatai uradalom vértessomlói tégla- és mészégetőjében használták fel, egy része pedig „tatai" szén néven kereskedelmi forgalomba is került.

Komárom megye vonatkozásában hasonló múltra tekinthet vissza az Esztergom-vidéki, dorogi szénbányászat is, ahol írásos emlékek szerint 1781-ben kezdődött a szénbányászat.

A múlt század végi konjunktúra egyre növekvő nyersanyagigénye következtében a legfontosabb alapanyagok termelése biztos profitot igért. E céltól vezetve az 1891-ben megalakult Magyar Általános Kőszénbánya RT a vértessomlói bányászati kutatásokból kiindulva megindította a tatabányai medencében a kutatásokat. 1896-ban, nem sokkal a vértessomlói bányák termelésének befejezése után, már szenet adott az első akna a tatabányai medencében. Ezzel megteremtődött a lehetősége annak, hogy Tatabánya környéke a szénbányászatra alapozva komoly ipari központtá alakulhasson.

Egymás után nyíltak meg az új aknák, az első világháború idején már kilenc akna adta a szenet. A gyors fejlődést és a versenyképességet a kiváló minőségű szén mellett biztosította az is, hogy az újonnan létesített bányákban a legkorszerűbb technikai megoldásokat alkalmazták. Már 1897-ben használták a villamos energiát, amelyet az újonnan épült erőmű biztosított, a 900-as évek elején pedig már működött a központi légsűrítőtelep is. Hazánkban először Tatabányán vezették be az iszaptömedékeléses eljárást, amely sikeresnek bizonyult az öngyulladásos bányatüzek elleni védekezésben és amelynek segítségével sikeresen oldották meg a Budapest—Bécs vasúti fővonal alatti szénpillér lefejtését a forgalom korlátozása nélkül.

A két világháború közötti időszakban a szén iránti kereslet gyakori változásai sem akadályozták lényegesen a termelés folyamatos növelését, mert a válságok idején a vállalat saját kezelésében lévő cementgyár és mészmű termelésével a szén piaci helyzetének romlását ellensúlyozni nem tudta. Ez időben újabb négy akna kezdte meg a termelést a tatabányai medencében és 1941-ben megindult a termelés Oroszlányban. A második világháború idején indult be a tatabányai alumíniumkohó.

A felszabadulást követően Tatabánya szerepe az ország életében még inkább megnőtt. Az ipari üzemek — a bányák, az erőművek, a cementgyár, az alukohó — termelése ebben az időszakban az országos termelés jelentős hányadát tette ki. A felszabadulást követően alakult Tatabánya igazi szocialista ipari várossá, de az egész Komárom megyei ipari termelés felfutása is az utolsó három évtizedre esik. A Komárom megyei bányászkodás megindulásának 200. évfordulója alkalmából a rövid történeti áttekintés csak arra volt elegendő, hogy a megyei ipar alapját képező szénbányászat fejlődését érzékelhessük. E folyamat során alakult ki az a műszaki értelmiség, amelyet legnagyobb részben Egyesületünk fog össze.

Komárom megyében Egyesületünknek hat helyi csoportja működik tevékenyen a szénbányászat és a kohászat területén, mintegy 1260 fővel. Ez a létszám a Komárom megyei szervezetekbe tömörült tagegyesületek 1/3-át teszi ki, így a megye műszaki életében jelentős és irányító szerepet tölt be Egyesületünk. A megye területén bányászati helyi csoport működik a Magyar Szénbányászati Trösztnél, tatabányai, oroszlányi és dorogi vállalatoknál; kohászati csoportok az almásfüzitői timföldgyárban, tatabányai alukohóban. Valamennyi csoportban a tagok munkahelyi helytállásuk mellett szívügyüknek tekintik az egyesületi életet és tevékenyen részt vesznek társadalmi feladataink végrehajtásában.

A megye bányászati csoportjai a minden év októberében megrendezésre kerülő műszaki hónap keretében mindenki számára nyitott kapukkal állnak rendelkezésre. A bányászati szabadegyetemi és műszaki előadásaik programját úgy időzítik, hogy az a helyi Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, a párt és a tanácsi szervek által meghatározott központi műszaki témát elégítse ki.

Az ország érdeklődő egyetemistáit fogadják Tatabányán bányalátogatásra, hogy megismerkedjenek a szakma feladataival és a mai korszerű bányászkodás lehetőségeivel. Ez ösztönözheti a jövő fiatal értelmiségét arra, hogy elkötelezze magát a bányászattal.

Egyesületünk megyei bányász csoportjai évente többször találkoznak egymással intézményesen, ahol megtekintenek egy-egy új létesítményt és tapasztalatcserére, megbeszélésre kerülnek az éppen legaktuálisabb műszaki feladatok. A bányászok és kohászok találkozóin a bányász, kohász hagyományok ápolása mellett bányajárással egybekötött ismertetésre, illetve a megyei kohászat bemutatására is sor kerül.

Más egyesületekkel is jó kapcsolatokat tartanak helyi csoportjaink.

Ennek példájaként említem meg az Országos Erdészeti Egyesület vértesi és pilisi csoportjával, a Magyarhoni Földtani Társulat északdunántúli csoportjával történő rendszeres találkozásokat, illetve a Magyar Kémikusok Egyesülete szőnyi

szakosztályával szervezett összejövetelt. Ezek a találkozók megadják annak lehetőségét, hogy egymás egyesületi életébe bepillantást nyerjenek. Megismerjék egymás tevékenységi körét, feladatát és eredményét a népgazdaságban. Három éve a tatabányai csoport felvette a lengyel kielcei szervezettel a rendszeres cserekapcsolatot.

Egyesületünk helyi csoportjai mindenkor rendelkezésre állnak és helyet adnak országos műszaki feladatok megoldását elősegítő konferenciák megrendezésében, megszervezésében. 1965-ben Karsztvízvédelmi Konferencia, 1972-ben Bányászati Robbantástechnikai Konferencia volt Tatabányán. 1977—78-ban jelentős rendezvényük volt az Eocén Konferencia Tatabányán és Oroszlányban az eocén program megvalósítása jegyében.

Ez év áprilisában a Szervezési és Vezetéstudományi Társulattal közös rendezésben háromnapos szervezéstudományi tapasztalatcserére került sor. A közelmúltban Dorogon Bányamentő Konferencia volt, hogy csak az igazán jelentőseket említsem.

A megye tisztelettel adózik nagy elődeinknek. 1975. október 3-án Tatán *Mikoviny Sámuel* halálának 225. évfordulója alkalmából a Múzeum sétányon emlékkövet táblával állítottunk és avattunk fel a tatai tanáccsal közösen.

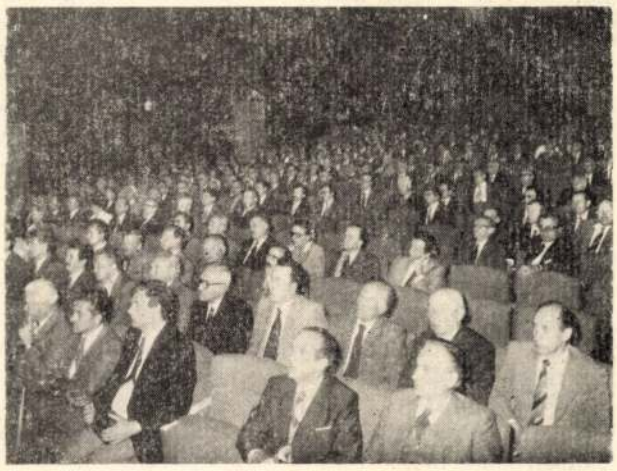
Dr. Vitális István akadémikus, a nagyegyházi szénmedence felfedezője, születésének 110. évfordulójára, jövőre emlékszobor felállítását tervezzük. Az esemény aktualitását növeli, hogy a nagyegyházi széntermelés megindítása egybeesik ezzel az időponttal.

Szocialista brigádok vették fel nagy elődeink: *Hell József Károly, Mikoviny Sámuel, Péch Antal, Zsigmondy Vilmos, dr. Vitális István* nevét.

A tatabányai csoport nem feledkezik meg a nyugdíjas tagjairól sem. 1973 óta minden évben rendszeresen megszervezi velük a találkozókat, ahol mód nyílik arra, hogy megismerkedjenek a vállalat helyzetével, a lehetőségekkel, s újabban az eocén program létesítményeivel. Ezek a találkozók lehetőséget adnak arra, hogy nyugdíjas tagjaink jó tanácsokat adjanak a nehéz feladatok megoldásához, amelyet mi mindig örömmel teszünk magunkévá.

Ennyit akartam elmondani Tatabánya múltjáról, jelenéről, jelentőségéről, az Egyesület helyi csoportjainak a tevékenységéről. Befejezésül Egyesületünk soronkövetkező legfontosabb feladatairól akarok beszélni. Egyesületünknek a Magyar Szocialista Munkáspárt XI. kongresszusa határozataira, a MTESZ és az Egyesületünk közgyülési határozataira alapozott, az ötödik ötéves tervidőszakra érvényes, középtávú munkaprogramja és cselekvési programja van. Ezek a programok sikeresen teljesülnek. 1980 legfontosabb feladata a program időarányos részének teljesítése és a hatodik ötéves tervi egyesületi feladatok megfogalmazása és színvonalas előkészítése. Elnökségünk legutóbbi — április 16-i — ülésén úgy határozott, hogy a feladat fontosságára és jelentőségére tekintettel *dr. Tóth Miklós* és *Karlik Nándor* alelnökeink vezetésével az Egyesületünk főtitkárhelyettese a szakosztályok és az egyetemi osztály elnökeinek

2. kép. Krefly Gábor Egyesületünk elnöke megnyitó beszédét tartja



3. kép. A közgyűlés résztvevőinek egyik csoportja

részvételével bizottságot alakít és megbízza, hogy készítsen tervezetet a hatodik ötéves terv időszakára érvényes egyesületi munkaprogramra és cselekvési programra. A tervezet mindenekelőtt a Magyar Szocialista Munkáspárt XII. kongresszusának határozatait vegye figyelembe, amely az ország helyzetét áttekintve minden állampolgártól, így a műszaki értelmiségtől, tőlünk is fegyelmezettebb, keményebb és színvonalasabb munkát vár a jövőben. A következő öt évben az a fő feladat, hogy erősítsük társadalmunk szocialista vonásait, megalapozzuk a népgazdaság további fejlődését, megszilárdítsuk az életszínvonal területén elért eredményeket és javítsuk az életkörülményeket. Úgy ítéljük meg, hogy a kongresszusi határozatokból kiindulva fontos egyesületi feladatunk lesz az új nemzedékről való gondoskodás, az ifjúság iskolai és munkahelyi nevelésének segítése. Javítanunk kell a fiatalok pályakezdési, beilleszkedési feltételeit. Több lehetőséget kell nyújtanunk a fiatalok kezdeményezőkészségének, az új iránti fogékonyságának, öntevékenységének kibontakoztatásában. Egyesületi feladatok adódnak az állami és társadalmi szervek munkájában tapasztalható párhuzamosság, a túlszabályozás megszüntetése, az ügyintézés egyszerűsítése, gyorsítása terén, fellépés a bürokrácia elburjánzása ellen.

Egyesületünk a maga sajátos eszközeivel járuljon hozzá a lazaságok felszámolásához, az állampolgári fegyelem erősítéséhez, a jogok és kötelességek együttes érvényesítéséhez.

A gazdasági építőmunka terén: a termelés és a termékszerkezet gyorsabb javításában, a hatékonyság és a minőség fejlesztésében kell megfogalmazni véleményünk szerint az egyesületi feladatokat. E téren fokozottabban kell támaszkodni a mindinkább termelőerővé váló tudományra. Megítélésünk szerint egyesületi segítséget is igényel, hogy a kutatási eredmények gyorsabban váljanak gyakorlattá, beleértve ebbe a körbe a külföldi technológiák gyors adaptálását is. Az Egyesület is sokat tehet az újítómozgalom fejlesztéséért.

Eddig is tettük, a jövőben fokozottabban kell tevékenykedjünk a hazai szén-, érc- és bauxitvagyon, a kőolaj- és földgázkészlet feltárása, kiaknázása, gazdaságos hasznosítása területén egyesületi eszközökkel is. A geológiai kutatások támogatása, a timföldgyártás bővítése, a magasabb fokon feldolgozott alumínium termékek aránynövelése mind egyesületi támogatást is igényel. Az Egyesület eddig is vállalta a környezetvédelemmel, a levegő és a víz tisztántartásával kapcsolatos feladatait, ezt kell tegye a jövőben is.

Úgy ítéljük meg, hogy a beruházási megtakarításokra való ösztönzés, a korszerű berendezések többműszakos kihasználása, a régi üzemek rekonstrukciója egyesületi támogatást is kíván.

Egyesületünk véleményezésével és egyéb módon segítheti, hogy a bányászatban, a kőolaj- és földgázbányászatban, a kohászatban a beruházások hatékonyabban, záros határidőn belül, takarékosan valósuljanak meg.

Egyesületünk segítheti a vállalatok, üzemek vezetőit a belső tartalékok feltárása és hasznosítása területén az önköltség, az energia- és anyaghányad csökkentésében, az irányítási, az üzem- és munkaszervezés, a kooperáció javítása, a munkaidő jobb kihasználása, a teljesítményhez igazodó differenciált bérezés elterjesztése területén.

Az Egyesületnek a felsőfokú oktatásban és a kutató, fejlesztő intézetekben dolgozó tagjai segíthetnek azon kongresszusi határozatok megvalósításában, hogy a tudományos intézmények és a termelő üzemek közvetlen együttműködése fejlődjön, hogy a hazai és a külföldi szellemi termékek átvétele és alkalmazása gyorsuljon, hogy a felsőfokú képzés, a felnőtt oktatás jobban igazodjék a népgazdaság szükségleteihez, a műszaki haladáshoz.

Lapjaink, előadóink, anyanyelvünk, bányászati és kohászati szaknyelvünk ápolása, értékes történelmi hagyományaink megőrzése terén sokat tettek és tehetnek a jövőben is.

Az Egyesület középtávú munkaterve, cselekvési programja tervezetében megfelelő teret kell szentelni — véleményünk szerint — a kapcsolatok fejlesztésére. Belföldön elsősorban a MTESZ-be tömörült egyesületekkel, külföldön a Szovjetunió és a szocialista közösség országainak egyesületeivel és egy-egy fejlődő és tőkés ország egyesületével lehet tervbevenni kapcsolatfelvételt, a már meglévő kapcsolatok fejlesztését.

Úgy ítéljük meg, hogy az MSZMP XII. kongresszusának határozataiból ezek az Egyesületünket, tagságunkat különösen érintők. Azt javasoljuk a tervezet készítésével megbízott magasszintű bizottságnak, hogy fontolja meg, ha egyetért vele, tegye magáévá a javaslatokat.

Biztos vagyok abban, hogy jelen közgyűlésünk előadásai, a hozzászólások további ajánlásokkal, javaslatokkal járulnak majd hozzá, hogy az MSZMP XII. kongresszusa határozatára alapozott egyesületi középtávú munkaprogram olyan feladatokat tartalmazzon, úgy mozgósítson, hogy az Egyesület munkája, élete tovább fejlődjön. Ha ez így lesz — és meggyőződésem, hogy így lesz —, akkor Egyesületünk a következő öt évben az eddiginél is fokozottabban járul majd hozzá a bányászati és kohászati iparágak fejlesztéséhez valamennyiünk javára. Ezekkel a gondolatokkal nyitom meg 68. Közgyűlésünket, eredményes tanácskozást, jó munkát kívánok.

A tapssal fogadott elnöki megnyitó után *Kreffly Gábor* elnök *dr. Barcsi Gusztávnak*, a Tatabányai Városi Tanács Végrehajtó Bizottsága elnökhelyettesének adta meg a szót.

Tisztelt Közgyűlés, kedves Elvtársak!

Engedjék meg, hogy a vendéglátó Komárom megye és Tatabánya város párt és állami szervei nevében üdvözöljem és köszöntsem a közgyűlést, valamennyi küldöttet, meghívott vendéget városunkban.

Úgy érezzük, nagy tiszteletet és megbecsülést, ugyanakkor lehetőséget és felelősséget is jelent a rendező helyi szervek és a város számára, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 68. közgyűlésére — most első ízben — Tatabányán kerül sor.

Komárom megye köztudottan legkisebb a 19 megye közül, de iparosodottságát, az ipari munkahelyek számát, az ide települt nehézipar népgazdasági jelentőségét tekintve az elsők között van. A népgazdaság ipari állóeszköz-állományának 8,5%-a megyénkben telepített.

Tatabánya, mint város mindössze 33 éves, de a kohászat 42, a bányászat 84 éves múltra tekint vissza ebben a térségben.

A bányászat és ezzel a település újkori története csaknem egyidős a ma itt közgyűlést tartó, 88 éve alapított Országos Bányászati és Kohászati Egyesülettel.

1896 óta több mint 200 millió tonna szenet hoztak felszínre a város térségében, a település múltja, jelene és jövője is a bányászathoz kötődik. Tatabánya a szén városa, eddigi sorsát is a bányászat és az arra települt ipar határozta meg, és a város határában feltárt szénmezők folyamatos feltárása és kiaknázása jelentheti a bányászkodás töretlen folytatását, nyit új távlatokat a város számára.

A négy község összevonásával 33 évvel ezelőtt létrejött város népessége azóta megduplázódott. Az elmúlt három évtized alatt jelentősen javultak az itt élők életfeltételei, az elavult bányászkolóniákat új lakótelepek sora váltja fel. Ma a város

26 és fél ezer lakásának több mint 65%-a teljesen közművesített, távfűtéssel ellátott. Tatabánya nem történelmi település, nincsenek műemlék épületeink, de mint új szocialista város sajátos értékekkel rendelkezik: teljes foglalkoztatottságot, jó kereseti lehetőséget és megélhetést, korszerű munka- és életkörülményeket biztosít ma 78 ezer lakosának, az ide települt ipar és mindenek előtt a szénbányászat révén. A dinamikus fejlődés ellenére még kétarcú a város. Az erőteljes iparosodottság jelentősen átalakította a természeti környezetet, a város térsége környezetvédelmi minta terület negatív és pozitív értelemben egyaránt; olyan térség, ahol rendkívül sok környezetkárosító hatás jelentkezik egyidejűleg, ugyanakkor nagyon sok erőfeszítés történik a környezet védelme és helyreállítása érdekében — különösen az utóbbi időben.

A megye iparának 32%-a koncentrálódik városunkban, ez jelentkezik a lakosság összetételében is. A foglalkoztatottak több, mint 60%-a ipari foglalkoztatott, az itt élő 3000 értelmiségi többsége műszaki. A döntően a bányászatban koncentrálódó műszaki értelmiség meghatározó szerepet tölt be a város életében.

Az elért termelési eredmények, a kidolgozott és alkalmazott új műszaki eljárások, a termelési feltételek javítása mellett jelentős szerepük volt — többek között — abban, hogy a bányászat visszafejlesztésének éveiben olyan háttéripar jött létre, amely a foglalkoztatottság biztosítása mellett ismertté tette Tatabánya nevét az ország határain túl is.

Az aktív karsztvízvédelem módszerének alkalmazásával országos példaként regionális vízrendszer kiépítésére kerülhetett sor, megoldva ezzel a város és távolabbi környékének biztonságos vízellátását is.

Az itt élő műszaki értelmiség szakmai tevékenysége mellett meghatározó tényezőként jelentkezik a város mindennapi életében is, akár a városfejlesztés, akár a tervezés műszaki megoldásairól, akár a városért végzett társadalmi munkáról van szó. Úgy érezzük felelősséggel osztoznak az elért eredmények mellett a város gondjaiban is.

Úgy gondolom, a mai esemény, az, hogy az Egyesület közgyűlését városunkban rendezik, egyuttal a város bányász-kohász társadalmának megbecsülését, gyakorlati és tudományos munkájának elismerését is jelenti. Egyúttal elismerése az Egyesület itt működő helyi csoportja tevékenységének is.

Különös jelentősége van városunk, és a térség gazdasága és az itt élők számára a közgyűlés szakmai programjában napirendre tűzött kérdéseknek — ezért is kíséri fokozott érdeklődés és figyelem ezt a tanácskozást.

Végezetül eredményes jó munkát, eredményes tanácskozást kívánok, kívánom a közgyűlés valamennyi résztvevőjének, érezzék jól magukat városunkban, szerezzenek a szakmai tapasztalatok mellett kellemes élményeket, gondoljanak vissza erre a mai napra és városunkra olyan jó szívvel mint, ahogy mi látjuk vendégül Önöket.

Az Egyesület további munkájához, az imént is elhangzott feladatokhoz, azok végrehajtásához sok sikert, jó eredményeket kívánok.

A napirendnek megfelelően ezután került sor *Seregi János* és *dr. Sziklavári János* előadására (Az előadások teljes szövegét lapunk 402—405, illetve 406—409 oldalain közöljük. — Szerk.).

A nagy tetszést aratott előadások után *Kreffly Gábor* elnök 20 perces szünetet jelentett be, majd ezt követően felkérte *Dudás József* okl. olajmérnököt, Egyesületünk alapszabály bizottságának vezetőjét az 1979. évi tagdíjemelésről szóló tájékoztatónak és a tisztújító közgyűlés elhalasztására vonatkozó javaslatnak az előterjesztésére.

Tisztelt Közgyűlés!

A 67. — székesfehérvári — közgyűlés, *Kreffly Gábor* elnökünk előterjesztésére felhatalmazta az elnökséget arra, hogy az egyesületi *szaklapok* áremelésével kapcsolatos költségvetési hiány fedezésének lehetőségeit vizsgálja meg, s a megoldásra az alapszabállyal összhangban intézkedjenek.

Az elnökség — a szakosztályok, az ellenőrző bizottság, valamint az alapszabály bizottság bevonásával — a megoldás több változatát vizsgálta meg. Így:

— a szaklapok kiadási költsége fedezhető-e az egyéni és jogi tagdíjakból?
— legyen-e a tagdíjon túlmenő előfizetési díj a szaklapokra?
— várható-e olyan mértékű ipari és intézményi támogatás, amely mérsékelt tagdíjemeléssel fedezi a lapkiadás költségeit?

A megoldás azt jelentette, hogy a Nehézipari Minisztérium, a Kohó- és Gépipari Minisztérium, a Magyar Szénbányászati Tröszt, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, a Magyar Alumíniumipari Tröszt, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, valamint az Öntödei Vállalat jelentős részt vállalt a szaklapok kiadási költségeiből, ezáltal az egyéni tagdíjak viszonylag szerény mértékű növelésére volt szükség.

Jelentősnek igérkezik az a segítség is, amelyet a vállalatokkal és intézményekkel jelenleg folyó, és a jogi tagdíjak növelését célzó tárgyalásaink eredményezhetnek.

Mindezekért e helyről is tisztelet és köszönet illeti meg a bennünket támogató minisztériumokat, trösztöket, vállalatokat és intézményeket, akiknek a segítsége nélkül lapkiadásunk problémáit megoldani nem tudtuk volna.

Az elmondottak összegezéseként: az elnökség nevében jelentem a közgyűlésnek, hogy az alapszabályban foglaltakkal összhangban az egyesületi tagok továbbra is a tagsági díj fejében, külön térítés nélkül kapják a szaklapokat, továbbá az elnökség 1979. július 1-től kezdődően *az aktív tagok tagdíját évi 240 Ft-ban*, a nyugdíjasok, katonák, diákok és gyermekgondozási segélyen (GYES) lévők tagdíját pedig évi 120,- Ft-ban állapította meg.

Kérem a tisztelt közgyűlést, hogy az elnökség nevében előterjesztett jelentésemet tudomásul venni szíveskedjék.

(A közgyűlés résztvevői a jelentést egyhangúan elfogadták.)

Tisztelt Közgyűlés!

Egyesületünk alapszabályának 11. §-a szerint közgyűlést évente, tisztújító rendes közgyűlést négy évenként kell tartani. Utolsó tisztújító közgyűlésünket 1976. március 12-én tartottuk. Ebből következően ebben az évben kellene egyesületünk tisztségviselőit, a közgyűlési küldötteket, a szakosztálygyűlések küldötteit stb. újraválasztani.

Köztudott, hogy ebben az évben került, illetve kerül sor a párt, az államapparátus, a szakszervezetek és más társadalmi szervezetek választott vezetőinek és tagjainak újraválasztására. Ezért — úgy véljük — nem lenne helyes egyesületünkben a tisztújítást az említett választások előtt végrehajtani, mert esetleg olyan tagtársunkra esett volna, illetve esne a választásunk, akit utóbb más, egész embert kívánó, fontos tisztségre is megválasztanak, és ezért nem volna lehetősége egyesületi feladatait megfelelő módon ellátni. Említésre érdemes, hogy hasonló megfontolásokból kiindulva a MTESZ is 1981-re halasztotta tisztújító közgyűlésének összehívását.

E szempontokra hivatkozva javasolja az elnökség, hogy a közgyűlés hozzon olyan határozatot, amely szerint a soron következő tisztújító közgyűlést 1981. március havában kell megtartani és az 1976-ban megválasztott tisztségviselők megbizatása egy évvel meghosszabbodik.

Alapszabályunk 10. §-a egyebek között kimondja:

— A közgyűlés az egyesületet érintő minden kérdésben dönthet.

— A közgyűlés kizárólagos hatáskörébe tartozik:

a) az egyesület alapszabályának megállapítása és módosítása".

Az idézett rendelkezések tükrében az előterjesztésben foglalt javaslat elfogadása, illetve a döntés meghozatala a közgyűlés küldötteinek anélkül lehetséges, hogy a hozott határozat alapszabályunk alapelveivel ellenkeznék és az alapszabály módosítását szükségessé tenné.

Az elnökség a felsorolt indítóokok és az alapszabály idézett rendelkezései alapján kéri a közgyűlést, hogy — az esetleges felszólalások meghallgatása után — az előterjesztést nyílt szavazással fogadja el és hagyja jóvá.

(A közgyűlés a javaslatot észrevétel nélkül, egyhangúan elfogadta.) Ezt követően *Kreffly Gábor* elnök felkérte *dr. Nagy Zoltán* főtitkárt az elnökség beszámolójának megtartására.

Tisztelt Közgyűlés!

Az 1976. márciusi tisztújító közgyűlés óta eddig három közgyűlés volt. Az egyesületi élet átfogó ismertetése mellett az 1977. márciusi miskolci közgyűlésen kiemelten foglalkoztunk a „középtávú munkaprogrammal" és a „cselekvési programmal" vizsgáltuk a bánya- és kohómérnökképzés helyzetét; az 1978. márciusi szegedi közgyűlésen részletesen taglaltuk az elnökségi

4. ábra. Egyesületünk főtitkára, dr. Nagy Zoltán az elnökség beszámolóját mondja

bizottságok munkáját, valamint a 110. éves szaklapjaink aktuális kérdéseit; az 1979. márciusában Székesfehérvárott megtartott közgyűlésünk kiemelkedő témái pedig a helyi és üzemi csoportokon belül folyó egyesületi munka, valamint az Egyesület történelem-ápoló tevékenysége voltak.

Az 1979. évről összeállított beszámolóban az elnökség által az év folyamán tárgyalt számos időszerű és fontos témából a fiatalok egyesületi munkáját, Egyesületünk nemzetközi tevékenységét, az MSZMP XII. Kongresszusára kiadott irányelvek vitáját és észrevételezését, valamint az Egyesület és a MTESZ kapcsolatainak fejlődését emeltük ki.

A beszámoló előterjesztése előtt azonban engedtessék meg, hogy a megőrzött hagyományokhoz híven tisztelettel emlékezzünk meg azon tagtársainkról, akik a múlt évi közgyűlés óta távoztak el körünkből. Nevük felolvasásával idézzük fel emléküket:

1. *Alföldi Zoltánné* közgazdász
2. *Almássy László* technikus
3. *Altai Ottó* bányamérnök
7. *Bajkó Andor* kétszeres aranyokleveles bányamérnök
5. *Bajna Zsolt* matematikus
6. *Bánkuti Lajos* bányatechnikus
7. *Bányai Rezső* bányamester
8. *Báthory Gyula* gépészmérnök
9. *Csiki Tibor* technikus
10. *Czottner Sándor* ny. miniszter, volt elnökünk
11. *Dr. Ember Kálmán* aranyokleveles bányamérnök, volt alelnökünk
12. *Erdődi György* gépészmérnök
13. *Dr. Falk Richárd* ny. egy. tanár
14. *Fór Kálmán* bányamérnök
15. *Gangl Ferenc* technikus
16. *Dr. Gál István* igazgató
17. *Gál Mihály* fizikus
18. *Halász Béla* bányamérnök
19. *Hidvégi Emil* erdőmérnök
20. *Horváthy Lóránd* bányamérnök
21. *Janik József* gépészmérnök
22. *Jónás Ödön* aranyokleveles bányamérnök

23. *Karácsonyi Sándor* főtechnológus
24. *Dr. Kiss László* aranyokleveles bányamérnök
25. *Klekner László* kohómérnök
26. *Komondy László* bányamérnök
27. *Dr. Kóta József* bányamérnök
28. *Kraut György* bányamérnök
29. *Ládai Jenő* aranyokleveles bányamérnök
30. *Lengyel István* bányamérnök
31. *Lorenz Arnold* bányatechnikus
32. *Dr. Martiny Károly* vasokleveles gépészmérnök
33. *Mező Péter* olajmérnök
34. *Moczik András* technikus
38. *Nagy Lajos* kohómérnök
36. *Oswald Elekné* bányamérnök
37. *Patsch Ferenc* bányamérnök
38. *Piskátor János* közgazdász
39. *Dr. Richter Richárd* egy. tanár
70. *Rozsnyói Sándor* geológus
41. *Rudolf Mihály* bányamérnök
42. *Sághy Antal* aranyokleveles gépészmérnök
43. *Sághy Ferenc* főelőadó
44. *Sági Ferenc* főmérnök
45. *Sepsi Tibor* technikus
46. *Simon Sándor* kohómérnök
77. *Stemler Ferenc* bányamérnök
48. *Szabó György* technikus
49. *Szalai Béla* gépészmérnök
50. *Szalai Ferenc* kohómérnök
51. *Szanyi Jenő* technikus
52. *Szirmay András* olajmérnök
53. *Telek Lajos* üzemvezető
54. *Dr. Tomor János* Kossuth díjas főgeológus
55. *Tornay Antal* aranyokleveles bányamérnök
56. *Dr. Vajta László* műszaki vezérigazgató-helyettes
57. *Vágó János* kohómérnök
58. *Váradi István* fúrómester
59. *Dr. Vereskői János* egyetemi tanár
90. *Wlaszlovits József* gépészmérnök
61. *Zenkovics Ferenc* geológus
62. *Zilahy József* bányamérnök

Emlékezzünk elhunyt tagtársainkra, barátainkra néma felállással!

(A megemlékezés pillanatait a bányászhimnusz dallamára készült harangjáték tette különösen ünnepélyessé.)

Tisztelt Közgyűlés!

Az 1979-es évre megfogalmazott célkitűzések és feladatok a szakosztályok és a helyi csoportok munkájának aktivitásában és fejlődésében realizálódtak. Szakosztályaink a sokszínű és szerteágazó munka közepette elsősorban az érdekelt iparágak termelési és fejlesztési céljaira figyeltek, azok megvalósítását igyekeztek alátámasztani egyesületi társadalmi munkájukkal. Az iparágak támaszkodtak tagságunkra és a jó és gyümölcsöző kapcsolatok eredménye volt a sok hasznos pályázat, a Lapok és a rendezvények támogatása, az iparágak és a vállalatok vezetőinek egyesületi fórumainkon való gyakori szereplése.

Az egyesületi munka főbb jellemzői

Az Egyesületünkbe tömörült szakemberek műszaki információit bővítő rendezvényekből és előadásokból bőségesen jutott a múlt évre is. A bányászati szakosztály jól rendezte meg a „Bányamérő továbbképző és tapasztalatcsere" szemináriumot. A kőolaj-, földgáz- és vízbányászati szakosztály XVII. vándorgyűlésén igen sok hazai és külföldi résztvevőt üdvözölhettünk, jó előadásokat hallgathattunk. A vaskohászati szakosztály nagy részvétellel és jól sikerült poster-bemutatóval bonyolította le a X. Kohászati Anyagvizsgáló Napokat. Jó visszhangja volt a VII. Nyersvas- és Acélgyártó Konferenciának, mely az iparág metallurgiai fázisainak fejlesztését tárgyalta. A fémkohászati szakosztály sikeresen bonyolította le a VII. Nemzetközi Ritkafém Konferenciát, mely a jó témaválasztással és a nívóelőadásokkal tűnt ki. Az öntödei szakosztály fő rendezvényei a IX. Öntőnapok és az V. Nyomásos Öntőnap voltak. A külföldi cégekkel együtt rendezett szakosztályi gyártmányismertető előadások közül kiemelkedett az Olasz Műszaki Napok, mind tartalmával, mind az érdeklődők nagy számával.

Elnökségünk még 1978-ban elhatározta, hogy minden évben szervez legalább egy olyan rendezvényt, mely témáját illetően időszerű, alátámasztja a népgazdasági célok elérését, és valamennyi szakosztályunkat érinti, kidomborítva a bányász-kohász összetartozást. Az első ilyen célú rendezvény volt az „Érc- és ásványvagyonunk komplex hasznosítása" című egri konferencia, mely teljes sikerrel és hasznos állásfoglalásokkal zárult. Nagyon reméljük, hogy a folyó évre, majd a következő évekre előkészített ilyen célú rendezvényeink is sikert hoznak és segítik szakmáink és ipari ágazataink fejlődését.

Volt még egy igen érdekes vállalkozásunk: megszerveztük és lebonyolítottuk egy 57 főből álló líbiai olaj- és földgázbányász, valamint geológus egyetemista csoport egy hónapos komplex nyári tanulmányútját és üzemi gyakorlatát. A jelentős anyagi és erkölcsi sikert hozó munka nyugtázásakor megköszönjük a kooperáló társegyesületek, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a vállalatok jelentős segítségét, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége illetékeseinek támogatását.

A szakemberek információit bővítő és részben továbbképző jellegű rendezvények általában kielégítették az érdeklődők igényeit. A rendezvények döntő hányadát a helyi és üzemi csoportok rendezték, és ezt a vidékorientáltságot továbbra is fenn kívánjuk tartani, hiszen az Egyesület tagságának négyötöde él a biztos bázisainkat jelentő ipartelepeken.

Nemcsak a hazánkban rendezett konferenciák voltak sikeresek, hanem eredményes volt előadásokkal, korreferátumokkal és hozzászólásokkal együtt szakembereink külföldi szereplése is. A szocialista országok rendezvényein részt vett szakemberek száma 212, a nem szocialista országok

rendezvényeire küldött előadók és résztvevők száma 17 volt.

A múlt évi közgyűlésen részletesen tárgyaltuk helyi és üzemi csoportjaink életét, munkáját. A felszólalásokban a koordináló tevékenység fejlesztése kapott hangsúlyt. Elnökségünk határozata gyorsan követte a felmerült igényt és megkezdtük 1979 tavaszán az országos titkári értekezletek összehívását. Évente két alkalommal fogjuk ezeket megtartani, mindig időszerű, az egyesületi munka szempontjából fontosnak ítélt témák közös megtárgyalásával.

Tagságunk létszáma az 1979. július 1-vel megváltozott tagdíj miatt mintegy 400 fővel visszaesett. Ez szerencsére kevesebb, mint azt előzetesen becsültük és bizonyítja a tagok egyesületi hűségét.

1979 végén a következőképpen álltunk:

bányászati szakosztály	3477 fő
kőolaj-, földgáz-, vízbányászati szakosztály	906 fő
vaskohászati szakosztály	1689 fő
fémkohászati szakosztály	1032 fő
öntödei szakosztály	1021 fő
egyetemi osztály	352 fő
Összesen:	8477 fő

A kongresszusi irányelvek megtárgyalása

Széles körű és kiemelkedő tartalmú volt 1979 őszén az MSZMP XII. kongresszusára kiadott irányelvekkel kapcsolatos egyesületi vita lebonyolítása és az észrevételezések megfogalmazása. Mindvégig szorosan együttműködtünk a MTESZ vezetőivel, annak országos elnökségével.

Észrevételezéseink közül a következőket emelhetjük ki:

— a közgazdasági követelményrendszerrel párhuzamos, élő elvárásrendszerek létezzenek;
— a helyi érdekeket a népgazdasági érdekek alá kell helyezni;
— a közgazdasági és műszaki szemlélet egysége megbomlott az utóbbi rovására;
— túl szerény a szelektív fejlesztési politikának az ásványi nyersanyagok szférájában való érvényesítése;
— az anyag- és energiafelhasználásban jelentős szerepet játszó kohászati ágazatok fejlődését segíteni kell;
— az alumínium előállításával és feldolgozásával kapcsolatos feladatokat konkrétabban kell megfogalmazni;
— csak a közép- és hosszútávú koncepciók megvalósítását elősegítő gyors intézkedéseket szabad megtenni;
— a szelektív fejlesztés és a termékszerkezetváltás nem rövid, hanem hosszútávú feladat.

Egyöntetű volt az az állásfoglalás, hogy az irányelvek megerősítették az MSZMP politikájának folyamatosságát, tükrözték a helyzetelemzés helyességét, meghatározták az elért eredmények stabilitásának és a további fejlődésnek a feladatait.

A népgazdaságban döntő helyet elfoglaló bányászati és kohászati ágazatokban dolgozó mérnök és közgazdász tagjaink sokrétű társadalmi munkájuk és általában felelősségteljes gazdasági munkájuk során észleltek alapján tették meg észrevételeiket és javaslataikat, és konkrét megvalósításukban a rendelkezésekre álló eszközökkel és szellemi potenciájukkal aktív részt vállalnak.

Egyesületünk és a MTESZ kapcsolatainak fejlődése

A MTESZ-szel az elmúlt évek során kedvező együttműködést alakítottunk ki. Gondjaink megoldását közösen kerestük.

1979 őszén a MTESZ új főtitkárt választott *dr. Tóth János* elvtárs személyében, aki igen aktívan kapcsolódva be a munkába, gyorsan meglátta az egyesületek problémáit. Ezek jelentős része a határozottabb terv és pénzgazdálkodáshoz kötődik, más részük a MTESZ és az egyesületek együttműködésének területén jelentkezik.

Egyet kellett értenünk a szigorúbb és bizonylati rendszerekhez kötött gazdálkodással. Szerencsére ezt a munkát mi már 1978 elején elkezdtük és ellenőrző bizottságunk, szakosztályaink, valamint központi apparátusunk együttes munkájával sorra elkészítettük a belső szabályozás dokumentumait. Ezek kiegészítése folyamatosan megtörténik.

Alapszabály bizottságunk és egy külön munkabizottság megkezdte a szegedi közgyűlésen ígért belső ügyrend és működési szabályzat elkészítését, olyan ütemben, hogy a legfontosabb szakaszait már a következő tisztújításkor alkalmazni lehessen. Ebben a munkában gyakran konzultáljuk a MTESZ illetékeseit és figyelemmel vagyunk a társegyesületek helyes irányú gyakorlatára is.

Tovább bővítettük részvételünket a MTESZ különböző központi bizottságaiban, hiszen nagy múltú Egyesületünk igen sok szakmai területen képes jó és gyakorlott aktivákkal segíteni a közös munkát és célkitűzéseket.

A MTESZ vezetőivel folytatott gyakori megbeszélések és egyeztető tárgyalások hasznosak voltak, az eredményes munkakapcsolat kialakítását a fejlődő személyi kapcsolatok is elősegítették. A MTESZ-ben hozott határozatok egyesületi életünk számára iránymutatást adtak, a különböző információk pedig koordinálták munkánkat, összhangot teremtve a MTESZ és a tagegyesületek célkitűzéseivel.

A fiatalok egyesületi tevékenysége

Alapszabályunk értelmében az Egyesület egyik fontos feladata a fiatal szakemberek minél szélesebb körű bevonása az Egyesület életébe és ezen keresztül szakmai, tudományos és társadalmi tevékenységük elmélyítése.

Az Egyesületen belüli ifjúság-politikai munka jelentőségét az is alátámasztja, hogy a tagság 27%-a, kereken 2300 fő, 35 évnél fiatalabb.

Az elnökség ezt felismerve különös gondossággal fogalmazta meg az 1976—80. évekre összeállított munkaprogramjának fiatalokkal foglalkozó részeit, majd 1977-ben újjászervezte ifjúsági bizottságát, mely a szakosztályok ifjúsági felelőseinek és csoportjainak munkáját hívatott összefogni. Kiegészítettük az ifjúsági felelősök hálózatát, amit a jövőben tovább kell erősíteni.

Elnökségünk az ifjúsággal kapcsolatos munkában nem tekinti helyesnek a különböző korosztályok valamiféle elkülönülését, megosztását, hanem elsősorban a fiatalabb tagok minél nagyobb fokú bevonását tartja szükségesnek az egységes egyesületi életbe. Elengedhetetlen tehát, hogy a szakosztályok és a helyi csoportok a mindennapi munka során kiemelten foglalkozzanak és törődjenek az ifjúsági munka sokszínű kérdéseivel, és hogy fáradhatatlanul tevékenykedve olvasszák be az évről évre szép számban jelentkező fiatal bányászokat és kohászokat nagy múltú Egyesületünk társadalmába.

Elnökségünk az elmúlt évben megtárgyalta és értékelte az Egyesület ifjúsági munkáját, ezért jelen beszámoló figyelembe veszi ezt az értékelést is.

Az egyes szakosztályokon belül, illetve a helyi csoportoknál az ifjúsági munka megszervezése nem azonos formák szerint történik. Míg pl. az öntödei szakosztályban fiatalokat szervező munkabizottság alakult, addig a bányászati szakosztályon belül csak ifjúsági felelős van kijelölve, s a szakosztály helyi csoportjainál működnek ifjúsági bizottságok, vagy választott ifjúsági felelősök. A fiatalok egyesületi életbe való bevonása szempontjából nem feltétlenül szükségszerű az ifjúsági munka „uniformizálása". A fontos az, hogy az eddig kialakított formák, keretek között a fiatalok munkájának tartalmi része feleljen meg az egyesület ifjúságpolitikai célkitűzéseinek.

Célkitűzéseink között szerepel, hogy minél több fiatalt vonjunk be az egyesületi munkába, ezen belül számukra szakmai programot biztosítsunk, lehetőséget nyitva a fiatalok szakmai tevékenységének ismertetésére, előadói rutin szerzésére.

A fiatalok ismerkedjenek meg a korszerű technológiákkal, a bányász-kohász szakma jelenlegi helyzetével és terveivel, s kössenek olyan személyes ismereteket, melyeket munkájukban hasznosíthatnak.

Az élenjáró műszaki színvonallal és üzemszervezéssel rendelkező hazai üzemek megismerése, valamint a különböző szakosztályokban tevékenykedő fiatalok kapcsolatainak erősítése céljából szervezzük az üzemlátogatással egybekötött Ifjúsági Baráti Találkozókat, de a fiatal egyesületi tagok közül igen sokan vesznek részt a helyi csoportok kölcsönös üzemlátogatásaiban, szakmai tapasztalatcseréikben is.

Külön meg kell említeni az egyetemi hallgatók részére szervezett tanulmányutakat, melyeken évente mintegy 200 hallgató vesz részt.

A fiatal tagjaink mozgósítását célzó tevékenységeink közül nagy fontosságúak a kétévenként megrendezésre kerülő Szakmai Ifjúsági Napok.

Ezen szakmai fórumon a fiatal szakemberek kutatásaik ismertetésére, javaslataik előadására külön lehetőséget kapnak, beleértve az anyagi és erkölcsi elismerést is. Legutóbb 1978-ban a vaskohászati, fémkohászati, öntödei és az egyetemi szakosztályok Kecskeméten, a kőolaj-, földgáz- és víz szakosztály pedig Budapesten tartotta a Szakmai Ifjúsági Napokat, összesen 350 fő részvételével. Tíz szekcióban 111 előadás hangzott el. Az előadások témái és azok színvonala bármely más egyesületi szakmai rendezvénnyel felvette a versenyt.

A fiatal szakemberek publikációs kedvét van hívatva felkelteni a fiatal szerzők részére meghirdetett nívódíj pályázat. Megemlítendő, hogy az Öntöde egy számában csak fiatalok által írt cikkek jelentek meg. Továbbra is ösztönözni kell a fiatal cikkírókat, s keresni a lehetőséget a jelentősebb tudományos diákköri dolgozatok és a legjobb diplomatervek ismertetésére.

Az Egyesület ifjúsági munkájában mindig nagy jelentőségű volt az egyetemi és főiskolai hallgatók tevékenysége. Az egyetemi osztálynak ezért felelősségteljes feladata a legfiatalabb korosztályok egyesületi életbe történő bekapcsolása, hiszen az egyetem, az alma mater az a hely, ahol a legfiatalabb bányász és kohász egyesületi tagok ismeretsége és barátsága, közös egyesületbe tartozásuk tudata leginkább megteremthető. Emellett kiemelt feladat a fiatalok szakmához kapcsoódásának megkönnyítése, a szakmaszeretet, a hivatástudat kifejlődésének elősegítése.

Az egyetemi osztály ifjúsági rendezvényein évente mintegy 170—180 hallgató vesz részt. Rendszeresen tartanak az egyetemi hallgatók részére dia- vagy filmvetítéssel egybekötött szakmai előadást, élménybeszámolót vezető beosztású bányász, illetve kohász szakemberek.

Ezekhez jól kapcsolódik az a hagyományápoló tevékenység, mely a valétanapok, gyűrű- és szalagavató szakestélyek, balek és firma avatók, bányajárással egybekötött szakestélyek, valamint szakmai vetélkedők szervezésében nyilvánul meg.

A hagyományápolás kapcsán meg kell említeni, hogy az Egyesület ifjúsági bizottsága évről-évre megszervezi a szakosztályokkal együttműködve elhunyt nagyjaink sírjainak gondozását Selmecbányán.

Egyesületünk a felsőfokú intézmények diákhagyományainak építését anyagilag is támogatja. Elnökségünk korábbi döntése alapján évente 30—50 egyetemi hallgató vehet részt költségmentesen, vagy költségcsökkentéssel Egyesületünk legfontosabb szakmai konferenciáin, ankétjain, szemináriumain. Közgyűléseinken évek óta 20—30 egyetemi és főiskolai hallgató vesz részt.

Az Egyesület különböző területein végzett szerteágazó ifjúsági munkák közé tartoznak a különféle klubnapok szervezése, a fiatalok részére kiírt szakmai pályázatok, az Egyesület életéről készített foto-dokumentációk gyűjtése, a végzős egyetemi hallgatók munkahelyi beilleszkedésével kapcsolatos kezdeményezések, a tudományos diákkörök patronálása, valamint az Egyesület rendezvényeinek szervezésében való részvétel.

Az Egyesület ifjúság-politikai munkájának célja az is, hogy a legrátermettebb fiatalok kapjanak vezetői megbizatásokat az egyes helyi és szakmai csoportokban, munkabizottságokban, a szakosztályokban, hogy így nevelődjenek ki az egyesület, illetve a MTESZ vezetésének kádertartalékai. Bízunk abban, hogy az elkövetkező választások során jelentős arányban kerülnek be fiatalok a különböző vezető testületekbe.

Az Egyesület nemzetközi kapcsolatainak fejlődése és szervezése

Nemzetközi kapcsolataink szervezett formában mintegy 20 éves múltra tekinthetnek vissza. Kezdetben konferenciák kölcsönös látogatására szorítkozott, a külföldi társegyesületekkel való kapcsolatfelvétellel, a kapcsolatok szerződéses rendezésével folytatódott, s közben kialakult a kapcsolatok tervezésének és bonyolításának jelenlegi formája.

A nemzetközi kapcsolatok egységes szellemben történő fejlesztése, a MTESZ és az állami irányelvek betartása, az Egyesület sajátos szempontjainak és követelményeinek realizálása érdekében nemzetközi kapcsolatok bizottsága alakítását határozta el az elnökség 1960-ban. A bizottságot az 1976. évben megválasztott elnökség szervezte újjá és adott megbízást jelenlegi vezetőjének a munkaprogram kidolgozására. A szakosztályok a nemzetközi kapcsolatok ügyeinek intézésére a vezetőségekből egy-egy főt választottak, akik egyúttal a nemzetközi kapcsolatok bizottságának tagjai.

A nemzetközi kapcsolatok tartásának nélkülözhetetlen eleme a személyes kontaktus, a nemzetközi szervezetekben a képviselet biztosítása, a nemzetközi konferenciákon, kongresszusokon a részvétel megteremtése, de hasonlóan fontos tagjaink részére a különböző szakkérdések konzultációinak, üzemlátogatásoknak, tanulmányutaknak a megszervezése.

Szakosztályaink az évente elkészítendő kiutazási tervünkhöz felhasználják a MTESZ által évente kiadásra kerülő nemzetközi konferenciák jegyzékét, a nemzetközi szervezetek közléseit, a szocialista országok társegyesületeinek közvetlen kapcsolaton keresztül eljuttatott információit, a szakminisztériumaink és az iparágainkhoz kapcsolódó külkereskedelmi vállalatok ismereteit, a nemzetközi szervezetekben való részvételből adódó kötelezettségeket, a szakbizottságok tématervi teljesítéséhez kapcsolódó utazási igényeket, az ipari tanulmányúti igényeket, melyeket elsősorban a helyi csoportok állítanak össze.

A terveket az egyes szakosztályok vezetőségei hagyják jóvá. A nemzetközi kapcsolatok bizottsága a szakosztályok terveit összesíti, koordinálja és összhangba hozza a rendelkezésre álló deviza és forint keretekkel. A nemzetközi kapcsolatok pénzügyi fedezetét az egyes szakosztályok költségvetésükben tervezik meg. A külföldi rendezvényre szervezett egyéni és csoportos tanulmányutakhoz a jogi tagdíjak mellett a vállalatok külön hozzájárulását is igénybe vesszük. Az OMBKE költségvetését, ezen belül a nemzetközi kapcsolatos építésére fordítható összeget az elnökség hagyja jóvá.

A szocialista országokba irányuló utak deviza fedezetét általában a MTESZ biztosítja.

Törekszünk a devizamentes csere lehetőségeinek kihasználására, hogy ezzel is könnyítsük a kiutazásokat.

A tőkés kiutazásokra a nemzetközi konferenciák, kongresszusok, tőkés cégek műszaki ismeretterjesztő előadásai, bemutatói devizabevételének 13%-a nyújt fedezetet. Az utóbbi években a nyugati utazást korlátozó központi rendelkezések a „kitermelt" deviza arányos felhasználását nem tették lehetővé. Egyesületünk mégis a devizabevétel növelését tűzte ki célul és valósította meg. Reméltük, hogy e rendelkezések idővel változnak és a szakosztályok növekvő igényeinek eleget tudunk tenni.

Szervezett együttműködés a szocialista és tőkés országok egyesületeivel

A szocialista országok bányászati, kohászati és öntészeti egyesületei az együttműködés fejlesztését elengedhetetlennek tartották, ezért 1972—74 között az egyes szakmák képviselői megkezdték a közös munkát. Évenként vagy kétévenként találkoznak. A tanácskozásokon többek között a konferencia programokat egyeztetik, megállapodnak az egyesületi szaklapok együttműködésének fejlesztésében, megfogalmazták a KGST célprogramok megvalósítása érdekében társadalmi szinten az egyesületek tevékenységének szerepét, az egészségvédelem fejlesztését tűzte ki célul, nemzetközi versenyek szervezését határozzák el. Megállapodnak a jelentős szakmai konferenciák kölcsönös látogatásában, előadások vállalásában, csere céltanulmányutak szervezésében.

A tanácskozásokon a bolgár, cseh, lengyel, magyar, német, szlovák és szovjet egyesületek képviselői vesznek rendszeresen részt. A román egyesület a munkába még nem kapcsolódott be. Egyes üléseken résztvesznek a jugoszlávok is.

Érdekes és újszerű javaslatként hangzott el például a lengyel fél részéről, hogy az egyetemi hallgatók részére egyhónapos nyári üzemi gyakorlat cseréjét volna jó megszervezni.

A jugoszláv és magyar olajbányász szakembereket azonos, vagy közelálló szakmai problémák foglalkoztatják. A jugoszlávoknak jobban van módjuk a tőkés piacon kapható legkorszerűbb berendezéseket beszerelni, s egy csereszerződés biztosítja a magyar szakemberek részére ezen berendezések és anyagok tanulmányozásának lehetőségét. A szerzett tapasztalatok a hazai import beszerzéseket is megalapozottabbakká teszik.

A nyugati cégek eszközeivel és eljárásaival így sok magyar szakember ismerkedhet meg devizateher nélkül. A jugoszlávok ugyanakkor a hazai nagymélységű fúrások problémáival, a balesetelhárítás módszereivel és egyes nálunk kifejlesztett laboratóriumi mérési módszerekkel ismerkednek meg.

Az 1960-as évek elején volt mód szerény kapcsolat felvételére az osztrák, majd NSZK-beli, később az angol és svéd bányászati és kohászati

egyesületekkel. Különböző nemzetközi konferenciákon való találkozás és informatív beszélgetés során ismertük meg egymás tevékenységét. A korlátozott devizalehetőségek birtokában szakembereink megjelennek a nem szocialista országok egyesületei által rendezett konferenciákon, némelyiken előadásokkal, vagy korreferátumokkal.

Jelenleg kapcsolatunk van:

— az angol vas- és fémkohászok, valamint öntők egyesületével;
— a francia bányászok és vaskohászok egyesületével;
— az NSZK-beli bányászok és vaskohászok, valamint öntők egyesületével;
— az osztrák bányászok, kohászok és öntők egyesületével;
— a svédek bányász és kohász egyesületével.

Ezeknek a kapcsolatoknak az építésekor betartottuk a MTESZ illetékeseinek intencióit, — közösen művelhető szakmai témákat keresünk, céltanulmányokat szervezünk különböző fejlesztési kérdések megismerésére, kölcsönös konferencia — látogatásokat és előadásokat készítünk elő.

Egyesületünk kapcsolatai nemzetközi szervezetekkel

Az 1960-as évek közepén felmerült az az igény, hogy az Öntéstechnikai Egyesületek Nemzetközi Szövetségébe való részvételünkön túlmenően más nemzetközi szervezetekben is szerepeljen Egyesületünk.

Az öntészek nemzetközi szervezetének Magyarország 1933 óta tagja és 1958-ban vette fel a szövetség újra tagjai közé Egyesületünket. Ez a szervezet rendkívül hatékonyan működik, évente szervez kongresszusokat, munkabizottságai vannak és Egyesületünk, valamint öntő szakembereink megbecsült tagjai a szervezetnek. Budapesten került megrendezésre 1978-ban a 45. Nemzetközi Öntő Kongresszus igen nagy sikerrel.

A Nemzetközi Bányamérési Szervezet 1972-ben alakult meg és Egyesületünk alakulásától kezdve aktív tag. A budapesti konferencia megszervezésével Egyesületünk nemzetközi elismerést vívott ki és közreműködésünk nagyban segíti a hazai bányamérés tudományos és gyakorlati fejlődését.

1975-ben alakult meg a bauxitok, a timföld és az alumínium tanulmányozásának nemzetközi bizottsága (ICSOBA). Magyarország e szervezeteknek megalakulása óta tagja, a képviseletet az egyesületünk keretében működő Magyar Nemzeti Bizottság látja el. A Magyar Nemzeti Bizottság tömöríti az alumíniumipar területén nemcsak az egyesületünkön belül dolgozó geológusokat, bányászokat, fémkohászokat, hanem más szakterületek, illetve tudományos egyesületek szakembereit is. A szervezet 1969-ben Budapesten megrendezett nemzetközi szimpoziuma igen eredményes volt.

Részt veszünk a bányák automatizálásával foglalkozó nemzetközi szervezet (ICAMC) munkájában, ahol velünk együtt jelentős munkát fejtenek ki a csehszlovák és lengyel bányászok is.

Most van előkészítés alatt az a Budapesten rendezendő nemzetközi konferencia, amely ki fogja mondani a bányavíz elleni védekezéssel foglalkozó szakemberek tömörülését. Igyekszünk a magas szintű elvárásoknak jól eleget tenni.

Népgazdaságunk szilárd ásványbányászatban, kőolaj- és földgázbányászatban, vaskohászatban, fémkohászatban, valamint öntőiparban dolgozó műszaki és gazdasági szakembereinek társadalmi fóruma vagyunk, így Egyesületünk nemzetközi kapcsolatai igen sokoldalú szakmai érdeklődés eredménye.

A termelés a fejlesztés, a hatékonyság és a minőségre való törekvés olyan tényezők, melyek szakembereinket állandóan foglalkoztatják.

Ezek köré csoportosítjuk azokat a rendezvényeinket, melyeket szívesen látogatnak a külföldi szakemberek, és az ezekkel a témákkal foglalkozó rendezvények, céltanulmányutak érdekelnek bennünket is.

Állandóan növekvő tagságunk fokozódó szakmai érdeklődését nem tudjuk kielégíteni; sok egyeztetésre és súlyozásra van szükség ahhoz, hogy a népgazdasági érdekek figyelembevétele mellett az adott kereteken belül a legfontosabb helyre eljussanak a bányász és kohász szakemberek. Ebben az egyeztető, súlyozó munkában segítséget jelent a MTESZ illetékeseinek, az iparágak és vállalatok vezetőinek megértő támogatása.

Tisztelt Közgyűlés!

A beszámoló nem törekedhetett tejességre, az volt a cél, hogy az általános tájékoztatás mellett felhívja a figyelmet az elnökség által 1979-ben kiemelten kezelt néhány témára.

Az Egyesület műszaki-tudományos társadalmi tevékenysége az elmúlt évben is szépen fejlődött azoknak a bányászoknak, kohászoknak, közgazdászoknak, technikusoknak, művezetőknek és a rokon szakmák művelőinek a jóvoltából, akik az Egyesületet magukénak érzik.

Kérem a közgyűlést, fogadja el az elnökség nevében elmondott beszámolót.

Jó szerencsét!

A főtitkári beszámoló elhangzása után *Kreffly Gábor* elnök bejelentette, hogy *Fock Jenő* elvtárs, a MTESZ új elnöke kíván szólni a közgyűlés résztvevőihez

Az ellenőrző bizottság jelentése

Tisztelt Közgyűlés, kedves Elvtársak, Barátaim!

Mindenekelőtt szeretném megköszönni, hogy meghívtak közgyűlésükre. Külön örülök annak, hogy a közgyűlés színhelye Tatabánya, az a város, melynek kilenc évig országgyűlési kéépviselője voltam, hiszen én, mint tatabányai képviselő is nagyon szeretem a tatabányai bányászokat.

Alapító tagja vagyok a MTESZ-nek és egyik még életben levő alapító alapító tagja vagyok a Gépipari, Tudományos Egyesületnek is. Eddig csak a GTE valamint a MTESZ közgyűlésein vettem részt. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület mai közgyűlése az első, amin mint a MTESZ elnöke vagyok jelen.

5. kép. A közgyűlés vendége, Fock Jenő, a MTESZ elnöke hozzászólását tartja

A MTESZ-t általában úgy ismertem meg, hogy az egy olyan szövetség, amelyben a szakemberek együtt és azért dolgoznak, hogy népgazdaságunk helyzete évről-évre jobb legyen, hogy hazánk műszaki fejlődése meggyorsuljon. Emellett a MTESZ tagjai igyekeznek egymás gondját-baját is megismerni, s igyekeznek egymásnak ott és úgy segíteni, ahogy tudnak. Előfordult, hogy szemükre vetették, hogy klubéletet is akarnak élni. Szerintem ez nem volt, s ma sem hiba, hiszen ahhoz, hogy egymást közelebbről megimerjük és jobban tudjunk egymással együtt dolgozni, erre is szükség van.

A bányászokkal sokat foglalkoztam, sokat találkoztam. Akkor, amikor a kőolaj viszonylag olcsó volt, lehetett a szénbányászatot visszafejleszteni, most mégis úgy érzem, hogy van mit jóvátenni, s ha már a bekövetkezett árváltozásokra annak idején nem reagáltunk elég gyorsan, most kell cselekednünk.

Az utóbbi években nemcsak itt és nemcsak gyűléseken, külszíni beszélgetéseken, a bányásznap alkalmával, hanem a föld mélyén is sokszor találkoztam és beszélgettem bányászokkal. Jártam több nagy szénbányában, többször jártam az uránércbányászoknál, a bauxitbányászoknál, a zalai és a tiszántúli olajmezőkön.

A kohászattal régebben mint különböző funkciókat viselő ipari vezető, majd mint miniszterhelyettes szinte naponkénti kapcsolatban álltam. Az utóbbi időben pedig a nagyobb létesítményeket néztem meg, jórészt úgy, hogy nem az avatásukra mentem el, hanem akkor, amikor volt valami probléma a beruházás során és lehetett valamit segítenem.

Mint a MTESZ elnökének most meg kell ismerkednem mind a 32 tagegyesülettel. Most már nem mondhatom, hogy ez vagy az az egyesület kedvesebb nekem, mindegyiket egyformán kell kedvelnem, s egyformán is fogom szeretni őket. Nem kis feladat vár rám, ha meg akarok ismerkedni ennek a szerteágazó tevékenységű szövetségnek a munkájával. 32 tagegyesületet, 19 megyei és a budapesti szervezetet kell megismernem, s ezen felül még van jónéhány olyan üzemi MTESZ szervezet is, amelyet szintén jó lenne meglátogatnom. Remélem, hogy még néhány évig lesz erőm és egészségem ahhoz, hogy ezt a szép feladatot becsülettel, tisztességgel el tudjam látni.

Az itt jelenlevőkkel nemcsak itt, hanem munkahelyeinken is szeretnék találkozni. Nagyegyházán, ami már szépen halad a megvalósulás felé, Márkushegyen, amelynek dolgáról éppen most tárgyalnak a tervbizottságban. 5—6 év múlva szeretnék találkozni Önökkel Mányon, amikor a termelés ott is megindul, s ugyanennyi idő múlva szeretnék Lencsehegy II megnyitásán is résztvenni.

15 éve tudjuk, hogy Recsken rézérc van. Már a régi áron is érdemes lett volna kitermelni, hát még az új áron. Szeretném, ha legalább a tervezett kapacitás 50%-ával termelnének, s ott is, a termelés megindulásakor találkozhatnék az érdekeltekkel.

200 ezer tonnás alumíniumkohóra szükség van Magyarországon. Nem igaz, hogy azért nem kell felépíteni, mert nincs hozzá energia. Lehet hozzá energiát termelni s ezt még a mai áron is érdemes megtenni. Már csak azért is meg kell építenünk ezt a kohót, nehogy mi, a bauxitban gazdag ország, a 90-es években alumíniumimportra szoruljunk.

De vannak még további hasonló programjaim is. A Mecsekbe a kokszolható széntermelés duplájára emelése, Dunaújvárosba ennek a szénnek a hazai kokszolása alkalmából szeretnék ellátogatni.

Befejezésül engedjék meg, hogy megismételjem, hogy én a MTESZ elnöki tisztet nagy megbecsülésnek tartom, mint ahogy nagy megtiszteltetés számomra, aki 23—24 éven át az MSZMP Politikai Bizottságának tagja voltam az, hogy továbbra is tagja lehetek a Központi Bizottságnak, s hogy tagja vagyok a Szakszervezetek Országos Tanácsának is. Már jóval előbb is az volt a véleményem — sok-sok MTESZ országos elnökségi ülésen elmondottam és mint miniszterelnök is hangoztattam —, és most, minél nehezebb az ország gazdasági helyzete, annál inkább az a véleményem, hogy nem az a fontos, hogy még az egyszerű parasztembert is megtanítsuk arra, hogy mi a cserearány, mi a begyűrűzés stb., hanem cselekednünk kell. Nagyon sok időt elfecséreltünk. Ha Széchenyi tudta, hogy az idő több, mint a pénz, mert az elveszett pénzt valahogy még vissza lehet szerezni, de az elveszett időt nem, akkor nekünk, ennyi év után szintén rá kell döbbennünk erre. Meggyőződéssel vallom — úgy is, mint a MTESZ elnöke, úgy is mint a Központi Bizottság tagja —, hogy az ország gazdasági nehézségein akkor leszünk úrrá, ha mindenki előtt világossá tesszük, hogy a műszaki fejlődést kell meggyorsítani. A pénzügyi és közgazdasági szakembereknek első számú feladatuk az, hogy előmozdítsák, segítsék a műszaki fejlődést, ne pedig rivalizáljanak a műszaki szakemberekkel. Ha ezt nem értik meg ebben az országban, akkor nem leszünk úrrá nehézségeinken. (Taps)

Nem szeretném tovább igénybevenni türelmüket, idejüket. Köszönöm, hogy meghallgattak, kívánok önöknek jó egészséget és jó szerencsét!

Tisztelt Közgyűlés!

Az 1979. év jelentős változást hozott a MTESZ és tagegyesületeinek gazdálkodásában.

Az éves tervezésben és elszámolásban új, rovatos rendszerű költségvetés került bevezetésre. Az új tervezési és elszámolási rendszer megváltoztatta a szakosztályok és helyi csoportok gazdálkodását is. Annak ellenére, hogy ez az év csak kísérleti év volt, sok probléma merült fel nemcsak a titkárság központi gazdálkodási tevékenységében, hanem a szakosztályok, helyi csoportok tervezési és elszámolási munkájában is.

Igen jelentős gazdasági problémát okozott az egyesületi lapok kiadási költségeinek nagymértékű emelkedése. Az elnökség határozatot hozott az egyéni tagdíjak emelésére. Annak ellenére, hogy a tagdíjemelés csak 1979. július 1.-ével lépett hatályba, az 1978. évi 1 017 000 Ft-os bevétellel szemben, az 1979. évi tagdíj bevétel 1 232 000 Ft volt. A mintegy 400 fős taglétszám-csökkenés ellenére, az egyéni tagdíjak 215 000 Ft bevételi többletet eredményeztek.

Az elnökség kezdeményezésére létrejöttek a lapkiadás biztosítását szolgáló együttműködési szerződések, és ezek is jelentős bevételi többletet biztosítottak. Az érdekelt minisztériumok, trösztök, egyesülések és vállalatok a szerződésekben vállalt évi összesen 1 275 000 Ft-os támogatásuknak az 1979. év folyamán maradéktalanul eleget tettek.

Az Egyesület 1979-ben 12 380 400 Ft bevétellel szemben 12 817 600 Ft kiadást teljesített. Az év végén mutatkozott 437 200 Ft hiányt fedezik azok az 1979. év végén eszközölt átutalások, melyek csak 1980 elején érkeztek be. Így az 1979 december közepén külföldiek részvételével megtartott rendezvény 8 572 dollárt kitevő részvételi díja; továbbá egyes megbízásos munkák ellenértéke, valamint az 1979. évi jogi tagdíjak egy része csak 1980-ban került bevételezésre. Ezeknek az áthúzódó bevételeknek figyelembevételével Egyesületünk az 1979. évet szerény többlet-bevétellel zárta.

Az ellenőrző bizottság vizsgálatai szerint Egyesületünk 1979. évi gazdálkodására a takarékossági elvek szigorú betartása volt jellemző. Az ellenőrzéseink a bizonylati fegyelem megsértését nem tapasztalták, sőt ezen a területen jelentős fejlődésről adhatunk számot.

A MTESZ —alapszabálya szerint — központi pénzügyi gazdálkodást folytat, ezen belül az egyesületek pénzügyi lebonyolításai is a MTESZ pénzügyi apparátusán keresztül történnek. Az 1979. évi gazdálkodás vizsgálata során megállapítottuk, hogy Egyesületünk és a MTESZ számviteli nyilvántartási és elszámolási rendszere nem kellően összehangolt, ezért az 1979. évi elszámolásoknál jelentős eltérések mutatkoztakaz egyes rovatoknál, és az összes bevételeknél és kiadásoknál. Az ellenőrző bizottság megkereste a MTESZ illetékes gazdasági vezetőjét és kérte az egyező nyilvántartási rendszer biztosítását.

Az új rendszerű költségvetés tervezése, a tervekben megállapított keretek betartása terén a szakosztályoknál hiányosságokat kellett megállapítani. A szakosztályoktól a jövőben szigorúan meg kell követelni a költségvetés szerinti gazdálkodást. A keretektől eltérni a jövőben csak a szakosztály előzetes módosítási javaslatára adott, költségvetési keret módosítására lehet. Megoldást kell találni a helyi csoportok MTESZ területi szervein keresztül történő elszámolásainak és az egyesületi költségvetéseknek a tartalmi egyezőségére. A központ által kezdeményezett tervmódosításokat a szakosztályokra és a központra le kell bontani, s ezen keresztül biztosítani kell a tervfegyelem nagyobb mértékű érvényrejutását.

1980 januárjával a MTESZ-en belül új rendezvény kalkulációs szabályzat lépett életbe. Az elnökségnek és a szakosztályok vezetőségeinek biztosítani kell a vonatkozó előírások pontos betartását, az elszámolások szabályosságát.

Összefoglalva, az ellenőrző bizottság az 1979. évi költségvetés elszámolását szabályszerűnek és a takarékos gazdálkodás elveinek megfelelőnek tartja, ezért a közgyűlésnek elfogadásra ajánlja.

Hozzászólások

Várhelyi Rezső okl. gépészmérnök, a Fémkohászati Szakosztály elnöke:

Elnökünk megnyitójában külön hangsúlyt kapott az ifjúsággal való foglalkozás kérdése abból a szempontból, hogy a következő ciklus egyesületi munkaprogramjának kidolgozásával összefüggésben milyen feladatokra kell gondolnunk. Hasonlóképpen kiemelten és részletesen tárgyalta ezt a témát a főtitkárunk által előterjesztett elnökségi beszámoló is.

Engedjék meg, hogy én is ezzel a témával foglalkozzam néhány gondolat erejéig, mert meggyőződésem szerint nem lehet eleget hangsúlyozva és aláhúzottan ezzel a kérdéssel foglalkozni. A fémkohászati szakosztályunk is e kérdés körébe csoportosította teendőit, az elmúlt évben több alkalommal tűztük napirendre a vezetőségi üléseinken. Legutóbb az ajkai helyi csoportnál ez év márciusában tartott kihelyezett vezetőségi ülésünkön értékeltük az ifjúsági munkát. Úgy érzékeljük, hogy néhány olyan tapasztalat áll rendelkezésre, amely talán itt közzétéve mások számára is adhat némi gondolatot saját munkájuk alakítására.

Az egyik ilyen kör, amelyben az ifjúsággal való foglalkozás súlyponti kérdését látjuk, a fiataloknak az FMKT-be, vagy az itt is említett iparági szakmai napokba való bekapcsolódása révén valósul meg. Ennek össztönzését és további tartalommal való megtöltését mi a továbbiakban is egyik fontos feladatnak látjuk és úgy gondoljuk, hogy a munkaprogramban is meg kell ennek jelennie. Hasonlóképpen elsősorban az egyetemi osztály fiatal tagjai, tehát a végzős, vagy még egyetemi éveiket folytató hallgatósággal összefüggő munkát is az elsők közé kívánjuk sorolni. Továbbra is fenn kell tartani azt a gyakorlatot, amelyről az elnökségi beszámoló szólott, hogy az egyesületi rendezvényeken biztosítani kell adminisztratív és anyagi eszközökkel a hallgatóság részvételét. Az a gyakorlat, amit szakosztályunk követ, hogy a végzősök számára minden év végén egy — üzemi látogatások utáni, egyesületen belül megtartott — értékelő megbeszélést folytat le, úgy tapasztaltuk, hogy kellő visszhangra talált a fiatalok körében és feltétlenül segítette az elhelyezkedésüket, beilleszkedésüket, azon gondolatokra való felkészülést,

amely majd a mindennapi munkában rájuk vár.

Másik ilyen jellegű kérdés, amelyet ugyancsak ezen a vezetőségi ülésünkön határoztunk el, hogy mi is pályadíj kiírásával csatlakozunk a fiataloknak pályamunkák megírására való ösztönzéséhez. Ettől várjuk azt, hogy egyrészt a lap számára, másrészt általánosságban szélesedjék a fiataloknak az irodalmi tevékenysége.

Engedjék meg, hogy mint egyik nagyon szép és továbbra is követendő hagyományként én is megemlítsem fiataljaink hagyománytisztelő tevékenységét, azt a munkát, amellyek igyekeznek Egyesületünk régi nagyjainak sírját megkeresni, rendben tartani. Az Egyesület ifjúsági bizottsága támogatásával és kezdeményezésével az egyes szakosztályok felváltva egymás után végzik ezt. Én úgy gondolom, hogy fiataljaink ilyen gondolkodásmódja mellett, megfelelően gondolva arra is, hogy a munkaprogramban konkrét feladatok meghatározásával szabjunk irányt további tevékenységünknek, feltétlenül eredményesen tudjuk végrehajtani azokat a feladatokat, amelyeket elnökségünk elébünk tűz.

Dr. Bakó Károly okl. kohómérnök, az Öntödei Szakosztály titkára:

A bányászat és kohászat szakemberigényének kielégítése a népgazdasági feladatok teljesítésének biztosítására meghatározó jelentőségű. Ennek szellemében Egyesületünk sajátos eszközeivel az alap-, közép- és felsőszintű oktatásban, továbbképzésben közreműködik. Tagtársaink, akik a szakosztályok oktatási bizottságaiban, az elnökségi oktatási bizottságban tömörülnek, a szakosztályoktól, az iparból, a tanintézményektől érkező jelzések alapján javasolják különböző fórumokon, különböző szervek felé esetenként tantervek módosítását, új tantárgyak oktatásának bevezetését, a képzéssel kapcsolatban konkrét javaslatokat tesznek.

Az öntödei szakosztály a szakemberképzést és továbbképzést súlyponti feladatnak tartja. Közép- és felsőszintű tanfolyamainkon a hallgatók a szakterületek ismert, jártas szakembereitől tájékozódhatnak az öntéstechnológiák fejlődéséről, az új gépekről, eljárásokról, közgazdasági problémákról, a környezetvédelem aktuális kérdéseiről, hogy csupán néhányat említsünk. Ezek a tanfolyamok különösen akkor érik el céljukat, ha egy vállalati fejlesztési-rekonstrukciós program keretében kerül rájuk sor.

A továbbképzés jól bevált formája a fiatal műszakiak számára tervezett ifjúsági ankét-sorozat, amelyre más-más vállalatnál kerül rendszeresen sor, lehetőséget nyújtva a sokoldalú tapasztalatcserére. Évek óta rendszeresen szervezzük a szocialista országok öntőiparának megismerésére csoportos tanulmányútjainkat, amelyekre igen nagy az érdeklődés. Sajnos a pénzügyi rendelkezések a részvételt megnehezítik.

Több öntöde szakembertovábbképzését vállalati kereteken belül intézi: rendszeresen kerül sor karbantartási, új gépeket, technológiákat ismertető tanfolyamokra. A továbbképzés céljait szolgálják műszaki ankétjaink, amelyeken ismert külföldi cégek tartanak vetítettképes termékismertetőt, esetenként öntödei bemutatót.

Mindezek mellett a szakmai utánpótlásban komolyak a gondok. Az öntő szakmunkásképzés az érdeklődés hiánya miatt megszűnt; a középiskolákban nem végez kellő számú középkáder, és főleg, akik végeznek, nem „technikusok" a fogalom korábbi értelmében. A felsőfokú képzésben még jelentősebbek a gondok: nem vonzza a fiatalokat a szakma, nem kielégítő a felvételre jelentkezők száma, gyakran a hallgatókat egyik-másik jelentkezőkben dúskáló főiskoláról, egyetemről irányítják át. Az öntőkéhez hasonló a helyzet a bányászatban, a kohászat többi ágában. Az egyesületi erőfeszítések mellett szakosztályunk lépéseket tett, javaslatokat dolgozott ki, illetve dolgoz ki annak érdekében, hogy ez az állapot javuljon. Széleskörű társadalmi vita után munkánk eredményeit illetékesek elé kívánjuk terjeszteni. Feladatainkat a következőkben foglaljuk össze:

— a szakma jelenlegi helyzetéről reális képet adó propagandaanyagot állítottunk össze;
— az általános és középiskolákban ezzel az anyaggal, szakembereink bevonásával propagandát fejtünk ki;
— nagyobb gondot kell fordítanunk a beiskolázott fiatalok szociális ellátására; a gyakorlati munka kultúrált körülményeire;
— kiemelten kell foglalkoznunk a pályakezdők anyagi-erkölcsi elismerésével, az egzisztenciális gondok megoldásával;
— egyesületi szinten kell foglalkoznunk a jelenlegi képzési rendszerrel, a tantervekkel, a tömegtájékoztatási szervek propagandaanyaggal való ellátásával és a szakmásítás különböző kérdéseivel.

Szakmánkban különösen az alapfokú végzettséggel sem rendelkezők körében jelentős a fluktuáció. Megfelelő szakmásítással — pl. kokilla- és nyomásos öntőképzéssel, konvertálható szakismeretekkel — bizonyára megtalálhatók azok az előnyök, amelyek a vállalat számára a munkaerő biztosítását, a minőségi munka elérését, a dolgozók számára pedig a munkahelyhez való ragaszkodás feltételeit teremtik meg.

Egyesületünkben a jövőben, reálisan felmérve lehetőségeinket, az elvárásokat, a fejlesztések szakemberigényeit mélyrehatóan, alaposan kell e képzés, továbbképzés feladataival foglalkoznia, mert szakember nélkül nincs szakma. Köszönöm figyelmüket.

Horváth Gyula okl. kohómérnök, a Vaskohászati Szakosztály alelnöke:

Hozzászólásomban a Vaskohászati Szakosztály nemzetközi tevékenységével, annak tapasztalataival kívánok foglalkozni.

A figyelemnek a nemzetközi együttműködésre való irányítása ma különösen aktuális, mivel a kapcsolatok jelentőségét pártunk XII. kongresszusa is kihangsúlyozza, fejlesztését szükségesnek tartja.

A Vaskohászati Szakosztály nemzetközi kapcsolatainak fejlődésében már ezt megelőzően az 1976-os év forduló pontot jelentett. Addig a szak-

osztálynak a szocialista országok közül főleg az NDK-beli, a lengyel és a cseh testvéregyesülettel, a tőkés országok közül elsősorban a német és osztrák egyesülettel volt rendszeres kapcsolata. Az együttműködés az egymás konferenciáin való részvételben, az egyesületi vezetők időszakos találkozóiban nyilvánult meg. Az együttműködés emellett mindezideig megmaradt a kétoldalú kapcsolatok keretein belül.

Az új fordulatot a Szovjetunió testvéregyesületének megjelenése jelentette a nemzetközi tevékenységben. Bulgária, Csehszlovákia, NDK, Lengyelország, Szovjetunió és Magyarország vaskohász egyesületeinek a vezetői — egy 1975. évi Kladnó-i előkészítő megbeszélés után — 1976-ban Moszkvában határozatot fogadtak el a szocialista országok vaskohász egyesületei nemzetközi együttműködésének fejlesztésére. Megállapodtak kétévenkénti vezetőszintű megbeszélések összehívásában.

Ennek eredményeként 1978-ban Magyarországon, Balatonszéplakon, 1980-ban a Drezda melletti Scheibenmühleben találkoztak az egyesületi vezetők, értékelték az elmúlt időszak tevékenységét és egyeztek meg a következő időszak közös célkitűzéseiben.

Az 1978-ban Balatonszéplakon megtartott tanácskozás különösen jelentős esemény volt a vaskohászati szakosztály életében. Az egyesületi tevékenység kölcsönös ismertetése után — beszámolók a megtartott konferenciákról, soron következő feladatok ismertetése, kölcsönösen érdeklődésre tartott témák megbeszélése — szakmai program lebonyolítására is sor került.

Szakosztályunk kérése alapján a külföldi előadók az oxigén kohászati felhasználásával foglalkoztak. Beszámoltak a nagyolvasztóba történő oxigénbefuvatás eredményeiről, a konverteres acélgyártás fejlődéséről. Különösen jelentős volt számunkra és az előadáson megjelent nagyszámú hazai szakember részére az említett két új technológiai eljárás ismertetése, hiszen ezen feladatok megvalósítása szerepel a VI. ötéves tervünk célkitűzései között.

A soron következő vezető szintű megbeszélésre az NDK-ban a múlt hónapban került sor. Az összegyűlt egyesületi vezetők itt is értékelve az együttműködés eddigi eredményeit megállapították, hogy az addig akadozó bilateriális kapcsolatokat már felváltotta a multilaterális együttműködés. Ez az utóbbi időben tartalmában is jelentősen fejlődött. Ennek egyik eredménye, hogy az elmúlt évben nagyobb mérvű volt szakosztályunk külföldi utaztatása, s több külföldi szakember fogadására került sor. Minden jelentősebb szocialista országbeli vaskohászati tárgyú konferencián résztvettek — mint előadók — szakosztályunk képviselői. A hazai konferenciákon pedig számos külföldi — elsősorban szocialista országbeli — szakember tartott előadást.

Csodálatos környezetben — a Kammer der Technik Drezda melletti üdülőjében — került sor a kohászati egyesületek vezetőinek 1980. évi összejövetelére. Ezen — most már hagyományosan — a hat szocialista ország vaskohász egyesületi vezetői és néhány meghívott szakelőadó vett részt.

A tanácskozáson elhangzottak az egyesületi vezetők beszámolói. Ebben értékelték az elmúlt időszak eredményeit, ismertették a további időszak célitűzéseit.

Határozatot hoztak az egymás konferenciáin való részvétel, az információcsere, a céltanulmányok szervezése, azok fokozása érdekében.

Az NDK és Csehszlovákia kohászati egyesületeinek vezetői beszámoltak egy olyan kezdeményezésről, melyet tavaly vezettek be. Ennek lényege, hogy együttesen kiválasztott témában közös konferenciát rendeznek, ahol az előadások és résztvevők 50—50%-ban a két ország szakemberei. A konferenciát egy vagy két év múlva a másik országban hasonló módon megismétlik.

A szovjet kohász egyesület vezetősége a hazai konferencia programját ismertette, melyre ezúttal is meghívta a szocialista országok kohász szakembereit.

A tanácskozás szakmai napján a kohászati energiagazdálkodásról hangzottak el az egyes országok szakmai beszámolói.

Az egyesületi vezetők elhatározták, hogy ebben a témakörben — aktualitása miatt — évenként mindig más-más ország rendezésében fognak konferenciát rendezni. Ezen a kohászati energiagazdálkodás helyzetéről számolnak be az egyes országok előadói és adnak tájékoztatást az elért eredményekről, terveikről.

A szocialista országok vaskohászati egyesületi vezetőinek háromnapos NDK-beli összejövetele a freitali nemesacél üzem megtekintésével fejeződött be. Ezután került sor a jegyzőkönyv ünnepélyes aláírására.

Megítélésünk szerint a kialakított együttműködés műszaki tartalmánál is nagyobb jelentőségű a szakosztályunk és a szocialista országok kohászati egyesületeinek vezetői között létrejött elvtársi, baráti kapcsolat. Ennek fenntartása társadalmi munkánkban való hasznosítása komoly segítséget jelent további munkánkban.

Az elmúlt évek folyamán komoly erőfeszítéseket tettünk a tőkés országokban működő kohászati egyesületekkel való kapcsolatfelvétel megvalósítására. Így a svéd, angol, francia egyesületek vezetőivel találkozót szerveztünk az elmúlt időszakban.

Részben ennek köszönhető, hogy 1981 júniusában Balatonfüreden az angol, francia, német és a svéd egyesülettel közösen megrendezhetjük a második Clean-Steel (ún. tiszta acél) konferenciát. A konferencia szakmai jelentőségét fémjelzi, hogy azon a legkiválóbb nyugati és szocialista országbeli szakemberek tartanak előadásokat. Emellett a konferencián lehetővé válik a tőkés és szocialista országok kohász szakembereinek találkozója, egymás munkájának megismerése, az egy szakterületen dolgozó műszakiak kapcsolatfelvétele, illetve a meglévők továbbfejlesztése.

Úgy érzem szakosztályunk nemzetközi tevékenysége, melyet az elnökségünk mellett működő nemzetközi kapcsolatokkal foglalkozó bizottság koordinál, és melyet a MTESZ nemzetközi kap-

csolatok főosztályának bevonásával végez, pozitívan járul hozzá a magyar kohászok nemzetközi elismerésének növeléséhez és egyben elősegíti a külföldi kohászati szakmai eredmények mielőbbi hazai megvalósítását.

Szücs Imre okl. bányamérnök, a Bányászati Szakosztály mb. titkára

Főtitkárunk beszámolójához kapcsolódva szeretnék tájékoztatást adni a Bányászati Szakosztály külföldi kapcsolatairól.

Nemzetközi kapcsolataink több mint 20 éves múltra tekintenek vissza. Az első közvetlen szerződéses kapcsolatnak 1965. évben történt felvétele óta nemzetközi kapcsolataink kibővültek és ma már tervszerűen, szervezett körülmények között folynak.

A nemzetközi kapcsolatok kialakításához feltétlenül szükséges a személyes kapcsolat, a nemzetközi konferenciákon, kongresszusokon történő részvétel biztosítása, a szakemberek részére üzemlátogatások, tanulmányutak, szakmai konzultációk megszervezése.

Ennek érdekében szakosztályunk rendszeresen bővíti kapcsolatait a környező országok bányász egyesületeivel és ezen keresztül igyekszünk minél szélesebb körben lehetőséget biztosítani arra, hogy szakosztályunk tagjai megismerjék a szocialista és a tőkés országok bányászatát, annak elért eredményeit a helyszínen is tanulmányozhassák.

A szocialista országok jelentős részével már évek óta kiépített jó kapcsolatunk van. Kiemelkedően jó kapcsolat alakult ki a lengyel, a csehszlovák, a bolgár és az NDK bányász egyesületekkel, bár az elmúlt időszakban az érdeklődés és a tapasztalatcserék igénye — a személyi változások és egyéb problémák miatt — csökkent.

A kapcsolatok bővítésére, az együttműködés hatékonyságának elősegítésére elnökségi delegációk tettek erőfeszítéseket a közelmúltban.

A 70-es évek elején felmerült az igény a szocialista országok bányászati egyesületi vezetőinek rendszeres konzultációjára, eszmecseréjére.

A szocialista országok bányászati egyesületi vezetőinek első tanácskozását Prágában 1975-ben tartották meg. Az első összejövetel óta a tanácskozást kétévenként rendszeresen megtartják. Ezen egyeztetik a munkaterveket, a nemzetközi konferenciák témáit és ajánlásokat dolgoznak ki az együttműködés fejlesztésére. A legutóbbi tanácskozást 1979-ben Moszkvában tartották, melyen értékelték a bányászati műveletek biztonságára, az egészségvédelem fejlesztésére kiírt nemzetközi biztonsági pályázat eredményét is. A nemzetközi pályázaton öt pályamunkával vettünk részt, melyek elnyerték a nemzetközi zsűri maximális elismerését.

A nem szocialista országok társegyesületeivel kapcsolataink lazák, alkalomszerűek. Ezek közül kiemelhető az osztrák, a finn, svéd, az angol és a nyugatnémet egyesületi kapcsolat. E kapcsolatokat — mindenkor betartva a MTESZ nemzetközi kapcsolatokra vonatkozó előírásait — fejlesztjük és az osztrák, a finn, a svéd és a francia bányász egyesületekkel fokozni kívánjuk.

Nem lenne teljes a kép, ha nem szólnánk a nemzetközi szervezetekkel való kapcsolatainkról.

Szakosztályunknak kapcsolata van

— a Nemzetközi Bányamérési Szervezettel (ISM). A szervezetet 1972-ben Magyarországon hozták létre és első főtitkára Klemencsics István volt, aki 1976-ig töltötte be ezt a felelősségteljes funkciót;
— a Nemzetközi Bizottság Bauxitok, Timföld és Alumínium tanulmányozására (közismert néven ICSOBA) szervezetben Magyarországot az OMBKE keretében működő ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottság képviseli, mely közvetlenül az OMBKE elnöksége alá van rendelve;
— a Nemzetközi Konferencia a Bányák Automatizálásáról nevű szervezet (ICAMC) a legnehezebb fizikai munkák egyikének, a bányamunkának gépesítéséhez, automatizálásához ad széles körű segítséget. Felhívja a figyelmet a szocialista országokban kialakított és alkalmazott módszerekre, berendezésekre és segíti azok gyakorlati elterjesztését.

A szervezet kétévenként tart konferenciát.

A fenti általános ismertetés után szólni kell a szakosztálynak a külföldi utazásokkal kapcsolatos gyakorlati munkájáról.

A szakosztály a MTESZ konferencia jegyzékére, a nemzetközi szervezetek közleményeire, a közvetlen kapcsolatokból származó információkra támaszkodva kiutazási előtervet készít, melyet — a többi szakosztály terveivel összehangolva — az OMBKE nemzetközi kapcsolatok bizottsága hagy jóvá.

A jóváhagyott és a dolgok természetéből következően nem teljeskörű kiutazási tervet a csoporttitkárok megkapják és a témáktól is függően javaslatot tesznek — a szakmai rátermettség, a nyelvtudás és az egyesületben végzett munka alapján — a kiutazó személyekre.

Mivel a helyi csoportok elnökei általában az illetékes vállalatok vezetői is, a javaslatoknál a vállalati és az egyesületi érdek és a cél a legtöbb esetben megegyezik.

A döntésnél figyelembe vesszük azt is, hogy kiutazó lehetőleg tartson előadást, szóljon hozza és alkalmas legyen a külföldi tapasztalatok szerá zésére és azoknak itthoni hasznosítására.

A külföldi utazásokon résztvevőktől utijelentést kérünk, melyben részletesen foglalkozni kell a szerzett tapasztalatokkal és azok hazai hasznosíthatóságával.

A kiküldések és azok előkészítése ma már szervezett körülmények között, tervszerűen folyik és szakosztályunktól évente általában mintegy 50—60 fő vesz részt külföldi konferenciákon, tanulmányutakon. Ennek ellenére a kiküldetések előkészítése, lebonyolítása és hasznosítása terén — az elért eredmények mellett — problémák és további teendők vannak.

A kiutazások tervszerűbbé tétele megkívánja, hogy az egyes országok által szervezett konferenciák időpontja, helye és programja kellő időben — vagyis legalább 2—3 hónappal előbb — ismert legyen. Ez különösen az I. és II. negyedévben megrendezésre kerülő utaknál fontos. Általában az a tapasztalat, hogy az éves utak 30—40%-ánál időzavar jelentkezik. Ismerethiány miatt az előkészítést sokszor szinte rohammunkában kell végezni és így az előkészítés csak a legszükségesebbre szorítkozhatott. Ugyancsak hasonló okokra vezethető vissza az átlagban 15—20%-ban jelentkező meghiúsult út, lemondás, időbeli elcsúszás és egyéb okok miatt. Egyesületünk Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának és szakosztályunknak további erőfeszítéseket kell tenni a jobb előkészítés biztosítására, a közvetlen együttműködés fejlesztése és a KGST céltanulmányutak szervezése révén.

A külföldi tanulmányutak, konferenciákon történő részvétel nagy lehetőségeket biztosít szakosztályunk tagjainak külföldi tapasztalatok szerzésére, szakmai ismereteik és műveltségük bővítésére, de egyben feladatokat is rónak a kiutazókra. Ez elsősorban részletes utijelentés készítését és a szerzett tapasztalatok hasznosítását jelenti, amit az eddigi jó gyakorlatnak megfelelően szakmai klubnapokon történő beszámolók tartásával, ill. a szakmailag érdekes anyagoknak az érdekeltek részére történő átadásával biztosítunk. Az utijelentések elkészítése és az utak hasznosítása terén még előfordulnak hiányosságok, ezeket törekszünk a lehetőségekhez mérten megszüntetni.

Fontos szerep vár az egész tagságra a nyelvtudás fejlesztése terén is. Ez különösen a fiatalok körében kíván meg hatékonyabb munkát, mivel az utánpótlás nevelése szempontjából a fiatalabb szakemberek fokozottabb bekapcsolása és nemzetközi konferenciákra, tapasztalatcsere utakra történő kiküldése szakmai fejlődésük érdekében kívánatos.

A fentiekben kívántam az idő rövidsége miatt csak egészen vázlatosan tájékoztatni a tisztelt közgyűlést a Bányászati Szakosztály nemzetközi munkájáról. Remélem e vázlatos ismertetésből is megállapítható, hogy a szakosztálynál ez a munka tervszerűen, szervezetten folyik és a még meglévő hiányosságok ellenére kielégítőnek és hasznosnak mondható.

Selmeczi Béla okl. kohómérnök:

Főtitkárunk a szegedi 66. közgyűlésen beszámolójában érintette azt a célkitűzést, amely néhány szervezeti és működési kérdés egységes megfogalmazására irányul. Ezeknek a belső szervezeti kérdéseknek a megoldását — mint a mai beszámolóban is hallottuk — a külső szervekkel, a társegyesületekkel és a MTESZ-szel való helyes szintű kapcsolódások, a dinamikusan növekvő létszám, a szakosztályokon belüli tagozódások rendje és a növekvő nemzetközi kapcsolatok teszik szükségessé. Elnökségünk a javaslatok kidolgozását az alapszabály-bizottság keretében működő és a szakosztályok képviselőiből álló munkabizottságra bízta.

Engedjék meg, hogy — mint a munkabizottság vezetője — röviden beszámoljak arról, hogy a munka energikusan folyik és munkatervünk szerint javaslatainkat és szabályzattervezeteinket még ősszel az elnökség elé terjesztjük elbírálás céljából.

Munkánk során alaposan tanulmányoztuk *dr. Gyulay Zoltán* néhai és felejthetetlen elnökünk korszerűsítési javaslatait, valamint az azokkal kapcsolatos szakosztályi észrevételeket és elgondolásokat. E forrásokból bátran meríthettünk.

Felszólalásom munkánk két legfontosabb irányát kívánja érzékeltetni és bár az alapszabályunk, valamint a MTESZ szabályzatain alapuló tervezeteink az elnökség döntési körébe tartoznak, mégis úgy vélem célszerű, ha tagságunk a közgyűlés útján kap kellő információt munkánk céljáról és irányairól.

Mint ismeretes, az elnökség állandó elnökségi bizottságokat működtet, mint pl. a nemzetközi kapcsolatok bizottsága, az ifjúsági bizottság, a szakosztályközi és rendezvény bizottság, a környezetvédelmi és energetikai bizottság stb. Szükségesnek tartjuk, hogy ezen elnökségi bizottságoknak a megfelelői minden szakosztályon belül a szakosztályvezetőségek rendelkezésére álljanak. Ezzel elérjük, hogy a bizottsági hálózat megfelelő eszköze lesz a szakosztályvezetőségeknek, az ifjúság bekapcsolásának, az elnökségi bizottságok munkájához pedig széles társadalmi hátteret biztosítanak. Egyes szakosztályvezetőségek már régóta ezen elv szerint dolgoznak, teljes sikerrel.

Munkánk másik fontos iránya, amely az egyesületi tevékenység tartalmára vonatkozik, abból indul ki, hogy hazánk mostani különlegesen kényes ipari-közgazdasági helyzetében oly módon kell dolgozni, hogy elnökségünk a legfontosabb témákban konkrétabban tudja irányítani az egyesület egészét.

A beszámolókban hallottuk, hogy az elnökség a VI. ötéves terv irányelveinek megvalósítását célzó bizottságot hozott létre. Ehhez a gondolathoz kapcsolódóan javasolnám, hogy ez a bizottság ne fejezze be munkáját a VI. ötéves terv témáinak feldolgozásával, hanem állandó bizottságként álljon — szükséges esetben alkalmasint — az elnökség rendelkezésére.

A helyi, a megyei stb. feladatok megfogalmazása a helyi, a megyei stb. szervek részéről történik. E feladatok vonatkozásában általában a szakosztályvezetőségeknek és a helyi csoportok vezetőségeinek vannak tennivalói.

Mindezeknek időszakos munkatervekben is kell tükröződniök és ezért működési szabályzataink megfogalmazásakor elnökségi munkaterv létezésével számolunk, amely a legfelső szintű feladatokat tartalmazza az összes egyesületi szakosztály részére és egyben beszámoltatási és ellenőrzési alapul szolgál. Ezt a gondolatot annak idején *dr. Gyulay Zoltán* elnökünk javaslataival kapcsolatban a bányászati szakosztály vezetősége részletesen és nagyon megalapozottan kifejtette.

Az elnökségi munkaterv egyben azokat a feladatokat is tartalmazná, amelyek az egyesületi összetartó erőket segítik. Mindnyájan tapasztaljuk, hogy a tudomány fokozódó szakosodása a különböző szakokban és szakosztályokban működő tagtársaink szaktevékenységének egymásétól gyorsuló távolodását is jelenti. Ezért elnökségünknek tudatosan keresnie kell és meg kell találnia azokat az aktuális összefoglaló problémákat, témákat, amelyek egyszerre több vagy az összes szakosztályt foglalkoztatják vagy több szakosztály által képviselt együttesben művelhetők csupán. Tudatosan előtérbe kellene helyezni azokat a lehetséges rendezvényeket is, amelyek e közös feladatokra irányulnak. Mások is elmondták előttem, csak ismételhetem, hogy minél többször kellene a bányászoknak és a kohászoknak a munka során is találkozniok, hogy ne csak a közös múlt és hagyományok, hanem a jelen és a jövő közös konkrét tevékenysége is összekapcsoljon bennünket.

Befejezésül engedjék meg, hogy arról a közösségi érzést tápláló tevékenységről szóljak, amelyet a szakosztályközi és rendezvénybizottság oly jól végez, *Serfőző Iván* vezetésével. Serfőző kolléga és társai, karöltve a titkárság dolgozóival számos sikeres társadalmi rendezvényt szerveztek. Ezek közt most csak a felejthetetlen selmecbányai kirándulásra utalok, amelyről oly hangulatos beszámolót olvashattunk *Simon Béla* kollégánk tollából. Ez a bizottság megérdemli, hogy munkáját elismerés és köszönet illesse, egyben pedig sok támogatást és sok feladatot is kapjon a szakosztályközi tartalmi munka megszervezése vonatkozásában is.

ifj. dr. Gagyi Pálffy András okl. bányamérnök az Ifjúsági Bizottság vezetője:

Mint főtitkárunk beszámolójában hallottuk, Egyesületünk tagságának 27%-a, vagyis 2 400 fő 35 éven aluli.

Ha megvizsgáljuk a különböző egyesületi területek összetételét, akkor azokban a fiatalok aránya már jóval kevesebb, illetve több vezető testületben egyáltalán nem található fiatal szakember.

Pl. a Bányászati Szakosztályon belül míg a kincsesbányai csoportnál igen merész módon a 8 tagú vezetőségbe 5 fiatalt választottak, addig jóval nagyobb helyi csoportoknál nincs fiatal tisztségviselő. Ugyanígy egyes szakosztályok vezetőségében, de az egyesület elnökségében sincs 35 évnél fiatalabb egyesületi tag.

Ha figyelembe vesszük, hogy az elkövetkezendő években a bányászat és a kohászat jelentős fejlődés előtt áll, annak ellenére, hogy sokszor a népgazdaság jelenlegi teherviselő képességeivel sem mindig magyarázható módon a központilag is legcélszerűbbnek ítélt fejlesztések elodázódnak, lelassulnak, akkor feltétlenül számolnunk kell azzal, hogy ezen fejlesztések során kialakuló új struktúrák, új technológiák megtervezése, létesítése, üzemeltetése, nagyarányú feladatainak megoldása nem oldható meg a fiatal egyesületi tagok lelkesedése, újat akarása, vagyis nagyobb arányú bevonása nélkül.

Ha csak a saját szakterületemről indulok ki, az eocén program, a recski rézbányászati-kohászati kombinát, valamint a mecseki kokszolható széntermelés fejlesztése, teljesen át fogják alakítani a mai bányászat arculatát, különösen akkor, ha a *Fock Jenő* elvtárs által óhajtott találkozók (mármint a tervezett üzemavatásokon) rendre teljesülnek. Ezen teljesen újszerű fejlesztések színvonala döntően függ attól is, hogy a fiatal szakembereket milyen mértékben vonjuk be egyesületünk szakmai életébe

A vezető testületek összetételével kapcsolatban van olyan vélemény, hogy az egyesületi munka sikere érdekében célszerű a vezetőségben zömében olyan gazdasági vezetőket foglalkoztatni, akik potenciális helyzetüknél és hivatali tekintélyüknél fogva biztosítani tudják az egyesület rendezvények tárgyi és anyagi, szervezési feltételeit, lehetőséget tudnak adni az esetleges munkaidőn belüli igénybevételhez, utazáshoz és így segítő támogatásuk nagymértékben járul hozzá az Egyesület eredményes működéséhez.

Ez az esetenként felmerülő érv mindenesetre csökkentheti a fiatal egyesületi vezetők részarányát, hiszen ma még nem általános gyakorlat, hogy fiatal szakemberek kapjanak vezető beosztással járó feladatot.

Éppen ezért javaslom, hogy az elkövetkezendő tisztségviselő választások során célirányosan az Egyesület különböző vezető testületeibe fiatal szakemberek is kerüljenek be, s erre a jelenlegi elnökség is nagy gondot fordítson, mint ahogy ennek szükségességét a főtitkári beszámoló is említette.

A fiatal egyesületi tisztségviselőkkel kapcsolatban igen tiszteletre és követésre méltó példákkal is rendelkezünk, hiszen Egyesületünk mai illusztris vezetői, szakmai nagyjaink annak idején maguk is 30—35 éves korukban az Egyesület vezető testületeiben tevékeny résztvevői és alkotói voltak az egyesületi életnek.

Egy másik javaslatom tulajdonképpen Podányi Tibor bányamérnök korábbi indítványainak megismétlése, illetve ismertetése a közgyűlés előtt.

Tudvalévő, hogy az egyetem elvégzése után a fiatal mérnökök az új munkahelyen nem mindig kapcsolódnak be folyamatosan a helyi csoportok, vagyis az Egyesület életébe. Szükséges lenne megszervezni, hogy az Egyetemi osztály vagy a főiskolai csoport rendszeresen értesítse ki azokat a helyi csoportokat, ahová a fiatal szakemberek az egyetem elvégzése után kerülnek. Az üzemek, vállalatok helyi csoportjai pedig jelöljenek ki egy olyan patronáló „firmát", aki a fiatal szakember segítője támogatója lenne a pályakezdés kezdeti nehéz időszakában. Így valószínűleg a fiatal szakemberek munkába állásának hatékonysága is javulna és az egyesületi tagság folyamatossága nemcsak papíron, hanem a valóságban is megmaradna. Így a haladó, ma is élő bányász és kohász tradíciók nemcsak az egyetemre korlátozódnának, hanem a szakmai élet más területeire is eredményesen átültethetők lennének.

Kreffly Gábor elnök ezután *Tóth István* okl. bányamérnököt, az Ellenőrző Bizottság tagját kérte fel, hogy terjessze elő a bizottság jelentését.

Kreffly Gábor elnök ezután — több jelentkező nem lévén — a hozzászólásokat lezárta és azokkal kapcsolatban azt az előterjesztést tette, hogy a közgyűlés hatalmazza fel az elnökséget, hogy a következő elnökségi ülésen minden elhangzott hozzászólást gondosan vizsgáljon meg és azokkal kapcsolatban hozzon határozatot.

Ezt követően a közgyűlés résztvevői az elnökségi beszámolót, az ellenőrző bizottság jelentését, valamint a hozzászólások megvizsgálására vonatkozó elnöki előterjesztést egyhangú szavazással elfogadták.

Kitüntetések

Az elnökség javaslatát *Éles László* okl. kohómérnök, az érembizottság vezetője terjesztette elő:

Tisztelt Közgyűlés! Kedves Tagtársak!

Egyesületünk elnöksége — a szakosztályvezetőségek javaslata alapján — a 68. közgyűlés alkalmával kiváló egyesületi, szakmai és tudományos munkájuk elismeréseként emlékérem kitüntetésben részesíti a következő tagtársainkat:

a *Mikoviny Sámuel* emlékérmet adományozza

Dr. Kiss Ervin okl. kohómérnök tagtársunknak, a Nehézipari Műszaki Egyetem tanszékvezető egyetemi tanárának.

Egyetemi tanulmányait Sopronban végezte és 1945-ben szerezte meg a kohómérnöki oklevelét. Az egyetem kohógéptani tanszékén kezdett dolgozni és élethivatásául választotta a felsőszintű oktatói munkát. Sopronban, majd Miskolcon a kohógéptani és a képlékenyalakítástani tanszék professzoraként kiemelkedő elméleti felkészültséggel hivatásukat szerető technológus kohómérnökök százait nevelte. Nagy érdeme, hogy az általa bevezetett oktatási forma a tudományos kutatómunka alapelemeinek elsajátításával és a konkrét gyakorlati tapasztalatok megszerzésével rendkívül előnyösen egyesíti az önálló alkotó mérnöki tevékenységre nevelés lehetőségeit.

Szakmai tevékenysége rendkívül sokrétű és átfogja a képlékenyalakítás valamennyi ágát. Az utóbbi években kiemelkedő tevékenységet fejtett ki az acél- és könnyűfémszalagok meleg- és hideghengerlése, a varratnélküli acélcsövek és acélhuzalok számítógépes tervezése és a gyártási folyamatok optimalizálása, az alakítógépek terhelési viszonyainak modellkísérletekkel történő vizsgálata és a képlékenyalakító folyamatok hőtani viszonyainak kutatása területén.

Kutatási eredményeit több mint 70 szakcikk és számos előadás keretében publikálta, elismerést szerezve tanszékének és egyesületünknek.

Egyesületünknek 1947-óta tagja. Megalakulása óta segítette és egy cikluson át irányította az egyetemi osztály munkáját, 1976 óta egyesületünk alelnökeként vesz részt a vezetőség munkájában.

A kohómérnökképzés, illetve a képlékeny fémalakítás fejlesztésében kifejtett munkássága és az egyesületünknél végzett eredményes társadalmi tevékenység elismeréseként részesíti elnökségünk dr. Kiss Ervin tagtársunkat Mikoviny Sámuel emlékérem kitüntetésben.

Egyesületünk elnöksége
a Zorkóczy Samu emlékérmet adományozza

Beke Imre okl. bányamérnök, okl. közgazdasági mérnök tagtársunknak a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet munkatársának.

Bányamérnöki tanulmányait Miskolcon végezte. A szakmai tapasztalatszerzés érdekében a Mátravidéki Szénbányászati Trösztnél helyezkedett el, ahol aktív szerepe volt a kismélységű lignittelepek művelésének fejlesztésében és a gazdaságos külfejtésre történő átállás bevezetésében. A szakmai gyakorlati évek után a Nehézipari Minisztériumba helyezték át, ahol részt vett a szénbányászat optimális termelési szerkezetének kidolgozásában. Több mint tíz évig irányította a bauxitbányászat beruházásait és jelentős munkát végzett az iparág koncepcióinak kidolgozásában.

1974-ben bővült feladatköre, mert megbízták az eocén program keretében épülő márkushegyi és nagyegyházi bányaüzemek beruházásainak irányításával.

A szakirodalom művelésére is tudott időt szakítani. Társszerzője a „Külfejtések műszaki gazdaságtana" című könyvnek. Az elmúlt tíz évben több OMFB tanulmány társszerzője volt. Külföldi tanulmányutakon szerzett tapasztalatairól a BKL-BÁNYÁSZAT hasábjain rendszeresen tájékoztatja az egyesület tagságát.

Beke Imre 17 éve tagja egyesületünknek, 1966 óta vesz részt a bányászati szakosztály vezetőségének munkájában és 1976 óta a szakosztály titkára. Hosszú ideje szervezi a bányászati szakosztály rendezvényeit, összehangolja a vidéki csoportok, a szakcsoportok és munkabizottságok tevékenységét. Szívén viseli a bányász és kohász zenei hagyományok ápolását és érdeme a múltat idéző bányász-kohász dalokat tartalmazó hanglemez megjelentetése is.

Egyesületünk elnöksége
Soltz Vilmos emlékérmet adományozza

Blitzer György okl. bányamérnök tagtársunknak az Országos Érc- és Ásványbányászat Vasérc Művei üzemvezetőjének.

1958-ban szerezte meg a bányamérnöki oklevelet. A Recski Ércbánya Vállalatnál kezdett dolgozni, majd 1960-tól a Rudabányai Vasérc Művekhez került. Itt különböző vezetői beosztásokban végzett igen eredményes munkát. 1979-ben bányaipari gazdasági mérnök oklevelet szerzett. Jelenleg a rudabányai vasércdúsítómű vezetője.

Az egyesületi munkában 1955 óta vesz részt. Rudabányára kerülése után fontos szerepe volt a helyi csoport újjászervezésében. A helyi csoport 1961-ben titkárrá választotta és ezt a tisztséget közel húsz éve tölti be. Titkári működése alatt a helyi csoportban igen aktív egyesületi élet alakult ki. Több országos jelentőségű rendezvényt tartottak, többek között Rudabánya bányavárossá nyilvánításának 600. évfordulóját, a Bányamérő Konferenciát, a Bányászati Múzeumi Heteket, a Bányász-Erdész-találkozókat.

Titkári működése alatt részt vett a hegyaljai ásványbányászati alcsoport megszervezésében és

sokat tett eredményes működésük érdekében. A helyi csoport irányításával műszaki klubot szervezett. A klub elnökeként hasznos munkát fejt ki az egyesületi tevékenység fejlesztésében.

Egyesületünk elnöksége

Péch Antal emlékérmet adományozza

Bélteky Lajos aranyokleveles gépészmérnök tagtársunknak, ny. osztályvezetőnek.

1936-tól az Iparügyi Minisztérium főmérnökeként kútfúrásokkal foglalkozott. Hatáskörébe tartozott a községek ivóvíz ellátása. Több évtizedes kútépítői tevékenységével nagy megbecsülést kiváltó munkát végzett a hazai vízkutatás területén. 1949—1952 között az Országos Vízgazdálkodási Hivatal ivóvíz osztályán a mélyfúrási csoport vezetője. 1953-tól 1964-ig az Országos Földtani Főigazgatóság hidrogeológiai csoportját vezeti. Ezt követően 1975-ig a VITUKI mélységi vizek osztályának vezetője volt. Nyugdíjazása óta a Vízkutató és Fúró Vállalat műszaki szaktanácsadója. Sok évtizedes elméleti és gyakorlati ismereteit adja át az utána következő nemzedéknek.

Az államosított kútfúró ipar egyik megteremtője és irányítója. A hazai geotermikus kutatásban is fontos szerepe volt.

Munkásságának eredményeit, gyakorlati tapasztalatait közel 100 publikációban, könyvben és tanulmányban tette közzé. Több kormánykitüntetés, munkahelyi elismerés és egyesületi érem tulajdonosa.

Életműve és társadalmi tevékenységének elismeréseként részesíti az elnökség Péch Antal emlékérem kitüntetésben.

Egyesületünk elnöksége

Zsigmondy Vilmos emlékérmet adományozza

Pápa Aladár okl. olajmérnök tagságunknak a Nagyalföldi Kőolaj és Földgáztermelő Vállalat vezérigazgatójának.

1960 óta tagja Egyesületünknek. Az alföldi termelési szakcsoport elnökeként fontos szerepe volt a szakosztályi munka helyi megteremtésében és a fiatal műszakiak bevonásával a szakcsoport tevékenységének fellendítésében. A Szolnok megyei MTESZ társelnökeként rangos helyet biztosított az olajipari szakmai rendezvényeknek az Alföld területén. Szakmai tevékenységhez kapcsolódó témakörben több cikket adott közre egyesületi szaklapunkban. Az olajbányászati vándorgyűlések termelési szekciójában immár visszatérő előadóként tartja számon a szakosztály.

Az irányítása alatt működő nagyvállalat termelési és műszaki fejlesztési eredményeiben döntő érdemei vannak.

Eredményes egyesületi és gazdasági munkája alapján javasolta a kőolaj-, földgáz- és vízbányászati szakosztály a kitüntetésre.

Egyesületünk elnöksége

Kerpely Antal emlékéremmel tünteti ki

Várszegi Zoltán okl. kohómérnök tagtársunkat, a Magyar Vas és Acélipari Egyesülés főosztályvezetőjét.

Egyetemi tanulmányat Sopronban végezte és 1951-ben szerzett kohómérnöki diplomát. Az ózdi nagyolvasztó gyárrészlegben kezdett dolgozni mint üzemmérnök. 1945-től gyárrészleg-vezető helyettes. Tevékenyen részt vett az ózdi nagyolvasztók rekonstrukciójában. 1959-től a fejlesztési főosztály műszaki osztályát vezeti hasznosítva üzemi tapasztalatait. Részt vett a kohói elegytér gépesítésének megvalósításában, a műszaki megoldások kidolgozásában és kivitelezésében.

1963-tól a Vaskohászati Igazgatóságon anyagellátási, majd termelési osztályvezető. 1969-től főosztályvezetői beosztásban dolgozott. Szívügyének tekintette a hazai nagyolvasztók fejlesztését. Fontos munkát végzett a három hazai kohómű közép- és hosszútávú fejlesztési koncepciójának kialakításában.

1952-től tagja Egyesületünknek, az ózdi helyi csoport egyik alapító tagja. 1973 óta a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetője és fontos munkát végzett több nyersvas- és acélgyártó konferencia szervezésében és lebonyolításában. Tapasztalatait szívesen adta át fiatalabb munkatársainak. Több előadást tartott és szakcikket írt a nyersvasgyártás aktuális problémáiról.

Dr. Kiss Ervin okl. kohómérnök, tszv. egy. tanár, Egyesületünk alelnöke Mikoviny Sámuel emlékérmet kapott

Várhelyi Rezső okl. gépészmérnök, a Fémkohászati Szakosztály elnöke Zorkóczy Samu emlékérmet kapott

Várszegi Zoltán okl. kohómérnök, a Nyersvasgyártó Szakcsoport vezetője Kerpely Antal emlékérmet kapott

Éles László okl. kohómérnök 40 éve tagja Egyesületünknek, Zorkóczy Samu emlékérmet kapott

Lántzky József okl. kohómérnök 40 éve tagja Egyesületünknek, Zorkóczy Samu emlékérmet kapott

Egyesületünk elnöksége

Zorkóczy Samu emlékéremmel tünteti ki

Várhelyi Rezső okl. gépészmérnök tagtársunkat, a Kőbányai Könnyűfémmű igazgatóját.

1949-ben szerezte meg a gépészmérnöki oklevelét. Először a Műszaki Egyetemen tanársegédként, illetve a Fémipari Kutató Intézet tudományos munkatársaként dolgozott. 1955-ben a Kőbányai Könnyűfémmű főmérnökévé, majd 1969-ben igazgatójává nevezték ki. Nagy érdeme, hogy vezetésével sikerült új termelési szerkezetet kialakítani; bevezették a korszerű alumíniumfólia gyártását és új alumíniumpigment üzemet létesítettek. Eredményes munkája elismeréseként többször kapott tárca, illetve kormánykitüntetést. 1975-ben a hazai alumíniumfólia-gyártás és nemesítés fejlesztésében elért eredményekért Eötvös Loránt díjat kapott.

1948 óta tagja egyesületünknek. 1967—1972 között két ciklusban a Fémkohászati Szakosztály alelnöki és 1972—1980 között két ciklusban az elnöki tisztséget töltötte be. Irányítása alatt több nemzetközi konferenciát rendeztek, amelyeknek szakmai és tudományos eredményei segítették a hazai színes fémkohászati ipar munkáját és a fejlesztési feladatok megvalósítását.

A Fémkohászati Szakosztályban végzett körültekintő szervező és irányító munkája elismeréseként részesíti elnökségünk Zorkóczy Samu emlékérem kitüntetésben.

Egyesületünk elnöksége

Péch Antal emlékérmet adományozza

Hollósy Béla okl. kohómérnök tagtársunknak, a Magyar Hajó- és Darugyár öntödei főmérnökének.

Kohómérnöki tanulmányait Sopronban végezte és 1942-ben szerezte meg a kohómérnöki diplomát. 1942-től közel 36 éven át dolgozott a Ganz Hajógyár öntödéjében, kezdetben mint üzemmérnök, a felszabadulás után mint az öntöde főmérnöke. Sokat tett az öntöde technikai színvonalának javításában és termékeiket a hazai és külföldi felhasználók egyaránt elismeréssel fogadták. Az öntöde technológiájában és a munkakörülmények alakulásában jelentős változás következett be és irányítása alatt a termelés megháromszorozódott.

Egyesületünknek 1942 óta igen aktív tagja. Az öntödei szakosztályban megalakulása óta vezetőségi tagként dolgozott. Különféle munkabizottságokban működött közre az öntészet problémáinak megoldásában. Tankönyvek és kézikönyvek írásával segítette az öntészet műszaki színvonalának fejlesztését.

Hollósy Béla hosszú évtizedek alatt végzett áldozatos gazdasági és társadalmi munkával eredményesen járult hozzá a nehéz körülmények közt dolgozó hazai öntőipar fellendítéséhez.

Tisztelt Közgyűlés! Kedves Tagtársak!

Alapszabályunk előírásai szerint lassan már hagyományosan, közgyűlésünkön üdvözöljük a jubileumi 40 évet elért tagtársainkat. Megköszönjük az Egyesületünkhöz való ragaszkodásukat és eddigi munkájukat. Egyúttal további sikeres és eredményes munkát kívánunk.

Zorkóczy Samu emlékérem bronzfokozatát kapják az ez évben 40 éves folyamatos tagságot elért következő tagtársaink:

Dr. Alliquander Endre, Éles László, Lántzky József és Tóth András okl. kohómérnökök.

Az érméket és az azokhoz tartozó okmányokat *Kreffly Gábor*, Egyesületünk elnöke adta át a kitüntetetteknek.

A közgyűlés résztvevői hosszasan ünnepelték a kitüntetetteket, majd az elnök megköszönve a résztvevők aktivitását bezárta a közgyűlést.

A küldöttközgyűlés résztvevői a Jubileumi Étteremben elfogyasztott közös ebéd után külön autóbuszokkal a Márkushegyi és a Nagyegyházi bányaüzemet tekintették meg (P-s/OA).

Szénbányászatunk jelenlegi helyzete és fejlesztésének irányai*

SEREGI JÁNOS okl. bányamérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, vezérigazgató
Magyar Szénbányászati Tröszt, Tatabánya

DK- 622.23

Energiaellátásunkban még mindig jelentős szerepe van a szénnek és ez az olajdrágulás miatt távlatban is így marad. A kohászat szempontjából a hazai kokszolható széntermelésnek van kiemelkedő fontossága. A jelenlegi fejlesztési tervek szénmedencék szerinti részletezésben.

A magyarországi szénbányászat 227 éves múltra tekint vissza. Ezen időszak alatt szénbányászatunk szervesen beleépült a nemzetgazdaság iparstruktúrájába, és hosszú időn keresztül az energiaellátás meghatározó alapja volt. Immár történelmi távlatban sorra fejlődtek ki a ma is működő és zömükben még sokáig termelő szénmedencéink, mint a mecseki feketekőszén-bányászat, a dunántúli és északmagyarországi barnaszénbányászat, valamint a lignitet kitermelő bányászat központjai.

A magyar gyáripar hosszú időn keresztül tüzelőanyagként túlnyomó részben szenet használt, és a villamosenergia termelés is szinte kizárólag szénre épült. Jól igazolják ezt a számok: az energiahordozók termeléséből — hőmennyiség szerint — 1938-ban 87%-kal, 1949-ben 80%-kal, 1949-ben 80%-kal, és még 1965-ben is mintegy 70%-kal részesedett a szén.

Az ötvenes években azonban már megindult több országban az energiaszerkezet átalakítása, a szén aránya az energiafelhasználásban fokozatosan visszaszorult és a szénhidrogének léptek előtérbe. Ez a folyamat az 1960-as évek elején nálunk is megkezdődött, majd az 1965. évet követően felgyorsult. 1966-ig az arány módosulása úgy következett be, hogy mellette a széntermelés fejlődése, növekedése még nem állt meg. Az 1965. évet követően azonban nemcsak az energiafelhasználás teljes növekménye valósult meg szénhidrogén bázison, hanem a meglévő szénfelhasználó berendezések szénhidrogénekre történő átállítása is hozzájárult a szén arányának gyors csökkentéséhez, illetve a széntermelés visszafejlesztéséhez. Az energiaszerkezet átalakítását az olcsó és import révén is beszerezhető szénhidrogének, továbbá az atomenergia előrejelzett fejlődése támasztották alá. Az energiaszerkezet további átalakítását és a széntermelés tervszerű visszafejlesztését irányozták elő a távlati tervek is.

Az 1960-as évek második felében megkezdődött iparstruktúra korszerűsítéssel tehát a felhasználás arányai rohamosan változtak. A szénbányászat termelése alig 10 esztendő alatt 20%-kal csökkent, és 1973-ra a népgazdaság energiaforrásainak csak negyedét, a szénimporttal együtt is csak mintegy egyharmadát adta.

A világgazdaságban — 1973 óta — bekövetkezett változások azonban a távlati célkitűzések és a *szén tervezett szerepének újraértékelését* vetették fel. Az energiaárakban robbanásszerűen bekövetkezett áremelkedések, illetve a beszerezhetőség korlátozottsága szükségessé tették az energiagazdálkodás felülvizsgálatát és a következmények levonását. A kialakult bizonytalan kezdeti helyzet után ma már egyértelműen megállapíthatók a következők:

— az energiafelhasználás fejlődésének általános iránya nem változik meg, azonban időben és területileg — a korábbi elképzelésekhez viszonyítva — módosulások várhatók;

— az általános fejlődési irányon belül a kőolaj felhasználás tervezett fejlődése lelassul, az atomenergia iránti igény és annak szerepe megnövekszik;

— *az olcsón beszerezhető energia időszaka elmúlt*, importjuk is nehezebbé vált és a robbanásszerűen megnőtt árak további emelkedésével is számolni kell;

— a szénhidrogének növekedési ütemének lassúlása, az atomenergia nagyobb mérvű elterjedéséhez szükséges idő (kapacitás gondok, környezetvédelmi szempontok stb.), a gyorsan növekvő energiaszükségletek kielégítése óhatatlanul megköveteli, hogy a szén hosszabb távon is nagyobb szerepet kapjon az energiaellátásban;

— az energiatakarékosságnak minden területen messzemenően érvényesülnie kell, ennek alapvető követelménye, hogy az ellátásban résztvevő energiahordozók termelése és felhasználása egyaránt korszerű módon történjék.

Az energiagazdálkodás felülvizsgálata és a szén szerepének szükségszerű módosítására vonatkozó első intézkedésekkel már teljesen egyértelművé vált, hogy a legnagyobb energiabázist jelentő szénvagyont a jövőben a korábban tervezettnél nagyobb mértékben kell az energiaellátásba bevonni. A széntermelés visszafejlődését minél gyorsabban, a lehetséges mértékig le kell lassítani, illetve a termelés közel szinten tartását kell előirányozni. Tekintve, hogy a bányaállományunk—szénvagyon kimerülés miatt — csökken, a széntermelés visszafejlődését a nagyobb szénvagyonú bányák termelésének bővítésével, korszerűsítésével lehet megállítani, illetve mérsékelni.

A feladatok megoldásának elősegítése érdekében 1974-ben kormányhatározat született, a mely a szénbányászat felerősítésén, a fokozott műszaki fejlesztésen kívül fontos intézkedéseket tartalmaz a szénbányászat dolgozóinak további erkölcsi és anyagi megbecsülésére, a bányászat létszámának stabilizálására, fiatalítására. A hűségjutalmi rendszert a dolgozók részére előnyösen változtatta meg, a fiatal dolgozók letelepítése érdekében pedig az V. ötéves tervidőszakban 10 000 bányászlakás felépítését irányozta elő.

Az újraértékeléssel kapcsolatos vizsgálatok azt is igazolták, hogy *1980 után a széntermelés szinten-*

* A 68. közgyűlésünkön máj. 22-én Tatabányán tartott előadás. A testvér iparág helyzetéről szóló beszámolót olvasóink tájékoztatására Egyesületünk célkitűzéseinek megfelelően közöljük. *(Szerk.)*

tartását, illetve növelését csak új bányák építésével lehet elérni. A szénbázis igénybevételének mértékére, ütemére vonatkozó célkitűzések ma még nem teljesen egyértelműek, azonban az már biztosan lerögzíthető, hogy a jövőben a széntermelés növelését kell előirányozni.

Hazánk kitermelhető szénvagyona közel 7 milliárd tonna, amelyből — a jelenleg érvényes minősítés alapján — az ipari szénvagyon több mint 2 milliárd tonna, amelynek negyedrésze működő bányáinkban található. A jelenlegi 25 millió tonna/év széntermeléssel az ismert ipari szénvagyont évente kb. 1%-ban, a működő bányák szénvagyonát 4%-ban vesszük igénybe.

Ipari szénvagyonunk a reménybeli szénvagyon révén mintegy 1,5 milliárd tonnával bővíthető. Ezen túlmenően a jelenleg műrevalóhoz közeli tartományba eső — államilag is védett — tartalék szénvagyonunk is jelentős fejlesztési lehetőségeket képezhet. Ez utóbbi hasznosítása a világpiac energiaárainak várható alakulása, és a termeléstechnika fejlődésének hatására bizonyára előtérbe kerül.

Meglehetősen kicsi a működő bányák szénvagyona, átlagos élettartamuk mindössze 25 év. Még kedvezőtlenebb — 15 év — az északdunántúli területek ellátottsága. Akkor sem változik ez a helyzet lényegesen, ha figyelembe vesszük a meglévő bányákhoz kapcsolható, azokból gazdaságosan leművelhető szénvagyont. Ez csupán néhány perspektívikus bánya nagyobb ütemű fejlesztéséhez nyújt alapot. Olyan szempontból nagy jelentőségűek a meglévő bányák élettartamát növelő szénvagyon kapcsolások, hegy ezekben a bányákban korszerű, a lehetséges új bányák műszaki színvonalát megközelítő technológia, illetve felszereltség alakítható ki. A fejlesztés szempontjából figyelemre méltó, hogy *a meglévő bányák kitermelésre váró szénbányáknak több mint 3/4-ed része 17 bányára koncentrálódik* és ezekben a bányákban a lefejtésre tervezett szénvagyon meghaladja a 10 millió tonnát.

A mezőkapcsolások révén fejleszthető bányaterületeink közül ki kell emelni a középdunántúli dudari és balinkai, a borsodi és nógrádi, a várpalotai és nem utolsó sorban a mátraaljai fejlesztési lehetőségeket. A mecseki szénbányászat e vonatkozásban különleges helyet foglal el, ugyanis itt a bányákkal lefedett *hatalmas kokszolható szénvagyon* fokozott ütemű feltárásával, bányarekonstrukciókkal van mód a nagyobb igénybevételre,a fejlesztésre. Csak szerény lehetőségek vannak viszont az északdunántúli, dorogi, tatabányai és oroszlányi meglévő bányák fejlesztésére.

A meglévő bányák fejlesztését már napirendre tűztük, de ezzel a távlatokban körvonalazódó szénigényeknek csak töredéke lenne kielégíthető. Mód van viszont arra, hogy az eddig bányákkal még be nem telepített szabad területek összefüggő szén- és lignitvagyonaira új, modern, nagykapacitású bányákat, külfejtéseket telepítsünk. Az így számításba vehető mintegy 3 Mrd tonna szabad és reménybeli ipari szénvagyon több mint százszorosa jelenlegi éves széntermelésünknek.

A szénbányászat az V. ötéves tervét — az energiaár robbanás és ennek következményeként szerepének népgazdasági szintű újraértékelése után — termelési kapacitásai, technikai színvonala, létszáma és gazdasági helyzete tekintetében egyaránt legyengülve kezdte meg. Ezért célul kellett tűzni a széntermelés szintentartása mellett a meglévő bányaüzemek korszerűsítését, a létszám fiatalítását, a gazdasági felerősítést, és a szénbányászati beruházások növelését. E célok elérésére a szénbányászat irányító és végrehajtó apparátusának minden szintjén céltudatos, sok erőfeszítéssel járó munka kezdődött meg. A szívós munka ellenére a jelenlegi helyzet még nem egyértelműen pozitív. Számos eredmény ellenére sok területen még hatnak a visszafejlesztés következményei; még sok év munkájára és jelentős népgazdasági ráfordításokra van szükség ahhoz, hogy a szénbányászat ismét a dinamikus fejlődés szakaszába lépjen.

Szénbányászatunkban új bányaüzem sok év óta nem létesült. Ezért a széntermelés a jelenlegi tervidőszakban a meglévő bányaüzemek egyre szűkülő szénvagyonán, bizonyos tekintetben a növekvő szállítási távolságok, a szénvagyon utolsó hányadának művelése stb. miatt rosszabbodó feltételek között folyik. A mélyműveléses szénbányászat termelő kapacitásai a természetes szénvagyonkimerülés és az utóbbi évek elemi csapásai miatt folyamatosan csökkennek, az egyensúlyt a pótlásukra indított bányamezőkapcsolások nem biztosítják. Ilyen körülmények között a szénbányászat termelési volumenének legfeljebb csak szinten tartására vállalkozhatott.

A szénbányászat termelési előirányzata az V. ötéves terv éveiben 25,5 Mt/év körül mozog. Ennek mintegy háromnegyede a mélyműveléses bányászat és negyede a visontai Thorez külfejtés előirányzata.

A működő termelési kapacitásokkal ellentétes tendenciájú a fogyasztók szénigénye, amely évről évre meghaladja a korábban e tervidőszakra reálisnak vélt mértéket. Ezért a szénbányászat rendkívüli erőfeszítésekre kényszerül, termelési tervei rendszeres túlteljesítésére. A tervidőszak első négy évében a mélyműveléses szénbányászat kereken 1 millió tonnával teljesítette túl termelési előirányzatát úgy, hogy közben kapacitásai minden évben néhány 100 ezer tonnával csökkentek.

A csökkenő kapacitások mellett nem csak a túlteljesítésre, de már a hétköznapi termelési tervek teljesítésére is egyre növekvő mértékben kellett szabadnapi termeléseket igénybe venni. A szabadnapi termelés volumene abszolút mennyiségben és a hétköznapi termeléshez viszonyított részarányában is évről évre növekedett, 1979-ben 1 Mt körüli volt.

A pótlólagos termelések jelentős áldozatvállalást, szabadnapjaink egy részének igénybevételét kívánják a szénbányászat dolgozóitól. Az egy fizikai dolgozóra jutó átlagos túlműszak pl. 1979-ben mintegy 16 műszak/fő volt, ami azt jelenti, hogy az egy főre jutó túlműszakarány az összes teljesített műszakhoz több mint 6% volt, közel kétszerese az állami iparban foglalkoztatottak átlagának.

A visszafejlesztés éveinek erősen visszafogott beruházási politikája után napjainkban a szénbányászatnak sok pótolni valója van. A beruházási tevékenység az V. ötéves tervidőszakban új lendületet kapott és — bár a rendelkezésre álló fejlesztési for-

rások még mindig nem érik el a szükséges mértéket—jelentős fejlesztési tevékenység vette kezdetét.

A szénbányák a vállalati beruházások körében általában a fejlesztési források negyedét szénvagyonpótló és kapacitásbővítő rekonstrukciókra, és felét műszaki fejlesztésre — géppótlásra — fodítják. Súlyos problémát jelent, hogy a gépárak növekedésének hatására a rendelkezésre álló fejlesztési alapok a tervezettnél lényegesen kevesebb gép beszerzésére nyújtanak fedezetet, sőt a hiányok számos reális, a szénbányászat fejlesztése szempontjából nélkülözhetetlen beruházás megkezdését akadályozzák.

Nagy fontossággal bír a szénbányászat fejlesztése vonatkozásában a mecseki szénbányászat teljes rekonstrukciójának célcsoportos beruházásként való megvalósítása. Ez a 2000-ig szóló program az Állami Tervbizottság döntése alapján a kokszolható szénkoncentrátum éves termelésének a jelenlegi 460 ezer tonnáról 670 ezer tonnára való növelését szolgálja, és alapja egy még magasabb, 900 ezer tonnás kokszszénkoncentrátum termelésére való felkészülésnek.

A megkezdett és a közeljövőben kezdődő állami nagyberuházások körébe az *új eocén bányaépítések* tartoznak. Mint ismeretes, a márkushegyi és a nagyegyházi bányaüzemek létesítése tervszerűen halad, Mány és Lencsehegy II. bányaüzemek építésének előkészítése pedig megkezdődött. Az építés kezdésére vonatkozó állami döntéseket e két utóbbi bányaüzem vonatkozásában a szénbányászat sürgeti. Az egyre jelentősebb kapacitáshiányok pótlása, a minőségi barnaszén iránti kereslet fokozódása az új eocén bányák mielőbbi termelésbe lépését indokolja.

A beruházások jelenlegi állása a márkushegyi és a nagyegyházi bányák esetében a termelésbelépés időpontjának 1981-re történő előrehozását teszi lehetővé.

A már korábban ismert, és az utóbbi években ismét megnövekedett földtani kutatások eredményeként jelentősen bővült hazai szénvagyon távlatokban lehetővé teszi a széntermelés bővítését. A termelés fejlesztésére elengedhetetlen szükség van, hiszen népgazdaságunk energiafelhasználása az ezredfordulóig előreláthatólag megkétszereződik.

Az energetikai beruházások megvalósításának időigénye közismerten nagy. Ezért a hazai széntermelés gazdaságos fejlesztéséhez megfelelő időben hozott döntésre van szükség. A szénbányászat napjainkban állami döntésekkel megalapozott fejlesztési céllal csak az új eocén bányanyitások tekintetében rendelkezik. A ma meglévő, hosszabb élettartamú bányaüzemek és az épülő új eocén bányák együttes termelése azonban 2000-ig csak a jelenlegi termelési szint megtartására elegendő. A széntermelés bővítésére tehát újabb bányaüzemek megnyitását kell elhatározni.

Az eddig elvégzett részletes vizsgálatok szerint a szénbányászat termelése 2000-ig a napjainkra jellemző 25 Mt/év széntermeléshez viszonyítva duplája lehet. Ez a széntermelés is azonban az ezredfordulón a prognosztizált energiaigény kevesebb mint 20%-át teszi ki csupán.

A széntermelés várható önköltsége a világpiaci áraknál lényegesen kisebb, gazdaságosságuk minden más energiahordozó behozatalával összehasonlítva vitathatatlan. Az energetikai beruházások komplex intézkedéseket igényelnek. Biztosítani kell a szénbányászat egyenletes, tervszerű fejlesztését, ki kell alakítani a beruházásokhoz és az üzemeltetéshez szükséges ipari hátteret; a felhasználási oldalon gondoskodni kell a korszerű szénfelhasználás módszereinek és berendezéseinek bevezetéséről, illetve létesítéséről.

Ezek után röviden a műszaki fejlesztési helyzetünkről, eredményeinkről, célkitűzéseinkről szeretnék szólni.

Ismeretes, hogy a hazai szénelőfordulások országunk területén szétszórtan helyezkednek el, és nagy eltérések vannak az egyes szénmedencék települési korában, kifejlődésében és minőségében is. Szinte valamennyinek közös jellemzője viszont a kedvezőtlen település, a területek erős tektonizáltsága és az elemi bányaveszélyek jelenléte. A kedvezőtlen természeti körülmények, a területi, szervezeti tagoltság ellenére is a hazai szénbányászat műszaki fejlődése hosszú időn át közel járt a nemzetközi színvonalhoz. Az utóbbi néhány évtizedben azonban a világ nagy szénbányászattal rendelkező országaiban olyan rohamos fejlődés indult meg, amelynek ütemét a magyar szénbányászat követni már nem tudta. Ezért ma a szénbányászat műszaki színvonala, a gépesítés foka és a termelékenység elmarad a fejlett szénbányászatú országokétól.

A gyorsabb haladás elsőrendű akadályát — eltekintve a fejlesztés szerényebb anyagi alapjaitól — elsősorban a természeti adottságokból fakadó nehézségek jelentették. Általánosan jellemző, hogy a széntelepek szilárdabbak, mint a mellékkőzetek. A mélyműveléses szénbányákban a kis szilárdságú főte omlásra hajlamos és a nyitott térségek erős biztosítás nélkül nem tarthatók fenn, másrészt a puha és duzzadásra hajlamos fekükőzeteken a nagy teljesítményű, nehéz bányagépek csak korlátozottan alkalmazhatók. Egy másik probléma, hogy a vetőkkel sűrűn szabdalt területeken jól gépesíthető hosszú kifutású, nagy homlokszélességű fejtések telepítésére csak kevés lehetőség van. Különleges feladatot jelent továbbá a mecseki kokszolható szénelőfordulás nagyrészt meredek telepeinek korszerű gépesítése.

Mindezek ellenére a céltudatos fejlesztési munka eredményeként kezdetben szerényebb, majd az utóbbi évtizedben egyre gyorsuló műszaki fejlődésnek lehetünk tanúi.

A műszaki fejlesztés egyik alapvető követelménye az üzemkoncentráció fokozása, a kis számú, nagy kapacitású bányaüzem kialakítása. E tekintetben eredményes munka folyik. A korábbi sok kis bányaüzem helyett a szénbányászat ma már csak 45 mélyműveléses bányaüzemből termel, és egy bánya napi termelése elérte az 1350 tonnás átlagot. Az üzemkoncentráció a következő években tovább fokozódik. A mélyműveléses bányák száma tovább csökken, míg a belépő új bányák hatására egy bánya átlagos napi termelése 1990-re már

2400 tonna fölé emelkedik. A visontai Thorez külfejtés napi 20 000 tonna feletti termelésével az üzemkoncentráció egy más kategóriáját képviseli.

A mélyműveléses bányászatban a cél a nagykapacitású, jól gépesített termelő munkahelyek kialakítása, amellyel párhuzamosan kell korszerűsíteni a szállítási és a járulékos munkafolyamatokat és a termelésirányítást is.

Az alapvető fejlesztési feladat a frontfejtések gépesítése volt. Kezdetben a marótárcsás jövesztőgépekkel vagy széngyaluval és páncélkaparó szállítóberendezéssel ellátott egyedi acéltámos frontfejtések terjedtek el, amelyeket ma már a komplexen gépesített fejtések sora követ. A komplex gépesítésű frontfejtésekben a fejtési térség biztosítására hidraulikus támokkal rendelkező önjáró biztosítási egységek szolgálnak. Először a keretes önjáró biztosítószerkezetek terjedtek el, ezeket azonban fokozatosan felváltja a hazai természeti viszonyoknak jobban megfelelő pajzsbiztosítás. A pajzsbiztosítás előnye a keretes biztosító szerkezetekkel szemben, hogy a fejtési munkahely a szénhomlok kivételével teljesen zárt, valamint a széntelep feküjére áthárított fajlagos talpnyomás is kedvezőbb.

A korszerű páncélpajzsok kifejlesztésében kimagasló érdemeket szerzett a Várpalotai Szénbányák, amelynek VOB és VHP pajzscsaládja napjaink és a következő évek legsikeresebb biztosítószerkezete.

Hasonlóan jól alkalmazható hazai körülmények között a szovjet 2MK—E típusú pajzs.

A pajzsbiztosítású, vagy a korábban beszerzett keretes önjárókkal felszerelt komplex gépesítésű frontfejtésekben szinte kivétel nélkül marótárcsás jövesztő-rakodógépek üzemelnek, a széngyalus jövesztést csak különleges esetekben alkalmazzuk.

A fejlesztés lehetőségei a mecseki gázkitörésveszélyes, meredek telepek művelésénél az országos átlagtól eltérőek, és elsősorban a fejtések gépesítése számos problémával terhelt. Ennek ellenére az elvégzett kísérletek biztatóak.

A komplexen gépesített frontfejtések számának az összes fejtés-számhoz viszonyított aránya 1979-ben 40%-ot tett ki, amelyekből a mélyműveléses széntermelésnek közel 50%-a származott. Egy komplex gépesítésű frontfejtés napi átlagos termelése elérte a 800 tonnát, de az átlagot messze meghaladó termelési eredmény is született, például a Borsodi Szénbányák Feketevölgyi bányaüzemében, ahol 1979. év átlagában egy frontfejtés napi termelése 1973 tonna volt.

A komplex gépesítésű frontfejtések arányának növelésére, termelésük, műszaki színvonaluk fokozására irányuló munka tovább folyik. A várpalotai pajzscsalád fejlesztése, a fejtési vágatkereszteződések biztosítására szolgáló berendezések kialakítása, az egyre nagyobb teljesítményű marótárcsás gépek és páncélkaparók beszerzése, az elszállító rendszerek automatizálása, a személy és anyagszállítás gépesítése hozzájárul a jövő napi 1000 tonna felett termelő nagy frontfejtéseinek kialakításához. 1990-ben a komplex gépesítésű fejtésekből nyerjük a termelés 3/4-ét, gépi jövesztéssel több mint 80%-át.

A vágathajtás gépesítése ma még elmarad a frontfejtések színvonalától. A fejlesztés itt a termelvény folyamatos szállítóberendezéseken való elszállításával és rakodógépek kisebb mértékű alkalmazásával kezdődött. Közben kísérletek folytak a hazai viszonyoknak megfelelő vágathajtó jövesztő-rakodógép kialakítására. A fejlesztés eredményeként került gyártásra a magyar F típusú vágathajtógép-család, amelynek kemény szenek jövesztésére is alkalmas változatai mindinkább elterjednek, és alkalmasak a szénben történő vágathajtás gépesítésére, a komplex technológiai láncok kialakítására.

A vágathajtás mai gépesítési színvonalára jellemző, hogy az 1979-ben kihajtott 228 km vágatból 58 km, az összes vágathajtás 25%-a származott gépi vágathajtásból. Ezt az arányt a szénbányászat 1990-ig 50%-ra kívánja emelni, közben arányaiban csökkentve, de technológiájában fejlesztve a fúró-robbantó jövesztési módot is.

A munkahelyi gépesítés eredményeit igazolja, hogy 1979-ben a mélyműveléses széntermelés 66%-a volt gépi jövesztésű, és 85%-át gépek rakták fel. A fejlődés — elsősorban a termelésbe lépő új bányák hatására — a következő tervidőszakokban felgyorsul, így 1990-ig a géppel jövesztett szén arányának 82%-ra, a géppel felrakott szén arányának közel 90%-ra való növekedése várható.

A munkahelyi gépesítésből származó előnyöket csak a kiszolgáló munkafolyamatok fejlesztésével lehet maradéktalanul kihasználni. Ki kell emelni az automatizált folyamatos szállítási rendszerek elterjesztésének eredményeit. Az automatizált szalagszállító rendszerek a beépített mérő-érzékelő műszerekkel ma már több bányában üzemelnek, és a kapcsolódó hírközlő és riasztó rendszerrel együtt a korszerű diszpécserrendszerű munkairányítás alapjait adják. Az 1980-as években valamennyi bányaüzemben kiépül a diszpécserrendszerű munkairányítás rendszere, és megkezdődik a számítógépes kapcsolatot adó elektronikus mérő, adatgyűjtő és folyamatellenőrző rendszerek kiépítése is. A program a hatékony információs és irányítási rendszer megteremtésén túl jelentősen növeli a bányászat biztonságát is.

A szénbányászat helyzetéről, eredményeiről, távlatairól rövid tanulmányomban, bízom benne sikerült átfogó képet adni. Ennél többre nem vállalkozhattam, de az eredményeink, helyzetünk iránt érdeklődők figyelmébe ajánlhatom a BKL—BÁNYÁSZAT közeljövőben — az év végén, vagy a jövő év elején — megjelenő számát, amelyben az MSZT tevékenységéről, eredményeiről részletes, átfogóbb képet nyújtunk.

Ércbányászatunk és kohászatunk fejlesztési célkitűzései a VI. ötéves tervben*

DR. SZIKLAVÁRI JÁNOS okl. kohómérnök, főosztályvezető
Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, Budapest

DK: 622.34

A hazai érctermelésben jelenleg a bauxittermelés a kiemelkedő. Erre épülve, az alumíniumkohászat fejlesztési lehetőségei. A hazai vasérctermelés egyre jelentéktelenebbé válik. A külföldi vasércek képezik a nagyolvasztók ércbázisát. Az újonnan felfedezett jelentős recski rézércelőfordulás alapját képezheti a jövőben a hazai rézkohászatnak.

A természet és társadalom kapcsolata közül a társadalom fejlődése szempontjából legfontosabb a bányászat és kohászat együttes tevékenysége: a természet ásványi kincseiből fém szerkezeti anyagokat szolgáltat társadalmi felhasználásra.

Nemrégen a bányászat-kohászat egy mesterség volt és egyugyanazon tudománykörbe tartozott. A fejlődés során váltak szét. De a legújabb fejlődés ismét közelebb hozza őket egymáshoz: elmossa technológiai műveleteik határait; különösen a területközelségre alapozott termelési rendszerek kialakulásával és az ásványi anyagok komplex feldolgozását szolgáló új technológiák megvalósulásával. Ez a tendencia a hazai bányászat-kohászat kapcsolatában is érvényesül.

Az *1. táblázat* az összetartozás szemléletével vázolja a tevékenység két végpontját:

— az egyiken a természet ásványi kincsei,
— a másikon a felhasználásra kész szerkezeti fémek vannak.

Az ásványi kincsek fémei tetemes energiát igénylő, sok-sok technológiai művelet útján lesznek szerkezeti fémek. A legfontosabb műveletek:

— geológiai kutatások,
— bányanyitás, bányaművelés és bányafelhagyás,
— ércdúsítás;

az ércből és koncentrátumból

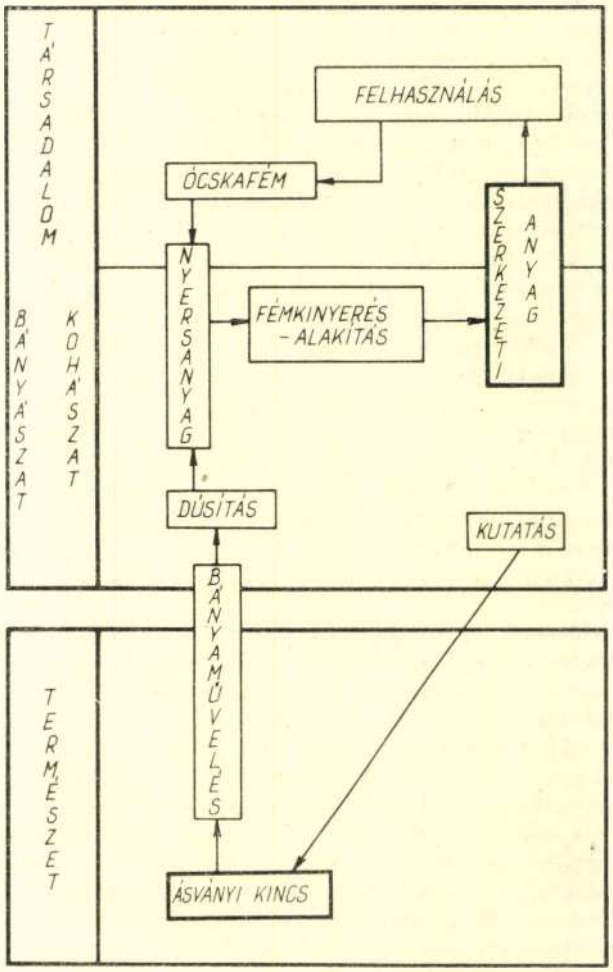
— kohászati előkészítés,
— fémkinyerés, fémtisztítás, alakítás és
— kikészítés

útján lesz a kívánt használati értékű fém szerkezeti anyag.

Hazánk a fém szerkezeti anyagok felhasználásával ma még nem éri el a fejlett országok szintjét, némely fém tekintetében a közepesen fejlett országokét sem. A felhasznált fémek egy főre eső tömege is kevés, de főleg a magasabb fokon kikészített, ötvözött és különleges tulajdonságú fémekből használunk fel keveset. Fejlődésünk nyilvánvalóan megköveteli, hogy gépeink és berendezéseink használati értékének növelése érdekében fokozzuk bennük az értékesebb szerkezeti anyagok arányát.

A hazai feldolgozóipar többféle úton juthat fém szerkezeti anyagokhoz:

— szerkezeti fémet importálhatunk,



— import fémalapanyagból (félkészáruból) a hazai kohászat gyárthat szerkezeti anyagot,
— import nyersanyagból (ércből, koncentrátumból) gyárthat a hazai kohászat szerkezeti anyagot,
— hazai nyersanyagból a hazai kohászat gyárthat fém szerkezeti anyagot.

Hogy e lehetőségek közül melyiket válasszuk, azt fémenként, sőt fémötvözetenként kell eldönteni számos természeti, műszaki, gazdasági és külkereskedelmi tényező egyidejű összevetése útján, figyelembe véve a világtendenciákat is.

Mostanában sok szó esik arról, hogy Földünk nem korlátlanul bő forrása a nyersanyagoknak. A kitermelést viszont növelni kell, olyan mértékben, amilyen mértékben a Föld népeinek fogyasztása növekszik. A növekedés mértéke viszont ma már olyan nagy, hogy a kitermelést és a feldolgozást ki kell terjeszteni a gyengébb minőségű és a nehezebb körülmények között bányászható elő-

* A 68. közgyűlésünkön máj. 22-én Tatabányán tartott előadás anyaga. *(Szerk.)*

fordulásokra is. S minthogy ez az összefüggés mindenekelőtt az ércekre vonatkozik, ezért főleg a világ ércbányászata és kohászata találja szemben magát egyre nehezebb feladatokkal. Nem azért, mintha a bányászatnak nem lennének műszaki megoldásai a mélyebb — víz- és gázveszélyes, nagyobb kőzetnyomású — bányák műveléséhez, vagy a kohászatnak nem lennének technológiái a szegény ércek vagy komplex ércek kohósításához, hanem azért, mert nehezebb természeti körülmények között bányászni és szegényebb ércből fémet kinyerni több energiafelhasználással jár. Ez jócskán drágítja az amúgy is nagyon energiaigényes érckitermelést és fémkinyerést. Valószínű tehát, hogy az ércek és fémek világpiaci árszintje gyorsabban emelkedik majd, mint az iparcikkeké, s inkább az energiaárak növekedésének a mértékéhez igazodik.

Eme világgazdasági tendenciából adódóan fogalmazódott meg népgazdaságunk egyik fontos távlati célkitűzése, ami szerint bányászatunk-kohászatunk a magyar föld fémhordozó kincseinek racionális ütemű kitermelésével és optimális hasznosításával is járuljon hozzá társadalmunk fejlődéséhez. Ez azt jelenti, hogy hazai ásványi kincseinkből állítsunk elő fém szerkezeti anyagokat, ha ez az út hosszú távon gazdaságosabb az importnál. (Természetesen azokról a fémekről van szó, amelyekből hazánk földjében kitermelhető készlet van; ilyenek az alumínium, mangán, szilicium, vas, magnézium, réz, cink, ólom, molibdén, vanádium, gallium és néhány egyéb ritka fém.)

Főbb vonalakkal vázolva, tekintsük át, hogy a legfontosabb szerkezeti fémek — alumínium, acél és réz — termelése terén hogyan érvényesülhet e távlati célkitűzés bánya- és kohóiparunk fejlesztési programjában.

Hosszabb távra tervezett fejlesztés az egyes technológiai fázisok középtávú tervszakaszokban végrehajtható beruházásaival valósul meg. Az egyes beruházások különböző összegű anyagi ráfordításokat igényelnek és rendszerint már önmagukban is gazdasági eredményt hoznak. Az eredmény a technológiai fázistól függően a népgazdaság más-más területén jelenik meg. Nyilvánvaló, hogy a népgazdaság gazdasági helyzete és középtávú komplex feladatai szabják meg, hogy a gazdasági eredményre melyik területen van nagyobb szükség, tehát a fejlesztés megvalósításának tervezésekor melyik fázisok beruházásai kapjanak elsőbbséget, prioritást.

A VI. ötéves tervidőszakra meghatározott prioritások közül bennünket, bányászokat és kohászokat érintően legfontosabbak a

— hatékony anyag- és energiatakarékosság

és a

— termékszerkezet korszerűsítése

területére kitűzött feladatok. Ezek orientálják hosszabb távú fejlesztéspolitikánk középtávú fejlesztési programjait.

Alumíniumiparunk

A világgazdaság fejlődése azt jelzi, hogy tovább bővül az alumínium felhasználási területe, amit jó szerkezeti anyag tulajdonságainak köszönhet. Noha az energiaproblémák miatt az alumíniumtermelés fejlődése is lelassult, az alumíniumfogyasztás növekedési rátája a fémeké közül mégis a legnagyobb lesz.

Az alumínium és a társadalom viszonyára — világviszonylatban — ma az jellemző, hogy a természetbeni előfordulások és a társadalmi felhasználás földrajzilag általában távol esnek egymástól. Emiatt gyakoriak a csupán bauxitkitermelő és esetleg timföldgyártó, a csupán fémkinyerő, ill. csupán fémfeldolgozó ágazatokkal rendelkező országok. Ezekhez mérten Magyarország még sokáig helyzeti előnyben lehet! Hiszen a bauxitra, hazánk legjelentősebb ásványi nyersanyagkincsére vertikális bányászat-kohászat épült ki (a föld megkutatásától az alumínium készáruig), jórészt egyetlen gazdasági (vállalati) rendszeren belül. Alumíniumiparunk ma már népgazdaságunk iparszerkezetének nélkülözhetetlen része és kiemelkedő hozamú devizaforrás. Elismert eredményeink mellett azonban problémáink is vannak, mert a vertikum technológiai fázisai nem egyenszilárdságúak: egyes fázisok műszaki színvonalának és termékei minőségének a nemzetközi élvonalhoz viszonyított helyzete vegyes képet mutat. A fázisok termelőkapacitásai között pedig még közel nagyságrendű különbség is akad.

Bauxitbányászatunk színvonala az adott geológiai körülmények között — a nemzetközi összehasonlítás alapján — kielégítőnek, az élenjáró technológiákhoz közelállónak minősíthető. A timföldgyártás termelési mutatói és technológiai részmegoldásai is elérik a világszintet; a fémkinyerő elektrolízis színvonala viszont elmaradott: alumíniumkohóink elavultak, nagy élőmunka-ráfordítást igényelnek és környezetvédelem szempontjából is kifogásolhatók. Fémtisztító technológiánk sem minősíthető fejlettnek. Részben ez is oka annak, hogy a félgyártmányok átlagos minősége még a világpiaci követelmények alsó szintjén van, igaz már javuló tendenciában. A készáruk egyes termékcsoportjai világszínvonalúak, mások messze az alatt vannak.

Bauxitbányászatunk évi 3 millió tonna kitermeléssel a világ országainak rangsorában a 7., az európai rangsorban a 2. helyen áll. A világtermelés 3,5%-át, az európai termelés 17%-át adjuk.

Bauxittermelésünk 80%-ának a feldolgozásához van timföldgyártó kapacitásunk. 20%-át exportáljuk. Kereken 800 ezer tonna timföldet állítunk elő, a világtermelés 2,8%-át. A világon a 11. helyen, Európában az 5. helyen állunk. De csupán 140 ezer tonna timföld elektrolizálására van itthon kapacitásunk. Kohóinkban évi 70—72 ezer tonna alumíniumtömböt nyerünk ki. Nem vagyunk a világ első 30, sem Európa első 15 országa között, s nem adjuk a világtermelés 0,5%-át sem! Az itthon termelt és a szovjet-magyar egyezmény alapján importált tömbből 175 ezer tonna félgyártmány, öntvény és fólia készül, amivel viszont a világ 16., Európa 10. helyén állunk, 1,2% részesedéssel a világtermelésből.

Ez a sok számadat azért kívánkozott ide, mert egyik-másik jól tükrözi kedvező poziciónkat és

nagyon is indokolja, hogy alumíniumiparunkat kiemelt program keretében fejlesszük, közép és hosszú távon egyaránt prioritást adva hozzá. Ismeretes, hogy népgazdaságunk mindössze öt központi fejlesztési programja közül az egyik az Alumíniumipari Központi Fejlesztési program. Ennek az 1980. utáni időszakra tervezett fejlesztési terve rövidesen a kormány elé kerül.

A számadatokból azonban más is kivehető; többek között az, hogy a kibányászott bauxit kinyerhető alumíniumtartalmából csupán 15%-nyit nyerünk ki hazai kohóinkban. Vagy az, hogy az itthon szerkezeti anyaggá (féltermékké és készáruvá) feldolgozott fémalumínium (ami a hazai kohók termékéből és főleg szovjetunióbeli bérkohósításból származik) nem teszi ki a kibányászott bauxit alumíniumtartalmának a 40%-át sem! Az alumínium fele bauxitban, timföldben vagy tömb alakban elhagyja a hazai vertikumot; külföldön lesz belőle szerkezeti anyag. Ez idő szerint tehát népgazdaságunk ennyi alumínium arányában csak nyersanyagkitermelő és alapanyagtermelő ország szerepét játssza.

A fentiekből megfogalmazható a feladat: alumíniumiparunk termelési struktúráját javítani kell. Kifizetődnék a Központi Fejlesztési Program keretén belül hosszabb távú megvalósítással:

— 200 Et-val növelni a kohókapacitást, villamosenergia termelésünk fejlődésével párhuzamosan,
— korszerűsíteni a meglévő kohókat,
— 150 Et-val növelni a féltermékgyártó kapacitást,
— növelni az ötvözött alumínium arányát.

Így nemcsak megtarthatnánk, hanem javíthatnánk pozíciónkat a világ alumíniumtermelésében, amellett hazánk ipari termékszerkezetének fejlődését szolgálnák, méghozzá az egyik legfontosabb szerkezeti fém termelése területén.

Bízunk abban, hogy a VI. ötéves tervidőszakban — a folyamatban lévő beruházások befejezése mellett — kezdetét veheti a kohókapacitást bővítő beruházás; első lépcsőben évi 100 Et-s elektrolizáló üzem létesítésével.

Vaskohóiparunk

A vas és acél szerkezeti anyagok szolgáltatásában bányászatunk-kohászatunk nem tart olyan meghatározó kapcsolatot hazánk földje és társadalma között, mint az alumínium termelésben. A kapcsolat a történelmi múltban erős és gyümölcsöző volt; alapot adott ahhoz, hogy hazánk már a század első felében jelentős és jóhírű ipart fejlesztett ki.

A kapcsolat gyengülésének természeti adottságokból és technológiai felkészültségből eredő okai vannak. A hazai föld a vaskohóipar nyersanyag- és energiaszükségletének ma már csak kis hányadát szolgáltatja. A vasérc 95%-a, a vaskinyerő koksz 70%-a, a ferromangán 100%-a import, noha vannak vasérceink: limonitok, pátvasércek, ankeritek, vannak vashordozó vörösiszapjaink, oxidos és karbonátos mangánérceink, kokszolható szeneink.

A hazai vasércek és vörösiszapok mellőzése nem írható csupán a vaskohóipar rovására (még akkor sem, ha évtizedekkel ezelőtt számottevő mennyiséget fogyasztott el belőlük), mert az elmúlt két évtizedben a nyersvasgyártás világszerte a vasban dúsabb nyersanyagok feldolgozásának az irányába fejlődött. Vasérceinket és vörösiszapjainkat kis Fe-koncentrációjuk miatt mellőzzük, ennek ellenére is napjainkban a világon valószínűleg a magyar nagyolvasztók dolgoznak a legkisebb Fe-tartalmú eleggyel, ennek következtében a fajlagosan legtöbb salakkal és legnagyobb energiafelhasználással. Jellemző, hogy a magyar nagyolvasztók 800 kg salakot ömlesztenek meg 1 t nyersvas előállításakor, a fejlett és fejlődő országok nagyolvasztói 300—400 kg-ot. Alapvető ok az, hogy metallurgiai fázisaink előkészítő technológiái fejletlenek.

De nemcsak a vaskinyerő, hanem az acélgyártó és acélfinomító technológiákban is vannak nehézségeink. Acéltermelésünk 90%-át még ma is az energia- és tűzállóanyag igényes Martin-eljárással állítjuk elő. Drága nyersvasból, drága technológiával főleg tömegacélokat gyártunk.

Fejletlen kikészítő technológiánk korlátozza a termékválaszték javítását, ami miatt a gépipar import acélra szorul, holott a vaskohóipar termelésének 30%-át exportálja. Az import főleg minőségi acél, az export tömegacél.

Vaskohóiparunk mindezen nehézségek és problémák ellenére népgazdaságunk egyik legjelentősebb ipari alágazata, amelynek vállalatai a mostoha körülmények között elért, gyakran kimagasló gazdasági eredményekért — köztük tőkés piaci eredményekért — számos megérdemelt elismerést kaptak. Azt is ki kell hangsúlyozni, hogy vaskohászatunk fontosabb technológiai fázisai az elmúlt évtizedben önmagukhoz mérten általában jelentős mértékben fejlődtek, de az összehasonlító élvonalbeli szinthez képest elmaradásunk általában nem csökkent, esetenként inkább növekedett.

Az új technológiák többsége ugyanis új konstrukciójú berendezésekben (nagy nyomású kohókban, nagy terű oxigénes konverterekben, vákuumtartályokban, öntőgépeken, átolvasztókban, gyorskovácsoló gépeken, nagy erejű sajtókon és folytatólagos vagy különleges hengersorokon) valósítható meg. Mindezek azonban nagyon költségesek, ezért általában csak a hagyományos technológiák berendezéseinél többszörösen nagyobb kapacitású termelő egységek térülnek meg.

Nincs annyi pénzünk (és hosszabb távon sem számíthatunk annyira), hogy a teljes vaskohászati technológiai vertikumban elérjük vagy akár megközelítsük az élvonal szintjét. Ebből kifolyólag szigoruan szelektív fejlesztést kell végrehajtani. Fejlesztéspolitikánk hosszabb távon sem számol a nyersvasgyártó, acélgyártó és meleg képlékenyalakító kapacitások számottevő bővítésével. Népgazdaságunk azt követeli, hogy a meglévő kapacitásokban megtermelhető alapanyagból és félkészáruból hozzunk létre minden piacon versenyképes szerkezeti anyagokat, minél magasabb kikészítési fokkal s minél nagyobb arányban másod- és harmadtermék alakjában. A vaskohászati

termékeknek mint szerkezeti és szerszám anyagoknak a műszaki színvonala és minősége nemcsak piacképességük döntő eleme, hanem közvetve és közvetlenül alakítja a maga és a feldolgozó ipar (gépipar, építőipar, közlekedés) termelési és termékszerkezetét is.

A folyamatban levő — a VI. ötéves tervidőszakban befejeződő — főleg acélműi beruházások javíthatnak vaskohóiparunk termékszerkezetén, mert megteremtenek műszaki feltételeket a mainál jobb minőségű, sőt ma nálunk nem gyártható acélok előállítására is. A dunaújvárosi kokszolómű és érczsugorítómű megépülése után pedig valamelyest enyhülnek majd vaskohászatunk belső vertikumi gazdasági nehézségei is. Minden persze nem oldódik meg! Többek között az ércdúsítás sem; sem a krivojrogi, sem a rudabányai érc dúsítása. Remélhető azonban, hogy legalább körvonalazódik a megoldás módja és belátható lesz annak időpontja. Valószínű, hogy a megfelelően dúsított krivojrogi aglóérc mellett a mainál több hazai vaserc és vashordozó ipari melléktermek lesz kohósítható nagyolvasztóinkban.

A VI. ötéves tervben erőforrásainkat jórészt lekötik az említett beruházások. Ezek mellett most főként arra kel törekedni, hogy aránylag kis költségráfordítással a késztermékekben hasznosítsunk minél többet abból a minőségi potenciálból, amelyet a most épülő konverterek, üstmetallurgiai berendezések és öntőgépek megteremtenek.

Rézkohászatunk

Az acél és alumínium után legfontosabb szerkezeti fém a réz. Hazánk finomrézkohászata élvonalba sorolható termékeket produkál, főleg import alapanyagból. Fémkitermelésünk jelentéktelen! Úgy látszik azonban, hogy e — ma még pótolhatatlan — fém tekintetében nem mostoha hozzánk a természet.

Ismeretes, hogy Recsk térségét a rézérc menynyisége, minősége, ill. fémkészlete alapján a világ 25 legnagyobb rézelőfordulása közé lehet sorolni. Ugyanitt ólom- és cinkelőfordulás is van, de más fémek (pl. molibdén) kinyerése is gazdaságos lehet.

A recski előfordulás sajátos ércföldtani jellegű és mélységi elhelyezkedésű. Hozzá hasonló máshol alig akad. Ezért a külföldi tapasztalatok átvétele mellett nélkülözhetetlenül szükség van arra a határtalanul lelkes, odaadó, újabb és újabb ismeretekkel bővülő hazai tudásra, amivel bányászaink rendelkeznek és amivel Recsk feltárásában is meghatározó szerepet játszottak.

A recski előfordulásra bányász-kohász szakembereink véleménye szerint célszerű — alumíniumiparunk példájára — komplex termelési rendszert létrehozni, amely a kutatás—bányászkodás—ércdúsítás—fémkinyerés vertikumában magas színvonalú technológiákkal biztosíthat versenyképes termelést és megfelelő alapanyagot Csepel finomkohászati üzemegységeinek.

Fejlesztési politikánk szerint a VI. ötéves tervidőszakban folytatódnia kell a recski ércvagyon kiaknázására irányuló munkáknak, a komplex feldolgozás szemléletével. Ez utóbbinak akkor is érvényesülnie kell, ha a beruházások több lépcsőben valósulhatnak meg.

*

Végezetül visszatérve a táblázatra, fordítsunk figyelmet az *ócskafémre* is. Azokról az alumínium, acél és réz anyagokról van szó, amelyek egy része már szolgálta a társadalmat és elhasználódott, más része gyártási hulladék. Regenerálásra, hasznosításra várnak. Értékes anyagok ezek, mert belőlük aránylag kis energiaráfordítással hasznos szerkezeti anyag állítható elő. Megtakaríthatók a bányászat ráfordításai és a kohászat előkészítő műveletei. A regenerálás azonban megfelelő műszaki elkészültséget igényel.

Sajnos a magyar kohászatnak ma még nincs meg minden műszaki adottsága az ócskafémek feldolgozására; emiatt sok nemesacél, alumínium és réz (és még más fém) hulladékot exportálunk. Gazdasági érdekeink — mindenekelőtt az energiatakarékosság — azt követelik, hogy a fémhulladékokból és ócskafémekből itthon állítsunk elő újra használható szerkezeti anyagokat. Ezért a VI. ötéves terv egyik kiemelt feladata lesz ehhez megteremteni a műszaki-technológiai feltételeket.

E rövid áttekintés a legfontosabb szerkezeti fémek előállítása terén ránk váró feladatokat csak főbb vonalaival vázolhatta. Ezeknek és a részfeladatoknak a megoldása is nagyrészt a bányász-kohász szakemberek közös és egymást segítő munkáját igényli, amit — úgy gondolom — mindannyian szívesen vállalunk.

Beszámoló külföldi konferenciáról

A vaskohászati egyesületek vezetőinek 4. tanácskozása az NDK-ban Scheibenmühleben máj. 21—25-én

A tanácskozáson a vendéglátó NDK delegációján kívül megjelent a szovjet, a lengyel, a csehszlovák és a bulgár egyesületek küldöttsége. Egyesületünk delegációját *Horváth Gyula*, a Vaskohászati Szakosztály alelnöke vezette, tagja volt még *Óvári Antal* és *dr. Szőke László*.

Az elhelyezés és a tanácskozás a Kammer der Technik elnökségi üdülőjében történt, amely a Szász-Svájcban Drezdától kb 40 km-re szép fenyőerdős hegyek közt fekszik.

A pontosan kidolgozott program szerint az első két nap került sor az egyes delegációk beszámolóira és az előadásokra, valamint az egyes országokban ez évben és a következő években szervezendő nemzetközi konferenciákra. A mi részünkről *dr. Szőke László* tartott előadást a vaskohászatunk energia-felhasználási problémáiról, amely érdeklődést váltott ki. Hasonlóképpen érdeklődés nyilvánult meg a bejelentett nagyrendezvényeink iránt, főleg az 1981-ben Balatonfüreden tervezett II. Clean Steel konferencia váltott ki nagy érdeklődést, több ajánlkozás is történt elő adások tartására.

Az egyes delegációkkal az egyesületek közötti együttműködési problémákról részletes kétoldali megbeszéléseket is folytattunk. A szaklapok problémáiról, kiemelten, külön témapontként nem volt ezalkalommal szó, de a szakmai publikációk cseréjére több alkalommal utaltak.

Az NDK részéről az elnöki teendőket *dr. Berg*, a freibergi Fémipari Kutató Intézet igazgatója látta el, a tanácskozás főszervezője a KdT részéről *K. Margráf* volt. A legtevékenyebb a szovjet delegáció volt *Ljakusev Nikolaj* vezetésével. (OA)

A folyamatosan öntött acélok választékának bővítése a Dunai Vasműben

MAKRAY TIBOR—VATA LÁSZLÓ okl. kohómérnökök
Dunai Vasmű

DK: 569.14—147:621.771.1

Az öntéstechnológia részletes leírása. A kezdetben gyártott acélminőségek. Az aluminiummal csillapított acélminőségek gyártásának megoldása. További új nagy folyáshatárú acélfajták a kőolaj- és szén hidrogéniparban felhasznált csövekhez

Az acél folyamatos öntése csak elvileg egyszerű, kézenfekvő megoldás. A gyakorlatban igen összetett feladat, amelynek eredményes megoldása számos gyártási tényező bonyolult összefüggéseinek pontos ismeretétől és azok gondos összehangolásától függ.

Az öntött bugánál nagyobb a felület és a térfogat aránya a tuskóhoz képest. A külső réteg gyorsabban kristályosodik a vízhűtés következtében. A folyékony magrész hosszabb ami ferrosztatikus nyomást létesít a tócsában.

A gyorsabb dermedés kedvez az egyenletesebb szövetszerkezet kialakulásának és a kémiai mikroinhomogenitás csökkentésének. A bugában 30%-kal nagyobb a dendrites struktúra sűrűsége, ezért jelentősen kisebb a dúsulás a dendritek között. Nincs akkora anizotrópia a szövetszerkezetben mint a tuskóknál, jobbak a termék mechanikai tulajdonságai.

Az optmális öntési szövetű szálnak meghatározott méretű dendrites zónája és globulitos magzónája van. Ezek kialakulása, nagysága az öntésisebesség, a hűtés intenzitása és az acél vegyi összetételének függvénye.

A folyékony mag végén a dermedés egyenlőtlen. Áthidalások keletkezhetnek, amelyek akadályozzák az acélutánfolyást. Laza szövet, lunker és dúsulás léphet fel ezeken a helyeken, jóllehet a buga hossza mentén nincsenek dúsulások.

A folyamatos öntéskor intenzívebb a hőelvezetés mint a tuskóöntésnél, ezért nagyobb gondot kell fordítani a buga dermedésekor fellépő hőfeszültség és a kéreg melegszilárdsági értékei közötti kölcsönhatásra.

Az öntött buga hibáinak csökkentésére azonban nem elégséges az optimális öntési körülmények betartása. Az acél gyártásakor biztosítani kell az öntési feltételeket, nevezetesen az acél megfelelő hőmérsékletét és tisztasági fokát. Kedvező a likvidusnál 20—30 °C-kal nagyobb öntési hőmérséklet. Kisebb hőmérsékleten nehezebbé válik a zárványok kiválása az acélból. Nagyobb hőmérsékleten zsugorodás, repedés és lunker keletkezik. A magrész lunkerosságát csökkenthetjük az öntési sebesség mérséklésével.

Az elmondottakkal kívántuk érzékeltetni milyen összetett munka az optimálisnak nevezett acélgyártási és öntési feltételek acélfajtánkénti meghatározása és azok betartása.

A folyamatos öntésre való áttéréskor adódott problémák

Mint ismeretes a Dunai Vasműben 1973, illetve az 1974. évben kezdte meg munkáját az együttesen 800 Et/év tervezett kapacitású két függőleges elrendezésű, kétszálas, laposbuga öntőgép. Az 1979 évi öntött buga termelés már meghaladta a 950 Et-át, vagyis a gyártott acél több mint 75%-át az új technológiai eljárással öntjük le.

A folyamatosan öntött buga arányának ilyen gyorsütemű növelése — az ehhez szükséges műszaki feltételek megteremtése mellett — csak úgy lehetséges, ha egyidőben az önthető acélminőségek választékát is bővítjük. A választék bővítését két ok tette szükségessé.

a) Ki kellett alakítani a korábban tuskóöntéssel gyártott összes acélminőség folyamatos öntés technológiáját.
b) A felhasználók igényei alapján új acélminőségek kifejlesztése vált szükségessé. Ezeket a nagy értékük miatt szintén a gazdaságosabb folyamatos öntéssel célszerű gyártani.

Ma már a rendelésállományban előforduló valamennyi acélminőséget — a 0,3%-nál nagyobb C-tartalmú acélok kivitelével — folyamatosan öntjük.

A folyamatosan önthető acélminőségek körének bővítését segíti elő az általános öntéstechnológia magasabb műszaki színvonala. A folyamatos öntésre kerülő adagok hőmérsékletének kiegyenlítésére bevezettük az acél semleges gázzal való átöblítését az öntőüstben. Az öblítő gázt mozgatható lándzsán (dugórúd) keresztül jutatjuk az acélba. Gázöblítésre argont, illetve az egyszerűbb acélminőségeknél nitrogént használunk. A művelet időtartama 3—4 perc, a felhasznált gáz mennyisége 30—40 lit/t. Az acél hőmérséklete gázöblítés nélkül nem ritkán 30—40 °C eltérést is mutatott az öntés időtartama alatt. A gázöblítés után a hőmérsékletkülönbség az öntés alatt nem haladja meg a 20 °C-ot, és így jelentősen javul az öntött szál szövetszerkezetének hosszirányú azonossága. Megoldottuk az öntősugár oxidáció elleni védelmét a közbenső üst és a kristályosító között.

A Dunai Vasműben gyártott martinacél fajták 5 minőségi csoportba sorolhatók: a hideghengerlésre szánt acélok, a félig csillapított szerkezeti acélok, az általános szerkezeti acélok, a nagy folyáshatárú, jól hegeszthető szerkezeti acélok és az elektrotechnikai acélok csoportjára. Legnagyobb arányát, 40%-ot a hideghengerműi acélok képviselik. A hidegen hengerelt finomlemez alapanyaga 0,1%-nál kevesebb C-t tartalmazó ötvözetlen acél. A hagyományos gyártásmód esetén csillapítatlanul, vagy Al-mal teljesen csillapítottan öntik tuskóvá. A csillapítatlan acélban oldott oxigéntarta-

lom csapolásakor 400—600 ppm. Ennek nagyobb része eltávozik öntés közben CO gáz alakban. Kisebb része visszamarad a tuskóban gázhólyagként, valamint mangánoxid és mangánszilikát zárványként. A tuskóban 15—30 mm vastagságú, hólyagmentes, tiszta kéreg képződik. Az ép kéreg biztosítja a hidegen hengerelt finomlemezek kifogástalan felületét.

Az alumíniummal csillapított acélok öntése

Az Al-mal csillapított acélból öntött tuskó teljesen tömör. Öntés és dermedés közben nincs gázfejlődés, mivel az Al 80—100 ppm-re csökkenti az acél oxigéntartalmát. A tuskóban kevés Al_2O_3 zárvány keletkezik, ezek azonban egyenlőtlenül oszlanak meg. Zárványfelhők képződnek és ezek a kéregben halmozódnak fel. A hibátlan finomlemez felület eléréséhez le kell hántolni a tuskók, vagy a hengerelt bugák kérgét.

A finomlemez acélok folyamatos öntése több módon lehetséges. Csillapítatlan acél öntésekor nem szabályozható kellő biztonsággal az ép kéreg vastagsága a szokásos öntési sebesség mellett. Amikor a hólyagkoszorú a kéregbe szorul, rossz felületű lesz a finomlemez. Az ép kéreg biztosításához felére kell csökkenteni az öntési sebességet a csillapított acélokhoz képest. Az öntőgép teljesítményének romlásán kívül, a megnövekedett öntési idő alatt erősebben kopnak a tűzálló anyagok és az acélba jutva szennyeződést okoznak.

Másik lehetőség Si-mal csillapított acélok öntése, amely tömör bugákat biztosít. Ez azonban azzal a hátránnyal jár, hogy romlik a finomlemezek mélyhúzhatósága és kedvezőtlen mértékben növekszik a folyási határ.

Al-mal történő teljes csillapításkor a hátrány ugyanaz, mint a tuskóöntésnél. A bugákat hántolni kell hengerlés előtt.

Az említett hátrányok elkerülésére olyan dezoxidációs módszer kidolgozását tűztük ki célul, amelynek segítségével a csillapítatlan tuskóból hengerelt termékek minőségével minden tekintetben egyenértékű terméket tudunk előállítani Ez olyan buga öntésével érhető el, amelynek kérgében sem Al_2O_3, sem gázzárványok nincsenek. A kutatások azon alapultak, hogy a közbenső üstből kifolyó acélsugár már ne tartalmazzon fémes Al-ot, de egyéb dezoxidálószert is csak olyan minimális mennyiségben, mely még éppen kizárja a gázzárványok keletkezését. A csillapítatlan acéllal való további egyenértékűséget a C-, S- és H-tartalom tekintetében már öntés előtt érjük el.

Az 1974 évben kezdett kutatómunka eredményeként több éve üzemszerűen alkalmazzuk az új típusú finomlemez acél gyártási technológiáját. A Dunai Vasműben kidolgozott eljárás során az Al-mal együtt Si-ot, Ca-ot és (vagy) ritka földfémeket alkalmazunk dezoxidáló szerként olyan mennyiségben, hogy a buga összes oxigéntartalma 80—150 ppm, az Al-tartama legfeljebb 0,010%, a Si, Ca és (vagy) ritkaföldfém tartalma együttesen legfeljebb 0,12% legyen. A szükség esetén több lépésben elvégzett dezoxidáció az Al—O egyensúly alapján történik.

A Dunai Vasműben kifejlesztett eljárással gyártott buga kérgében sem gázhólyag, sem Al_2O_3 zárványfelhő, sem II-es vagy III-as fajú szulfidzárvány nem képződik. Helyettük alacsony elvadáspontú, apró, gömbszerű, egyenletesen elosztott Mn—Al-szilikát zárványok keletkeznek. A felületi hajszálrepedéseket okozó II. fajú szulfidzárványok helyett ártalmatlan oxiszulfid zárványok találhatók.

Az így öntött bugák felületi hibáktól, zárványcsomóktól mentesek és felületjavítás, hántolás nélkül meleghengerlésre.

Az öntött bugából hidegen hengerelt lemezek betétszáma mintegy 30 kg/t-val csökkent a tuskóból készültekéhez képest. A lemezek felületi minősége a fokozott követelményeknek is megfelel, így pl. alkalmasak a horgonyzásra, zománcozásra, a korszerű eljárással történő festésre (hűtőszekrény gyártás), az Ikarusz autóbuszok üzemanyagtartályának készítésére, stb.

A nagy folyáshatású acélok öntése

Az öntött bugák választékának bővítésében jelentős lépés volt a nagy folyáshatárú acélok folyamatos öntése. Az 1978 évi bugatermelés 23%-a volt ilyen termék. Közülük is kiemelkednek a spirálcsövek alapanyagát képező DX52, DX60 és DX65 márkajelű acélok. Ezek vegyi összetételét az *1. táblázat* tartalmazza.

A DX52 minőségű acélt korábban tuskóöntéssel is gyártottuk, így a folyamatos öntési technológiáját már az öntőmű beindulásakor kialakítottuk. Az öntött bugák felületi javítás nélkül alkalmasak hengerlésre. A csőgyártásnál a metallurgiai eredetű felületi és belső hibák több mint 50%-kal csökkentek a tuskóból való gyártáshoz képest. A kész csőre vonatkoztatott acélfelhasználás 1480 kg/t-ról 1260 kg/t-ra javult.

A DX60 minőségű acél kifejlesztését a hazai kőolaj és szénhidrogén feldolgozási program tette szükségessé.

A vezetékcsövek esetében olyan igény merült fel, hogy az acél folyáshatára legalább 414 kp/mm^2 legyen és biztosítani kellett a kedvezőtlen viszonyok közötti, pl. a terepen is jó hegeszthetőséget és −20 °C-on a kellő szívósságot. Az API 5 LS előírásainál is szigorúbb követelményeket perlitszegény acéllal lehetett kielégíteni. E célra a Dunai Vasműben kifejlesztett eljárás a folyékony acél oxigéntartalmának megfelelő beállításával, a dezoxidálási mód, a mikróötvözés és a meleghengerlési körülmények kellő megválasztásával, továbbá a melegalakítást követő viszonylag lassú hűtéssel félfolytatólagos sorokon is lehetővé teszi a perlitszegény szövetszerkezetű, növelt szilárdságú, melegen hengerelt széles szalag gyártását.

Ebből a magas színvonalat képviselő acélból a legnagyobb követelményeket kielégítő gázvezetékcsöveket, elsősorban a Testvériség I. és II. szovjet—magyar gázvezeték csöveit gyártottuk.

Az American Petroleum Institute a spirálhegesztésű vezetékcsöveinket az apróbálási eljárás során megfelelőnek találta az API minősítő bélyegzővel való forgalmazásra.

1. táblázat

Acél-minőség	Vegyi összetétel, %							
	C	Mn	Si	P	S	V	Nb	Al
DX 52	max. 0,18	1,0—1,4	0,2—0,5	max. 0,030	max. 0,040	0,02—0,06	—	max. 0,01
DX 60	max. 0,15	1,1—1,5	0,2—0,5	max. 0,030	max. 0,040	0,03—0,08	0,03—0,06	max. 0,01
DX 65	max. 0,15	1,1—1,5	0,2—0,5	max. 0,030	max. 0,030	0,04—0,08	0,05—0,1	max. 0,01

2. táblázat

Min. csop.	Hideghengerműi acélok		Nagy folyáshatárú acélok	
Acélöntő hőm. °C	1530—1550	1550 felett	1530—1550	1550 felett
Önt. seb. m/min.	0,5	0,45	0,4	0,4
Hűtővíz, m^3/h.				
1. szekció	14,0	15,0	14,0	15,0
2. szekció	9,0	10,0	7,0	8,0
3. szekció	5,0	5,5	4,0	5,0
4. szekció	2,0	2,5	3,0	4,0
5. szekció	1,0	2,0	2,0	3,0
keskeny oldal	3,0	3,0	3,0	3,0
Összesen	68,0	76,0	66,0	76,0

A budapesti földgáz körvezeték elkészítéséhez kellett megoldani a DX65 minőségű csövek gyártását. Itt a gázcsövek anyagával szemben új követelmény, hogy folyáshatára min. 448,3N kp/mm^2. Ez a termék az 1978 évi BNV-on díjat nyert. Az 1978 évben kiszállított mintegy 2200 t (9,1 km-nyi) cső minden tekintetben, a hajlíthatóságot és a terepen való hegeszthetőséget is beleértve, kielégítette a követelményeket.

Ugyancsak a kőolaj és gázipar fejlődése kívánta meg a szénhidrogén tároló tartályok gyártására alkalmas, hidegálló, növelt szilárdságú acélfajta kifejlesztését. Az 1000 m^3-es, 15,7 bar nyomású tartályok gyártásához 0,5% Ni-tartalmú, hidegálló, jól hegeszthető, növelt folyáshatárú szerkezeti acélt fejlesztett ki a Dunai Vasmű, amelyet GT52 márkajellel forgalmaz. Az acéltípus főbb műszaki adatai: folyáshatár min. 353,2 N/mm^2, az ütőmunka min. 4,2 DAJ/cm^2, −40 °C-on hosszirányú KCV ütőpróbán mérve.

1977 évben vált szükségessé a tehergépkocsi hátsó hidakhoz nagy folyáshatárú, melegen sajtolható, ellenőrzötten finom ausztenit szemcsés, dörzshegesztéssel jól hegeszthető durvalemez kifejlesztése. A lemezek a fárasztó vizsgálatokat is nagy biztonsággal kiállották. A DAP St52-3 jelű acél szintén díjat nyert az 1978 évi BNV-on. Az acél vegyi összetétele annyiban tér el az St52-3 minőségtől, hogy Nb-mal és Al-mal mikróötvözött. Itt kell említést tenni az Al-tartalmú acélok öntésekor fellépő közismert problémákról. Az öntősugár elszűkülését a kagylók anyagának és átmérőjének jó megválasztásával sikerült megakadályozni, így az ilyen acélok is egyenletes húzási sebességgel önthetők.

A nagy folyáshatárú acélok folyamatos öntésekor fokozott veszélyt jelent a bugák középső részén zsugorodási üregek, repedések és dúsulások keletkezése, valamint a felületi repedések létrejötte. Ezek a késztermék minőségét veszélyeztető jelenségek az öntési hőmérséklettel összehangolt húzási sebesség és másodlagos hűtési előírások betartásával kerülhetők el. A tócsa aljának megdermedésekor kialakuló áthidalások az öntési sebesség csökkentésével megszűntethetők. Az ilyen acélok öntésekor 20%-kal (0,5 m/min. helyett 0,4 m/min.) kisebb öntési sebességet alkalmazunk. A másodlagos hűtési előírást a 2. *táblázat* szemlélteti, összehasonlítva a hideghengerműi acélok hűtésével. A különbség elsősorban a hűtővíz egyes zónák közötti elosztásában van.

Az elektrótechnikai acélok (max 1,8% Si-tartalommal) folyamatos öntésének megoldásával a hagyományos tuskóöntést váltottuk fel. Az ilyen típusú acélok a kristályosodási sajátosságuk alapján hajlamosabbak a kéregszakadásra és a hosszirányú repedések keletkezésére. A sikeres folyamatos öntés az acélhőmérséklet, az egyenletes húzási sebesség és hűtési előírás szigorú betartását követeli meg. A tuskóból való gyártás esetén a hengerlési bugaselejt 5—7% között volt, az öntött buga esetén a gyártási és hengerlési selejt együttesen kevesebb 1%-nál.

A tervezett technológiai fejlesztések közül néhány fontosabbat említünk meg:

— a porbefúvásos üstmetallurgiai eljárás bevezetése,
— az öntött szál folyékony magjának örvényáramú keverése,
— az acél oxigén-aktivitásának mérése,
— az acél gázöblítése a közbenső üstben,
— az öntött szál felületi hőmérsékletének folyama-
— tos mérése és a másodlagos hűtés automatikus szabályozása.

IRODALOM

[1] *Rutesz V. Sz.—Aszkoldov V. I.—Jevtyejev D. P.—Genkin V. J.—Csigrinov M G.—Manolin A. I.:* Teoria nyeprerivnoj razlivki. Izdatyelsztvo „Metallurgia" Moszkva 1971.

[2] *Csizsikov A. I.—Perminov V. P.—Johimovics V. L.—Girszkij V. E.—Morozenszkij L. I.—Grigorjev L. F.:* Nyeprerivnaja razlivka sztáli v zagatovki krupnovo szecsenija. Izdatyelsztvo „Metallurgia" Moszkva 1970.

[3] *Répási Gellért:* A dezoxidáció hatása folyamatosan öntött bugákból hengerelt finomlemezek felületének minőségére. BKL—Kohászat 1979. 3. sz. 97—108. old.

[4] *Jobst-Thomas Wasmuht:* Das Stranggiessen von Stahl Verlag Stahleisen M.B.H. Düsseldorf. 1975.

Finomlemezek síkfekvéséről

IVANOV PÉTER okl. fizikus—GAÁL ISTVÁN—GRÁNER JÁNOS—DR. HANÁK JÁNOS—DR. HAUSZNER ERNŐ—ZSÁMBOK DÉNES—KŐHALMI KÁLMÁN—HORVÁTH TAMÁS okl. kohómérnökök
MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete és Dunai Vasmű

DK: 669—415 : 621.771.011

A dolgozat azokat az irodalmi ismereteket foglalja össze, amelyek a finomlemezek síkfekvési hibáinak keletkezésére, okaira, stabilitási kérdéseire adnak magyarázatot. Megvizsgálják a síkfekvési hibák meghatározásának lehetőségeit és ismertették azokat a mérőberendezés típusokat, amelyekkel hideghengerlés közben folyamatosan lehet mérni a szalag feszültségállapotát. Beszámolnak az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete és a Dunai Vasmű által ezen a területen végzett kutató-fejlesztő munka kezdeti eredményeiről.

Bevezetés

A hengerelt szalagok hengerlésirányú képlékeny nyúlása minden gyakorlati esetben a normális- és keresztirány mentén kisebb vagy nagyobb mértékben változik. A lokális képlékeny alakváltozás inhomogenitása egyrészt visszamaradó feszültségeket ébreszt, másrészt pedig a szalag alakját torzítja, azaz a szalag hullámosodik. Tehát az inhomogén képlékeny alakváltozás egyszerre jelenik meg *látható* és *rejtett alakhibaként*. A rejtett síkfekvési hibák azonosak a visszamaradó feszültségekkel. A látható síkfekvési hibákat *homogén* és *inhomogén* síkfekvési hibákra osztjuk fel. Homogén hullámosságon azt értjük, hogy lemezfelület mozgó egyenes nyomaként származtatható és a felületsíkba kiterítheto, azaz kifejthető felület. Esetünkben ez szemléletesen azt jelenti, hogy az ilyen lemez a sík asztalt kizárólag egyenes vonalak mentén érinti. Az inhomogén síkfekvési hiba esetén a lemezfelület nem-kifejthető felületet alkot. Szemléletesen ez azt jelenti, hogy a lemez a sík asztalt pontokban vagy görbe vonalak által határolt tartományokban érinti. Mivel a lemezek síktól való eltérése azok felhasználhatóságát közismerten nehezíti, a síkfekvés feltételeinek vizsgálatára és a hullámosság csökkentésére foganatosítható intézkedések felderítésére több helyen indult kutató-fejlesztő munka.

Erről a munkáról kíván rövid áttekintést nyújtani ez a dolgozat (Részletesebben: [1] .)

A minőségszabályozás szempontjából két határesetnek van alapvető jelentősége:

— Az inhomogén képlékeny alakítás ellenére is sík maradhat a lemez, ha rá elegendően nagy, hengerlésirányú, rugalmas húzó terhelés hat, illetve ha a lemez vastagságához képest keskeny. Ebben az esetben a képlékeny alakváltozás inhomogenitása kizárólag visszamaradó feszültségeket hoz létre, azaz a lemez csak rejtett alakhibával rendelkezik.

— Elegendően széles és vékony lemezeknél megvalósulhat az az eset is, hogy a terheletlen — azaz vízszintes sík lapra helyezett — lemez elsőrendű belső feszültségeinek a vastagságra vett átlagát a lemez torzulása (hullámosodása) gyakorlatilag teljes mértékben kioltja: ebben az esetben tehát a képlékeny alakváltozás keresztirányú inhomogenitása a lemez torzulásából elvben egyértelműen meghatározható.

A lemez lehetséges alakhibáinak egyetlen külső körülményektől független jellemzője az inhomogén képlékeny alakváltozás mértéke és eloszlása: ennek ismeretében — legalább is elvben — mindig meg lehetne mondani, hogy a feldarabolás és a külső terhelés függvényében milyen lesz a lemez alakja.

Az inhomogén képlékeny alakváltozás által létrehívott alaktorzulás rugalmas természetű: azaz elegendően magas rugalmas terheléssel az alaktorzulás tetszőlegesen sokszor alakítható vissza ideális síkalak mellett belső feszültséggé. Ennek a „megfordíthatóságnak" egyetlen feltétele van: a külső terhelés ne változtassa meg az inhomogén képlékeny alakváltozás eloszlását és mértékét, azaz a külső terhelés essen a rugalmas tartományba.

Nézzük most a két határesetet anyagvizsgálati szempontból. Az alakváltozás inhomogenitásának jellemzésére a legközvetlenebb információt kétségtelenül a második határesetben kapjuk. A látható alakhiba szerinti minősítés azonban nem jellemzi teljes mértékben a képlékeny alakítás inhomogenitását. Egyrészt ugyanis a terheletlen hullámos szalagok is rendelkeznek visszamaradó feszültségekkel, (ezek csak az igen vékony, széles szalagok esetében hanyagolhatók el), másrészt viszont hengerlés közben, a külső terhelés következtében a szalag általában sík, csak rejtett alakhibával rendelkezik, amelynek egy része a külső terhelés megszűnte után látható alakhibaként jelentkezik.

Az első határeset nyilván igen általános feltételek mellett megvalósítható művi úton, és a hengerlés során is ezen határeset megvalósítására célszerű törekednünk. Ezen határeset kizárólagos vizsgálata ma még azért nem tekinthető teljesen kielégítőnek, mert nem ismerjük pontosan az egyes belső feszültségrendszerekhez adott külső körülmények mellett tartozó lemeztorzulásokat. A látható alakhibák felmérésével kapcsolatos mérési nehézségek mellett elsősorban ennek tulajdonítható, hogy mindmáig nem alakult még ki olyan lemez minősítési eljárás, amellyel egyértelműen meg lehetne határozni a terheletlen finomlemezek látható és rejtett síkfekvési hibáit.

Az eddigiekből azonban világos, hogy mindezen megoldatlan kérdések ellenére, a folyamatos síkfekvés szabályozás egyetlen lehetőségét a belsőfeszültség eloszlás folyamatos mérése jelenti a hengerlés alatt síkká feszített szalagon. Az ipari üzemekben ma még nem általánosan alkalmazott technológiai elemek a folyamatos feszültségmérő rendszerek, bár a tárcsás feszültségmérő rendszerek elterjedésében előretörés figyelhető meg. Kereske-

delmi forgalomban három féle tárcsás feszültségmérő [45—49, 41, 73] és egyetlen érintés nélküli feszültségmérő [72—74] kapható.

A közlemény első részében azokat az irodalmi ismereteket foglaljuk össze, amelyek a finomlemezek síkfekvési hibáinak keletkezésére próbálnak magyarázatot adni. A második részben az alakhibák mérésére vonatkozó ismereteket foglaljuk össze. A harmadik rész azokat a mérőberendezéseket ismerteti és hasonlítja össze, amelyekkel a hideghengerlés alatt (azaz külső húzó erő mellett síkká feszített szalagokon) a szalaghúzó feszültség keresztirányú eloszlását mérik a kész finomlemezek síkfekvésének hengerlés közbeni szabályozása céljából. A közlemény negyedik részében a MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete Fémkutatási Főosztálya és a Dunai Vasmű Kutatási Osztálya, valamint Technológiai Főosztálya által ezen a területen elért első eredményekről számolunk be.

1. A síkfekvési hibák keletkezése

1.1. A hidegen hengerelt finomlemezek visszamaradó feszültségi állapota

Ha valamely külső terhelés hatására egytengelyű feszültségállapot ébred, akkor a tengely iránya a térben rögzített és az egyetlen el nem tűnő főfeszültség értéke pedig független lesz a helytől. A visszamaradó feszültségeknél ez nincs így. A visszamaradó feszültségek a képlékeny alakváltozáshoz csatlakozó rugalmas alakváltozásból erednek. A kétféle alakváltozás együttesen folytonos elmozdulástérnek felel meg. Ezért a visszamaradó feszültségeket meghatározó egyenletekben az alakváltzás inhomogenitásforrásként szerepel. Ebből következik, hogy a visszamaradó feszültségek mindig térbeli feszültségek és általános esetben a főfeszültségek iránya és értéke a hely függvénye.

A továbbiakban mindig feltesszük (pl. [2—4]), hogy a külső erők hatása alatt nem álló hengerelt lemezek bármely pontjában a három főfeszültség közül kettő jó közelítéssel zérus és a nem-zérus főfeszültség tengelye párhuzamos a hengerlési iránnyal. A hengerelt lemezek visszamaradó feszültségi állapotának jellemzésére tehát elég a σ_{HI} el nem tűnő főfeszültséget a három koordináta függvényében megadni.

A lemezek feszültségi és alakítási állapotának leírásához azt a jól megszokott koordinátarendszert használjuk, amelyben a tengelyek a *HI* hengerlési, az *NI* normális és a *KI* keresztirányba mutatnak. Továbbá feltesszük, hogy a σ_{HI} a *HI* hengerlés irány mentén állandó, tehát csak az *NI* normális irányú és a *KI* keresztirányú koordinátáktól függ. Külön-külön fogjuk vizsgálni a $\sigma_{HI}NI$ és *KI* koordinátáktól való függését mégpedig olyan módon, hogy a σ_{HI}-ról feltesszük, hogy értéke az *NI* normális irány mentén változik és állandó a *KI* keresztirány mentén. A σ_{HI}-ről pedig feltesszük, hogy értéke a *KI* mentén változik és állandó az *NI* mentén. A lemez minden egyes pontjában igaz, hogy

$$\sigma^h_{HI} + \sigma^n_{HI} = \sigma_{HI} \qquad (1)$$

A σ_{HI} visszamaradó feszültségeknek természetesen teljesíteniük kell az egyensúlyi feltételeket. Ennek következtében σ_{HI}-nek bármely a lemezen áthaladó síkra vett átlagértéke és bármely tengelyre vett nyomatékának átlagértéke eltűnik.

1.2. Az ideális hidegen hengerelt finomlemezek visszamaradó feszültségi állapota: a hengerlési visszamaradó feszültségeloszlás

A hengerlési alakváltozás képlékeny része a lokális hengerlésirányú nyúlással ($e_{HI}{}^k$) jellemezhető. A hidegen hengerelt lemezekben $e_{HI}{}^k$ vastagság és keresztirány menti változása érdemel elsősorban figyelmet.

Kiindulásul vizsgáljunk egy idealizált határesetet. Tegyük fel, hogy sikerült állandó vastagságú hatásos hengerrést beállítanunk: azaz a munkahengerek helyzete olyan, hogyha a hengerrésbe egyenletes vastagságú, belső feszültségektől mentes és homogén szalag fut be, akkor a hengerrésből ugyancsak egyenletes vastagságú szalag távozik. Tudjuk, hogy a szalag hengerlésirányú lokális képlékeny nyúlása, $e_{HI}{}^k$ még ebben az idealizált határesetben sem lesz szükségképpen homogén [2—5]. A hengerlési szúrás nagyságától, a szalagvastagság és a hengersugarak arányától, valamint a súrlódási viszonyoktól függően ugyanis $e_{HI}{}^k$ vastagság menti eloszlása minőségileg is különböző lehet, mégpedig aszerint, hogy a szalag felülete vagy belseje szenvedett-e nagyobb mérvű képlékeny alakváltozást.

Inhomogén képlékeny alakváltozás esetén a lemez képlékeny alakváltozásához olyan mértékű rugalmas alakváltozásnak kell járulnia, hogy a rugalmas és a képlékeny alakváltozás összege folytonos elmozdulástérnek feleljen meg. Ez a „kiegyenlítő" rugalmas alakváltozás szükségképpen kismértékű a teljes alakváltozáshoz képest, hiszen az általa ébresztett feszültségnek a folyáshatárnál kisebbnek kell lennie ahhoz, hogy fennmaradhasson. A hengerlés során létrejövő képlékeny alakváltozás inhomogenitása kicsi. A kiegyenlítő rugalmas alakváltozás a tapasztalat szerint 0,01% nagyságú és így ez a rugalmas alakváltozás csak 10 MPa nagyságú helyi változásokat hoz létre a feszültségekben. A homogén képlékeny alakváltozás feltételezése tehát számos gyakorlati szempontból teljesen kielégítő. A lemezek hullámosodását viszont éppen a képlékeny nyúlás ezen kis inhomogenitása hozza létre, és ezért $e_{HI}{}^k$ helyszerinti változása a következőkben érdeklődésünk középpontjába kerül.

Mivel idealizált határesetünkben a lokális hengerlésirányú képlékeny nyúlás csak az *NI* koordinátától függhet, így a visszamaradó feszültségek kontinuum elmélete alapján [6] az $e_{HI}{}^k$ által ébresztett visszamaradó feszültségeloszlás is csak az NI koordinátától függhet és az egyetlen el nem tűnő főfeszültség tengelye hengerlés irányú lesz. Az $e_{HI}{}^k$ (NI) képlékeny alakvátlozás által ébresztett visszamaradó feszültségeloszlást *hengerlési visszamaradó feszültségeloszlás*nak nevezzük és $\sigma_{HI}{}^h$(NI)vel jelöljük [3].

1.3. Homogén síkfekvési hiba: homogén hullámosság

A hengerlésirányú lokális képlékeny nyúlás vastagságmenti eloszlása nem szükségszerűen szimmetrikus a lemez vastagsági középvonalára. Ha például az 1.2. pontban tárgyalt idealizált határesetben a lemez két oldalán különböző súrlódási viszonyok uralkodnak, akkor a hengerlésirányú képlékeny nyúlás a lemezbe különböző mélységig és különböző eloszlásban hatol be a két felületről. Külső terheléstől mentes állapotban az így létrejövő aszimmetrikus $e_{HI}{}^{k}$(NI) eloszlás általában olyan visszamaradó feszültségrendszert ébreszt, amely csak görbült lemezalak mellett juthat egyensúlyi állapotba. Mivel a visszamaradó feszültségeket ébresztő $e_{HI}{}^{k}$(NI) képlékeny alakváltozás eloszlás a keresztirány mentén homogén, a lemez keresztirányú alkotói egyenesek maradnak: a lemezen homogén hullámosság jön létre. A szalag felcsévélésekor is aszimmetrikus $e_{HI}{}^{k}$(NI) lokális fajlagos képlékeny nyúlás jön létre és így a szalag terheletlen állapotban (azaz pl. vízszintes sík lapra kiteríve) csak egy, az $e_{HI}{}^{k}$(NI) eloszlás által meghatározott homogén hullámosság mellett válik a belső feszültségek összegére nézve nyomatékmentessé [7].

Teljes általánosságban megállapíthatjuk, hogy a szimmetrikus $e_{HI}{}^{k}$(NI) eloszlás soha nem vezet hullámosodásra, míg ha a lemez aszimmetrikus $e_{HI}{}^{k}$(NI) eloszlás mellett nem marad síkfekvő, akkor szükségképpen *homogén síkfekvési hiba* jön létre *(1. ábra)*.

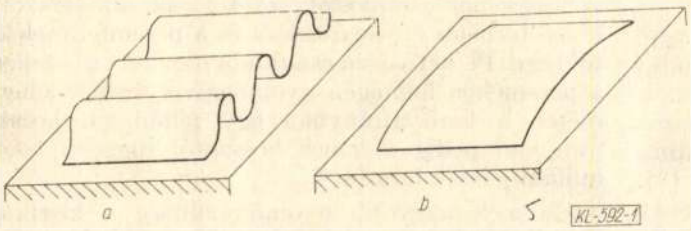
A homogén hullámosság a hengerlési folyamat közben nem vehető észre. A szalagra adott külső húzóerő elegendő forgatónyomatékot gyakorol ahhoz, hogy sík maradhasson. Amikor azonban a külső húzófeszültség megszűnik és a szalagot lazán sík lapra helyezzük, akkor az meghullámosodik.

A finomlemezek homogén síkfekvési hibáinak megszüntetéséhez a képlékeny alakváltozás vastagságmenti kedvezőtlen eloszlását kell módosítani. Ez a több görgős egyengetőgépen elérhető, ha kellő számú és görbületi sugarú hengeren szimmetrikus, egyre csökkenő amplitúdójú, képlékeny fel és lehajlítást végzünk. Az egyengetett lemezben a belső feszültség vastagságmenti eloszlása síkfekvő állapotban lesz nyomatékmentes (pl. [2, 3, 8, 9]).

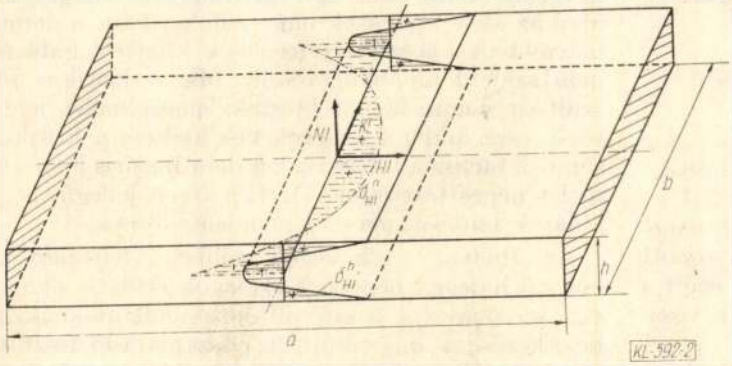
1.4. A keresztirányban inhomogén visszamaradó feszültségi állapot: nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás

Ha az idealizált esettel ellentétben a keresztirány mentén akár a hatásos hengerrés, akár a befutó lemez vastagsága helyről helyre változik, akkor a hengerlésirányú képlékeny hosszváltozás nemcsak a vastagság, hanem a keresztirány mentén is változni fog.

A keresztirány mentén változó hengerlésirányú lokális képlékeny nyúlás, $e_{HI}{}^{k}$(KI) olyan visszamaradó feszültségeloszlást hoz létre, amelyben az egyetlen el nem tűnő főfeszültség hengerlés irányú és a keresztirány mentén változó nagyságú. Az $e_{HI}{}^{k}$(KI) alakváltozás inhomogenitása által létrehozott visszamaradó feszültséget *nyújtási visszamaradó feszültség*nek nevezzük [3] és $\sigma_{HI}{}^{n}$(KI)-vel jelöljük.

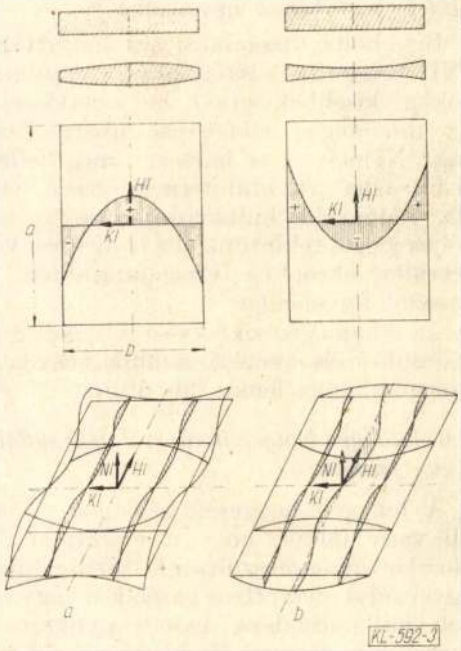


1. ábra. A homogén síkfekvési hiba két jellemző típusa. (Vázlatos rajz)



2. ábra. A σH/h hengerlési és a σn/H nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás

a a lemez hossza, *h* a vastagsága, *b* a szélessége. (Vázlatos rajz)



3. ábra. Két példa a nyújtási viszamaradó feszültségeloszlásra. Felül a kiindulási (melegen hengerelt) szalag profilja, alatta a hidegen hengerelt szalagé. Az a esetben a szalag szélhullámossá válhat, a b esetben középhullámossá. (Vázlatos rajz)

Az eredő visszamaradó feszültség a lemez bármely pontjában a hengerlési visszamaradó feszültség [$\sigma_{HI}{}^h$(NI)] és a megfelelő nyújtási visszamaradó feszültség [$\sigma_{HI}{}^n$ (KI)] összege. Az áttekinthetőség kedvéért a $\sigma_{HI}{}^h$ hengerlési visszamaradó feszültségeloszlást és a $\sigma_{HI}{}^n$ nyújtási visszamaradó feszültségeloszlást külön-külön szokták ábrázolni *(2. ábra)*. Természetesen az erőegyensúlyból és nyomatéki tételből eredő követelményeket ez a feszültségeloszlás is teljesíti.

A keresztirány mentén inhomogén hengerlési — irányú képlékeny nyúlás két tipikus határesetében létrejövő nyújtási visszamaradó feszültségeloszlást a *3. ábrán* mutatjuk be.

1.5. Inhomogén síkfekvési hiba: inhomogén hullámosság

Az eddig elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a szalag hideghengerlésekor általában a keresztirány mentén inhomogén hengerlésirányú képlékeny nyúlás jön létre és ez olyan $\sigma_{HI}{}^n$ (KI) nyújtási visszamaradó feszültségeloszlást ébreszt, hogy a lemez egyes tartományaiban húzó, más tartományaiban pedig nyomó feszültség uralkodik.

Ma már általánosan elfogadott [1—3, 13—20, 24, 27—32, 38—41], hogy a belső feszültségek csak egy kritikus határig képesek az inhomogén képlékeny alakváltozás révén létrejövő hosszkülönbségeket rugalmas alakváltozással úgy kiegyenlíteni, hogy közben a terheletlen lemez síkfekvő maradjon. Ha a lokális nyomófeszültségek egy kritikus értéket meghaladnak, akkor a szalag hullámossá válik: mégpedig olyan módon, hogy a keresztirány mentén inhomogén hengerlésirányú képlékeny alakváltozás inhomogén hullámosságot eredményez. Az így létrejövő alakhibát *inhomogén síkfekvési hibának* nevezzük.

Buchholtz vizsgálatai azt mutatták, hogy $\sigma_{HI}{}^h$ (NI) hengerlési visszamaradó feszültségek mindig sokkal kisebbek annál, hogy hatással lehetnének az inhomogén síkfekvési hibára. Ehhez ugyanis $\sigma_{HI}{}^h$(NI)nek egyes helyeken meg kellene haladnia a folyáshatárt, ami természetesen lehetetlen [3]. Az ihomogén hullámosság tárgyalásánál tehát teljes joggal tekintünk el a hengerlési visszamaradó feszültségektől és vizsgálatainknál $\sigma_{HI}{}^n$ (KI)-t vesszük figyelembe.

Az inhomogén síkfekvési hiba két gyakran megvalósuló szélső esete a szélhullámos (3a ábra) illetve középhullámos lemez (3b. ábra).

1.6. Hidegen hengerelt sík szalagok stabilitása: a kritikus feszültség

A hidegen hengerelt szalagok síkfekvése azon áll vagy bukik, hogy a visszamaradó felültségeloszlás nyomófeszültséges tartományai stabil egyensúlyi állapotban vannak-e vagy sem. A lemezek hullámosodása azonos gyökerű a nyomott tartók kihajlásával. Haddidézzük fel éppen ezért a továbbiak előkészítéseként a nyomott rudak viselkedését megszabó törvényeket.

A nyomott rudak rugalmas egyensúlyát leíró egyenleteknek mindig van olyan triviális megoldása is, amely szerint a nyomott rúd egyenes marad és hossza homogén módon rugalmasan csökken. Ebben az esetben a rúd kis külső zavarokkal szemben minőségileg eltérő módon viselkedik aszerint, hogy a nyomóerő egy kritikus F_K értéknél kisebb vagy nagyobb. Ha a terhelő erő F_K-nál kisebb, akkor egyrészt a kis zavar elmúltával a terhelt rúd visszanyeri eredeti alakját, másrészt a megzavart állapotban az eltérés a megzavaratlan terhelt állapottól ugyanolyan csekély mértékű, mint maga a zavar. Egyszóval a rugalmas egyenlet triviális megoldása a kritikusnál kisebb erők esetén stabil állapotot jellemez. Ha a nyomóerő a kritikus értéket meghaladja, akkor a triviális megoldás egy instabil állapotnak felel meg, azaz akármilyen kis külső zavar esetén a rúd olyan véges kihajlást szenved, amely a zavar elmúltával is megmarad. Ebben az esetben tehát a kihajlott állapot a terhelt rendszer stabil egyensúlyi állapota.

A kritikus erő nagysága nemcsak a rúd méreteitől és a rugalmas állandóitól, hanem attól is függ, hogy a rúd két végét hogyan fogjuk be: milyen határfeltételeket szabunk meg a rúd határaira.

Külső erőrendszerrel nyomott lemez kritikus kihajlási feszültsége [10, 11] a nyomott rudak kritikus kihajlási feszültségére emlékeztető össze függés:

$$\sigma^{(k)} = k\,\frac{\pi^2}{b^2h(1-\nu^2)}\,EI = k\,\frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{h}{b}\right)^2 \qquad (2)$$

ahol $\sigma^{(k)}$ az erőrendszer feszültségeloszlásában szereplő maximális nyomófeszültség kritikus értéke, E a Young modulusz, ν a Poisson szám, b a lemez szélessége, h a lemez vastagsága, I pedig a lemez keresztmetszetének másodrendű nyomatéka. A k kihajlási tényező a lemez hosszának és szélességének arányától, a/b-től, az alkalmazott külső terhelés erőeloszlásától és a peremfeltételektől függ. Pl. két végén csuklósan rögzített és ezeken a peremeken homogén nyomóerővel terhelt lemez esetén a keresztirányban egy félhullám, hosszirányban pedig a lemez hosszától függően több hullám jelenik meg [10].

Ha a legnagyobb nyomófeszültség a kritikus feszültséget csak csekély mértékben haladja meg, akkor a kihajlási alakváltozás a lineáris elmélet keretében leírható és a feszültségeloszlásra való visszahatása elhanyagolható. Ha azonban az úgynevezett kritikuson túli tartományt vizsgáljuk, ahol az alakváltozások nagyobbak, akkor a deformációknak a feszültségeloszlásra kifejtett hatását nem szabad elhanyagolnunk. Míg a kritikus feszültség számolását a lineáris lemezelmélet lehetővé teszi, addig a lemezek viselkedését a kritikuson túli tartományban csak a nem-lineáris lemezelmélet képes tárgyalni [11, 12]. Ilyen jellegű megoldások azonban ma még nem ismeretesek.

Az 1960-as évek végén többen felismerték, hogy a hidegen hengerelt szalagok látható síkfekvési hibáinak (pl. a szél- ill. középhullámoknak) a keletkezése a $\sigma_{HI}{}^n$ nyújtási visszamaradó feszültségek stabilitási kérdése. Nagy problémát jelentett azonban $\sigma^{(k)}$, másszóval a k kihajlási tényező meghatározása.

1. táblázat

1020 mm széles és különböző h vastagságú finomlemezek kritikus nyomófeszültségeinek értékei (σ^k), valamint a kritikus nyomófeszültségekhez tartozó relatív rugalmas hosszváltozások (e^r/H)

h (mm)	1,16	1	0,84	0,68	0,50	0,33	0,16	Hivatkozás
σ^k(MPa)	254	208	172	140	94,5	65	10	15
$10^4 e^r HI$	12	9,9	8,2	6,67	4,5	3,1	1,38	
σ^k(MPa)	0,75—10	0,6—7	0,4—4,6	0,28—3	0,15—1,7	0,7	0,2	3,18
$10^4 e^r HI$	0,036—0,48	0,029—0,33	0,019—0,22	0,013—0,14	0,007—0,081	0,03	0,01	
σ^k(MPa)	0,7—3,1	0,55—2,8	0,38—1,7	0,25—1,1	0,14—0,6	0,25		20
$10^4 e^r HI$	0,03—0,15	0,026—0,13	0,018—0,81	0,012—0,052	0,007—0,029	0,001		

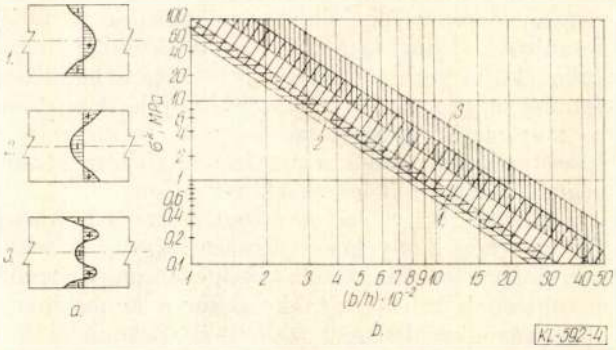
Zseleznov és munkatársai félempirikus kifejezést adtak a $\sigma^{(k)}$ kritikus feszültségre [13—16]. Eredményeik szemléltetéséül 1020 mm széles és különböző vastagságú szalagokra számszerűen is megadták azokat a kritikus feszültség értékeket, amelyek túllépésével a szalag középhullámos lesz *(1. táblázat)*. Ezek az eredmények minőségi tekintetben helyesek. Mutatják, hogy a hullámosodás döntő paramétere a lemez szélességének és vastagságának viszonya. A számszerű értékeket azonban kritikával kell fogadnunk, mivel a szerzők az analitikus eredmények elérése érdekében erős elhanyagolásokat alkalmaztak.

1973-ban *Buchholtz* és *Bühler* [3, 17, 18] mutatott rá arra, hogy a linearizált és a lemez önsúlyát elhanyagoló rugalmasságtani egyenletekből helytelen hullámforma adódik: nevezetesen ezek a „csonka" egyenletek a lazán vízszintes sík lapra helyezett lemezre kizárólag a lemezhosszal egyenlő félhullámhosszú hullámosodást jósolnak. Az önsúly szerepére utal többek között az, hogy a lemezek hullámformái a lemezek helyzetének változásával megváltoznak. Így pl. ha egy vízszintes helyzetben enyhén szélhullámos lemezt függőlegesen élére állítunk, akkor a lemezen kialakuló hullám félhullámhossza egyenlő lesz a lemez hosszával. A lazán vízszintes lapra helyezett lemez hullámformáinak kiszámításánál természetesen szükség van olyan határfeltételekre is, amelyek ezt az alátámasztási módot alkalmas módon veszik figyelembe. Ebből a célból a szóban forgó munkában azt a mellékfeltételt vezették be, hogy a lemez érintősíkjai ott legyenek vízszintesek, ahol a $\sigma_{HI}{}^n$ feszültségeloszlásban a húzófeszültség értéke a legnagyobb. Buchholtz a véges elemek módszerével meghatározta teljesen szabad peremekkel rendelkező (lazán sík asztalra helyezett) lemezek k kihajlási tényezőjét különböző $\sigma_{HI}{}^n$ feszültségeloszlásokra.

A *4a. ábrán* három különböző feszültségeloszlást mutatunk be és a *4b. ábrán* megadjuk az egyes feszültségeloszlások kritikus nyomófeszültségét a lemez méreteinek függvényében a szélességükhöz képest hosszú lemezek esetére. Látható, hogy egy lemez annál tovább marad sík növekvő lokális maximális nyomófeszültség mellett, minél több csomópontja van a feszültségeloszlásnak. Magasabb lokális nyomófeszültség mellett marad továbbá sík a lemez, ha a nyomófeszültség nem a lemez közepén, hanem annak peremén található. Figyeljünk arra, hogy a b/h arány növekedésével a kritikus feszültség értéke rohamosan csökken. Míg pl. egy 300 mm széles 1 mm vastag lemez kritikus feszültsége 6 és 80 MPa közé esik, addig egy 1000 mm széles és ugyancsak 1 mm vastag lemez kritikus feszültsége már 0,6 és 6,5 MPa között van. A széles vékony lemezekben tehát a kritikus feszültség mindössze 0,01% nagyságrendű rugalmas alakváltozást hív létre. Így számítanunk kell arra, hogy minden széles finomlemez a kritikus belső feszültségnél nagyobb nyomófeszültséget fog hengerlés után hordozni, azaz terheletlen állapotban bizonyos mértékig hullámosodni fog.

Hangsúlyoznunk kell azt a kísérleti tényt, hogy a lemez sík állapotához tartozó nyújtási visszamaradó feszültségállapota a hullámosodás révén lényegesen megváltozik, kritikus értékhez közeli értékre csökken, de nem tűnik el.

Azonban meg kell jegyeznünk, hogy a kritikus feszültség átléptekor a lemez még nem fogja a jól ismert látható inhomogén síkfekvési hibákat mutatni, hanem csak a hengerlési- és keresztirányban egy ívelt alakot vesz fel. Ezt példázza a korábban említett élére állított lemez-kísérlet is. Ekkor a lemez még igen kis kényszerek alkalmazásával



4. ábra. Az a. ábrán bemutatott 1, 2 és 3 típusú nyújtási visszamaradó feszültségeloszlásokra számított kritikus nyomófeszültség értékek tartományai a b/h szalagszélesség/vastagság függvényében; b. ábra.

vagy a peremfeltételek megváltoztatásával síkká tehető.

Amikor a lemez erősen a kritikuson túli tartományban van, akkor jelennek meg a jól ismert közép- és szélhullámok.

1976-ban és 1977-ben *Zseleznov* és munkatársai [19, 20] ismét meghatározták az inhomogén hullámosodás kritikus feszültségét. Az általuk megadott új kritikus értékek jól egyeznek *Buchholtz* és *Bühler* eredményeivel (1. táblázat).

1.7. A szalagok stabilitása a hideghengerlés alatt

Mivel a hideghengerléskor a szalag a hengerektől távol hengerlésirányú húzás alatt áll, a lemezben ébredő eredő teljes feszültség a hengerlési visszamaradó feszültségeloszlás, a nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás és a csévehúzó-feszültség összege. Ez utóbbi a csévélő által kifejtett húzóerő és a szalagkeresztmetszet hányadosával egyenlő. (A *Saint Venant-elv* alapján ugyanis feltehetjük, hogy a feszültségnek a külső terheléstől eredő része a hengerektől és a csévétől távol jó közelítéssel homogén.) A továbbiak szempontjából minket csak az eredő feszültség vastagságra vett átlaga érdekel. Ezt a feszültséget szalaghúzó-feszültségnek nevezzük [3], és a nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás és a csévehúzó feszültség összegével egyenlő ($\sigma_{HI}^s = \sigma_{HI}^n + \sigma_{HI}^c$). Az erőegyensúly miatt ugyanis a hengerlési visszamaradó feszültségeloszlásnak a lemez vastagságára vett átlaga mindenütt zérus.

Ha a csévehúzó-feszültséggel terhelt szalag sík, akkor a benne mérhető szalaghúzó-feszültségből a csévehúzó-feszültség levonásával éppen az e_{HI}^k(KI) nyújtási képlékeny alakváltozás inhomogenitásának megfelelő σ_{HI}^{ni}(KI) ideális nyújtási visszamaradó feszültségeloszlást kapjuk. Ha a szalag a csévehúzó-feszültség jelenléte mellett is hullámos, akkor az aktuális σ_{HI}^n(KI) nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás az ideálisnál kisebb. (Zárójelben érdemes megjegyezni, hogy mivel a csévehúzó-feszültség aktív hengerlési paraméter, különböző csévehúzó-feszültséghez különböző e_{HI}^k alakváltozás inhomogenitás és így különböző ideális σ_{HI}^{ni} nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás tartozik.) Így az ideális visszamaradó nyújtási feszültségeloszlást akkor mérhetjük ki egyszerű módon, ha van olyan képlékeny alakváltozást nem eredményező külső húzóterhelés, amely mellett a lemez síkká válik. Ekkor megmérjük a teljes feszültség vastagságmenti átlagát és ebből levonjuk a külső terhelésből eredő homogén feszültség értékét és így eredményül σ_{HI}^{ni}-t kapjuk. A σ_{HI}^s-ban a maximális nyomófeszültségnek természetesen kisebbnek kell lennie, a megfelelő kritikus feszültségnél ahhoz, hogy lemez sík maradjon.

Látható, hogy ha a hengerlésirányú lokális fajlagos képlékeny hosszváltozás nagyon inhomogén és így a sík állapotban túlságosan nagy nyomófeszültségek keletkeznének, akkor a lemez már a csévehúzó-feszültséggel terhelt állapotban is hullámosodhat. Így az első teendő kétségtelenül az, hogy a hengerlést úgy szabályozzuk, hogy a hengerlés alatti szemrevételezés során ne észleljünk hullámosodást. Természetesen az is világos, hogy ezzel csak az út könnyebbik felét jártuk be. A csévehúzó feszültség megszűntetésével a el ezben a nyomófeszültség növekszik és így a terheletlen lemez hullámossá válik.

2. A finomlemezek minősítése

A minősítésnél két egymástól eltérő szempont vezérelhet bennünket. Egyrészt arra törekedhetünk, hogy a változatlan méretben beépítésre kerülő lemeztábla látható síkfekvési hibáját mérőszámokkal jellemezzük, másrészt viszont arra is szükségünk lehet, hogy a lemez látható és rejtett alakhibáit a lehető legteljesebben feltérképezzük.

Az 1966. évi Euronorm ülésen hangzott el először, hogy a felhasználókat nem elégíti ki a szabványokban előírt alakhiba tűrés [21]. A legutóbbi alakellenőrzési konferenciának [32] is az volt egyik központi témája, hogy milyen szabványosítható méréseket lehetne javasolni a síkfekvési hibák ellenőrzésére és milyen mérőszámokat lehetne adni a lemezek minősítésére. Eddig azonban még nem sikerült minden szempontot kielégítő, szabványosítható eljárást elfogadtatni. A problémák áthidalásaként sok esetben a gyártó és a felhasználó cégek külön megállapodásai határozzák meg a minősítés módját.

A látható alakhibák jellemzésére a Kerth-féle módszer és a W hullámszám [25], a *Pearson*-féle módszer és a Σ egység [23] és az ebből kifejlesztett ún. ívhosszmódszer [3, 23, 32, 33, 35, 80] a legelterjedtebbek. A fenti módszerek azonban nem jellemzik az inhomogén látható alakhibákat egyértelműen, ill. kielégítő pontossággal. Sőt igen sok esetben helytelen eredményt adnak. Ez a helyzet pl., ha lemezen a homogén és inhomogén alakhibák keverednek, ha az inhomogén látható alakhiba aszimmetrikus, illetve kardossággal párosul. A jelenleg elterjedt módszerek a gyakorlati esetekben tehát még a látható alakhibák követésére sem alkalmasak, nem is szólva arról, hogy az így kapott eredmények alapján teljesen kizárt egy folyamatos feszültségmérő rendszer ellenőrzése [72—74].

Ennek a problémának a feloldását célozta *Swallow* [32—34] és *Böttcher* [40] eljárása, amelyben síkra húzott lemez felületének alakváltozását mérték a terheletlen hullámos lemezre ragasztott nyúlásmérő bélyegek segítségével és a kapott eredménnyel jellemezték az inhomogén alakhibát. Mivel a lemezek esetében az alakváltozás a kiinduló állapothoz tartozó nyújtási visszamaradó feszültségeloszlás függvénye, azért ez az eljárás nem lehet önmagában véve kielégítő.

A képlékeny nyúlás teljes meghatározását célozzák a J and L [59—61] és az *ASEA*-féle [43] szeletelési eljárások. Azonban *Swallow* [32—34] mérései szerint a feldarabolt lemezcsíkok kardosodása nagy mérési pontatlanságot okoz.

Az eddigiek alapján megállapíthatjuk, hogy nem áll rendelkezésünkre olyan mennyiségi összefüggés és mérési eljárás, amelynek segítségével egy üzem közbeni folyamatos feszültségmérő alakhiba érzékenységét számszerű módon ellenőrizni lehetne. Ennek ellenére — meglepő módon — a szerzők közleményeikben az üzem közben mért feszültség-

eloszlás és a gyártott szalagokon mért alakhibák jó egyezéséről számolnak be.

3. A szalaghúzó feszültségeloszlás folyamatos mérése hideghengerlés közben

Az irodalomban főleg kétfajta működési elv alapján konstruált feszültségmérő készülék építéséről és használatáról találhatunk közleményeket. Az egyik működési elv mechanikai: közvetlen erőmérésen alapul [1, 2, 32—49, 63—69] a másiké mágneses: az anyag mágneses anizotrópiájának mechanikai feszültség hatására bekövetkező változását használja fel [1, 2, 50—69, 77—81]. Az előbbi a szalagot érintve méri a feszültséget, a második a szalagot nem érinti. Mindkét típus kifejlesztése az utolsó tíz évben kapott nagyobb lendületet. (A fentiektől eltérő elven működő feszültségmérő [70, 72—74] és látható alakhiba mérő [32, 71] berendezések kifejlesztésére is történtek próbálkozások.) Ma már számos országban működnek mind mechanikus, mind mágneses elven működő folyamatos feszültségmérő prototípusok, de az irodalom áttekintése alapján úgy tűnik, hogy egyik mérési módszer sem jutott még túl a fejlesztési stádiumon [1, 34, 41, 66, 67, 74, 75, 76, 79, 81].

3.1. Mechanikus (tárcsás) feszültségmérő rendszer

A mechanikus működési elvű feszültségmérő készülék mérési elrendezését az *5. ábra* mutatja. A munkahengerek közül kifutó szalagot a munkahengerek és a csévélő közötti szakaszon egy hengerrel úgy támasztjuk alá, hogy a szalag enyhén meghajoljon. A támasztó hengerre ható F_1 eredő erő, az F szalaghúzó erő és a szalag α hajlásszöge között a következő kapcsolat áll fenn:

$$F_1 = 2F \sin \frac{\alpha}{2} \qquad (2)$$

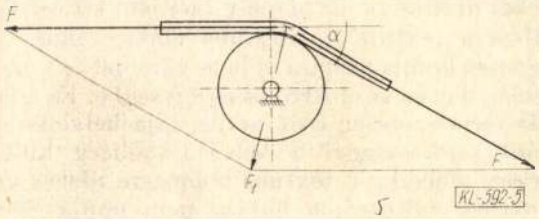
Az F_1 erő mérésével így meghatározhatjuk a lemezben ható ismeretlen F erőt. Ha az alátámasztó hengert egy tárcsasorral helyettesítjük, és különkülön mérjük az egyes tárcsákra ható erőket, akkor az így mért erőeloszlás arányos lesz a szalaghúzó feszültség eloszlásával, azaz a hullámosságot meghatározó feszültségeloszlással. A tárcsákra ható erőket a forgó tárcsákba épített vagy a tengelyre szerelt erőmérő cellákkal lehet mérni.

A készülék működésének legfontosabb feltétele az, hogy a szomszédos szalagcsík állapotától függetlenül az egyes tárcsák valóban a megfelelő szalagcsíkokban levő feszültségekkel arányos terhelést kapjanak. Így eleve fel kell tételeznünk azt, hogy a szalag elég lágy, ugyanis ellenkező esetben a szalag keresztirányú merevsége meghamisítaná a mérést. Ezen túlmenően a mérésnél igen szigorú geometriai feltételeket kell teljesíteni, a tárcsák és a tárcsák csapágyainak egyenetlen kopását mindenképpen el kell kerülni, amit az F_1 erőnek a hideghengerlésnél megszokott erőknél lényegesen kisebb értékűre való beállításával valósíthatunk meg.

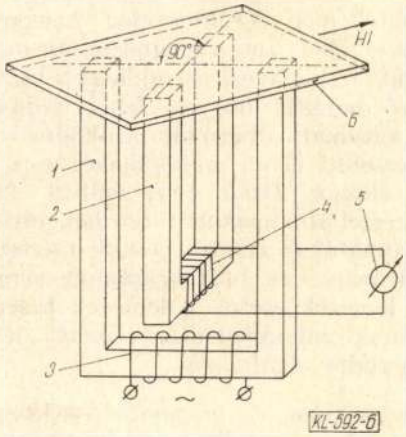
Úgy tűnik, hogy az egyetlen lényeges, de nem alapvető különbség a tárcsás feszültségmérők között az, hogy a tárcsasort terhelő erőt különböző eszközökkel mérik. A mérés elvéből következik, hogy a tárcsás feszültségmérővel nyomófeszültségek esetén nulla erőt kapunk.

3.2. A mágneses feszültségmérő rendszer

A szalag érintése nélkül működő mágneses feszültségmérő működési elve vázlatosan a következő. Ha egy ferromágneses anyagból készült testet mágneses térbe helyezünk, a test egy pontjában a mágneses teret két vektor megadásával jellemezhetjük, a B indukció és a H_a alkalmazott térerősség vektorral. Izotróp anyagokban a B és H_a vektorok a test minden pontjában párhuzamosak egymással. A krisztallográfiai texturával rendelkező polikristályos anyagokban viszont még a sok szemcsére átlagolt, makroszkópikus B és H_a sem feltétlenül párhuzamos egymással. Így pl. egy hidegen hengerelt acéllemezben, még ha az a hideghengerlés után hőkezelve is volt, a B és H_a vektorok közötti szög általában zérustól különböző: azaz a lemez mágneses anizotrópiát mutat. A B és H_a közötti szög függ a test alakjától a B vektor és a test kitűntetett irányainak helyzetétől, a test kémiai összetételétől, textúrájától és feszültségi állapotától. A feszültségi állapottól való függést a következő módon használhatjuk fel a feszültség mérésére. Egy U-alakú mágnesmagra tekercselt gerjesztő tekercs segítségével felmágnesezzük az acéllemezt. Mivel az acéllemeznek eredetileg is van textúrától és belső feszültségektől eredő mágneses anizotrópiája, a B mágneses indukció valamilyen szöget zár be a H_a mágneses térerősséggel terheletlen lemezekben is. Mechanikai feszültségváltozás hatására megváltozik a B vektor és a H_a vektor



5. ábra. A mechanikus (tárcsás) feszültségmérő készülék mérési elrendezése: F a szalaghúzó erő, F_1 a támasztóhengerre ható erő, a a szalag hajlásszöge



6. ábra. A mágneses feszültségdetektor elrendezése. 1: A gerjesztő mágneses U-mag, 2: az érzékelő mágneses U-mag, 3: a gerjesztő tekercs, 4: érzékelő tekercs, 5: a feszültségmérő műszer, 6: a mérendő lemez, HI: a hengerlési irány. (Vázlatos rajz)

közötti szög, így az egész erővonal-eloszlás is. A B mágneses indukció irányának változását célszerű úgy érzékelni, hogy egy, a gerjesztő U-mag síkjára merőleges síkban elhelyezett érzékelő mágneses U magot alkalmazunk, melyben a mágneses fluxus csak a mágneses anizotrópia hatására lép fel.

Egy lehetséges elrendezést a *6. ábra* mutat be [50—55] *1* a gerjesztő, *2* az érzékelő mágneses U-mag. (A mérőfej működését a vizsgálandó lemezben kialakuló erővonalkép alapján korábban már tárgyaltuk) [1, 78]. Az érzékelő mag fluxusának mérésével információt kaphatunk az anizotrópiáról, illetve ezen keresztül az anyag mechanikai feszültségi állapotáról.

A fluxus mérésére a váltóáramú indukciós módszert lehet alkalmazni. Ha a gerjesztő tekercsben váltóáram folyik, akkor időben váltakozó lesz az érzékelő mágneses U-mag mágneses fluxusa is. A 6. ábrán rajzolt *4* tekercsben váltófeszültség indukálódik, melynek mérésével a kívánt információhoz jutunk.

Ez a készülék akkor működne ideálisan, ha a mérendő acélszalag előélete, összetétele, krisztallográfiai textúrája a szalag minden pontjában tökéletesen azonos lenne. Gyakorlatban ezek a feltételek nem teljesíthetőek minden szempontból. Így a módszer érzékenysége igen sok tényező függvénye. Ezért a gyakorlatban a mérést általában kalibráció előzi meg. A kalibráció segítségével alkalmanként tisztázható az acéllemez textura eredetű mágneses anizotrópiájának szerepe, illetve a feszültség érzékenysége.

A mágneses feszültség-detektor rendszerek megvalósítási formái lényegében a 6. ábrának felelnek meg, az egyes kivitelek természetesen alaki különbségeket mutatnak, az alapelv azonban közös. Több esetben a textura anizotrópia elektronikus vagy mágneses kompenzálása is bele van építve a mérőfejekbe, illetve az elektronikus egységbe. Ez a megoldás természetesen csak addig adja helyesen és a kívánt pontossággal a belső feszültség különbségeket, ameddig a textúra homogén, illetve amíg a textúra anizotrópia hatása nem múlja felül a belső feszültség különbségek hatását.

A mágneses feszültségdetektorral kapcsolatban további technikai probléma is fellép, melynek megoldását a készülékek tervezői különböző utakon kísérelték meg. Az acélszalag hengerlés közben rezgésbe jöhet, ami a mágneses kör légrésének ingadozását eredményezi. Arra, hogy a légrésváltozás zavaró hatását hogyan lehet kiküszöbölni, különféle automatizálható eljárások simertek.

Az ismertetett elven működő mégneses feszültségmérőt először *Dahle* [50] épített 1954-ben, melyet sikerrel alkalmazott forgó hengereken levő csavarónyomatékok érintés nélküli mérésére. Később közleményében [43] beszámolt arról, hogy hengerelt lemezek esetén a lemezek textúra anizotrópiájának inhomogenitása miatt a mérési elvet nem tudta alkalmazni.

3.3. A mechanikus és mágneses feszültségeloszlás mérő rendszer összehasonlítása

A kétféle elven működő feszültségeloszlás mérő berendezések szabatosságában nincs olyan lényegi különbség, amely egyértelműen az egyik vagy a másik mellett szólna. A két esetben a főbb előnyök illetve hátrányok a következők.

A mechanikus rendszer érintéssel méri az erőt, a lemez felülete így karcolódhat, sérülhet, illetve fennáll a görgők kopási veszélye [65, 69]. Mivel igen kis feszültségkülönbségek kimutatása szükséges, az igényektől függően tized vagy század milliméteres egyenetlenségek (egyenlőtlen kopás vagy szennyezés) is meghamisítja a mérést. A mechanikus rendszernél a legnagyobb problémát a készülék pontos beállítása, illetve a folyamatos üzemben az elmozdulástól való védelme okoz. Természetesen bizonyos típusú elállítódást elektronikusan is kompenzálni lehet, de sajnos azon kívül, hogy a gyártott lemez hullámosodik, az elállítódásra, kopásra vagy szennyeződésre más indikációnk nincsen.

Hátránya a tárcsás elrendezésnek az is, hogy a tárcsák csapágyazásának finommechanikai megoldásai érzékenyek a külső folyadék vagy por szennyezésre. Ez a rendszer nem mutatja ki a lemezben levő nyomófeszültségeket, ez azonban a gyakorlati csévehúzó erőknél általában nem minősül hátránynak.

A mágneses rendszer érintés nélküli, így a szalag érintésével járó hátrányok nem jelentkeznek. A legnagyobb nehézség az, hogy a mérést alapvetően befolyásolhatják az acéllemez előéletétől származó textúra egyenetlenségek. Ha a textúra csak a hengerlési irányban változik, akkor a mérés még megfelelő elektronikus fogásokkal elvégezhető, ha azonban a keresztirány mentén sem állandó a textúra, a mérés lehetetlenné válik.

A rendszer határozott előnye, hogy aránylag érzéketlen a hengerállvány rázkódásaira, valamint a folyadék, por stb. szennyezésekre is.

Mivel a mágneses mérőfejeknek van bizonyos szórt mágneses terük, egymás zavarása nélkül nem tehetjük őket egymáshoz túlságosan közel. Gyakorlatilag 10—30 cm-enként helyezhetünk el egy-egy mérőfejet, ami lényegesen ritkább, mint a tárcsás berendezésnél elérhető sűrűség (~ 5 cm). Ez a hátrány azonban csak látszólagos. Síkfekvési hiba javítására szolgáló beavatkozó szervek száma a hengerművekben általában három, így három független, a síkfekvési hibára jellemző paramétert mérve elegendő információhoz jutunk a visszaszabályozás számára. Természetesen nem tudjuk előre, hogy hol van a három mérőhely optimális helyzete, de öt vagy hét mérőfej elhelyezésével biztosan kielégítő mennyiségű adathoz jutunk a három beavatkozó szerv vezérléséhez.

A mágneses rendszer hátránya, hogy csak ferromágneses anyagokhoz használható, tehát alumíniumhoz vagy ausztenites acélhoz nem alkalmazható.

Összefoglalva úgy tűnik, hogy a kétféle berendezés közül a mechanikus működési elvűnek számos hátránya van a mágnesessel szemben, ezek a hátrányok azonban nem leküzdhetetlenek. A mágneses rendszer viszont biztosan alkalmatlan nem ferromágneses anyagok mérésére, valamint olyan esetekben, amikor a szalagon lényeges előélettől eredő mágneses anizotrópia inhomogenitás található a

keresztirányban. Az üzemeltetés, fenntartás és a kalibrálás valamivel egyszerűbb és igénytelenebb a mágneses rendszernél, és valószínű, hogy a mágneses rendszer ára is alacsonyabb, bár mindkét típus ára több tízezer dollár nagyságrendű.

3.4. A feszültségmérő rendszerek pontossága

Tekintsük át, hogy milyen pontossági igényt kell támasztani azon feszültségmérő rendszerekkel szemben, amelyeket inhomogén hullámoktól mentes, illetve még elfogadhatóan hullámos szalagok gyártásának szabályozásához kívánunk alkalmazni.

Az eddig megépített feszültségmérő berendezések nem alkalmasak széles, vékony szalagok esetén a kritikus feszültség nagyságrendjébe eső (4. ábra) feszültségértékek mérésére. Amint arra már az első részben felhívtuk a figyelmet, az instabilitási elmélet nem ad választ arra a kérdésre, hogy a kritikus nyomófeszültségnél nagyobb nyomó feszültségek esetén milyen méretű hullámok alakulnak ki valójában a lemezen. Erre nézve empirikus adatok alapján nyerhetünk tájékoztatást [38]. Ezen adatok szerint a 10 MPa feszültség mérési pontosság mellett már ki tudjuk szűrni azokat a belső feszültségeket, amelyek a napjaink műszaki követelményei szerint már nem elfogadható mértékű hullámosságra vezetnek.

Az eddigiekből világos, hogy a hullámosodás elleni küzdelemben a feszültségdetektorokat csak akkor érdemes bevetni, ha a technológia már elérte azt a színvonalat, hogy a csévehúzó feszültség hatása alatt álló szalag síkfekvő, azaz csak rejtett alakhibákat tartalmaz. Láttuk, hogy elvi okokból sem létezhet olyan feszültség detektor, amely a hullámos szalagról a hengermű vezérlésére alkalmas jelet adhatna.

4. Síkfekvési szabályzási kísérletek a Dunai Vasmű Hideghengerművében

A kereskedelmi forgalomban levő folyamatos feszültségmérő rendszerek alkalmazhatóságát, megbízhatóságát és költség kihatásait mérlegelve és a síkfekvési hibák meghatározásának fent vázolt, nyitott kérdéseit is figyelembe véve, a *Dunai Vasmű* és az *MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézete* a finomlemezek síkfekvésének problémakörében komplex kutatási-fejlesztési tevékenységet indított.

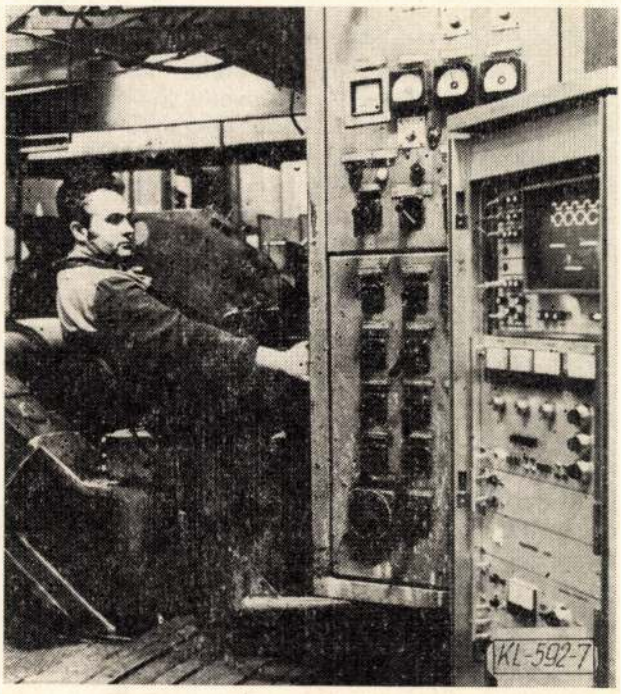
Az *MTA MFKI Fémkutatási Főosztálya* és a *DV Kutatási Osztálya* valamint *Technológiai Főosztálya* által koordinált kutató-fejlesztő munka célja egyik oldalról magnetoelasztikus elven működő, érintés nélküli folyamatos feszültségmérő rendszerek kifejlesztésében, másik oldalról finomlemezek látható és rejtett síkfekvési hibáinak mérési-értékelési eljárásainak kidolgozásában áll.

4.1. Folyamatos feszültségmérő rendszer:

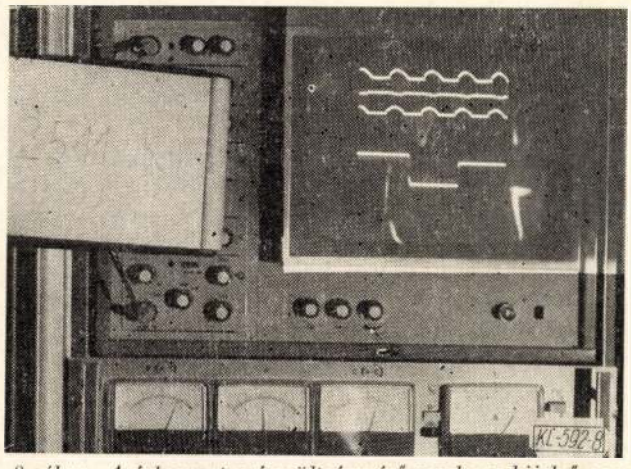
Az MD-05 típusú magnetoelasztikus mérőfej és a Magnifesz DK-3 elektronikus egység

Az MD-05 típusú mérőfejek a működési elvet valamint az alapfelépítést tekintve sok szempontból megegyeznek az ismert magnetoelasztiksu mérőfejekkel [77]. A mérőfej tehát két tükörszimmetrikus mágnesmagból áll, amelyek egymásra merőlegesen helyezkednek el. A folyamatos feszültségmérő rendszerrel történő üzemi kísérleteknél három mérőfejet használtunk. A kísérleti mérések során a mérőfejek a hengerállvány kimenő oldalán, a szalag alatt, keresztirányban, egy sorban kerültek beépítésre. Az érzékelő fejek a Magnifesz DK-3 elektronikus rendszerhez csatlakoztak [79—81].

Ez az egység táplálja a mágnesező tekercseket, lock-in módszerrel méri az érzékelő tekercsekben indukált feszültséget, és a mért feszültségeloszlást egy képernyőn jeleníti meg. A *7. ábra* a mérőberendezést mutatja a Dunai Vasmű Hideghengerművének 1700-as simító hengerállványa mellett. A *8. ábrán* az elektronikus egység képernyője látható.



7. ábra. A Magnifesz DK-3 berendezés a Dunai Vasmű 1700-as simító hengersora mellett.



8. ábra. A folyamatos feszültségmérő rendszer kijelző egysége. A nagyképernyőjű oszcilloszkópon a felső három sugár (demodulátor jelek) a műszer gyors beállítását és folyamatos ellenőrzését segíti elő. A képernyő alsó részén a három pontban mért szalaghúzó feszültségeloszlásnak megfelelő jelalak látható.

(Ezt kell a hengerésznek a hengerlés közben figyelnie.)

A felső három sugár a készülék gyors beállítására szolgál. A képernyő alsó részén a feszültségeloszlás látható. Ebben a példában a feszültség a szalag közepén kisebb, mint a peremeken. A szalag tehát várhatóan középhullámos lesz.

Az üzemi körülmények között eddig hosszabb idejű próbaüzemet kiálló mágneses feszültségmérő rendszerek közös hátránya az volt, hogy csak egy kritikus csévehúzó feszültség felett működtek helyesen [75, 76]. A hazai mérőfejek kis csévehúzó feszültségek mellett is helyesen működnek és egyaránt alkalmasak húzó és nyomó feszültségek mérésére mindaddig, míg a szalag sík marad [77].

4.2. Üzemi kísérletek

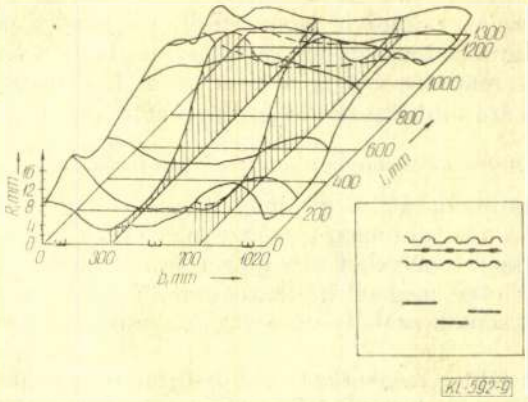
Üzemi kísérleteinket a Dunai Vasmű 1700-as simító hengerállványán végeztük, amelyről már beszámoltunk [79—81]. Az üzemi kísérleteinknél 0.5, 0.75, 1.0,. 1.5 és 2.0 mm vastag és 1020 mm széles szalagokat dresszíroztunk. Az első kísérletsorozatban olyan feltételekkel hengereltünk, hogy a lemezen terheletlen állapotban a magnetoelasztikus feszültségmérő berendezés jelzései szerint az egyik esetben kifejezetten középhullámokat, a másik esetben kifejezetten szélhullámokat kellett várnunk. A megfelelő jeleloszlást a hengerlés vezérlésénél hosszú időn keresztül tartósan fenn tudtuk tartani. Az így szabályozott szalagok pontosan olyan alakhibát mutattak, mint amilyenek a magnetoelasztikus mérések alapján várhatóak voltak.

A *9a. ábrán* egy középhullámos lemez felületét mutatjuk be. A *9b. ábrán* e lemezszakaszokon a hengerlés közben mért feszültségeloszlást ábrázoljuk. Az üzem közben három pontban mért szalaghúzó-feszültség által jelzett alakhiba és a kész lemeztáblákon mért alakhiba kvalitative megegyezik.

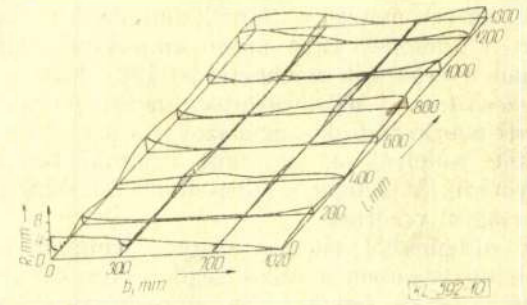
Részletes vizsgálataink azt mutatták, hog a mennyiségi összehasonlítást meggátolja az alakhibák szabványokban előírt (ill. az irodalomból ismert) jellemzőinek az alkalmatlansága a szalaghúzó feszültség eloszlásának kellő pontosságú és megbízhatóságú kvantitativ leírására még akkor is, ha a terheletlen szalagban visszamaradó feszültségek már elhanyagolhatóak.

Amikor megkíséreltük mérőberendezésünk segítségével lehetőségek szerint sík szalagok előállítását, az egyes jelek olyan gyorsan változtak, hogy azokat a mechanikus szabályzó rendszerrel nem lehetett követni. Ezen körülmény ellenére ezek a szalagok — a DIN 1541 meghatározásait véve alapul — csak fínom eltéréseket mutattak a síktól, jóllehet semmilyen egyengető műveletet nem végeztünk azokon. Egy ilyen lemezfelületet mutattunk be a *10. ábrán.* (További vizsgálataink során ezeknek a „jó minőségű" szalagoknak a sajátosságait kívánjuk közelebbről megismerni.)

Egyes esetekben kizárólag dresszirozás szabályozásával is lehet a síktól csak fínom eltéréseket mutató szalagokat gyártani, mégis hangsúlyoznunk kell, hogy a szalagok síkfekvésének olyan



9. ábra. 0,75 mm vastag és b = 1020 mm széles középhullámos lemezfelület axonometrikus képe (a). A vízszintes tengely megvastagított szakaszai a mérőfejek keresztirányú helyzetét jelölik. A b ábra jelöli a hengerlés közben mért feszültségértékeket.



10. ábra. 0,75 mm vastag és 1020 mm széles lemez axonometrikus képe. A síktól való maximális eltérés 4 mm.

mértékű javítása nem oldható meg egyetlen technológiai művelet ellenőrzésével, mellyel a szigorúbb felhasználói igények folyamatosan kielégíthetőek. Ez a cél megköveteli, hogy a meleg- és hideghengerlés a dresszírozás és az egyengetés során minden részfolyamatot ellenőrizzünk és lehetőség szerint szabályozzunk.

Összefoglalás

A 4. ábra és az 1. táblázat szerint a széles, vékony szalagok esetében a kritikus feszültség értéke igen alacsony. Ezen kis feszültségekre pontos szabályozókat építeni ma még távolról sem megoldott feladat. Az elméleti elemzés azonban rámutat a technológiai megoldás egy lehetséges útjára: a visszamaradó feszültségeloszlás csomópontjait növelve módunkban áll a kritikus paramétereket alkalmas módon megnövelni és így azokat a rendelkezésünkre álló eszközökkel szabályozni. További — és az eddigieknél bonyolultabb feladat — annak felderítése, hogy egy-egy meghatározott síkfekvési hibával rendelkező szalaghoz milyen kritikus paraméterek tartoznak.

Az eddig megjelent közlemények azt mutatják, hogy mind a mechanikus, mind a mágneses szalaghúzó feszültség eloszlásmérő készülékek haszonnal alkalmazhatók a hideghengerművekben hengerhajlítást vezérlő automatika érzékelő szerveként. Az alkalmazás feltétele az, hogy a fínomlemez hengerlés közbeni feszültségi állapota jellemezze

a hullámosodási hajlamot, vagyis hogy a szalag hengerlés közben legfeljebb rejtett alakhibás legyen, azaz semmiképpen ne tartalmazzon látható alakhibákat. Ha sikerül a látható alakhibák nélküli hengerlési folyamatot feszültségdetektorokkal automatikusan szabályozni, akkor a gyártmányok minősége ugrásszerűen megjavul. Ezzel a módszerrel nemcsak a hullámosodás problémája oldható meg, hanem a kardosodás különböző fajtái és a szalagszakadások is automatikusan megszünnek.

Kifejlesztettünk és megépítettünk egy folyamatos feszültségmérő rendszert, melyet a Dunai Vasmű 1700-as simító hengersorán üzemi próbának vetettünk alá. Az MD—05 típusú mérőfejek és a Magnefesz DK—3 elektronikus egység az üzemi kísérletek során hiba és károsodás nélkül működött és kvalitative helyesen jelezte a várható inhomogén síkfekvési hibákat.

IRODALOM

[1] *Ivanov P.—Gaál I.—Major J.—Zsámbók D.—Kőhalmi K.—Horváth T.:* Finomlemezek síkkifekvése I. rész: A finomlemezek alakhibáinak természete, II. rész: A szalaghúzó feszültségeloszlás folyamatos mérése hideghengerlés közben Dunai Vasmű Műszaki és Gazdasági Közleményei 1978. 1—3.1/25.

[2] *Roberts W. L.:* Cold Rolling of Steel, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, 1978.

[3] *Buchholtz O. W.:* Dr.—Ing.—Diss. Techn. Univ. Hannover, 1973.

[4] *Tselikov A.:* Stress and strain in metal rolling, MIR, Moszkva, 1967.

[5] *Backofen W. A.:* Met. Trans. 4 (1973) 2679/2699.

[6] *Kröner E.:* Kontinuumstheorie der Versetzenungen und Eigenspannungen, Springer, Berlin, 1958.

[7] *Wolfermann W.:* Dr.—Ing.—Diss. Techn. Univ. München, 1976.

[8] *Kreulitsch H., Rauchwarter H.:* Bänder, Bleche, Rohre, (1976), No 9. 352/358.

[9] *Kreulitsch H., Rauchwarter H.:* Bänder, Bleche, Rohre, (1976), No 11, 443/447.

[10] *Kollbrunner C. F.—Meister M.:* Ausbeulen, Theorie und Berechnung von Blechen, Springer, Berlin 1958.

[11] *Timoshenko S. P.—Gere J. M.:* Theory of Elastic Stability, Mc. Graw-Hill, 2nd Ed., New York, 1961.

[12] *Warendorf K.:* Dr.—Ing.—Diss. Techn. Univ. Berlin, 1969.

[13] *Pavlov I. M.—Zseleznov Ju. D.—Jargsztorf P.:* Izv. VUZ. csern. met. (1968) No. 9. 95/100.

[14] *Zseleznov Ju. D.—Pavlov I, M,—Jargsztorf P.:* Izv. VUZ. csern. met. (1969) No. 9. 64/68.

[15] *Zseleznov Ju. D.—Pavlov I. M.—Jargsztorf P.:* Izv. VUZ, csern. met. (1969) No. 11. 91/95.

[16] *Zseleznov Ju. D.:* Prokatka rovnüh lisztov i polosz, Izd. Metallurgija Moszkva, 1971.

[17] *Bühler H.—Buchholtz O. W.:* Arch. Eisenhüttenwess. 44, (1973) Nr. 12. 967/912.

[18] *Bühler H.—Buchholtz O. W.:* Arch. Eisenhüttenwes. 44, (1973) Nr. 12. 907/912.

[19] *Zseleznov Ju. D.—Grigorjan G. G.—Gurov A. Sz.—Mirszalimov V. M.:* Izv. VUZ. csern. met. 19 (1976) No. 3. 99/102.

[20] *Zseleznov Ju. D.—Grigorjan G. G.—Gurov A. Sz.—Mirszalimov V. M.:* Izv. VUZ, csern. met. 20 (1977) No. 1. 124/126.

[21] *Oehler G.:* Blech, 1966., Nr. 12., 622/624.

[22] *Loose J.—Zalavin J. A.—Micheev E. A.:* Neue Hütte, 20 (1975,) H. l. 30/35.

[23] *Pearson W. K. J.:* J. Inst. Metals, 93 (1964/65), 169/178.

[24] *Wistreich J. G.:* J. Iron and Steel Inst. Dec. 1968. 1203/1206.

[25] *Kerth W.—Mack K.—Lenz D.:* Z. Metallkde. 61 (1970) H. 5. 315/322.

[26] *Funke P.—Kottmaen K.—Piorko I.:* Stahl u. Eisen, 91 (1971) Nr. 16. 929/932

[27] *Szkorohobov N. E.—Nizsnik P. P.—Vaverjuka V. N.:* Iz.. VUZ. csern. met. 14 (1971) No. 7. 96/99.

[28] *Opermann K.—Jargsztorf P.—Wagner H.:* Neue Hütte, 15 (1970) H. 4. 224/227.

[29] *Jargsztorf P.—Freundel P.:* Neue Hütte, 16 (1971) H. 2. 87/91

[30] *Zseleznov Ju. D.—Jargsztorf P.—Riewe U.:* Neue Hütte, 16 (1971) H. 6. 337/340.

[31] *Jargstorf P.—Hartmann H.:* Neue Hütte 19 (1974) H. 5. 275/282.

[32] Conference on Shape Control 31.3.—1.4.1976. Chester. Proc. Book 183, The Metals Society: London.

[33] *Swallow J.:* Report No: 925/D 1976, Research Department Strip Mills Division British Steel Corporation.

[34] *Swallow J.:* személyes közlés, 1979.

[35] *Schuler V.:* Dr.-Ing.-Diss. Techn. Univ. Clasuthal, 1970.

[36] *Pawelski O.—Schuler V.:* Stahl und Eisen 90 (1970) Nr. 22. 1214/1222.

[37] *Pawelski O.—Schuler V.—Berger B.:* Trans, Iron. Steel Inst. Japan, 11. (1971) Supl. II. 693/698.

[38] *Berger B.—Thies H.—Neuschütz E.:* Stahl u. Eisen 95, (1975) Nr. 22. 1051/1056.

[39] *Berger B.—Thies H.—Neuschütz E.—Mücke G.:* Stahl u. Eisen 97, (1977) Nr. 21. 1029/1031.

[40] *Böttcher W.—Kopineck J. H.—Schröder R.—Wrede W.:* Stahl u. Eisen, 97 (1977) Nr. 4. 151/154.

[41] *Berger B.:* BFI des VDEh, Düsseldorf, eszmélyes közlés, 1979.

[42] *Henze M.—Sivilotti O. G.:* Trans. Iron Steel Inst. Japan, 11 (1971) Supl. II. 687/691.

[43] *Sivilotti O. G.—Davies W. E.—Henze M.—Dahle O.:* Iron and Steel Eng., June. 1973, 83/90.

[44] *Henze M.—Nilsson H.:* ASEA-zeitschrift, 22 (1977) H. 6. 133/138.

[45] ASEA, Information YM 125—101 T. 1977.

[46] ASEA, Broschüre AV 85—102 T

[47] ASEA, Pamphlet AV 85—101 E, Reference list, 1978.

[48] Davy-Loewy Vidiplan automatic shape control for rolling mills, Davy-Loewy Ltd, Loewy Robertson Division.

[49] Vidimon Shape Meter, Davy-Loewy Ltd, Loewy-Robertson Division.

[50] *Dahle O.:* ASEA Research, 1959, No. 1. 45/68.

[51] *Poluhin P. I.—Zseleznov Ju. D.—Poluhin V. P.:* Tonkolisztovaj prokatka i szluzsba valkov, Izd. Metallurgija, Moszkva, 1967.

[52] *Shelesnov Ju. D.—Jargstorf P.—Nasarov J. G.:* Neue Hütte, 13 (1968) H. 9. 531/534.

[53] *Zseleznov Ju. D.—Livsic B. I.—Zsuravszkij A. G.—Kondratov A. I.:* Priborü i szisztemü upr. No. 3. 1972. 25/26.

[54] *Grigorjan G. G.—Zseleznov Ju. D.—Satalov P. L.—Zsuravszkij A. G.:* Izv. VUZ. csern. met. 1974, No. 3. 83/85.

[55] *Grigorjan G. G.—Zseleznov Ju. D.—Csernüj V. A.—Kuznyecov L. A.—Zsuravszkij A. G.:* Nasztrojka, sztabilizacija i kontrol, processza tonkolisztovoj prokatki, Metallurgija, Moszkva, 1975.

[56] *Nikolajev V. A.—Zotov O. N.—Zadko B. M.:* Izv. VUZ. csern. met. 1977, No. 3. 88/89.

[57] *Köpstein E.—Radecke R.—Stürzenbecher K.:* Acta IMEKO, 1973, 495/502.

[58] *Radecke R.—Kriebel B.—Stürzenbecher K.:* Acta IMEKO, 1976, 373/378.

[59] *Renner S. E.—Dahm J. R.:* Progress in Measuring and Controlling Tin Plate Shape, 1970, American Iron and Steel Institute, 1/20.

[60] *Dahm J. R.:* Instr. Technology, May, 1970. 54/59.

[61] *Renner S. E.—Dahm J. R.:* Ind. Heating, August, 1971. 1485/1494.

[62] *Wistreich J. G.:* Trans. Iron Steel Inst. Japan 11 (1971) Supl. II. 674/679.

[63] Steel Times, May 1970, 329/331.

[64] *Crawford C. W. J.:* Steel Times, November 1972, 789/791.
[65] *Davis N.:* Iron and Steel, August, 1972, 391/395.
[66] *Johnson D.:* Iron and Steel Inter October, 1974, 412/420.
[67] *Earnshaw I.:* Metals Techn. July-August 1975, 339/345.
[68] On-line shape control for cold-rolled strip, Metals and Materials, June 1976, 26/32
[69] *Grimble M. J.:* CME 22 (1975) Nov. 91/93.
[70] *Herzog A.—Schwenzfeier W.:* Berg u. Hütterm2nnische Monatshefte, 121 (1976) H. 5. 192/198.
[71] *Santo T.—Sasaki T.—Metsushima T.—Shibata H.—Emori T.—Arimizu M.:* Trans. Iron Steel Inst. Japan. 11 (1971) Supl. II. 698/702.
[72] Mitsubishi Shape Meter, Mitsubishi Electric Co. Tokyo, Japan.
[73] Metec '79, Düsseldorf, 16/22. 6. 1979.
[74] *Akira Matsuda:* Mitsubishi Electric Corporation, Section A, Tokyo, Japan, személyes közlés, 1979.
[75] *Riewe U.—Stürzenbecher K.—Hartmann H.:* VEB Bandstahlkombinat „Hermann Matern", Eisenhüttenstadt, személyes közlés, 1979.
[76] *Dahm J. R.:* Graham Research Laboratory, Jones and Laughlin Steel Corporation, személyes közlés, 1979.
[77] Szolgálati találmány: Szabadalmi közlöny 84 (1979) T/17234, 692
[78] *Ivanov P.—Major J.—Gaál I.:* V. Nat. wiss-techn. Konf. „Defektoskopie '77, Sofia 1977, 282/900.
[79] *Ivanov P.—Major J.—Gaál I.—Hauszner E.—Zsámbók D.—Gráner J.:* GTE VII. Anyagvizsgáló kongresszus, Budapest, 1978. október 9—12. Előadások, II. kötet 973/977. és Lectures II. vol. 845/849.
[80] *Ivanov P.—Gaal I.—Major J.—Graner J.—Hanak J.—Hauszner E.—Zsambok D.:* V. Kaltwalztagung, 13—15, Juni, 1979. Eisenhüttenstadt, Kurzreferate, Vortr. 12, S. 18. és Neue Hütte, megjelenés alatt
[81] *Ivanov P.—Gaál I.—Major J.—Gráner J.—Hauszner E.—Zsámbók D.—Kőhalmi K.—Horváth T.:* Dunai Vasmű Műszaki és Gazdasági Közleményei, 1979. 2. 5/11

Egyesületi hírek

A Hengerész Szakcsoport ülése júniusban Ózdon

A Hengerész Szakcsoport a II. negyedévi összejövetelét jún. 12-én tartotta Ózdon, az ózdi hengerészek rendezésében. A megbeszélésen a Hengerész Szakcsoport tagjai vettek részt, a vendéglátó ózdi szakemberek társaságában. A tanácskozást a Szakcsoport elnöke; *Unger Ervin* nyitotta meg, majd a házigazda vállalat nevében *Pohl László* főmérnök üdvözölte a megjelenteket. Beszédében hangsúlyozta, hogy az utóbbi három évben a hengersorok fejlesztésében Ózdon nem volt nagyobb ugrás, ezen időszakra a csendes fejlődés volt jellemző. Jelentős eredményeket értek el viszont a metallurgiai fázis továbbfejlesztésében, továbbá a Rud-drótsor felfuttatásával. Utóbbi ma már jól bejáratott üzemnek tekinthető, termelési szintje közeledik a 400 000 tonnához. A többi hengersor munkája lényegesen nem változott.

1. napirendi pont. Előadások az Ózdi Kohászati Üzemek középtávú fejlesztési tervéről.

Hercsik László az Ózdi Kohászati Üzemek fejlesztésének általános kérdéseivel foglalkozott. Hangsúlyozta, hogy nagyobb méretű beruházások a következő években sem várhatók, ezért a középtávú fejlesztésre a nagyobb költséggazdálkodás lesz jellemző. Elsősorban következő területeken terveznek előrelépést:

a) költségcsökkentés a metallurgiai fázisban, különös figyelemmel a koksz-megtakarításra,
b) energiatakarékosság, ezen belül az eddig figyelmen kívül hagyott tartalékok felszínrehozása, pl. a salakhányó lehetőségeinek kihasználása,
c) a másod-harmad termékek gyártásának bevezetése, elsősorban a betonacél-másodtermékek gyártásának beindítása,
d) a kísérlet-kutatás eredményeinek hasznosítása az önköltségcsökkentésben (pl. a szekvens-öntés megvalósítása),

A súlypontot természetesen továbbra is a metallurgiai fázis fejlesztése képezi, továbbfeldolgozás szempontjából azonban legnagyobb figyelmet az előrehegesztett betonacélháló gyártása érdemel. Ez utóbbi lehetőségét az új rúd-drótsor jelentős betonacél-termelése teremtette meg, indokát pedig az a körülmény, hogy a fejlett ipari országokban az előregyártott betonacél elemek aránya lényegesen nagyobb a hazainál. 13 000—20 000 tonnás hálógyártás lehetőségei az Ózdi Kohászati Üzemek keretén belül megteremthetők.

Márkus Gyula a hazai korszerű finomsorok technikai színvonalának és gyártmányszerkezetének összehasonlításával foglalkozott. Sorravette a Csepeli drótsor, a Diósgyőri Nemesacél Hengerműv és az Ózdi Rúd-drótsor technikai lehetőségeit és elemezte azok programszerkezetét. Megállapította, hogy az új sorok a finom- és középsori termelés több mint 50%-át adják és a szabványokban előírtnál szorosabb tűrések tartására is képesek. Mind a csepeli, mind a diósgyőri hengersor képes volna nagyobb arányban is ötvözött termékeket gyártani és gyártási programjukat célszerű volna ilyen irányban bővíteni. A hengersorok üregkitöltöttsége erősen változik, különösen a diósgyőri sorok üregkitöltöttségi színvonala alacsony. Egyes hengersorokon sok a szelvényváltás és ez a körülmény hátrányos a sorok gazdaságosságára.

Marczis Gáborné a szabályosan hűtött, bordázott betonacélok gyártásáról számolt be, azon megfigyelések és kísérletek alapján, amelyeket a Rúd-drót Hengerműben végeztek. Megállapította, hogy a korszerű betonacéloknak két fajtája van forgalomban, az egyiket melegen hengerelt és hűtött kivitelben gyártják, és ezek mechanikai tulajdonságait döntően vegyi összetételük szabja meg. A másik termékfajta tulajdonságait a hengerlés és hűtés után hidegalakítással állítják be, ezeket hidegen csavarják, hengerlik, húzzák. A hengersori szabályozott hűtésnek az a lényege, hogy a kész hengerből kifutó hengerelt szálat vízhűtő-rendszerben edzik, majd utána levegőn megeresztik. Az ózdi Rúd-drót Hengerműben is ezen elv alapján működik a berendezés, amelynek legérzékenyebb része a vízhűtő szakasz. A víz hozzávezetésének, elosztásának különböző módozatait próbálták ki és ennek segítségével már a múlt évben több ezer tonna szabályozott hűtéssel hengerelt periodikus betonacélt gyártottak. Mivel a hűtésszabályozás a folyáshatárt 60 N-nal is növelheti és a folyáshatár arányát kedvezően befolyásolja, a hűtéssel mikroötvöző anyag takarítható meg. A szabályozott hűtéssel gyártott betonacélok kedvezőbbek a hagyományosan gyártottaknál. Előnyeik a következők:

a) egyenletesebb a termék szövetszerkezete,
b) nincs szemcsenövekedés,
c) a termék szívóssága javul,
d) a felületi revésedés csökken.

Ezenkívül a szabályozott hűtés előnyösen használható fel az alacsony összetételű adagokból gyártott hengerelt áru folyáshatárának és szilárdságának a kívánt szintre hozására.

2. napirendi pont. Üzemlátogatás.

A Szakcsoport tagjai meglátogatták a Rúd-drót Hengerművet és ott a rúdacél hűtőberendezését és a kemény fémgyűrűs hengerek szerelését, megmunkálását tanulmányozták.

A tanácskozást *Unger Ervin*, a Szakcsoport elnöke zárta be. (RZ)

Szovjet—magyar kutatások 30—40 kp/mm² folyáshatárú, gyengén ötvözött, légköri korróziónak ellenálló acélok létrehozására*

V. P. HARCSEVNYIKOV – D. A LITVINYENKO – GOMBÁS LÁSZLÓ
CNIIcsermet (Szovjetunió) — Vasipari Kutató Intézet (MNK)

DK: 669.14.018.821—194.2.

A cikk beszámol annak a közös kutatómunkának eredményeiről, mely lehetővé tette egy új, gazdaságosan ötvözött és növelt folyáshatárú, korrózióálló acél ipari bevezetését mindkét országban.

A közös kutatások megkezdése előtt mindkét országban tapasztalatok halmozódtak fel a nemzetközi gyakorlatban széleskörűen ismert Cor-Ten összetételéhez hasonló légköri korróziónak ellenálló (légkor) acélok gyártása területén. A Szovjetunióban ez az acél a 10HNDP jelű (GOSZT 19281-73 és 19282-73), melynek garantált folyáshatára 35 kp/mm², míg az MNK-ban ez az acél a K45 és K52 volt.

Mindkét országban kidolgozták ezen acélok gyártástechnológiájának műszaki dokumentációját, és előirányozták a szükséges követelményeknek megfelelő tulajdonságokkal rendelkező max. 12 mm vastagságú lemezek, alakos acéltermékek gyártását.

A Központi Vaskohászati Tudományos Kutató Intézet (CNIIcsermet) és a Vasipari Kutató Intézet (VASKUT) a közös kutatásokat 1971-ben kezdte el, azzal a céllal az hogy takarékosan ötvözött, növelt folyáshatású, 30 és 40 kp/mm² szavatolt folyáshatárral rendelkező, légköri korróziónak ellenálló acélokat fejlesszenek ki. A kutatásnak ezt az irányvonalát azért választották, mert a KGST tagországokban megnövekedett az igény ilyen acélok iránt.

Az Intermetall szekciójának programja és a közös kutatási terv előirányozta $\delta_F = 30$ kp/mm² folyáshatárú gazdaságosan ötvözött acélok kidolgozására és kipróbálására vonatkozó kutatások elvégzését a CNIIcsermet szakemberei által. A $\delta_F = 40$ kp/mm² acéll a kapcsolatos hasonló kutatások elvégzését a magyar szakemberek kapták feladatul.

Laboratóriumi kutatások

Az acél olvasztására mindkét intézetben 60—100 kg-os elektromos indukciós, bázikus bélésű kemencét használtak. A VASKUT-ban az acélt két üstbe öntötték szét, melyekben speciális technológia szerint végezték a dezoxidálást és a mikroötvözést. A CNIIcsermet-ben az acélt egy üstbe csapolták, majd szakaszos öntés révén változtatták az acél ötvözőtartalmát.

A közös kutatás laboratóriumi stádiumában mindegyik irányzat szerint 12—15 ötvözési variációval gyártottak acélt, majd vizsgálták azok minőségét. Az acélgyártás és -feldolgozás technológiáját annak figyelembevételével választották meg, hogy azok megismételhetők legyenek üzemi körülmények között is.

A kapott eredmények egybeesésének értékelésére a két intézet 100 kg-os mennyiségben (öt adag) anyagot cserélt. A kutatási eredmények közötti eltérések jelentékteleneknek bizonyúltak.

A Légkor acélok ötvözésének vizsgált határai az *1. táblázatban* találhatók.

A CNIIcsermet-ben ötvözésre és dezoxidálásra ferroötvözeteket és elemeket használtak, melyeket az üzemekben gyengén ötvözött acélok gyártásakor alkalmaznak. Az összes legyártott adagok csak elkerülhetetlen mennyiségben, szennyezőként tartalmaztak nikkelt (max. 0,05%). A foszfor és alumíniumtartalmat közvetlenül az acél öntésekor változtatták.

A VASKUT szakemberei az acélt speciális ötvözetekkel komplex dezoxidálószerekkel dezoxidálták és mikroötvözték a korábban kidolgozott technológia szerint. Így a többek között a következő típusú ötvözeteket alkalmazták: MnTiAl (1,2—2,5 kg/t), CaMnSiZr (1,5 kg/t), ferrovanádium (1,0—2,0 kg/t), valamint $CaCN_2$ (1,7 kg/t). Az első két dezoxidálószert a VASKUT-ban dolgozták ki az acélban előforduló nem fémes zárványok fajtáinak és alakjának szabályozására.

A kapott öntecseket a két intézet kísérleti körülményei között alakították. Az öntecseket és lemezbugákat kovácsoláshoz és hengerléshez kamráskemencékben 1150—1180 °C-ra hevítették fel. A lemezbugákat hengerlés előtt köszörüléssel tisztították. Az öntecseket nem tisztították. A hengerlés során 5—16 mm vastagságú lemezeket állítottak elő. A hengerlési véghőmérséklet 850—980 °C volt a hengerelt lemezvastagság függvényében. Ezen kívül hatszögű előgyártmányt kovácsoltak M36-os csavarok gyártásához, a lapok közötti távolság 56 mm volt.

Az acél egy részét 900—920 °C-on normalizálták.

A lemezacél mechanikai tulajdonságait melegen hengerelt és normalizált állapotban vizsgálták a hengerlési irányra merőlegesen kivágott próbatesteken. A szakítószilárdság méréseket körszelvényű és ötszögletű próbatesteken végezték. Az ütőszilárdság méréseket 10×10×55 mm-es 1,0 mm-es (CNIIcsermet) és 0,25 mm-es lekerekítésű, 2 mm mély bemetszéssel (VASKUT) készített próbatesteken +20; −10 és −40 °C-os hőmérsékleteken végezték.

* A tanulmány a Stal 1979. évi 2. számában is megjelent. *(Szerk.)*

1. táblázat

Gazdaságosan ötvözött, növelt folyáshatárú, légköri korróziónak ellenálló acélok alkotóelemeinek %-os megoszlása

Gyártó	C	Mn	Si	P	S	Cr	Cu
CNIICsermet	0,07—0,15	0,4—1,45	0,16—0,47	0,01—0,11	0,018—0,031	0,60—2,18	0,27—0,42
VASKUT	0,08—0,19	0,72—1,42	0,2—0,56	0,0—0,077	0,019—0,040	0,68—1,20	0,27—0,42

Gyártó	Al	Ti	V	Zr	N
CNIICsermet	0,01—0,27	0,016—0,027	—	—	—
VASKUT	0,02—0,065	0,023—0,08	0,04—0,10	0,01	0,005—0,017

2. táblázat

A vizsgálatba vont fenti összetételű légköri korróziónak ellenálló acélok mechanikai értékei*

Gyártó	σ_F kp/mm²	σ_B	δ_5 %	Ψ	A_K mkg/cm², °C hőmérsékleten +20	−10	−40
CNIICsermet	28,7—50,3	45,0—70,6	20,2—34,2	52,4—72,7	7,1—19,9	5,7—10,7	2,7—13,0
	30,6—60,3	47,0—90,3	13,6—34,0	27,7—8,37	11,4—18,6	—	7,2—11,7
VASKUT	36,2—63,4	53,5—83,0	13,4—26,0	43,0—59,8	3,5—5,9	1,0—5,3	1,1—4,2
	36,6—76,1	51,9—104,0	14,7—32,8	43,3—64,8	—	4,8—13,6	3,1—10,6

* A számlálóban az acéltulajdonságok — melegen hengerelt állapotban, a nevezőben az acéltulajdonságok normalizálás után

A 12 mm vastag hengerelt lemezeken végzett vizsgálatok során kapott mechanikai jellemzők értékei a *2. táblázatban* találhatók.

A mechanikai vizsgálatokon kívül metallográfiai és fázisanalízist végeztek, tanulmányozták a próbatestek felületét és a törés jellegét, értékelték az acél ellenállását a légköri korrózióval szemben. A CNIIcsermet-ben a korróziós vizsgálatokat gyorsított módszerrel végezték, mely imitálja a légkört és az acél viselkedését eltérő üzemeltetési körülmények között. A VASKUT a korrózióállóságot kitéti (természetes) vizsgálatokkal végezte a Nehézvegyipari Kutató Intézettel együttműködve (NEVIKI).

A korróziós vizsgálatok eredményei igazolták a foszfor és a króm pozitív szerepét (a vizsgált réztartalom mellett) a korrózióállóság növekedésében.

A gazdaságosan ötvözött acélban a foszfor elősegíti a folyáshatár növekedését, különösen melegen hengerelt állapotban. Ugyanakkor az ütőmunka megfelelő szinten való biztosításához −40 °C-os hőmérsékleten az acélba jelentős mennyiségű alumíniumot kell adagolni. A foszfortartalom 0,03%-nál magasabb szintre való növelése (0,11%-ig) ugyanolyan ütőmunka értéket eredményez, mint azonos mennyiségű maradék alumíniumtartalom. Az acél ütőmunka értéke −70 °C-on jelentősen csökken és a normalizálás sem eredményez pozitív hatást.

A takarékosan ötvözött acél ütőmunka értékét csökkenti a krómötvözés (1,5% felett) is, mely 1,2%-nál nagyobb Mn tartalom esetén ridegedésre hajlamos közbenső struktúrák keletkezéséhez vezet.

A növelt szilárdságú acél szilárdsági és szívósági tulajdonságait hatékonyan javították a komplex ötvözetek és a mikroötvözés.

A komplex dezoxidálószerek alkalmazása, különösen a CaMnSiZr ötvözeté, könnyen koaguláló kiválások és alakítható, képlékeny zárványok keletkezését biztosítja. Csökken az acél kén- és oxigéntartalma, a nitrogén pedig stabil nitridek formájában van jelen.

Növelt folyáshatárú acélok esetében nem célszerű, ha egyidejűleg magas a karbon, mangán, króm és a mikroötvöző elemek mennyisége, mert ezek növelik az acél átedzhetőségét és közbenső összetevők kialakulásához vezetnek.

Egészében a komplex kutatás igazolta, hogy lehetséges a két alapvető kritériumot, azaz a mechanikai tulajdonságok megfelelő szintjét, ill. a szükséges korrózióállóságot biztosító acéltípusok előállítása.

A laboratóriumi eredmények közös kiértékelésekor a CNIIcsermet és a VASKUT szakemberei meghatározták a gazdaságosan ötvözött, növelt folyáshatárú, légköri korróziónak ellenálló acélok összetételét.

A félüzemi kísérletek elvégzése céljából kidolgozták a műszaki és technológiai dokumentációt, mely figyelembe veszi, hogy az acél előállítható konverterben, martinkemencében és elektrokemencében, ill. azt, hogy a hengerlés történhet lemez és idomhengersoron.

A Szovjetunióban a gazdaságosan ötvözött acéloknak két fajtáját irányozták elő kipróbálásra, mégpedig a növelt és a normál foszfortartalmút.

Az MNK-ban úgy döntöttek, hogy a növelt folyáshatárú acél gyártását próbálják ki, komplex ötvözetekkel történő dezoxidálás, ill. vanádiummal és nitrogénnel történő mikroötvözés egyidejű alkalmazásával.

Félüzemi kísérletek

A Szovjetunióban a növelt foszfortartalmú gazdaságosan ötvözött acélt erre a célra kidolgozott speciális előírások szerint a Novotulszki Kohászati Üzem 10 tonnás bázikus bélésű martin kemencéjében állították elő hulladék eljárással. A kemencébe 6,5 t hulladékot és 5 t folyékony nyersvasat raktak be. Beolvadáskor próbát vettek a maradék króm és réztartalom meghatározása céljából.

Miután elérték a 0,09%-os karbontartalmat, az acélt szilikomangánnal dezoxidálták; a krómot az adag lecsapolása előtt 12 perccel rakták a kemencébe. A foszforötvözést az üstben valósították meg és 3 kg/t alumíniumot vittek be az üstbe.

Az acélt felső öntéssel ∅ 50 mm átmérőjű öntőkagylón keresztül öntötték 4,5 tonnás kokillákba.

A hagyományos foszfortartalmú acélt a Zsdánovi Iljics Kohászati Üzemben gyártották 130 tonnás oxigénes konverterben a 10HNDP jelű acél kiegészített gyártási előírása szerint.

A betétben közönséges acélnyersvasat (100 tonna adagonként) és acélhulladékot (26—27 tonna) használtak, mellyel együtt vitték be a rezet (310—360 kg/t). Salakképző anyagként 80—85% CaO-t tartalmazó meszet és folypátot használtak (60—65% CaF_2). A 98,5—98,9%-os tisztaságú oxigént 220—310 m^3/perc intenzitással fúvatták.

Az acélt a konverterben ferroszíliciummal (65%-os) és szilikomangánnal elődezoxidálták. A szilicium-, mangán- és krómtartalmat ferroötvözetek adagolásával az üstben korrigálták. Az acélt 1,0—1,5 kg/t alumíniummal végdezoxidálták az üstben.

Az acélt 23,3 tonnás kokillákba öntötték ∅ 60 mm-es öntőkagylón keresztül. A kokillát 4—6 perc alatt öntötték meg, míg a tápfejet 1,5 perc alatt. A tápfejeket azbesztben melegítették.

Magyarországon a növelt folyáshatárú légköri korróziónak ellenálló acélt a VASKUT előírásai szerint a Borsodnádasd 5 tonnás elektromos ívfényes kemencéiben állították elő.

E technológia szerint az üstbe a következő komplex dezoxidálószereket helyezték el: szilikokalcium (1,2—2,4 kg/t), CaMnSiZr (1,4 kg/t), MnTiAl (1,3 kg/t) és CaSiAl2 (2 kg/t), valamint az acél nitrogénnel való ötvözésére $CaCN_2$.

A gazdaságosan ötvözött és növelt folyáshatárú kísérleti-üzemi gyártású acélok vegyi összetétele a *3. táblázatban* található.

Az öntecseket a gyengén ötvözött acéloknál alkalmazott technológia szerint hevítették és hengerelték. Csak a nikkel nélküli növelt foszfortartalmú acélok hengerlés előtti hevítési hőmérsékletét csökkentették valamivel a Dzerzsinszki Üzemben.

A hengerelt termék tulajdonságait melegen hengerelt és normalizált állapotban vizsgálták. Az acél hengerlése során az Iljics Üzem 1700-as hengerállványán kipróbálták a 6 mm vastagságú lemez feltekercselés előtti gyorsított hűtését 670—700 °C-ra (hagyományos technológia szerint ez a hőmérséklet 775—815 °C).

Az átadási vizsgálatokat üzemi körülmények között végezték, tanulmányozták az acél homogenitását és makrostrukturáját az öntecs hosszirányában, a készrehengerelt termékből vett megfelelő próbatesteken. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a különböző elemek dúsulása jelentéktelen és a makro szövetszerkezetben ez nem figyelhető meg (kivételt képez a kéntartalom változása az öntecs hossz- és keresztmetszetében).

Az üzemi gyártású hengerelt terméket részletes laboratóriumi vizsgálatoknak vetették alá, különböző mechanikai és fizikai-kémiai módszerek alkalmazásával. Vizsgálták az acél szilárdsági és képlékenységi jellemzőit statikus húzáskor. Az ütőszilárdságot és a szívós és ridegtöréssel szembeni ellenállást 1,0 és 0,25 mm bemetszési sugarú próbatesteken vizsgálták +20 és −100 °C közötti hőmérsékleti tartományban. Az összes vizsgálati hőmérsékleten értékelték a próbatestek törésének fajtáját és görbeseregek alkalmazásával meghatározták a ridegtörési küszöböt.

Mechanikai tulajdonságok tekintetében a 10HDP és a növelt szilárdságú acél kielégíti az előírt követelményeket. A 10HID jelű acél 5 mm-es vastagságban melegen hengerelt állapotban hozza a 30 kp/mm^2 folyáshatárt. A 6 mm vastagságú, hagyományosan hűtött lemeztekercs folyáshatára a készremunkáló hengerállvány után (a tekercse-

3. táblázat

Az üzemi gyártású, vizsgált légköri korróziónak ellenálló acélok vegyi összetétele, %-ban*

Adagszám	C	Mn	Si	P	S	Cr	Cu	Al	Ti	V	N
A1	0,08	0,50	0,24	0,11	0,025	0,83	0,23	0,09	—	—	0,007
A2	0,08	0,51	0,32	0,06	0,030	0,52	0,30	0,11	—	—	0,009
A3	0,10	0,55	0,35	0,06	0,031	0,80	0,20	0,10	—	—	0,007
B1	0,09	0,58	0,28	0,014	0,027	0,91	0,26	0,083	—	—	—
B2	0,08	0,62	0,28	0,015	0,029	0,94	0,27	0,038	—	—	—
B3	0,08	0,60	0,31	0,017	0,035	0,64	0,28	0,056	—	—	—
V1	0,17	0,91	0,41	0,021	0,021	0,71	0,41	0,03	—	0,05	0,010
V2	0,16	1,45	0,34	0,021	0,035	0,63	0,38	0,02	—	0,028	—
V3	0,14	1,07	0,38	0,047	0,015	1,10	0,43	0,011	0,011	0,04	0,011
V4	0,13	1,07	0,39	0,054	0,010	1,00	0,43	0,024	0,003	0,058	0,007

* „A„ Gazdaságosan ötvözött, P-t is tartalmazó 10HDP jelű acél
„B„ Gazdaságosan ötvözött 10HID jelű acél
„V„ Növelt folyáshatárú acél

4. táblázat

A melegen, 6 mm vastagságra hengerelt 10HID jelű (keresztirányú próbatesteinek) mechanikai tulajdonságai * hagyományos és gyorsított hűtés esetén

Próbák**	σ_F	σ_B kp/mm²	δ_5 %	Ψ	A_k	a_z mkg/cm², +20 °C-on	a_p	$t_{átm}$ °C
HH	25,3—28,30	41,7—44,7	26,8—29,2	48,6—57,2	8,2 –	2,5	5,7	–37
	30,3—31,8	44,6—46,0	25,1—27,6	54,0—54,7	6,3	1,6	4,7	–46
CC	25,0—26,5	41,5—42,8	28,5—30,8	47,7—58,7	8,2	2,7	5,7	–30
	28,8—30,0	44,0—44,6	26,6—26,9	51,7—57,8	6,7	1,9	4,8	–42
KK	24,3—28,2	41,3—44,7	28,2—29,5	45,6—58,3	8,3	2,5	5,8	–40
	28,3—30,0	45,0—47,2	24,4—27,7	53,2—58,5	7,2	1,6	5,3	–48

* Az *af* a repedés keletkezésével szembeni ellenállás
ar a repedés terjedésével szembeni ellenállás
** „HH⁴, „CC⁴ és „KK⁴ a lemeztekercs elejéből, közepéből, illetvevégéből vett próbák jelzései

lés hőmérséklete kb. 800 °C) 24,3—28,3 kp/mm² között ingadozott. Nagyobb szilárdsági értékkel voltak jellemezhetők a lemezvégből vett próbák. A tekercselési hőmérséklet csökkentése elősegítette a szilárdsági jellemzők növekedését (=28,3—31,8 kp/mm²).

Az ütőszilárdság vizsgálati eredményei azt mutatták, hogy a 10HID jelű acélból 6 mm-re hengerelt lemeznél, függetlenül a próbavétel helyétől és a hűtés módjától –40 és –80 °C-os hőmérsékleten az ütőmunka értékek a következők: 5,8—8,8 és 4,2—6,5 kp/mm². A lemeztekercs gyorsított hűtése elősegíti a ridegtöréssel szembeni ellenállás növekedését, mivel a ridegtörési küszöböt (T_{50}) az alacsonyabb hőmérsékletek irányába tolja ki *(4. táblázat)*.

Mindegyik acéltípuson elvégezték a karbidháló fázis- és röntgenszerkezeti elemzését. Mikro röntgenspektrális elemzéssel meghatározták a krómeloszlást az acél szerkezeti összetevőiben.

A króm alapvető része szilárd oldatban található; a karbidhálóban csak krómkarbid nyomok találhatók. A króm egyenletesen oszlik meg az acél szerkezeti összetetői között és nem szabad különbségnek lenni a ferrit és perlit légköri korrózióval szembeni ellenállásában.

Az összes kísérleti acél a szerkezet jellegének, a szemcsék nagyságának és a hengerelt termék sorosságának, valamint a nemfémes zárványokkal való szennyezettség vonatkozásában a hasonló szilárdsági osztályú szabványos gyengén ötvözött acélok szintjének megfelelő.

A légköri korrózióval szembeni ellenállás vonatkozásában a kísérleti acélok gyakorlatilag a szabványos (10HNDP) acélok szintjén vannak, és lényegesen jobbak a karbonacéloknál, ill. a gyengén ötvözött acéloknál (nikkel és króm nélkül).

A lefolytatott kísérletek eredményeinek alapján kidolgozták a műszaki feltételeket a 10HDP és 10HID jelű gazdaságosan ötvözött légköri korróziónak ellenálló acélokra a következő minimális jellemzőkkel (*L* — a hengerelt termék vastagsága; *MH* — melegen hengerelt; *HK* — hőkezelt állapot):

Acél	*L* mm	σ_B kp/mm²	σ_F kp/mm²	δ_5 %	$A^{-40°C}$ kpm/cm²
10HDP (MH)	5—9	45	31	21	3,5
10HDP (HK)	9	45	30	20	3,0
10HID (MH)	max 5	42	30	25	—
	6—20	40	28	28	4,0
	21—40	38	24	25	3,5

A magyar szakemberek a növelt szilárdságú légköri korrózióval szemben ellenálló acélok számára normalizált állapot és 16—40 mm vastagság esetén a mechanikai tulajdonságok következő normáit javasolják (ütőmunka — 0 °C-on és 0,25 mm-es bemetszési sugarú próbatesteken):

σ_B kp/mm²	σ_F kp/mm²	δ_5 %	*A* mkp/cm²
58—70	41	17	4,0

A növelt szilárdságú, nikkelmentes légköri korróziónak ellenálló acél hároméves kutatásának eredményei azt mutatják, hogy korrózióállósága festés nélkül mezőgazdasági környezetben kiemelkedően jó. Ipari környezetben jó korrózióállóság figyelhető meg az első időszakban (2 év), de ezután célszerű védőbevonatot alkalmazni.

Végülis megállapítható, hogy a közös szovjet-magyar tudományos kutatómunka lehetővé tette új, gazdaságosan ötvözött, és növelt folyáshatárú, korrózióálló gyengénötvözött acélok kikutatását mindkét ország népgazdasága számára.

IRODALOM

[1] *Löscher, Helmut—Radomski, Gerhard—Welfle, Kurt:* Einfluss von Legierungselementen auf die Witterungsbeständigkeit und die mechanischen Eigenschaften in hőherfesten schweissbaren Baustählen. Neue Hütte 14. évf. 1969. 5. sz. 262—267.

[2] *Becher, Gerhard—Dhingra, Devender—Thoma, Christian:* Mechanismus der Rostbildung auf witterungsbeständigem Stahl. Archiv für das Eisenhüttenwesen. 40. évf. 1969. 4. sz. 341—349.

[3] *Sárvári István:* Időjárásálló acélok hazai fejlesztése az alkalmazás szempontjából. A Vasipari Kutató Intézet 1970. évi évkönyve. V. kötet. 127—146.

[4] *Gombás László:* A légköri korróziónak ellenálló acélok. BKL-Kohászat. 110. évf. 1977. 5. sz. 189—195.

[5] *Rothstädter Endre:* Időjárásálló acélok korróziós vizsgálata I—IV. Veszprém. NEVIKI 1978.

Impulzus tüzelés és tuskók hevítése mélykemencékben*

DR. E. AKAPUSZTYIN a műszaki tudományok doktora, tanszékvezető—A. M. KULAKOV a műszaki tudományok kandidátusa, docens—J. N. SALAMOV—R. LAR
Zsdanov, Kohászati Egyetem, Kemencék Tanszék Szovjetunió

DK: 66.041.456.5 : 621.54

A hagyományos felső tüzelésű mélykemencék munkaterében mutatkozó hőmérsékleti egyenetlenség kiküszöbölésére speciális égetőn keresztül sűrített levegőt adagolnak. A cikk ismerteti a gyakorlati megoldást, a teljesítménynövelésben, a hőfogyasztás csökkenésében és a tuskóhengerlés egyenletes áramfelvételében megnyilvánuló eredményeket.

A felső tüzelésű rekuperatív mélykemencék, tuskók hevítésére szolgáló korszerű berendezések. Ezeknek számos előnye van a mélykemencék többi típusával szemben, és elterjedten alkalmazzák őket a Szovjetunióban és külföldön is [1].

A lángcsóva és az égéstermékek az egy felső tüzelésű mélykemence munkaterében függőleges síkban, patkó alakú trajektória mentén mozognak. E mozgás minden egyes szakaszán a hőátadás különböző, ami a mélykemence munkaterében elhelyezett tuskók felhevítésének inhomogenitásához vezet.

Ezért a Szovjetunióban, Magyarországon és más országokban vizsgálatok folynak, amelyeknek az a célja, hogy a mélykemencék munkaterében homogén külső hőmérsékleti mezőt állítsanak elő [2], [3], [4].

Az eddig ismert elképzelések elemzése alapján kiderült, hogy ezek nem képesek teljes mértékben biztosítani a hőmérséklet homogenitását a kamra hossza és magassága mentén. Ezenkívül csökkenteni kell az eltávozó égéstermékekben levő káros szennyezők (nitrogén-oxidok, benz-pirén, szénmonoxid) mennyiségét [5].

A vizsgálatok igazolták, hogy a mélykemence kamrájában két jellegzetes zóna van: a lángcsóva és az égéstermékek mozgásának áramlási zónája, és a gázoknak a faltól a munkatér lehuzata felé irányuló visszafelé mozgásának zónája. A lángcsóva és az égéstermékek áramlási zónájában játszódnak le a tüzelőanyag elégésének bonyolult fizikai és kémiai folyamatai. Ebben a zónában az égéstermékek hőmérséklete eléri az 1700 °C-t.

Az égéstermékek visszafelé mozgásának zónájában intenzív hőcsere megy végbe és jelentős hőmérsékletcsökkenés figyelhető meg. Ennek eredményeként az égőoldali falnál elhelyezett tuskóknak van a legalacsonyabb hőmérséklete. A mélykemence kamrájában uralkodó hőmérsékletek kiegyenlítése végett arra kell törekedni, hogy ezen zónák között — a gázok recirkulációjának megteremtésével — növekedjék a tömegcsere [6].

A gázok recirkulációja segítségével a környezetbe távozó káros szennyezők mennyisége is csökkenthető [5]. Érdekes kísérleteket végeztek a gázok recirkulációjának impulzusos fűtés alkalmazásával való erősítésére vonatkozóan Miskolcon, a Lenin Kohászati Művekben. Két tüzelőanyag-felhasználási szintet állítottak be: egy maximálisat (B_{max}) és egy minimálisat (B_{min}). A hőntartás periódusában a tüzelőanyag beadagolása $\tau_i + T_i = T$ időtartamú ciklusonként történt. A bekapcsolás τ_i időtartama, a maximális tüzelőanyag-felhasználásnak felel meg; a T_i lekapcsolási idő pedig — a minimálisnak.

A vizsgálatok rámutattak arra, hogy ilyen fűtési módszer esetén javul a tuskók felhevítésének minősége, 4—8%-kal csökken a fajlagos tüzelőanyag-felhasználás és emelkedik a mélykemencék teljesítménye 10—15%-kal [2].

Az „Azovsztal" gyárban a zsdanovi Metallurgiai Főiskolával együttműködve dolgozták ki és vezették be az impulzusos hevítési módszert [7]. Ehhez olyan égőt alkalmaznak, amelynél a lángcsóva hossza és alakja szabályozható. Ez azáltal érhető el, hogy az égőalagútban, a felső félkörön a lángcsóva vízszintes tengelyével 60°-os szöget bezáró sűrített levegő befúvást alkalmaznak *(1. ábra)*.

A tűzálló idomból készített, 20×40 mm kiömlő keresztmetszettel rendelkező *1* segédfúvóka a *2* égőalagút felett van elhelyezve. Az 1,1—1,2 bar túlnyomású és 20—30 °C hőmérsékletű sűrített levegő a gyűjtőcsőből $d = 50$ mm átmérőjű csövön érkezik. A fúvóka áteresztőképessége 20—50 °C hőmérsékletű sűrített levegőre vonatkozóan 200—500 m³/óra. Amennyiben a sűrített levegő túlnyomása a fúvóka kimeneténél 0,2—0,5 bar, akkor az áramlás sebessége eléri a 100—250 m/s-ot [7].

Az égőalagútból a lángcsóva és az égéstermékek 20—70 m/s sebességgel távoznak. Az áramlatok összeütközése következtében a lángcsóva egy részének helyzete megváltozik, ami erősebbé teszi a gázok recirkulációját a mélykemence munkaterében.

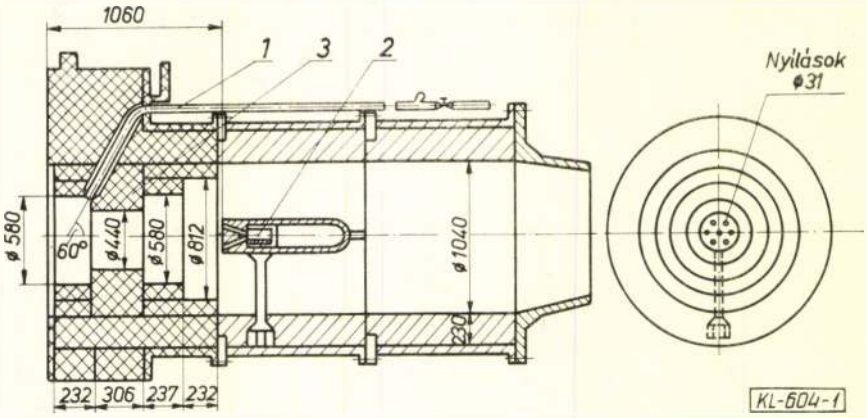
A sűrített levegő beadagolásának vezérlése időrelé segítségével — vagyis a szünetek és a beadagolások előre megadott időtartama alapján — történik.

A kísérletek rámutattak arra, hogy a sűrített levegőt ilyen módon kell beadagolni akkor, amikor a kemence hőmérséklete eléri az előírt (maximális) értéket. Ekkor a sűrített levegő befúvásának és a szüneteknek az időtartama 15 percet tesz ki.

A *2. ábrán* a munkatér bélésének hőmérsékleti mezőjére vonatkozó, az oldalfalban elhelyezett kiegészítő hőelemek segítségével végzett mérés eredményei láthatók.

Ekkor a sűrített levegő impulzusszerű befúvatása 300 m³/óra mennyiségben csak azután történt, miután az ellenőrző pontban (IT) a hőmérséklet elérte az 1300 °C-t.

* A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen „A hőátadás és a technológiai folyamat kölcsönhatása ipari kemencékben" tárgykörben 1979. májusában rendezett tudományos ülésszakon elhangzott előadás. *(Szerk.)*



1. ábra. A mélykemence szabályozható hosszirányú és formájú lángcsóvával rendelkező égetőberendezése

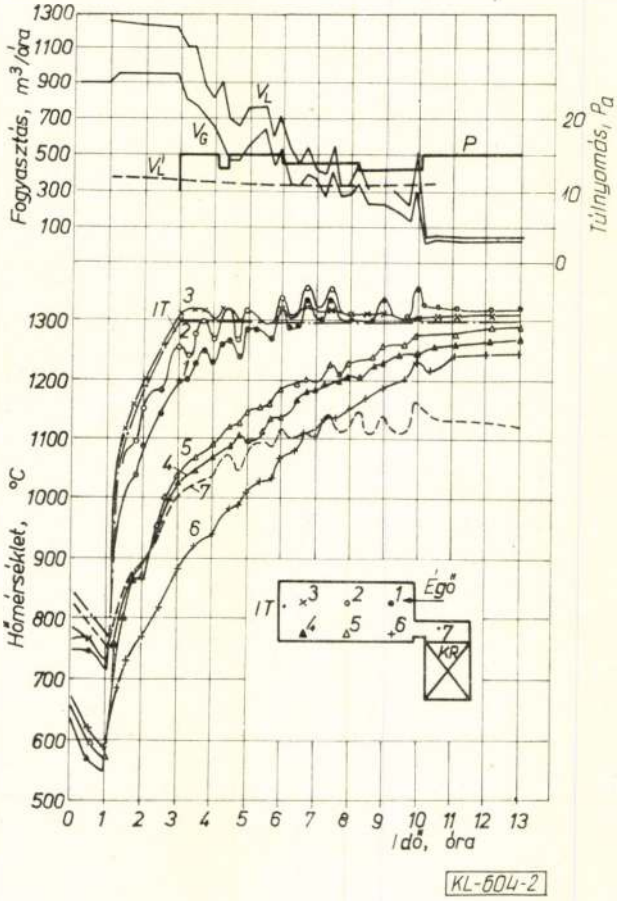
1 — segédfúvóka, 2 — égő, 3 — égőalagút

A *3. ábrán* az impulzus-fűtés alkalmazása nélkül felhevített munkatér hőmérsékleti mezőjére vonatkozó mérés eredményei láthatók.

Ezeknek a hőmérsékleti mezőknek az összehasonlító elemzése rámutat arra, hogy impulzus fűtésnél a mélykemence munkaterében kialakuló külső hőmérsékleti mező homogénebb, ami természetesen javítja a tuskók felhevítésének minőségét és lehetővé teszi a tuskók hevítési időtartamának csökkentését.

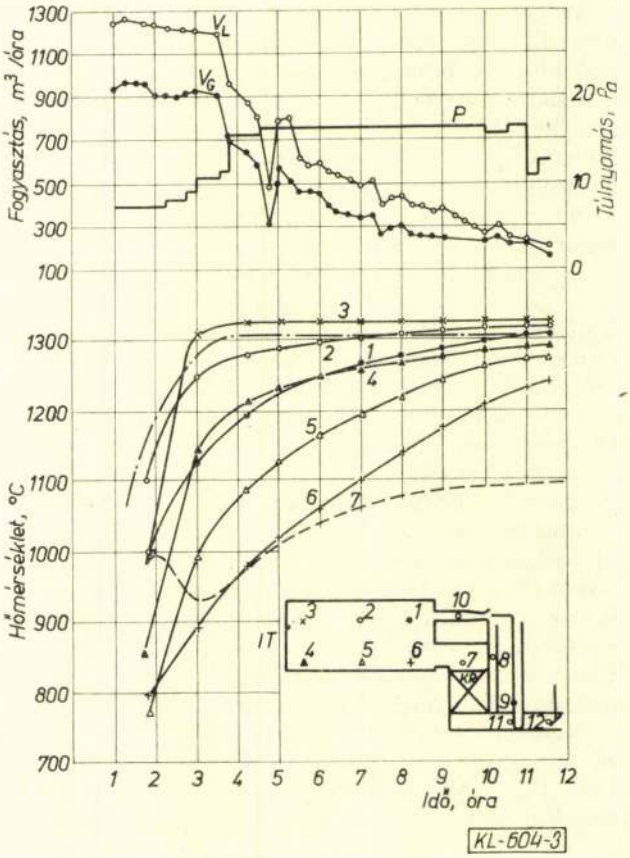
Sűrített levegő befúvásával végzett impulzus fűtésnél a mélykemence az égők falával szemben elhelyezkedő területeken csökken a hőmérséklet. Ez a tüzelőanyag-beadagolás növekedéséhez, az égők falánál uralkodó hőmérséklet emelkedéséhez vezet, ami szintén hozzájárul ahhoz, hogy a tuskók egyenletesen hevülnek fel.

Az egyes tuskók hevítési minőségének ellenőrzése végett a szokásos impulzus fűtésű kemencékben felhevített tuskók „3600" típusjelű előkészítő hengersoron végzett hengerlésének energetikai paramétereit oszcillogramfelvétellel határoztuk meg. A fém felhevítésének minőségét az azonos szúrások esetén a vízszintes hengerek főhajtómotorjá-



2. ábra. Hőmérsékleteloszlás a kemencében sűrített levegőnek a lángcsóvába való impulzusszerű befúvása esetén

V_L = levegőfelhasználás, V_G = földgázfelhasználás, V^l_L = sűrített levegő felhasználás, IT = impulzus hőelem, KR = keramikus rekuperátor, P = nyomás az érzékelőben, 1—7 = vizsgáló hőelem



3. ábra. Hőmérsékleteloszlás a kemencében sűrített levegő befúvatása nélküli esetben

V_L = levegőfelhasználás, V_G = földgázfelhasználás, IT = impulzus hőelem KR = keramikus rekuperátor, P = nyomás az érzékelőben, 1—7 = vizsgáló hőelem

nak forgórészében folyó I áram változása alapján értékeltük.

Az eredmények elemzése rámutat arra, hogy a hagyományos fűtési mód alkalmazásával felhevített tuskók hengerlése során a felhevítés minősége függ attól, hogy a tuskók hol helyezkednek el a mélykemence hossza mentén. Az I áram értéke 15—25%-kal nagyobb azoknak a tuskóknak a hengerlése esetén, amelyek az égők falánál voltak elhelyezve a kemencében, mint azoknál a tuskóknál, amelyek a szemközti falhoz voltak állítva.

Az I áram változása impulzusos fűtésű mélykemencékben hevített tuskók hengerlése esetén jelentéktelen, vagyis a tuskók gyakorlatilag egyformán vannak felhevítve.

A termelési optimalizáció adatainak a matematikai statisztikai módszerek segítségével végzett feldolgozása rámutatott arra, hogy az impulzus fűtés alkalmazásával a mélykemencék teljesítménye 12,1%-kal emelkedik. A fajlagos tüzelőanyag-felhasználás a hagyományos fűtési módokhoz viszonyítva mintegy 2%-kal csökken.

IRODALOM

[1] *Tümcsaka, M.:* „Szpravocsnik konsztruktora pecsej prokatnogo proizvodsztva" „Metallurgija", 1970. 576. o.

[2] *Glinkov, M. A.—Kaganov, B. Ju.—Énekes S.—Gaber B.—Szarka T.:* „Iszszledovanie teplovogo rezsima nagrevetel' nogo kolodca az odnoj verhnej gorelkoj pri impul'sznom otoplenii." „Sztal'", 1973. No. 2. sz. 171—172.

[3] *Gubinszij, V. I.—Szockij, V. A.—Gladus, V. D.:* „Rabota nagrevatel'nogo kolodca sz kacsajuscsejszja gorelkoj", „Sztal'", 1976, No 9. sz. 862—863.

[4] *Salakov, D. N.—Krivenko, P. T.—Kulakov, A. M.—Garmasova, N. M.—Kiszelev, A. I.:* „Oszobennoszti rabotü nagrevatel' 'nüh kolodcev sz verhnej gorelkoj pri nagreve lisztovüh szlitkov" „Sztal'", 1978. No 1. sz. 85—87.

[5] *Farkas Ottóné:* Laboratornüh praktikum po goreniju gazov. Budapest, 1977. 243. sz.

[6] *Kapusztin, E. A.—Glinkov, G. M.:* Dvizsenie gazov v martenovszkih pecsah." „Metallurgija", 1963. sz. 247.

[7] *Krivenko, P. T.—Salamov Ju. N.—Kulakov, A. M.—Garmasova, N. M.—Kiszelev, A. I.—Noszocsenko O. V.:* Ulucssenie tepnovoj rabotü nagrevatel'nüh kolodcev sz odnoj verhnej gerolkoj". „Metallurgicseszkaja i gornurudnaja promislennoct'", 1978. sz. 44—46.

Közlemény

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem felvételt hirdet szakmérnöki szakokra

Kohómérnöki Kar

Környezetvédelmi szak
Ipari kemencék szak

A Környezetvédelmi szakmérnöki szakra a bányászat, a kohászat és a tüzeléstechnika területén dolgozó, egyetemi oklevéllel rendelkező szakemberek jelentkezhetnek.

Az ipari kemencék szakmérnöki szakra a bányászat, az energiagazdálkodás, a tüzeléstechnika, a kemencetervezés és üzemeltetés területén dolgozó egyetemi oklevéllel rendelkező szakemberek jelentkezhetnek.

Gépészmérnöki Kar

Szerszámszerkesztő és gyártó szak
Vegyipari rendszerbiztonsági szak

Szerszámszerkesztő és gyártó szakmérnöki szakra jelentkezhetnek azok a gépészmérnöki oklevéllel rendelkezők, akik üzemi vagy kutatóintézeti gyakorlatot szereztek. A tananyag a gépgyártástechnológiai szakos mérnökképzés anyagára épül.

Vegyipari rendszerbiztonsági szakmérnöki szakra felvételüket kérhetik azok az okleveles gépészmérnökök, akik a vegyi- és rokonipari rendszerek (berendezések) tervezésével, gyártásával, szerelésével, üzemeltetésével, karbantartásával, biztonságtechnikai és hatósági ellenőrzésével foglalkoznak; mérnöki munkakört látnak el.

A képzés a jelzett szakokon megfelelő számú jelentkezés esetén 1981. februárjában indul. Az oktatás négy féléves, levelező formában.

Felvételi vizsga nincs, azok jelentkezhetnek, akik legalább 2 éves szakmai gyakorlattal rendelkeznek. A hallgatók államvizsga letétele után szakmérnöki oklevelet nyernek. A felvételt a Tü. 821. sz. űrlapon kell kérni az ott feltüntetett javaslatokkal ellátva. Önéletrajzot, oklevelet (vagy hiteles másolatát) mellékelni kell, a felvételi kérelmet a munkáltatónál kell benyújtani, amelynek azt véleményezés után az egyetemnek *1980. szeptember 15-ig kell megküldenie.*

A hevítés egyenletességének elméleti-kísérleti vizsgálata tolókemencékben*

P. JURECKA—J. MOLINEK—DR. M. PRIHODA
Ostrava, Bányászati Akadémia Hőtechnikai tanszék Csehszlovákia

DK: 66.041.55 : 536.1

A tanulmány ismerteti a hőmérsékleteloszlás alakulásának elméleti alapjait és egy mérésiszámítási módszert, amelynek segítségével adott állapotból kiindulva helyben és időben meghatározható a hőmérséklet változása. A mérést és számítást működő tolókemencére is elvégezték és a szükséges átalakításokra következtetéseket vontak le.

Bevezetés

A Csehszlovák Szocialista Köztársaság kohászati üzemeiben sok olyan tolókemence van, amelyek bár üzemelnek, azonban már nem felelnek meg a jelenlegi követelményeknek. Két olyan lehetőség van, amely a hengersorok szükséges teljesítményét biztosíthatja és a hengerelt termékek minőségjavulását eredményezheti.

Az első lehetőség új kemencék építése, ami sok üzemben számos problémát okoz, vagy a meglevő kemencetípusok rekonstrukciója. A rekonstrukció előtt feltétlenül meg kell vizsgálni a kemence hőmunkájának jelenlegi állapotát és az elért hőmérsékleti egyenletességet a hevített anyagban. A kapott eredmények a rekonstrukció elvégzéséhez szolgálnak alapul.

Mindezek a munkálatok szükségesek, mert az egyenletes hevítés, a kemence munkaterébe bevezetett hő maximális kihasználása a tolókemence hőmunkájának döntő kritériuma. A hevítés megfelelő egyenletessége főként az ötvözött acélok esetében követelmény.

Általában beszélhetünk a felületi hevítés egyenletességéről, amit a kemence munkaterében főleg a külső hőátadás befolyásol. Továbbá beszélhetünk a hevítés belső egyenletességéről, amit elsősorban a hevített acél fizikai paraméterei és a betétanyag egymással szemben levő felületén a hőáram szimmetriája befolyásol.

Hogy megítélhessük az anyaghevítés egyenletességét az gész instacionárius folyamat során, feltétlenül ismerni kell a test belsejében uralkodó hőmérsékleteket. Ezért — általánosan érvényes változatban — felállítottuk a folyamat matematikai modelljét, amivel a hevített öntecs fizikai paramétereinek és keresztmetszetében néhány pont (legalább kettő) hőmérsékletlefutásának ismeretében kiszámítható a betétanyag teljes keresztmetszetében a hőmérsékleti mező a hevítési folyamat bármely pillanatában. Ezek ismeretében továbbá meghatározhatók a szemben levő hőcserélő felületek külső hőáramai és ezzel a külső hőátvitel egyenletességi foka is. Ha aztán adottak a tolókemence munkaterében levő égési gázok hőmérsékletlefutásai is, akkor kiszámíthatók a hevítendő anyag felszíne és e gázok között történő hőátadás megfelelő együtthatói is.

Hogy a matematikai modellt a gyakorlatban alkalmazhassuk, ismerni kell a számítás kerületi feltételeit is. Ezért kidolgoztunk egy olyan módszert, amely lehetővé teszi azok megállapítását a tolókemence konkrét működési feltételei mellett. E problémakör fontossága és jelentősége abból látható, hogy a tényleges kerületi feltételek ismerete nélkül a matematikai modell elveszíti gyakorlati alkalmazásának lehetőségét.

E munka keretében a matematikai modell és a hevítés egyenletességi fokának kutatására és vizsgálatára szolgáló kísérlet javasolt módszerét alkalmaztuk a kladnói kohóművek tolókemencéjére.

Matematikai modell a tolókemencében történő tuskóhevítés esetén

A hevítetttest hőmérsékletmezőjének megállapítása egy parciális differenciálegyenlet megoldásával történik.

$$\frac{\partial(\varrho c t)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z}\right) \quad (1)$$

A jelölések az alábbiak:

τ = idő	s
t = hőmérséklet	°C
ϱ = sűrűség	$kg \cdot m^{-3}$
c = átlagos fajhő	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
λ = hővezetési tényező	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
x, y, z = koordinátatengelyek	m

Ezt az egyenletet csak akkor lehet egyérteműen megoldani, ha ismerjük az egyértelműség azon feltételeit, amelyekhez a geometriai és fizikai kerületi feltételek tartoznak. Az (1) egyenlet megoldása az egyértelműség adott feltételei mellett analitikus, analóg és numerikus módszerekkel végezhető el.

Az analítikus módszerek viszonylag magas matematikai ismereteket követelnek meg és így a nehéz esetek megoldását matematikusokra kell bízni. A műszaki gyakorlatban inkább a klasszikus megoldások eredményeit, vagy azok modifikációit alkalmazzák. A feladatkomplexum, amely analítikus módszerek segítségével oldható meg, bővíthető egy kicsit a szuperpozíció módszerével. Azoknál a feladatoknál azonban, amelyek a gyakorlatban a leggyakrabban fordulnak elő, szóba sem kerülhet az analitikus megoldás.

Instacionárius hővezetés esetén, ami analitikus módszerrel nem oldható meg, analóg vagy numerikus megoldást alkalmaznak. A leggyakrabban alkalmazott analóg módszerekhez tartozik az elektro- és hidroanalógia. A numerikus módszerekhez sorol-

* A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen „A hőátadás és a technológiai folyamat kölcsönhatása ipari kemencékben" tárgykörben rendezett tudományos ülésszakon 1979. május 25-én elhangzott előadás. *(Szerk.)*

juk a lineáris módszert, a Monte-Carlo módszert, a véges elemek módszerét, a variációs módszert és a differenciálmódszert.

Az olyan explicit differenciálmódszerek egyike amelyeknél a deriválós értéket a differenciával helyettesítjük, az elemi egyensúly módszere is. Ez lehetővé teszi, hogy figyelembe vegyük az átlagos fajhő, a hővezetési tényező és a sűrűség hőmérséklettől való függését.

A hevítendő anyagot elemi térfogatokra osztjuk és megválasztjuk a $\Delta\tau$ időközt.

Feltételezve azt, hogy:

— az izoterm felületek minden elemi térfogaton belül párhuzamosak;

— a τ és a $\tau+\Delta\tau$ közötti intervallum alatt megha tározott felületen átfolyó hőáram átlagos értéke a τ időpontbani hőmérsékleti grádienssel arányos;

— az elem entalpiája a hőmérsékletváltozások függvényeként változik az elem közepén;

akkor $\Delta\tau$ intervallumban az elemi térfogat entalpiaváltozása azoknak a hőáramoknak az algebrai összegével egyenlő, amelyek az adott időközben az elem összes oldalán átáramolnak.

A tolókemencében szorosan egymás mellett fekvő öntecsek gyakorlatilag két oldalról fűtöttek és ezért az öntecsen belüli hőáramlást egydimenzióként lehet figyelembe venni.

Az (1) egyenletet a következőképpen egyszerűsíthetjük:

$$\frac{\partial(\varrho ct)}{\partial\tau}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)$$

és a megoldás a fent ismertetett módszerrel történik, pl. t_1 hőmérsékletre (lásd *1. ábra*):

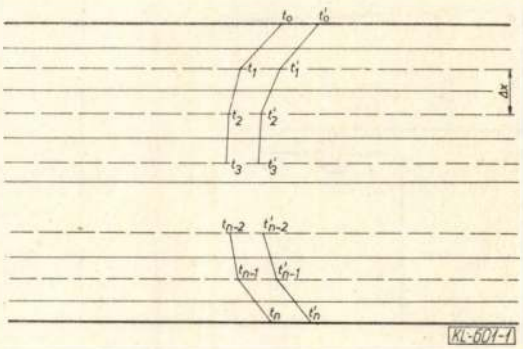
$$\frac{\lambda_{01}}{\Delta x}(t_0-t_1)-\frac{\lambda_{12}}{\Delta x}(t_1-t_2)=$$
$$=(\varrho_1'C_1't_1'-\varrho_1C_1t_1)\cdot\frac{\Delta x}{\Delta\tau}\quad[\mathrm{Wm^{-2}}]\qquad(2)$$

a t_1' hőmérsékletre:

$$t_1'=\frac{t_1}{C_1'\varrho_1'}\left[C_1\varrho_1-\Delta\tau\frac{\lambda_{01}+\lambda_{12}}{\Delta x^2}\right]+$$
$$+\frac{\Delta\tau}{C_1'\varrho_1'}\cdot\frac{\lambda_{01}\cdot t_0+\lambda_{12}\cdot t_2}{\Delta x^2}\quad[°\mathrm{C}]\qquad(2^1)$$

A képjelölések értelmezése

t_1 — az első réteg hőmérséklete a τ időpontban, °C



1. ábra. A blokk hosszmetszet felosztása elemi metszetekre

t_1' — az első réteg hőmérséklete a $\tau+\Delta\tau$ időpontban, °C

$c_1'\cdot c_1$ — átlagos fajhő a t_1' ill. t_1 hőmérsékleten, $\mathrm{J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}}$

ϱ_1', ϱ_1 — sűrűség a t_1', ill. t_1 hőmérsékleten, $\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$

λ_{01} — hővezetőképesség a $\frac{t_0+t_1}{2}$ hőmérsékleten, $\mathrm{Wm^{-1}\cdot K^{-1}}$

λ_{12} — hővezetőképesség a $\frac{t_1+t_2}{2}$ hőmérsékleten, $\mathrm{Wm^{-1}\cdot K^{-1}}$

A hőmérsékletmező konkrét kiszámítására összeállítottunk egy számítógépprogramot. A hevítést az első fajú peremfeltétel mellett végeztük mindkét felületen. Ha meg akarjuk határozni a tuskóhevítés aszimmetriáját, akkor a számítógép kiszámítja és kiírja a hőáram intenzitását a q_1 felső felületre, a $\ddot{o}_2$ alsó felületre, valamint az aszimmetrikus hevítés együtthatóját:

$$\eta=\frac{q_1}{q_1+q_2}\qquad(3)$$

Meg kell még említeni, hogy ha a kerületi feltételek a tuskó oldalán több ponton ismertek, akkor nem okozna nehézségeke a program kétdimenziós, illetve háromdimenziós hőmérsékletmezőkre adaptálása.

A kladnói hengermű tolókemencéjében történő egyenletes tuskóhevítés elméleti-kísérleti kutatása

Az említett tolókemence nem felel meg ma már azoknak a követelményeknek, amelyeket a modern hevítőkemencékkel szemben támasztanak. A rekonstrukció előtt — aminek azonban figyelembe kell venni a hengermű adott feltételeit — feltétlenül meg kell állapítani a hengerlés előtti tuskóhevítés elért egyenletességi fokát, és olyan intézkedéseket kell hozni, amelyek elősegítik a tolókemence működésének javulását.

A tolókemence műszaki adatai

A tolókemence alsó fűtésű háromzónás kemence. A kemencetér a következő zónákra oszlik:

— előmelegítő zóna

— felső- és alsó fűtésű hevítőzóna

— kiegyenlítőzóna

A kemence 11 db SO6 típusú, rövidlángú örvényégővel van felszerelve. Ezek közül három a kiegyenlítőzóna homlokfalára van szerelve. A hevítőzónában három égő az alsó fűtést biztosítja. Ezenkívül van még két égő az alulról fűtött zóna oldalfalain, amelyek az alsó fűtés intenzitását növelik. A két égő egymással szemben van elhelyezve, azaz a hossztengelyre merőlegesen.

Az előmelegítő- és hevítőzónában a csúszóbetétek acélból készültek a CSN Kl. 17 szerint és vízhűtésű tartócsövekre vannak felhegesztve. Ezek a tartócsövek az előmelegítő zónában kerámikus falakba, a hevítő zónában pedig kerámikus oszlopokba vannak beépítve.

A kiegyenlítőzónában a csúszóbetétek keresztmetszete 130×130 mm acélból készültek a CSN Kl. 12 szerint és a tűztérben vannak elhelyezve.

Az ajtó, amely arra szolgál, hogy a felhevített tuskókat rajta keresztül kihúzzák, a kiegyenlítőzóna végén levő kemenceoldalon található.

A kemence fel van szerelve két csőrekuperátorral, amelyek a kemence mindkét oldalán levő füstcsatornákban találhatók.

A kemence átlagos teljesítménye: 12 000—15 000 kg·h^{-1}

Hevítendő anyag:	tuskó
ČSN szerinti acélosztály:	12, 13, 14, 15, 16, 17, 19
A tuskó méretei:	385/325—1400 mm 324/280—1300 mm
Max. betétanyag-hőmérséklet:	max. 1250 °C
Tűztérméret:	2,2×24,8 m
Fenékfelület:	54,6 m^2
Tüzelőanyag fajtája:	földgáz
Fűtőérték:	37 680 kJ·m^{-3}
Gázfogyasztás:	7000—8000 m^3·h^{-1}

Az üzemi vizsgálat metodikája és eredményei

Ahhoz, hogy a teljes tuskókeresztmetszetben a hevítés bármelyik pillanatában kiszámíthassuk a matematikai modell segítségével a tényleges hőmérsékletmezőt, valamint a hőáramot és az alapvető hőcserefelületeken levő hőátadási tényezőt, mérésekkel meg kellett állapítani a betét néhány pontjában a hőmérséklet lefutását, ill. a kemence munkaterében a füstgázhőmérsékletet.

A méréseket AKVN 360 CSN 17241 anyagból készült tuskón végeztük. A hőmérsékletet a tuskó közepét átszelő keresztsíkban 3 helyen mértük, éspedig folyamatosan NiCr(Ni D) ∅ 3 mm típusú *(2. ábra)* köpeny hőelemmel. Ezeket gazdasági okokból választottuk, mert a Pt hőelemek alkalmazása esetén a költségek sokkal magasabbak lettek volna. Minthogy a kemence atmoszférája a hőelemre káros befolyást gyakorol, ezért ki kellett dolgozni egy olyan speciális mérési módszert, amely lehetővé tette ezeknek a hőelemeknek az alkalmazását anélkül, hogy a kapott adatok pontosságát befolyásolnák. Ezért az A, C mérőhelyeket szándékosan nem a tuskó felszínén választottuk ki, hanem attól 40 mm távolságra. Így elkerültük, hogy a termoelemek közvetlenül érintkezzenek a füstgázokkal, és így kiküszöböltük a hősugárzás, a hőelemekben levő hővezetés, valamint a reve hatását a mérési pontosságra.

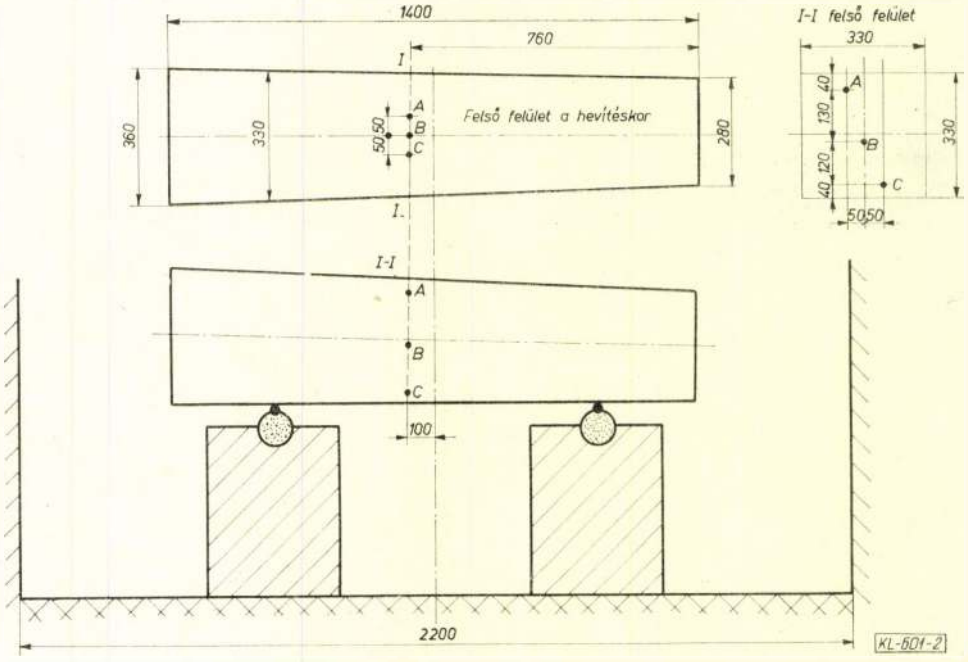
A mért tuskót egy bizonyos mélységig egy ∅ 8 mm-es fúróval a felső hőcserefelületről megfúrtuk, éspedig mind a három (A, B, C) mérőhelyen. A kifúrt lyukakba 7,95 mm átmérőjű üreges kör alakú acélt helyeztünk a hőelemek behelyezéséhez. A köracélt szintén AKVN anyagból készítettük, minden furatot néhány egymás után helyezett, azonos átmérőjű köracéllal béleltük ki.

A hőelemek behelyezése után az egyes mérőhelyeken, a kicsúszás elleni biztosítását követően a hőelemek kiálló részeit G 1/2"·16,0 m hosszúságú acél védőburokba helyeztük. A védőburkokat ezután a kemencében a legközelebb levő tuskóra hegesztettük rá. A hőelemeknek a mérendő tuskó felső felszíne és az acélburokba való benyúlása közötti szabad részét kaowool vattával szigeteltük.

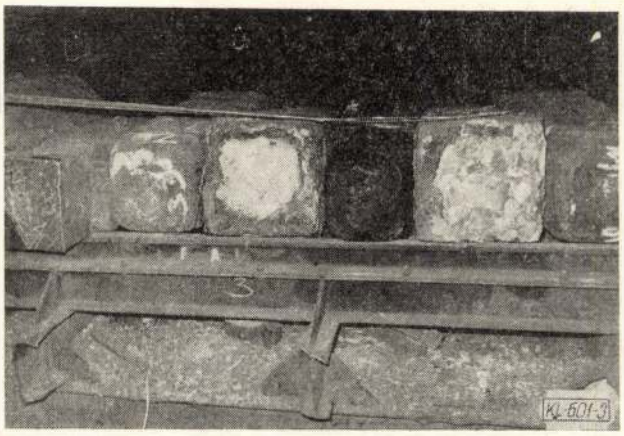
Kaowool-szigetelést alkalmaztunk az acélburkolatok hővédelmére is, éspedig teljes hosszukban, itt különösen ügyeltünk az acélburkolatok be- és kilépőnyílásainak szigetelésére és tömítésére.

A NiCr—Ni hőelemeket ezzel a módszerrel jól biztosítottuk a hőmérsékleti hatásokkal és a kemence atmoszférájának agresszív hatásaival szemben, valamint a mechanikus sérülés ellen is. Ezért lehetővé vált, hogy a tuskón a szükséges távolságban végezzünk méréseket az egész hevítési idő alatt a tolókemencében anélkül, hogy a hőelemek működését bármi károsan befolyásolta volna.

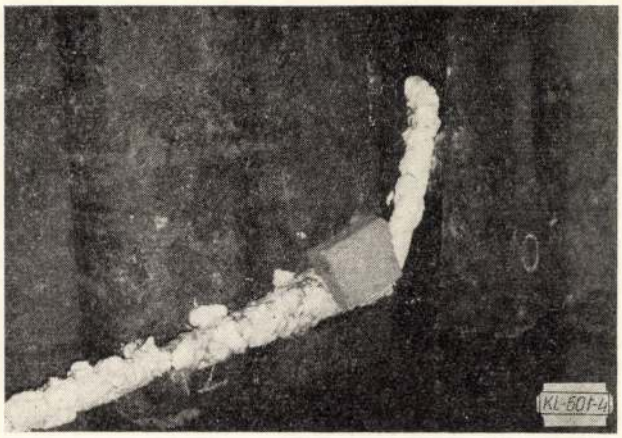
A *3. és 4. ábrán* láthatók az előkészítő munkálatok és a hőelemek behelyezése. A mért hőmérsékle-



2. ábra. Az AKVN-360 anyagból gyártott blokk hőmérsékletmezőjének mérési helyei



3. ábra. Az acél védőhüvelyek elhelyezése a NiCr-Ni hőelemekkel



4. ábra. A hőelem és a védőhüvely teljes szigetelése a tolókemencébe helyezés előtt

teket folyamatosan regisztráltuk vonalas írómű-szerrel. A hőelemeket a kísérleti mérés után etalonnal ellenőriztük; az eredeti hitelesítési karakterisztikától való eltérés csak igen kicsi volt.

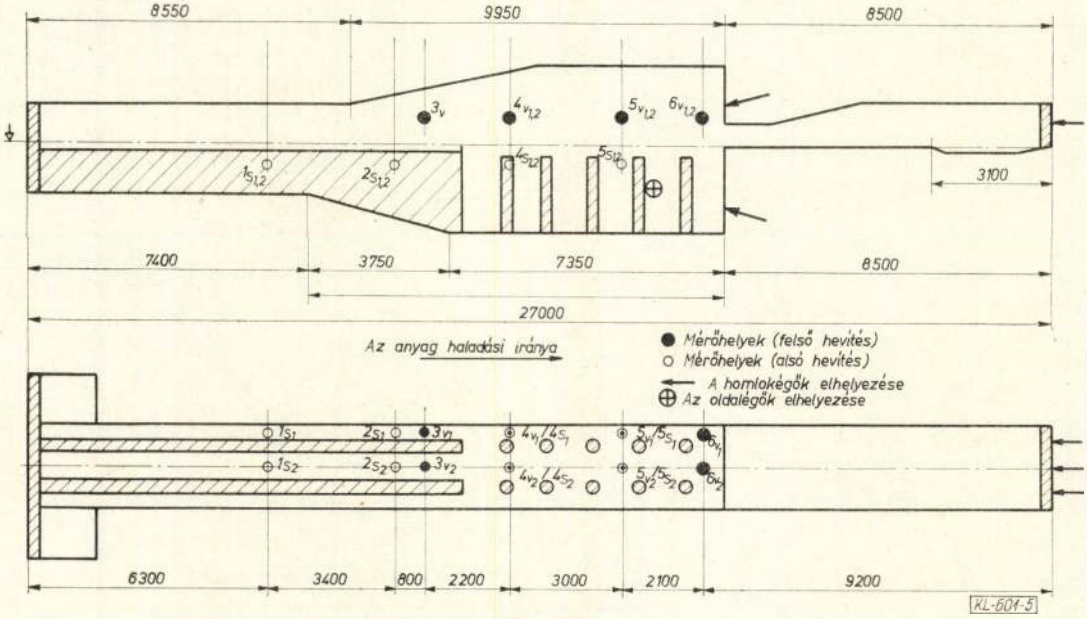
A tolókemencében történő hevítés során végzett tuskó hőmérsékletmező méréssel egyidejűleg az *5. ábrán* látható vázlat szerint mértük a kemence atmoszféráját is. A mérésre felhasználtuk az ostravai Műszaki Főiskola Hőtechnikai Tanszéke Tudományos és Kutatási Csoportja munkatársai által kifejlesztett elszívó hőelemes JMV típusú pirométert. Ez a pirométer lehetővé teszi, hogy ne csak a kemenceközeg tényleges hőmérsékleteit mérjük, hanem azt is, hogy reprezentatív gázpróbákat vegyünk az elemzéshez. A kladnói 1. sz. tolókemence hőmunkájának kísérleti vizsgálata során a hengersor váltakozva vette a hevített tuskókat az 1. és a 2. sz. tolókemencéből. A fentiekből kiderül, hogy a szállítási folyamatosság a hevítés során nem volt egyenletes a kemencében. Az AKVN-360 acélból gyártott mért tuskó mozgása a hevítési idő és a kemencében elfoglalt helyzete függvényében a *6. ábrán* látható.

Az *A*, *B*, *C* mérőhelyeken mért hőmérsékletek és az egyes mérési helyek hőmérsékletkülönbsége a kemence helyzetének függvényében a *7. ábrán*, a hevítés idő függvényében pedig a *8 ábrán* látható.

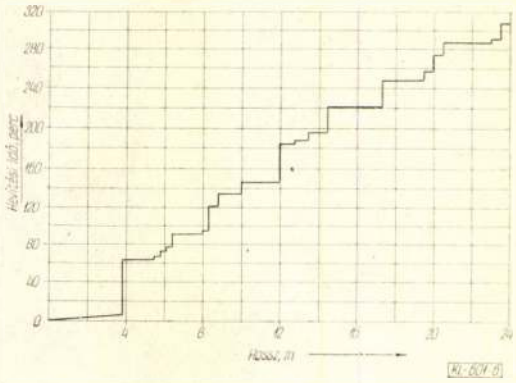
A *9. ábra* a kemenceközeg tényleges hőmérsékletének grafikus feldolgozását szemlélteti.

Az AKVN anyagú hevített tuskó számítási eredményei a meghatározott kerületi feltételek alapján

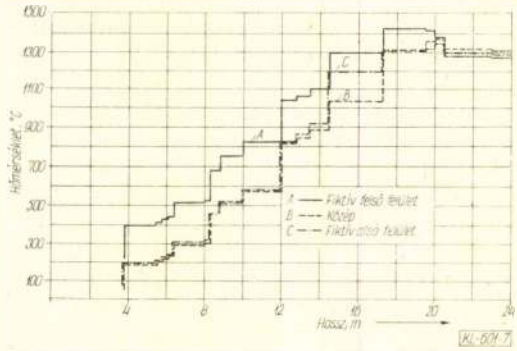
A tuskó keresztmetszetében, azaz a mérési metszetben, az elméleti hőmérsékleteloszlás számítására ténylegesen, az *A*, *C* pontokban a hevítés során mért hőmérsékleti értékeket használtuk fel. A *B* helyen mért hőmérséklet csak kontrollként szolgált. A hevítési időt a számításkor egyperces lépésekben számítottuk. A fizikai értékek meghatározásánál a szakirodalomban található adatokat használtuk fel. Az 1,0 cm távolságban levő keresztmetszetben a hőeloszláson kívül az anyag



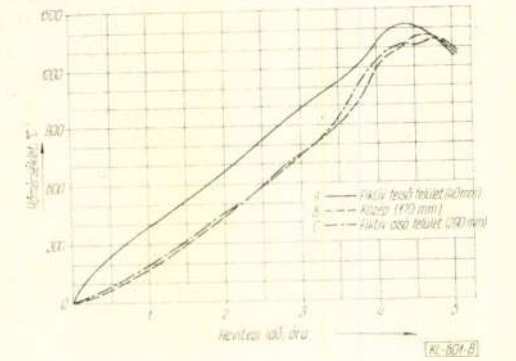
5. ábra. Az 1. sz. kemencében a blokk tényleges hőmérsékletének mérőhelyei



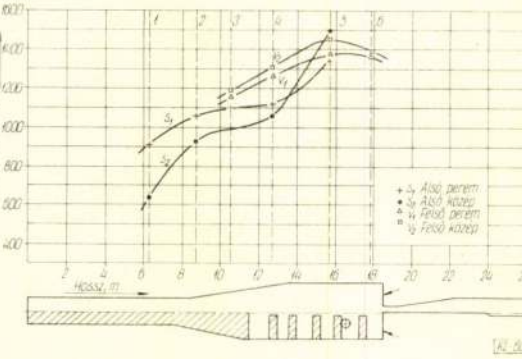
6. ábra. A blokk mozgása a hevítési időtől és a blokknak a kemencében való helyzetétől függően



7. ábra. A hőmérséklet alakulása az A, B, és C mérési helyeken a kemencében való helyzettől függően



8. ábra. A hőmérséklet alakulása az A, B és C mérési helyeken a hevítési idő függvényében

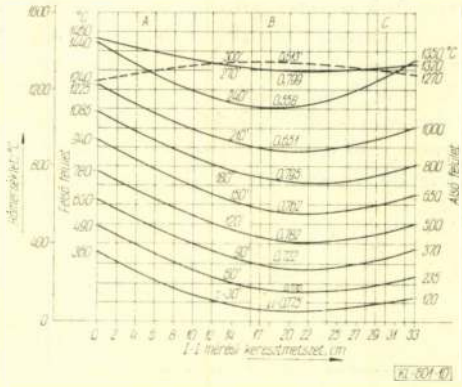


9. ábra. A tényleges hőmérsékletek a kemenceatmoszférában

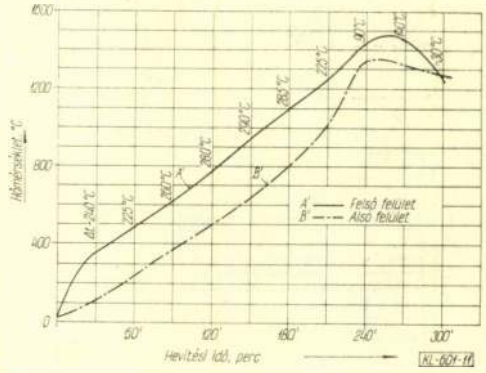
alsó és felső részén a q_1 és q_2 hőáramot és az aszimmetria koefficienseit is mértük. Az I.—I. mérési keresztmetszetben az alsó és felső tuskófelület tényleges hőmérsékleteit a számított értékekből határoztuk meg. A hevítendő anyag matematikai modell alapján kiszámított hőmérsékletlefutása jól megegyezik a *B* ellenőrzési ponton mért hőmérsékletekkel. Ezzel bebizonyosodott, hogy a matematikai modell helyes és a gyakorlatban alkalmazható. A kiszámított eredményeket grafikusan is feldolgoztuk. A *10. ábra* szemlélteti a tuskó I.—I. mérési keresztmetszetében a kiszámított hőmérséklet lefutását a hevítési idő és az aszimmetrikus hevítési tényező értékeinek függvényében. A *11. ábrán*, a tuskó alsó és felső felszínén a tényleges hőmérsékleteket ábrázolja.

Az *1. táblázat* tartalmazza a mért tuskó felső és alsó felszínére jutóhőáramok értékeit. Átlagosan a hevített tuskó felső felületén a q_1 hőáram az előmelegítési zónában 3,78-szor nagyobb, mint a hevített anyag alsó felületén levő q_2 hőáram A hevítési zónában az összességében 3,27-szer nagyobb és az aszimetrikus hevítés átlagos együtthatója 0,74. A felsorolt hőmérsékletlefutási és hőáramerednyek bizonyítják, hogy a tuskó hevítése egyoldalú és ez a felső felületről indul ki. Ezért a hőközép a tuskó keresztmetszetének 1/4-ében található az alsó felülettől mérve.

A fentiek azt bizonyítják, hogy a tuskó felső és alsó felülete közötti hőmérsékleti különbségek léteznek, és az előmelegítési zóna végén ez 280 °C, a



10. ábra. A blokk I-I mérési metszetének hőmérséklete a hevítési idő függvényében



11. ábra. A felső és alsó blokkfelület tényleges hőmérsékleteinek lefutása a hevítési idő függvényében

1. táblázat

Hőáramok értékei a hevítés folyamán a mért tuskó felső és alsó felületén

Hevítési idő (percben)	Hőáram q' W·m^{-2})	Hőáram q_2 (W·m^{-2})	η	
15	41 361	5 174	0,889	7,99
30	44 877	13 036	0,775	3,44
45	46 780	13 991	0,770	3,34
60	47 147	14 044	0,770	3,36
75	51 012	16 391	0,757	3,11
90	57 297	22 087	0,722	2,59
105	51 884	21 941	0,738	2,82
120	63 455	17 682	0,782	3, 59
135	63 983	15 504	0,805	4,13
150	74 745	23 344	0,762	3,20
163	78 388	24 427	0,762	3,21
180	74 661	19 227	0,795	3,88
195	70 894	17 100	0,806	4,15
210	75 166	40 320	0,651	1,86
225	88 255	65 828	0,573	1,34
240	91 266	72 304	0,558	1,26
255	77 729	48 889	0,614	1,59
270	36 158	9 118	0,799	3,97
285	3 642	10 223	0,263	0,36
300	−35 877	−22 644	0,613	—

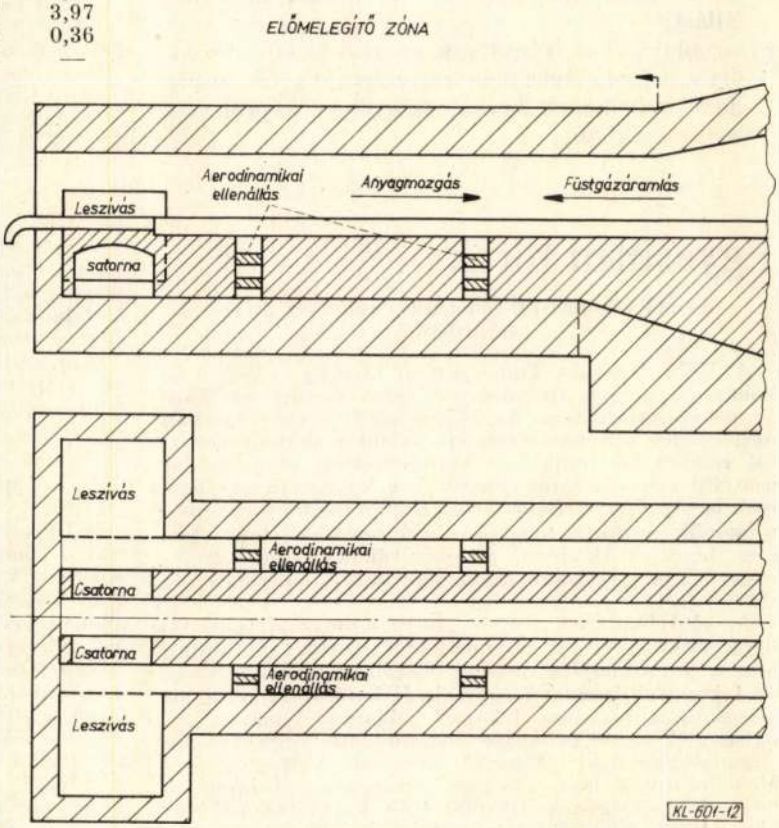
hevítési zóna végén pedig 140 °C. A kemence atmoszférájának hőmérsékletei (9. ábra) ugyanakkor azt bizonyítják, hogy a kemenceközeg kedvezőtlen hőmérsékletét a füstgáz aerodinamikai szempontjából nem megfelelő konstrukció okozza.

A hevített tuskó hőmérsékletmezejét a hevítő zóna alsó részében található égő fejétől kb. 6,0 m-ig az oldalégők befolyásolják.

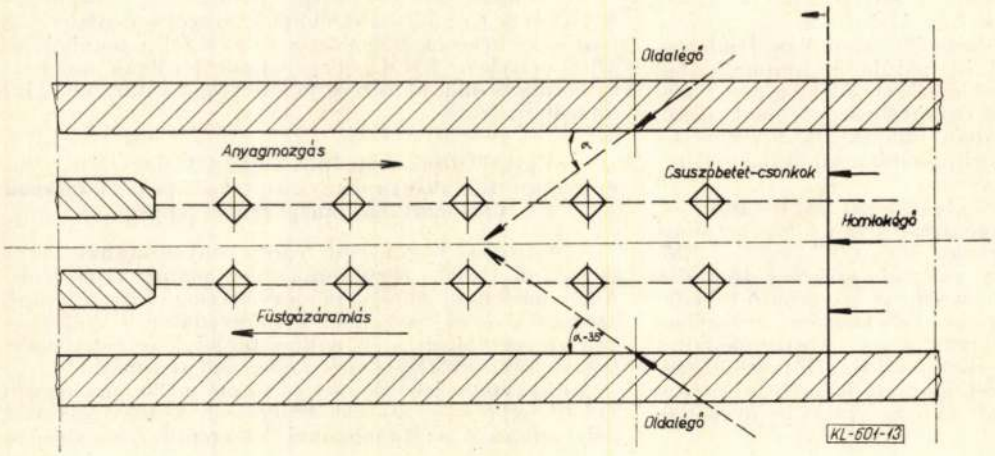
Összefoglalás

A kladnói Kohászati Művekben az elméleti és kísérleti kutatásokkal elért eredmények és a tolókemence működésének értékelése alapján a következő olyan hőtechnikai változtatásokat javasoltuk, amelyek a tolókemence hőmunkájának nagyfokú javulását eredményezik.

1. Mivel a hevítési zóna felső részében a kemence atmoszférájában magas hőmérséklet uralkodik,



12. ábra. Az előmelegítő zóna kezdetén, a csúszóbetét tartófalaiban levő, újonnan javasolt leszívócsatornák és az aerodinamikai ellenállások kialakulása az előmelegítő zóna oldalfalain



13. ábra. Az égők újonnan javasolt 35°-os iránya és a csúszóbetét-csonkok konstrukciós megváltoztatása az alsó hevítési zónában

ezért javasoljuk a kiegyenlítőzónában a fűtőgázok új hőelosztását. Ezáltal jelentősen csökkenthető a reveképződés, esetlegesen hőenergia megtakarítást is elérhetünk.

2. A tuskók hevítését az előírt technológiához képest 1 órával csökkenteni kell, ami a nagyobb kemenceteljesítményt eredményezi.

3. A hevítendő anyag fűtési egyenletességének javítására (a hengerlési selejt csökkentésére) az alábbi konstrukciós változtatásokat javasoljuk *(12., 13. ábra)*:

a) a füstgázcsatornákat helyezzük alacsonyabbra, éspedig mindkét oldalon a munkatér alsó részének irányában;

b) hogy az előmelegítő zónában a füstgázok aerodinamikája jobb legyen, azt javasoljuk, hogy az előmelegítő zóna elején a csúszósínek tartófalain legyenek leszívócsatornák és az előmelegítő zóna peremrészein tűzálló téglából készült rácsszerkezettel növeljük az aerodinamikai ellenállást;

c) az olajégőket irányítsuk az alsó hevítőn zónában, a füstgázelszívás irányában 35 °C-os szögben, a kemence hossztengelyéhez képest vízszintes síkban;

d) a szerkezet megfelelő változtatásával javítsuk a kemence hevítő zónájában a csúszósín támoszlopok aerodinamikai alakját, hogy így megteremtsük az égőkből való jobb füstgázkiáramlást.

4. Optikai pirométer felhasználása a felszíni hőmérséklet mérésére, legalább a tolókemence kiegyenlítő zónájában. Ez még tovább javítaná a kemence üzemét. A fenti javaslatok érvényesek a kladnói hengerművek mindkét üzemelő kemencéjére.

A javaslatokat már megvalósították.

IRODALOM

[1] *Prihoda M.*: Temperaturfeld und Wärmespannung bei der Stahlerwärmung im Stossofen. Die Stationsarbeit, Ostrava 1971.

[2] *Prihoda M.—Kremer R.*: Zur Frage der Berechnung des Rohblocktemperaturfeldes im Stossofen mit Hilfe eines Computers. Sbornik vedeckych praci VSB Ostrava, XVIII, 1972. NR. 2 Hüttenreihe, S. 147—154.

[3] *Jurecka P.—Molinek J.—Vasely K.*: Theoretisch-experimentelle Forschung der Materialerwärmung im Rohblockstossofen des Walzwerks VII SONP Kladno (Unterlage für die technische Information ZN 38 /79-PH 2).

Egyesületi hírek

Az MTA kohászati témájú tudományos ülése májusban

A MTA Műszaki Tudományok Osztálya máj. 6-án kohászati tárgyú tudományos ülést tartott az Akadémia nagytermében. Az ülésen szinte teljes számban megjelentek a kohász társadalom tudományos fokozattal rendelkező tagjai, és képviseltették magukat az irányító szervek, intézmények és a kohászati nagyüzemek is. Az ülést *dr. Bognár Géza* a MTA rendes tagja, osztályelnök nyitotta meg és rövid bevezetőjében utalt arra, hogy az Akadémia fő feladatának tekinti a tudomány és a gyakorlat mind szorosabb kapcsolatának elősegítését.

Az első előadást *dr. Juhász Ádám*, a műszaki tudományok doktora, NIM államtitkár tartotta „Az alumínium- és a színesfémkohászat energiatechnikai helyzete és fejlesztési irányai" címmel. Előadásában utalt az alumíniumkohászatra jellemző villamos energia igényességre, ezért behatóan foglalkozott a gazdaságos energiafogyasztást elősegítő korszerű fejlesztésekkel. Megállapította, hogy ma egy korszerű alumíniumkohó teljesítőképességének 100 000 t/év kapacitás már az alsó határa. Kiemelte az alumíniumhulladék korszerű feldolgozásának fontosságát. Végül röviden foglalkozott a recski ércfeldolgozás terveivel.

Korreferátumában *dr. Zámbó János*, a műszaki tudományok doktora, az ATKI igazgatója az alumíniumfelhasználás fejlesztési problémáival foglalkozott, kiemelve a személygépkocsi és autóbuszgyártás kapcsán felhasználásra kerülő alumíniumféleségek fokozási lehetőségét és ennek a benzintakarékoskodásban jelentkező nagy gazdasági előnyeit.

A második előadást *dr. Farkas Ottó*, a műszaki tudományok doktora, egyetemi tanár tartotta „A vasmetallurgia technológiai és energetikai helyzete" címmel. Előadásában elemezte a vasmetallurgia világfejlődési adatait, kiemelve az acélgyártás eddigi és várható fejlődését. Az energiafelhasználás csökkentése érdekében hangsúlyozta a nyersvasgyártás és az ércelőkészítés fontosságát. Az első korreferátumot dr. Horváth János, a Vasipari Kutató Intézet igazgatója tartotta, utalva a szénhidrogének nagyolvasztóba való befúvásának előnyeire.

A második korreferátumában *dr. Répási Gellért*, a műszaki tudományok kandidátusa a Dunai Vasmű Vezérigazgatója a korszerű acélgyártási lehetőségekkel foglalkozott, és ismertette a Dunai Vasműben eddig elért eredményeket és terveket.

A második témakörhöz *dr. Tarján Gusztáv* egyet. tanár szólt hozzá és javasolta a hazai nagyolvasztókban felhasználásra kerülő aglóércek dúsításának megkezdését. (OA)

Műszaki Nap Diósgyőrben májusban

A Diósgyőri Csoport május 16-án Műszaki Napot tartott a Diósgyőri Vasas Művelődési Központ klubhelyiségében. A műszaki napon az előadások a Lenin Kohászati Művekben épülő Kombinált Acélmű indítása jegyében kerültek megrendezésre. A következő előadások megtartására került sor:

Kiss László: A minőségi acélgyártás a Kombinált Acélműben.

Nyitray Dániel: A Kombinált Acélmű számítógépes termelés és folyamatirányításának tervezése.

Dr. Paksy László: Mintavétel és vegyelemzés a Kombinált Acélműben.

Gábor Béla: Az LKM vízgazdálkodásának kérdése a Kombinált Acélmű tükrében.

Az előadásokból a mintegy 70 fős hallgatóság tájékozódott a Kombinált Acélműi felkészülés néhány igen fontos kérdésének helyzetéről és azokról a tennivalókról, amelyek az LKM kollektívájára hárulnak ennek az új beruházásnak időben és jó feltételekkel történő beindításához. (SzG)

Egyesületünk nyugdíjas tagjainak részvétele májusban Rudabánya nagyüzemi vasércbányászatának Centenáriumi ünnepi rendezvényein

Rudabánya nagyüzemi vasércbányászatának Centenáriumi (1880—1980) ünnepsége május 31-én volt. A Centenáriumi ünnepi rendezvényeken Egyesületünk Szakosztályközi Szervezési és Társadalmi Bizottságának szervezésében a nyugdíjas tagjaink is résztvehettek. Az ott tartózkodás két napra volt tervezve.

A részvételre jelentkezett 44 fő május 30-án a reggeli Tokaji expresszel utazott Miskolcra. A Miskolc-Tiszai pályaudvartól a Rudabányai Vasércmű Igazgatósága

által rendelkezésünkre bocsátott autóbusz vitte a résztvevőket Rudabányára.

A rudabányai Művelődési házban a OEÁ Vasérc Művei főmérnöke *dr. Balla László* fogadta a csoportunkat és ismertetőt adott a vasércbányászat jelenéről és tervezett jövőjéről.

Napsütéses szép időben a rendelkezésre bocsátott autóbuszon indultunk a bányalátogatásra. Egy jó kilátóhelyről tekintettük meg a vasérc külfejtéseket és az úgynevezett homidae telepet, amit régészeti szempontból *dr. Földvári Aladár* Kossuth díjas geológus tárt fel. Itt került felszínre a Rudapithcus Hugaricis előember és más őskori leletek. Majd folytattuk utunkat és az Aggteleki Cseppkőbarlang megtekintésére. Útközben élvezve a szép vidéket és az újjáépült szép, tiszta falvak látványát.

Az Aggteleki barlangban vezető tájékoztatásai mellett, két kilométer sétautat tettünk meg. A barlangi sétát a különböző szép és fantázia nevekkel elnevezett cseppkőképződményeken kívül, érdekessé és kellemessé tette a barlangrészek több színben történő hangulat kivilágítása. Emlékezetes marad a barlang ülőpadokkal berendezett színháztermében bemutatott, megvilágított mesterséges vízesés, valamint a vízesés felől a látogatók szórakoztatására felhangzó Bach fuga is, amit magnóról játszottak le.

Visszafelé a nagy kiterjedésű mesterséges víztároló Rakacai tó mellett elhaladva Perkupán át értünk Rudabányára.

Első nap este a csoport tagjainak kedves meglepetésben volt része. A Vasércbánya Igazgatósága egy díszes, füles majolika korsót ajándékozott a csoport minden tagjának. A korsó felső részén köriratban „100 éves a nagyüzemi bányászkodás". A korsó elején koszorúban kahanyee-lámpával stilizált bányász—kohász jelvénykép látható, körirata „Rudabánya 1880—1980". A korsó falán, a kerületen is jellegzetes képek vannak a város nevezetességeiről, létesítményeiről.

A városban némely helyen látni lehetett Rudabánya város 1300-as évekből származó, történelmi emlékű ezüst pecsétnyomójának felnagyított nyomatképét, domborművét. E pecsétnyomót a rudabányaiak a történelmi értékét tekintve becsben tartják és még a korsón is szerepel a nyomatképe.

A pecsétet érdemes részletesebben is megemlíteni. Szt. Miklós püspököt ábrázolja, palástban, fején mitrával, fejkörül dicsfénnyel. Jobbjában pásztorbotot tart. Bal kezét áldásra emeli. Feje felett bástya épület, lábai alatt nagy mérműves ablakokkal díszített épület. Jobb oldalán bányász kalapács, másik oldalán bányászék. A pecsét körirata „Sigillum civitatis Rudae". A Rudabánya város ősi pecsétje önmagában is igazolja a középkori helyiség jelentőségét.

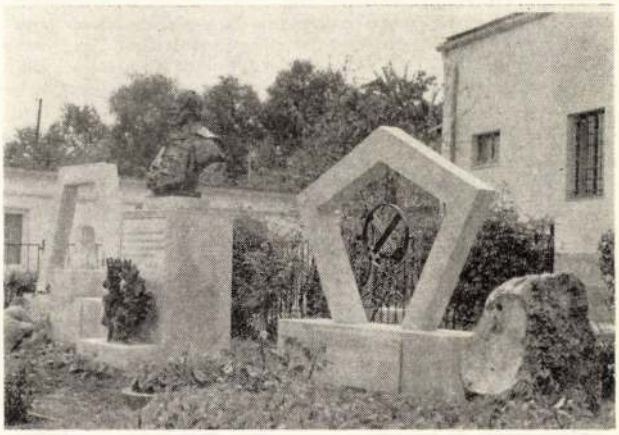
Második nap reggel még a hivatalos ünnepség megkezdése előtt csoportunk meglátogatta Rudabánya ősi műemlék református templomát. A templomot a XVI. században építették. A templom eredetileg Szt. Miklós püspök tiszteletére épült és római katolikus templom volt. A XVI. században kezdődött Rudabánya magyarosodása (korábban német ajkú lakói voltak) és így a túlsúlyban református magyarok temploma lett.

A templom kívülről is kedves idillikus képet mutat különálló harangtornyával.

A Centenáriumi ünnepi ülés a Művelődési ház nagy kulturtermében 10 óra 30 perckor a himnusz hangjaival kezdődött. Utána következett

1. *Bics Istvánnak*, a OEÁ Művei igazgatójának megnyitója,
2. *Dr. Simon Pál* nehézipari miniszter ünnepi megemlékezése és a a jubileumi oklevelek átadása,
3. *Dr. Váradi Gézának* az Országos Erdészeti Egyesület alelnökének köszöntője,
4. *Dr. Nagy Zoltánnak* Egyesületünk főtitkárának köszöntője a kohászok részéről,
5. Witkowitzi Kohóművek képviselőjének köszöntője,
6. Kitüntetések átadása.

Az ünnepség elnöksége



A felavatott emlékművek

Az ünnepi ebéd után részt vettünk a helyi Országos Érc és Ásványbányászati Múzeum új részlegének megnyitásán, amit *dr. Kapolyi László* nehézipari miniszterhelyettes nyitott meg.

A szép épületben levő, több ritkaságot tartalmazó Bányászti Múzeum nagyon értékes, gazdag szakmai anyagát és berendezését tekintve, drága ékszerekkel telt ékszerdobozra emlékeztet. A múzeum lelkes gyűjtőmunka bizonyítéka.

A múzeum állandó kiállításának megtekintése után megnéztük a külön épületben elhelyezett dr. Földvári Aladár Kossuth díjas geológus életmunkásságának emlékkiállítását. Ott láthatók az említett homidae telepen talált ősmaradványok, őskori állatok csontjai, hosszú agyarai. Nagyon szép az általa összegyűjtött kristály és ásványgyűjtemény. Érdekes volt még az ott kiállított nagy bányász és olimpiai bélyeggyűjtemény.

Délután autóbusz vitte Miskolcra a csoportot, onnan a Tokaj expresszel utaztunk vissza Budapestre.

Köszönetünket fejezzük ki, a vendéglátásért az Országos Érc és Ásványbányák Rudabányai Vasérc Művei igazgatóságának, az Egyesületünk Rudabányai csoportjának, a csoportunkkal való törődésért, és a két napos lelkes kalauzolásért *Stoll Lóránt* bányamérnök tagtársunknak.

Köszönet illeti az Egyesület Szakosztályközi Szervezési és Társadalmi Bizottságának Vezetőségét, hogy gondoskodásukkal és kitűnő szervezéssel, módot nyújtottak nyugdíjas tagoknak az ünnepségen való résztvételre.

Bors János

10 éves a KGYV Helyi Csoport

Március 26-án tartotta jubileumi klubdélutánját a KGYV Helyi Csoportja abból az alkalomból, hogy második évtizedébe lépett.

Napirenden szerepelt *dr. Sziklavári János* kohómérnöknek, az OMFB főosztályvezetőjének előadása, amelyet „A VI. ötéves terv kohászati fejlesztései, a kohászati gyártmánystruktúra változtatatása" címen tartott meg.

A nagysikerű előadás után élénk vita alakult ki, amelyen a hozzászólók és az illusztris előadó kifejtették nézetüket a kohászat nyersanyaghelyzetéről, export és import kérdéseiről. Szóba kerültek a gyorsan megtérülő hitelek alapján történő olyan új beruházások is, amelyek a kohászat minőségi választékát bővítik és az importot csökkentik.

A szakmai előadást követően *Selmeczi Béla* kohómérnök, a Helyi Csoport legidősebb tagja, Egyesületünk egykori főtitkára tartotta meg a tíz éves jubileummal kapcsolatos ünnepi beszédét, amelynek legfontosabb részeit az alábbiakban közöljük.

„Helyi Csoportunk 1969. dec. 7-én alakult meg. Első évtizede tükrözte vállalatunk nagyarányú fejlődését, amely a korábbi profil bázisán a mai széles körű tevékenységhez vezetett. Évenként kialakított és tervszerűen végrehajtott munkaprogramja követte a vaskohászat aktuális kérdéseit, összefoglaló és részletekbe menő ismereteket adott tagtársaink részére, hozzájárult konkrét műszaki-gazdasági kérdések optimális megoldásához mind Vaskohászati vállalataink, mind a KGYV problémái körében.

Helyi Csoportunk Egyesületünk alapszabályának megfelelően minden egyesületi, szervezeti és munkaformát felhasznált tevékenysége során. Programjában szerepeltek előadások, ankétok, nagy-rendezvények, munkabizottságok, bel- és külföldi tanulmányutak. Éltünk a pályázatok lehetőségeivel, tagjaink résztvettek az egyesület felsőbb szerveinek munkájában. Helyi Csoportunk a kohászati technológia szinte minden ágazatának valamilyen problémájával foglalkozott, ápolta, fejlesztette nemzetközi kapcsolatainkat is. Ennek keretében szép számmal szerepeltek külföldi előadók is rendezvényeinken.

Tagságunk létszáma 26 főről indult, majd a 3. év végére elérte a 104 főt és jelenleg pedig 146 fő. A taglétszám 36%-a kohász végzettségű.

Rendezvényeink témaválasztása elsősorban vállalati feladataink jobb megoldását szolgálta. A témaválasztéka érintése felölelte a KGYV érdekeltségébe tartozó összes ágazatokat, műszaki-gazdasági, szerződésjogi, pénzügyi, külkereskedelmi problémákat, de nem hiányoztak a környezetvédelem, az üzemszervezés, a műszaki tervezés és a szabadalmi jog kérdései sem.

Éves terveink összeállításakor figyelemmel voltunk tagtársaink azon igényeire is, amelyek a vaskohászat általános és hazai fejlődési irányainak ismeretére irányulnak. Megállapíthatjuk, hogy ezt az igényt maradéktalanul kielégítettük, mivel rendezvényeinken illusztris előadók ismertették a IV. és a V. ötéves terv vaskohászati és ezen belül vállalatunk feladatait. Összefoglaló előadásokat hallhattunk a hazai öntödék fejlesztéséről és az alumíniumipar fejlesztési tervéről.

Helyi Csoportunk első 10 éves időszakában külön hangsúlyt kapott a vállalat önálló külkereskedelmi tevékenysége. Napirendre került a kohó- és gépipari tervezés és a fő vállalkozás szerepe az exportban. Klubdélutánjainkon előadást hallottunk a KGYV délamerikai kapcsolatairól, a KGYV távol-keleti munkájáról, az ország külkereskedelmi helyzetéről.

Rendezvényeink közül kimagaslott az 1976. évi Tápiószelén tartott I. Ívkemenceankét és kölcsönösen az 1978. évi Budapesten szervezett II. Ívkemenceankét.

Ezeken a nagy érdeklődést kiváltó rendezvényeken a hazai és a külföldi előadók nagy száma ismertette az ívkemencék fejlődését, üzemviteli kérdéseit, a szabályozás és az automatizálás különböző módjait. Az ankétok keretében energetikai és környezetvédelmi előadások is elhangzottak. Az előadók közt japán, svéd, NSZK-beli, szovjet és bolgár szerzők is szerepeltek.

A KGYV Helyi Csoportja nagyszámú bel- és külföldi tanulmányutat is szervezett. Ezek kohászati, tűzállóanyag-ipari, öntészeti, hőkezelési, vasszerkezetgyártási és alumíniumipari tapasztalatok átvételét szolgálták. A hazai tanulmányutak során tagtársaink — együttműködve a vendéglátó helyi csoportokkal — felkeresték az összes vidéki vaskohászati vállalatot, öntödéket és egyéb üzemeket is.

Csoportjaink tanulmányutak keretében meglátogathatták Jugoszlávia, Csehszlovákia, Bulgária, az NDK és Lengyelország számos üzemét. E tanulmányutak során a műszaki, beruházásszervezési és egyéb tapasztalatok megismerése mellett tagtársaink a baráti országok szép tájait is megismerték, és felkeresték a magyar vonatkozású történelmi és kulturális helyeket.

Helyi Csoportunk keretében néhány munkabizottság is alakult, amely szűkebb érdeklődési és problémakör művelése keretében munkájával kiegészítette a vállalati tevékenységet, irodalomrendszerezéssel, munkatervek készítésével, technológiai utasítások tervezetének kidolgozásával és bírálatával.

Külön említést érdemel a Tűzállómunkabizottság, amely szakosztályi szinten is hézagpótló munkát végez, mert felszínen tart komplex tűzállóipari kérdéseket, munkája során szoros kapcsolatot tart a tűzállóanyagipar vezetőivel, kutatóival, külföldi tűzállóanyaggyárak szakmai napjait szervezi és így a világszínvonal érzékeltetésével a kemenceépítők és a tűzállóanyaggyártók szemléletét is segíti.

Tagtársaink bekapcsolódtak az Acélgyártó-, a Főválalkozási és Beruházási-, a Fiatalokat Szervező Munkabizottság, az Öntézseti Szótárbizottság, a Porártalmak csökkentése és a Ki minek mestere Munkabizottság munkájába.

Helyi Csoportunkat és vállalatunkat mind a Vaskohászati, mind az Öntödei Szakosztály vezetősége többször megtisztelte azzal, hogy vezetőségi ülését nálunk tartotta meg. Ilyen alkalommal megtárgyalta a Helyi Csoport tevékenységéről szóló beszámolót és hasznos javaslatokat adott a csoport munkájának továbbfejlesztéséhez.

Helyi Csoportunk elnöki tisztét *Farkas Sándor* kohómérnök, műszaki igazgató töltötte és tölti be, aki személyes munkával vezette és irányította a Helyi Csoportot és reméljük, hogy a további évek során is jó egészségben ezt fogja tenni. *Lantos István* közel 10 éven át volt titkárunk és e feladatát közismert szervezőképességével, szerénységével és szívósságával látta el. Az ő titkári tevékenysége példaképül szolgálhat a későbbi időkben is.

Helyi Csoportunk köszönettel tartozik vállalatunk vezérigazgatójának *Hammer Ferencnek* Egyesületünk volt alelnökének, a Vaskohászati Szakosztályunk elnökének, hogy problémáinknak megoldásában tanácsaival, erkölcsi és anyagi támogatásával mindenkor mellettünk állt.

Egyesületünk főtitkára, valamint a Vaskohászati és az Öntödei Szakosztály vezetősége jóindulattal és érdeklődéssel figyelemmel kísérte a Helyi Csoport terveit, munkáját, ahhoz erkölcsi és anyagi támogatást adott. Azt hiszem, minden tagtársunk egyetértésével ígérhetem, hogy az Egyesület célkitűzéseinek megvalósításában a KGYV Helyi Csoportja továbbra is méltóképpen ki fogja venni a részét."

A klubdélután végén *Farkas Sándor* a KGYV műszaki igazgatója, a Helyi Csoport elnöke megköszönte az elhangzott előadásokat és hozzászólásokat, majd kifejezte azt a reményt, hogy a KGYV Helyi Csoport a második évtizedét is hasonló aktivitással fogja zárni. (TZ—SB.)

Az Acélgyártó Szakcsoport ülése áprilisban Miskolcon

Az Acélgyártó Szakcsoport április 17—18-án ülést tartott Miskolcon a NME Vaskohászattani Tanszékén. Az ülésen 36 acélgyártó szakember vett részt, amelynek témája: „A műszaki-tudományos kutatás eredményei acélgyártásunkban."

A Vaskohászati Szakosztály nevében *dr. Sziklavári János*, az OMFB főosztályvezetője, az ülés elnöke üdvö-

zölte *dr. Simon Sándor* akadémikust és *A. Sz. Haritonov* professzort a Zsdanovi Kohászati Egyetem tanárát, továbbá valamennyi résztvevőt. Ismertette a programot, amelynek az összeállításakor az MSZMP XII. kongresszusának a határozatát, hogy „A tudomány kerüljön közelebb a termeléshez", messzemenően szem előtt tartották.

A tanácskozáson elsőként dr. Simon Sándor akadémikus tartott előadást „Az acélgyártás műszaki-tudományos kutatási irányai" címmel. Ismertette a tanszék kutatási tevékenységét és jövőbeni feladatait, amelyek között szerepelnek:

— A konverteres acélgyártás technológiai problémáinak tisztázását célzó kutatások; ezen belül a salak reakcióképességének szerepe, az ócskavas arányának növelése, bélésanyag kifejlesztése, a mintavétel tökéletesítése.
— Üstmetallurgiai eljárásokkal kapcsolatos kutatások; konkrét acélminőségekre irányuló, gazdaságos és hatékony dezoxidálás és kéntelenítés a feladat.
— A folyamatos acélöntés területén a kitűzött cél a maximális öntési sebesség és a jó minőség biztosítása.
— Gyártmányfejlesztés, korszerű acélfajták komplex kutatása.

Ezt követően dr. Sziklavári János, az OMFB főosztályvezetője tartott előadást „Népgazdaságunk VI. ötéves tervi műszaki fejlesztéspolitikájának érvényesülése vaskohóiparunkban" címmel.

Abból indult ki, hogy a népgazdaság fejlesztése szempontjából legfontosabb feladat a fizetési mérleg javítása, a tőkés export növelése és az import csökkentése. Szemléletesen vázolta fel a népgazdaság fejlesztésének láncolatát és ezen belül az OMFB feladatkörét, majd a vaskohóiparra vonatkozó sémát. Prioritása a választékbővítésnek, a minőségjavításnak, a hazai nyersanyagfelhasználás növelésének és a fémkinyerés, fémalakítás területén a takarékos megoldások bevezetésének van. Ezzel összhangban kell a műszaki fejlesztési politikát és ennek megfelelően a kutatási, fejlesztési feladatokat meghatározni.

A tanácskozáson A. Sz. Haritonov professzor a zsdanovi és a miskolci egyetem kutatási együttműködését méltatta és fő vonalakban ismertette a közös munkaterületeket, amelyek: a folyamatosan öntött bugából készülő késztermékek minőségjavítása, minőségjavítás fém modifikálással (optimális makroszerkezet, a gáz- és zárványtartalom csökkentés, ritkaföldfémes kezelés, vákuumozás, inertgáz öblítés). Ezután a fém modifikálás területén végzett kutatómunkájukról szóló előadást hallgattuk meg, amelyben a NaCl alkalmazásával elért rendkívül érdekes eredményekről számolt be. Az előadás anyaga tartalmazta a modifikáló anyagok kiválasztásának szempontjait, a fajlagos anyagszükséglet kiszámításának képleteit és különböző felhasználási területeken elért eredményeket. Nagyon előnyös a NaCl gázképző képessége (384 l/kg) és az acél makroszerkezetére gyakorolt hatása.

Dr. Csabalik Gyula egy. tanár „A Vaskohászati Tanszéknek az oxigénes konverteres acélgyártás bevezetésével kapcsolatos kutatásai" címmel tartott előadást. Az energia felhasználás csökkentését célzó kutatások során megvizsgálták a nyersvas karbontartalmának, szilíciumtartalmának és hőmérsékletének hatását a feldolgozható hulladék mennyiségére, a fémbetét szükségletre a mész szükségletre és az oxigén szükségletre. Megállapították, hogy a konverteres technológia fő paraméterei szempontjából legkedvezőbb a nyersvas hőmérsékletének növelése. Ezenkívül azt is megállapították, hogy a hulladékmelegítés 70 °C-onként 1% hulladék adagolás növelést tesz lehetővé. Ezenkívül a salakképzéssel kapcsolatos munkáikban a mész fizikai tulajdonságainak szerepével egy gyors és megbízható mészminősítési módszer kidolgozásával és a folypát helyettesítés lehetőségével foglalkoztak.

Ezt követően *Berendi Béla* osztályvezető „A KGM műszaki-fejlesztési alapjának hasznosítása" című előadását hallgattuk meg *Oravetz József* tolmácsolásában. Az előadás összefoglalta az V. ötéves tervben végrehajtott kutatási-fejlesztési főirányokat és azok eredményeit. Részletesen beszámolt az üzemi megvalósítások terén elért eredményekről is. Hangsúlyozta, hogy a VI. ötéves tervfeladatokban a súlypont az anyag- és energiatakarékosságon lesz.

Az OKÜ-ben folyó kutatási munkáról és az eredményekről *dr. Vitkó József* osztályvezető számolt be részletesen. Számukra a fő gondot a folyamatos öntés beillesztése a termelésbe, teljesítményének növelése, az RDH-ban a minőségjavítás és a kapacitás probléma, az SM-acélműben az oxigénes intenzifikálás bevezetése jelentette az elmúlt időszakban. Most a folyamatos öntés fejlesztése terén végzett munkáról számolt be részletesebben. Ismertette a szálszakadások okait és néhány ezzel kapcsolatos lényeges észrevételt és törvényszerűséget. Beszámolt az OKÜ-ben alkalmazott speciális szekvens öntésről, amelyet a közbenső üst átalakításával és dupla üsttartó konzol felszerelésével tudtak megvalósítani. Eddigi munkájuk eredményeképpen 3—3 adagot tudnak egyfolytában leönteni. Ezzel az eljárással termelés növekedést értek el és 1980-ban várhatóan már 360 et acélt öntenek le az öntőgépen.

A DV kutatási tevékenységéről *dr. Hauszner Ernő* műszaki-gazdasági tanácsadó adott rendkívül alapos tájékoztatást. Elmondta, hogy az OMFB szervezésében egy kutatási-fejlesztési társulás alakítása van folyamatban. A rendkívül széles körű kutató-fejlesztő munkából kiemelte a féligcsillapított acélok oxigéntartalmának beállítása, a hidegen hengerelt termékekhez Al-al félig csillapított acélok folyamatos öntése,a szerkezeti acélok gyártástechnológiájának fejlesztése, a horganyzott termékek gyártása, a többlépcsős dezoxidálás, a porbefúvásos üstmetallurgia és az aktív oxigénmérés megvalósítása terén elért eredményeket.

Az LKM fejlesztő-kutató tevékenységéről *dr. Szőnyi Gábor* főosztályvezető adott átfogó képet. Előadásából kitűnt, hogy a mennyiség mellett előtérbe került a minőség fokozására való törekvés. Rendkívül sokrétű kutatási-fejlesztési tevékenységükből néhány főbb területet emelünk ki: termékszerkezet korszerűsítést hajtanak végre, új gyártási technológiákat vezetnek be, a meglevő berendezéseknél gyártástechnológia fejlesztést végeznek. Ezenkívül jelentős eredményt értek el az 52D, a KL 7D, és a betétedzésű acélok minőségjavításában, a melegalakító szerszámacélok tartósságnövelésében, a golyóscsapágyacélok és a vasúti kerékabroncs acélok gyártásának fejlesztésében. A 65 tonnás elektrokemencében a VASKUT Acélmetallurgiai osztályával közösen elvégzett sikeres porbefúvási kísérletek után megkezdődött a konkrét technológiák kidolgozása és a porbefúvás továbbfejlesztése. Folyik a felkészülés a kombinált acélmű beindításához szükséges technológiák kidolgozásában.

Ezt követően *Könye Zoltánné* (MVAE) „Licenc forgalom a vaskohászatban" című előadását hallgattuk meg. Tájékoztatást adott arról , hogy azonos időszakban 36 licenc vásárlás és ugyanakkor csak 5 eladás történt. Hangsúlyozta, hogy fokozni kell a licenc értékesítés ösztönzését és ki kell küszöbölni a vásárlásnál a párhuzamosságokat.

Az előadásokat élénk vita és sok hozzászólás követte. A vitában felszólaltak: *dr. Csabalik Gyula* (NME), *Csurgai István* (MIM), *Éles László*, *Kállai Endre* (Csepeli Acélmű), *Lerch József* (VASKUT), *Nyitrai Dániel* (VASKUT), *Schmidt György* (OT), *Schottner Lajos* (OKÜ), *Szarka Gyula* (NME), *dr. Sziklavári János* (OMFB), *Sziklavári István* (LKM), *Szipka Károly* (VASKUT), *dr. Vitkó József* (OKÜ).

Az előadások és a hozzászólások után a Vaskohászati Tanszék baráti összejövetelen látta vendégül a résztvevőket, amelyen kötetlen beszélgetés alakult ki a kutatás és a gyakorlat kapcsolatáról. Másnap ismét előadásokkal folytatódott a program.

„A műszaki-tudományos kutatás hazai eredményei a folyamatos öntésben" címmel *dr. Szarka Gyula* adjunktus tartott előadást. Beszélt a folyamatosan öntött bugák minőségjavításának lehetőségéről és ismertette az indukciós keverés elvét valamint az elérhető eredményeket.

A következőkben *Grega Oszkár* tanársegéd „Kutatási eredmények a hulladékfelhasználás területén" címmel tartott előadást. Beszámolt a konverterben való fel-

használásra elvégzett modellkísérletekről, amelynek során vizsgálták a fajlagos felület és a hulladék hőmérséklet hatását az oldódási időre. Megállapításuk szerint a hulladék előmelegítéssel előkészítési költségcsökkentés érhető el, mert ebben az esetben a fajlagos felület kevésbé befolyásolja a beoldódást.

Befejezésül *Schmidt György* OT-főelőadó „A KGST országok acélgyártási műszaki-gazdasági mutatóinak alakulása az utóbbi években" című előadását hallgattuk meg.

A második napi előadásokhoz hozzászóltak: *dr. Csabalik Gyula* (NME), *Csomós Zoltán* (KOKÖV), *dr. Károly Gyula* (NME) és *dr. Mikó József* (NME).

A program további részeként a Vaskohászati Tanszéket tekintették meg a résztvevők.

Valamennyi résztvevő nevében köszönet illeti a Vaskohászati Tanszéket a jó szervezésért és a baráti vendéglátásért.

Zámbó József

A Hengerész Szakcsoport ülése áprilisban Salgótarjánban

A Hengerész Szakcsoport soron következő összejövetelét ápr. 23-án Salgótarjánban tartotta, a Salgótarjáni Kohászati Üzemek hengerész szakembereinek rendezésében. A tanácskozáson résztvettek a szakcsoport állandó tagjai és a salgótarjáni szakemberek. Az összejövetel célja a salgótarjáni gyár műszaki fejlesztésének megismerése, és az újonnan létesített üzem megtekintése volt.

A tanácskozást a Szakcsoport titkára: *dr. Remport Zoltán* nyitotta meg és az SKÜ részéről *Hopka László* műszaki igazgató üdvözölte a megjelenteket. Bevezetőjében hangoztatta, hogy a szakcsoport tanácskozása jelentős a salgótarjáni szakemberek számára, mivel problémáikat a tanácskozáson országos fórum előtt is megvitathatják.

1. napirendi pont: Előadások az SKÜ fejlesztő tevékenységéről: Babus Gyula az 5. ötéves terv fejlesztési eredményeiről és a 6. ötéves terv előirányzott tevékenységéről számolt be. Hangsúlyozta, hogy a fejlesztő tevékenység két vonalon; a technológia fejlesztés, és az új termékek bevezetésének vonalán is eredményeket hozott.

Mindkét szempontból jelentős a CO_2-hegesztőhuzal gyártásának fejlesztése, amelyet a hazai hegesztéstechnika jelentős fellendülése inspirált. A hazai igények kielégítésén túlmenően azonban a hegesztőhuzalból exportkivitelre is kerül. A salgótarjáni hegesztőhuzalok minősége kiállja a nemzetközi színvonalat. A fejlesztés eredményeként a termelés mintegy 6—7-szeresére növekedett, elsősorban a svéd eredetű célgépek beállításával és új technológia alkalmazásával.

Ugyancsak fejlesztették a kovácsolás technológiáját is, a hagyományos kohászati műveletek korszerűbb technológiával való helyettesítése céljából. A kovácsoló üzemet csehszlovák berendezésekkel egészítették ki és hőkezelő kemencével is felszerelték. A fejlesztés eredményeként előtérbe került a járműalkatrészek gyártása.

Különleges és jelentős fejlesztést jelent a kisterenyei üzemrész létrehozása, amelyben élelmiszeripari görgőpályákat és kisméretű hosszvarratos csöveket gyártanak. Előbbiek gyártása közvetlenül kapcsolódik a Dexion-programhoz és a Rapistan cégtől vásárolt technológia alapján a görgőspálya-üzem jelenleg van felfuttatás alatt. A görgőpályák szerelése nagy pontosságot igényel és emiatt jól begyakorolt szakgárda kiképzését teszi szükségessé. A kisméretű hosszvarratos csőprogramot évi 10 000 tonnára tervezték, fele-fele arányban bevonatlan és horganyzott gyártmányokra. Az üzem a tervezett termelési szintjét már megközelítette és gyártmányai keresettek.

A 6. öt éves tervben a szeggyártás rekonstrukciója, a félmelegen alakító kovácsolás bevezetése és a hidegen hengerelt gyártmányok kapacitásának bővítése szerepel. A szeggyártás rekonstrukciója a csomagolásra, szállításra és zajvédelemre terjed ki, de többlettermelést is előirányoz, míg a kovácsüzem és a hideghengermű fejlesztése a többlettermelésen túlmenően az értékesebb áruk arányának növelését is célozza. A közel 1 m forintos beruházás mintegy 1,3 m forintos többlettermelő kapacitást hoz létre.

Tarján András a kohászati termékek kikészítésében alkalmazott pántolószalagok minőségfejlesztését ismertette. Az SKÜ-től ugyanis a hazai kohászat nagy mennyiségben igényel pántolószalagot, amelyet általában lágyacél alapanyagból kiindulva gyártanak. A csomagolás-technika azonban nagyobb szilárdságú pántolószalagokat is igényel és ezeket továbbfejlesztett technológiával kívánják előállítani. Kísérleteket végeztek, amelyek alapján lehetővé vált a lágyacélok helyett az 52 típusú acélok felhasználása, de a kísérletek kiterjedtek a 0,3%karbontartamú acélokra is. A legnagyobb szilárdságú ilyen pántolószalagokat nemesítéssel állítják megfelelő szilárdságúra. Tapasztalat szerint a nemesítés keretén belül az austenitesítés hőmérséklete tágabb határok között is ingadozhat, a megeresztés hőmérséklete azonban a tulajdonságok beállítása szempontjából rendkívül érzékeny. A legalább 100 kp/mm² szilárdságú és 15%-os nyúlást is adó pántok gyártása helyes hőkezeléssel megvalósítható.

Turán Sándor az acélszalag-lágyító kapacitás kihasználásának javításáról tartott előadást. Megemlítette, hogy az 1903-ban kezdődött hidegszalaggyártás technológiája 1958-ig alig változott, 1970-től azonban a hőkezelés módját lényegesen átalakították. A termelés felfuttatása a lágyító teljesítmény növekedését igényelte, ugyanakkor helyhiány miatt lényegesen nem tudták bővíteni a lágyítókemence-parkot. A szabvány állandó szigorítása is a hőkezelés fontosságát emelte ki. A régi kemencék és néhány új kemence összekapcsolásával az ún. 7×3 alapos rendszert alakították ki, amelynek eredményeként mintegy 30%-kal nőtt a lágyító kapacitás, ugyanakkor javult a lágyítás pontossága. Mivel a szalaghengerműben még mindig a hengerlőkapacitás a bővebb, a lágyítás teljesítményét az elkövetkező időkben is tovább kell növelni, a hevítési idő e hetséges csökkentésével.

Sípos Ákos kísérleteket ismertetett, amelyeknek keretén belül megvizsgálták, hogy a hazai alapanyagból milyen minőségű mélyhúzható acélszalagok gyárthatók. A mélyhúzható acélszalagokat ugyanis ez idő szerint import alapanyagból gyártják, viszont az üstmetallurgiai fogások bevezetése következtében a hazai alapanyagok minősége is jelentősen javult. Az import és hazai alapanyag összehasonlítása érdekében azonos összetételű tekercseket válogattak ki, amelyekből mélyhúzható szalagokat gyártottak és azok tulajdonságait összehasonlították. Megállapításuk szerint a hazai alapanyagból gyártott mélyhúzható szalagok mechanikai tulajdonságai elérik az import alapanyagból gyártottakét, a hazaiak felületi minősége azonban gyengébb és ez a tulajdonságuk befolyásolja a szalagok mélyhúzhatóságát. A felületi minőséget hengerléstechnológiai fogásokkal is befolyásolni lehet, és ezen a területen további lépésekre van szükség.

2. napirendi pont: Üzemlátogatás.

Az összejövetel résztvevői részletesen megvitatták az SKÜ fejlesztő tevékenységét, megállapítva, hogy a salgótarjániak a fejlesztésben helyesen alkalmazzák a kis lépések elvét. Majd azután meglátogatták a kisterenyei új telepet és ott a görgőpályagyártás és a kisméretű hosszvarratos csövek előállítását tanulmányozzák. A tanácskozás résztvevői elhatározták, hogy legközelebb Ózdon jönnek össze. (RZ)

A Kohómérnöki Kar hírei

Múlt év végén a Magyar Tudományos Akadémia Borsod—Heves—Nógrád megyére kiterjedő területi szerveként megalakult a Miskolci Akadémiai Bizottság. A MAB-on belül 8 szakbizottság létesült, ennek egyike a Kohászati Szakbizottság, melynek elnöke dr. Simon Sándor az MTA levelező tagja. A Kohászati Szakbizottság alakuló ülésére 1980. február 25-én került sor, ahol az alábbi három munkabizottság létesült:

Metallurgiai munkabizottság, elnöke:

dr. Farkas Ottó a műszaki tudományok doktora.

Alakítástechnológiai munkabizottság, elnöke:

dr. Kiss Ervin a műszaki tudományok kandidátusa.

Anyagvizsgálati munkabizottság, elnöke:

dr. Káldor Mihály a műszaki tudományok doktora.

A Kohómérnöki Kar hallgatói közül az 1979/80. tanév első felévében benyújtott tudományos diákköri dolgozatok szerzőit a NME Tudományos Diákköri Tanácsa az alábbi díjakban részesítette:

I. díj

Hodvogner Katalin (IV.), *Gábor György* (V.), *Sztankó Éva* (V.), *Sándor István* (IV.), *Kishonty Éva* (V.), *Wisnovszky Nóra* (V.), *Ihász Sándor—Szűcs Zoltán* (V.), *Dratsai Géza* (V.), *Antal-Boza Ajra* (V.), *Svoboda Borbála* (V.).

III. díj

Fehér János (IV.), *Mester Ferenc* (V.), *Gábor György* (V.), *Csuka Ferenc* (V.).

Március 14-én nyilvános Kari Tanácsülésen, ünnepélyes keretek között *dr. Vorsatz Brúnó* egy. tanár, a Kohómérnöki Kar dékánja adta át a Kari Tanács által odaítélt Tanulmányi Emlékérmeket azon hallgatóknak, a kik az előző két tanulmányi félévben kiváló tanulmányi munkájuk mellett a TDK és a közösségi munkákban is aktívan tevékenykedtek. A Kohómérnöki Karon öten aranyérmet, kilencen ezüstérmet, tízen bronzérmet kaptak, s ezenkívül három hallgató könyvjutalomban részesült.

Fémtani Tanszék

Február 11—13. között, Visegrádon rendezték „A Fizika, Fémtan technológiai fejlesztés II." szemináriumot, melyen — az Eötvös Loránd Fizikai Társulat felkérésére — *dr. Káldor Mihály* tszv. egy. tanár „A hőkezelés általános problémái" címmel előadást tartott.

A Fémtani Tanszéken az Oktatási Minisztérium, a Magyar Tudományos Akadémia és a Kohó- és Gépipari Minisztérium együttes támogatása eredményeképpen egy Cambridge gyártmányú scanning-mikroszonda mikroszkóp kezdte meg működését. A műszert a tanszék, mint a „Szilárd testek kutatása" téma egyik jelentős kutatóhelye kapta, részben azonban — figyelembe véve nagy kutatási kapacitását — mind az Egyetem több tanszéke, mind az észak-magyarországi iparvidék kutatásaiban, fejlesztési problémáiban aktív közreműködést tesz lehetővé.

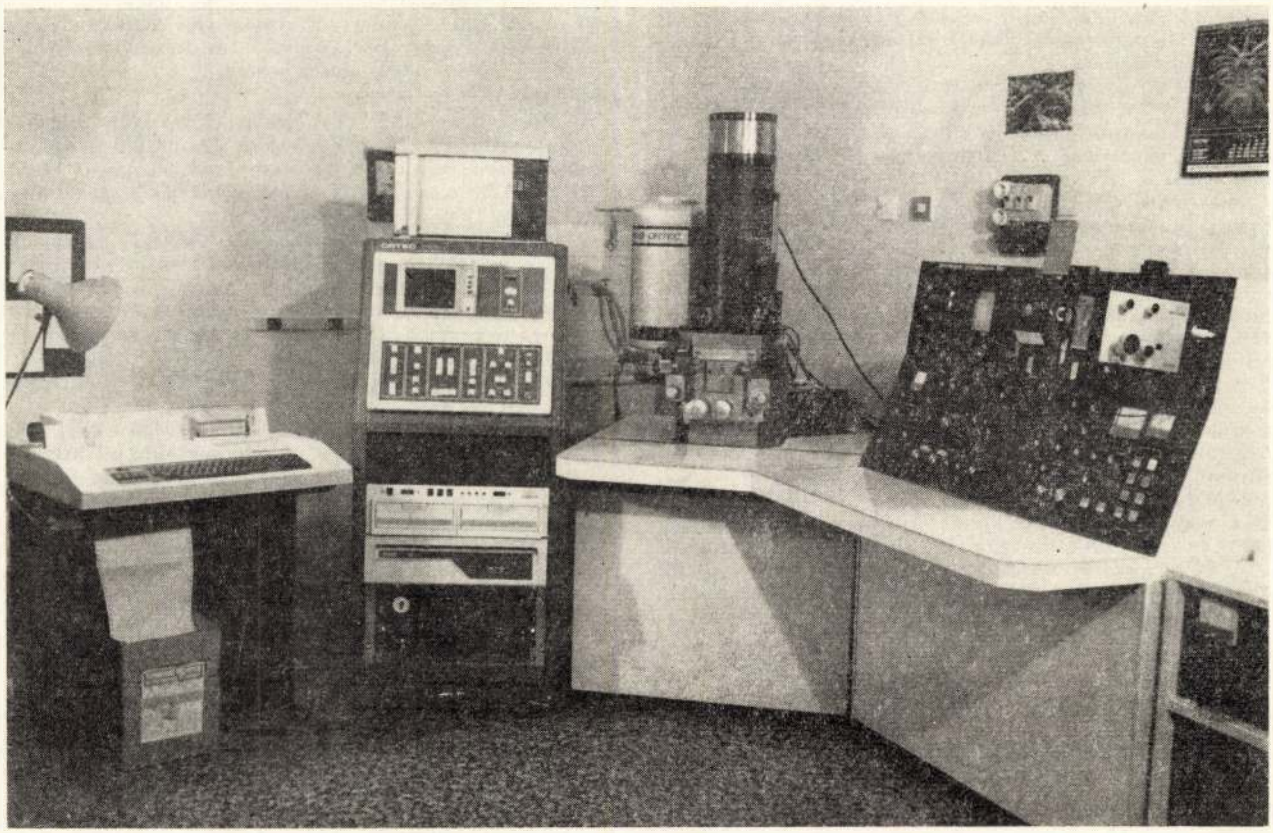
Április 3-án az Egyetemi Tanács rendkívüli nyilvános ülésén *dr. Czibere Tibor* akadémikus, az egyetem rektora doktorrá avatta:

Emőd Gyula okl. fémkohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát, *Hanák János* okl. kohómérnököt, *Palotás Árpád* okl. kohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát, *Pham Viet Dzung* okl. kohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát, *Riba Dezső* okl. kohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát és *Simon Sándor* okl. gépészmérnököt.

Április 23-án a Kohómérnöki Kar szakszervezeti alapszervezetének választó taggyűlésén *dr. Kiss Mátyás*, *Sólyom Jenő* a Pedagógusok Szakszervezete Elnökségének dícsérő oklevelét; *Csaba Józsefné*, *Bujtás László*, *Pintér Károly* és *dr. Gulyás József* a Pedagógusok Szakszervezete Vezetőségének Emlékplakettjét kapták az elmúlt években végzett kimagasló munkájuk elismeréseképpen.

A MAB Kohászati Szakbizottsága febr. 25-én tartotta alakuló ülését a NME Vaskohászattani Tanszékén, melyen *dr. Terplán Zénó* tszv. e. tanár, a műszaki tudományok doktora, a MAB tudományos titkára,

A Fémtani Tanszék új scanning-mikroszonda mikroszkópja



dr. Simon Sándor tszv. e. tanár, az MTA lev. tagja, a MAB Koh. Szakb. elnöke és *dr. Horváth Zoltán* tszv. e. tanár, a műsz. tud. doktora tartott előadást.

Fémkohászattani Tanszék

A Metallurgus szakmai kör keretében 1979. december 5-én *dr. Szabó János* tszv. e. tanár az MHD generátor működéséről, *Dworák István*, a KGM osztályvezetője a kohászati nagyberuházások helyzetéről tartott előadást.

Vaskohászattani Tanszék

A. Sz. Haritonov, a Zsdanovi Kohászati Egyetem docense, a műszaki tudományok doktora márc. 28-án 21 napos tanulmányútra a Vaskohászattani Tanszékre érkezett, ahol „Acélfinomító eljárások" címmel előadást tartott.

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Acélgyártó Szakcsoportja ápr. 17-én és 18-án az NME Vaskohászattani Tanszékén ülést tartott, melyen a tanszék részéről az alábbi előadások hangzottak el:

Dr. Simon Sándor: „Az acélgyártás műszaki-tudományos kutatási irányvonalai"

Dr. Csabalik Gyula: „A Vaskohászattani Tanszéknek az oxigénes konverteres acélgyártás bevezetésével kapcsolatos kutatásai"

Dr. Szarka Gyula: „A műszaki-tudományos kutatás hazai eredményei a folyamatos öntésben"

Grega Oszkár: „Kutatási eredmények a hulladékfelhasználás területén"

Az ez évi Kohász Szakmai Napok keretében május 4-én *Kapoly László* akadémikus, nehézipari miniszterhelyettes az energia- és nyersanyaghelyzetünkről tartott előadást. A miniszterhelyettes többször hangsúlyozta, hogy a világgazdasági korszakváltás olyan helyzetet teremtett, melyben az energia- és nyersanyagárak további emelkedésére lehet számítani, s ez a tendencia az ezredfordulóig nem valószínű, hogy megváltozik. Ebből következik, hogy nagy szerepe lesz a takarékossággal és hatékonysággal kapcsolatos intézkedéseknek.

Május 19—23. időtartam között a Fémkohászattani Tanszéken tartották meg a „Kohászati folyamatok korszerű elmélete" című mérnöktovábbképző tanfolyamot. A Kohómérnöki Kar részéről az alábbi oktatók tartottak előadást:

Dr. Horváth Zoltán tszv. e. tanár, *Dr. Szilavári Károly* e. docens, *Dr. Mihalik Árpád* e. adjunktus, *Dr. Wéber József* tud. munkatárs, *Lengyel Attila* tsz-i mérnök, *Szepessy Andrásné* e. adjunktus, *Dr. Czekkel János* e. docens.

Május 26—31. között a Vaskohászattani Tanszéken tartották „Az acél folyamatos öntésének metallurgiai és technológiai kérdései" című mérnöktovábbképző tanfolyamot. A tanfolyamon a Kohómérnöki Kar oktatói közül az alábbiak tartottak előadást: *Dr. Simon Sándor* akadémikus, *Dr. Csabalik Gyula* egy. tanár, *Benkő Gyuláné dr.* kandidátus, *Dr. Szarka Gyula* egy. adjunktus, *Dr. Czekkel János* egy. docens.

A Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központja — a NME Kohómérnöki Karának közreműködésével — a székesfehérvári Könnyűfémmű kohómérnökei részére „Kohómérnökök speciális műszaki továbbképzése" címmel tanfolyamot rendezett, március 17. május 14. között. Az előadások és gyakorlatok megtartása után a résztvevő kohómérnökök vizsgabizottság előtt beszámoltak az újonnan szerzett ismereteikből.

A Kar részéről az alábbiak tartottak előadást ill. gyakorlatokat: *Dr. Horváth Zoltán* tszv. e. tanár, *Dr. Káldor Mihály* tszv. e. tanár, *Dr. Kiss Ervin* tszv. e. tanár, *Dr. Bárczy Pál* e. docens, *Dr. Voith Márton* e. docens, *Dr. Mecseki István* e. docens, *Dr Tranta Ferenc* e. adjunktus, *Sólyom Jenő* e. adjunktus, *Dr. Roósz András* e. adjunktus, *Dr. Gulyás József* e. adjunktus, *Dr. Reisz Gyula* e. adjunktus, *Dernei László* e. tanársegéd.

Május 17-én rendezték meg egyetemünkön az idei diákköri konferenciát. A Kohómérnöki Karon a díjazott dolgozatok a következők voltak:

I. helyezettek: *Hodvogner Katalin* (K 404), *Szalma István* (K 401), *Gábor Lajos* (K 401), *Stocker László* (K 401), *Ihász Sándor* (K 503), *Jenet Gábor* (K 303);

II. helyezettek: *Kővári Éva* (K 303), *Dobóczky István* (K 303), *Váczi Julianna* (K 402), *Győri Mária* (K 501), *Dworák István* (K 01), *Fodor Krisztina* (K 402), *Göndör Zsuzsanna* (K 402), *Gazdag Ildikó* (K 402), *Kovasits Zsuzsa* (K 304), *Rónaszéki László* (K 403), *Gulyás István* (K 404), *Sebők Balázs* (K 303);

III. helyezett: *Hubai János* (K 402).

Május 15-én a Fémtani Tanszéken a MAB Kohászati Szakbizottsága keretében működő Anyagvizsgálati Munkabizottság, *Dr. Káldor Mihály* egy. tanár elnök vezetésével, kidolgozta az 1980—85. évekre vonatkozó munkatervét.

A NME Kohómérnöki Karának Tudományos Bizottsága és az OMBKE Egyetemi Osztálya május 28-án oktatói szakmai köri összejövetelt szervezett, melyen *Dr. Molnár Imre* a műszaki tudományok kandidátusa, a MAT vezérigazgató-helyettese „A Magyar Alumíniumipari Tröszt műszaki-fejlesztési terve" címmel tartott előadást.

Vaskohászattani Tanszék

A Műszaki Tudományok Osztálya tudományos ülésén május 6-án *Dr. Farkas Ottó*, a műszaki tudományok doktora, egyetemi tanár „A vasmetallurgia technológiai és energetikai helyzete" címmel előadást tartott. Az előadás korreferensei: *Dr. Horváth János*, a Vasipari Kutató Intézet igazgatója és *Dr. Répási Gellért*, a Dunai Vasmű vezérigazgató-helyettese, a műszaki tudományok kandidátusa.

Dr. Csútor Tivadar egy. adjunktus május 4—15. között a Zagyvaránai Ötvözetgyár kiküldetésében részt vett a Szófiai Vasipari Tudományos Kutatóintézet Ferroötvözetgyártó Szekciójának a kiskalória-értékű szenekből készítendő palaötvözetek gyártási technológiáját megvitató ülésén.

A MAB Kohászati Szakbizottságának Metallurgiai Munkabizottsága *Dr. Farkas Ottó* a műszaki tudományok doktora, egyetemi tanár elnökletével május 19-én a NME Vaskohászattani Tanszékén vitatta meg a munkabizottság 1980. évi munkatervét.

A MATE Miskolci Szervezete, az OMBKE Egyetemi Osztálya, a NME Automatikai és Vaskohászattani Tanszéke „A konverteres acélgyártás irányítástechnikai kérdései" címmel 1980. május 20-án ankétot rendezett, melyen *Dr. Czekkel János* (NME), *Dr. Csabalik Gyula* (NME), *Pallagi Rudolf* (KOGÉPTERV), *Simon Béla* (LKM), *Tábor József* (MVAE), *Belányi Bertalan* (DV) tartott előadást.

A MAB Kohászati Szakbizottsága május 27-én tartotta soronkövetkező ülését Salgótarjánban, melyen a hazai ferroötvözetgyártás jelenlegi helyzetét és fejlesztését vitatták meg a résztvevők, *Dr. Tamáskovics Nándor* a Zagyvaránai Ötvözetgyár igazgatója, a műszaki tudományok kandidátusa előterjesztése alapján. Az előterjesztéshez *Dr. Sziklavári János, Kiss László* és *Dr. Csútor Tivadar* készített korreferátumot. (UV-né)

Felhívjuk tagjaink figyelmét Vaskohászati Szakosztályunk 1980. évi pályázatára. A beküldési határidő: december 31. A pályázat részletes szövege lapunk 1979. évi 11. számának 516. oldalán található.

Szabványosítási hírek

Új szabványok

Acél

MSZ 324—80 (MSZ 324—62 helyett)

Hengerelt T-acél

Fontosabb változatok a szabvány megelőző kiadásához képest:
— a szélestalpú T-szelvényeket igényhiány miatt törölték,
— a választék kiegészült egy 35 mm magasságú T-szelvénnyel,
— kismértékben nőtt a vastagság tűrése és azonos lett a DIN előírásokkal.

MI 499/2—80 (MI 499/2-78 helyett)

Acélok színjelölése. Színjelek összefoglalása

A műszaki irányelv — hasonlóan az előző kiadásához — összefoglalja az acélok anyagminőségi szabványaiban előírt színjeleket szabványok, színjelek és acélminőségenkénti csoportosításban. Az új kiadásra az elmúlt két év során az acélminőségi szabványokban történt változások átvezetése miatt került sor.

MSZ 2295—79 (MSZ 2295—69 helyett)

Hidrogénnyomásálló acél

A szabvány legfeljebb 250 mm átmérőjű vagy vastagságú melegen hengerelt, kovácsolt, hántolt és csiszolt, főleg krómmal és molibdénnel ötvözött acél. A hidrogén nagyobb nyomáson és hőmérsékleten fizikailag és kémiailag befolyásolja az acélt. Ez a hatás felületi disszociációs és diffúzió által jön létre, szétbontja az acél vaskarbidjait, dekarbonizál és egyben metángáz képződik. A folyamatot húzóigénybevétel gyorsítja. A szabványban szereplő acélok ötvöző elemei stabil karbidok képzése révén a hidrogén szövetroncsoló hatását akadályozzák.
Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:
— kimaradt a HCM 2, HCM 5, HCMV 3 jelű acél, a többi acél megmaradt, a vegyi összetételi előírásokban csak kisebb változások történtek, elsősorban a külföldi acélokkal való egyezőség érdekében,
— az előírások lemezekre is kiterjednek,
— bevezetésre kerültek az MSZ 61-ből már ismert minősítési csoportok,
— előírásra került a keménység lágyított állapotra.

MSZ 2570—80 (MSZ 2570—69 helyett)

Nagyvasúti sín. Acélminőség és általános műszaki előírások

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:
— egy helyett két acélminőség lett szabványosítva,
— az MA 1 acélminőség szakítószilárdsága min. 740 N/mm², nyúlása min. 12 %,
— az MA 2 acélminőség szakítószilárdsága min. 880 N/mm², nyúlása min. 9 %,
— teljes átdolgozásra került az átvételre és a vizsgálatra vonatkozó rész és a szabvány kiegészült az alak- és méretellenőrző sablonok előírásaival.

MSZ 7261—80 (MSZ 7261—71 helyett)

Csúcssín hengerelt állapotban

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:
— az 54-es sínrendszerhez külön csúcssín-szelvény lett felvéve,
— a 48-as nagyvasúti és a közúti csúcssín szelvényméretei kismértékben változott,
— változott az anyagminőségi követelmény.

Anyagvizsgálat

MSZ KGST 1561—79(MSZ 15434—69 helyett)

Fémporok tömegveszteségének meghatározása hidrogénben való izzításkor

A szabvány az azonos számú KGST szabvány magyar kiadása. A vizsgálat lényege, hogy a vizsgálandó fémpormintát porceláncsöves villamos kemencében hidrogénáramban egy előírt hőmérsékletre fölmelegítik és e hőmérsékleten, meghatározott ideig tartják, majd lehűtik és megmérik a tömegveszteséget.

MSZ KGST 2003—79 (Az MSZ 16083—72 helyett)

Porkohászati keményfémek keménységmérése Rockwell szerint (A-skála)

A vizsgálat elve, hogy egy meghatározott méretű, kúpalakú gyémántnyomótestet meghatározott erővel, két fokozatban a vizsgálandó felületbe nyomnak, és a nyomótestnek a második fokozatban létrejött *e* maradó benyomódásának mélységét 0,002 mm-es egységekben megmérik.

MSZ KGST 2004—79 (MSZ 16086—76 helyett)

Porkohászati keményfémek keménységmérése Vickers szerint

A vizsgálat elve, hogy egy négyzet alapú, gúla alakú gyémánt nyomótestet egy meghatározott terheléssel a vizsgálandó felületbe nyomnak, majd a terhelés megszűnése után a benyomódás közepes átlóját megmérik. A Vickers-keménység a terhelőerő és a benyomódás felületének hányadosa.

MSZ 16088—80

Fémporok szemcsealak-eloszlásának vizsgálata

A vizsgálat elve, hogy a fémporból vett mintában optikai mikroszkópon, térhatású képet adó megvilágítással vagy Scanning elektronmikroszkópon megfigyelik a szemcsék alakját, majd optikai mikroszkópon áteső fénnyel vagy elektronmikroszkópon megfigyelik a szemcsék árnyképét. A szemcsealak-típusát az árnyképeknek a szabványban közölt etalonképekkel való összehasonlításával kell megállapítani. Az árnyképek alapján még a következő szemcse jellemzők is meghatározhatók:

karcsúság,
tömegeloszlás,
köralakeltérés,
lapítottság.

Acél

MSZ 2830—80 (MSZ 2830—69 helyett)

Acélcsőív. 90°-os és 180°-os

Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:
— az átmérőméreteket, az MSZ 99—80-hoz hasonlóan, nagyobb pontossággal számolták át a hüvelyk méretekből,
— néhány átmérőméret törölve lett, ugyanakkor új méreteket is felvettek,
— az alak- és a mérettűrések jobban részletezettek és szabatosabbak,
— a csőívek anyagminősége: A 35, A 35 K és A 52 K,
— szabályozták a felületi követelményeket is.

MSZ 5736—80 (MSZ 5736—71 helyett)

Ötvözetlen acél hengerhuzal

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:

— az anyagminőségi választék — D 91 jellel — kiegészült egy 0,87—0,94% C tartalmú minőséggel,
— az anyagminőségek C-tartalma átfedés nélkül emelkedik; ezáltal csökkent a minőségek száma és változott egyes anyagminőségek jele (mivel az az átlagos C-tartalomra utal),
— megnövelték a mangántartalmakat,
— csökkentek a szennyezőkre megengedett határértékek,
— az eddigi „normál" minőség mellett felvételre került „K" kiegészítő jellel egy szennyezés szempontjából „különleges" minőségi változat is; ennek P és S tartalma a csillapítatlan minőségnél max. 0,030%, a csillapítottaknál pedig max. 0,025%,
— 10%-ban maximálva lett a szakítószilárdság megengedett szórása egy tekercsen belül,
— a felület minősítésére csavarási ill. zömítési vizsgálat lett előírva.

MSZ 5763—80 (MSZ 5763—71 helyett)

Ötvözetlen acél hengerhuzalok méretei

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:

— a mérettartomány körszelvénynél nem 15 mm, hanem 24 mm átmérővel zárul; az új szelvények átmérői 1 mm-es lépcsőzéssel növekszenek,
— az átmérőtűrés 19 mm-ig ±0,4 mm, azon belül ±0,5 mm, de az 5,5, a 6 és a 6,5 mm-es átmérőre szűkített tűrés is van (±0,2 mm),
— előírásra került a négyzetszelvényű hengerhuzalok sarkainak még megengedett lekerekítési sugara is.

Porkohászat

MSZ KGST 2289—80

Porkohászati keményfémek rugalmassági modulusának meghatározása

A szabvány keményfémek adiabatikus rugalmassági (Young-) modulusának meghatározási módszerét tárgyalja.

A vizsgálat elve, hogy a próbatestben ultrahanggal rezgéseket keltenek, majd meghatározzák a próbatest saját rezonancia-frekvenciáját.

MSZ 16091—80

Próbatest porkohászati gyártmányok fárasztóvizsgálatához

A szabvány meghatározott méretre sajtolt és zsugorított, valamint porkohászati gyártmányokból kiforgácsolt próbatestek előírásait tárgyalja. Nem vonatkozik a szabvány keményfémek fárasztóvizsgálatához használt próbatestekre. (K. E.)

Acél

MSZ 20—80

Hidegen hengerelt ötvözetlen acél szélesszalag és abból hasított szalag. Méretek

A szabvány 0,5—2,0 mm vastagságú, 50—1250 mm szélességű szerkezeti és lágyacélból hidegen hengerelt szélesszalag és hasított szalag méreteire és alaki előírásaira vonatkozik.

A szalagok vastagsági méretei és tűrései azonosak a hidegen hengerelt lemezkéivel, a szélességi méretek különleges felhasználói igények miatt csak javasoltak. A javasolt méretek a legkisebb szélhulladékkal előállítható szélességek és kívánatos lenne, ha az új felhasználók elsősorban ezen szélességekre rendezkednének be.

Egy-egy tekercs csak legfeljebb két végtelenítő hegesztési varratot tartalmazhat. A varratok közelében a vastagsági tűrés megkétszereződhet. A szabvány szabályozza a szalagok még megengedett kardosságát, íveltségét, szélhibáit, a tekercsek teleszkóposságát, átmérőjét és tömegét.

MSZ 29/1—80 (MSZ 29/1—64 helyett)

Varrat nélküli acélcsövek. Kereskedelmi minőségű csövek

MSZ 29/2—80 (MSZ 29/2—64 helyett)

Varrat nélküli acélcsövek. Szavatolt minőségű csövek

MSZ 29/3—80 (MSZ 29/3—64 helyett)

Varrat nélküli acélcsövek. Fokozott minőségű csövek

A szabványsorozat követi a megelőző kiadás felépítését. Lényegében változatlanok maradtak az anyagminőségi előírások is, a szilárdság N/mm²-ben történt előírása folytán a számértékeket kerekítették, és az előzőleg néhány esetben tájékoztató jelleggel megadott C-tartalmak is maximumként kerültek megadásra.

30 mm átmérő felett 4 mm-ről 2 mm/m-re csökkent a megengedett görbeség és szigorúbbak lettek az átmérőtűrések is.

A szabványsorozat 2. és 3. tagjaként minősítési csoportok kerültek bevezetésre. A vegyi összetétel és a szilárdság minden csoportban követelmény. A 2. csoportban követelmény még a tömörség, a 4. csoportban további követelmény még a tágíthatóság ill. lapíthatóság is. A 3. csoportban követelmény a vegyi összetétel, a szilárdság és a tágíthatóság ill. lapíthatóság.

MSZ 99—80 (MSZ 99—65 helyett)

Varrat nélküli acélcsövek. Méretek és számított tömeg

A szabvány az SZT 1481—78 KGST szabvány alapján készült, de mind a névleges átmérők, mindpedig a falvastagsági méretek az ISO szabvánnyal megegyezően nagyobb pontossággal illeszkednek a hüvelyk méretsorhoz, mint a KGST szabványban (a kerekítések kisebbek).

A méretsor a szabvány előző kiadásához képest szűkült, elmaradtak a 21,3 mm-nél kisebb és a 323,9 mm-nél nagyobb névleges átmérők, valamint 28 mm névleges átmérőig a normál falvastagság 2,0-ról 2,6 mm-re változott.

MSZ 4371—80 (MSZ 4311—66 helyett)

Hengerelt Z-acél

Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:

— elmaradtak a szelvények élessarkú változatai,
— elmaradtak a Z 35 és a Z 60-as szelvények,
— a szelvénytűrések szimmetrikusak lettek,
— a kötött hosszúság tűrése +100 mm-re változott,
— a szabvány kiegészült a méretek és az alak vizsgálatára vonatkozó fejezettel.

MSZ 4313—80 (MSZ 4313—67 helyett)

Hengerelt élessarkú egyenlőtlen szárú L-acél

A szabvány átdolgozása során igényhiány miatt kimaradt az eddigi L 15×35-ös szelvény. Az előírások kiegészültek az elcsavarodottság követelményeivel és az alak, valamint a méretek ellenőrzésének módjával. Az egyenességi előírások megegyeznek a lekerekített sarkú L-acélokéival (4 mm/m).

Anyagvizsgálat

MSZ 105/2—80 (MSZ 105/2—72 helyett)

Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Szakítóvizsgálat nagy hőmérsékleten

A szabvány az SZT 1194—78 KGST szabvány alapján készült és azzal egyezik.

A vizsgálat érvényessége 100-ről 1200 °C maximális hőmérsékletig bővült ki. A vizsgálati hőmérséklettartás tűrése döntővizsgálatokra szigorodott, üzemi sorozatvizsgálatoknál a követelmények azonban enyhültek. Egyes vizsgálati előírások jobban részletezettek, mint a szabvány megelőző kiadásában (pl. a hőelemek elhelyezésének módja, a nyúlásmérő elhelyezése, a felmelegítési és a hőntartási idő).

MSZ 105/8—80 MSZ 105/8—65 helyett)

Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Mikrokeménység-mérés Vickers szerint

A szabvány főleg vékony lemezek, szalagok, fóliák és edzett felületi rétegek keménységének meghatározására szolgál. A vizsgálat elve, hogy egy meghatározott méretű négyzet alapú egyenes gyémántgúlát 0,0098—4,905 N terheléssel meghatározott ideig a vizsgálandó anyagba nyomnak és a terhelés megszűnése után megmérik a keletkezett benyomódás átlóját.

A Vickers szerinti mikrokeménység a terhelőerő és a benyomódás átlójából kiszámított benyomódási felület hányadosa és egy 0,102 tényező szorzata. A keménységet dimenzió nélküli számnak kell tekinteni. A szabvány megegyezik az SZT 1195—78 KGST szabvánnyal.

MSZ 105/18—8 (MSZ 105/18—72 helyett)

Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Huzalok szakítóvizsgálata

A szabvány acél és nem vasfémhuzalok statikus szakítóvizsgálatát tárgyalja és megegyezik az SZT 835—78 KGST szabvánnyal.

MSZ 15431—80 (MSZ 1543—69 helyett)

Fémporok mintavétele és a minta előkészítése

A szabvány az SZT 1559—79 KGST szabvány alapján készült és azzal megegyezik.

A szabvány tárgyalja a mintavétellel kapcsolatos fogalommeghatározásokat, a mintavevő és mintaelőkészítő eszközöket, a mintavétel mennyiségét, a minták előkészítésének módját (átlagolását, a mintamennyiség csökkentését), csomagolását és tárolását. (K. É.)

Egyesületi hírek

Elnökségi ülés áprilisban

Az április 16-án a Központi Bányászati Fejlesztési Intézetben tartott elnökségi ülést *Kreffly Gábor* elnök nyitotta meg.

Első napirendi pontként *Szabó Csaba* titkár bejelentette, hogy az 1980. évi egyesületi költségvetésünket a MTESZ jóváhagyta.

Második napirendi pontként *dr. Sziklavári János*, az OMFB főosztályvezetője az Egyesület és az OMFB kapcsolatainak szorosabbá tételét javasolta. Az OMFB számít az egyes szakágazati tanulmányok opponálásakor az illetékes szakosztályok képviselőinek közreműködésére, és a már elfogadott tanulmányoknak az egyesületi lapokban való publikálására.

A javaslatot sok hozzászólás követte *(Podányi T., Óvári A., dr. Bakó K., dr. Simon K., dr. Nagy Z., dr. Vörös Á.)*.

Harmadik napirendi pontként Kreffly Gábor ismertette azokat a feladatokat, amelyek az MSZMP XII. kongresszusának határozataiból Egyesületünkre hárulnak. Bejelentette, hogy június 30-ig a szakosztályok a konkrét feladatok teljesítésére részletes munkatervet dolgoznak ki.

Bejelentéséhez *dr. Tóth M., Tiborcz L.-né* és *dr. Nándori Gy.* szólt hozzá.

Negyedik napirendi pontként *Dudás József*, az Alapszabály Bizottság vezetője tett előterjesztést a jelenlegi tisztségviselő ciklus meghosszabbításáról, amelyet az államapparátus, a párt-, a szakszervezetek és más társadalmi szervezetekben rövidesen tartandó újraválasztások tesznek indokolttá. A javaslatot az elnökség egyhangúlag támogatta és az jóváhagyásra a közgyűlés elé kerül.

Ötödik napirendi pontként *dr. Nagy Zoltán* főtitkár tájékoztatta az elnökséget a május 22-én Tatabányán tartandó közgyűlés napirendjéről, az ott tartandó szakmai előadásokról és a főtitkári beszámoló főbb pontjairól. Az elnökség az ismertetést egyhangúlag tudomásul vette.

Hatodik napirendi pontként *Éles László*, az Érembizottság vezetője ismertette a közgyűlésen kiadandó egyesületi érmekre vonatkozó javaslatokat, amiket az elnökség jóváhagyott.

Hetedik napirendi pontként a szakosztályelnökök jelentést tettek a jogi tagdíjak emelése érdekében tett lépésekről és ezek számszerű eredményeiről.

Nyolcadik napirendi pontként *dr. Moharos Jenő* tájékoztatta az elnökséget a szeptemberben Miskolcon rendezendő Környezetvédelmi Konferencia, *Bányai Bálint* pedig az októberben Salgótarjánban sorra kerülő Technika-Történeti Ankét szervezésének állásáról.

Végül *Podányi Tibor* felhívta a figyelmet a Rudabányán májusban tartandó 100 éves emlékünnepségre, *Várhelyi Rezső* jelentést tett a Fémkohászati Szakosztály keretében működő Készanyaggyártó szakcsoportban végrehajtott átszervezésről, *dr. Moharos Jenő* és *Hammer Ferenc* felhívták a figyelmet a Fórumban megjelent egyesületünket érintő cikkekre, *dr. Károly Gyula* pedig az Egyetemi osztály problémáiról adott rövid tájékoztatót.

(Ó—A)

Szakosztályi hírek

Szakosztály-vezetőségi ülés július 1-én

A szakosztályülésen először *dr. Tardy Pál* titkár részletesen ismertette a szakosztály ez évi munkáját, valamint a tervezett nagyrendezvényeket. A tájékoztatóhoz *Claus A., Osztatni M., Várszegi Z., Pálvölgyi Á.* és *Kondoray E.* szóltak hozzá.

Ezt követően *Osztatni Mihály* ismertette a legfiatalabb szakcsoport, a Beruházási és Fővállalkozási Szakcsoport megszervezését és eddigi tevékenységét. Az új szakcsoport 1979-ben alakult, több értekezletet és tanulmányutat, előadást szerveztek. Jelentős számban kapcsolódtak be azok a szakemberek, akik eddig nem vettek részt aktívan az egyesület munkájában.

Ismertette a Szakcsoport vezetőségének terveit. Tájékoztatásához *Óvári A., dr. Tardy P.* és *Éles L.* szólt hozzá, *Hammer Ferenc* elnök pedig a beruházások elhúzódásának problémáira hívta fel a figyelmet és elismerését fejezte ki az eddigi munkáért, elsősorban azért, hogy a nagyszámú beruházási szakembergárdát sikerült bevonni az egyesületi munkába.

Ezután *Unger Ervin* októberben, a Fémkohászati szakosztállyal közösen szervezett VI. Országos Hidegalakító Konferencia, *dr. Tardy Pál* pedig az 1981-ben tartandó Clean Steel konferencia szervezésének állásáról tartott rövid tájékoztatást.

Végül *Lántzky József* beszámolt az I. félévi külföldi egyesületi utakról és ismertette a II. félévben tervezett külföldi rendezvényeket.

(Ó—A)

A világ nyersvastermelése

Ország	ÉV Me: ezer tonna 1970	1976	1977	1978	1979	Egy főre jutó termelés Me: kg/fő 1970	1976	1977	1978	1979	Világ termelésben való részesedés % 1970	1979
NSZK	33 627	31 840	28 959	30 148	35 167	546	517	472	492	574	7,58	6,68
Belgium	10 955	9 961	8 979	10 128	10 858	1 132	1 015	913	1 029	1 102	2,56	2,06
Franciaország	192 221	19 024	18 257	18 497	19 405	379	359	344	347	351	4,49	3,69
Olaszország	8 354	11 696	11 474	11 405	11 386	156	209	203	201	200	1,95	2,16
Luxemburg	4 810	3 756	3 568	3 721	3 801	14 147	10 492	9 911	10 279	10 798	1,12	0,72
Hollandia	3 594	4 265	3 922	4 613	4 813	276	310	283	331	343	0,84	0,92
Dánia	215	—	—	—	—	44	—	—	—	—	0,05	—
Nagy-Britannia	17 672	13 835	12 232	11 434	13 097	321	247	219	205	236	4,13	2,49
Írország	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
EGK országok	98 488	94 386	87 391	89 946	98 527	390	365	337	346	376	22,9	18,72
Finnország	1 223	1 321	1 764	1 858	2 025	260	279	372	391	424	0,29	0,38
Görögország	300	550	550	600	600	34	60	60	65	65	0,07	0,11
Norvégia	636	656	549	556	650	164	163	136	137	160	0,15	0,12
Ausztria	2 964	3 319	2 965	3 080	3 710	401	442	394	409	495	0,69	0,71
Portugália	315	344	357	353	360	35	35	36	36	37	0,07	0,07
Svédország	2 608	2 952	2 330	2 363	2 750	324	359	282	285	331	0,61	0,52
Svájc	28	23	27	35	35	4	4	4	6	6	0,01	0,01
Spanyolország	4 164	6 626	6 705	6 230	6 400	123	184	184	168	169	0,97	1,22
Törökország	1 156	1 214	1 361	1 000	1 000	33	30	33	24	22	0,27	0,19
OECD országok	111 842	111 391	103 999	106 021	116 057	302	289	269	272	293	26,12	22,05
NDK	1 994	2 528	2 631	2 560	2 500	117	151	157	153	149	0,47	0,48
Bulgária	1 202	1 558	1 614	1 493	1 550	142	179	183	169	176	0,28	0,29
Jugoszlávia	1 275	1 919	1 929	2 081	2 050	63	89	89	95	92	0,30	0,39
Lengyelország	6 984	8 036	9 651	11 235	11 110	215	234	278	315	302	1,63	2,11
Románia	4 210	7 415	7 784	8 155	8 250	208	348	359	374	376	0,98	1,57
Csehszlovákia	7 548	9 475	9 715	9 944	10 050	522	639	645	657	660	1,76	1,91
Magyarország	1 828	2 221	2 286	2 330	2 350	177	210	215	218	219	0,43	0,45
Albánia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Szovjetunió	85 933	105 884	107 368	110 702	109 000	354	411	415	423	411	20,07	20,71
[1]Európa összesen	136 883	144 543	139 609	143 819	153 917	276	280	269	274	290	31,9	29,2
Ázsia												
Kína—Tajvan	104	122	134	275	380	7	7	8	16	22	0,02	0,07
Kínai Népköztárs.	16 200	20 000	25 500	34 790	36 530	21	24	30	40	41	3,78	6,94
India	6 901	9 776	9 785	9 269	8 700	13	16	16	15	13	1,61	1,65
Japán	68 048	86 576	85 886	78 589	83 408	658	768	754	684	720	15,89	15,86
Korea-Észak	2 400	3 00	3 100	3 200	3 200	173	185	186	187	182	0,56	0,61
Korea-Dél	35	2 012	2 426	2 741	5 050	1	56	67	74	134	0,01	0,96
Thaiföld	1	18	12	15	15	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Irán	—	200	250	250	200	—	6	7	7	6	—	0,04
Ázsia összesen	93 689	121 704	127 093	129 129	137 555	47	54	55	55	58	21,88	26,14
Amerika												
Argentína	815	1 310	1 385	1 819	1 950	35	51	53	69	73	0,19	0,37
Brazília	4 205	8 432	9 738	10 313	10 550	45	77	87	89	89	0,98	2,00
Chile	481	403	431	539	600	54	39	40	50	54	0,11	0,11
Kanada	8 433	9 801	9 661	10 338	11 100	396	424	414	441	471	1,97	2,11
Kolumbia	229	286	222	297	275	11	12	9	12	10	0,05	0,05
Kuba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mexikó	2 261	3 528	4 329	5 136	5 200	46	57	67	77	75	0,53	0,99
Peru	86	232	241	246	300	6	14	15	14	17	0,02	0,06
Uruguay	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Venezuela	510	422	497	689	800	49	34	39	53	59	0,12	0,15
USA	83 294	78 808	73 779	79 541	79 800	407	366	340	362	358	19,45	15,16
Közép-Amerika	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amerika összesen	100 314	103 222	100 283	108 918	110 575	195	183	174	184	184	23,43	21,01
Algéria	409	413	389	400	400	28	24	21	22	21	0,10	0,08
Egyiptom	545	569	550	600	600	14	16	14	15	15	0,11	0,11
Dél-afrikai Közt.	3 947	5 795	5 831	5 928	7 000	183	222	218	216	249	0,92	1,33
Rhodésia	250	310	300	300	300	47j	47	45	45	45	0,06	0,06
Tunézia	125	112	137	150	150	24	19	23	24	24	0,03	0,03
Afrika össz.	5 185	7 199	7 207	7 378	8 450	13	17	16	16	18	1,21	1,61
Ausztrália	6 148	7 419	6 753	7 337	6 800	492	548	480	516	473	1,44	1,29
Ausztrália és Óceánia össz.	6 148	7 419	6 753	7 337	6 800	319	349	309	332	306	1,44	1,29
Világ összes.	428 200	489 500	488 500	507 300	526 300	118	121	119	121	124	100	100

[1]SZU nélkül
A táblázatok a Stahl und Eisen 1980. 8. sz. alapján készültek.

Kormos László

1981. évi nemzetközi rendezvények

Nemzetközi Kovács Napok az NSZK-ban, Düsseldorfban, május 4—9.

II. Nemzetközi Nagy Tisztaságú Acél (Clean Steel) Konferencia Balatonfüreden, június 1—3., az angol, francia és NSZK-beli kohászati egyesületek, a JERNKONTORET (Svédország), az IRSID és az ATS (Franciaország), valamint Egyesületünk rendezésében.

III. Ívkemence Ankét Miskolcon, szeptember 2—4.

X. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferencia Budapesten, október 19—24.

A világ acéltermelésének alakulása

Ország	ÉV Me: ezer tonna 1970	1976	1977	1978	1979	Egy főre jutó termelés Me: kg/fő 1970	1976	1977	1978	1979	Világ termelésben való részesedés %	
NSZK	45 041	42 415	38 985	41 253	46 040	732	690	635	673	751	7,55	6,17
Belgium	12 607	12 145	11 256	12 601	13 442	1 303	1 238	1 145	1 281	1 365	2,11	1,80
Franciaország	23 773	23 221	22 094	22 841	23 360	468	439	416	429	422	3,99	3,13
Olaszország	17 277	23 447	23 334	24 283	24 022	322	417	413	428	422	2,90	3,22
Luxemburg	5 462	4 566	4 329	4 790	4 950	16 065	12 754	12 025	13 456	14 063	0,92	0,66
Hollandia	5 042	5 189	4 972	5 590	5 801	387	377	355	401	414	0,85	0,78
Dánia	473	722	685	863	801	96	142	134	168	155	0,08	0,11
Nagy-Britannia	28 291	22 274	20 411	20 311	21 551	508	398	365	364	388	4,74	2,89
Írország	78	58	47	69	72	26	19	15	21	22	0,01	0,01
EGK országok	138 044	134 037	126 068	132 601	140 039	546	518	487	511	535	23,15	18,77
Finnország	1 169	1 644	2 196	2 333	2 450	249	348	463	491	513	0,20	0,33
Görögország	348	715	916	936	1 000	40	77	100	101	106	0,06	0,13
Norvégia	869	909	711	813	850	224	223	176	201	209	0,15	0,11
Ausztria	4 079	4 477	4 093	4 336	4 930	552	596	544	577	657	0,68	0,66
Portugália	385	463	537	614	670	43	47	59	61	69	0,06	0,09
Svédország	5 497	5 140	3 968	4 325	4 650	684	625	481	522	560	0,92	0,62
Svájc	524	545	656	784	800	84	85	104	124	127	0,09	0,11
Spanyolország	7 429	11 086	11 168	11 345	12 100	220	308	307	306	319	1,25	1,62
Törökország	1 312	1 405	1 865	2 172	2 400	37	35	45	50	53	0,22	0,32
OECD országok	159 656	160 421	152 178	160 259	169 889	432	417	393	411	430	26,77	22,77
NDK	5 425	6 740	6 850	6 976	7 1(0	318	401	409	416	424	0,91	0,95
Bulgária	1 800	2 465S	á.5599	.4669	2 550	212	281	294	280	289	0,30	0,34
Jugoszlávia	2 228	2 750	3 182	3 456	3 500	109	128	147	157	158	0,37	0,47
Lengyelország	11 750	15 640	17 841	19 251	19 150	362	455	514	539	521	1,97	2,57
Románia	6 517	10 733	11 457	11 779	12 750	322	503	529	541	582	1,09	1,71
Csehszlovákia	11 480	14 693	15 045	15 294	15 150	794	991	1 000	1 010	995	1,92	2,03
Magyarország	3 110	3 652	3 723	3 877	3 900	302	345	350	363	364	0,52	0,52
Szovjetunió	115 886	144 805	146 655	151 436	149 500	477	564	567	578	563	19,43	20,04
A KGST össz.	158 196	201 473	207 342	214 538	213 600	425	519	531	544	537	26,5	28,6
Európa összesen[1]	201 966	217 089	212 874	223 361	233 989	407	421	410	426	441	33,8	31,4
Bangladesh	55	83	113	125	130	1	1	1	1	1	0,01	0,01
Burma	15	40	41	40	45	1	1	1	1	1	0,00	0,01
Kína—Tajvan	607	1 623	1 770	3 432	4 300	43	100	106	203	250	0,10	0;58
Kínai Népközt.	15 700	20 460	23 750	31 780	34 430	21	25	28	37	39	2,63	4,61
Honkong	50	72	75	75	75	13	16	17	16	16	0,01	0,01
India	6 275	9 545	10 000	10 009	9 500	12	16	16	16	15	1,05	1,27
Indonézia	10	139	145	150	150	0	1	1	1	1	0,00	0,02
Irak	—	200	200	200	200	—	19	16	16	16	—	0,03
Irán	—	549	600	570	500	—	17	17	16	14	—	0,07
Izrael	58	80	72	94	100	20	23	20	25	27	0,01	0,01
Japán	93 322	107 399	102 405	102 105	111 750	903	952	899	889	964	15,65	14,98
Jordánia	20	42	46	60	60	7	15	16	21	21	0,00	0,01
Katar	—	—	—	15	15	—	—	—	153	152	—	0,00
Korea Észak	2 180	3 000	3 100	3 200	3 200							
Korea Dél	481	3 511	42 456	4 969	7 600	15	98	116	126	202	0,08	1,02
Libanon	8	8	17	60	60	3	3	6	20	19	0,00	0,01
Malaysia	122	190	212	250	250	12	15	17	19	19	0,02	0,03
Fülöp-szigetek	112	357	364	400	400	3	8	8	9	8	0,02	0,05
Singapur	114	203	215	281	300	52	83	93	120	127	0,02	0,04
Szíria	—	80	1 115	220	230	—	11	15	27	28	—	0,03
Thaiföld	153	281	308	325	350	4	7	7	7	8	0,03	0,05
Vietnam	5	4	5	6	6	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Ázsia össz.	119 287	147 866	147 758	158 456	173 651	62	66	64	68	73	20,01	23,37
Argentína	1 823	2 409	2 682	2 782	3 200	79	94	103	105	120	0,31	0,43
Brazília	5 380	9 169	11 164	12 107	13 730	58	84	99	105	116	0,90	1,84
Chile	592	480	548	561	650	67	46	51	55	59	0,10	0,09
Kanada	11 212	13 289	13 631	14 898	16 050	525	568	585	635	681	1,88	2,15
Kolumbia	310	356	330	391	360	15	15	13	15	14	0,05	0,05
Kuba	144	261	341	300	350	17	31	36	31	36	0,02	0,06
Mexikó	3 881	5 298	5 601	6 741	7 000	79	85	87	101	101	0,65	0,94
Peru	94	346	379	377	450	7	22	23	22	25	0,02	0,06
Uruguay	16	15	19	9	20	6	5	7	3	7	0,00	0,00
Venezuela	927	937	854	860	1 200	89	76	67	66	89	0,16	0,16
USA	122 120	118 790	116 315	127 170	126 110	596	552	536	579	570	20,48	16,90
Közép-Amerika	8	31	32	34	40	0	2	2	2	2	0,00	0,00
Salvador	—	11	20	30	30	—	3	7	7	7	—	0,00
Amerika össz.	146 517	151 392	151 926	166 260	169 190	285	268	264	281	282	24,57	22,68
Egyiptom	264	600	600	1 115	1 150	8	16	15	28	28	0,04	0,15
Etiópia	5	5	5	5	4	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Algéria	31	356	410	580	600	2	21	22	31	32	0,01	0,08
Angola	33	38	40	40	40	2	6	6	6	6	0,01	0,01
Ghana	—	15	15	15	15	—	1	1	1	1	—	0,00
Kamerun	—	—	—	10	10	—	—	—	1	1	—	0,00
Kenya	—	10	10	10	10	—	1	1	1	1	—	0,00
Líbia	—	10	10	20	20	—	4	4	7	7	—	0,00
Marokkó	5	5	6	6	7	0	0	0	0	0	—	0,00
Mauritánia	—	—	—	10	10	—	—	—	7	7	—	0,00
Mozambik	—	40	40	40	40	—	4	4	4	4	—	0,01
Nigéria	10	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Dél-afrikai Közt.	4 757	7 159	7 378	7 905	8 800	221	274	276	285	313	0,80	1,18
Rhodézia	374	350	350	350	350	70	54	52	52	52	0,06	0,05
Tunézia	105	135	121	195	200	25	23	20	31	31	0,02	0,03
Uganda	20	12	15	15	15	2	1	1	1	1	0,00	0,00
Zaire	—	30	30	30	30	—	1	1	1	1	—	0,00
Afrika össz.	5 604	8 780	9 045	10 361	11 316	15	20	21	23	25	0,94	1,51
Ausztrália és Óceánia	7 066	8 028	7 549	7 833	8 365	367	377	345	358	376	1,19	1,12
Világ összesen	596 400	678 000	676 000	718 000	746 100	165	167	164	172	176	100	100

[1] Szovjetunió nélkül

K. L.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: GYULASI ISTVÁN

Az alumínium- és a színesfémkohászat energotechnológiai helyzete és fejlesztési irányai

DR. JUHÁSZ ÁDÁM műsz. tud. doktora, államtitkár
Nehézipari Minisztérium

DK: 669.711+669.33 : 620.9

Az egyre növekvő energiaárak előtérbe helyezik a technológiai folyamatok energetikai felülvizsgálatát, az energotechnológiát. A szerző az alumínium- és rézipar energiafelhasználását elemzi. Arra a megállapításra jut, hogy a beruházások átlagánál lényegesen gazdaságosabb energiaracionalizálás ma még alig kihasznált lehetőségeinek bővalasztéka azt igényli, hogy a jövőben energetikai beruházásainknak az eddigieknél nagyobb hányadát fordítsuk racionalizálásra a kapacitás, illetve az import bővítése helyett.

1. Bevezetés

Az alumínium és ötvözeteinek tömegegységre vetített energiaigényessége lényegesen nagyobb, mint a többi szerkezeti anyagé, viszont a tulajdonságokra vetített energiafajlagosok terén már lényegesen más a helyzet. Ezt érzékelteti az *1. táblázat*. A fajlagos tulajdonságokra vetített energiatartalomban — a tulajdonságok egy-egy ötvözetcsoporton belüli változásai miatt — lényeges eltérések adódhatnak, ami lehetővé teszi azt, hogy adott feladatot a legkisebb energiabefektetéssel lehessen megoldani.

A tulajdonságokra vetített fajlagos energia segítségével megfogalmazhatók az energiacsökkentést célzó lehetőségek:

— a technológia korszerűsítése, a jelenlegi technológiai veszteségek mérséklése, illetve
— az új eljárások (alumíniumklorid, karbotermikus redukció, stb.) révén a felhasznált energia csökkentése
— a tulajdonságok javítása révén azonos energiabevitellel hatékonyabb anyagfelhasználás biztosítása.

Az első két lehetőség aktív, míg az utolsó passzív energiacsökkenés. Ezek a fejlesztési irányok párhuzamosan végrehajthatók, bár bizonyos esetekben a tulajdonságok javítása csak bizonyos többletenergiák bevitele révén biztosítható (pl. ötvözés, ötvözetek szilárdságnövelése, hőkezelés).

A technológiák megválasztása, a műszaki fejlesztési eredmények elérése és realizálása — a helyi adottságokat figyelembe véve — régebben is gazdaságossági kérdés volt és a jövőben is az lesz, de a számításoknál nemcsak a felhasznált energia hőtartalmát, hanem annak specifikus értékét is figyelembe kell venni, mivel — amint erre még visszatérek — az egyes energiafajták hőértéke között igen lényeges különbségek vannak.

Az energiaárak 1974. óta bekövetkezett növekedése szükségszerűen azt hozza magával, hogy az energiakérdéssel külön is foglalkozni kell és a gazdaságossági számításokat időről-időre felül kell vizsgálni, újra kell értékelni és törekedni kell arra, hogy a fejlesztési programok kidolgozásánál ne a jelenlegi helyzetből, hanem a várható fejlődési tendenciát is figyelembe véve hozzunk döntéseket.

2. Az energetikai, energotechnológiai megközelítés módszerei

Az energiaigényesség alatt értjük valamilyen termék előállításához a gyártási folyamat során felhasznált összes energia mennyiségét valamilyen naturális mutatóban kifejezve. Ez azonban csak bizonyos durva összehasonlításokra ad lehetőséget, hiszen nem mindegy az, hogy a szóban forgó energiát milyen alapenergiahordozóból nyerjük (szén, földgáz, olaj) és annak mennyi a pénzben kifejezett értéke. Az előbbi fogalomnál többet mond az energiafelhasználás hatékonysága. Ez alatt az egységnyi tulajdonság(szilárdság, korrózióállóság, kifáradási határ stb.) eléréséhez felhasznált energia értendő. A különböző alapenergiahordozókból származó energiafelhasználás értékbeli különbözését a megfelelő árarányok figyelembevételével lehet értékelni. A jelenlegi hazai és világpiaci árarányait a *2. táblázatban* foglaltam össze és itt adom meg az egyes árak becsült évenkénti százalékos növekedési ütemét. A jövőbeni fejlesztési célok kitűzésénél alapvető szempontként kell figyelembe venni azt is, hogy az egyes energiahordozó fajták hazai és világméretű tartalékai milyen ellátási biztonságot jelentenek hosszabb távon. Ebből a szempontból a legkedvezőbb a helyzet a villamosenergia esetében, ahol a szén és nukleáris energiabázis kimerülési időtartama a világban ma még nem látszik korlátozottnak, figyelembe véve a több száz évre elegendő szénkészleteket és a szaporító reaktorok, valamint a fúziós energiatermelés várható elterjedését, ami időben szinte korlátlanná teszi a villamos energia igények kielégítését. Rosszabb a helyzet a szénhidrogének és a vasgyártáshoz szükséges koksz, illetve kokszolható szén esetében, melyek hazai és

1. táblázat

A szerkezeti anyagok tömeg- és tulajdonságokra vetített fajlagos energia felhasználása

Anyag	Szakító szil. MN/m²	Csavarozási modulusz GN/m²	Fáradási szilárdság MN/m²	Sűrűség kt/m³	Fajlagos energia GJ/t	Fajlagos energiafelhasználás szakítószilárdság MJ/mMN	csavarozási modulusza MJ/mMN	fáradási szilárdság MJ/mMN
Öntöttvas	400	35	105	7,3	57,6	1055	12,0	4 000
Lágyacél	250	77	193	7,85	57,6	1800	5,87	2 340
Szerkezeti acél	800	77	495	7,83	57,6	565	5,87	910
Rozsdamentes acél	300	86	360	7,90	57,6	1515	5,29	1 260
Nagyszilárds. acél	1200	86	680	7,90	57,6	380	5,29	670
Réz-cink ötvözet	400	37,3	140	8,36	59,4	1240	13,32	3 550
Alumínium ötvözet	300	26	90	2,7	284,4	2555	29,52	8 530
Magnézium ötvözet	190	17,5	95	1,7	414,0	3705	40,21	7 410
Titánötvözet	960	45	310	4,51	558,0	2630	55,91	8 120
Polipropilén	30	—	7,5	0,9	72,0	2160	—	8 640
Propatén	35	—	7,5	0,9	82,0	1855	—	8 640
Polietilén	13	—	3,3	0,92	54,0	3825	—	15 290
Rigidex 2000	30	—	4	0,95	54,0	1710	—	12 816
Nylon 66	80	—	20	1,36	180,0	3060	—	12 240
PVC	50	—	12,5	1,40	72,0	2015	—	88 064

világméretű készletei csak évtizedekben mérhetők és ez várhatóan lényegesen befolyásolja az egyes energiahordozók várható árexkalációját és ennek hatására azok egymáshoz viszonyított árait is. Ez a körülmény a villamosenergiát használó szerkezeti anyagok előállítását teszi hosszabb távon perspektívikusabbá.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a körülményt sem, hogy az egyes szerkezeti anyagok előállításához szükséges beruházások fajlagos értéke is lényegesen eltérő, de ezt viszont itt most nem kívánom részletezni. Alapvető körülmény továbbá az, hogy az egyes szerkezeti anyagok egymással való helyettesíthetősége korlátozott (pl. hőre lágyuló műanyagok nem alkalmazhatók nagyobb hőigénybevétel esetén, a közönséges acélok korrózióállósága nem mérhető össze az alumíniuméval stb.) ezért azok eltérő energiaigényessége és ára nem indokol egyértelmű felhasználási, illetve helyettesítési tendenciát. Ebből következik az is, hogy az egyes szerkezeti anyagok energiaigényességében jelentkező lényeges különbségek, azok jelenlegi és jövőbeni világpiaci áraiban érvényesülni fognak, de ez csak azokra a termelőkre jelent hátrányt, akik a többieknél több vagy drágább energiát használnak fel azonos termék előállítására. Tehát például azok az alumíniumtermelők kerülnek relatív hátrányba, akik olajbázisú villamosenergiát kénytelenek használni a szénbázisú energiát használókkal szemben.

Az *1. ábra* szakterületenként mutatja az 1 tonna fémre vetített energiafelhasználás százalékos megoszlását értékarányosan mind az alumínium-, mind pedig a réz esetére. Az ábra alsó felében azt is érzékeltetem, hogy az energiafelhasználás milyen energiafajtákból tevődik össze. A következőkben a lehetséges energiamegtakarításokat szakterületenként tárgyalom.

Alumíniumkohászat

3.1. Bauxitbányászat

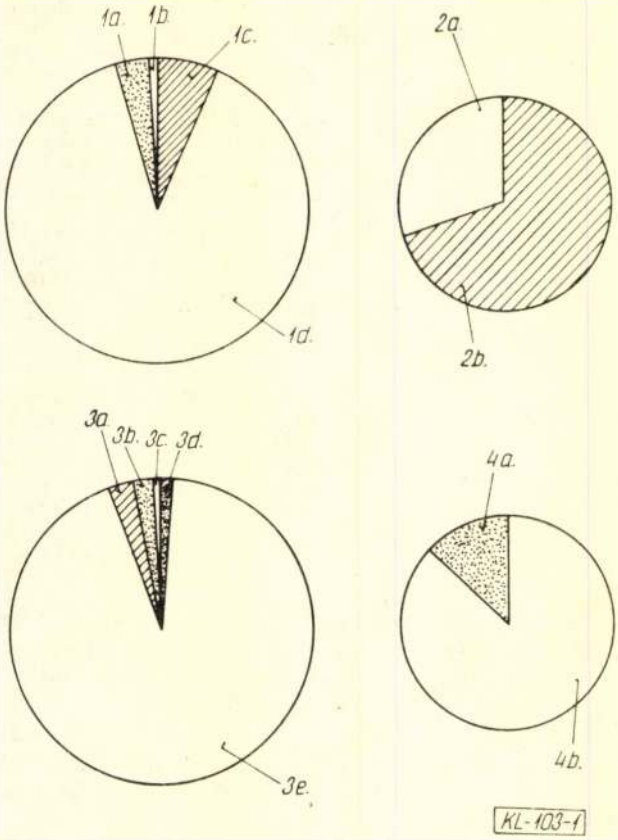
A bauxitbányászatban a *3. táblázatban* felvázolt termelési rendszerek közül napjainkban a mélyműveléses és külfejtéses technológiákat alkalmazzák. Míg a világ bauxitszükségletének mntegy 90%-át külfejtésekben termelik, hazánkban — a települési adottságok miatt — a termelésnek több mint 80%-a energiaigényes, karsztvízszint alatti mélyműveléses bányákból származik. Az egyéb technológiai rendszerek közül nagyobb távlatban a fúrólyukon át, vagy sekély település esetén a vízalatti kotrással történő termelés is teret nyerhet.

Az elmúlt években, megközelítőleg 3 millió tonnás évi bauxittermeléshez $0{,}96 \cdot 10^6$ GJ villamosenergiát és 4040 tonna kőolajszármazékot (gázolajat, benzint és fűtőolajat) használtak fel, ami fajlagosan kb. 0,3 GJ/t villamosenergiát és

2. táblázat

Energia illetve energiahordozó árak

Energiahordozó	Hazai árbázison Ft/GJ	%	Világpiaci árbázison Ft/GJ	%	1980—1990 között prognosztizált éves növekedés %-ban
Barnaszén	35,36	100	69,04	195	14
Lignit	30,58	87	57,33	162	—
Villamosenergia	333,73	044	397,28	1124	10
Kőolaj	135,21	382	163,88	464	15
Szuperbenzin	358,10	1013	334,45	946	15
Normálbenzin	314,38	889	317,73	899	15
Gázolaj	192,31	544	298,14	843	15
Fűtőolaj	72,25	211	165,79	469	15
Háztartási olaj	76,69	217	175,82	497	15
Földgáz	68,32	192	90,78	257	15



1. ábra. Az alumínium- és rézipar energia felhasználásának arányai

1. Alumíniumtermelés

a/ félgyártmány gyártás 3,3 %, *c/* bányászat 1,4 %, *c/* timföldgyártás 6,7 %, *d/* kohászat 88,6 %

2. Réztermelés

a/ kohósítás 29,4 %, *b/* bányászat és ércelőkészítés 70,6 %

3. Alumíniumkohászat

a/ tüzelő olaj 2,7 %, *b/* földgáz 2,1 %, *c/* egyéb 0,7 %, *d/* szén 1,3 %, *e/* Villamosenergia 93,2 %

4. Rézkohászat

a/ földgáz 12,1 %, *b/* villamosenergia 87,9 %

5,4 kg/t kőolaj származékot jelent alumíniumra vonatkoztatva. A felhasznált egyéb energiahordozók — mint szén, koksz, pb. gáz, robbanóanyag — mennyisége viszonylag elenyésző. Mint a *4. táblázaton* látható, a domináns villamosenergiának 80%-át vízemelésre fordítják, de ennek mintegy 1/4 része az értékesített ipari- és ivóvíz. Egy nagyságrenddel kevesebb a sűrített levegő előállítására (7%), a bányabeli szállításra (6%) és szellőztetésre (4%) fordított villamosenergia. Ezen fogyasztók közül a sűrített levegő érdemel nagyobb figyelmet, mert a kétszeri energiaátalakítás és nagy vezetési veszteségek miatt kedvezőtlen hatásfokkal hasznosítják az elsődlegesen felhasznált villamosenergiát.

Mivel a vízemelés mennyisége nagyjából független a termelés volumenétől és a szellőztetés, valamint a szalagszállítás is a termelési csúcsokra méretezett, a legvízveszélyesebb bányáknál a fajlagos villamosenergia felhasználás csökkentésének leghatékonyabb módszere a koncentráltabb fejtéstelepítés, a gyorsabb ütemű leművelés, azaz a bányák termelési kapacitásának növelése és maximális kihasználása. E mellett a folyamatosan megkívánt törekvés mellett rövid távon eredményesek lehetnek a vízemelésnél és sűrített levegő ellátásnál a szivattyúk és kompresszorok, valamint vezetékeik karbantartására, a villamos csúcsidei szivatytyú-leállítási lehetőségek maximális kihasználására vonatkozó intézkedések is.

A középtávú takarékossági intézkedések közül kiemelhető a szivattyúk hatásfokára káros hordalék kiülepítésének javítása, a csúcsidei leállások meghosszabbítását lehetővé tevő víztároló térfogat növelése, a sűrített levegő meghajtású gépekre való fokozatos cseréje és ahol a sűrített levegő nem nélkülözhető, ott helyi, mobil kompresszorok alkalmazása. Eredményes lehet a légajtók és a szállítószalagok terhelés-függvényes automatizálása is.

Hosszabb távon új, kevesebb vízemelést igénylő bányászati rendszerek (pl. hidraulikus termelés fúrólyukon át; fő vízvezető törésvonalak tamponálása) és a külszíni ércszállítás korszerűsítése hozhat jelentős energiamegtakarítást.

3.2. Timföldgyártás

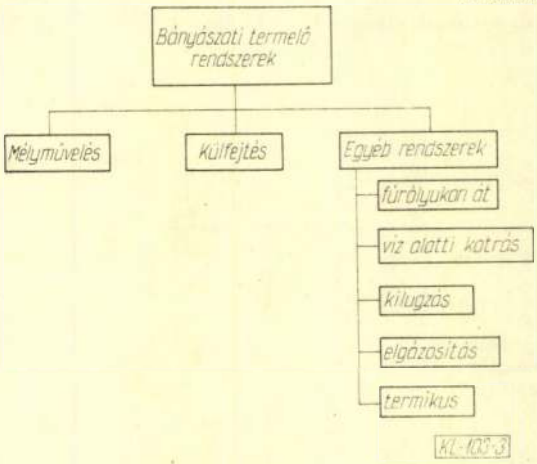
A bauxit minőségének hatása az optimális energiafogyasztásra és az energotechnológiailag optimális technológia bemutatása

A timföldgyárak optimális energiafogyasztását lényegében négy külső tényező határozza meg:

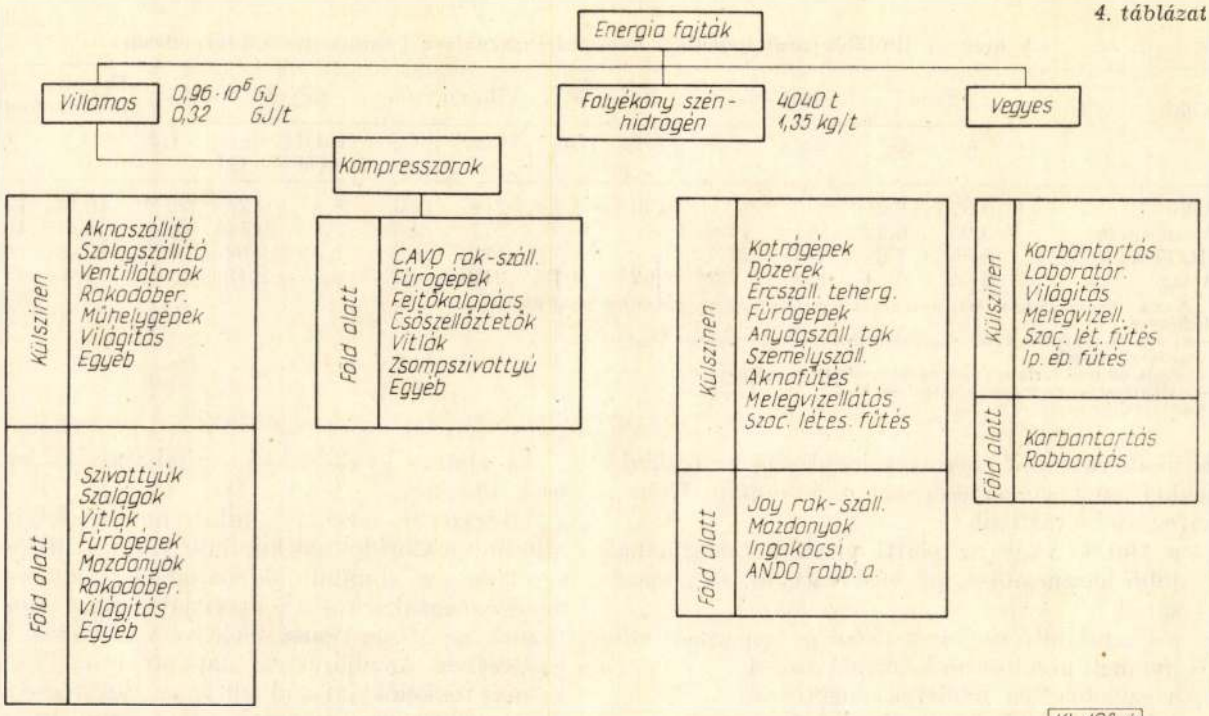
— a termelni kívánt timföld minősége,
— a feldolgozott bauxit ásványtani típusa,
— a feldolgozott bauxit kémiai összetétele.
— a feldolgozott bauxit egyes fizikai tulajdonságai.

A magyar gyárak úgynevezett lisztes típusú timföldet gyártanak, ami az energiafelhasználás szempontjából kedvező, mert kb. 50%-kal nagyobb körfolyamati oldatkoncentrációkkal dolgozhatnak, mint az ún. homokszerű timföldet előállító üzemek A bauxitjaink ásványtani szempontból bőhmites típusúak, melyeknél az optimális feltárási hőmérséklet 250 °C körül van. Ennek megfelelően a feltáráshoz 7—8 MPa, míg a bepárláshoz 0,4—0,6 MPa nyomású gőzt használnak gyáraink. A nagy- és kisnyomású gőzfogyasztás helyes aránya jelentősen kihat az energiafogyasztásra, mert kisnyomású gőz formájában jelentkező hőigény fedezésére szolgáló gőzt előzőleg villamosenergia termelésre lehet felhasználni. A kémiai szennyezők közül a különféle formában előforduló kovasav, vas-

3. táblázat



4. táblázat



oxidok és titánoxidok a legfontosabbak, amelyek a kihozatalt is befolyásolják, illetve azáltal fejtik ki káros hatásukat, hogy vörösiszapot képeznek, és ennek elfogadható lúgtartalomig történő kimosása érdekében vizet kell behozni a körfolyamatba, amit — ha mennyisége meghaladja a feltárásnál elpárologtatottal egyensúlyban tarthatót — bepárlással kell a körfolyamatból eltávolítani.

A bauxit és a belőle származó vörösiszap egyes fizikai tulajdonságai különféle módon hatnak az energiafelhasználásra. Így pl. kemény bauxitok többlet őrlési munkát igényelnek, rosszul ülepedő vörösiszapok kimosásához nagyobb vízmennyiségre, általában többlet bepárlásra van szükség.

A jelenleg feldolgozott 50—52% Al_2O_3-at elég jól őrölhető és közepesen ülepedő vörösiszapot adó hazai bauxitok lisztes típusú timfölddé való feldolgozásához optimális esetben kb. 11 GJ/t (villamosenergia nélkül számított) elsődleges hőenergiára (amiből kb. 3,1—3,2 GJ/t mindenképpen földgáz vagy fűtőolaj) és elsődleges hőhordozóban további kb. 2,7 GJ/t villamosenergiára van szükség. Az erre a célra szolgáló optimális technológia fő elemei a következők:

a) 240—260 °C-os feltárás mész vagy hidrogránát adalékkal, jó hőrekuperációval,
b) 50%-ot meghaladó hatásfokú kikeverés,
c) kb. 1,5 t víz/t timföld bepárlása korszerű bepárlókkal,
d) a körfolyamat állandó tisztítása intenzív sóleválasztással,
e) korszerű fluidizációs kalcinálás alkalmazása.

A magyar timföldgyárak jelenlegi energia felhasználását az *5. táblázat* mutatja be.

Jelenleg ismert legkorszerűbb berendezések energiafelhasználásának bemutatása

A bauxit törése-őrlése jelenleg kb. 0,14 GJ/t timföld villamosenergia felhasználást igényel. Differenciál-hengeres törő és zártciklusú, esetleg kaszkád őrlőberendezés alkalmazásával ez az energiaigény 0,07 GJ/t-ra csökkenthető.

Csőfeltárás alkalmazásával 0,50 t/t nagynyomású gőzfajlagos csökkenés (30—40%), ami 1,5 GJ/t energiának felel meg, és 0,02 GJ/t villamosenergia megtakarítás érhető el.

Korszerű fluidizációs kemencékkel elérhető fajlagos 3,1 GJ/t. Mivel az iparági timföld kalcinálását nagyrészt 4,4—4,6 GJ/t fajlagossal dolgozó forgókemencék végzik, a becsülhető megtakarítás 1,5 GJ/t-nak vehető. Az ajkai új gyárrészben üzemelő bepárló berendezés 2,4 GJ/t fajlagossal dolgozik. A régi bepárlóknál ez az érték meghaladja az 5,0 GJ/t-t.

Nagy villamosenergia fogyasztást adnak a centrifugál zagyszivattyúk. A beépített teljesítmények 0,9—1,1 GJ/t nagyságúak. Az egyidejűség kb. 55%, ami megfelel 0,5—0,6 GJ/t tényleges fogyasztásnak. A szivattyúk 25%-a szabályozott. Szabályozott hajtások alkalmazásával minimálisan 50% villamosenergia takarítható meg. Az elérhető megtakarítás kb. 0,15 GJ/t.

A jelenlegi technológia mellett, a gépi berendezések korszerűsítésével minimálisan 0,19 GJ/t villamosenergia (25%) és 3,53 GJ/t hőenergia (20%) takarítható meg.

A timföldgyári technológia fő energiaveszteségének bemutatása típusonként

A nedvesüzemben felhasznált (gőz formájában bevitt) hőenergia különféle veszteségforrásainak megoszlását a *6. táblázat* mutatja. A *7. táblázat* a kalcinálásra fordított hőenergia elemzését foglalja össze.

Az energiafelhasználás csökkentésére vonatkozó rövid-, közép- és hosszútávú javaslatok

Rövid távon elsősorban szervezési intézkedésekkel, a felújítási és karbantartási tevékenység foko-

5. táblázat

A magyar timföldgyárak jelenlegi energiafelhasználása 1 tonna timföld termeléshez

Kohó	Szén		Fűtőolaj		Földgáz		Vill. energia		Egyéb		Össz.	Egyéb hőnélkül	Csak energia
	t	GJ	kg	GJ	m³	GJ	kWó*	GJ	NaOH GJ	CaO GJ	GJ	GJ	GJ
Ajka	0,97	18,0			133	4,7	218	2,3	3,8	0,23	24,0	20,0	17,2
Almásfüzítő	0,05	0,72	367	14,8	—	—	227	2,5	3,3	0,14	21,4	18,0	15,5
MOTIM	0,56	7,6	314	12,7	—	—	110	1,2	5,4	0,04	26,9	21,5	20,3
Átlag	0,55	7,51	178	7,2	67	2,4	212	2,3	4,1	0,18	23,6	19,3	17,0

* az a villamosenergia, mely nem az alacsonynyomású gőz termelése során képződik.

Megjegyzés:
— az adatok a bruttó (fűtés, szoc. létesítmények stb.) energia felhasználást mutatják,
— az adatok nem tartalmazzák az értékesített energiákat,
— a villamosenergia termelés hatásfoka 33 %,
— az erőtelepi hatásfok 80 %.

zásával, valamint energiaracionalizálási intézkedésekkel lehet a veszteségeket csökkenteni. Ebbe a kategóriába tartozik:

— a 100 °C vagy az alatti vizek hőtartalmának jobb hasznosítása, pl. hőszivattyúk alkalmazásával,
— a gáztalanító szelepek (feltárás expanziós edényeinél) gondosabb beszabályozása,
— a szigeteletlen felületek szigetelése,
— a hőátadó felületek gyakoribb tisztítása,
— a kalcináló kemencék elöregedett falazatának cseréje,
— a körfolyamatba jutó ún. hamisvizek mennyiségének csökkentése,
— a gőz-, levegő szivárgási veszteségek csökkentése,
— a szabályozott villamos hajtások alkalmazása.

Rövid távon becsülhető hőenergia megtakarítások, ipari szinten: 1—1,5 GJ/t, a villamosenergia megtakarítás pedig 0,05—0,07 GJ/t értéknek vehető.

Közép és hosszabb távon oldhatók meg a nagyobb energiamegtakarítást eredményező intézkedések, melyek megtérülése jelenleg 5—10 év között van. Ilyenek:

— az optimális technológiához illeszkedő berendezés-kapacitások,
— korszerű kalcináló berendezések,
— korszerű bepárló állomások,
— új törő, őrlő berendezések beépítése.

Ezekkel elérhető becsült megtakarítások hőenergiában a jelenlegi állapothoz képest 6—6,5 GJ/t. Villamosenergiában: 0,32—0,36 GJ/t, ami elsődleges energiahordozóban kifejezve 1,0—1,1 GJ/t energiamegtakarítást jelent.

3.3. Kohászat

Az alumíniumelőállítás gyakorlatában kizárólag a *Hall-Heroult* eljárást alkalmazzák termelésre. A korszerű elektrolizáló kádak áramhatásfoka 85—92%, a feszültségveszteség azonban a kádakban az elméleti bomlásfeszültséghez képest (—1,2 V) többszörös (jellemző értéke — 4,5 V). A nagy feszültségveszteséget okozó tényezők:

— az elektrolitban bekövetkező feszültségesés (kb. 1,5 V),
— az anódpolarizáció,
— az anódban és egyéb szerkezetekben keletkező feszültségesés.

Az eljárás gyakorlati energiahatásfoka emiatt csak 40—45%.

Világszerte intenzív kutatómunka folyik az alumíniumkloridokból kiinduló eljárás kifejlesztésére, és az alumíniumkohászat szakemberei az energiamegtakarítás szempontjából nagy reményt fűznek az *Alcoa*-típusú elektrolizáló kádak kifejlesztéséhez. Az eljárásban alapvetően más elektrokémiai reakciók játszódnak le az elektródokon; a legnagyobb energiamegtakarítást azonban a kis anód-katód távolság és a bipoláris elektródok alkalmazásának köszönhető ohmikus ellenállásesés kiküszöbölése adja. Az eljárással elérhető energiahatásfok ezért 80%. Az eljárás nagyüzemi kifejlesztése a *Hall-Heroult* eljárás 50,4 GJ/t Al fajlagos villamos energiaigényéhez képest 36 GJ/t Al faj-

6. táblázat

A nedvesüzemben felhasznált hőenergia veszteségforrásainak megoszlása

Jellemző	GJ/t		
	Ajka	Almásfüzítő	Mővár
Összes gőzzel bevitt hőenergia	8,8	8,5	11,2
Nyersanyagokkal bevitt hőenergia	0,7	0,7	0,7
Feltárási reakcióhő	0,5	0,5	0,5
Felületi és vízelcsepegési veszteség	4,5	3,4	4,9
Kondenzátor és hűtési veszteség	2,8	2,4	4,6
Nem közvetlen techn. célra használt	0,8	1,2	1,5
Hidráttal távozó hőenergia	0,1	0,1	0,1
Vörösiszappal távozó hőenergia	0,8	1,6	0,3
Összesen:	9,5	9,2	11,9

7. táblázat

A timföld kalcinálására fordított hőenergia megoszlása az alábbi

(GJ/t-ban):

Jellemző	Ajka	Almásfüzítő	Mővár
Fűtőolajjal ill. földgázzal bevitt hőenergia	4,5	4,6	5,1
Kalcináláshoz szükséges	2,6	2,6	2,6
Elkerülhetetlen veszteségek	0,5	0,5	0,5
Egyéb veszteségek	1,4	1,5	2,0

lagos energiaráfordítással oldja meg a fémelőállítás műveletét, ami közel 30%-os villamos energiamegtakarítást jelent.

A villamosenergia ára a múltban is és jelenleg is döntő hatással van az alumíniumkohászat szerkezeteire és eljárására.

A múltban területileg is jelentősen különbözött az alumíniumkohók által felhasznált villamosenergia ára. A 60-as években vízierőművek mellett a kohók 0,1—0,2 dollárcent körül kapták az energiát, ugyanakkor hőerőművek 0,4—0,5 centért adták. Akkor még nem voltak olyan villamosenergia-hálózatok, melyek alkalmasak lettek volna arra, hogy nagyobb távolságokra elszállítsák a villamosenergiát jobb ár elérése érdekében. A ma már elterjedten alkalmazott 400 és 750 kV-os távvezetékek alkalmasak a villamosenergia széleskörű nemzetközi kereskedelmére. Technikailag tökéletesen megoldott már a nagyfeszültségű kábelek tengerfeneken történő vezetésée is. Így például az utóbbi időkben a rendkívül olcsón előállított norvég vízienergia nemcsak fém alakjában jut a nemzetközi kereskedelembe, hanem kábelen villamosenergia alakjában is jelentkezik az európai kontinens fejlett gazdaságában. Emiatt a norvég kohászat a vízienergiáért már otthon is a világpiaci árat kénytelen elviselni.

Korábban a viszonylagosan igen olcsó energia körzeteiben az alumíniumkohászat erősen terhelte árammal a elektrolizáló kádakat a nagyobb fémkihozatal érdekében. Általános volt a szénanódok 1 amper/cm² körüli terhelése. Az adott árviszonyok mellett ez adta a termelés gazdaságosságának optimumát. A drágább energia körzeteiben a 0,7—0,8 amper/cm² anódtermelés és a 0,4 amper/mm² körüli alumíniumsín-terhelés volt a szokványos. A drágább energia ösztönzött az energiahatásfokot javító elektrolit-adalékok alkalmazására is (pl. lítiumsó alkalmazása).

Ma már egyre egységesebb az energiaár földrajzi megoszlásban, bár még mindig vannak különbségek. A zömében olajra épített japán ipar ezért kénytelen volt az elmúlt években több százezer tonnás kohókapacitást leállítani, mert az olajból előállított villamosenergia árát még a *Nagoyaban* levő *Sumitomo* kohó sem tudta elviselni, pedig 50,4 GJ egyenáramból állított elő egy tonna fémet önsülő anódos kádakban!

A mai villamosenergia ártrend rendkívüli fejlesztéseket követel meg az energiagazdálkodásban. Már 0,7 amper/cm² alá megy az anódterhelés és 0,3 amper/mm² körüli az alumíniumsínezés terhelése. A kád folyamatszabályozásának egyik fő törekvése a nagy kádakon belüli árameloszlás-egyenletesség fokozása. Jelenleg már 225 kA-es kádak nagy szériákban működnek olyan folyamatszabályozással, mely a kádon belüli egyes anódblokkok folyamatos szabályozásával biztosítja az árameloszlás egyenletességét, tehát az egyes anódok túlterhelésének elhárítását. Az árameloszlás ilyen egyenletessége optimális feszültségesést és áramhatásfokot eredményez, az anódok túlterhelésének az elhárítása pedig az üzemzavar valószínűségét csökkenti a minimumra.

A beruházási költségek, anyag- és energiaköltségek alakulása ma már legalább 100 ezer tonna évi kapacitású kohók létesítését indokolják. A gazdaságosság optimuma valahol 200 ezer tonna vagy a fölött lehet, ahol már kifizetődő a legfejlettebb folyamatszabályozási technika bevezetése.

Meglévő hazai alumíniumkohóinkban átlagosan 55,1 GJ egyenáramot használunk fel egy tonna fém leválasztásához. A szélső értékek az inota 54,0 GJ és tatabányai 40 éves oldaltüskés kádak 56,9 GJ-ja. Korszerű új berendezésben 48,6 GJ/t lehet tervezni.

Meglévő kohóink szerkezeti fejlesztésében szerény lehetőségek vannak, elsősorban bizonyos áramvezető szelvények bővítése vonalán. Technológiában főleg a folyamatszabályozás bevezetése jelenthet fejlődést. A folyamatszabályozási berendezések piacán a mikroprocesszorok terjedése adhat erre gazdaságos lehetőséget. Meglévő kohóink fejlesztésének vizsgálatakor azt a változatot látjuk célszerűnek, hogy a meglévő épületen belül és meglévő segédberendezések figyelembevételével teljesen korszerű technológiával váltjuk fel a régit.

A teljes hulladékgazdálkodás szervezésében és a feldolgozási technológia fejlesztésében óriási energiaracionalizálási tartalékok vannak. Az öntödei salakok meleg feldolgozása jelent nagy megtakarítást a fémleégésben, az egyéb hulladékfeldolgozási technológiákban is korszerűbb és így eszközigényesebb eljárásokra célszerű áttérni. A hulladékból visszanyert alumínium ma már minőségben is versenyképes a kohófémmel és az előállítás energiaszükséglete mintegy 3—15%-a a primér fémének.

Egy újrafeldolgozási ciklust figyelembe véve jó hulladékgazdálkodás mellett 1 tonna fém energiatartalma mintegy 20%-kal csökkenthető. Ezért van igen nagy jelentősége a fémhulladékok szervezett begyűjtésének és korszerű módszerekkel történő feldolgozásának.

3.4. Félgyártmánygyártás

A félgyártmánygyártás energiaigénye függ az anyag minőségétől (az ötvözet típusától), a gyártási technológiától (hengerlés, sajtolás, kovácsolás, öntés, stb.), a félgyártmány alakjától és méretétől.

A kihozatali százalékot is figyelembe véve 1 tonna ötvözött és ötvözetlen hengerelt, illetve sajtolt termék egyes technológiai fázisokra vonatkoztatott energiaigényét a *8. táblázat* foglalja össze. A táblázat is jól érzékelteti, hogy a folyamat összes energiaigénye sok részből tevődik össze és végeredményben is csak tört része az alumíniumkohászatának.

A félgyártmányok előállításánál jelentős mennyiségű energia takarítható meg a folyamatos öntvehengerlő eljárások révén, de ezek megvalósítása elsősorban beruházás kérdése és előfeltétele, hogy a berendezések a megfelelő mennyiségű és minőségű fémet biztosító kohóban kerüljenek telepítésre. A Székesfehérvári Könnyűfémmű jelenleg folyó beruházásainak keretében számos energiafelhasználást csökkentő intézkedés valósul meg, többek között az öntödei kemencék re-

kuperációjának megvalósítása, a kihozatali százalékok növelése a nagyobb tuskótömegek, valamint a kisebb veszteséget eredményező, jobb hőszigetelésű kemencék telepítése révén.

Technológiai szempontból energiamegtakarítást eredményezhet a direkt árammal végzett hőkezelés is, annak ellenére, hogy költséges energiafajtát kell alkalmazni, de a megvalósítás lehetőségei ma még erősen korlátozottak, jelenleg még csak huzalok esetében alkalmazzák ezt a módszert.

A legnagyobb energiatakarékosságot az átlagos szilárdság növelése, a kedvezőbb ötvözött-ötvözetlen alumínium arány kialakítása eredményezheti. Az ötvözetek előállítása valamivel nagyobb energiaráfordítást kíván meg, de ez a fém teljes energiaigényességét százalékosan csak kismértékben befolyásolja, ugyanakkor a felhasználás során anyagtakarékosság szempontjából a megtakarítások óriásiak lehetnek.

A pótlólagosan bevitt 1 GJ/t energiával 12—13 GJ/t energia takarítható meg az ötvözött anyag részarányának növelésével. A célötvözetek szélesebb körű alkalmazásával, a korszerű, a nagyobb szilárdságú anyaghoz jobban illeszkedő technológiával a jelenlegi szinthez képest 5—10%-os anyagmegtakarítás biztonságosan elérhető, ami azt jelenti, hogy az adott feladatok 0,8—1,5 · 10^6 GJ-lal kevesebb energiafelhasználással oldhatók meg éves szinten. Ez nagyságrendileg megegyezik azzal az energiamegtakarítással, amely a technológiai vonalon érhető el, de csak jelentős beruházások árán.

3.5. Alumíniumfelhasználás

Az alumíniumfelhasználás közül egyetlen példát emelnék ki, azt amelyik az energiaátvétellel kapcsolatos. Ma már egy-egy speciális esetet leszámítva a távvezetékeket alumíniumból készítik, mivel a jobb vezetőképességű réz használata esetén a létesítési költségek kb. duplájára növekszenek. Annak ellenére, hogy az azonos teljesítmény átvitelhez szükséges mintegy kétszeres tömegű rézvezetékek kevesebb beépített energiát jelentenek, az energiaárak prognosztizált növekedése mellett sem valószínű a réz jelentős térhódítása, annak magasabb ára és a világban erősen korlátozott érckészletek miatt.

Az itthon jelenleg beépített 80 kt alumínium mellett az energiaátviteli veszteség igen jelentős, mert csúcsterhelésnél kb. 400 MW.

A csúcsterhelések idejét is figyelembe véve az átvitel energiaveszteségé éves szinten 5 · 10^6 GJ, ami értékben kifejezve, kb. 1,7 milliárd forint. Évente 2500 to vezetéket építünk be. Ez átlag 12,5 MW-tal növeli a veszteségeket. Ha 20%-kal növeljük a keresztmetszeteket, akkor 2,5 MW erőművi beruházás takarítható meg. Ez jelenlegi árakon: 125 millió Ft megtakarítás erőművi beruházásoknál. Ezzel szemben az Al-költségnövekedés: 50 millió Ft. A számítások azt is mutatják, hogy az áramsűrűség csökkentése még a meglévő vezetékek keresztmetszetének növelése esetén is megtérülne. Ezt a kérdést részletesen meg kell vizsgálnunk a jövőben.

8. táblázat

A félgyártmánygyártás energiaigénye

GJ/t

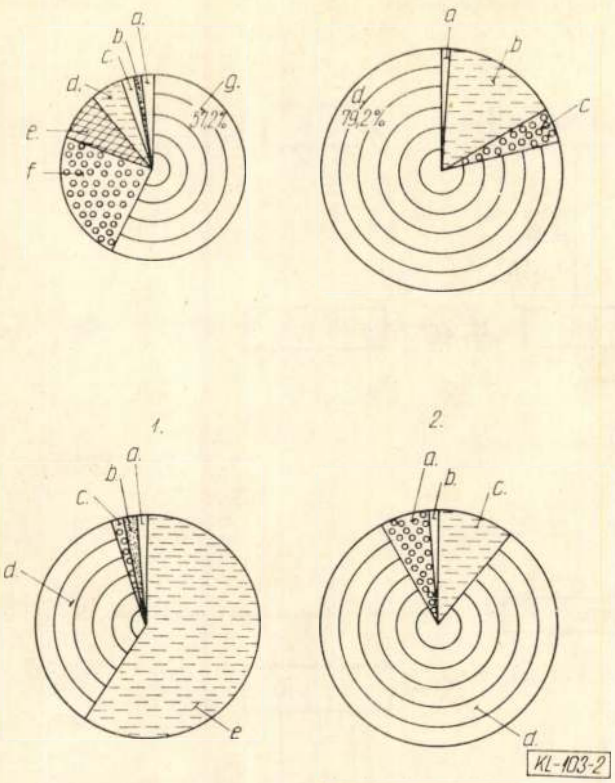
Technológiai művelet	Hengerelt		Sajtolt	
	ötvözött	ötvözetlen	ötvözött	ötvözetlen
Olvasztás	1,58	1,32	1,58	1,32
Pihentetés	0,21	0,21	0,21	0,21
Homogenizálás	0,33	—	0,33	—
Tuskókészítés	0,18	0,03	0,18	0,03
Melegalakítás				
előmelegítés	0,34	0,34	0,42	0,42
alakítás	0,52	0,38	0,86	0,59
Hidegalakítás	0,87	0,68	—	—
Kikészítés (darabol, vág, egyenget)	0,06	0,06	0,06	0,05
Lágyítás (közbenső is)	1,44	1,44	1,44	1,44
Edzés	2,16	—	1,44	—
Megeresztés	0,83	—		—
Összes	8,52	4,46	6,52	4,06
Átlagos szilárdság N/mm²	400	70	380	70

4. Rézkohászat

Míg hazánk alumíniumkohászatának — a jelentős energiamegtakarítást jelentő szovjet-magyar timföldegyezmény ellenére — energiaigénye népgazdasági szinten is jelentős, a rézkohászat fejlesztése csak most kezdődik. Ennek megfelelően lényegesen kisebb terjedelemben foglalkozom a rézelőállítással.

A rézelőállítás egyes fázisainak fajlagos energiafelhasználását a *2. ábra* szemlélteti. A réz előállításon belül a legtöbb energiát az ércelőkészítés és kohászat igényli. A réziparon belül a bányászat és az ércelőkészítés elsősorban elektromos energiát használ fel, az elsődleges kohászat viszont nagyobb részt földgázt, majd a katód réz előállítás ismét villamosenergiát. Ezért az energiaköltségek az elsődleges kohászatban kisebbek, mint az ércelőkészítésnél.

A réziparban az energiafelhasználás állandó, lassú növekedése figyelhető meg. Ezt az érc réztartalmának csökkenésével és a környezetvédelemmel magyarázzák. A statisztikai adatok szerint a kibányászott érc réztartalmának alsó határa a századfordulón 3,8% volt, 1974-ben pedig 0,4%. Ez a tendencia a távlatban is folytatódik. Az ezredfordulón már a 0,1%-os réztartalmú érc kitermelését is lehetségesnek tartják- ami természetesen a rézárak emelkedését fogja előidézni annak ellenére, hogy ezzel párhuzamosan megteremtik a gazdaságos termelés feltételeit a bányászatban és az ércelőkészítésben. A bányászatban a külszíni fejtések térhódítása tapasztalható, ahol a fajlagos energiafelhasználás 25—30%-kal kisebb, mint mélyművelésnél. A bányászatban tömegtermelési módszerekkel, a szállítás koncentrálásával, a termelékenység fokozásával csökkentik a folyamatos ráfordítást és az energiafelhasználást. Az ércelőkészítés során a teljesítménynövelés figyelhető meg. Az iparban megjelentek a napi 60—80—100 ezer tonna kapacitású üzemek, sőt már 176 000 t/nap kapacitású üzemről is tudomásunk



2. ábra. Az energia felhasználás energiahordozónkénti megoszlása a rézérc-bányászatban és az ércelőkészítésben (USA)

I. 1963.

a/ 2,9 % egyéb energiahordozó, b/ 0,7 % benzin, c/ 1,6 % nehéz tüzelőolaj, d/ 5,9 % diesel olaj, e/ 8,2 % szén, f/ 23,5 % földgáz, g/ 57,2 % elektromos energia, h/ 1,106 · 10^6 t réztermelés, i/ 11,592 · 10 t kőszénegyenérték

II. 1973

a/ 1,1 % egyéb energiahordozó, b/ 15,4 % diesel olaj, c/ 4,3 % földgáz, e/ 1,665 · 10^6 t réztermelés, f/ 22,176 · 10^6 t kőszénegyenérték.

III. Fajlagos energiafelhasználás energiahordozónkénti megoszlása a rézérc-bányászatban (USA) 1973-ban

1. Külfejtés

a/ 59,7 % diesel olaj, b/ 1,1 % egyéb energiahordozó, c/ 1 % földgáz d/ 36,1 % elektromos-energia, e/ 4,029 t kőszénegyenérték/t Cu

2. Mélybányászat

a/ 6,6 % földgáz, b/ 1,1 % egyéb energiahordozó, c/ 10,7 % diesel olaj, d/ 81,6 % elektromosenergia, e/ 5,043 t kőszén egyenérték/t Cu

van. A berendezések méretét is megnövelték, ∅ 6 m×8,4 m-es malmok, 10 m átmérőjű autogénmalmok és 28 m^3-es flotáló cellákat építenek. Ma átlagosan 0,09 GJ/t érc energiafelhasználással számolnak, nagy kapacitásnál 0,04 GJ/t is elérhető.

A kohósítás energiafelhasználása az alkalmazott technológia szerint változik. A modern eljárások kifejlesztésénél elsődleges törekvés az olvasztás során felszabaduló reakcióhő maximális hasznosítása volt. A kutatóknak olyan technológiákat sikerült kifejleszteni, amelyek a minimális energiafelhasználással együtt a maximális környezetvédelmet biztosítják. Az *Outokumpu* eljárás energiamérlegét a *9. táblázat* szemlélteti. A *Mitsubishi* eljárás energiafelhasználását, összehasonlítva az Outokumpu és a lángkemencés eljárással a *10. táblázat* mutatja be.

A rézkohászati üzemek a gyártás során keletkező hulladékhő maximális hasznosítására rendezkednek be. A gázok hűtésénél termelt gőzzel villamosenergiát állítanak elő. Az elektrolízis technológiájában a 70-es évek elején az áramsűrűség növelésére törekedtek. Ekkor a fajlagos energiafelhasználás 15—20%-kal nőtt, ezért az utóbbi időben ez a próbálkozás nem talál követőre. Hasonló nehézségek elé néz a hidrometallurgia, mert ennél a rézkinyerés energiafelhasználása kb. tízszerese a hagyományos elektrolízisének.

A rézércek feldolgozása során a komplex hasznosítás kerül előtérbe. A pirit hasznosítással kénsav és vasszivacs gyártás, molibdén, rénium, nemes és ritkafémek előállítása válik gyakorlattá.

A réziparban is állandó törekvés a hulladékok minél teljesebb visszanyerése. Ennek kettős célja van: anyag- és energiatakarékosság. Rézhulladékok esetében az USA-ban millió tonnás mennyiségű rézhasznosítás mellett 5—10 ezer tonnás mennyiségű ónt és egyéb fémet is megtakarítanak. A hulladékból előállított réz energiaigénye pedig tizede a primér rézének.

A réz félgyártmányok előállításánál is törekvés a technológia folyamatossá tétele és az olvadt fém hőtartalmának hasznosítása. Ilyen eljárás a hazánkban is megvalósított „*dip—forming*", melynél a rézhuzal az olvadt fémen halad keresztül és eközben az olvadék rákristályosodik az alapfémre és ez a meleg anyag kerül az alakító hengerek közé. Az ismertetett módszer energetikai szempontból kedvező és rendkívül termelékeny.

A recski rézérc-előfordulás hasznosításánál nekünk is a legkevesebb energiát igénylő technológiákat kell választanunk és ezzel együtt meg kell teremteni az országban keletkező rézhulladékok gazdaságos feldolgozásának feltételeit. Ennek lehetőségei adottak.

Összefoglalás

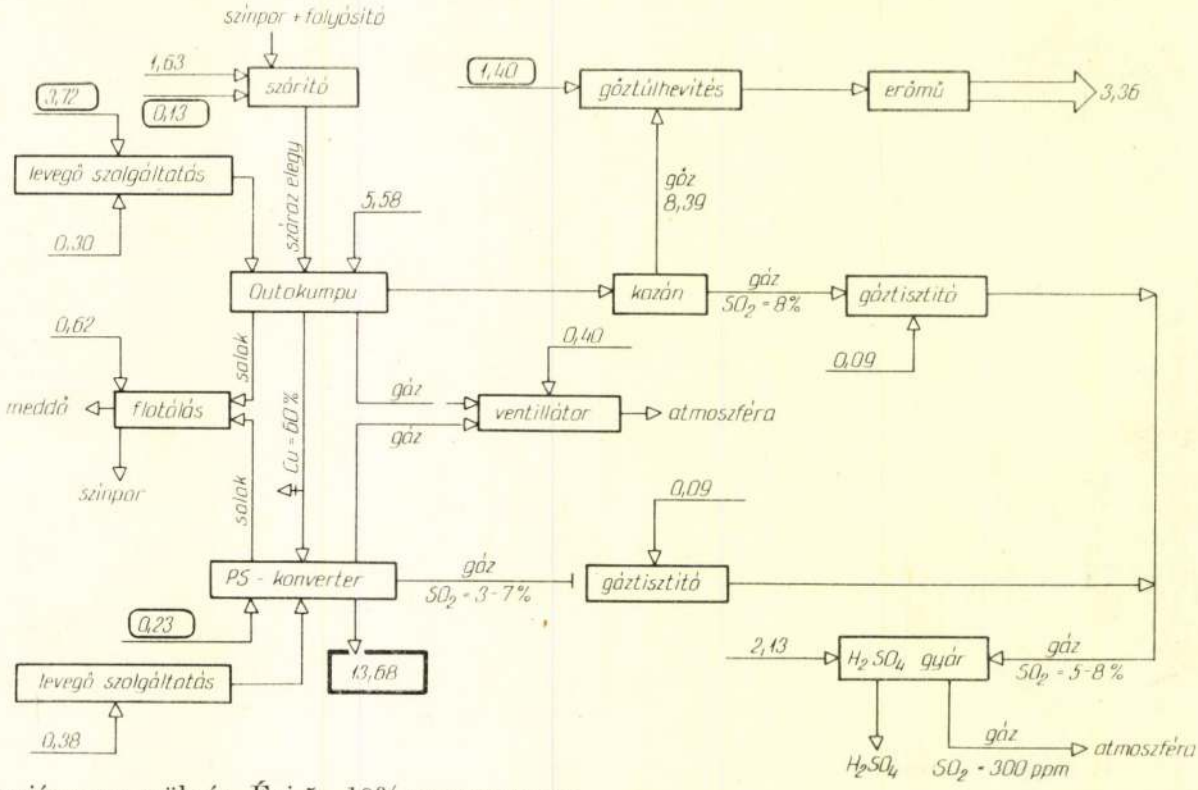
Az egyre növekvő energiaárak előtérbe helyezik a technológiai folyamatok energetikai felülvizsgálatát, az energotechnológiát.

Az elérhető eredmények számbavételénél nemcsak az energiamegtakarítás értékét kell figyelembe venni, hanem arra is tekintettel kell lenni, hogy az energiaracionalizálás erőművi beruházásokat is feleslegessé tesz. Ezáltal szembeállítható az energiaracionalizáláshoz szükséges beruházások nagysága a szükségtelenné váló erőművi kapacitások létrehozásának költségeivel.

Egy korszerű 100 000 tonna kapacitású alumíniumkohóval a jelenlegi hazai energiafelhasználáshoz képest 0,72 · 10^6 GJ takarítható meg évenként, ami a jelenlegi árszinten 0,24 milliárd forintnak felel meg és ugyanakkor feleslegessé tesz kb. 1,2 milliárd forint energetikai célú beruházást. Az alumíniumklorid eljárás megvalósítása a korszerű kohóhoz képest is további jelentős energiafelhasználás csökkentéssel járhat. A jelenleg üzemelő kohóinkhoz képest az évenkénti energiamegtakarítás , 100 000 tonna kapacitást feltételezve — 0,66 milliárd forintra becsülhető és az elhagyható energetikai beruházás pedig 3,3 milliárd forint. Mindez indokolttá teszi a halogénmetallurgiai eljárás intenzív kutatását.

Energiaelőállítás szempontjából nem jelent megtakarítást az alumíniumötvözetek tulajdonságjavítása, de az adott feladat megoldásához kevesebb anyagra — és ezen keresztül — kevesebb

A finn röptében olvasztó eljárás fajlagos energiamérlege (GJ/t) 9. táblázat



energiára van szükség. Évi 5—10%-os anyagmegtakarítás a technológiai megtakarításokkal azonos nagyságrendű passzív energiamegtakarítást eredményez.

A rézkohászat esetében a helyzet annyival kedvezőbb, hogy lehetőségünk van az energetikai és gazdaságossági szempontból legkedvezőbb eljárás kiválasztására.

10. táblázat

A Mitsubishi- és röptében olvasztó eljárás energiaigényének összehasonlítása a hagyományos technológiáéval

Energiafajta	Fajlagos energiafelhasználás		
	Mitsubishi	Röptében olvasztó	Lángkemence
Elektromos energia MJ/t			
Törés	4,50	17,28	1,66
Előkészítés	202,54	198,68	840,06
Olvasztás-konverterezés	1 879,24	1 742,80	465,88
Anódöntés	90,00	90,00	90,00
Oxigéngyár	976,50	—	—
Salakkezelés	—	261,72	355,18
Kénsavgyár	890,64	1 247,76	1 833,84
Véggázkezelés	109,44	616,75	627,48
Összesen:	4 152,86	4 174,99	4 213,87
Az elektromos energia előállításánál 33%-os hatásfokot figyelembe véve a felhasznált energia (MJ/t)	12 584,41	12 651,48	12 769,31
Tüzelőolaj kg/t			
Szárító	58,00	52,21	—
Előmelegítő	—	98,77	—
Olvasztó	62,51	165,10	426,30
Konverter	4,00	10,05	10,05
Anódkemence	23,00	23,00	23,00
Összesen:	147,51	349,13	459,35
Petróleum	19,00	—	38,80
Propán-bután gáz	2,50	2,50	2,50

Remélem, hogy az itt bemutatottak is alátámasztják azt, hogy a beruházások átlagánál lényegesen gazdaságosabb energiaracionalizálás ma még alig kihasznált lehetőségeink bő választéka azt igényli, hogy jövőben energetikai beruházásainknak az eddiginél lényegesen nagyobb hányadát, összességében a többszörösét fordítsuk racionalizálásra a kapacitás, illetve az import bővítése helyett úgy, hogy közben az energetikára fordított fejlesztési és üzemeltetési költségekben közép- és hosszútávon összességében megtakarítást érjünk el.

IRODALOM

[1] *Juhász Á.:* A magyar timföldgyártás fejlesztése az 1957—1974 időszakban. Doktori értekezés, Budapest 1977.

[2] *Lussky E. W.:* Az Alcoa röptében kalcináló berendezésének üzemi tapasztalatai. BKL Kohászat 112. évfolyam 1979. 12. szám.

[3] *Holmes G. T.:* Nagy blokkanódos alumínium elektrolizáló kádak. BKL Kohászat. 113. évfolyam 1980. 1. szám.

[4] *Horváth Z.:* A fajlagos energiafogyasztás a réz és alumíniumkohászatban BKL Kohászat 113. évfolyam 1980. 5. szám.

[5] Engineering and Mining Journal, May 1976. p. 104—107.

[6] *Sutulov, A.:* Copper Porphyries. University of Utah. Salt Lake City. Utah 1974.

[7] *Sisselman, R.:* Engineering and Mining Journal. February 1978. p. 57—80.

[8] *Prigogine, A.:* World Mining. October 1975. ú. 42—48.

[9] *Navarro, E. D.—Guevara, V. V.—Malicse, T. B.:* World Mining, September 1979. p. 64—68.

[10] *Schultz, D. A.:* Journal of Metals, January 1978. p. 14—20.

[11] Cost comparison between Mitsubishi process and conventional copper smelting process. Mitsubishi Metal Corporation. October 1976.

Vanádium elektronsugaras olvasztása

VITÁNYI PÁLNÉ okl. kohómérnök
Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet

DK: 669.292.046.5 : 537.533

A vanádium olvasztási és tisztítási technológiájának irodalma. Saját olvasztási kísérletek. A vizsgálatok során a vanádiumot alumíniummal és cériummal dezoxidálták. Az a megállapításuk, hogy a cériummal kezelés több szempontból is kedvezőbb.

Általában a vanádium olvasztására két módszert használnak: vákuum-ívfény és elektronsugaras olvasztás [1, 2]. A vákuum-ívfény fogyóelektródás olvasztáskor az alapfémnél nagyobb gőznyomású szennyezők és az adalékanyagok részlegesen eltávoznak. Az olvasztótérben uralkodó nyomás (10^2—10^3-szor több, mint a kemencetérben), és a fém folyékony állapotának kis időtartama miatt a párolgás nagyon korlátozott. Elektronsugaras olvasztáskor viszont az olvasztás specifikus körülményei következtében a párolgási folyamatok nagy sebességgel mennek végbe.

Emiatt [1] ugyanazon fémnek a két módszerrel történő olvasztásakor különböző minőségű fémet kapunk *(1. táblázat)*. Ezenkívül ívfény-olvasztáshoz az elektródák készítése egy kiegészítő műveletet (hegesztést inert atmoszférában) igényel, miközben a vanádium intersticiós szennyezőkkel és volframmal elszennyeződhet. Elektronsugaras olvasztás esetén a hegesztés a kemencében végezhető, vagy ez egyáltalán nem is szükséges. *(1,2. ábra)*.

Az 1. táblázatból látható, hogy elektronsugaras olvasztással — mind a fémes szennyezőkre, mind a nemfémes szennyezőkre — tisztább fémet kaphatunk mint vákuum-ívfény olvasztással. Ez azzal magyarázható, hogy elektronsugaras olvasztáskor a szennyezők eltávozása lényegesen gyorsabb és teljesebb lehet.

Vanádium tisztítás lehetőségeinek vizsgálata elektronsugaras olvasztáskor [2]

A komponensek illékonysága egy rendszerben függ a tiszta komponensek gőznyomásától és kémiai aktivitásától. Ez utóbbit a komponensek koncentrációja, a komponensek egymásrahatásának jellege és az olvasztás hőmérséklete határozza meg. Ha a komponensek telített gőznyomását a rendszerben P_A^0- és P_B^0-vel, a parciális nyomásukat a gázfázisban P_A- és P_B-vel, a móltörtet a folyékony fázisban x_A és x_B-vel, gázfázisban pedig y_A és y_B-vel jelöljük, akkor felírhatjuk a kétkomponenses rendszerre érvényes összefüggéseket:

$$x_A + x_B = 1$$
$$y_A + y_B = 1$$
$$p_A + p_B = p_{AB}$$

A kondenzált (folyékony) és gázfázis összetétele közötti összefüggésre a *Raoult-törvény* érvényes:

$$\frac{P_A^0 - P_A}{P_A^0} = x_B$$

azaz az oldószer gőznyomásértékének változása egyenlő a kondenzált fázisban levő oldott anyag móltörtjével. A *Raoult-törvény* és ennek alapján levezetett törvényszerűségek csak ideális oldatokra igazak. Ilyen oldatban a különböző molekulák közti vonzóerő nem különbözik az egyazon molekulák közt fellépő vonzóerőtől.

Reális oldatokban a komponens parciális nyomása az oldat felett nem a komponens móltörtjével (N_A), hanem a komponens aktivitásának (a_A) értékével arányos:

$$P_A = P_A^0 \cdot a_A$$

Az ideális állapottól mutatott eltérés az aktivitási koefficienssel γ_A fejezhető ki, mely egyenlő:

$$\gamma_A = \frac{a_A}{N_A}$$

A *Raoult-törvénytől* negatív irányba mutatott eltérésekor a komponensek aktivitási koefficiense az oldatban kisebb egynél, pozitív irányú eltérésekor pedig nagyobb egynél. Negatív irányú eltérés azokban a rendszerekben figyelhető meg, melyek állapotábrája kémiai és intermetallikus vegyületeket tartalmaz, vagy amelyekben a komponensek korlátlanul oldódnak. Pozitív irányú aktivitáseltérés az egyszerű eutektikus típusú rendszerekre és az eutektikus típusú, szilárd állapotban korlátolt oldékonyságú rendszerekre jellemző.

1. táblázat

Vákuum-ívfény- és elektronsugaras olvasztás után kapott vanádium kémiai összetétele [1]

A fém jellemzője és az átolvasztások száma	Kémiai összetétel, tömeg- %								
	Al	Si	Ti	Fe	Mo	H	N	O	C
Kiinduló fém	0,20	0,49	0,30	0,10	0,20	0,0007	0,045	0,035	0,055
Ivfény-olvasztás után									
1. olvasztás	0,20	0,49	0,30	0,10	0,20	0,0002	0,047	0,045	0,0575
2. olvasztás	0,10	0,49	0,30	0,10	0,10	0,0002	0,0515	0,5420	0,0589
Elektronsugaras olvasztás után									
1. olvasztás	0,10	0,49	0,20	0,10	0,20	0,0003	0,0452	0,0144	0,0541
2. olvasztás	0,006	0,49	0,20	0,06	0,10	0,0003	0,0487	0,0131	0,0453

1. ábra. Inert atmoszférában összehegesztett vanádium fogyóelektróda

2. ábra. Elektronsugaras olvasztáshoz előkészített zsugorított vanádium brikettek

A komponensek aktivitásának hőmérséklet-függésére általános elv: a rendszer a hőmérséklet emelésével egyre közeledik az ideális oldathoz, a komponensek aktivitási görbéi kiegyenesednek, és jobban megfelelnek a *Raoult-törvénynek.*

A *Konovalov*-féle összefüggésnek megfelelően egy kétalkotós rendszer megoszlási koefficiense (K), mely a komponensek parciális gőznyomásának hányadosa, az alábbiak szerint írható fel:

$$K = \frac{P_A}{P_B} = \frac{a_A \cdot P_A^0}{a_B \cdot P_B^0};$$

ahol: P_A és P_B — a komponensek parciális gőznyomása az oldat felett,
P_A^0 és P_B^0 — a tiszta komponensek gőznyomása,
a_A é a_B — a komponensek aktivitása az oldatban.

Elektronsugaras olvasztáskor a fémek párolgása molekuláris jellegű, minthogy a párolgási zónában a nyomás igen kicsi, és ezért a molekulák szabad úthossza a kamra méreteivel mérhető. Ilyen körülmények között a folyadék-gőz közötti egyensúly nem áll be. Molekuláris párolgáskor, amikor a fémek atomjai elszakadnak a felületről, ütközés nélkül kerülnek a vízhűtéses kondenzáló felületre, és ott lecsapódnak; a megoszlási hányados:

$$K_M = \frac{a_A}{a_B} \cdot \frac{P_A^0}{P_B^0} \sqrt{\frac{M_B}{M_A}};$$

ahol: M_A és M_B — a komponensek molekula tömege.

Párolgáskor a megoszlási hányados megváltozik. Határesetekben, megfelelően hosszú ideig tartó párologtatáskor a gáz- és folyadékfázis összetétele egyenlő lesz. Ebben az esetben a megoszlási hányados értéke egy. Az ilyen ún. azeotrop oldat összetétele nem változik a párolgás során, elektronsugaras kemencében végzett olvasztás során sem.

Vizsgáljuk meg az 1. táblázat adatainak felhasználásával a vanádiumtisztítás termodinamikai feltételeit a fémes szennyezőkre nézve. A számítási eredmények a *2. táblázatban* láthatók. Eszerint a vanádium tisztulása párolgás útján csak az alumínium esetében megy végbe. Egyéb fémekre a megoszlási hányados értéke kisebb egynél, ami azt jelenti, hogy az alapfém párolgása a szennyezővel szemben elsődleges. Ugyanakkor a kémiai analízis eredményei azt mutatják, hogy a vanádium elektronsugaras olvasztásakor egyéb fémes szennyezőkre nézve is tisztulás megy végbe. Ez a fémes szennyezőknek mechanikus úton, vanádium-gőzökkel, valamint szuboxid formájában végbemenő eltávozásával magyarázható.

Vanádium tisztítása intersztíciós szennyezőktől

(Intersztíciós szennyezők viselkedése a vanádium elektronsugaras olvasztásakor).

Vanádium tisztítása nitrogéntől

Az irodalomban található adatok szerint a nitrogén viselkedése a vanádium elektronsugaras

2. táblázat

A vanádiumtisztítás lehetőségeinek értékelése elektronsugaras olvasztáskor

Elemek		V	Al	Si	Ti	Fe	Mo
A kiindulási anyag kémiai	tömeg- %	98,55	0,20	0,49	0,30	0,10	0,20
összetétele	móltört	0,978	0,0037	0,0088	0,0032	0,0009	0,0010
Telített gőznyomás 2100 °C-on [2, 3], Pa		20,26	146,92	155,05	72,53	962,58	0,02
A fém parciális gőznyomása 2100 °C-on, Pa		19,86	54,39	0,57	0,023	0,87	$1,32 \cdot 10^{-5}$
Megoszlási hányados, K			3,81	0,9321	0,0119	0,04	$0,48 \cdot 10^{-6}$
Az elem egyensúlyi mennyisége K = 1-nél, tömeg- %			0,05	5,25	25,08	1,79	$22,4 \cdot 10^{-2}$
Az anyag kémiai összetétele a 2. olvasztás után, tömeg- % [1]			0,006	0,49	0,20	0,060	0,10

olvasztásakor nem egyértelmű. Egyes esetekben a nitrogéntartalom jelentős csökkenése, más esetekben azonos értéken maradása, illetve növekedése figyelhető meg. [5]

Pattoret és munkatársai [4] a fürdő felületéről elpárolgó nitrogén parciális nyomásának (P_N) és a kemencetérben maradó gáz parciális nyomásának (P'_{N_2}) hányadosát számították ki:

$$P_{N_2}/P'_{N_2} = \frac{n'_{N_2}}{n_{N_2}} \sqrt{\frac{M_{N_2} T_{olv}}{M'_{N_2} T_K}}$$

ahol: n'_{N_2} és n_{N_2} — gázfázisban levő nitrogénmolekulák, atomok száma, melyek a fém felületéről elpárolognak ill. oda visszatérnek,

M'_{N_2} és M_{N_2} — nitrogén molekula-tömege,

T_{olv} — az olvadék hőmérséklete, (2500 K)

T_K — a kamra falának hőmérséklete, (300 K)

Figyelembe véve, hogy a nitrogén eltávolítása az olvadékokból csak egy úton az alábbi reakció szerint megy végbe:

$$2\,N_{olv} \rightarrow N_2 \text{ gáz};$$

$$\frac{P_{N_2}}{P'_{N_2}} \cong 3,$$

ami azt jelenti, hogy a nitrogén elektronsugaras olvasztáskor nem megy át a fémbe.

Gottwald és munkatársai [5] elektronsugaras olvasztáskor részletesen vizsgálták a nitrogén viselkedését a vanádiumban.

Kis nitrogéntartalom esetén az olvadék nitrogénben gazdagodott, nagyobb nitrogéntartalomnál gázleadás volt megfigyelhető. A nagyobb nitrogéntartalmú minták olvasztása közben jelentős nyomásnövekedés volt megfigyelhető a kemencetérben. Ebből arra következtettek, hogy elemi nitrogén keletkezett. A szerzők bebizonyították, hogy elektronsugaras olvasztáskor a vanádiumot nem lehet megtisztítani a nitrogéntől olyan szintig, mely ne lenne negatív hatással a fém képlékeny tulajdonságaira.

Vanádium tisztítása oxigéntől

A vanádium oxigénszennyezésével kapcsolatos kutatások [4, 6] azt mutatták, hogy elektronsugaras olvasztáskor jelentős oxigénkoncentrációcsökkenés figyelhető meg az alábbi reakció következtében:

$$V_{(f)} + O_{(f)} \rightarrow VO_{(g)}$$

vagyis az oxigén szuboxid formájában eltávozik.

Pattoret és munkatársai elektronsugaras olvasztáskor a folyékony vanádium hőmérsékletét 2500 K-nak becsülve kiszámították, hogy az egyensúly beállásakor a felületről elpárolgó gáz és az időegység alatt az olvadékba kerülő gáz nyomásának hányadosa egyenlő:

$$\frac{P_{v0}}{P_{O_2}} = \frac{n_{O_2}}{n_{v0}} \sqrt{\frac{M_{v0} T_{olv}}{M_{O_2} T_K}}$$

ahol: P_{v0} — a vanádium-szuboxid parciális nyomása,

P_{O_2} — az oxigén parciális nyomása a kemencében,

n_{v0} — az olvadék felületéről elpárolgó vanádium-szuboxid oxigénatomjainak száma,

n_{O_2} — a fémolvadékba kerülő oxigénatomok száma,

M_{v0} — a VO molekulatömege, gmól

M_{O_2} — az oxigén molekulatömege, gmól

T_{olv} — a fémolvadék hőmérséklete, K

T_k — a kemence falának hőmérséklete, K.

Ha a megfelelő értékeket behelyettesítjük az egyenletbe:

$$\frac{P_{v0}}{P_{O_2}} = \frac{2}{1} \sqrt{\frac{66{,}94 \cdot 2500}{32 \cdot 300}} = 8{,}3$$

Következésképp a vanádiumolvadék elektronsugaras olvasztáskor nem szennyeződik el oxigénnel.

Krüger és munkatársai [6] alátámasztották azt a feltevést, hogy a vanádium tisztítása oxigéntől szuboxidon keresztül történik, és bebizonyították, hogy eközben az alapfém is jelentősen párolog, minthogy parciális gőznyomása az olvasztás hőmérsékletén elég magas.

Néhány fém tisztításának lehetőségét oxigéntől szuboxidok elpárologtatásával *Brewer* [7] értékelte. A *3. táblázatban* ezeknek a számításoknak az eredményeit foglaltuk össze. Az adatok a szuboxidok és fémek gőznyomásainak viszonyát mutatják. Ezekből az adatokból következtethetünk arra, hogy a fém az oxigéntől megtisztítható-e. Az adatok a fém egyensúlyi oxigénkoncentrációjára nem adnak információt.

A táblázat alapján az is elmondható, hogy a vanádium tisztítása oxigéntől szuboxidon keresztül nem hatékony, ezért inkább dezoxidáló szereket célszerű használni.

A vanádium oxigéntelenítését szénnel vagy az oxigénhez a vanádiumnál nagyobb vegyrokonsággal rendelkező fémekkel lehet elvégezni.

Szén alkalmazásának előnye, hogy a szén a folyékony fémben oldódó oxigénnel gázfázisú oxid képződése közben egyesül, mely nem oldódik a fémben, tehát az oxigén és a redukálószer is eltávozik. Ugyanakkor azonban szén túladagolásakor karbidképződés miatt a vanádium képlékeny tulajdonsága romlik.

Pattoret és társai [4] több fémmel vizsgálták a vanádium oxigéntelenítését az alábbi reakciók szerint:

3. táblázat

Fémek dezoxidálásának lehetőségei szuboxidon keresztül (2000 K-on) [7]

Dezoxidálás lehetséges	Dezoxidálás nem lehetséges
$\frac{MoO}{Mo}=10^{0,5}$	$\frac{Ti}{TiO}=1$
$\frac{MbO}{Nb}=10$	$\frac{V}{VO}=10^{2}$
$\frac{BO}{B}=10^{2}$	$\frac{Be}{BeO}=10^{3}$
$\frac{WO}{W}=10^{2}$	$\frac{Cr}{CrO}=10^{4}$
$\frac{ZrO}{Zr}=10^{2}$	$\frac{Mn}{MnO}=10^{4}$
$\frac{ThO}{Th}=10^{3}$	$\frac{Fe}{FeO}=10^{6}$
$\frac{HfO}{Hf}=10^{4}$	$\frac{Ni}{NiO}=10^{7}$
$\frac{TaO}{Ta}=10^{4}$	
$\frac{YO}{Y}=10^{5}$	

$$Me_{(f)}+O_{(g)}=MeO_{(g)}$$
$$2\,Me_{(f)}+O_{(g)}=Me_2O_{(g)}$$

A reakciók egyensúlyi állandói,

$$K=\frac{P_{MeO(Me_2O)}}{P_{O_2}}$$

Az egyensúlyi állandókat $a_{Me}\cong 1$-érték esetén a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

Az egyensúlyi állandók alapján a dezoxidáló tulajdonságokra a következő sorrendet állíthatjuk fel:

$$La > (Al) > (Si) > Y > Sc > (Ti) > Zr > V$$

A zárójelbe tett fémeknél a vanádiumban mutatkozó oldékonyságuk miatt aktivitáscsökkenésre számíthatunk.

A vanádium elektronsugaras olvasztásakor a fentebb említett *Pattoret* és munkatársai [4] munkájukban gyakorlati szempontból is vizsgálták néhány fém dezoxidáló tulajdonságát (Al, Si, Y).

4. táblázat

Néhány fém dezoxidáló képessége az egyensúlyi állandó alapján (2500 K-on) [4]

Rendszer	Illó monoxid	Egyensúlyi állandó lgK
La—O	LaO	7,86
	La_2O	6,07
Al—O	Al_2O	7,79
	AlO	3,59
Si—O	SiO	7,57
Y—O	YO	6,29
	Y_2O	5,02
Sc—O	ScO	kb. 6
	Sc_2O	kb. 4
Ti—O	TiO	4,85
Zr—O	ZrO	4,41
V—O	VO	4,11

Megállapították, hogy bár a szilícium jó dezoxidálószere a vanádiumnak, a nitrogéntől való tisztulás nem megy végbe. A szilícium ugyanekkor oldódik a vanádiumban, ami a képlékeny tulajdonságok szempontjából negatív hatású.

Az Al és Y adalék olvasztáskor teljesen eltávozik a vanádiumból, de közben dezoxidáló hatást fejt ki. Az Al dezoxidáló képessége jobbnak bizonyult, mint egyéb fémeké. Ugyanakkor sem az Al, sem az Y adalék nem csökkenti a vanádium nitrogéntartalmát.

Az Al dezoxidáló tulajdonságát *Krüger* és *Winterhager* [6] is vizsgálták. Megállapították, hogy az oxigén a vanádiumból elektronsugaras olvasztáskor kétféle mechanizmus alapján távozik: először Al_2O formában, majd rövid idő után az oxigén és alumínium koncentrációk annyira lecsökkennek, hogy a vanádiumnak és Al_2O-nak az elméleti elgőzölögtetési sebessége azonos lesz, és így az olvadék összetétele a továbbiakban nem változik. Ezután az oxigén és az alumínium menynyisége abszolút értékben még tovább csökken — egyrészt fém Al, másrészt VO elgőzölgése folytán.

Utalás található arra [8, 9], hogy a cérium hatékonyabb dezoxidálószer, mint a lantán. A cérium olyan mennyiségig csökkenti a vanádium oxigéntartalmát, mely gyakorlatilag már nincs negatív hatással a vanádium képlékeny tulajdonságaira. A cérium könnyen párolgó szuboxidot képez, és oldékonysága a vanádiumban nagyon kicsi (0,03 tömeg-%), ezért elektronsugaras olvasztáskor könnyen eltávolítható a fémből.

Ezenkívül a vanádium cériummal való tisztítása a nitrogéntartalom csökkenését is eredményezi, ami ennek a raffinálási módszernek nagy előnye, mivel elektronsugaras olvasztáskor a nitrogéntől tisztulás nem megy végbe.

Vanádium-fém elektronsugaras olvasztása során szerzett tapasztalataink

Kísérletsorozatunkban, melyek a vanádium elektronsugaras tisztítására irányultak, kétféle dezoxidálószer hatását vizsgáltuk, az alumíniumét és cériumét. A vanádium olvasztását (kb. 20 g-os öntecsek) (ES-0/1/7 típusú, *Heraeus* gyártmányú kemencében végeztük. Az *5. táblázatban* a kémiai analízis eredményeit, a Vickers-keménységmérés és a maradékellenállás-mérés eredményeit foglaltuk össze.

Mint az 5. táblázatból látható, 10% Al adalékoláskor kaptunk olyan oxigéntartalmú vanádiumot, melyet 1—5 tömeg-% cériumos kezeléssel értünk el.

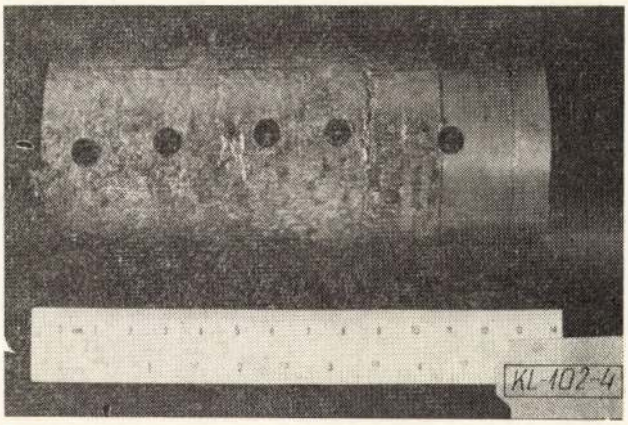
Nagy mennyiségű vanádium (néhány kilogramm) *„fogyóelektródás"* elektronsugaras olvasztását ES-50 típusú *Heraeus* gyártmányú kemencében végeztük. Olvasztáskor nincs lehetőség dezoxidálószer adagolására. Következésképp dezoxidáló anyagot a fémveszteség csökkentése céljából a vanádiumöntecsbe fúrt lyukba kell helyezni. Az Al és

5. táblázat

Az elektronsugaras olvasztással és alumíniummal, illetve cériummal raffinált vanádium jellemzői

adalék tömeg- %		Összetétel, tömeg- %				Vickers-keménység, N/mm² HV	Maradékellenállás, $R' = R_{273\,K}/R_{78\,K}$
Al	Ce	O	H	Al	Ce		
	0	0,1144	0,0010			13,05	3,72
	1	0,0133	0,0013		0,010	10,84	4,12
	5	0,0102	0,0003		0,010	11,06	
	10	0,0154	0,0012		1,08	10,18	3,86
0		0,2663	0,0024			16,10	3,64
2,5		0,0680	0,0026	0,03		14,40	3,93
10		0,0171	0,0014	0,06		13,20	3,83

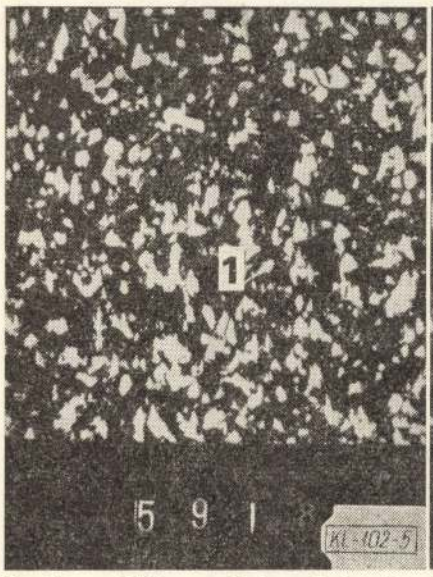
3. ábra. Elektronsugaras olvasztással előállított vanádium öntecs



4. ábra. Elektronsugaras olvasztással előkészített vanádium öntecs cériumos raffinálásához

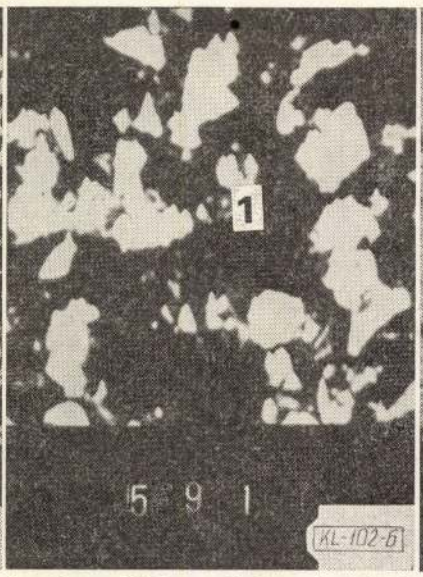
Ce közötti sűrűségkülönbség (2,7 és 14,2) alapján a vanádium dezoxidálására cériumot választottuk.

Az olvasztást a következőképp végeztük: a vanádium zsugorított briketteket az elektronsugaras kemencében „fogyóelektródává" hegesztettük össze és átolvasztottuk. Az átolvasztott öntecsbe „fészket" fúrtunk, ide helyeztük be az öntecs tömegének 3,5%-át kitevő mennyiségű cériumot *(4. ábra)*. Ezután a fémet kétszer átolvasztottuk. A vanádium kémiai összetétele tömeg-%-ban:



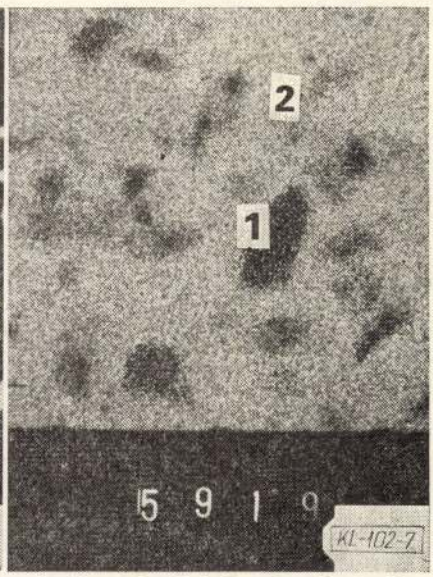
5. ábra. Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronképN 480X

1.: cériumban dús



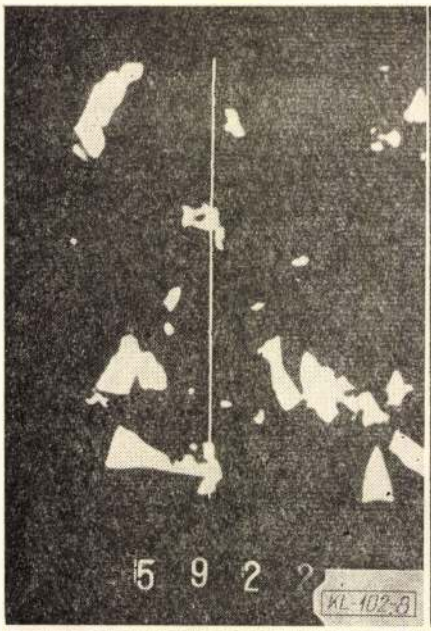
6. ábra. Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronkép N 960X

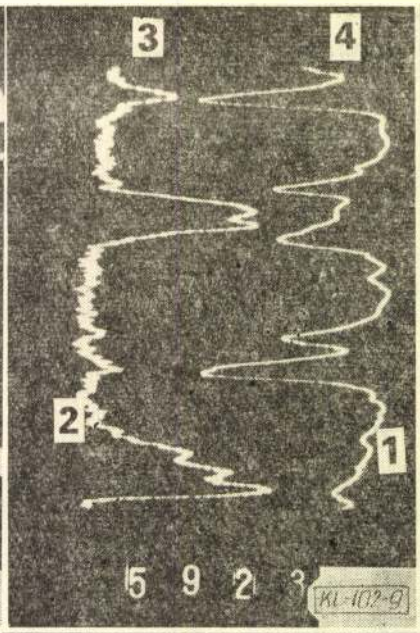
1.: cériumban dús

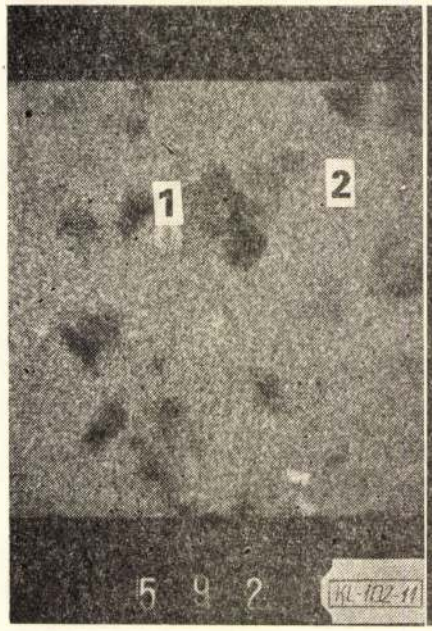


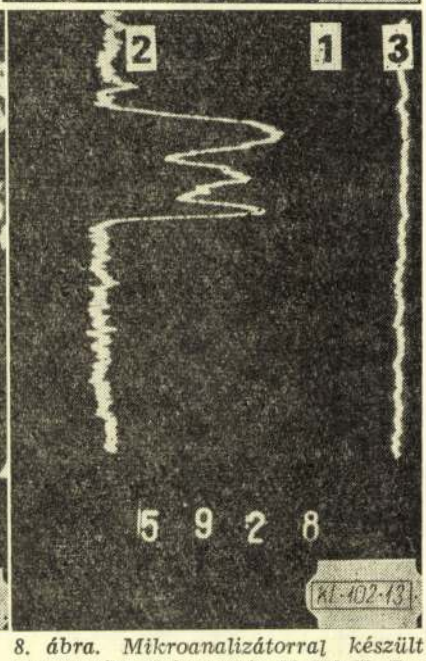
7. ábra. Területi elemeloszlás 6. ábra alapján

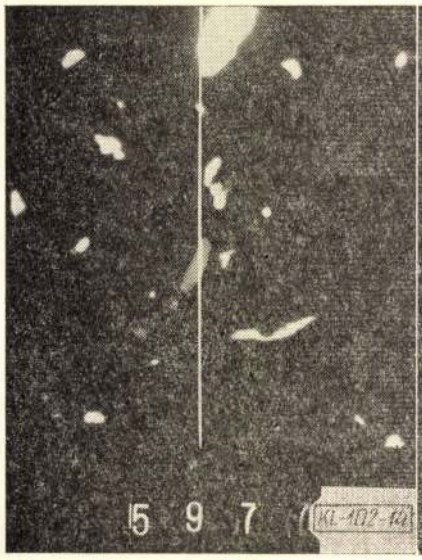
1.: Ce, 2.: V

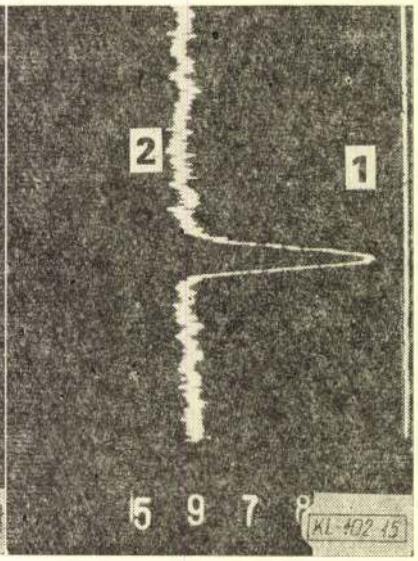












8. ábra. Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronkép N 960 X. Fehér vonal jelzi az elemzés helyét (lásd. 9. ábrát)

9. ábra. Vonalmenti elemeloszlás 8. ábra alapján
1.: Ce, 2.: V, 3.: Fe, 4.: Fe háttér

10. ábra Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronkép. N 960 X

11. ábra. Területi elemeloszlás 10. ábra alapján
1.. Si, 2.: V

12. ábra. Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronkép N 950 X. Fehér vonal jelzi az elemzés helyét (lásd 13. ábrát)

13. ábra. Vonalmenti elemeloszlás 12. ábra alapján
1.: Si, 2.: V, 2.: Si háttér

14. ábra. Mikroanalizátorral készült visszaszórt elektronkép elektronsugaras kemencében kétszeri átolvasztással előállított vanádiumról. N 960X. Fehér vonal jelzi az elemzés helyét (l. 15. ábrát.)

15. ábra. Vonalmenti elemeloszlás 14. ábra alapján
1.: Ce, 2.: V

$O_2 = 0{,}06$; $N_2 = 0{,}016$; $H_2 = 0{,}005$; $C = 0{,}029$
$Al = 0{,}01$; $Si = 0{,}13$; $Fe = 0{,}04$; $Ce = 0{,}033$

Vickers-keménység 15 N/mm². A fémes szennyezők mennyiségének és eloszlásának meghatározását mikroszondával végeztük. A vizsgálat eredményei az *5—15.* ábrán láthatók.

Az ábrák szerint a cérium mennyisége a második átolvasztás után jelentősen csökkent (14.—15. ábra) az első átolvasztáshoz (5.—9. ábra) viszonyítva, a vas egyenletes eloszlású a vanádiumban (8.—9. ábra), a szilícium pedig zárványként jelentkezik (10.—13. ábra)

Az elektronsugaras olvasztási kísérleteink során kétféle dezoxidálószer hatását próbáltuk ki a vanádium képlékenységi tulajdonságaira, az alumíniumét és a cériumét. Megállapítottuk, hogy a cériummal kezelés több szempontból is kedvezőbb, mind a hatásosság, mind a könnyebb kezelhetőség tekintetében felülmúlja az alumíniumot. Ilyen módon átolvasztott vanádium öntecsből 0,3 mm vastagságú szalagot állítottunk elő a szakítószilárdság. az újrakristályosodás és a kúszás vizsgálatokhoz,

IRODALOM

[1] *Anable, W. E.:* J. Vacuum Science and Technology, 7 (1970). No 6.
[2] *Zaboronok, G. F.—Zelencov, T. J.—Szokolov, B. C.—Ponzsin, A. Sz.:* Elektronnaja plavka metallov. Moszkva. Metallurgia, 1965.
[3] *Kubaschewski, O.—Evans, E. L.:* Metallurgical Thermochemistry. IV. ed. Pergamon. 1967.
[4] *Pattoret, A.—Trouvé, J.—Accary, A.:* Rev. Int Hantes Tempar et Réfract. 5 No. 3 (1969).
[5] *Gottwald, H. J.—Krone, K.—Krüger, J.:* Metall 23, No. 12, (1969).
[6] *Krüger, J.—Winterhager, H.:* Metall 20, No, 5 (1966).
[7] *Brewer L.—Chandrasekbaraiah M. S.:* Free Energy Functions for Gaseous Monosides, Rapport UCRL. 8713. 1960.
[8] *Gordienko, Sz. P.—Fenocska, B. V.—Feszenko, V. V.:* Redkozemelnie metallü i ih tugoplavkije szojedinenija, „Naukova Dumka" Kiev (1972).
[9] *Szavicskij, J. M.* és társai: Redkozemelnii metallü i szplavü. N6. szbornik. 1970.

Alumínium a festészetben

DR KLUG OTTÓ a kémiai tudományok kandidátusa Magyar Alumíniumipari Tröszt

DK: 669.71 : 75.051

Drégely László érdemes művésszel folytatott beszélgetés nyomán bemutatjuk az alumínium alkalmazását a táblaképfestészetben. A művész az alumínium révén új stílusirányzatot alakított ki, bevésett vagy domborított vonalvezetést és a fém zománcos színezését használva. Mint szimbólumokkal dolgozó festő, e fém révén lehetősége nyílt szimbólumai fokozására, egyes képi elemek erőteljesebb hangsúlyozására.

A „*korunk féme*"-ként is jellemezhető alumínium nemcsak az iparban, hanem a művészetben is teret hódított magának. A szobrászatban is helyet kapott, bár e területen elterjedése inkább a kisplasztikában jelentős. Érdekességnek számíthat, hogy hazánkban a első alumínium érmét az 1896-os, millenniumi kiállításra verték. (Ezt az érmét az *ALUTERV-FKI* a közelmúltban újra verette.) Még inkább különlegesnek számít az alumínium, a „rideg hatású fém" alkalmazása a festészetben. Az alumínium táblaképfestészet úttörője magyar művész: *Drégely László*, aki közel 20 éves munkásságában először alkalmazta vászon vagy fa helyett alapnak a fémet. Akik a tatai *Kuny Domokos* múzeumban, Budapest különböző kiállítótermeiben és tárlatain, vagy a *Velencei Galériában* és más nagyobb városainkban a művész önálló tárlatait látták bizonyosan felfigyeltek a különleges alkotásokra. Értékes gyűjtemény látható ezekből az alumínium képekből a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* egyik tanácstermében is.

A művész életútja

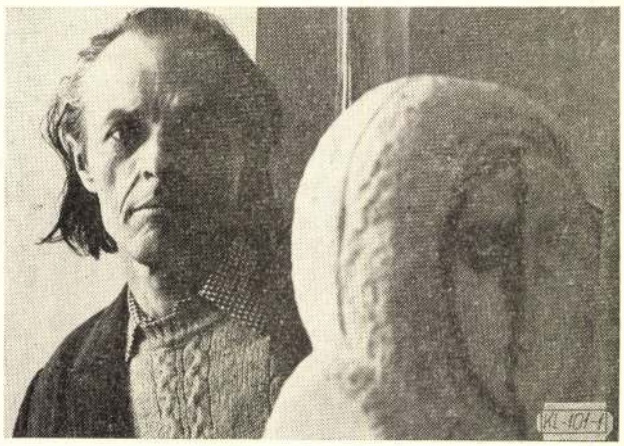
Drégely László 1932-ben, *Pécsett* született. Szülővárosában végzett gimnáziumi tanulmányai során, már fiatal korában kezdett festeni. 1951—1953 között az Iparművészeti Főiskolán tanult — díszlettervezést. Munkássága első szakaszában díszlettervezőként dolgozott, 1958-tól a Magyar Televíziónál, majd több budapesti színháznál. Ilyen irányú munkájáért 1972-ben Balázs Béla díjjal tüntették ki, majd 1977-ben érdemes művész kitüntetésben részesült.

Festőművészként, éspedig főként táblaképfestőként 1957-ben az Országos Tárlaton mutatkozott be, első önálló kiállítását 1962-ben, Budapesten rendezte. Azóta 42 önálló kiállítása volt Európa számos országában (pl. Dániában, Franciaországban, Hollandiában, az NSZK-ban, Csehszlovákiában, Lengyelországban) és az USA-ban. Képeit több külföldi múzeumban (pl. a *Hellweg Museum*ban, az *Esseni Múzeumban* —(NSZK), a *Magyar Nemzeti Galériában*, a tatai *Kuny Domonkos Múzeumban* és számos magángyűjteményben Görögországtól az USÁ-ig megtaláljuk.

Az alumínium „felfedezése"

A művész díszlettervező pályafutása során került kapcsolatba az alumíniummal. Ahogy saját maga nyilatkozott erről, a jól alakítható, fémes fényét is megtartó fém felkeltette érdeklődését: az alumínium a maga fémes megjelenésével fokozhatja a képek vonalhatását, bevésett vagy kidomborított vonalak még hangsúlyosabbá teszik a képet, és újabb lehetőséggel gyarapítják a művészeti kifejezési módokat.

Első színes alumínium képeit a hatvanas évek végén alkotta. Kísérletezett. A díszlettervezés so-



1. ábra. Drégely László

rán jól bevált fémet kipróbálta: tudja-e általa jobban hangsúlyozni mondanivalóját? És a kísérlet sikerült: új, különleges festészeti irányt alakított ki, amelynek alapja a félkemény, *0,5—0,8 mm vastag alumínium lemez. Drégely* művészetével ma egyedül áll a világon. Nem véletlen tehát, hogy világszerte érdeklődéssel tekintenek a művészre és alkotásaira.

A művészeti alkotások

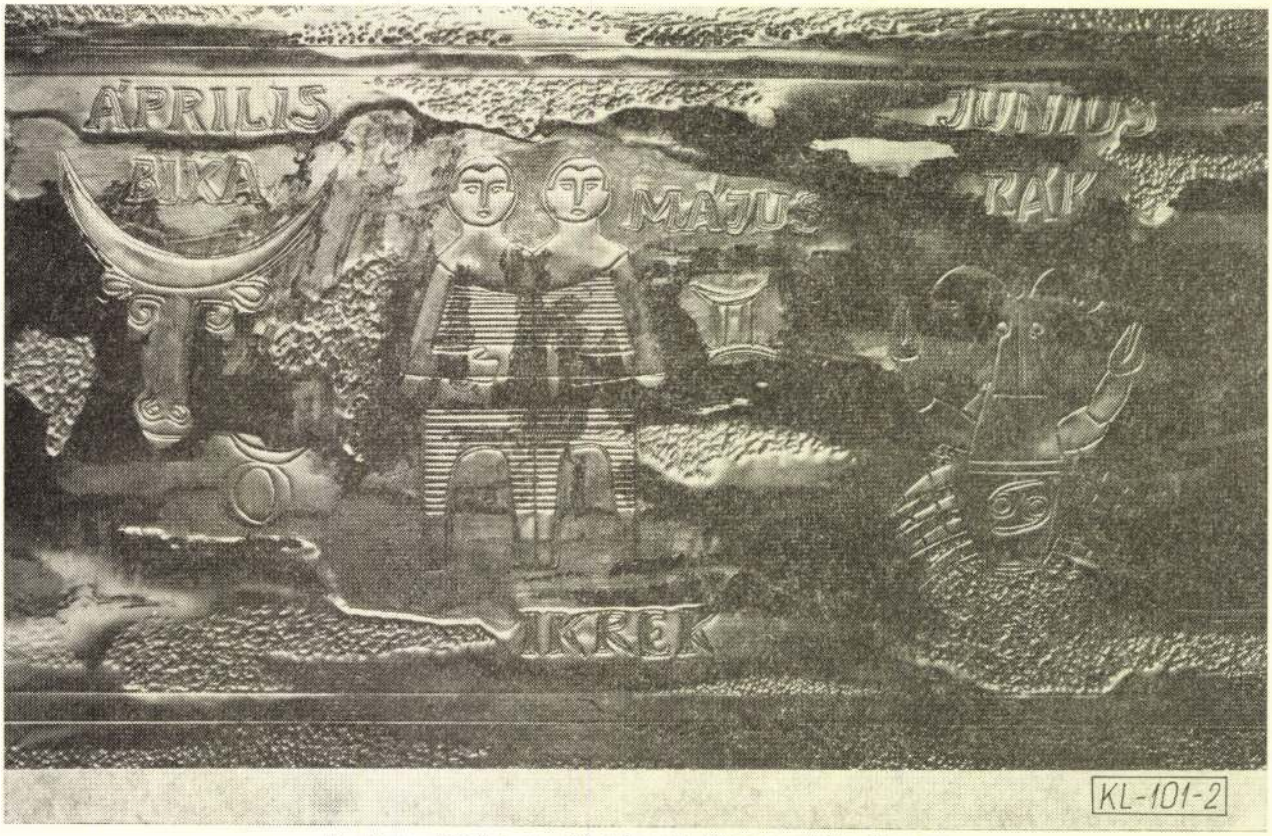
Drégely, mint képfestő, síkszerű ábrázolással dolgozik, ebben a vonalak hangsúlyozásával építi ki szimbólumait: férfi-nő, szárnyas alak, óra, gyertya stb. A szimbolikus világkép Drégely művészetének legegyénibb része és legnagyobb erőssége.

Például legtöbb képén megjelenik az óra, amely a képen általában közel 12 órát mutat, és szimbolizálja azt, hogy az idő múlik, a befejezés — éjfél — előtt állunk. Ily módon hívja fel a figyelmet, hogy takarékoskodjunk az idővel Másik jellemző a férfi-nő ábrázolás, ez az élet szimbóluma. Sokszor szinte groteszkig sűrűsödő vonalaival, a leegyszerűsített foltok rendjével grafikai és festői elemek egységét teremti meg úgy, hogy számára ez az egység csak eszköz, szimbólum. Az élet, a teherviselés, a holnapra előretekintés, a feltétlen embertisztelet, vagy a félelem sötétsége, a szenvedés — mind-mind benne van *Drégely* jelképekkel, szimbólumokkal építkező festészetében.

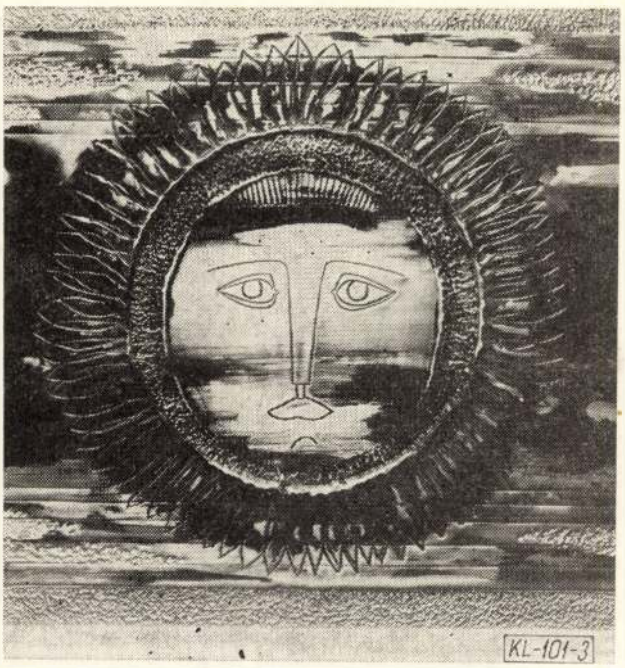
Egyik méltatója, *Bereczky Lóránd* állapította meg, hogy képeiben a tartalmi telítettség mellett a megjelenítés szakmai bravúrjai is figyelmet keltenek. Kevesen tudnak *Drégelyhez* hasonló virtuozitással bánni a tér és sík táblaképi kapcsolatának lehetőségeivel... a látvány-élmény és az elvonatkoztatott összefüggésekkel. Képírás és festőiség, szabad asszociáció és fegyelmezett gondolat egysége valósul meg a művekben olyan szinten, amely jelentős festészeti vonulathoz teremt alapot kortárs művészetünkben.

Drégely festészete realista festészet. Reális tárgyak ábrázolása révén alakítja ki szimbólumvilágát. Francia méltatója, M. Pfilippe írja erről: „Festészete a közömbösség a félelem, háború és halál ellen szól, a világosságért,... minden emberéért"

Az alumínium révén új stílust kellett kialakítania, műhelyének új „profiljával" lehetett megoldani az újszerű ábrázolásmódot. Továbbra is fő kifejezésmódja a rajzosság maradt, ezt alumíniumon is meg lehe ett oldani (bevésett vagy domborított vonalakkal). A színek a rajz kiemelését, a



2. ábra. Részlet a „12 hónap" képsorozatból: Tavasz



3. ábra. Részlet a „12 hónap" képsorozatból: Nap

4. ábra. Poésie

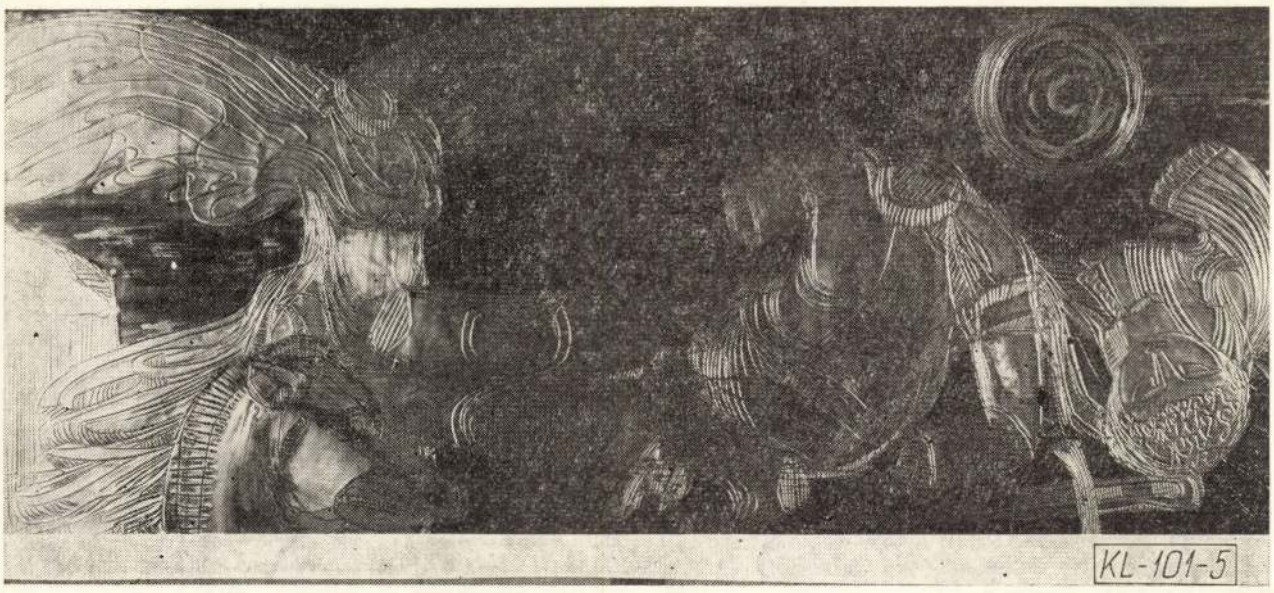
hatás fokozását célozzák. Esetenként a nem domborított felületeket lazúros foltokkal hangsúlyozza. Az alumínium alkalmas volt arra is, hogy a síkszerű ábrázolásban a képek egyes elemeit furcsa, szimbolikus terekbe helyezze át, annak hangsúlyozását vastagabb, erősebb zománcfesték réteggel tudta elérni.

A Magyar Alumíniumipari Trösztben levő gyűjtemény 11 képből áll, amelyek közül kiemelkedik az öt részből összetevődő „12 hónap" c. alkotás. A csillagjegyekkel bemutatott, évszakonként bontott képsor *(2. ábra)* központjában a nap áll *(3. ábra)*. A hideg, őszi-téli időszakot kék, a meleg nyarat piros színfoltokkal erősítve jeleníti meg.

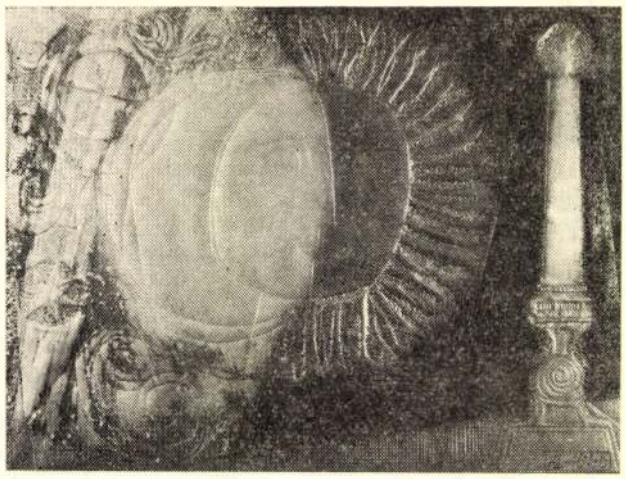
„Emlék" címet viselő két képe az óra és gyertya szimbólumával az emberi élet múlására figyelmeztet. A *„Poésie" (4. ábra)* a szelídséget, ami a költészet egyik jellemzője, békegalamb szimbólumával mutatja be. A művészet —, ahogy már a latin közmondás is utalt rá: inter arma silent musae, — csak békében tud fejlődni és teljes szépségében kibontakozni.

Az *„Emberi sors"* a gépek, mechanizmusok (fogaskerekekkel működtetett „robot"-kezek) árnyékában, a gép által, mint marionett-figurát, mozgatott emberrel, a másik személy agyában feltűnő képletekkel, műszerrel jelzi, hogy korunk a gépek kora, és az ember megalkotja a gépet, de ugyanakkor szolgálnia is kell azt. Haldokló görög vitézt ábrázol a *„Hellas"*. A lemenő vörös nap az élet alkonyát, az elejtett fegyver a küzdelem feladását szimbolizálja *(5. ábra)*.

A *„Moloch"* a mindent: embereket, tudást, létet, tudományt (számok és képletekkel szimbolizálva) felfaló és magában felemésztő „lény" szimbólumával ébreszti rá a nézőt, hogy nem lehet közömbös az ilyen jellegű törekvésekkel szemben. *„Álom"* c. két képe az emberi élet álombeli visszatükröződését vetíti elénk, torzóval, a jó és rossz küzdelmével, de mindig figyelmeztetve arra, hogy az idő kevés! Ugyancsak az idő múlását és az életet ábrázolja ill. szimbolizálja a *„Hold és Nap"*



5. ábra. Hellas



6. ábra. Hold és Nap

(6. ábra). A nappal és éjszaka (a gyertya és az éjfélhez közeledő óramutatók) ábrázolásával akarja *Drégely* rádöbbenteni a nézőt arra, hogy az élet elfogy, az idő rövid, de ugyanakkor figyelmeztet: okosan gazdálkodjunk a még hátralévő időnkkel.

Drégely László képei a művész által szimbólumokkal jelzett mondanivaló mellett tanúságot tesznek arról is, hogy az alumínium helyet kaphat és kell, hogy helyet kapjon a művészetben, ezen belül a festészetben is. Az az úttörő kezdeményezés, amelyet a művész magára vállalt e képek megalkotásakor, új lehetőségeket teremtett a festészetben, és minden valószínűség szerint követőkre fog találni.

IRODALOM

[1] *Körner É.:* Drégely László Budapest, é. n.

[2] *Körner É.:* Drégely. Kuny Domonkos Múzeum képzőművészeti Kiállításai, 10. sz. Tata, 1977.

KOLOSY ERNŐ
1924 – 1980

Fájdalmas veszteség érte a magyar alumíniumipart. Rövid szenvedés után július 10-én elhunyt *Kolosy Ernő* okl. kohómérnök, az *ALUTERV—FKI* főosztályvezetője, lapunk rovatvezetője.

Az *Amerikai Egyesült Államokban*, Pennszilvániában született. Édesapja a Tanácsköztársaság bukását követően vándorolt ki az USA-ba és vállalt az ottani vaskohászatban munkát. A család a nagy gazdasági válság idején, 1931-ben települt vissza Magyarországra, ahol először *Miskolcon* telepedtek le. *Kolosy Ernő* pályaválasztásában döntő szerepe lehetett a családi hagyományoknak, hiszen édesapja, *Kolosy Sándor* tapasztalt vaskohómérnök volt és úttörő munkát végzett a keményfémek hazai porkohászatának megteremtésében.

Kohómérnöki oklevelét a *Soproni Műszaki Egyetemen* 1948-ban szerezte. Ezt követően üzemmérnökként kezdte pályáját az éppen akkor államosított *Tatabányai Alumíniumkohóban*. Itt a termelés irányítása mellett műszaki fejlesztési feladatokkal foglalkozott. Szorgalma, gyakorlati érzéke, kötelességtudása, emberséges magatartása elismeréseképpen 1951-ben, már 27 éves korában a vállalat főmérnökévé nevezték ki. 1956 szeptemberétől hat éven át az *Inotai Alumíniumkohó* műszaki igazgatójaként dolgozott.

Tatabányai és inotai évei egybeestek a hazai alumíniumkohászat egyik dinamikus korszakával, amelyben a termelő kapacitások a Tatabányai Kohó bővítése és a „zöld mezőn" létesített Inotai Kohó építése révén gyakorlatilag megháromszorozódtak, ugyanakkor a technológia is ugrásszerűen fejlődött. Ennek a kornak voltak vívmányai az 50 000 amperes áramerősségű elektrolizáló kádak, a függőleges tüskéjű Söderberg anódok, a 10 tonnás pihentető kemencék, a kohóbeli és tuskóöntödei munkák gépesítésének első lépései, mint a vákuumcsapolás és a félfolyamatos tuskóöntés bevezetése. *Kolosy Ernő* ennek a mozgalmas korszaknak üzemi élvonalában dolgozott, mindig felelős helyen, mindig a jobbat, a tökéletesebbet keresve.

1960 októberében az *ALUTERV*-be helyezték át: Itt a Kohászati Tervező Iroda főosztályvezetőjeként főkében. A kohóknak az elmúlt két évtizedben elért sikerekhez *Kolosy Ernő* elgondolásai, erőfeszítései is hozzájárultak. Az utóbbi években a tervezett új hazai kohó műszaki körvonalainak kialakításán fáradozott. Aktívan és maga munkájával is részt vett az *ALUTERV—FKI* export fővállalkozás erőfeszítéseiben, így elsősorban egy indiai üzem céljait szolgáló tervek készítésében.

Több ízben járt szakértőként, tanulmányúton, tárgyaló delegációk tagjaként külföldön. Az *ENSZ Iparfejlesztési Szervezete*, az *UNIDO* megbízásából *Egyiptomban* dolgozott alumíniumkohászati szakértőként. Tapasztalatainak, ismereteinek továbbadása, a szakmai oktatás segítése mindig szívügye volt. Erről számos, főleg alumíniumkohászati tárgyú előadása, közleménye, technikumi tankönyve, a *Miskolci Nehézipari Egyetem Tüzeléstani Tanszékén* végzett oktatói munkája tanúskodik.

Munkájának erkölcsi elismeréseképpen 1954-ben Szocialista Munkáért Érdemérem, 1967-ben a Nehézipar Kiváló Dolgozója, 1976-ban és 1980-ban Kiváló Dolgozó kitüntetésekben, illetve címekben részesült.

Egyesületünknek 1950 óta volt tagja. 1973 óta lapunk fémkohászati rovatát gondozta szerkesztői minőségben nagy szeretettel és a tőle megszokott alapossággal.

Az Egyesület saját halottjának tekintette, s gondoskodott a július 28-án tartott végtisztességének megrendezéséről. Gyászbeszédet az Egyesület nevében *Pálovics Pál*, munkatársai nevében *Bokor András* tagtársaink mondtak a temetőben. Mindnyájan fájdalommal gondolunk rá, emlékét pedig szeretettel megőrizzük! (GY)

Germánium a magyar bauxitokban és viselkedése a Bayer technológiában

KÁLMÁN TIBORNÉ okl. vegyészmérnök
ALUTERV—FKI

DK: 669.712.111.2

Meghatározták a magyar bauxitok germánium-tartalmát. Spektrofotometriás módszert dolgoztak ki a timföldgyári anyagok germánium-tartalmának analízisére. A mennyiségi meghatározás alsó határa 0,5 μg. A módszer hibája ±10 % rel. Vizsgálták a Ge kémiai és technológiai viselkedéséa Bayer körfolyamat néhány pontján.

Az *Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézetben* széles körű kutatási munkák folynak a magyar bauxitok főalkotóit kísérő — gazdasági jelentősséggel bíró — nyomelemek hasznosítására. Az értékes fémek kinyerésére irányuló kutatómunka során meg kell határozni az illető elem pontos koncentrációját, ill. koncentráció-eloszlását a hazai bauxitelőfordulásokban és a gazdaságos technológiai eljárás kiválasztásához a timföldgyáfáts folyamán várható dúsulását.

Az általunk végzett kísérletekkel — alapkutatás jelleggel — tisztázni kívántuk a germánium bauxitba jutásának körülményeit, a pontos koncentráció értékét és a technológiai viselkedését.

A germánium geokémiai viselkedése

Az elemek geokémiai gyakorisága rendkívül széles határok között változik. Nyomelemeknek azokat az elemeket nevezzük, amelyeknek átlagos koncentrációja 0,1%-nál kisebb a Föld külső, mintegy 16 km-es kéregrészében [24]. A földkéreg átlagos germániumtartalma *Businszkij* [1] és *Krauskopf* [2] szerint 1,5 μg/g. A germánium dúsulási együtthatója bauxitokra nézve alacsony. Gutkin és Szegyenko [3] szovjet és balkáni bauxitok vizsgálata alapján megállapították, hogy az átlagos germániumkoncentráció a *Clark-érték* két-háromszorosa. *Businszkij* [1] szerint 4 μ/g, *Tenyakov* és *Lavrencsuk* [4] szerint 2,7 μ/g volt az általuk vizsgált bauxit lelőhelyek átlagos germánium-tartalma.

Szádeczky—Kardoss [5] által vizsgált bauxitok germániumtartalma kisebb volt 3 μ/g-nál. A geokémikusok komoly kutatásokat végztek arra vonatkozóan, hogy milyen szerepe van a germánium dúsulásában

— a bauxitok képződési körülményeinek,
— a bauxitok fő alkotóinak,

és hogyan épül be a germánium az ásványi komponensek közé.

Gutkin és Szegyenko [3] megállapították, hogy az egy lelőhelyen vett minták germániumtartalma 0,5—9,0 μ/g között szór és nincs minden esetben dúsulás a kiinduló kőzethez képest. Nincs a germániumnak önálló ásványa a bauxitokban. A dúsulást illetően a bauxit főalkotóinak van különböző szerepe, alapvető jelentőséggel bírnak a vas és alumínium autigén ásványai. *Szádeczky—Kardoss* [5] szerint a germánium izomorf helyettesítéssel kerül a szilícium helyére a bauxit képződése során. *Frondel* [6] a germánium viselkedését különböző kőzetek oxidált zónáiban vizsgálta. többek között megállapította, hogy azokban a zónákban, ahol a kiinduló kőzetek szulfidos ásványokat tartalmaztak és ezeket oxidáló hatás érte az átalakulás során, a Ge a másodképződésnél szorbció útján került az új ásványba. Nagyon jó adszorbeáló tulajdonsága van a vashidroxidoknak a *goethitnek* és a *lepidokrokitnak*. *Bárdossy* [7] szerint a magyar bauxitok leggyakoribb vasásványai a *hematit* (alfa Fe_2O_3) és a *goethit* (alfa FeOOH), a *lepidokrokit* (gamma FeOOH) nagyon ritka. *Bárdossynak* a szőci és nyirádi bauxitokban sikerült kimutatni 0,8 μ/g, ill. 0,9 μ/g GeO_2-t (spektrálkémiai analízissel). *Tananaev* és *Spirt* [8] görög és szovjet bauxitokból vizsgálták a germánium kinyerésének lehetőségét. Frakcióelemzések során megállapították, hogy a germánium a mágnesezhető frakcióban dúsul, azaz a *maghemit, ilmenit, magnetit* mellett. *Logomerac* [9] a bauxit nyomszennyezőinek timföldgyári körfolyamatbeli viselkedését vizsgálva megállapította, hogy a germánium a vörösiszapban dúsul.

A germánium analitikai meghatározása

Tekintettel a vizsgálandó minták alacsony germániumkoncentrációjára, a germánium analitikai meghatározásár a csak a spektrofotometria jöhetett számításba *(1. táblázat)*.

A germánium spektrofotometriás meghatározásához *Erdey—Bodor* [15] a Ge (IV)-molibdénkék reakciót alkalmazták. *Strickland* [16] quinalizarinacetát—Ge borvörös komplexét, *Newcombe* [17] az oxidált hematoxolin—Ge lila szinű komplexét X. *Oka* [18]a Ge—quercetin sárgazöld komplexét fotometrálták.

A legfontosabb és szinte kizárólagosan alkalmazott reagens a germánium analízisénél a fenylfluoron (2,6,7-trihidroxid-9-fenyl-3-4-xantenon). A Ge (IV) a fenylfluoronnal 1:2 összetételű, vízben roszszul oldódó kolloidális polimer komplexet képez [19]. A komplex abszorbciós maximuma 510 mm-

1. táblázat

Analitikai vizsgálati módszerek kimutatási határa a germánium meghatározásakor

Spektrofotometria fenyfluoron Ge μg/ml	Emisszíós [10] spektrokémia grafitmatrix Ge μg/g	Emissziós [11] spektroszkópia ICP Ge μg/ml	Láng [12] emissziós spektrometr. Ge μg/ml	Atom [13; 14] abszorpciós spektrometr. Ge μg/ml
0,01	5	0,1—0,3	0,5 N[a]	1,3 NA[b] 5 AA[c]

a) Nitrogénoxid, *b)* nitrogénoxid/acetilén, *c)* levegő/acetilén

2. táblázat

Nyírádi goethites bauxitlelőhely fúrólyukmintái

Nyírád	Izz. v. %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	CaO %	MgO %	SO_3 %	Σ Al_2O_3, Fe_2O_3 %	Ge μg/g
1.	15,0	8,9	11,0	60,0	2,3	0,7	0,2	0,1	71,0	0,9
2.	15,1	2,8	2,6	73,8	4,2	0,3	0,1	0,03	76,4	0,9
3.	13,2	2,4	24,8	55,5	2,4	0,42	0,11	0,02	80,3	1,0
4.	12,2	2,2	29,9	50,9	2,5	0,2	0,13	0,03	79,9	1,0
5.	11,9	1,0	30,5	52,6	2,7	0,3	0,09	0,02	83,1	1,25
6.	11,1	2,0	33,4	50,7	2,3	0,16	0,09	0,03	84,1	1,40
7. (Nyírádi átl. bauxit	14,3	9,5	21,6	48,8	2,4	0,9	0,6	0,06	70,5	1,0

nél van. E_{510} értéke a közegtől függően $4 \cdot 10^4$—$8 \cdot 10^4$ között váltakozik, a legkedvezőbb közeg a szin stabilitására 0,5—1 M HCl [20]. A germánium-dúsításához és a zavaró elemektől való elválasztásához *Cluley* [21] alkalmazta elsőként a desztillációt. *Schneider* és *Sandell* [22] dolgozták ki az extrakciós módszert, amelyet *Luke* és *Campbell* [23] fejlesztettek tovább.

Kísérleti rész

A minták alacsony germánium tartalma és a jelenlévő zavaró elemek miatt előzetes elválasztásra, ill. dúsításra volt szükség. Bauxitok és vörösiszapok esetében a feltárt mintából extrakciót, aluminátlúgok esetében desztillációt alkalmaztunk. A desztillációt 6 M sósavas közegben, az extrakciót 9 M sósavas közegben végeztük. A mérőegyenesek készítésénél ugyanúgy jártunk el, mint a minták esetében. A pontokat 0,5 μ-10 μ Ge-ig vettük fel 10 ml-es végtérfogatban. A színelőhíváshoz 0,02%-os fenylfluoron oldatot (0,05 g reagenst oldunk 40 ml konc. sósavban és etilalkohollal 250 ml-re hígítjuk) és 1%-os gelatin oldatot alkalmaztunk. A komplex színének teljes kifejlődéséhez 1 óráig 25°C-on tartottuk az oldatot, majd 510 nm-es 1 cm-es küvettában a reagensek összehasonlító-oldatával szemben fotometráltuk. A módszer 0,05—1,2 μ/ml tartományban pontossággal használható.

Bauxitból, vörösiszapból és timföldből 0,5 g-ot, lúgsóból 1,0 g-ot, vanádiumsóból 2,5 g-ot tártunk fel, és a teljes mennyiségből extraháltuk a germániumot. Aluminátlúgokból 10 ml eredeti mintából desztilláltunk, ill. a desztillátumból extraháltuk a germániumot. A mérési eredmények szórása ± 10 rel.% volt.

A magyar bauxit előfordulások közül az alábbiakból végeztünk analízist és a következő eredményeket kaptuk:

Nagyegyháza	0,7 μ/g Ge
Nyirád	1,0 μ/g Ge
Nagytárkánypuszta	0,8 μ/g Ge
Tüskésmajor	0,7 μ/g Ge
Csordakút	1,1 μ/g Ge
Iszkaszentgyörgy	0,7 μ/g Ge
Halimba	0,9 μ/g Ge

Néhány nyirádi lelőhelyről származó fúrójukminta analízisével egyrészt a germánium szórt előfordulását, ill. a germániumnak és a főalkotóknak valamiféle összefüggését szerettük volna nyomonkövetni. A rendelkezésre álló adatokból a kis-számú minta miatt — csak azt a következtetést vontuk le, hogy a magyar bauxitok átlagos germániumtartalma 1 μ/g körül van és a ΣAl_2O_3, Fe_2O_3 növekedésével a germániumtartalom is nő. Az adatokat a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

A bauxitok feltárása során a germánium beoldódik a nátrium-aluminátlúgba nátrium-germanát (Na_2GeO_3) alakjában. Az aluminátlúg hűtése és higítása, ill. a vörösiszap elválasztása során azonban a vas- és alumínium-hidroxidok adszorpció útján magukkal viszik a germanát (GeO^{2-}) ionokat *(Paneth—Fajans—Hahn-féle szabály)*. Így a germánium körfolyamatbeli távozási helyeként a vörösiszap-elválasztás, ill. az alumínium-hidroxid kikristályosítása jelölhető meg.

Üzemi körülmények között a hosszú tartózkodási idők (ülepítés, kikeverés) biztosítják a germanátionok majdnem teljes adszorbcióját. A bauxit kevés germániumtartalma ugyan beoldódik, de az ülepítés során majdnem teljesen távozik az iszappal. A körfolyamatban maradt germanátionok nagy része távozik a kikeverésnél az alumínium-hidroxiddal, majd a lúgbepárlás után a lúgsóval. Így a sűrűlúgban már csak nyomokban marad germánium, ezért nincs módja arra, hogy a körfolyamat valamelyik lúgfázisában feldúsuljon.

A fentieket Almásfüzitőről és Ajkáról származó — technológiailag nem összetartozó — minták analízis eredményeivel szeretnénk alátámasztani *(3. táblázat)*.

(Lúgsóból és timföldből a kimutatási határ fölött elemeztük a germániumértéket, vanádiumsóból nem lehetett kimutatni. Az értékeket a nagy bizonytalanság miatt nem adjuk meg.)

Laboratóriumi körülmények között a következő vizsgálatot végeztük. Külföldről származó 0,5 μ/g Ge tartalmú „C" jelű bauxithoz hozzámértünk annyi GeO_2-ot, hogy GeO_2-ra nézve 1%-os legyen. A feltárást autoklávban, szintetikus sűrűlúggal, 140°C-on végeztük, és az adszorpciót előidéző szilárd fázist a feltárt zagyból azonnal eltávolítottuk.

3. táblázat

Üzemi minták analitikai eredményei

Almásfüzítő	Ge μg/g	Ajka	Ge μg/g
Bauxit	0,7	bauxit	0,9
Vörösiszap	1,2	vörösiszap	1,3
Sűrűlúg	>0,05	sűrűlúg	>0,05

4. táblázat

η_{Ge} **a germánium beoldódási hatásfoka**

Minta	SiO_2 %	Fe_2O_3	Al_2O_3 %	TiO_2 %	GeO_2 %	η Ge %
„C" bauxit	1,7	21,1	45,5	5,2	1,0	73
„C" vörösiszap	3,8	49,2	22,9	10,8	0,63	

Az elemzési eredményeket a *4. táblázatban* foglaltuk össze.

A „C" iszapból röntgendiffrakciós felvételt készítettünk, amelyet minőségileg értékeltünk.

A röntgendiffrakciós vizsgálat alapján Fe_2O_3-tartalom döntő hányada (az összes Fe_2O_3-tartalom mintegy 90%-a *alumo-goethit*, a maradék pedig *hematit* formában van jelen. Az Al_2O_3-tartalom feltáratlan *böhmitben* és *alumo-goethitben* van kötve. A TiO_2-tartalmat anatázként és rutilként, a SiO_2-tartalmat kvarcként és nátrium-alumínium-hidroszilikátként azonosítottuk.

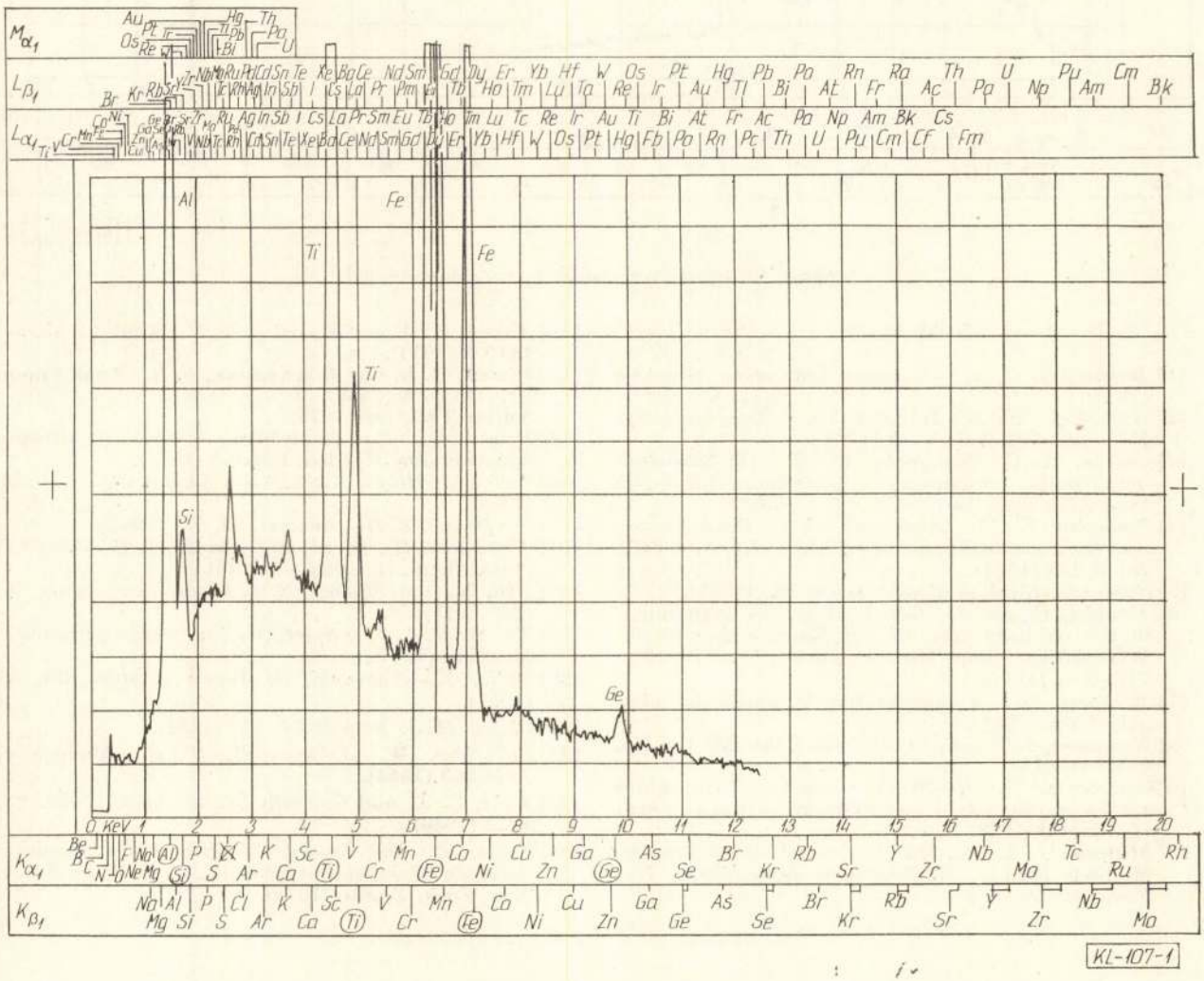
A röntgendiffrakciós vizsgálattal igazoltuk az adszorbeáló fázis — *alumo-goethit*— jelenlétét.

A „C" vörösiszap-mintát megvizsgáltuk energiadiszperzív analizátorral. Az elemzésre kiválasztott részleteket a pásztázó elektronmikroszkóp domborzati képei alapján választottuk ki. A minta energiaspektruma, amelyen jól kivehető a germánium K. vonala, az *1. ábrán* látható. A vizsgálat során különböző összetételű részletekről vettünk fel spektrumot. Azt tapasztaltuk, hogy a germánium vasban és alumíniumban dús részletekben dúsult, míg a kimondottan vastartalmú szemcséknél nem jelentkezett *(2. ábra)*.

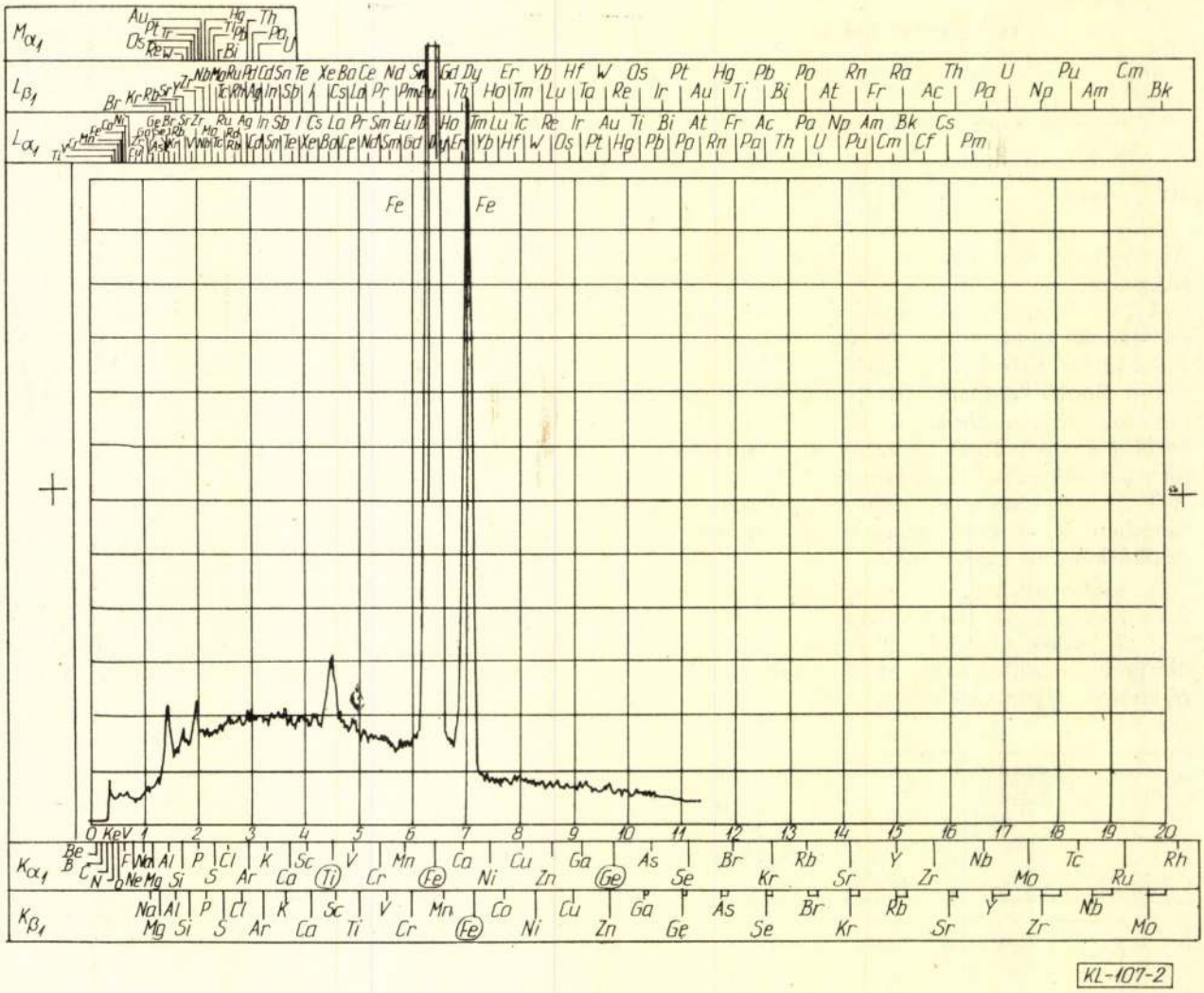
Kísérletünkkel a germánium iszapba kerülésének körülményeit vizsgáltuk és megállapítottuk, hogy a germánium nagyobb koncentráció értéke, az adszorpciót előidéző szilárd fázis azonnali eltávolítása kedvezett a germánium beoldódásának. Az energiadiszperzív analizátorral végzett analízis alátámasztotta az adszorpciós folyamatról korábban leírt feltételezésünket.

Összefoglalás

Az általunk vizsgált magyar bauxitok germániumtartalma 1 μ/g körül van. A Bayer-technológia szerint feldolgozott bauxitok germániumtartalma nagy részben a vörösiszapba kerül. A körfolyamatban maradó germániummennyiség a technológiát nem zavarja, a végtermék — a timföld — minőségét nem befolyásolja.



1. ábra. A minta energiaspektruma



2. ábra. A vastartalmú szemcsék energiaspektruma

IRODALOM

[1] *Businszkij, G. I.:* Geologija bokszitov. Moszkva (1971).

[2] *Krauskopf, K. B.:* Introduction to Geochemistry, Mc. Graw-Hill New York (1967).

[3] *Gutkin, E. C.—Szegyenko, C. M.:* Ob uszloviah nakoplenija germanija v bokszitah. Litologija i poleznüe uszkopaemüe. No. 3. (1973).

[4] *Tenyakov, V. A.—Lavrencsuk, V. N.:* O raszproszt-ranyenyii germanija v bokszitah. Dokl. An CCCR No. 6. 154 (1964).

[5] *Szádeczky-Kardoss Elemér:* Geokémia (1955).

[6] *Frondel, C. Ito J.:* Geochemistry of germanium in the oxidized zone of the Tsumebmine South-West-Africa. Amer. Mineralogist 42, No. 11—12 p. 743—754 (1957).

[7] *Bárdossy Gy.:* A magyar bauxit geokémiai vizsgálata Bp. (1961).

[8] *Tananaev, I. V.—Spirt, M.:* Ja. Dokl. AN 139 No. 4 907 (1961).

[9] *Logomerac, V. G.—Sisak:* (előadás) Symposium sur les bauxites oxides et hydroxides d'aluminium III. Zagrab 1963.

[10] *Mitteldorf, A. J.:* in France Analysis-Prisical. Methods (ed. G. H. Morrison) Intersciense, Ne York (1965).

[11] *Fassel, V. A.* and *Kniseley, R. N.:* Anal. Chem. 46, 1110 A (1974).

[12] *Pickett, E. E. and Koirtyohann, S. R.:* Anal' Chem. 41, (14) 28 A (1969).
Varian Techtron (1973).

[14] *Price, W. J.:* Analytical Atomic Absorption Spectrometry Heyden, London (1972).

[15] *Erdey L. és Bodor A.:* Z. Anal. Chem. Vo.. 134 : 81 (1951).

[16] *Strickland, E. H.:* Analyst, 80, 548 (1955).

[17] *Newcombe, H., W. H. Mc. Bridge,* J. B. and FEB Anal. Chem. 23, 1023—7, (1951).

[18] *Oka,* X. and *Matsuo, S.* J. Chem. Soc. Japán 76, 610—5 (1955).

[19] *Tananaev, I. V.—Spirt, M.* Ja. Himija germanija. Moszkva (1967).

[20] *Skijo,* X.—*Takeucki, J.* Japán Analyst, 16, 51 (1967).

[21] *Cluley, H. J.* Analyst 76, 523 (1951).

[22] *Schneider, W. A.—Sandell, E. B.:* Microchim. Acta 263 (1954).

[23] *Luke, C. L. and Cambell, M. E.* Anal. Chem. 28, 1273 (1956).

[24] *Reevs, R. D.—Brooks, R. R.:* Trace Element Analysis of Geological Materias. John Wiley Sons, New York, Tronto (1978).

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Megtalálták Salamon király aranybányáját

Az i.e. X. században a legeslegfőbb aranybányának *Ofir* számított. Ide helyezték bányáit ama *Salamon királynak*, aki egyaránt híres volt gazdagságáról és bölcsességéről. A mi szempontunkból ennek az országnak csak egyetlen fogyatékossága volt: nem ismeretes, hogy tulajdonképpen hol is volt. A Biblia, amely más esetekben olyan bőkezű az apróbb részletekben is, *Ofirnak* nem adja meg a földrajzi koordinátáit.

Ezért keresték a Föld olyan sok pontján a középkorban, és még aktívabban a reneszánsz idején, meg a nagy földrajzi felfedezések korában, ezt az ősi eldorádót. A konkvisztádorok e mesebeli gazdagság felé vezető utat az indiánoktól, híres tengeri utazók az indiaiakból akarták kizsarolni. Néha időlegesen, önmagukat és másokat is meggyőztek arról, hogy elérték a célt, így jelentek meg pl. a Salamon-szigetek. De minden alkalommal keserű kiábrándulás lett a dolog vége...

1931-ben *C. S. Twitchell* amerikai bányamérnök Szaúd-Arábiában élt. *Mekka és Al-Madina (Medina)* között, vagyis azon területen, ahol egykor az iszlám megszületett, nomádok egy területet mutattak neki, amelyet *Mahad Dhahabnak* neveztek, a név az „*Arany bölcsője*"-ként fordítható le. A jól képzett bányamérnököt a réges-régen elhagyott kitermelések megdöbbentették méreteikkel, és jelentésében megírta, hogy mit is látott. Ezzel az ügy befejeződött.

1939-től 1954-ig a parányi oázisban ezüstöt bányásztak, de nem valami nagy méretekben. Azonban a helyi lakosok emlékezetében ismét felmerültek a régen elfeledett legendák.

Végül is 1974-ben a szaúd-arábiai bányászati hatóságok, amelyek jelentős „kőolajpénz" felett rendelkeztek, az Egyesült Államok Geológiai Hivatalával közösen komoly kutatásokba kezdtek. Ezeket befejezve, *Robert W. Lewis* geológus kijelentette: „Az általunk összegyűjtött adatok azt bizonyítják: az itteni bányák oly gazdag aranybányák lehettek, hogy teljes mértékben forrásaivá válhattak — az *Ofirról* szőtt legendáknak."

Mivel lehet ezt bizonyítani? Először is: a bányák az ősi kereskedelmi karavánút közelében voltak. A karavánút északtól délig átszelte az egész Arab-félszigetet. Ez az út több mint 4000 éves, és vagy 3000 évvel ezelőtt *Salamon király* küldöttei nyugodtan használhatták ezeket.

Másodszor: kitűnt, hogy a *Mahad Dhahab* körül a dombok lejtőit valósággal elborítják a mindenféle nagyságú kőpörölyök és kalapácsok ezrei, és rengeteg ott a kezdetleges érczúzó berendezés. Koruk csak századok tucatjaival mérhető.

De a legmeggyőzőbbnek, a „bányák termelőképességének" értékelése bizonyult. A Biblia azt mondja, hogy *Hiram király* és *Salamon* összesen 1086 talentum aranyat szerzett *Ofirból*. Mai értelmezésben ez nem kevesebb, mint 31 tonna!

A mai szakemberek az ősi bányászok után maradt meddő kőzetet is analizálták, és megállapították, hogy az megközelíti a millió tonnát. Ezt a hatalmas hányót megvizsgálva megállapították, hogy még ma is átlagosan tonnánként 0,60 uncia aranyat tartalmaz a kőzet (egy uncia 31 g). Tehát majdnem 19 g/t. Ez egyáltalán nem is kevés.

Ám ez a jelenlegi állapot. S mielőtt az ókori bányászok a kitermelést elkezdték volna, az itteni ércek kétségtelenül sokkal gazdagabbak voltak. Így összekötődtek a fonalak, és a geológia egy újabb legenda igaz voltát bizonyította be. *Ofir* földjét láthatóan végül is megtalálták. (GY)

Univerzum 80/6

Alumíniumkohók fluoremissziójának meghatározása

A dél-francia *Argentiere la Bessbében* levő alumíniumkohó felépítése óta állandóan szennyezi a légkört fluorral. A kohó két lépcsőben épült. A régi üzem termelése 20 000 t/év, aminek fluoremisszióját 260 t/év-ről 115 t/év-re csökkentették. Az új üzem, aminek termelése ugyancsak 20 000 t/év — a hatásos tetőér elszívók, és gázmosás hatására csak 100 tonna fluort bocsátott évenként a légkörbe. Az új üzemben további helyi elszívókat szerelnek fel, ezzel a fluoremissziót 45 tonnára tudják csökkenteni.

Az alumíniumkohó fluorkibocsátásának maximuma 450 t/év volt, ezt 1974-ben mérték. A fluoremisszió 1977-ben már csak 215 tonna volt és az újabb helyi elszívások felépítése után kisebb lesz 160 tonnánál évente.

A fluor nem kerül bele a növények anyagcseréjébe, hanem a levelekben halmozódik fel. Az üzem környékén levő növények levélzetének elemzése alkalmas módszer a légköri fluorszennyezés meghatározására. A tűlevelű fák ebből a szempontból különösen értékesek, mert leveleik több évig nem cserélődnek (az erdei fenyő levelei kb. 4 évig maradnak a fán), tehát a szennyezőanyag felhalmozódásáról is képet adnak. A vizsgálatok céljára ezért a környék egyik uralkodó fenyőfajtáját, az erdeifenyőt választották ki.

A mintavételi pontokat az üzem közvetlen környezetében, a *Durance* folyó és mellékfolyói völgyében, az uralkodó szélirányok figyelembevételével jelölték ki. A levélmintákat olyan — nem túl fiatal hajtású — ágakról vették, amelyeken nem mutatkoztak pusztulás, vagy betegség jelei és amelynek az üzem felőli oldalon voltak. A minta az ág valamennyi tűjét tartalmazta. Az előzetesen kiszárított és aprított levelekben a fluort először *Schöniger-féle* oxigénfóliában szervetlen vegyületté alakították át, majd az oldott fluort elektrolízissel határozták meg.

A 185 helyről vett minták elemzési eredményei alapján elkészítették a vizsgált terület légkör-szennyezettségi térképét és megrajzolták az azonos koncentrációjú pontokat összekötő izopol-görbéket, amelyekből meghatározható a fluorszennyezés eloszlása az alumíniumkohó környékén.

A *Durance* felső folyásának völgye kb. 1 km széles, 30 km hosszú. E hosszon a tengerszint feletti magassága 1350—880 m. A környező hegyek magassága eléri a 2000 métert. A kohó fölött kb. 2 km-re a völgyet egy meredek szikla a légmozgás elől gyakorlatilag lezárja.

A légköri szennyezőanyag-terjedés elsősorban a széljárástól függ. A *Durance* ÉNY—DDK irányú völgyében, az alumíniumkohó felett a szél többnyire ÉNY-ről, a völgy tengelyében fúj. Keleti vagy délkeleti szél a nyári hónapokban fordul elő. Az északnyugati szél átlagos sebessége 1,15 m/sec, a keleti és délkeleti szél erőssége 6,54 m/sec, maximum 8,6 m/sec. A kohótól lefelé az uralkodó szélirány É—ÉK-i, ritkán DNY-i, de csak a meleg évszakokban. A szélsebesség középértéke hideg szél esetén 2,53 m/sec, a délnyugati szél erőssége 2,6 m/sec, néha eléri a 10,82 m/sec értékét is.

A fluorszennyezés terjedésében fontos szerepe van a környék domborzatának. Az említett meredek, 150 m magas sziklafal gátolja a fluortartalmú füstgázok északi irányú terjedését 2 km-en túl. A sziklafalig a levelek fluorkoncentrációja átlagosan 100 μg F/g, mögötte 70 μg F/g. Ellenkező irányban a levélmintákban mért fluorkoncentráció a gyártól 7 km-es távolságban 30 μg F/g, 10 km-nyire pedig 10 μg F/g. A kohótól északnyugatra terjedő 2 km-es szakaszon a bal parti 1965 m magasságban 22 μg F/g, a jobb parti 1450 m-en 15 μg F/g-os értéket mértek. Az alumíniumkohó magasságában a bal parti fluorkoncentráció 51 μg F/g, a jobb parti 41 μg F/g.

Az alumíniumkohótól lefelé a 10 μg F/g-os izopol a völgyben 17 km-re terjed, a 40 μg-os izopol eléri a 14 km-es, a 100 μg-os görbe pedig a 7 km-es távolságot. A légköri fluorszennyezés teljes kiterjedése 75 km^2, vagyis az a terület amelyben a levelek fluorkoncentrációja legalább 15 μg F/g. Ezen belül 33 km^2-nyi területen a fluorkoncentráció 40 μg F/g és megjelenik a tű-

levelek nekrózusa. A legsúlyosabban érintett 6 km²-nyi területen (100 μg F/g vagy ennél is nagyobb koncentráció) már elhalt, vagy pusztuló fenyőfákat lehet látni. A súlyosabban érintett 6 km²-nyi területen a szennyezés nemcsak a növényzetet, hanem a juhállományt is veszélyezteti, amelyet télen az itt gyűjtött szénával etetnek. Néhány esetben előfordult a juhok közt fluorózisos megbetegedés.

A következő *1. táblázatban* a francia Alpokban levő alumíniumok fluorszennyezését mutatja be. (GY)

1. táblázat

Telephely (folyóvölgy)	Al. termelés t/év	Fluoremisszió t/év	Szennyezett távolság km	Szennyezett terület km²	Erősen szennyezett terület
Argentiere (Durance)	40 000	215	27	75	6
Rioupéroux (Romanche)	25 000	350	40	150	20
Venthon (Arly)	28 000	140	29	160	20

Pollution Atmospherigue

Szakosztályi hírek

A Ritkafém Szakcsoport klubdélutánja júniusban

Előadással egybekötött klubdélutánt tartott a Fémkohászati Szakosztály Ritkafém Szakcsoportja június 2-án az Egyesület Székházában.

Mészáros Istvánné dr. „Nagytisztaságú fémek előállítása" című előadásában beszámolt az öt kilences (5N) tisztaságú és annál tisztább fémek jelentőségének növekedéséről, az előállítási technológiákról és a további fejlődés kilátásairól. Ismertette az ALUTERV—FKI tisztafém kutatás-fejlesztési és termelő tevékenységét. Az előadás nagy tetszést keltett és élénk eszmecseréhez vezetett.

Dr. Miskei Mihály korreferátumában elsősorban a meglevő nehézségekre hívta fel a figyelmet, azok megoldását sürgette, és élénken ecsetelte a tisztafémek előállításában rejlő gazdasági lehetőségeket, melyek egyik legjelentősebbike, hogy a kis mennyiségek miatt nem okoznak alapanyag-ellátási nehézségeket.

A Fémkohászati Szakosztály Vezetőségét *Török Frigyes* alelnök képviselte, aki az egyesület felelősségét hangoztatta a még hatékonyabb ismeretterjesztő és propaganda tevékenység fellendítésében.

Dr. Wéber József a NME Fémkohászati Tanszékének akadémiai munkatársa az SI mértékegységekkel tisztaság megjelölésére hívta fel a figyelmet.

Dr. Várhegyi Győző a szakcsoport elnökének javaslatára a jelenlevők elhatározták, hogy kidolgoznak egy egységes magyar szóhasználatot a nagytisztaságú fémekkel kapcsolatos területekre, melyet egy ad hoc munkacsoport *Dr. Vigvári Mihály* vezetésével old majd meg.

A szakcsoport klubdélutánja kellemes hangulatban és azzal az érzéssel fejeződött be, hogy szakmailag is hasznos kezdeményezés született. (B.R.)

Felhívjuk tagjaink figyelmét a Fémkohászati Szakosztály nívódíjas pályázatára. A pályázati kiírás lapunk 1980. 7. számának 327. oldalán található. Beadási határidő: dec. 31.

Beszámoló külföldi konferenciáról

A manilai II. hulladékhasznosítási világkongresszus

A manilai kongresszuson a különböző hulladékok begyűjtésének és hasznosításának módszereit, valamint az ezzel kapcsolatos környezetvédelmi rendszabályokat ismertették. Ezt a konferenciát a *Nemzetközi Hulladékhasznosítási Intézet*, a *Vegyipari Egyesület*, a *Fémipari Intézet*, a *Gyáripari Mérnökök Egyesülete*, az *USA Bányászati Miniszériuma*, a *Technológiai Kutató Intézet* (Illinois), a *Japán Köztisztasági Központ*, a *Japán Hulladékhasznosító Társaság* és a *„Conservation and Recycling"* folyóirat szerkesztősége hívta össze. Házigazdái pedig a *Fülöp-szigetek Nemzeti Tudományos Fejlesztési Tanácsa* és az *Ázsiai Hulladékhasznosító Társaság* voltak. A kongresszuson 23 ország 250 küldötte vett részt.

A kongresszuson több nyersanyag visszanyerésének új lehetőségeire, módszereire vonatkozó javaslatot vitattak meg. De a hangsúly inkább a visszanyert anyagok piaci értékesíthetőségén volt: hogyan lehetne ezek minőségét javítani, illetve a kevésbé értékesek kinyerési önköltségét csökkenteni ún. nyílthurkú eljárással.

A *Warren Spring Laboratórium* (Nagy-Britannia) küldöttei a városi szilárd hulladék feldolgozási problémáival foglalkoztak. Ezeket általában száraz őrléssel aprítják, majd a vasat mágnesekkel, a papírt és a műanyagokat légárammal választják külön. Újabban először ezeket az osztályozási műveleteket végzik el, és csak az ezután visszamaradt anyagot (üvegek, kövek, nemvasfémek) shredderezik, mert ellenkező esetben az értékes és az értéktelen anyagok keveréke már csak bonyolultabb és költségesebb módszerekkel választható külön.

Az USA-ban az ilyen városi hulladékból — a vas, az alumínium és az üveg különválasztása után — általában tüzelőanyagot állítanak elő. Európában viszont inkább a papír és a műanyagok visszanyerésére törekszenek, mert a hulladékokban itt kevés alumínium van.

Higgins és munkatársainak (USA) tanulmánya olyan eljárást ismertet, amellyel különböző hulladékokból ólom- és cinksalak termelhető ki. Ezeket a kerámiaipar burkolócsempék nyersanyagaként használja fel (a primer nyersanyag 60 %-át pótolva).

Kínában gondosan gyűjtik a hulladékot és szinte teljes egészében hasznosítják is.

A *Sanghaji Hulladékhasznosító Társaságnak* (amelyet 1957-ben alapítottak) pl. 16 000 munkása és alkalmazottja van; ezek közül 850 fő végzi a hulladékok begyűjtését, 1850 a szállítását és 11 000 fő a feldolgozó üzemekben dolgozik (a város lakossága 10 Mill). Ezenkívül — a közeli városokban — 2300 megbízottja is van a Társaságnak, amellyel egyébként a parasztszövetkezetek is együttműködnek: résztvesznek a hulladékok gyűjtésében és feldolgozásában (a Társaság telepein). Így 22 év alatt kb. 16 millió t vas- és nemvasfémet, gumit, műanyagokat, papírt, rongyot, kendert, pamutot, állati csontot, emberi hajat, üvegtörmeléket, ócska gépeket, gépalkatrészeket, savoldatokat, olajat és kenőzsírt nyertek vissza. Ezeknek a visszanyert anyagoknak az összértéke: 925 millió angol font (1979. évi árfolyamon)'

A nyugati országokban a kevésbé értékes anyagokat be sem gyűjtik, mert csak ráfizetnének. Sanghaj nagy és közepet gyáraiban ugyanakkor 24 képviselet gyűjti ezeket, továbbá a hivatalok, a kisüzemek és kb. 1000 kiskereskedés hulladékait. A Sanghaj környéki kisebb városokban, falvakban további 277 ilyen felvásárlógyűjtőhely és 80 000 gyűjtőtartály van. Rávették a lakosságot arra, hogy minden hasznosítható hulladékot összegyűjtsön.

A Társaságnak 70 feldolgozó üzeme van, megfelelő arányban specializálva fémek, gépek, alkatrészek, villamos szerelvények anyagainak és vegyi anyagoknak a regenerálására. Módszereik általában munkaigényesek; az acélokat pl. kézi erővel osztályozzák. Évente kb. 300 millió üvegpalackot gyűjtenek be, ezeket gépi úton mossák és fertőtlenítik. Fényképészeti fixáló oldatokból ezüstöt nyernek vissza. Az egyes üzemek termelését; a fogyasztói keresletnek megfelelően szabályozzák, negyedévenként végzett felmérések alapján. Ha pedig valamelyik termék iránt kicsi a kereslet, átállítják az üzemet egy kelendő, esetleg nem hulladékból visszanyert termék előállítására. A regenerált anyagokat kijelölt üzletekben árusítják.

Jellemző a kínaiak takarékosságára az is, hogy pl. a *sanghaji galvánüzemekben* keletkező kb. 200 000 t használt elektrolitot évente több ízben is regenerálják és újra felhasználják.

A szállodákban és vendéglőkben gyűjtött élelmiszerhulladék mintegy 30 % olajat tartalmaz, ezért 283 ilyen céget köteleztek olajleválasztók felszerelésére. Így hat év alatt 2500 t kinyert olajból 750 t kenőolajat és zsírt állítottak elő (ez utóbbit szappangyárakban haszhálják fel).

A lakosság szerepe a különböző hulladékfajták gyűjtésében

A kínaiak ebben a vonatkozásban messze megelőzték a fejlett ipari országokat is. Példájuk — bár több évtizednyi késedelemmel — végül mégis követőre talált.

Japán nagyobb városaiban 1973 óta külön tartályokban gyűjtik a különböző „tiszta" hulladékokat és külön „vegyes" hulladékokat, amelyeket a szeméttelepek hányóira visznek, majd erre berendezett telepeken elégetnek. Ebben a városi hatóságok és a lakosság jól együttműködnek; így lényegesen csökkent a hulladékot regeneráló telepek üzemköltsége és a környezetszennyezés is.

Az USA-ban és az európai fejlett ipari országokban is bevezették már a hulladékok fajtánkénti külön gyűjtését; ezeket a háztartásokban négyrekeszes tartályokban helyezik el. Ebből a lakosságnak ugyan semmi személyes előnye nem származik, de készséggel vállalják ezt a munkát (hiszen nem sok időt igényel). annak tudatában, hogy jó szolgálatot tesznek a közösségnek. (GY)

Resources Policy 1979 szept.

Szabványosítási hírek

ÚJ SZABVÁNYOK

Alumínium

A KGST SZT 1269—78 Sajtolt rudak alumíniumból és ötvözeteiből, valamint a KGST SZT 1270—78 Húzott rudak alumíniumból és ötvözeteiből c. szabványok hazai bevezetése miatt vált szükségessé a következő szabványok korszerűsítése:

MSZ 3747/3—80 (MSZ 3714—73 helyett)

Ötvözött alumínium. Rudak és idomrudak mechanikai tulajdonságai

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:

— felvételre került az AlMg6, az AlCu2SiMn és az AlZn6Mg2Cu jelű ötvözet,

— kimaradt az AlMg4, 5Mn és az AlZn3MgTi jelű ötvözet,
— a mechanikai követelmények több ötvözetnél növekedtek,
— általánossá vált a folyáshatár követelménye,
— a szabvány kiegészült egy vizsgálati és egy minőség tanúsítási fejezettel.

MSZ 3748—80 (MSZ 3747/3—73 helyett)

Alumínium. Rudak és idomrudak mechanikai és villamos tulajdonságai

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:
— igényhiány miatt kimaradtak a nagytisztaságú alumínium minőségek,
— előírásra került a folyáshatár,
— a nyúlás — főleg a lágy minőségeknél — növekedett,
— a szabvány kiegészült egy vizsgálati és egy minőségtanúsítási fejezettel.

MSZ 9304—80 (MSZ 3748—68 helyett)

Rudak és idomrudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból

Fontosabb változások a szabvány megelőző kiadásához képest:
— részletesebb belső anyagfolytonossági és szövet-követelmények lettek előírva,
— az egyenességi és elcsavarodási követelmények átkerültek a méretszabványokba,
— a dekoratív minőségű rudakra vonatkozó függelék elmaradt, mivel ezekre időközben önálló szabvány készült (MSZ 16403—74).

MSZ 9305—80 (MSZ 9304—69 helyett)

Húzott lapos rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

MSZ 9306—80 (MSZ 9306—69 helyett)

Húzott négyzetes rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

MSZ 9307—80 (MSZ 9307—69 helyett)

Húzott hatszögletes rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

A húzott rudak szabványaiban a következő fontosabb változások történtek a megelőző kiadáshoz képest:
— a lapos rudak méretválasztéka kiegészült a kisméretű szabványok irányában és a rudak külön előírásra rendelhetők 2 mm-es éllekerekítéssel is,
— a négyszögszelvényű rudak választéka négy közbenső mérettel bővült és az élek lekerekítési sugara csökkent,
— a hatszögszelvényű rudak választéka kiegészült az 5,5 mm-es laptávmérettel és elmaradt a 16, 18, 20, 26 és a 28 mm-es laptávméret,
— a szelvénytorzulások megengedett mértéke csökkent,
— szigorodtak az egyenességi és az elcsavarodottsági követelmények.

MSZ 9311—80 (MSZ 9311—69 helyett)

Sajtolt lapos rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

MSZ 9312—80 (MSZ 9312—68 helyett)

Sajtolt körszelvényű rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

MSZ 9313—80 (MSZ 9313—68 helyett)

Sajtolt négyzetes rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

MSZ 9314—80 (MSZ 9314—68 helyett)

Sajtolt hatszögletes rudak alumíniumból és ötvözött alumíniumból. Méretek

A sajtolt rudak szabványaiban a következő fontosabb változások történtek a megelőző kiadásokhoz képest:
— a lapos rudak választéka kiegészült a 120 × 12 mm-es mérettel és a rudak külön előírásra rendelhetők 2 mm-es éllekerekítéssel is,
— kimaradt a 6 és a 8 mm körszelvényű rúdméret,
— a négyzetes rudak választéka kiegészült a 110 és a 120 mm-es laptávmérettel, a szelvénytűrések csökkentek,
— a hatszögletes rudak méretsora a 13 mm-es laptávmérettel bővült,
— a szelvénytorzulások megengedett mértéke csökkent,
— szigorodtak az egyenességi és elcsavarodottsági követelmények.

Réz

MSZ 64/3—80 (MSZ 64/3—69 helyett)

Réz. Rudak mechanikai és villamos tulajdonságai

Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:
— a lágy és a félkemény minőségek szakítószilárdságának felső határát is előírták, nyúlásuk nagyobb lett,
— a sajtolt lágyított rudak szilárdsági előírásaira nem kell előzetesen megállapodni,
— a nyúlás rövid arányos próbatestre vonatkozik.

MSZ 770/3—80 (MSZ 770/3—69 helyett)

Sárgaréz. Rudak mechanikai tualjdonságai

Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:
— a lágy és a félkemény kétalkotós sárgarezeknél a szakítószilárdság felső határát is előírták,
— a folyáshatár a húzott félkemény és kemény minőségeknél követelmény lett,
— a nyúlásértékeket több helyen megemelték,
— az automata sárgarezeknél háromnegyed kemény
— minőség is szabványosításra került,
a sajtolt-lágyított rudak szilárdsági előírásaira nem
— kell előzetesen megállapodni,
— a nyúlás rövid arányos próbatestre vonatkozik.

MSZ 771/3—80 (MSZ 771/3—69 helyett)

Alpakka és réz—nikkel ötvözetek. Rudak mechanikai tulajdonságai

Fontosabb változások a szabvány előző kiadásához képest:
— elmaradt az Alp 64 jelű minőség,
— a lágy és a félkemény minőségeknél a szakítószilárdság felső határát is előírták,
— a nyúlás rövid arányos próbatestre vonatkozik,
— a sajtolt-lágyított rudak mechanikai tulajdonságaira nem kell előzetesen megállapodni. (K. E.)

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

BUDAPEST, 1980. NOVEMBER HÓ

11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

DR. PÁLMAI ZOLTÁN: Megjegyzések az üzemi kutatásról — — — — — — — — — — — — 477
BOROSSAY BÉLA—MARCZIS LÁSZLÓ: Röntgensugaras mikroelemzés minimális számú színelem etelon felhasználásával — — — — — — — — — — — — — — — — — — 482
KÁLDOR MÁRTON: A karbon eloszlásának vizsgálata cementált alkatrészekben — — — — 487
DR. NEMÉNYI REZSŐ: Gázcementáló légkörök szabályozása oxigénszondával — — — — — — 489
SZABÓ JÓZSEF—FÜLÖP JÓZSEF: Az oxigénes intenzifikálás fejlődése a Dunai Vasmű acélművében — — — 492
Egyesületi hírek — — — — — — — — — — — — — — — — — — 499
Üzemi hírek — — — — — — — — — — — — — — — — — — 501
Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — — — — 504
Beszámolók külföldi konferenciákról — — — — — — — — — — — 505
A Kohómérnöki Kar hírei — — — — — — — — — — — — — — 505
Kitüntetés — — — — — — — — — — — — — — — — — — 506

FÉMKOHÁSZAT

DR. WÉBER JÓZSEF: Környezetvédelmi feladatok az alumínium- és rézkohászatban — — — — 507
KOSNYÁK KÁLMÁN—PELLER ZOLTÁN: A konténeres szállítás lehetőségei az alumíniumkohászatban — — — — 512
DR. KLUG OTTÓ: A timföldgyártás fejlesztése műszerezéssel és automatizálással — — — — 517
Szakosztályi hírek — — — — — — — — — — — — — — — — 517, 524
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — 520
Madách Imre jóslatomása az alumíniumról — — — — — — — — — 523

ÖNTÖDE

SEBŐK MIHÁLY—SZABÓ ZSOLT: A racionalizálás a termelési hatékonyság növelésének eszköze — — — — 241
PETER KOCH: A nyomásos öntés folyamatának mérése, regisztrálása és értékelése — — 245
SÓS ISTVÁN: Héjformák fürtöntésének gyártási tapasztalatai — — — — — — — — 252
Az MTESZ az energiatakarékosságért — — — — — — — — — — 255
A CIATF munkabizottságainak jelentései — — — — — — — — — — 256
Műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — — — — 260
Folyóiratszemle — — — — — — — — — — — — — — — — — 261
Maréchal Károly 1902—1980 — — — — — — — — — — — — — 262
Könyvismertetés — — — — — — — — — — — — — — — — — 263
Szabványosítási hírek — — — — — — — — — — — — — — — 264
Személyi hír — — — — — — — — — — — — — — — — — — 264

Bányászati és Kohászati Lapok — KOHÁSZAT
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 11 2703 Révai Nyomda Egri Gyáregysége, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalban és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155 | HU ISSN 0005-5670

СОДЕРЖАНИЕ

Палмаи, З.: **Замечания о заводских исследованиях** ..... С 477

От заводских исследований ожидают одновременного, быстрого решения многих проблем. Это увеличивает возможность успеха, но уменьшаются шансы на достижение больших результатов. Опасно бережливо относиться к измерениям. К решению на практике всех исследовательских задач необходимо сотрудничество.

Борошаи, Б.—Марцаи, Л.: **Рентгеновский микроанализ с использованием минимального числа эталонов** ..... С 482

Пригодные для расчета использованные в микроанализе формули коррекции-ZAF. Новый метод для теоретического определения величин-к. Измерение интенсивностей рентгеновского излучения эталона и пробы дает достаточного количества данных для теоретического определения стех величин-к.

Кальдор, М.: **Анализ распределения карбона в цементированных деталях** ..... С 487

Измерение распределения карбона с помощью рентгеновского микроанализатора, действующего на принципе дисперсии длины волн. Описание условий измерения. Графики распределения карбона в цементированных деталях.

Немени, Д.: **Регулирование воздушных цепей газовой цементации с применением кислородных сонд** ..... С 489

Впорядке развития приведены методы регулирования воздушных цепей газовой цементации, их преимущества и недостатки. Применение кислосонд как наиболее современный метод регуливания.

Сабо, Й.—Фюлеп, Й.: **Развитие кислородной интенсификации в сталеплавильном цеху ДВ** С 492

Отчет о введении кислородной технологии в сталеплавильном цеху Дунаи Вашмю и о работе развития технологии, в течение которого произошло много изменений.

Вебер, Ё.—Кошняк, К.: **Задачи охраны природной среды в алюминиевой и медной металлургии** С 507

Автор укажет на наиболее важные проблемы охраны природной среды в алюминиевой и медной металлургии. Приходит к выводу о том, что с помощью обычной технологии нельзя обойти и существенно снизить загрязнения среды. Требованиям по охране природной среды можно удовлетворять лишь спримененим более современных методов цветной металлургии, с утилизацией или нейтрализацей вредних отходов.

Пеллер, З.: **Возможности транспорта контейнеров в алюминиевой металлургии** ..... С 512

Авторы анализируют способы транспорта сырья и готовой продукции в алюминиевой металлургии. Одним из этих является транспорт контейнеров, который еще не применяется в этой области. В статье обсуждается развитие контейнеризации, ее экономические следствия, возникающие при построении новой печи и ожидаемые положительные результаты.

Клуг, О.: **Развитие глиноземного производства с методом автоматизации и снабжечия приборами** ..... С 517

В области венгерского глиноземного производства расширяется возможность автоматизации с анализом, основанным на токопроводность. Регулирование процесса производства будет основано на центральное управление локальными цепями-автоматики.

CONTENTS

Pálmai, Z.: **Remarks on the research work carried out in works** ..... P 477

From research work carried out in works a simu-
From research work carried out in works a simultaneous and quick solution of many problems is avaited. By such research work the possibility of success is really increased, but at the same time the prospect of getting a considerable result is decreased. To save a number of measurements is dangerous. A cooperation is necessary for a practical solution of every task of research.

Borossay, B.—Marczis, L.: **Microanalysis by means of X-rays necessitating a minimum number of etalons** ..... P 482

The suitable formulae to calculate the ZAF corrections used in microanalyslysis by means of X-rays. A new way to determine k-values. Measurement of the X-ray intensity originating from the sample delivers sufficient data for the theoretical determintation of every k-value.

Káldor, M.: **An examination of the distribution of carbon in carburised parts** ..... P 487

Measurement of carbon distribution by means of a microanalysator activated by wawelength dispersive X-rays. Description of the conditions of examination. Curves showing the distribution of carbon in carburised parts.

Neményi, R.: **Adjusting gas carburizing atmospheres by means of an oxygen-sonde** ..... P 489

The methods of regulating gas carburizing atmospheres in turn of their development, their advantages and drawbacks. The use of the oxygen sonde representing the most modern adjusting system.

Szabó, J.—Fülöp, J.: **Development of intensification by means of oxygen in the steelwork at Dunai Vasmű** ..... P 492

A report dealing with the introduction of the technology using oxygen in the steelwork at Dunai Vasmű and with the work requiring many alterations to develop it.

Wéber, J.: **The task of enviroment protection at the metallurgy of aluminium and copper . . . P 507**

The most important problems of enviroment protection at the metallurgy of aluminium and copper are treated. The author comes to the conclusion, that using the traditional technologies the contamination of the enviroment remains unavoidable. The development of new, modern, technologies is indispensable.

Kosnyák, K.—Peller, Z.: **Possibility of the container-transport at the aluminium-metallurgy . . P 512**

The variaus possibilities for transportation of the rawmaterials as well as of the finished products of the aluminium-metallurgy are treated. The container-transport was not applied at this method. The advantages of the application will be discussed.

Klug, O.: **Development of the alumina production by instrumentation and automatization . . . . . P 517**

The possibility of automatization of the alumina production in Hungary is increased by adopting an analytical method for determination of the chemical composition of solutions by measuring the electrical conductivity. The local automatic circuits should play an important role at the central regulation of the process.

INHALT

Pálmai, Z.: **Bemerkungen zu der Werksforschung S 477**

Von der Werksforschung wird die gleichzeitige und schnelle Lösung vieler Themen erwartet. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit des Erfolges erhöht, die Möglichkeit bedeutender Ergebnisse jedoch vermindert. Gefährlich ist die Sparsamkeit mit den Messungen. Zur praktische Lösung aller Forschungsthemen ist die Kooperation unentbehrlich.

Borossay, B.—Marczis, L.: **Röntgenstrahl-Mikroanalyse mit minimaler Zahl-Vernützung von Etalone . . . . . S 482**

Beim Röntgenstrahl-Mikroanalyse aufgenützte ZAF-Korrektion Zahlung anwendbare Formule. Neues Verfahren zur theoretischer Definition der K-Werte. Messung des Etalon und Röntgenintensität der Probe gibt genügende Daten zur alle K-Werte betreffende theoretische Definition.

Káldor, M.: **Die prüfung vom karbon verteilung im zementierten Bestandteile . . . . . S 487**

Messung des Karboninhalt Verteilung mit Hilfe vom Röntgen-Strahl Mikroanalisator Wellenlänge-Disperziv. Schilderung bzw. Berichterstattung über Messungs-Möglichkeiten und Situation. Karbon-Verteilung Kurve auf zementierte Bestandteile.

Neményi, R.: **Die Regelung der Atmosphäre für die Gaszementation mit Sauerstoffsonden . . . . . S 489**

Die Regelungsmethoden der Atmosphären für die Gaszementation in der Reihe ihrer Entwicklung. Vor- und Nachteile dieser Methoden. Anwendung der Sauerstoffsonde, als das modernste Regelsystem.

Szabó, J.—Fülöp, J.: **Die Entwicklung der Sauerstoff-Intesivierung im Stahlwerk des Donau-Eisenwerkes . . . . . S 492**

Einführung der Sauerstoff-Technologie im SM-Stahlwerk des Donau-Eisenwerkes und ihre mit vielen nderungen verbundene Entwicklungsarbeit.

Wéber, J.: **Aufgaben des Umweltschutzes in der Aluminium- und Kupfermetallurgie . . . . . S 507**

Die wichtigsten Aufgaben des Umweltschutzes in der Aluminium- und Kupfermetallurgie wurden erörtert. Der Autor kommt zu der Schlussfolgerung, dass bei der Anwendung der herkömmlichen Technologie die Verunreinigung der Umwelt unvermeidlich bleibt. Eine moderne Technologie muss unbedingt enwickelt werden.

Kosnyák, K.—Peller, Z.: **Möglichkeiten der Container—Beförderung in der Aluminium-metallurgie . . . . . S 512**

Die zur Förderung der Grundstoffe sowie der Fertigprodukte der Aluminiummetallurgie angewendeten Möglichkeiten werden zusammengefasst. Die Container—Beförderung wurde auf diesem Gebiete bisher noch nicht verwendet. Die Vergasser behandeln die einheimische Entwicklung dieser Methode. Die zu erwartenden, günstigen, wirtschaftlichen Erfolge werden erörtert.

Klug, O.: **Förderung der Tonerdefabrikation durch Instrumentation und Automatisieren . . . . . S 517**

Die Möglichkeit des Automatisiereens der Tonerdefabrikation in Ungarn wird durch eine analytische Methode erweitert, bei welcher die chemische Zusammensetzung der Lösungen durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit bestimmt werden kann. Die lokalen Automatenkreise sollten eine wichtige Rolle spielen in einer zentralen Regelung und Steuerung der Fabrikation.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
BAKSA GYÖRGY, DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISSY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŰCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR.

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 11. szám 1980. november

Megjegyzések az üzemi kutatásról

DR. PÁLMAI ZOLTÁN
a műszaki tudományok kandidátusa
Vasipari Kutató Intézet

DK: 061.6

Az üzemi kutatástól sok téma egyidejű megoldását várják. Ez a siker valószínűségét növeli, a nagy eredmények esélyét csökkenti. Veszélyes a mérésekkel takarékoskodni. Minden kutatási feladat gyakorlati megoldásához kooperáció szükséges.

Az elmúlt években a kutatás hatékonyságának növelése egyre sürgetőbbé vált. Annak ellenére, hogy a vaskohászat nem tartozik a gyorsan fejlődő iparágak közé, az utóbbi évtizedben mégis olyan helyzet alakult ki, hogy a fejlesztés itt is a rentabilitás alapvető tényezőjévé vált. Jól bizonyítja ezt vállalataink fejlesztési stratégiája, amelynek keretében korszerű technológiákat honosítanak meg.

A nagy beruházások megnövelték a kohászati kutatóhelyekkel szemben támasztott követelményeket is, hiszen a megvásárolt technikához egy sor kapcsolódó feladatot itthon célszerű megoldani. Fokozta a kutatási igényeket az az ismert tény is, hogy beruházási javaink szűkössége miatt keresnünk kell a kisebb, gyorsabban megvalósítható korszerűsítő fejlesztések lehetőségeit, amelyekkel meglévő termelőberendezéseink adottságait az eddiginél gazdaságosabban és magasabb szinten használhatjuk ki.

A kutatás és ezen belül az üzemi kutatás megnövekedett jelentősége adta az indítékot a következő néhány gondolat közreadásához.

1. Az üzemi kutatás feladatairól

A kísérlet és kutatás üzemeinkben szorosan összekapcsolódik. Közrejátszik ebben a műszaki fejlesztési alap felhasználásának elemzését szolgáló statisztika is, amely „kisérlet—kutatás", „gyártásfejlesztés" és „gyártmányfejlesztés" kategóriákat különböztet meg. E módszer mellett szól, hogy egyrészt célszerű az alapozó jellegű tevékenységet a konkrét gyártás- és gyártmányfejlesztéstől külön vizsgálni, másrészt a kisérletezésnek közvetlen termeléshez kapcsolódó funkciói is vannak, és ezek csak igen tág értelemben véve szolgálják a gyártás- vagy gyártmányfejlesztést.

Ilyen közvetlenül termelést szolgáló kisérleti feladatok pl.:

— a gyártási folyamat észlelt rendellenességei alapján a rejtett hibák felszínre hozatala, amelyek gyökere általában a felhasznált anyag rossz minőségéhez vagy a technológiai fegyelem megsértéséhez vezethető vissza, tehát nem új technológia kidolgozásáról van szó
— a gyártási paraméterek, műszaki-gazdasági mutatók szórásának elemzése a kedvező spektrum kisérleti feltételeinek megállapításával összekapcsolva
— a termelésnövelés érdekében végrehajtott technológiai módosítások másodlagos hatásainak, vagy általában a gyártási biztonságnak a kísérleti vizsgálata.

Ezek a feladatok a termelés operatív kiszolgálása és a kutatás határterületére esnek, megoldásuk viszont kisebb-nagyobb mértékben mindig arra az apparátusra hárul, amelynek fő feladata az üzemben a kutatás, fejlesztés. A teendőknek ez az összekapcsolódása azzal a nagy előnnyel jár, hogy a kutatók az üzemben élnek, jól ismerik azt.

A szorosan vett üzemi kutatás feladatai az előzőekhez hasonlóan szintén szerteágazóak. Válasszuk vezérfonalul a következő négy fő vállalati tevékenységet: a termelés növelését, a nyereségnövelést, a minőségjavítást (gyártmányfejlesztést) és a gyártásfejlesztést, amelyek egymással is szoros kapcsolatban állnak. Mindegyiknél felmerülnek olyan feladatok, amelyeket kutató munkával lehet megoldani, mindegyik támaszkodik ezek eredményeire.

A kutatással szemben támasztott sokféle igény rendszerezésére és szemléltetésére célszerű mátrix-módszert [1] alkalmazni. Ennek az u.n. probléma-mátrixnak a sorait és oszlopait egyaránt az előbbi négy tevékenységgel kapcsoljuk össze (1. táblázat). Az egyes mezők a hozzájuk tartozó sor

és oszlop tevékenységi fajtáinak kapcsolatát határozzák meg. Két eset lehetséges:

a) A mezők a mátrix átlójába esnek (pl. 1.1, stb.). Ezek szolgálnak az egyes tevékenységi fajták tartalmának meghatározására. Ez most vizsgálatunk tárgyán kívül esik.

b) Az átló alatti ill. feletti mezőknek „előjelet" is tulajdoníthatunk. Határozzuk ezt úgy meg, hogy az átló alatti mezőkben azokat a követelményeket foglaljuk össze, amelyeket a sorok elején feltüntetett tevékenységi fajták támasztanak a kutatással, fejlesztéssel szemben az oszlopok tetejére írt célok elérése érdekében. Pl. a 3.2 mezőbe azok a követelmények kerülnek, amelyeket a minőségjavítás igénye támaszt a kutatással szemben a nyereség növelése céljából. Ennek megfelelően az átló felett pl. a 2.3 mezőbe — az előbbivel ellentétben — azok a követelmények kerülnek, amelyeket a nyereségnövelés igénye támaszt a kutatással szemben, a minőségjavítás szempontját is figyelembe véve.

A *1. táblázat* általános kutatási feladatokkal és egy-egy konkrét példával van kitöltve. A vállalatok elmúlt években készült műszaki fejlesztési alap-tervei alapján még konkrétabbá is tehetnénk a táblázatot. Kitűnne az is, hogy az élet bizony nem két-dimenziós e tekintetben sem. Az elvi séma bemutatása azt a célt kívánja szolgálni, hogy az üzemekben lévő kutatási feladatok sokféleségét érzékeltesse. Vessük össze ezt a közvetlenül termeléshez kapcsolódó kisérleti feladatokkal, és megtaláljuk a magyarázatát annak a nagy nyomásnak, amely évtizedes tapasztalat szerint a kutatási témák számának növelése érdekében ránk nehezedik.

Az optimális témaválasztásnak világszerte nagy irodalma van, hazánkban is számos munka foglalkozott ezzel (pl. [2] és a Tudományszervezési Tájékoztató közleményei). Az üzemi kutatásban, és ágazatunkra vonatkozóan mondhatjuk, az ipari kutatásban azonban ennek kevés hatása van.

A kutatási feladatok megoldását célzó műszaki fejlesztési témák között ott találjuk a termeléshez kapcsolódó kisérleteket, vizsgálatokat is, amelyeknek szükségessége, aktualitása többnyire annyira nyilvánvaló, hogy a munka előzetes gazdasági elemzése, feltételeinek beható elemzése, stb. gyakorlatilag fel sem merül. Célszerű lenne az ilyen témákat a tisztán látás érdekében a statisztikában is elkülöníteni. Az üzemi kutatásnak ez a munka nem tehertétele, mert eredményei szinte azonnal realizálódnak, ha gyakran nehéz is ezt konkrétan kimutatni.

Az elkülönítés azzal az eredménnyel is járna, hogy világossá válna, ténylegesen hány műszaki fejlesztési témával foglalkozunk. A szám a jelenleginél nyilvánvalóan lényegesen kisebb, és így kevésbé riasztó lesz. Figyelembe véve még azt az évek óta erősödő tendenciát, hogy témát lehetőleg átfogóan megfogalmazott kutatási feladatokra nyissunk, a ténylegesen kutatásra szánt témák száma még csökkenthető is lesz.

2. A kutatási program összeállításáról

A témaválasztás dilemmái a kutatói részleg programjának összeállításánál halmozódnak. Kiterjedt elmélete, gazdag szakirodalma ellenére az üzemi kutatóhelyek programja nagyrészt a tapasztalaton alapuló megfontolásoknak megfelelően alakul ki.

Két tapasztalati tény hatása dominál. Az egyik a kohászatnak az a sajátossága, hogy minden változtatás — más ágazatokhoz viszonyítva — igen költséges. Egy-egy vállalati kutatóhely forrásait nagy mértékben megterhelik a nagyobb lélekzetű feladatok. A másik fontos tény az, hogy több kisebb célkitűzés az eredmény szempontjából nagyobb biztonságot nyújt.

1. táblázat

A fő vállalati tevékenységek összefüggései a kutatás és fejlesztés (K+F) szempontjából

		Célok			
		1. Termelés növelése	2. Nyereségnövelés	3. Minőségjavítás és gyártmányfejlesztés	4. Gyárfejlesztés
Követelmények a kutatással szemben	1. Termelés növelése	1.1	1.2 Üzembiztos termelőberendezések, gyártóeszközök, pl. koptatásnak ellenálló rétegek felhegesztéssel	1.3 Új, jobb minőséget biztosító módszerek, pl. folyamatos acélöntés sebességének optimalizálása	1,4 Kísérleti gyártás, pl. folyamatosan öntött buga kísérleti hengerlése az öntőgép telepítése előtt
	2. Nyereségnövelés	2.1 Technológia korszerűsítése, gyártmányfejlesztés, pl. hengerállítás automatizálása, új szelvények	2.2	2,3 Új utak a gyártmányfejlesztésben, pl. új betonacél minőség (B60.45) olcsó Si ötvözéssel	2,4 Import kiváltás az új létesítményeknél, pl. folyamatos acélöntés tűzállóanyagainak kifejlesztése
	3. Minőségjavítás	3.1 Hatékony minőségellenőrzési módszerek, pl. automatikus salakelemzés	3.2 Új minőségjavító módszerek, pl. kohón kívüli kéntelenítés	3.3	3.4 Az új technika lehetőségeinek kutatása a minőségjavításhoz
	4. Gyárfejlesztés	4.1 Tervezési alapadatok a fejlesztéshez, pl. egy berendezés átalakítása kísérleti üzemre	4.2 Új technológiák kutatása, pl. direktredukció szivacsgyártáshoz	4.3 Speciális technológiák kutatása, pl. üstmetallurgiai kutatások	4.4

Ennek a biztonságnak a mértékét — igaz, durva egyszerűsítéssel — könnyű számszerűen is értékelhetővé tenni.

Tételezzük fel először, hogy egyrészt témáink sikeres megvalósításának valószínűsége a vizsgált kutatóhelyen megközelítően egyenlő (p), másrészt dönthetünk, hogy több kisebb, vagy kevesebb — esetleg egy — nagyobb munkába kezdünk. Annak valószínűsége, hogy az n számú témából i sikeres lesz,

$$_np_i = {}_nC_i p^i (1-p)^{n-i},$$

az összes lehetséges eset pedig

$$\sum_{i=0}^{n} {}_np_i = \sum_{i=0}^{n} {}_nC_i p^i (1-p)^{n-i} = l,$$

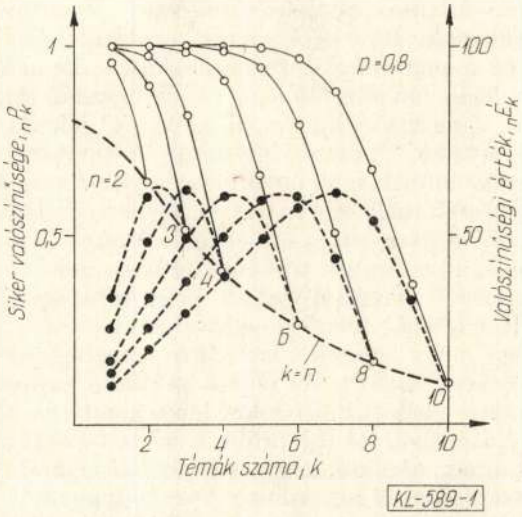
azaz a binomiális eloszlással van dolgunk. Ismeretes, hogy $_nC_i$ értéke az u.n. Pascal-háromszögből vehető. Mármost annak a valószínűsége, hogy legalább k munka sikeres legyen

$$_nP_k = \sum_{i=k}^{h} {}_np_i \qquad (3)$$

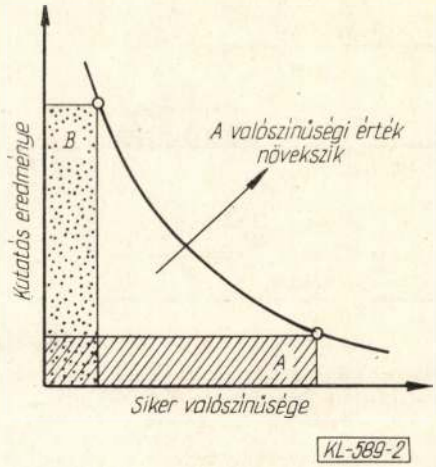
Rövid próbaszámítás meggyőzhet minket arról, hogy sok kis munka esetén minden egyes téma teljes sikere elég kevéssé valószínű ugyan, de a témák jelentős része nagy valószínűséggel sikeres lesz. Feltéve pl., hogy a kisebb feladatokra bontott kutatóhelyi programban az egyes témák sikeres bezárásának valószínűsége az indításkor külön-külön $p=0{,}8$, akkor az *1. ábrán* látható eredményt kapjuk. Megállapítható, hogy kb. $n/2$ számú téma sikere szinte 100%-ra biztos. Súlyos érdek fűződik tehát ahhoz, hogy a kutatási program 1-2 nagy feladat helyett sokkal több kicsiből álljon.

Egy-egy kutatási téma értékét ($É$) az indításkor megbecsülhető majdani gazdasági eredmény (e) és a siker valószínűségének szorzatával lehet jellemezni, $É = ep$.

E „valószínűségi érték" alapján egy kis eredményű, majdnem biztos sikerű témával (A) egyenértékű egy nagy horderejű feladat, (B), amelynél a siker valószínűsége jóval kisebb (*2. ábra*).



1. ábra. n számú témából álló kutatóhelyi program sikerének valószínűsége és valószínűségi értéke



2. ábra. Különböző témák összehasonlítása a valószínűségi érték alapján

Ilyen módon az egész — n számú témából álló — kutatóhelyi program is értékelhető

$$É = {}_nP_k \Sigma e_k$$

Az *1. ábra* a különböző n számú témából álló kutatási program így számított értékét is szemlélteti. Azzal a további egyszerűsítéssel éltünk, hogy egy-egy témától várható gazdasági eredmény átlaga, ha a teljes programtól várt eredmény $e=100$, $e_i = 100/n$. Így k számú téma sikére esetén $e_k = 100\ k/n$.

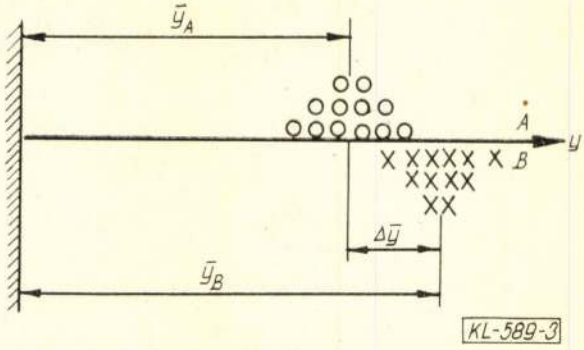
Az ábrán jól látszik, hogy az $É$ függvénynek általában $k<n$ esetben maximuma van, az egész kutatási program valószínű értékét az n-től függetlenül kb. $E \cong 60$-ra lehet becsülni. Egyetlen téma esetén ez nagyobb lenne, hiszen $É = 100.0{,}8 = 80$. Igaz, nagyobb a kockázat is.

Valójában természetesen részleges siker is van. Ez azonban úgy is felfogható, mint a téma eredetileg feltételezett gazdasági értékének módosulása.

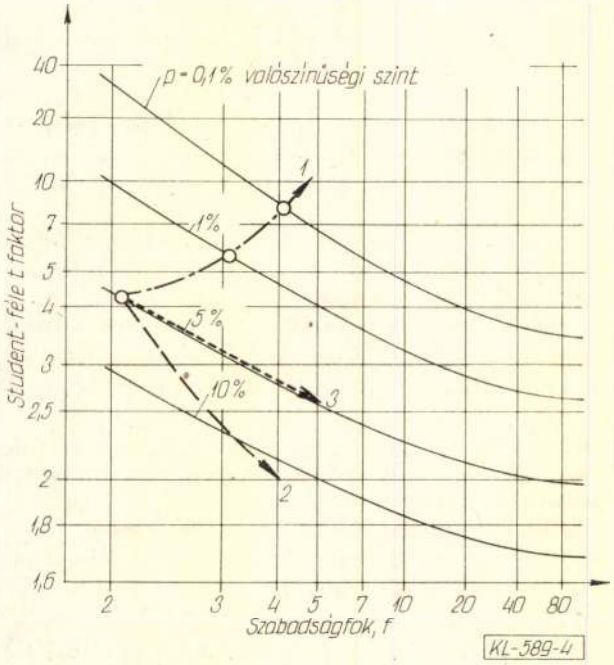
Az eddigiek alapján érthető az a hosszú idő óta érvényesülő tendencia, hogy az üzemi kutatási programok elaprózódnak, sok kis feladatra decentralizáltak. Erre ösztönöz az előzőekben érintett sokirányú igény és a biztonságra való törekvés is. Az is látszik azonban, hogy ezen az úton járva nagy mértékben csökken az igazán nagy horderejű kutatási eredmény létrejöttének esélye. A nyomásnak engedve, a számos témát továbbra is nagyobbára megtartva kívánatos, hogy mindig legyen egy-két nagyobb vállalkozásunk is.

3. „Takarékos" mérések

A kutatás hatékonyságának súlyos károkat okozhat, ha a mérési programot nem kellő gondossággal dolgozzák ki. Előfordul, hogy pl. a *3. ábrán* szemléltetett A és B mérési sorozat alapján azonnal szignifikáns különbséget tételeznek fel, anélkül. hogy ennek a megállapításnak a megbízhatóságát értékelnék. Pedig, ha feltennék azt a kérdést, hogy milyen valószínűséggel adhatna pl. az A változatú technológia a B-vel összeeső eredményt, esetleg kiderülne, hogy a mérésnél „változatlan" feltételek ingadozása játszott csak közre.



3. ábra. Két technológia új jellemzőjének összehasonlítása az átlaguk és szórásmezőjük alapján



4. ábra. Különböző valószínűségi szinthez tartozó Student-faktor

Ismeretes, hogy a megismételt mérési sorozatok középértékei az $\bar{y}$ átlag körül $\pm ts_y/\sqrt{n}$ szórásmezőbe várhatók, ahol n a mérések száma, s_y az eredmények szórása, t a Student-faktor, amelyet az $f = n-1$ szabadságfok függvényében táblázatosan vagy diagramban *(4. ábra)* adnak meg. Értéke annál nagyobb, minél magasabb valószínűségi szintet követelünk meg. Amikor egy új műszaki megoldás hatását vizsgáljuk, joggal várhatjuk el, hogy a nagy számú adattal meghatározott bázishoz viszonyítható átlagos különbség ($\bar{y}$) nagyobb legyen a szórásmező sugárnál, azaz $\Delta\bar{y} \geqq ts/\sqrt{n}$

Tételezzük fel azt a ritka esetet, hogy a mérések számának növelése közben az eredmények $\Delta\bar{y}/s_y$ hányadosa csak elhanyagolható mértékben változik. Ekkor $n \cong const/t^2$, vagyis az, hogy hány mérésre van szükség, csakis a vizsgálattól várt megállapítás megbízhatóságának megkívánt szintjétől függ. Minél nagyobb biztonságra törekszünk, annál több mérésre van szükség. A *4. ábra* 1 vonala szerint pl. abban az esetben, ha megelégszünk 95%-os megbízhatósággal, akkor elég 3 mérés. Ekkor azonban még 5% esélye van annak, hogy a mért különbség csak látszólagos. A 99%-os biztonsághoz már 4 mérés kell, 99,9%-hoz pedig 5 mérésre van szükség.

Természetesen a mérések számának a növelésével $\Delta\bar{y}/s_y$ is változhat, így a *4. ábrán* 1-gyel jelölt karakterisztika helyett sok egyéb is megjelenhet, pl. 2. Ez esetben a megbízhatósági szint, vagyis a megállapítás „erőssége" csökkent, egyéb, a méréskor nem vizsgált tényezőnek is közre kellett játszania. A 3. esetben a megbízhatósági szint változatlan.

Az ilyen típusú elemzések hiánya olyan megállapításokhoz vezethet, amelyek nem állják ki a gyakorlat próbáját. Az így kapott kutatási eredményt aztán gyakran bírálják, esetleg el is vetik, a munka nagyrészt kárba vész. Ez végeredményben a mérések „takarékos" megtervezésére, a kisérletek elméleti előkészítésének túlzott leegyszerűsítésére vezethető vissza. Az elmondottak — sajnos — tágabb értelemben is jellemzőek. A szűkösre tervezett kisérleti program nem egyszer vezet kellően meg nem alapozott eredményekhez.

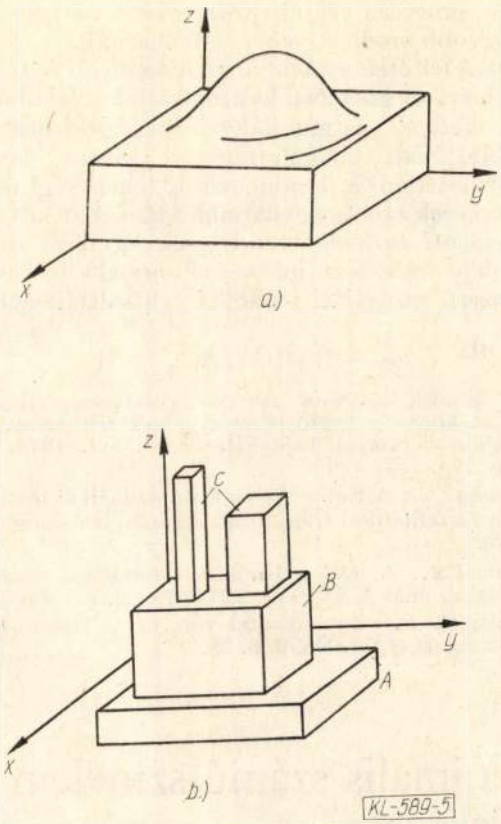
4. Az üzemi kutatás feltételeiről

Az előzőekben vázlatosan tárgyalt feladatok megoldásához egy sor szubjektív és objektív feltétel megléte szükséges. Fordítsuk figyelmünket ezek közül a személyi és technikai feltételek egyes vonatkozásaira.

Az üzemi kutatásban aktívan résztvevőknek az eredményes munkához megfelelő szintű felkészültséggel, elegendő ismeretekkel kell rendelkezniük ahhoz, hogy a feladat megoldásához szükséges új információkat hatékonyan tudják „megtermelni". Vizsgáljuk először ezt az oldalt.

Általában a munka során hasznosított ismereteket jól lehet elemezni egy háromdimenziós modellben [3], amelynek paraméterei: az alkalmazott ismeretek köre (x), részletessége (y) és mélysége (z). Ebben a megközelítésben az ismeretek köre azokat a diszciplinákat jelenti, amelyek a szóbanforgó technológiai folyamatra, jelenségre vagy objektumra vonatkoznak. Egy acélgyártási problémánál például ez a metallurgia, tüzeléstechnika, kemencetechnológia, öntéstechnológia és a felhasznált anyagokra vonatkozó információk körét jelentheti. Az ismeretek részletessége alatt meghatározott körben az információk mennyiségét kell érteni. Ezt az ismeretek mélysége oldaláról lehet megvilágítani, amely a harmadik „dimenzió". Az utóbbi a jelenségek, folyamatok törvényszerűségeinek ismeretét jelenti, amelyről tudjuk, hogy több szintjük van. Részletekbe menő ismerettel rendelkezhet valaki úgy, hogy az ezek között lévő összefüggéseket csak kevéssé ismeri. Az előbbi példánál maradva a kemence mellett dolgozókra lehet gondolni, akik a gyártási folyamat legapróbb részletével is tisztában vannak, anélkül, hogy azok fizikai-kémiai törvényszerűségeiről sok érdemlegeset tudnának.

Meghatározott munka elvégzéséhez szükséges összes ismeret ezek szerint a modellben egy elvileg



5. ábra. A megkívánt ismeretek terjedelme

lehatárolható térrésszel ábrázolható is, amelyet az *5/a. ábra* szemléltet. A feladat által meghatározott ismeretkörben a különböző részleteket eltérő részletességgel és elméletileg kimélyítve ugyan, de ismerni kell.

Ennek a térfogattal szemléltetett ismeretmennyiségnek természetesen nem egyetlen dolgozónál kell rendelkezésre állni. A szakmák és beosztási hierarchia szervezeti keretei között több, gyakran sok dolgozó együttes tudásából tevődik össze az egész „térfogat". Egyes térrészek természetesen többszörösen is kitöltöttek lehetnek, ahogyan azt az elvégzendő munka mennyisége ill. határideje megkívánja.

Mármost ami az üzemi kutatás feladatait illeti, kissé tovább is konkrétizálhatjuk ezt a modellt. Példaként vizsgáljuk meg valamely szakterületen az üzemmérnök, technológus mérnök és kutatómérnök munkájához szükséges ismereteket az *5/b. ábrán* látható vázlat alapján. Az üzemmérnök széleskörű, részletekbe menő ismeretekkel dolgozik (*A*). A speciális szervezési, vezetési tevékenységéhez politikai, pszichológiai megfontolásokra is képesnek kell lennie az üzem alapos ismerete mellett. A technológus mérnöknek (*B*) szűkebb — főleg, de semmi esetre sem kizárólag technikai — körben mélyebb tudással kell rendelkeznie, hogy a gyártást ellenőrizni, értékelni és fejleszteni tudja. A technológus mérnök részben a kutatómérnök (*C*) tevékenységére támaszkodik, amely a legmélyebb ismereteket igényli a három közül. E megközelítésben a három dolgozót felkészültség szempontjából egyenértékűnek tekinthetjük, ha a három „alakzat" térfogata egyenlő.

Eszerint egy üzemi kutatási feladat megoldásához igen különbözően képzett dolgozók együttműködésére lehet szükség. A kutatás természetéből következik, hogy nem nélkülözhető a mély elméleti tudás, de a helyi körülményekre vonatkozó részletes tájékozottság sem, amely az eredmények gyakorlati bevezetésénél kerül előtérbe. Az üzemi kutatási osztályok ebben a tudás-spektrumban középen helyezkednek el. A káder-lehetőségek és munkaügyi keretek korlátai között bizonyos irányokban hatékony elméleti munkára is képesek, amelylyel párosul saját és a partnerül választott termelő szakemberek helyi, részletekbe menő tájékozottsága is. Más ismeretkörben és bizonyos szinten túl a kutatási osztály külső kutatóhelyek szakértőinek bekapcsolódását is igényli, gyakran a speciális vizsgálati technika szükségessége miatt.

Nagy kérdés, hogy ez az egymásra utaltság kellően tükröződik-e egyrészt az üzemen belül, másrészt a külső, intézeti és felsőoktatási intézményi kutatóhelyekkel kialakult munkamegosztásban. A gyakorlatba bevezetett, sikeres kutatásnál mindig kimutatható a dolgozók e három csoportjának, a termelő üzemi, a kutatási osztályi és külső kutatóhelyi dolgozók szoros, mondhatni bensőséges együttműködése. Másról van itt szó, mint a komplex munkacsoportok, teamek alakításáról, amelyeknek számos ellenzője is akad [4]. Tudomásul kell venni, hogy egy feladat teljes értékű megoldásakor gyakran át nem vállalható teendők vannak, amelyeket ott kell elvégezni, ahol ahhoz kellő szakismeret és eszköz rendelkezésre áll. Vonatkozik ez a munka itt említett mindhárom szférájának viszonyára.

Ismeretesek pl. olyan intézeti „eredmények", amelyek a termelő üzemi részletek szintjéig nincsenek kidolgozva, aztán folyik az áldatlan vita a megvalósíthatóságról, az egész munka értékéről. Holott csak arról van szó, hogy a feladat még nincs megoldva, és akik tevékenysége még hiányzik belőle, azok a partner szerepe helyett az opponensét választják, vagy kapják. Így születnek a statisztikában „gyakorlatban nem hasznosítható" minősítésű kutatási eredmények.

Már az eddigiekből is kitűnik, hogy a személyi és tárgyi feltételek tulajdonképpen elválaszthatatlanok. Az üzemben végzett kutatás egyik fő jellemzője az a tény, hogy a kísérletek nagy részét a termelőberendezéseken hajtják végre. Másik ilyen jellemző, hogy a legkorszerűbb, speciális vizsgálati technikával az üzemek ritkán rendelkeznek, ez érthető okokból a már említett külső kutatóhelyekre van koncentrálva.

Ami az üzemi termelőberendezéseket, mint kutatóeszközöket illeti, ez két szempontból is figyelmet érdemel. Egyrészt nem lehet eléggé hangsúlyozni azt a tényt, hogy segítségükkel nem csak termékeket, hanem információkat is gyártunk. Az üzemek napról-napra ontják a termelési folyamat sok paraméterének adatait, amelyek a gyártási biztonság növelésének, a kedvező tendenciák kiemelésének és felerősítésének fontos eszközei. Másrészt a kohászati termelőberendezések minden perce igen drága, a kísérletezésnek ez gyakran korlátja. Gondosan kell mérlegelni, hogy a feladat

megoldásából mennyit bízunk papírra, mennyit laboratóriumra és mennyit az üzemre. Ugy tűnik, a hazai viszonyaink között ez utóbbira a kívánatosnál több jut.

Összefoglalás

E néhány gondolat azok véleményét támasztja alá, akik szerint a hazai üzemi kutatásra a viszonylag kis volumenű, elaprózott munkák jellemzők. A témaválasztás terén ez több hatás következménye: a kutatás és üzemi kisérletezés ugyanarra az apparátusra hárul, és keveredik, sok igény van a kutatás iránt és a kapacitás elaprózás bizonyos eredmények eléréséhez biztonságot nyújt. A kisérletek megtervezésénél a kisebb munkára törekvés „takarékos" mérésekhez vezet, amely viszont rontja az eredmények megbízhatóságát.

Vitathatatlan, hogy a sok kutatási téma iránti sokféle igény nagy nyomásának csak részben lehet és szabad ellenállni. Olyan mértékig azonban meg kell ezt tenni, hogy nagyobb feladatra is váll alkozhassunk, amelytől — körültekintően előkészített kisérleti program végrehajtása révén — a jelenleginél nagyobb eredményeket remélhetünk.

Fontos feltétele ennek, hogy a személyi és tárgyi feltételeket megfelelően koncentráljuk a feladatokra. Az eredményes munkához szükséges ismeretek struktúrájának vizsgálatából is kitűnt, hogy nélkülözhetetlen a különböző tevékenységi körű szakemberek szoros együttműködése. Ezt követeli a kohászati termelőberendezések egyrészt drága üzemideje, másrészt információtermelő jellege és a korszerű vizsgálati technika centralizáltsága is.

IRODALOM

[1] Az alkotó szellemi munka veszteségforrásainak a hatékonyságnövelő lehetőségeinek felmérése. Tudományszervezési Tájékoztató XI. évf. 1971. No. 2. p. 254.

[2] *Kunszt Gy.:* A tudományos kutatás logikai modellezése és tematikai irányítása. Akadémiai Kiadó Bp. 1975.

[3] *Pálmai Z.:* A jövő mérnökének modellje. Felsőoktatási Szemle XXV. évf. 1977. No. 3. p. 184—187.

[4] *Seibt, C. P.:* Zum Teufel mit dem Team. Plus, Düsseldorf, 1973. No. 2. p. 38.

Röntgensugaras mikroelemzés minimális számú színelem etalon felhasználásával

BOROSSAY BÉLA okl. kohómérnök — MARCZIS LÁSZLÓ okl. fizikus Vasipari Kutató Intézet

DK: 531.26 : 620.186

Korábbi számban megjelent cikk folytatásaként rövid ismertetés az ott leírt ZAF-korrekció legjobbnak tekintett számítási eljárásairól, valamint egy új módszer ismertetése, melynek segítségével a mikroelemzésben alkalmazott etalonok mennyisége minimálisra, egy adott mérés esetén pedig egyre csökkenthető. Ez az eljárás a hagyományos módszerrel szemben törtrészére csökkenti a mérés idejét, nélkülözhetővé teszi a nagy tisztaságú etalonok sorozatának használatát.

Bevezetés

Előző dolgozatunkban [1] a mennyiségi mikroelemzés elvét a nem vizsgálótechnikával foglalkozó szakemberek számára is követhető módon próbáltuk meg ismertetni. Kitértünk a karakterisztikus röntgensugárzás elektonokkal történő gerjesztésének fizikai alapjaira, a röntgensugárzás detektálásának kérdéseire, és a mért intenzitásból a vegyi összetétel meghatározásának feladatára. Reméljük, hogy segítséget nyújtottunk az eredmények értelmezésében és esetlegesen a feladatok megfogalmazásában azoknak, akik ezeknek a mikroelemző eljárásoknak eddig rendszerint csak a végeredményét kapták kézhez. Ebben a cikkben a ZAF-korrekciós számítások elvégzésének módját, és egy a mérés lehetséges egyszerűsítését és megkönnyítését lehetővé tevő módszert ismertetünk.

1. A ZAF-korrekció elvégzése

Mint tudjuk, az egyes elemek által kibocsájtott röntgensugárzás intenzitása arányos az illető elemnek a mintában levő mennyiségével. Mivel az elektronok és a röntgensugarak a különböző anyagokban eltérően viselkednek, ezért csak első közelítésben igaz, hogy

$$c'_A = \frac{I'_A}{I^\circ_A} \cdot c^0_A, \qquad (1)$$

ahol c'_A a minta A elemének, c^0_A pedig az etalon A elemének koncentrációja, I'_A a minta A elemének, I^0_A pedig a hasonló körülmények között gerjesztett etalon A elemének röntgenintenzitása. A valódi koncentráció a következő:

$$c'_A = \frac{I'_A}{I^\circ_A} \cdot c^0_A \cdot Z \cdot A \cdot F \qquad (2)$$

Itt „Z" a rendszámkorrekciót jelenti, amely magába foglalja az elektronoknak a mintán és az etalonon történő visszaszóródása és fékeződése miatti ionizációcsökkenést. „A" a karakterisztikus röntgensugárzás abszorpcióját írja le. „F" a karakterisztikus fluoreszcenciát veszi figyelembe, tehát azt, hogy nemcsak a primér elektronok, hanem más, nagyobb rendszámú, a vizsgált elem abszorpciós éle fölötti energián sugárzó elemek is gerjeszthetnek karakterisztikus röntgensugárzást. Ha színelem etalonnal dolgozunk — a továbbiakban ezt feltételezzük — akkor $c^0_A = 1$, és a vesszőt elhagyhatjuk. Ha bevezetjük a $k_A = I_A'/I^0_A$ jelölést, a

$$c_A = k_A \cdot Z \cdot A \cdot F \tag{3}$$

alakot kapjuk.

Előző dolgozatunkban levezettük a ZAF-korrekció végső alakját, amely a következő volt:

$$c_A = k_A \left(\frac{F(O)^\circ}{F(O)'} \right) \cdot \left(\frac{f(x)^\circ}{f(x)'} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \sum_{i=B}^{N} \gamma_i^A} \right) \tag{4}$$

Itt

$$x' = \sum_{i=A}^{N} c_i (\mu/\varrho)_i^A \cdot \frac{1}{\sin \varphi}, \quad x^\circ = (\mu/\varrho)_A^A \cdot \frac{1}{\sin \varphi} \tag{5}$$

ahol $(\mu/\varrho)_i^A$ az i-edik elem tömegabszorpciós együtthatója az A elem karakterisztikus röntgensugárzására vonatkozóan, c_i az i elem koncentrációja, φ pedig a minta felszíne és a detektor iránya közötti szög. Az abszorpció mértékét tehát az $(1 - e^{-x\varphi z})$ kifejezés adja meg, ahol $z/\sin \varphi$ az abszorpciós úthossz. Ha nincs abszorpció, akkor $x = 0$. A korrekció első tényezője így a gerjesztett intenzitások arányával kapcsolatos:

$$k_g = c_A \cdot \frac{F(O)'}{F(O)^\circ} \tag{6}$$

A képletben a „'" a mintára, a „o" az etalonra vonatkozik. A második korrekciós tényezőben $f(x) = F(x)/F(O)$ az emittált és gerjesztett intenzitások arányát írja le a minta illetve az etalon esetében. A korrekció harmadik tényezője a más karakterisztikus röntgensugarak által történő fluoreszcenciát írja le. Itt $\gamma = I_f'/I_p'$, tehát a más karakterisztikus röntgensugárzás és a primér elektronsugár által gerjesztett intenzitás aránya a mintában. A színfém etalonra értelemszerűen nincs ilyen korrekciós tag. Az összegzés azt jelenti, hogy az A elemnek valamennyi elem általi gerjesztését figyelembe kell venni, és az effektusokat összegezni kell.

A következőkben ismertetjük a (4) képletben szereplő ZAF-korrekciós tényezők konkrét, számolásra alkalmas alakját.

A rendszámkorrekciót leíró $F(O)^\circ/F(O)'$ tényező konkrét alakjának megadása a következő meggondolások alapján lehetséges. Legyen a ϱ sűrűségű mintában c_A az A elem atomjainak részaránya, z_e a bombázó elektronok úthossza, E pedig energiája. Ekkor egy E energiájú elektron által dz_e úthosszon keltett $A(K, L$ vagy $M)$-röntgenfotonok száma:

$$dn_A = \frac{N \varrho c_A}{A} \cdot Q_A^*(E) dz_e \tag{7}$$

Itt N az Avogadro-szám, A az A elem atomsúlya, $Q_A^*(E)$ pedig az A atom E energiájú elektronokkal szembeni A-sugárzási hatáskeresztmetszete. Ekkor az egy elektron által a z_h hasznos úton — vagyis amíg az elektron energiája nagyobb az A elem gerjesztési potenciáljánál $(E > E_c^A)$ — keltett A-röntgenfotonok száma:

$$n_A = \frac{N \varrho c_A}{A} \int_0^{z_h} Q_A^*(E) dz_e =$$

$$= \frac{N \varrho c_A}{A} \int_{E_0}^{E_c^A} \frac{Q_A(E) dE}{(dE/dz_e)} \tag{8}$$

Ha bevezetjük az elektronok fékeződéséből származó energiaveszteséget leíró

$$S(E) = \frac{1}{\varrho} (dE/dz_e) \tag{9}$$

tagot (stopping power), akkor n_A a következő lesz:

$$n_A = \frac{N c_A}{A} \int_{E_0}^{E_c^A} \frac{Q_A^*(E)}{S(E)} dE \tag{10}$$

Vegyük most még figyelembe a gerjesztés számára elveszettnek tekintendő $E > E_c^A$ energiájú visszaszórt elektronok arányát leíró R visszaszórási faktort (backscatter factor). Ekkor az elektronok által gerjesztett teljes intenzitást kapjuk, ami:

$$I_{A,g} = \frac{N c_A}{A} \cdot PR' \int_{E_0}^{E_c^A} \frac{Q_A^*(E)}{S(E)} dE \tag{11}$$

Itt P a bombázó intenzitás. Ennek alapján a mintában és az etalonban elsődlegesen keltett röntgenintenzitások aránya:

$$k_g = \frac{I'_{A,g}}{I^\circ_{A,g}} = c_A \cdot \frac{R'}{R^\circ} \frac{\int_{E_0}^{E_c^A} \frac{Q_A^*(E)}{S'(E)} dE}{\int_{E_0}^{E_c^A} \frac{Q_A^*(E)}{S^\circ(E)} dE} \tag{12}$$

Mivel S°/S' az energia függvényében közel lineárisan, lassan változik, közelíthető az átlagos $(E_0 + E_c^A)/2$ energián felvett értékével. Ebben az esetben a (12) összefüggés a következő alakúra egyszerűsödik:

$$k_g = \frac{I'_{A,g}}{I^\circ_{A,g}} = c_A \frac{R'}{R^\circ} \cdot \frac{S^\circ}{S'} \tag{13}$$

A (6) és a (13) összefüggésekből következik, hogy

$$\frac{F(O)'}{F(O)^\circ} = \frac{R'}{R^\circ} \cdot \frac{S^\circ}{S'} \tag{14}$$

Most már csak az R és S értékekre van szükségünk. Az S faktorra leggyakrabban az úgynevezett *Bethe*-közelítést alkalmazzák [2]:

$$S = \text{const} \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{Z}{A} \ln \frac{1{,}166E}{J} \tag{15}$$

Itt J az A atom átlagos ionizációs potenciálja, amely táblázatból elérhető, Z a rendszám, a konstans és $1/E$ pedig az S°/S' képzésekor kiesik. Az R értékeket a rendszám és a túlgerjesztés (E_0/E_c^A) függvényében több kutató is táblázatba illetve nomogramba foglalta. Szokás ezt a tényezőt 30—40 tagú polinomokkal is közelítgetni ami,

azért nem jelent külön gondot, mert az egész számítást általában úgyis géppel végzik. R' és S' számításánál többalkotós minta esetén a koncentrációkkal súlyozott értékekkel kell számolni:

$$S' = \sum_{i=A}^{N} c_i S_i \quad \text{és} \quad R' = \sum_{i=A}^{N} c_i R_i \tag{16}$$

Az abszorpciókorrekciót szolgáltató $f(x) = F(x)/F(O)$ függvényt a sugárzás mélységeloszlásának ismeretében numerikus integrálással meg lehetne határozni, azonban ehhez csak kevés mérési eredmény áll rendelkezésre. Ezért az $f(x)$ függvényt *Philibert* nyomán a következő képlettel szokás közelíteni [3]:

$$f(x) = \frac{1+h}{\left(1+\frac{x}{\sigma}\right)\left[1+h\left(1+\frac{x}{\sigma}\right)\right]}, \tag{17}$$

ahol

$$h = 1{,}2 \cdot A/Z^2 \tag{18}$$

és

$$\sigma = \frac{C \cdot 10^5}{E_0^n - E_c^{An}} \tag{19}$$

A képletekben Z a rendszám, A az atomsúly, E_0 az elektronok gyorsítófeszültsége, E_c^A az A elem megfelelő héjának gerjesztési potenciálja, x-et már definiáltuk. C és n pedig konstansok, a szokásos mérési tartományban $C = 4{,}5$, $n = 1{,}65$ használható [4]. Megjegyezzük, hogy ezek az állandók egyes szerzőknél esetleg különbözhetnek, de legelterjedtebben a fenti értékeket használják. Több elemet tartalmazó minta esetén h'-t a h-értékek összetétel szerinti súlyozásával nyerjük:

$$h' = \sum_{i=1}^{N} c_i h_i \tag{20}$$

Az abszorpciókorrekciót megadó $f(x)^\circ/f(x)'$ tényező valamennyi korrekciós tényező közül rendszerint a legnagyobb, mert az x'-ben szereplő $(\mu/\varrho)_i^A$ abszorpciós együtthatók általában sokkal nagyobbak mint a $(\mu/\varrho)_A^A$ önabszorpciós együttható.

A karakterisztikus fluoreszcencia korrekciójára *Reed* [5] adott összefüggést:

$$I_f'/I_p' = \gamma_A = 0{,}5 \cdot D_{ij} \cdot c_B \cdot \frac{r(A)-1}{r(A)}\, \omega(B)\, \frac{A}{B} \times$$
$$\times (\mu/\varrho)_A^B (G+H) \left(\frac{U(B)-1}{U(A)-1}\right)^{1{,}67} \tag{21}$$

A képletben $r(A) = (\mu/\varrho)_{\max}^{\text{él}}/(\mu/\varrho)_{\min}^{\text{él}}$ az A elem abszorpciós élénél a tömegabszorpciós együttható ugrását írja le. A az A elem, B a B elem atomsúlya. $\omega(B)$ a B elem megfelelő vonalának fluoreszcenciahozama, $(\mu/\varrho)_A^B$ pedig az A elemnek a fluoreszcenciát keltő B elem sugárzására vonatkozó tömegabszorpciós együtthatója. c_B a gerjesztő elem koncentrációja, $U(A)$ és $U(B)$ a túlgerjesztési faktorok, tehát a gyorsítófeszültség és az illető héj gerjesztési potenciáljának arányát adják meg. Továbbá

$$G = \ln\left[1+\frac{x'(A)}{x'(B)\cdot \sin\varphi}\right]/x'(A) \tag{22}$$

és

$$H = \ln\left[1+\frac{\sigma}{x'(B)\cdot \sin\varphi}\right]/\sigma \tag{23}$$

Itt az x' kifejezés az (5) képletben használt kifejezésnek a megfelelője az A és B elemre vonatkozóan. A φ-t és σ-t már definiáltuk. A (21) képletben szereplő $D_{ij}/i = K, L, j = K, L$, az M-fluoreszcencia elhanyagolható tényező értéke az egyes fluoreszcencia típusoknál rendre a következő: $D_{KK} = D_{LL} = 1$, $D_{LK} = 4{,}0$, $D_{KL} = 0{,}25$ [5]. Itt az első index a gerjesztő sugárzásra, a második pedig a gerjesztett sugárzásra vonatkozik. Ezek az értékek a K és L vonalak relatív intenzitásával kapcsolatosak. K—K fluoreszcencia esetén a gerjesztő sugárzást monokromatikus K_α-sugárzásnak tekintjük, elhanyagolva azt a tényt, hogy a K-sugárzásnak kb. 10%-a K_β-sugárzás. Ha azonban a fluoreszcenciát $K\alpha$-sugarak hiányában K_β-sugarak gerjesztik, pl. a 21-nél nagyobb rendszámú elemek esetén az eggyel nagyobb rendszámú elemeknek csak a K_β-sugárzása kelt fuolreszcenciát, a γ-értékeket egy $\delta \approx 0{,}1$ tényezővel meg kell szorozni, ami a $K_\beta/(K_\alpha + K_\beta)$ relatív intenzitásnak felel meg. L—L és K—K fluoreszcencia esetén hasonló módon, ha L_α-gerjesztés hiányában L_β-gerjesztés történik, a γ-értékeket $\delta \approx 0{,}4$-gyel kell megszoroznunk.

Mivel az A elemnek valamennyi $B, C, \ldots, N$ elem által történő gerjesztését figyelembe kell venni, γ_A-t a következő formában írhatjuk:

$$\gamma_A = \sum_{i=B}^{N} \gamma_i^A \tag{24}$$

Természetesen ha az i elem nem gerjeszti az A elemet, akkor $\gamma_i^A = 0$.

A mintában keletkező folytonos sugárzásnak az a része amelynek energiája nagyobb a vizsgált A elem gerjesztési potenciáljánál, szintén fluoreszcencia-sugárzást kelthet. Ezt veszi figyelembe a kontinuum-fluoreszcencia korrekció, amely valamennyi korrekció közül a legkisebb, és legtöbbször elhanyagolható. Ez azzal magyarázható, hogy bár a kontinuum-fluoreszcencia és a primér karakterisztikus röntgensugárzás intenzitásának aránya közelítőleg

$$I_{cf}/I_p \approx 10^{-7} \cdot Z^4 \tag{25}$$

szerint változik a rendszámmal (ez $Z = 20$-nál 2%-ot, $Z = 30$-nál 8%-ot, $Z = 35$-nél 15%-ot jelentene), a mintában történő abszorpció a fluoreszcenciasugárzás intenzitását erősebben csökkenti mint a primér karakterisztikus sugárzás intenzitását. A fluoreszcenciasugárzás nagyrésze ugyanis mélyebben keletkezik a mintában, mint a primér karakterisztikus röntgensugarak. Másrészt a kontinuum-fluoreszcencia sugárzás mind a mintában,

mind pedig az etalonban keletkezik, és ezek hatása annál jobban kiejti egymást, minél közelebb van egymáshoz az etalon és a minta átlagos rendszáma. Mivel a kontinuum-fluoreszcencia korrekció a legtöbb esetben igen kicsi, a mért intenzitásarány $\pm 1\%$-ánál is kevesebb — ez a mérés hibáján belül van — továbbá, mivel a korrekciós számítások időszükségletének körülbelül felét a kontinuum-fluoreszcencia korrekció teszi ki, ezért a legtöbb esetben indokolt az elhanyagolása. Általános az egyetértés abban, hogy K-vonalakat használva a $Z<20$, L vonalakat használva a $Z<50$ rendszámú elemek esetén nyugodtan elhanyagolható ez a korrekció. A mérések és a többi korrekció pontosságának javulásával azonban a jövőben megnőhet ennek a korrekciónak is a jelentősége, ezért megadjuk a *Springer* [8] által bevezetett alakját:

$$I_{cf}/I_p = 4{,}34 \cdot 10^{-6} \frac{r(A)-1}{r(A)} \cdot A \cdot \bar{Z} \cdot E_i^A \times$$

$$\times \frac{(\mu/\varrho)_A^{\max}}{(\mu/\varrho)^{\max}} H(u, U_0) \qquad (26)$$

Itt $r(A)$-t már értelmeztük, A az A elem atomsúlya, $\bar{Z} = \sum_i c_i Z_i$ a minta átlagos rendszáma, E_c^A az A elem gerjesztési potenciálja, $(\mu/\varrho)_A^{\max}$ és $(\mu/\varrho)^{\max}$ az A elem illetve a minta abszorpciós éle fölötti tömegabszorpciós együtthatók. A konstans értéke K-vonalra $4{,}34 \cdot 10^{-6}$, L-vonalra pedig $1{,}08 \cdot 10^{-6}$.

$$H(u, U_0) = \frac{\ln(1+uU_0)}{uU_0} \qquad (27)$$

a kontinuum-fluoreszcencia sugárzás abszorpcióját írja le, ahol

$$u = \frac{x'(A)}{(\mu/\varrho)^{\max}} \quad \text{és} \quad U_0 = E_0/E_c^A \qquad (28)$$

A korrekciós faktor hasonlóan a karakterisztikus fluoreszcencia „F" faktorához, mind a mintára, mind pedig az etalonra

$$F_{cf} = \frac{1}{(1+I_{cf}/I_p)} \qquad (29)$$

Ha a ZAF-korrekcióban mindkét fluoreszcenciatípust figyelembe vesszük, akkor az „F"-faktor kiszámítása előtt az I_f/I_p és I_{cf}/I_p értékeket össze kell adni. Ha $I_{cf}/I_p \ll 1$ és $I_f/I_p \ll 1$, akkor ez azzal egyenértékű, hogy a fluoreszcenciakorrekciós faktorokat, F_f-t és F_{cf}-et összeszorozzuk.

A korrekciós faktorok fenti kifejezései merőleges elektrongerjesztésnél érvényesek. Belátható azonban, hogy használatuk kiterjeszthető nem merőleges elektrongerjesztés esetére is, mindössze annyit kell tennünk, hogy a szögtől függő korrekciós faktorokban megváltoztatjuk a szögek értékét. Ha például a mintát ε szöggel való megdöntés, ψ szöggel való elforgatás után helyezzük az elektronnyaláb útjába, és a merőleges beesésnél a detektor iránya és a minta síkja közötti szög (take off-angle) φ volt, akkor koordinátatranszformációval belátható, hogy az abszorpciókorrekcióban szereplő x értékek a következőképpen változnak meg:

$$x' = \sum_{i=A} c_i (\mu/\varrho)_i^A \cdot \frac{\cos\varepsilon}{\sin\Theta},$$

$$x^{\circ} = (\mu/\varrho)_A^A \cdot \frac{\cos\varepsilon}{\sin\Theta} \qquad (30)$$

ahol Θ az új „take off-angle", amely a

$$\sin(\Theta) = \cos\psi \cdot \sin\varepsilon \cdot \cos\varphi + \sin\varphi \cdot \cos\varepsilon \qquad (31)$$

kapcsolatban áll a φ és ψ szögekkel. A fluoreszcenciakorrekciókban is szerepelnek az abszorpciót figyelembe vevő tényezők, itt hasonlóan kell eljárni. A rendszámkorrekciós faktorban az R backscatter érték változik a beesési szöggel, de ez általában (különösen ha az etalon és a minta átlagos rendszáma nem nagyon különbözik, és 30-nál kisebb rendszámú elemek K-vonalai esetén) csak kis változást okoz a rendszámkorrekcióban. A scanning-elektronmikroszkópban általában 45°-ra döntik meg a mintát.

A (14), (15), (16), (17), (18), (19), (21), (22), és (23) összefüggések, valamint a mért adatok és táblázatokból elérhető anyagi állandók ismeretében a *ZAF-korrekció* akár logarléccel is elvégezhető. Az első akadályt az fogja jelenteni, hogy néhány összefüggésben szerepel a meghatározandó koncentráció is. Jobb híján első közelítésben az (1) összefüggéssel becsüljük az egyes elemek koncentrációját, majd elvégezve a ZAF-korrekciót, újabb bemenő koncentrációértékeket kapunk. Ezeken az értékeken szintén elvégezzük a korrekciót, és így tovább. Az iterációt addig folytatjuk, amíg a korrigált koncentrációértékek gyakorlatilag megegyeznek a bemenő adatokkal. A számítást természetesen számítógéppel célszerű elvégezni. A 70-es évek elején már több mint 40 ZAF-korrekciós program volt „forgalomban", számuk azóta tovább nőtt. Ezek közül kiválasztva az adott feladathoz a legalkalmasabbat, az jelentős fáradtságtól kímélheti meg felhasználóját.

2. A k-értékek meghatározása egyetlen etalon segítségével

A kvantitatív mikroelemzés kiindulópontja a k-értékek meghatározása valamennyi vizsgált elemre. Ezeken a k-értékeken elvégezve a *ZAF-korrekciót*, a (3) képlet szerint a valódi koncentrációkat kapjuk. A k-értékek meghatározása hagyományos módon úgy történik, hogy az egyes elemek tiszta — a háttérrel és holtidővel korrigált — intenzitását azonos körülmények között megmérjük a vizsgált mintán és az elem színfém etalonján vagy oxidján, majd képezzük a két érték hányadosát. Ha az illető elemnek nincs szilárd állapotú, megfelelő tiszta etalonja, szokás ismert összetételű, homogén compound etalonokat és kalibrációs görbéket használni. Erre itt nem térünk ki.

Az etalonok használatának előnye, hogy a mérés geometriájából és a mérőeszköz egyedi tulajdonságaiból adódó tényezők, például a detektor hatásfoka és térszöge, kiesnek a számításból. Abszolút módszer esetén, tehát amikor nem használunk etalonokat, ezeket számításba kellene venni. Másrészt az abszolút módszer kielégítő pontossággal inkább

csak vékony minták esetén alkalmazható. Vastag minták esetén a gerjesztő elektronnyaláb fékeződése miatti gerjesztési hatáskeresztmetszet változás mellett gondot jelent a minta önabszorpciójának meghatározása is. Ehhez ugyanis ismerni kell a minta összetételét és az inhomogenitásokat is. Vastag minták alkalmazása esetén azonban nincs szükség komplikált mintakészítési eljárásokra, ezáltal kisebb az esetleges szennyezés veszélye is. Sok esetben vékony minták készítése nehéz, vagy lehetetlen. Vastag minták esetén célszerű tehát etalonokat használni. Hátrányt jelent viszont a beszerzendő etalonok nagy száma, és a mérések elvégzéséhez szükséges hosszú idő. Ez utóbbi különösen hátrányos, ha az energiadiszperzív detektorok egyébként gyors működésére, vagy a hosszú idő alatt jelentkező mérési instabilitásokra gondolunk. Ilyen megfontolásokból arra törekedtünk, hogy a *Vasipari Kutató Intézet Fémtani Osztályán* működő *CAMBRIDGE STEREOSCAN 150 B* típusú *ORTEC EEDS-II* energiadiszperzív elemzőrendszerrel kiegészített scanning-elektonmikroszkópon, és *JXA-5A* mikroszondán végzett kvantitatív vizsgálatokat kényelmesebbé, gyorsabbá és pontosabbá tegyük. Olyan számítógépi programot írtunk, amely a k-értékek meghatározásához a hagyományos sok etalont használó módszerrel szemben egyetlen alkalmasan megválasztott etalont tesz szükségessé.

Az új eljárás alapelve a következő: Tekintsünk két színfém etalont. Ha ezeket azonos geometriai és gerjesztési körülmények mellett elektronokkal bombázzuk, a mért karakterisztikus röntgensugarak intenzitása a következő tényezőktől függ:

— Mekkora az $E > E_c$ energiájú visszaszórt elektronok miatti ionizációs veszteség.

— Milyen az illető (K-, L- vagy M-) héj adott energiájú elektronokkal történő gerjesztésének hatáskeresztmetszete.

— A gerjesztett héj milyen valószínűséggel emittál röntgenfotonokat.

— Milyen a koncentráció meghatározására használt vonalnak a teljes sorozathoz viszonyított relatív intenzitása.

— A keltett karakterisztikus röntgensugárzásnak mekkora hányada abszorbeálódik a mintában.

— Mekkora a detektor hatásfoka.

Ha mindezeket a tényezőket figyelembe vesszük, akkor az A és B színfém etalonok vonalainak egymáshoz viszonyított intenzitása a következő képlettel fejezhető ki:

$$\frac{P(A)}{P(B)} = \frac{R(A)}{R(B)} \cdot \frac{[U(A)-1]^{5/3}}{[U(B)-1]^{5/3}} \cdot \frac{B}{A} \; \frac{L(A)}{L(B)} \times \times \frac{W(A)}{W(B)} \cdot \frac{f_A(x)}{f_B(x)} \cdot \frac{T(A)}{T(B)} \qquad (33)$$

Itt a $P(A)$ és $P(B)$ az A és B elem valamelyik vonalának mért intenzitását jelenti. $R(A)$ és $R(B)$ az A és B elem effektív áram (vagy backscatter) faktora, amely a visszaszórt elektronok miatti ionizációs energiaveszteséget írja le.

Értéke az illető héj Q (E) ionizációs hatáskeresztmetszetének, az elektronok E energiájának, az S fékezési erőnek és a visszaszórt elektronok $d\eta/dW$ energiaeloszlásának ismeretében numerikus integrálással kiszámítható:

$$R = 1 - \frac{\int_{W_c}^{1} d\eta/dW \int_{E_c}^{E} \frac{Q(E)}{S} \, dE \, dW}{\int_{E_c}^{E_0} \frac{Q(E)}{S} \, dE} \qquad (34)$$

Itt η a visszaszórt és a beeső elektronoknak az aránya, $W = E/E_0$, $W_c = E_c/E_0$. A kiszámított értékekre *Duncumb* [7] sikeresen 30 tagú polinomot illesztett, mely Z és $1/U$ teszőleges értékére előállítja R-et. Itt $U = E_0/E_c$ a túlgerjesztési faktort jelenti. A (33) képletben felhasználtuk, hogy valamely X elem adott energiájú elektronokkal szembeni ionizációs hatáskeresztmetszetét a

$$Q_x(E) \sim [U(X)-1]^{5/3}/X \qquad (35)$$

arányosság írja le, ahol $U(X)$ az X elem túlgerjesztési faktora, X pedig az atomsúlya. A (33) képletben szereplő többi mennyiség jelentése a következő: L a mért vonal relatív intenzitása, W az illető héj fluoreszcenciahozama, T pedig a detektor hatásfoka a mért sugárzásra vonatkozóan. Ez utóbbi a detektor geometriai hatásfokát figyelmen kívül hagyva — a detektor relatív térszöge ugyanis kiesik a (33) képletből — a detektor előtti berillium ablakban, a detektor holrétegében és a felületét borító vékony aranyrétegben való abszorpciótól függ. Ezek vastagságának és a tömegabszorpciós együtthatóknak az ismeretében a hatásfok kiszámítható. Jó minőségű detektoroknál a *Be*-ablak vastagsága a döntő tényező. Különösen könnyű elemeknél, amelyek a detektor felületéhez közeli mélységből sugároznak, a kiszökő *Si*-sugarak is okozhatnak veszteséget, de ez elhanyagolható. A és B a két elem atomsúlyát jelenti, $f(x)$ pedig a röntgensugarak mintában történő abszorpcióját leíró függvény. Alakja és a benne használt jelölések megfelelnek a (17), (18), (19) képleteknek. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy x alakja nem merőleges beesés esetén:

$$x = (\mu/\varrho) \cdot \frac{\cos \varepsilon}{\sin \Theta} \qquad (35)$$

ahol ε a minta normálisa és a beeső nyaláb iránya közti szög ,Θ pedig a minta felülete és a detektor iránya közti szög.

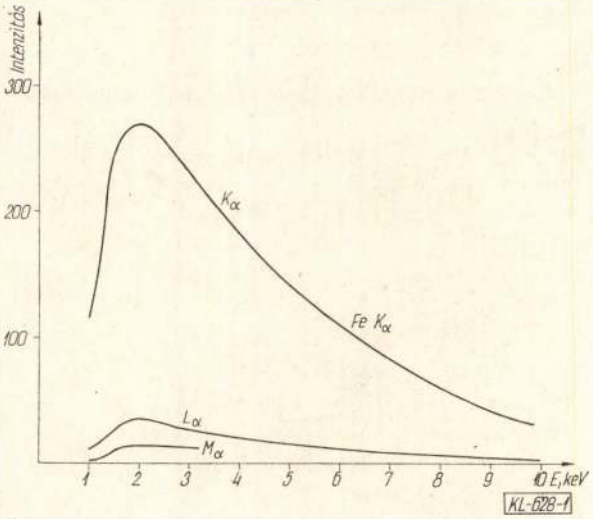
A (33) képlet segítségével tehát elérhető, hogy egyes tiszta elemek röntgenintenzitását mérés helyett más, megbízható színfém etalon intenzitásából számítsuk ki. Ez a következőképpen történik. A Z rendszámú tiszta elem $I(Z)$ intenzitása a tiszta etalon I_e intenzitásából az

$$I(Z) = \frac{P(Z)}{P_e} \cdot I_e \qquad (36)$$

képlettel számítható. Itt $P(Z)$ és P_e a (33) képlet $P(A)$ és $P(B)$ jelölésének felel meg. Ezek után már képezhetők az egyes elemek k-értékei:

$$k(Z) = \frac{I(Z)_{\text{minta}}}{I(Z)} = \frac{I(Z)_{\text{minta}}}{[P(Z)/P_e)] \cdot I_e} \qquad (37)$$

A fentiek szerint számolt k-értékek a tapasztalattal igen jó egyezést mutatnak. *Russ* a (33) képlet segítségével színfém minták K, L, M vonalainak a Fe K_α vonalára vonatkoztatott intenzitását határozta meg különböző gyorsítófeszültségek és geometria mellett, és a tapasztalattal jó egyezést kapott [7].



1. ábra. Az elemek K, L és M vonalainak intenzitása a Fe Kα vonalához viszonyítva az energia függvényében. ($E_0 = 20$ keV, $\varepsilon = 45°$, $\psi = 45°$, $\Theta = 30°$)

Az *1. ábrán* megadjuk az elemek K-, L és M-vonalainak a FeK_α vonalához viszonyított intenzitását adott gyorsítófeszültség (20 keV) és geometria ($\varepsilon = 45°$, $\psi = 45°$, $\Theta = 30°$) mellett. Az elméleti görbék jól egyeznek a tapasztalattal.

Összefoglalás

Dolgozatunkban a korábbi számban megjelent cikkünk folytatásaként megadtuk az ott levezetett *ZAF-korrekció* egyes tényezőinek konkrét alakját, valamint bemutattunk egy olyan eljárást, amely lehetővé teszi a mikroelemzéshez használt etalonok számának radikális csökkentését. Ez a hagyományos sok etalonos módszerrel szemben elkerülhetővé teszi a nagy tisztaságú etalonok sorozatának használatát, és ezzel töredékére csökkenti a mérés idejét. Az eljárás előnye, hogy a rövidebb mérési összidő alatt a gerjesztési paraméterek stabilabban tarthatók, így a pontosság javul. Nyilvánvaló előny továbbá, hogy míg a hagyományos módszernél a 14—22 rendszámú elemek megbízható színelem etalonjainak beszerzése nehézségekbe ütközik, addig az új módszer alkalmazásánál ez a probléma fel sem merül.

IRODALOM

[1] *Marczis L.—Borossay B.:* BKL—Kohászat 1980. 8.

[2] *Bethe, H. A.:* Zur Theorie des Durchgangs schneller Korpuskularstrachlen durch Materie, Annalen der Physik. ANPYA, Vol 5. 1030.

[3] *Philibert, J.:* A method for calculating the absorption correction in electronprobe microanalysis. X-ray Optics X-ray microanalysis. 3. Int. Symp. Standford 1963.

[4] *Heinrich, K. F. J.:* The absorption correction model for microprobe analysis. 2. Nat. Conf. on Electron Microprobe Anal. Boston 1967. paper No. 7.

[5] *Reed, S. J. B.:* Electron microprobe analysis. Springer—V. 1965.

[6] *Beaman, D. R.—Isasi, J. A.:* Electron beam microanalysis ASTM 1972.

[7] *Russ, J.:* Procedings of the 9th Annual Conference on electron microscopy. Ottawa, Canada, 1974. 22.

[8] *Springer, G.:* The correction for continuous flurescence; Electronprobe Microanalysis. Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen. NJIMA, Vol. 106, 1967.

[9] *Duncumb, P.—Reed, S. J. B.:* The calculation of stopping power and backscatter effects in electronprobe microanalysis. In: Éuantitative Electron Probe Microanal. Ed: Heinrich. NBS Special Publication 298. Washington 1968.

A karbon eloszlásának vizsgálata cementált alkatrészekben

KÁLDOR MÁRTON okl. kohómérnök
Magyar Vagon- és Gépgyár, Győr

DK: 539.26 : 669.111

A cikk az energiadiszperzív úton nem mérhető karboneloszlás hullámhosszdiszperzív elemzésével foglalkozik. Ismerteti a mérés körülményeit, és bemutat néhány karbon eloszlási görbét, amelyeket cementált alkatrészeken vett fel.

Bevezetés

Üzemi feladataink nagy részét teszi ki különböző cementált alkatrészek vizsgálata, melyek részben az élettartamot döntően befolyásoló paraméterek meghatározására irányulnak. E vizsgálatok kapcsán szükségessé vált fárasztott alkatrészekben a karbon eloszlásának ismerete. Ez kényelmesen meghatározható hengeres próbatesteken, azonos méretű hengergyűrűk leesztergálásával és elégetésével, de fogaskerekek méréséhez ez a módszer alkalmatlan. Ezért szükségessé vált a karbon eloszlását a *Leitz— AMR letapogató elektronmikroszkóppal*, illetve a hozzá csatolt *MICROSPEC— WEDAX 2 röntgensugaras mikroanalizátorral* mérni. Az alacsony rendszámú elemek elemzése nehezebb, mint a nagyobb rendszámúaké, amit talán a *MICROSPEC* gépkönyvének néhány adata szemléltet a legjobban. Ezek az adatok az *1. táblázat*ban találhatók. Jól látható, hogy karbon elemzésekor lényegesen nagyobb tárgyáram szükséges, és rosszabb a kapott jel-zaj viszony, mint egy közepes rendszámú elem esetén. További nehézségeket okoz— a karbon elemzésekor— a felület mérés alatti szennyeződése, mely ekkora tárgyáram mellett már elég jelentős.

1. táblázat

A tárgyáram és a jel/zaj viszony alakulása a rendszám függvényében

Elem	Tárgyáram nA	Jel/zaj arány
Cu	5	350
Fe	5	550
Al	2,5	700
Si	10	2000
C	50	90

A mérés

A mérés a karbon $K_{\alpha\ 4,47\ mm}$ sugár hullámhosszán történt. A spektrométer, illetve a mikroszkóp beállítása a következő volt:

Elemző kristály : LSTEAR (ólomsztearát)
Gyorsítófeszültség : 10kV
Mérési idő : 40sec/pont
Detektor : proporcionális számláló
(1800 V; 90% metán, 10% argon)
Tárgyáram : 70 — 80 nA

A vizsgálathoz szükséges volt:

1. tiszta karbon
2. tiszta aluminium
3. homogén karbon eloszlásúnak tekintett acél (Spektrométeres etalon)
4. cementált acél

segítségével beállítani a rendszer (apertúrák, tárgyáram, gyorsítófeszültség, emisszió, detektor, erősítő, impulzus analizátor, hullámhosszablak) maximális érzékenységét az elemzendő hullámhosszon, megmérni a háttérzaj intenzitását, a homogén mintához tartozó intenzitás szélső értékeit és végül néhány cementált kéregben a karbontartalom változását. A kapott eredmények a *2. táblázat*ban találhatók.

Az eredmények azt mutatják, hogy ezzel a módszerrel az eloszlás jellege meghatározható. A karbontartalom változását a felszíntől mért távolság függvényében a tárgy – a vizsgált felület — sugár alatti ismert mértékű elmozdításával meg lehetett határozni, pontonként mérve az intenzitást. Több lehetségesnek tűnő mérési lehetőség kipróbálása után mintánként háromszor megismételt, pontonként 40 másodpercig tartó méréssorozatot választottam az alábbiak miatt :

— rövidebb elemzési idővel mérve a szórás növekedése miatt kapott eredmények gyakorlatilag értékelhetetlenek voltak,

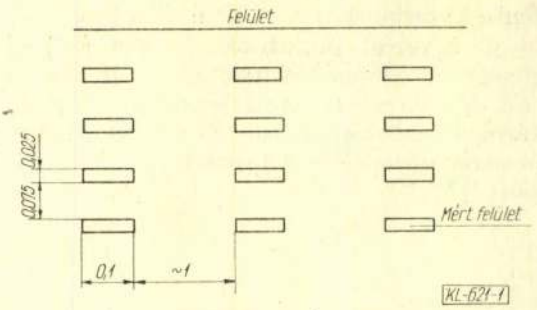
— a választott elemzési terület már elég nagy, de a szomszédos mérések nem zavarják egymást a felület elszennyezésével. (*1. ábra*)

A karbonnak e beállítással felvett néhány eloszlási görbéje látható a *2. ábrán*. Ezek a görbék

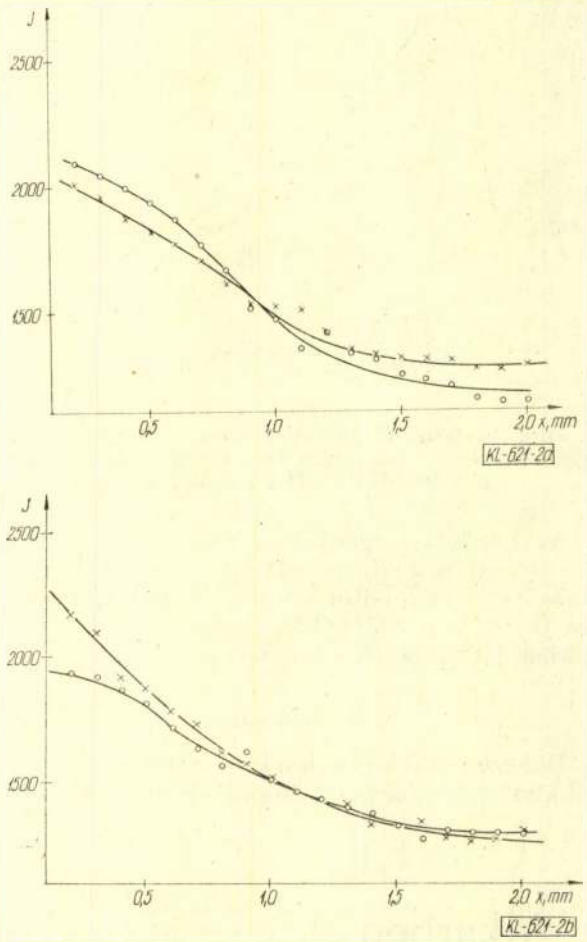
2. táblázat

A karbon-eloszlás vizsgálatakor meghatározott adatok

Minta	Átlagos beütésszám 40 sec alatt	Minimális értékek	Maximális értékek
Al	600	570	640
C	126 000	125 000	127 000
Acél (mag)	1 200	1 080	1 300
Acél (kéreg)	1 900	1 800	2 000



1. ábra. A vizsgált felületek helyzete és nagyságuk



2. ábra. A beütési jelek száma a felülettől mért távolság függvényében

természetesen csak a karbontartalom változásának jellegét adják meg, de látható, hogy ez is elég az eloszlás jóságának eldöntéséhez.

A mérést a továbbiakban fejleszteni kell, elsősorban a jelenleg is a rendszerben lévő folyékony nitrogén csapda mellett még egy, ugyancsak folyékony nitrogénnel hűtött újat kell a tárgykamrába vezetni, a tárgy felszínének mérés alatti szennyeződését csökkentendő.

Összefoglalás

Az eddigiekből következik, hogy a karbon eloszlása ezen az úton —röngensugaras mikroanalizátorral— meghatározható.

A későbbiekben ezeket a méréseket kiterjesztjük más, energiadiszperzív úton nem mérhető, alacsony rendszámú elemekre is.

Gázcementáló légkörök szabályozása oxigénszondával

DR. NEMÉNYI REZSŐ okl. gépészmérnök
Ganz-MÁVAG

DK: 621.785.51.062.5

Fejlődési sorrendben a gázcementáló légkörök szabályozási módszerei, azok előnyei és hátrányai. Az oxigénszonda, mint a legkorszerűbb szabályozó rendszer.

Egy-két évtizeddel ezelőtt a gázlégkörök összszetételéről csak elemző vegyészek tudtak felvilágosítást adni. Ma a gázanalízist folyamatos működésű automaták végzik, melyek fizikai, fiziko-kémiai, vagy elektrokémiai módszereket alkalmaznak. A meghatározandó komponens koncentrációjával valamilyen elektromos paraméter, pl. a feszültség arányos. A továbbiakban a műszer- és méréstechnikában szokásos mutató, jeladó, regisztráló és szabályzó műszerek egészítik ki a rendszert.

Fizikai módszert akkor alkalmaznak, ha a gázlégkörnek van olyan komponense, melynek valamilyen fizikai tulajdonsága a többi gáz hasonló tulajdonságától lényegesen különbözik. Pl. sok gáznak különböző a fényabszorpciója, az O_2 pl. kifejezetten paramágneses stb. Hasonló szerepet tölthet be a gázok hővezetőképessége. A mért értéket azután minden esetben elektromos jellé alakítják át. A gázelemzők fejlődésére elsősorban a fizikai módszerek térhódítása jellemző. A többi módszer kevésbé gyorsan hódított teret.

A gyors működés magától értetődő igény, ha figyelembe vesszük, hogy a gázelemzők nemcsak érzékelők, hanem rendelkező jelet is adnak. Követelmény, hogy az érzékelés és a rendelkező jel kiadása közötti időtartam minimális legyen.

A cementáló legfontosabb jellemzője a karbonpotenciál. Ez az a széntartalom, amit a színvas, az egyensúlyi állapot elérése után, adott hőmérsékleten megfelelő gázlégkörben felvesz.

Ez a karbonpotenciál határozza meg a cementált munkadarab felületi karbonkoncentrációját. Az ellenőrzésre szolgáló mérőműszereket szabályozóként is ki lehet alakítani, ezzel a gázcementálást a kézi szabályzástól függetleníteni lehet.

A karbonpotenciál nagysága közvetlen és közvetett úton is mérhető.

1. A karbonpotenciál közvetlen mérése

Az acélnak van néhány olyan jellemzője, mely a széntartalom függvényeként változik, pl. az elektromos ellenállás, csillapítóképesség, súlynövekedés stb. Az ellenállás-változáson alapuló mérés szabályozásra alkalmas. Ez a mérési mód abban tér el a többi, gázcementáláskor szokásos mérési módtól, hogy nem az atmoszféra, a gázlégkör egyik komponensét méri, hanem a gázcementáló légkör cementáló hatását ellenőrzi.

Az elektromos ellenállás —változáson alapuló mérési mód a kemencetérbe helyezett vékony acélhuzal karbonizációja, illetve dekarbonizációja következtében előálló ellenállásváltozásmérésen alapul.

2. A karbonpotenciál közvetett úton való mérése

A cementálógáz ellenőrzésekor és a gázlégkör beállításakor nem a gáz cementáló komponensei hanem a cementálás szempontjából káros gázalkotók, a CO_2 és H_2O stb. játsszák a döntő szerepet. Ezek és a munkadarab felszíne között ugyanis olyan reakciók játszódnak le, melyek a cementálóhatást erősen befolyásolják. A CO_2 és H_2O a ferritet oxidálja, a karbontartalmú szövetelemeket pedig dekarbonizálja. Csökkentik a gázlégkör karbonpotenciálját és késleltetik a cementálást.

A karbonpotenciált közvetett módon mérő műszerek olyan jellemzőket mérnek, melyek az adott atmoszférára vonatkozóan meghatározott összefüggésben vannak a karbonpotenciállal. Ilyen pl. az atmoszféra harmatpontja, vagy CO_2-tartalma.

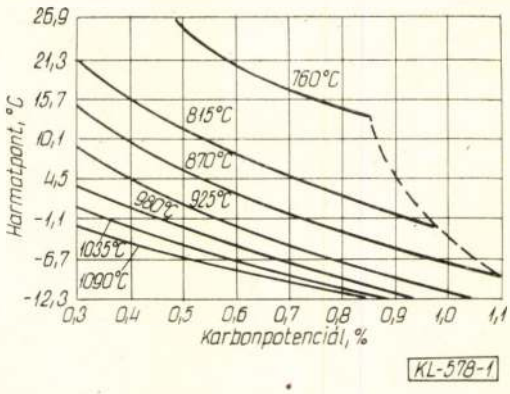
A gázlégkör legfontosabb gázkomponenseinek (CO, CO_2, H_2, H_2O, CH_4) aránya szabja meg adott hőmérsékleten a karbonpotenciált. Ebből következik, hogy az említett gázkomponensek segítségével a gázlégkör karbonpotenciálja szabályozható. A gázlégkört az említett gázkomponensek néhány olyan egyedi jellegű tulajdonságával szabályozzák, mellyel az az egy komponens a többitől nagymértékben különbözik. Pl. a CO_2 mérése fényabszorpcióval vagy H_2-mérése a hővezető képességgel. A mérőberendezés által kapott jel felhasználásával a szabályozóegység a gáz- vagy levegővezetékbe behelyezett szeleprendszert nyitja. vagy zárja. A cementáló gázlégkörök ellenőrzésére és szabályozására a harmatpontvizsgáló vagy az ultravörös sugárzás elnyelésén alapuló abszorpciós műszerek (CO_2-elemzők) szolgáltak a legutóbbi évekig.

2.1. Harmatpontmérés

Valamely gáz 100%-os relatív nedvességtartalma az a vízgőzmennyiség, mely a gázt adott hőmérsékleten telíti. A gázlégkör jellegének megítélése szempontjából igen lényeges, hogy mennyi vízgőzt tartalmaz. A vízgőz mennyiségére a gázlégkör harmatpontja alapján lehet következtetni. Adott nyomáson a harmatpont az a hőmérséklet (°C-ban), amelyen vízgőzzel telített gázlégkörből, melynek relatív nedvességtartalma 100%, a vízgőz harmat formájában kiválik.

Minél több vízgőz van a gázlégkörben, a harmat annál magasabb hőmérsékleten csapódik ki, mert magasabb hőmérsékleten több vízgőzt vesz fel a gáz, alacsony hőmérsékleten kevesebbet.

A gázlégkör karbonpotenciálja és a harmatpont közötti összefüggés az *1. ábrán* látható. Gázcementáláskor a gázlégkört gyakorlatilag közepes karbonpotenciálra állítják be. Ha ezt a karbonpotenciált növelni akarják, dúsítógázt, ha csökkenteni, levegőt adagolnak.



1. ábra. A gázlégkör C-potenciálja és harmatpontja közti összefüggés

2.2 A cementáló gázlégkör ellenőrzése a CO_2 tartalom elemzése alapján

A fény elektromágneses hullám. A látható fény kb. 380...780 μm hullámhosszú. A rövidebb hullámhosszak az ultraibolya, a hoszszabbak az infravörös tartományba esnek. Ha a fény áthalad valamilyen anyagon, részben abszorbeálódik, részben hőenergiává alakul át. Ezeknek a fizikai tényeknek a hasznosítása gázanalitikai eljárások kifejlődését tette lehetővé.

Az abszorpció során keletkező hő viszonylag egyszerűen meghatározható. Hogy az eljárás szelektív legyen, természetesen olyan hullámhosszú fénnyel kell a gázt átvilágítani, amely adott esetben különösen nagymértékben abszorbeálódik, erre főleg az infravörös tartomány alkalmas.

Az infravörös sugárzás, hősugárzás. Ezeket a $\lambda = 800$ μm-nél nagyobb hullámhosszúságú sugarakat a két- vagy többatomos, un. heteroatomos gázok, pl. a CO, CO_2, CH_4 szelektíven másmás hullámhosszon nyelik el. Ezzel a módszerrel csak ezek a gázok elemezhetők, mert az egyatomos gázoknak nincs infravörös abszorpciójuk.

A gázatmoszféra CO_2-tartalma és C-potenciálja közti összefüggést a *2. ábra* szemlélteti. E szerint, ha állandó a hőmérséklet, a CO_2-tartalom növekedése csökkenti a karbonpotenciált.

2.3 A harmatpontmérés és CO_2-elemzés összehasonlítása

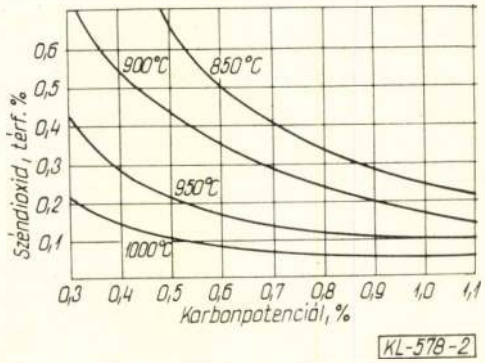
A harmatpontmérő készülékek olcsóbbak. A gázlégkör C-potenciál változása jóval nagyobb harmatpontváltozást okoz, mint CO_2-változást. Nem kell speciális szakember a kezelésükhöz. *De hátrányai is vannak:*

— Nem mindig pontos a korreláció a harmatpont változás és C-potenciálváltozás között;
— Az elemzés céljaira kivett vízgőz egy része lecsapódik a vezetékben, s hamis eredményre vezet az értékelésnél;
— A szűrők elnyelik a nedvesség egy részét;
— Tömítetlenségek mutatkoznak a gázkivételi vezetékben;
— Gyakran kell tisztogatni a harmatpontmérő műszer érzékelőjét (tükör, elektród stb.).

Az említett nehézségek miatt a CO_2-elemzés terjedt jobban el.

A CO_2-elemzés kevesebb hibaforrást rejt magában. Pontosabb a kemencék szabályozása, mert a CO_2-elemzésével hatékonyabban ellenőrizhető a gázlégkör összetétele.

De a CO_2-elemzés költséges, bonyolult. Karbantartása igen képzett szakembert igényel. Gyakran nem utánszabályozható. Mindez újabb érzékelési, szabályozási módok keresésére vezetett. Mind a harmatpontmérésnél, mind a CO_2-elemzésnél kívánni valókat hagy hátra a reprodukálhatóság. Ez a körülmény is közrejátszott az új mérési módszerek keresésében.



2. ábra. A gázlégkör CO_2-tartalma és C-potenciálja közti összefüggés

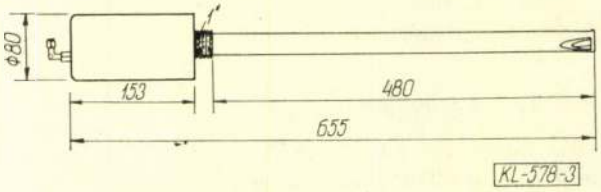
3. Oxigénszondák

Az oxigénszondák esetén a gázlégkör oxigéntartalmát használják fel, mérőparaméterként a gázlégkör C-potenciáljának meghatározására.

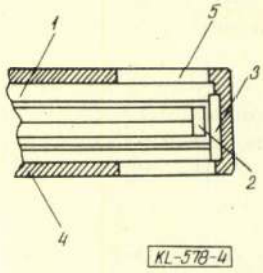
Ilyen oxigénszondát a *3.* és *4. ábra* mutat. A 3. ábrán a szonda méretei láthatók; a 4. ábrán pedig a szerkezete.

Lényegében tehát egy 1″-os csőről van szó, mely 480 mm-re nyúlik be a kemencébe. Külsőleg egy hőelemhez hasonlít a szonda (4. ábra).

Szerkezetileg zárt cirkóniumoxid cső (1) a szonda. Ezt (4) keramikus védőcső veszi körül. A védőcső (5) furatain át kerül a kemencelégkör az (1) cirkóniumoxidcsővel érintkezésbe a (2) kemencelégkör-elektród révén. A külső levegő az (1) cirkóniumxid cső külső falára szerelt (3) „levegő e-

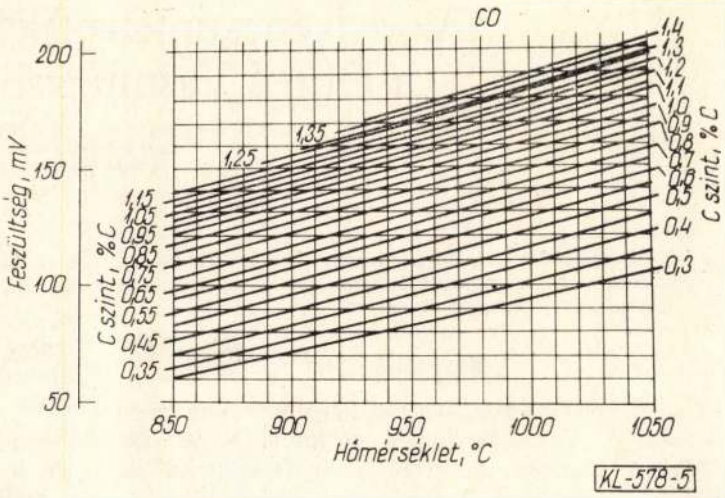


3. ábra. Az oxigénszonda méretei



4. ábra. Az oxigénszonda szerkezete

5. ábra. Összefüggés a gázlégkör C-potenciálja és a mért ΔV—°C értékek közt



lektródon" át jut a cirkóniumoxid csővel kapcsolatba.

A szonda fő részei: Az (1) cirkóniumoxidcső, a levegő elektród (3) és gázelektród (2), az erősítő és a hőelem. Az elmondottak szerint a cirkóniumoxidcsövet belülről a külső légkör, kívülről a kemencelégkör éri. Közérthetően magyarázza a két elektród szerepét a német szakirodalom: (3) Luft elektród (2) Ofenelektród.

A szonda alapelve a következő: A cirkóniumoxid tulajdonképpen szilárd elektrolit. Speciális tulajdonsága, hogy csak az oxigént engedi át az összes gáz közül. Ha oxigén éri, a csőfalon elektromos töltés keletkezik, mely a rászerelt elektródokkal kimutatható. Elektronikus volt-mérővel mérik a csőfalon fellépő feszültségkülönbséget, mely nagyságrendileg 1 mV.

A szonda tehát a gázlégkörben jelenlévő oxigén parciális nyomásával arányos, s a C-potenciállal összefüggő elektromos jelet ad le.

A szondát belülről sok oxigén éri (levegő: 21% O_2), míg kívülről kevés (kemencelégkör: $O_2 < 1$—2 ppm). A belülről érkező oxigén diffúzió azonos. Az elektródokon kimért feszültségkülönbség csak attól függ, hogy mennyi a kemencelégkör O_2-tartalma. Minél kevesebb O_2 van a kemencében, a gázlégkörben, annál nagyobb az oxigénkoncentráció-különbség (ΔO_2) és annál nagyobb feszültségkülönbség (ΔV) jön létre a csőfalon. A feszültségkülönbség nem függ a cső és elektród anyagától, csak az oxigén diffúzió mértékétől függ. Ha minden oldalról levegővel érintkezne a cső, nem lenne kimérhető ΔV érték.

A műszer gyors. Nem kell megvárni, ami az O_2-diffúzió befejeződik; a feszültségkülönbség azonnal létrejön, mihelyt oxigén éri a csőfalat.

A szonda fejrészén az alábbiak találhatók: Hőelem, az elektródok és a levegő részére szolgáló csatlakozó szerelvények. Általában 800-1050 °C közt üzemel. A szondán kimutatható ΔV feszültségkülönbség, a kemence hőmérséklete és a gázlégkör C-potenciálja közti összefüggés az *5. ábrán* látható.

3. 1. A gázlégkör szabályzó működése

Az oxigénszonda csak egy milivoltban kifejezett ΔV feszültségkülönbséget mér, melyet egy mérési értéket átalakító műszernek C-potenciállá kell alakítani. Ezt a műszert a gázlégkör C-potenciáljától függő C-koncentrációra kell kalibrálni.

$$C\% = f(\Delta V)$$

Az átkalibrálás az acél összetételének és a kemence-hőmérséklet függvénye.

A szabályzót egy hét mérőhelyes digitális kijelzésű nagybetűs mikroprocesszor vezérli.

Az oxigénszondán alapuló szabályzás előnyei a CO_2 szabályzáshoz képest:

— gyorsabb; az infraelemző 1-2 perc késedelemmel jelez;
az „oxigénszonda" 1-2 mp alatt,
— jobb a reprodukálhatóság,
— pontosabb ± 0,02% C,
— a szabályzás és kijelzés digitális,
— nem gázkivételes rendszerű; elmaradnak az ott fellépő nehézségek;
— nem szükséges olymérvű karbantartás, mint a CO_2-elemzőknél,
— kicsi a helyigénye,
— nem kell hitelesítőgázzal dolgozni.

IRODALOM

[1] *Chateau:* Atmospheres controlées Tratiment thermique 1977/10.
[2] *Weissgerber-Krauss:* Direkt C-potencialmessung von Trägergasen. ZIF kiadvány. Karl-Marx-Stadt. NDK.
[3] *Toporverh-Serman:* Kohászati üzemek hőtechnikai és szabályozó készülékei. Nehézipari Könyvkiadó. Budapest, 1974.
[4] *Borgwardt:* A gázelemzés méréstechnikája. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1967.
[5] *Besselmann:* Vergleich verschiedener Mess und Regelverfahren. Industrieblatt. 1976/11.
[6] *Chatterjee:* Le potential de carbone. La Technique Moderne, 1976/2.
[7] *Howes:* The control of carburising atmopheres. Metal Treatment, 1973/7.
[8] *Koebel:* Moderne Regelanlagen. TZ für praktische Metallbearbeitung 1977/3.
[9] *Mueller:* Fundamental principles of automatic atmosphere control. Industrial Gas, 1975/5.
[10] *Szőke Béla:* Acélok hőkezelésekor alkalmazott szabályozott kemencelégkörök elemzése. Gépgyártástechnológia, 1969/7.
[11] *Gabnier:* Commande Automatique de cémentation. Machine Outil. 1973/2.

Az oxigénes intenzifikálás fejlődése a Dunai Vasmű acélművében*

SZABÓ JÓZSEF – FÜLÖP JÓZSEF
okl. kohómérnökök
Dunai Vasmű

DK: 669.184.144.6/8

Beszámoló a Dunai Vasmű acélművében az oxigénes technológia bevezetéséről és a sok változtatással járó fejlesztési munkáról.

Bevezetés

Az LD-konverterek megjelenése alapvetően megváltoztatta az acélgyártási technológiákat. Az 1952-ben Linzben, majd 1953-ban Donauwitzban elkezdett nagyüzemi konverteres acélgyártás rohamosan terjedt és az 1970-es évek elejére a világ acéltermelését tekintve túlhaladta az SM-eljárást.

Az SM-eljárás teljes kiváltására viszont csak hosszabb folyamat eredményeként lesz lehetőség. Az 1950—1960-as években épült SM-kemencéket már csak gazdasági megfontolásokból (amortizáció) sem lehetett egyik napról a másikra leállítani. A martinkemencéknél is megindult ezért egy gyors korszerűsítési folyamat. Annak ellenére, hogy a világ acéltermelésében az SM eljárással gyártott acél részaránya fokozatosan csökkent, maga az eljárás az 1950-es évek második és az 1960-as évek első felében, tehát 10 év alatt többet fejlődött, mint a megelőző 100 év alatt együttvéve. Némi késéssel, de ez a folyamat ment végbe hazánkban is.

A Dunai Vasműben még nem tervezzük az SM-eljárás közeli felszámolását. A kemencék még viszonylag „fiatalok", 1954—1960 között épültek és a Maerz—Boelens tipusra való átépítésük 1965—1967 között történt.

A kemencéinkkel eddig elért teljesítmény nemzetközi mércével mérve is kimagasló és hazai viszonylatban a legjobb. A termelés fokozását célzó folyamatos fejlesztések legfontosabb állomása az oxigénes intenzifikálás bevezetése volt.

Beszámolónk célja, hogy a fejlesztéseink legfontosabb állomásait, helyes vagy hibás elképzeléseit összegyűjtve, érzékeltessük az elvégzett munkát. Reméljük, hogy az összefoglalt több mint 10 év tapasztalatai és tanulságai hasznos információt nyújtanak.

Az intenzifikálás berendezései

Az intenzifikálás 1969. május hóban kezdődött' egyidejűleg az acélmű négy MB-kemencéjénél. Az indulás sikeréhez saját tapasztalataink is hozzájárultak; egy kemencénél kísérleti fúvásokat végeztünk 300—500 m³/h körüli oxigén intenzitással. A kísérletnél a fúvást egy boltozati lándzsával végeztük.

A lándzsa anyaga acélcső, a külső köpeny alsó 300 mm-es hossza a jobb hűthetőség miatt Cu-C anyagminőségű vörösréz. Ugyanebből az anyagból készült a lándzsafej is. A lándzsa külső mérete kezdetben ∅ 108 mm volt, amit később ∅ 98 mm-re csökkentettünk.

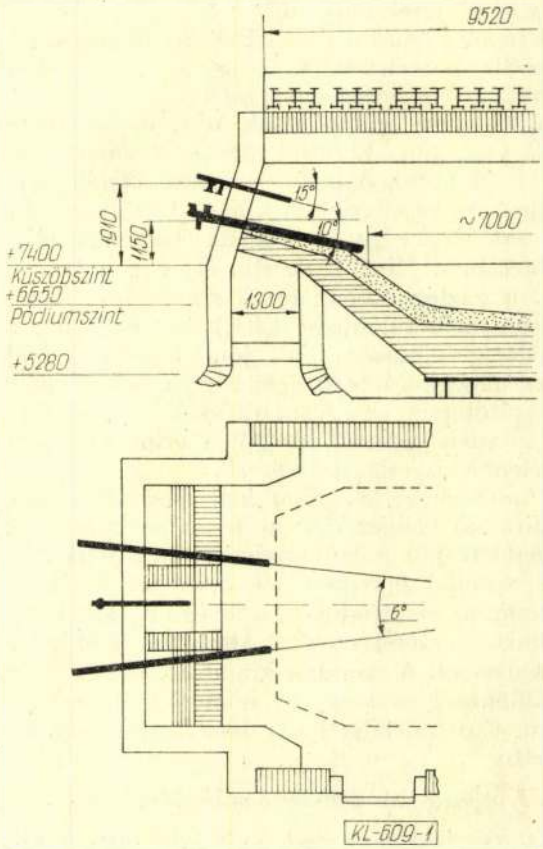
Egy kemencére 2 boltozati lándzsa került, a 17 db főboltozati szegmens közül a 7. és a 11. szegmensekbe.

A boltozati oxigénlándzsákkal egyidőben, részben a tüzelőanyagláng intenzifikálására, részben az égők alatti „holttér" olvasztó képességének javítására a tűzhidakba oldalanként 2—2 végfali oxigénfúvót építettünk.

Ebben az időben a kemencék tüzelése olaj-földgáz kombinált égőkkel történik. Az égők és a végfali oxigén fúvók egymáshoz viszonyított helyzete látható az *1. ábrán.*

Az intenzifikálási technológia fejlődése (1969-1975)

Ebben az időszakban az oxigénből felesleggel rendelkeztünk. A többlet acéltermelés természetszerű igénye mellett az oxigénbevitelnek és az oxigénfelhasználás technológiájának változtatásaiban ennek az oxigénkínálatnak a maradéktalan felhasználhatósága is hajtóerő volt.



1. ábra. Az égő és az oxigénfúvók beépítése

* Az 1979. évi pályázaton díjat nyert tanulmány rövidített szövege. (Szerk.)

A Dunai Vasmű első oxigénválasztó, BR-5 típusú berendezése 1969. május hóban indult és 5000 m³/h, 95 % tisztaságú oxigént állított elő. Ezt hamarosan, 1970. február hóban követte egy kisebb kapacitású, BR-14 típusú berendezés, 1500 m³/h névleges kapacitással. Az előállított oxigén tisztasága 99,5 %-os volt.

Az első, oxigénes üzemmódra készült tüzelési előírást az *1. táblázat* mutatja, amely tömören tartalmazza az oxigénfelhasználás módját is. Mindehhez még annyit szükséges itt megjegyezni, hogy a végfali oxigénfúvók használata adott esetben a kikészítés alatt álló fürdő melegítésére is engedélyezve volt, de csak a boltozati lándzsák üzemeltetése nélkül.

A korábban már említett lándzsaátmérő csökkentést követően a lándzsafej oxigén és víz furatait is módosítottuk. A víz furatot ∅ 10 mm-re, az oxigénét ∅ 9 mm-re. Ez utóbbit a nagyobb kilépő oxigénnyomás biztosítása érdekében.

Az oxigénfelhasználás közben gyors ütemben növekedett, amit a *2. táblázat* is érzékeltet. A *3. táblázat* már azt is mutatja, hogy az 1979-es évvel bezárólag ez a fejlődés milyen szintet ért el.

Az oxigénes acélgyártás első 3 hónapját elemezve kitűnik, hogy a tervezett 35 m³/t fajlagos oxigénfelhasználást több okból nem tudtuk megvalósítani.

1. Az akkori betétviszonyok mellett (610—640 kg/t nyersvas) 25—28 m³/t fajlagos oxigén jelentette azt a határt, ahol még nem állt fenn túloxidálás veszélye.
2. 4 kemencés üzemben az öntőcsarnok szűk keresztmetszete további akadályozó tényező volt (napi átlag 17 adag), ugyanakkor 3 kemencés üzemben a kemencék kiszolgáló kapacitása nem volt kihasználva.

Kísérletek kezdődtek ezért az eddig alkalmazott adagonkénti 105 t folyékony nyersvas helyett 125 t folyékony nyersvas felhasználással, ami lehetővé tette az adagidőn belül a fúvatási idő részarányának növelését. 71 adat értékelése szerint a teljesítmény nőtt, miközben a fajlagos oxigén felhasználás (végfal és lándzsa együtt) 32 m³/t volt.

A kísérleti eredmény tartós üzemvitelre nem volt alkalmas:

1. A hulladék arányának csökkentése ellenére a beolvasztási idő alig csökkent (a nyersvasüst mérete miatt kétszeri vasöntésre volt szükség).
2. A nagyobb nyersvas részarány nagyobb salakmennyiséget, rosszabb hőátadást, nagyobb fémveszteséget jelentett és a drágább nyersvasbetét önköltségnövekedéssel járt.

A rendelkezésre álló oxigén felhasználásának másik lehetséges útja a befúvási intenzitás növelése volt. Ennek érdekében a II. MB kemencénél, 1971. május hóban felbővítettük az oxigénes szerelvényeket (mennyiségállítók, gyorszárak) és a lándzsák oxigénfuratait. Ez utóbbit ∅ 11,5 mm-re. Célkitűzés 1500 m³/h végfali és 2800 m³/h lándzsa oxigén volt. Mindez normál betétviszonyok, 105—110 t/adag folyékony nyersvasbetét tartása mellett.

27 kísérleti adagot gyártottunk ilyen feltételek mellett 3 kemencés üzemben (egy kemence átépítésen volt). A kísérleti gyártások eredményeként számottevő termelékenység növekedés volt kimutatható.

1. táblázat

Tüzelési előírás

Adagperiódus	Időtartam (perc)	Hőterhelés GJ/h	Gázmenny. m³/h	Olajmenny. m³/h	Gőzmenny. t/h	Levegő menny. ×1000 m³/h	Oxigén végfal m³/h	Oxigén lándzsa m³/h
Berakás	60	134—142	2700	0,9—1,1	1,0	38	1300	
Melegítés	40	123—130	2400	0,9—1,1	1,0	38	1300	
Nyersvas-öntés	20	84	1300	0,9	0,8	36		
Beolvadás	80	71—84	1300	0,8—1,0	0,8	36		2000
Kikészítés	80	100—109	1300	1,2—1,3	0,6	36		2000
Csapolás	10	92—100	1000	1,2—1,4	0,6	34		
Adagközi jav.	30	63—71	1000	0,5—0,6	0,6	15—25		

2. táblázat

Oxigén felhasználás (1969—1970)

Dátum	Termelés t	Lándzsa	Végfal ×10³ m³	Összes	Fajlagos Lándzsa	Fajlagos Végfal m³/t	Fajlagos Összes
1969.							
Máj.	78 655,72	440	960	1400	5,59	12,21	17,80
Jún.	67 777,56	1115	685	1800	16,46	10,10	26,56
Júl.	67 679,36	98,5	132,9	231,4	1,46	1,96	3,42
Aug.	67 234,46	954	908	1862	14,19	13,50	27,69
Szept.	77 144,96	1232,1	893	2025,1	15,97	10,28	26,25
Okt.	77 140,26	1610	780	2400	21,0	10,11	31,11
Nov.	81 006,92	1816,9	927	2743,9	22,43	11,44	33,87
Dec.	77 545,67	1710	890	2600	22,05	11,48	33,53
1970.							
Jan.	82 850,42	1659	841	2500	20,02	10,15	30,17
Febr.	73 670,28	1492	823	2315	20,25	11,17	31,42
Márc.	85 890,51	1785	913	2698	20,79	10,63	31,42
Ápr.	81 071,96	1650	1000	2650	20,35	12,33	32,68
Máj.	77 364,16	1680	920	2600	21,71	11,89	33,60
Jún.	70 244,51	1420	798	2218	20,21	11,36	31,57
Júl.	65 029,10	1150	710	1860	17,68	10,92	28,60
aug.	69 662,55	1615	1015	2630	23,18	14,57	37,75
Szept.	72 416,85	1755	1105	2860	24,23	15,26	39,49
Okt.	78 035,55	1810	1090	2900	23,19	13,97	37,16
Nov.	69 743,16	1370	1330	2700	19,64	19,07	38,71
Dec.	75 542,90	1699	1297	2996	22,49	17,17	39,66

3. táblázat

Oxigén felhasználás (1971—1979)

Dátum	Termelés t	Lándzsa	Végfal $\times 10^3 \cdot m^3$	Összes	Lándzsa	Fajlagos Végfal m^3/t	Összes
1971	913 194,94	21 004	14 566	35 570	23,00	15,95	38,95
1972	991 445,17	22 007	14 921	36 028	22,20	15,05	37,25
1973	1 026 461,21	24 409	16 886	41 295	23,78	16,45	40,23
1974	1 055 009,46	30 692	16 092	46 784	29,09	15,25	44,34
1975	1 156 137,73	34 572	13 067	47 639	29,90	11,30	41,20
1976	1 127 359,51	28 221	10 092	48 313	33,90	8,95	42,85
1977	1 136 743,69	40 644	13 309	53 953	35,70	11,70	47,40
1978	1 176 536,69	43 167	12 064	55 231	37,00	10,20	47,20
1979	1 183 016,37	50 603	13 017	63 620	42,77	11,01	53,78

Ezeket a feltételeket teljes üzemben (4 kemencés üzem) nem lehetett folyamatosan fenntartani, mert ilyen intenzív felhasználáshoz nem volt elegendő az oxigén és a táprendszeren rendszeres nyomáscsökkenésekkel kellett számolni. A kemencék karbantartása sem tudta követni a megnövekedett igénybevételt, ezért visszaálltunk az eredeti lándzsázási technológiára. A többlet oxigént végül is a tüzelés hatásfokának a javítására, a végfali oxigénfúvókon használtuk fel.

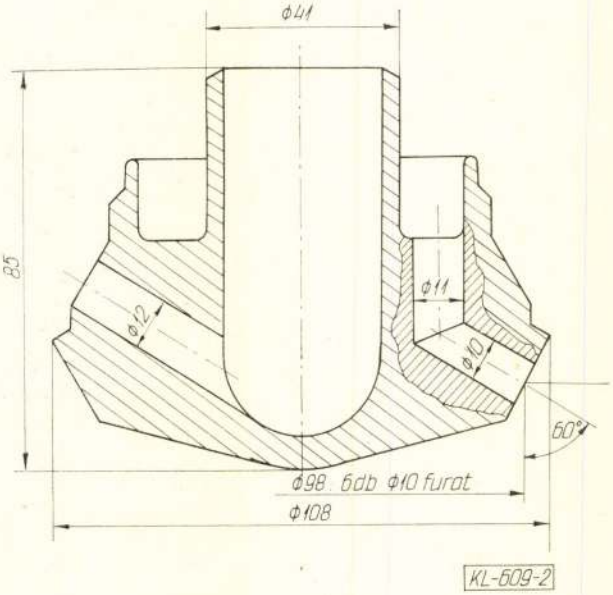
A második BR-14-es oxigénválasztó berendezés 1973. szeptember hóban indult. Ez további 1400 m^3/h, MB-kemencékben felhasználható oxigént jelentett. Meg kellett tehát újra keresni azt az optimális technológiát, ami megfelelő hatásfok és hatékonyság javulás mellett biztosította többlet oxigén felhasználását.

Célunk továbbra is a beolvadás gyorsítása volt. A korábbi két kísérletsorozat tapasztalatai után a berakott hulladék lándzsával történő előmelegítése került előtérbe. Ezért, még a második BR-14-es blokk indulása előtt elkezdtük a kísérleteket.

1973. március hónapban 3 kemencés üzem alatt az alábbi ideiglenes technológia lépett életbe:

1. Berakás alatt a tüzelés 134—142 GJ/h, végfali oxigén felhasználás 1200—1300 m^3/h.
2. Gátkészítés után, 20 percen keresztül mindkét lándzsával, összesen 1800 m^3/h intenzitással a hulladékot melegíteni kell.
3. A hulladék lándzsázása alatt a hőterhelés megegyezik a berakási hőterheléssel.
4. Ha a hulladékberakás ideje meghaladja a 70 percet, a hulladék lándzsázási technológia nem alkalmazható.

A hulladék lándzsázási kísérlettel egyidőben 1973. április hóban az I. MB-kemencében olyan módosított lándzsakonstrukció is kipróbálásra került, ahol az oxigénsugár kilépési szöge 30°-ról 60°-ra változott *(2. ábra)*. Egyidejűleg növeltük a lándzsázási intenzitást is, 2000 m^3/h-ról 3000 m^3/h-ra. Ettől az új lándzsától akkor azt vártuk, hogy nagyobb kilépési szöge következtében nő a befúvott fürdőfelület és javul ezáltal a lándzsázás hatékonysága. A hulladéklándzsázási technológiát az új lándzsával is folytattuk.



2. ábra. Lándzsafej

A hulladéklándzsázási kísérletsorozatban 136 adag lett részletesen kiértékelve (valamennyi 3 kemencés üzem alatt készült). A kemencék átlagos teljesítménye egyértelműen javult, a lándzsa és végfali oxigén felhasználás együttesen 36,0 m^3/t volt. Mindez a fémbetét és az oxigén felhasználás számottevő növekedése nélkül.

A 60°-os lándzsával üzemelő I. MB-kemence teljesítménye az átlag alatt maradt, az átlagnál nagyobb oxigénfelhasználása ellenére is. Az értékelés egyértelműen tisztázta, hogy a nagyobb kilépési szög következtében lecsökkent az oxigénsugár fürdőbe való behatolási mélysége, csökkent a direkt oxidáció aránya, ami a kikészítési periódus idejének meghosszabbodását eredményezte. A melegítési periódus hulladéklándzsázásának nagyobb hatásfoka ezt a hátrányt nem volt képes ellensúlyozni.

Az eredeti lándzsával (6 db ∅ 9 mm és 30°-os oxigénnyílás) történő hulladéklándzsázást a kedvező eredmények után viszonylag hosszú ideig folytattuk.

A hulladék lándzsázásának bevezetésével még nem oldódott meg a második BR-14-es termelésének észszerű felhasználása, mert ez az új technológia összességében alig igényelt többlet oxigént.

Ezért további kísérletsorozatot végeztünk, amelynek keretén belül a meglevő végfali oxigénfúvók és a lándzsák kapacitását növeltük. A kísérletek, amelyek áthúzódtak a BR-14-es blokk indulását követő időszakra is, az alábbi sorrendben következtek:

1. Végfali oxigénfúvók kilépő szelvényét bővítettük ∅ 13 mm-ről ∅ 15 mm-re, 1500—1600 m^3/h intenzitás biztosítására. Eredmény nem volt kimutatható.
2. Elsőként a III. MB-kemencébe, majd hamarosan a II. és IV. MB-kemencébe is beépítettüdk egy harmadik végfali oxigénfúvót közvetlenül a tüzelőanyag égő köpenye fölé, az eredeti ∅ 13 mm-es kilépő szelvénnyel. Célja az égés fokozott intenzifikálása, a lánghőmérséklet növelése volt.

Hosszabb távon a hulladéklándzsázási technológia és a 3 végfali oxigénfúvós üzemmód nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A hulladék lándzsázása a vártnál nagyobb kemencetartósság romlással járt. A 3 végfali oxigénfúvó használatánál pedig az okozott problémát, hogy a két alsó fúvó szelvényének üzem közbeni elrakódása, szűkülése következtében a harmadikra jutó oxigén mennyisége fokozatosan nőtt, ami a tüzelőanyaglánglang felső konturjának a túlhevüléséhez vezetett és a főboltozat erőteljes kopását vonta maga után. Ugyanezzel a jelenséggel egyidőben az alsó két oxigénfúvó hatékonysága a melegítésben fokozatosan csökkent.

1974. év elején a kemencékben fokozatosan visszatértünk az eredeti technológiához. A többlet oxigén

4. táblázat

Tüzelési előírás

Adagperiódus	Földgáz m^3/h	Olaj m^3/h	Gőz t/h	Levegő $10^3 \cdot m^3/h$	Végfal O_2 m^3/h	Lándzsa O_2 m^3/h	Térnyomás mbar	Váltási idő perc
Berakás	2700	0,8	0,8	38	1500	—	0,15—0,25	8
Melegítés	2700	0,8	0,8	38	1500	—	0,15—0,25	8
Nyersvasöntés	1000	0,6	0,6	32	—	—	0,15—0,20	6
Beolvadás	1000	0,8—1,0	0,6	32	—	2500	0,15—0,25	6
Kikészítés	1000—1200	1,0—1,2	0,6	34 vagy 28	—	2500	0,15—0,20	6
Adagközi jav.	1000	0,5	0,6	25	—	—	0	10
Techn. várás	1500	0,5	0,6	20	—	—	0,15—0,20	10
Fenékjavítás	1000—1200	∅	∅	∅	—	—	—	15—20
Fenékjavítás	2700	0,8—1,0	0,8	38	—	—	0,25—0,35	10

Megjegyzés: Oxigént használni 10 bar nyomás alatt szigorúan tilos Végfal és lándzsa egyidejűleg nem üzemelhet.

felhasználását úgy biztosítottuk, hogy ∅ 14 mm-re növeltük a végfalégők kilépő szelvényét és a lándzsák oxigén furatait is kibővítettük ∅ 9 mm-ről ∅ 9,5 mm-re. Hulladék lándzsázása és a lándzsa, ill. végfal oxigénfúvó egyidejű használata egyaránt meg lett tiltva.

A vonatkozó tüzelési előírást a *4. táblázat* tartalmazza (1500 m^3/h végfal és 2500 m^3/h lándzsa).

A fenti technológia elsősorban 3 kemencés üzemnél biztosított a korábbiaknál nagyobb termelékenységet. 4 kemencés üzemben a rakás alatti folyamatos 1500 m^3/h végfal oxigénbefúvás és az előírt lándzsázási intenzitások tartása mellett az acélműbe érkező oxigén nyomása gyakran 10 bar alá esett, miután a fogyasztás tartósan meghaladta a termelést. 10 bar érkező nyomást korábbi tapasztalatokból kiindulva a hasznosulás szempontjából kritikusnak tekintettük. Ilyenkor a lándzsákból kilépő oxigén nyomása nem érte el még az 5 bart sem, ami a frissítési sebesség jelentős csökkenését, ill. lándzsázási idő növekedését vonta maga után. Ezt elkerülendő, az éppen berakó kemencéknél kellett a végfalbefúvást korlátozni, vagy teljesen szüneteltetni. A rendszeres mennyiségi korlátozás (600—800 m^3/h-ra) a végfali fúvókon is az oxigén nyomásának és hatékonyságának a csökkenését eredményezte, ezért megoldásként a végfali oxigén fúvók kilépő szelvényét az eredeti ∅ 13 mm-re állítottuk vissza.

Az oxigénező berendezések továbbfejlesztése (1976-1979)

1975-ben az acélmű olyan termelési csúcsot ért el, amit néhány évig nem is sikerült túlszárnyalni. Közben az oxigénkínálat nőtt (3. BR-14), ami hamarosan nyilvánvalóvá tette, hogy az oxigénezési technológiánk és az oxigénező berendezéseink addigi formájukban alkalmatlanok a továbblépésre.

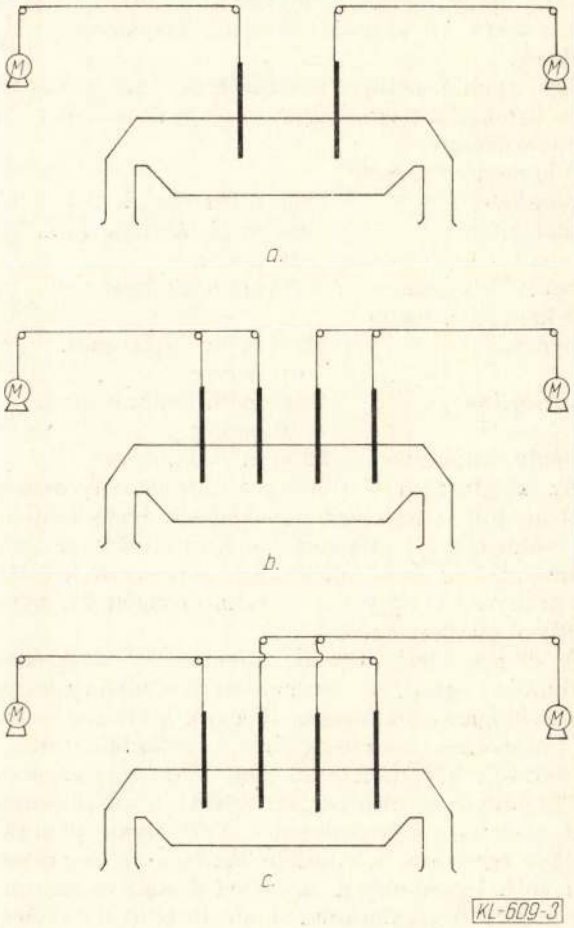
1976. május hóban kezdett termelni a harmadik BR—14-es oxigénleválasztó blokk. A megelőző két év tapasztalatai alapján az oxigénfelhasználási technológia jellegén még nem változtattunk, csupán a végfali oxigénfúvók szelvényét bővítettük ismét ∅ 14 mm-re. A többlet oxigén elegendő volt a berakás alatti folyamatos végfalbefúváshoz 4 kemencés üzemben is.

A várt eredmény, a beolvadási periódusok tartós rövidülése nem következett be, ezért a teljesítmény további növelése érdekében ismét a lándzsafúvatási intenzitás vizsgálatát helyeztük előtérbe. A végfali oxigénszelvény változatlanul hagyása mellett a lándzsafuratokat ∅ 10 mm-re bővítettük fel. A két lándzsán bevihető oxigénmennyiség így 3000—3200 m^3/h volt.

E nagymennyiségű oxigénnek az acélfürdő két helyére koncentrált befúvatása tovább fokozta a tűzállófalazat kopását és nagy vegyi összetételi, ill. hőmérsékleti különbségeket okozott a fürdőben, aminek következtében gyakran erős kifúvások léptek fel a kemencéknél.

Így került előtérbe több lándzsa alkalmazásának a lehetősége. Legegyszerűbb megvalósíthatósága miatt 4 lándzsa felszerelése mellett döntöttünk olyan kiépítésben, hogy 2—2 lándzsának közösek maradtak az oxigénellátó és a mozgató berendezései. A *3. a. és b. ábrák* az eredeti és az új lándzsamozgatás elvét mutatják. A lándzsákat a 6. 8. 10. és 12. főboltozati szegmensekben helyeztük el.

Az első 4 lándzsás kemence (III. MB) 1976. szeptember hóban indult és az utolsó 1977. január hó



3. ábra. A lándzsamozgatás elve

5. táblázat

Tüzelési előírás

Adagperiódus	Földgáz m^3/h	Olaj m^3/h	Gőz t/h	Levegő $10^3 \cdot m^3/h$	Végfal O_2 m^3/h	Lándzsa O_2 m^3/h	Váltási idő perc
Berakás (60 min)	2200	1,7	1,2	38	1800	—	8
Melegítés (30 min)	1500	1,5	1,0	34	1800	3200 (10')	6
Nyersvasöntés	900	1,0	0,7	34	—	—	6
Beolvadás	900	1,0	0,7	34	—	3200	6
Kikészítés	900	1,0—1,5	0,7—0,8	34	—	3200	6
Adagközi jav.	900	—	—	—	—	—	10
Techn. várás	900	0,5	0,4	20	—	—	10

Megjegyzés: Rakás és melegítés alatt az 1800 m^3/h végfali O_2 használata végig kötelező. Melegítés közben max. 10 percig a hulladék lándzsázható.

végén az I. MB-kemencénél elkészült átalakítás volt.

A lándzsafejek oxigén furatait ∅ 7,5 mm-re csökkentettük, egyébként a lándzsák méretei és furatszámai változatlanok maradtak. A tüzelési előírás az *5. táblázaton* látható.

A 4 lándzsás üzemmódnál megfigyelhető volt a tűzálló falazat tartósságának javulása és a nyugodtabb metallurgiai munka. Az intenzív oxigén használat miatt viszont fokozatosan előtérbe került az oxigénnel való gazdálkodás, egyrészt a kemencék pillanatnyi és várható igénye, másrészt a folyamatos oxigéntermelés, valamint az 5000 m^3-es tárolótartály készletének összevetése alapján. A felhasználás ennek ellenére gyakran ingadozott, nemritkán 3000—4000 m^3/h-t is, ami azt eredményezte, hogy időnként tartós oxigénhiány lépett fel, máskor az oxigén szabadba engedésére volt szükség.

Az egyenletesebb felhasználásra való törekvés jegyében külön technológiát vezettünk be 3 és 4 kemencés üzemre.

1. 3 kemencés üzem
   - berakás — 1800 m^3/h végfal
   - melegítés — 3000 m^3/h lándzsa max. 10 percig
   - beolv.-kikészítés — 3600 m^3/h lándzsa
2. 4 kemencés üzem
   - berakás — 1500 m^3/h végfal min. 30 percig
   - melegítés — 3000 m^3/h lándzsa max. 10 percig
   - beolv.-kikészítés — 3200 m^3/h lándzsa

Az adagtartam és a fajlagos teljesítmény nem a várt módon alakult, sőt növekedés helyett kismérvű csökkenés következett be. Ennek okát az oxigénmennyiség és a kiáramlási szelvények helytelen arányával, vagyis a kiáramló oxigén kis nyomásával magyaráztuk.

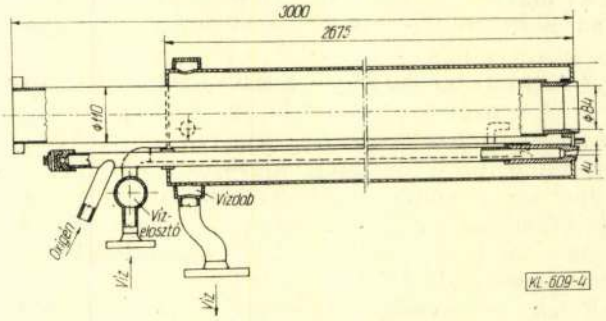
A kemenceteljesítmény növeléséhez szükséges optimális végfali, ill. lándzsa oxigén mennyiségek és ehhez igazodó kilépő szelvények kikísérletezése, valamint ezek összehangolása a különböző adagperiódusok hőterhelésével nem ment egyszerűen. 1977. január és október hó között 5 alkalommal változtattuk a lándzsafejeket. Volt olyan időszak, amikor egyszerre háromféle lándzsa is forgalomban volt. Ugyanebben az évben január és december között 9 alkalommal módosítottuk a tüzelési előírást,tüzelési és oxigénezési szempontok alapján.

Lándzsafejek oxigén furatai az említett időszakban így változtak:

— 1977. I. hó ∅ 7,5 mm-ről ∅ 6,5 mm-re
— 1977. III. hó ∅ 6,5 mm-ről ∅ 7,5 mm-re
— 1977. IV. hó ∅ 7,5 mm-ről ∅ 7,0 mm-re
— 1977. X. hó áttértünk minden kemencénél a lándzsánkénti 3 db ∅ 9,0 mm-es oxigénfuratra.

A három oxigénfuratú lándzsákkal már jó eredményeket értünk el, amihez természetesen az is hozzájárult, hogy a lándzsázási intenzitást 3600—3800 m^3/h-ra növeltük. Ez a lépés egyben azt is jelentette, hogy a végfali oxigénfúvókon akkor és annyi oxigént használtunk, amikor és amennyi éppen jutott, ami természetszerűleg a rakás alatti tüzelés hatásfokának a romlásával jár együtt. Ellensúlyozására fokozatosan növeltük a berakás alatti hőterhelést és a *4. ábrán* már bemutatott max. 147 GJ/h hőterhelésre tervezett égők 168—180 GJ/h hőterheléssel is dolgoztak, amihez viszont a szükséges légfelesleget nem lehetett biztosítani.

Ilyen körülmények között elkerülhetetlenné vált a tüzelőberendezések felülvizsgálata és átalakítása. Az új égők kidolgozásáig még vissza kellett állítani az oxigénfelhasználás kezdeti végfal-lándzsa arányát, mert időközben ez az arány túlzottan is a lándzsa javára tolódott el. A helyes arányra feltétlenül szükség volt, mert égéslevegőként 38 000 m^3/h ventillált levegő állt a kemencéink rendelkezésére és ez a lándzsákon fel nem használt „maradék" végfali oxigénnel együtt is csak 134—138 GJ/h maximális berakási hőterhelést tett lehetővé. A berakási hőterhelés ilyen mérvű csökkenésének negatív hatását a lándzsázásra fordított többlet oxigén sem volt képes kompenzálni, ezért a legkedvezőbbnek ítélt oxigénfelhasználási arányokat szigorúan rögzítettük.



4. ábra. Kettősfalú hűtött égőtok

Az MB kemencékben felhasználható 45—48 m^3/h fajlagos oxigénből

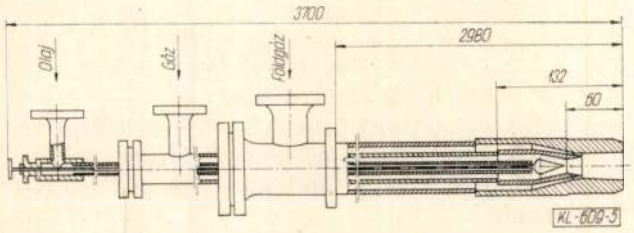
— végfali oxigén fúvóra 14—15 m^3/t-t
— boltozati lándzsára 31—33 m^3/t-t írtunk elő

A fenti értékeket biztosító fúvatási intenzitások:

— végfali oxigén fúvón 1800—2000 m^3/h
— boltozati lándzsán max. 3200 m^3/h

A berakási és melegítési adagperióduson belül legalább 70 percig kellett végfalbefúvást alkalmazni, szükség esetén még lándzsázó kemence rovására is.

A tüzelés módosítása során kétféle elképzelést is kipróbáltunk, mindkettő az osztott tüzelés létrehozását és a végfali oxigén hatékonyságának a további javítását kívánta megvalósítani.



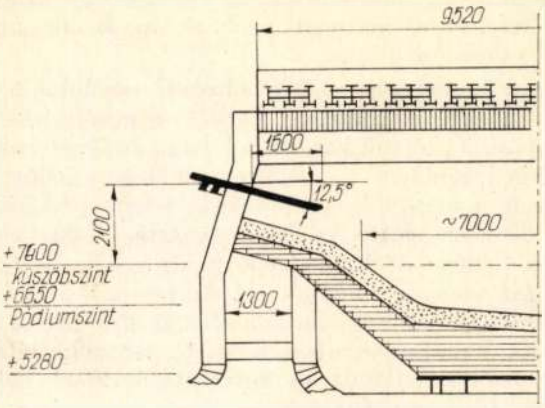
5. ábra. Olaj-földgáz kombinált égő

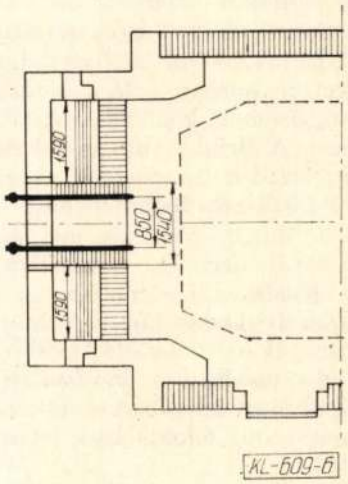
1977. szeptember hóban az egymást követő két kemenceátépítés során először a IV. MB-kemencében építettük be a *4.* és *5. ábrákon* látható égőt és égőköpenyt, a *6. ábra* szerinti helyzetben. Ennél a megoldásnál tehát a korábbi „önálló" végfali oxigénfúvó megszűnt és az égőköpenyben elhelyezett fúvókkal helyettesítettük. Mindkét tüzelőanyag égő folyamatosan üzemben volt, az oxigén fúvók rakás alatt üzemeltek (*6. táblázat*).

A III. MB-kemencén megvalósított módosítás szerint a főégőt változatlanul hagytuk és a végfali oxigénfúvók helyett a *7. ábrán* látható oxigén-földgáz segédégőket építettük be. Az oldalankénti két égő együttes teljesítménye 42—50 GJ/h volt, és a berakási melegítési periódusban üzemeltek.

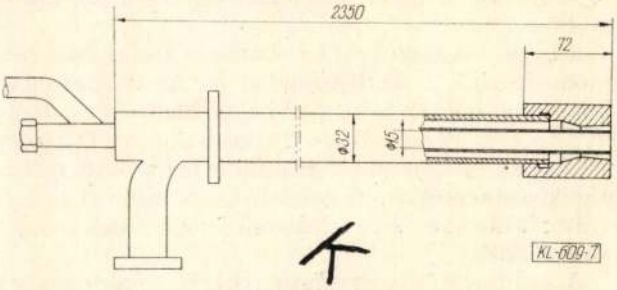
A két kemence munkáját úgy hasonlítottuk össze, hogy tíz adagonként átlagoltuk a teljesítményt és oxigénfelhasználást. A vizsgált időszakban folyamatosan nagyobb teljesítményt ért el a III. MB kemence, mindezt alacsonyabb oxigénfelhasználással.

Az oxigén-földgáz segédégőket 26 napi üzemeltetés után le kellett állítani az égők biztonsági berendezéseinek hiányosságai miatt és a IV. MB-kemence égőtípusa lett egységesítve.





6. ábra. Égők beépítése



7. ábra. Oxigén—földgáz segédégő

1978. február hóban a III. MB-kemencével egy új kísérletsorozat kezdődött, amelynek célja ismét a beolvadási periódus rövidítése volt. Ehhez a kísérlethez a már meglévő két lándzsavezeték rend-

6. táblázat

IV. MB kemence kísérleti tüzelési előírása

Művelet	Idő-tartam perc	Gáz m^3/h	Olaj m^3/h	Gőz t/h	Levegő m^3/h	Lándzsa m^3/h	Végfal m^3/h
Berakás	70	1800	1,2—1,5	1,0—1,2	38 000	—	1800
Melegítés	30	1800	1,2—1,5	1,0—1,2	38 000	—	1800 max. 30′
Beolvadás	60	1200	0,6—0,8	0,7	38 000	3600	—
Kikészítés	80	1200	0 8—1,0	0,7	38 000	3200	—

Megjegyzés: 1. Hulladékot lándzsázni tilos!
2. Melegítés alatt max. 30 percig használható a végfali oxigén.
3. A 3600 m^3/h lándzsa O_2-t 60 perc után 3200 m^3/h-ra kell csökkenteni.

szer mellé egy harmadikat is kiépítettünk és erre egy teljesen új boltozati égőt, az ún. Brinkmann-égőt csatlakoztattuk.

Ez a kemence ismét két boltozati oxigénlándzsával üzemelt, lándzsaként 6 db ∅ 8 mm-es oxigén furattal. Közöttük kapott helyet az említett boltozati égő, amelyet a gyártó cég előírása szerint kizárólag a melegítési periódusban lehetett használni, vasöntés előtt. Az égő fogyasztása 500—1000 m^3/h földgáz és 1000—2000 m^3/h oxigén volt. A két gáz arányát mindenkor 1:2 értéken kellett tartani. Brinkmann égő használatát az első napok tapasztalatai alapján adagonként 15 percre korlátoztuk. Az oxigénlándzsák fogyasztását 2600—3000 m^3/h-ban határoztuk meg.

Maga az új égő és az égőhöz kiépített rendszer kifogástalanul üzemelt, de kimutatható teljesítménynövekedést az égő használata nem eredményezett. Ennek az volt a fő oka, hogy az ilyen jellegű égőket elsősorban szilárd betéttel, oxigén frissítés nélkül üzemelő kemencéknél alkalmazzák eredményesen. A Brinkmann-égővel 248 adagot gyártottunk, majd a kemencénél visszaállítottuk a megelőző 4 lándzsás technológiát.

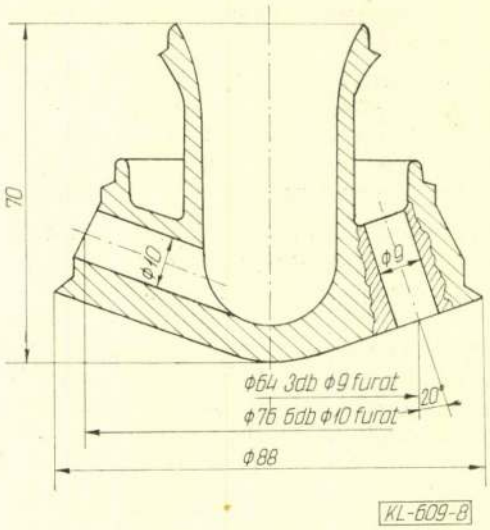
A 3. ábra b. része szerinti lándzsamozgatás sok problémát okozott, elsősorban lándzsalyukadáskor. Közös oxigénrendszerük lévén, bármelyik lándzsa lyukadásakor a vele egy párba tartozó lándzsával sem lehetett tovább üzemelni. A megmaradó másik két lándzsa további használata (amennyiben a lándzsacserét azonnal nem lehetett végrehajtani) féloldalassá tette a kemence munkáját.

Ezért 1978. március hótól kezdve a kemencéken szimmetrikus lándzsamozgást valósítottunk meg. (3/c. ábra). A fenti problémát így sikerült kiküszöbölni.

Egyidőben a mozgatási rendszer átalakításával, módosítottuk a lándzsafejeket is. Az oxigénsugár hatékonyságának a további növekedését eredményezte a *8. ábrán* látható 20°-os oxigénfurat bevezetése, az ezúton elért nagyobb behatolási mélység következtében. A lándzsafejen látható egyéb változtatásokra anyagtakarékossági okok miatt volt szükség.

A szimmetrikus mozgatás előnyeit kihasználva az alábbi lándzsázási technológiát vezettük be:

1. Nyersvasbeöntést követően a belső lándzsapárt kell üzemeltetni 2000 m^3/h intenzitással, amíg összefüggő folyékony fürdőfelület ki nem alakul.
2. Ezt követően a négy lándzsával egyszerre 3600 m^3/h intenzitással 0,8—1,2% C értékig kell frissíteni.



8. ábra. Lándzsafej

3. Befejező szakaszban ismét a két belső lándzsát kell használni 1800—2000 m^3/h intenzitással.

A 2 lándzsás — 4 lándzsás variációkkal elérni kívántuk:

1. adagonkénti oxigénfelhasználás csökkentését,
2. túlfúvatott adagok számának csökkentését,
3. rendelkezésre álló oxigén lehetőség szerint legkedvezőbb elosztását, ami magában foglalt egy minimális (legalább 600 m^3/h) végfali oxigén felhasználást is.

Mindezek után a termelékenység további növelésére, amelyre az 1979. évi célkitűzések eléréséhez még szükség volt, műszaki-technológiai módosításokkal nem láttunk további lehetőséget. Mutatta ezt a 3 kemencés üzem alatti 17—18 adag/nap termelési szint, szemben a 4 kemencés üzem 20 adagos napi átlagával, ahol a termelésnövelésnek döntően az oxigénhiány volt az akadálya
Ezen a helyzeten egy újítás segített.

A Dunai Vasmű sűrített levegő ellátást szolgáló kompresszortelepnek van egy biztonsági tartaléktelepe, amely gyakorlatilag egész évben áll. Ezt a telepet üzembe helyezve (1979. június) és a levegőt az oxigéngyárban közvetlenül a blokkokba vezetve, azok össztermelése 1300—1500 m^3/h-val megnőtt, elérve a kb. 9500 m^3/h-s csúcsteljesítményt. A többlet oxigén teljes egészében az MB kemencék további intenzifikálását szolgálta. A 4 kemencés üzem teljesítménye ezáltal napi 21—22 adagra nőtt, miután lehetővé vált a korábban csak 3 kemencés üzemben alkalmazott lándzsázási intenzitás folytatása 4 kemencés üzemben is.

7. táblázat

Tüzelési előírás

Művelet	Gáz m^3/h	Olaj m^3/h	Gőz t/h	Levegő m^3/h	Légfelesleg	Lándzsa m^3/h	Végfal m^3/h
Berakás	2000—2500	1,0—1,2	max. 1,0	35—40 ezer	1,2	—	1200—1800
Melegítés	max. 2000	0,8—1,0	max. 0,7	32—36 ezer	1,2	—	1200—1800
Beolvadás	max. 1000	0,6—1,0	max. 0,7	30—38 ezer	1,6—2,0	3800—4000	—
Kikészítés	max. 1000	0,8—1,2	max. 0,7	32—36 ezer	1,4—1,6	3800—4000	—

Megjegyzés: 3 kemencés üzem alatt 1800 m^3/h végfali O_2-t kell használni vasöntésig. Ilyenkor a porlasztó gőz max. 0,8 t/h lehet.

Jelenlegi oxigénezési technológiánk a *7. táblázatból* is kiolvasható:

— Végfal oxigénbefúvás 4 kemencés üzemben is kötelező, min. 1200 m^3/h intenzitással,

— a lándzsázási intenzitás azonos 3 ill. 4 kemencés üzemben és mind a négy lándzsát folyamatosan használni kell.

Oxigénező berendezéseink és az oxigén felhasználás technológiája egy évtizedes fejlődés során jutott a mai állapotba. Jelenlegi berendezéseink kiforrott konstrukciók, hatékony munkát és kiemelkedő teljesítményt tesznek lehetővé. Ez is hozzájárult ahhoz, hogy 1979. évben, a XII. Pártkongresszus tiszteletére acélművünk kollektívája új termelési rekordot, az 1 200 000 t legyártását tűzhette ki célul maga elé is amelyet sikeresen teljesíteni is tudott.

Egyesületi hírek

Szakosztályvezetőségi ülés Diósgyőrben

Az LKM igazgatói tanácstermében megtartott vezetőségi ülésén május 16-án 28 vezetőségi tag és 14 meghívott vendég jelent meg.

A vezetőségi ülést az elnök távollétében, *Horváth Gyula* szakosztályi elnökhelyettes nyitotta meg. Ezt követően *Herendi Rezső* műszaki igazgató — mint házigazda — üdvözölte a szakosztály vezetőségét, a vezetőségi ülés valamennyi résztvevőjét. Üdvözlő beszédében utalt a vállalat és az Egyesület közötti kapcsolatokra és áttekintést adott azokról az eredményekről, amelyek az Egyesület kezdeményezte előadások, konferenciák, külföldi tanulmányutak tapasztalatai révén a vállalatnál hasznosítást nyertek, ill. a műszaki fejlődést elősegítették. Példaként említette az Egyesület Helyi Csoportja által rendezett több külföldi céget megmozgató előadássorozatot, melyen szerzett ismeretek nagyban hozzájárultak a Nemesacélhengermű eredményes üzemeltetéséhez. Ugyancsak a Helyi Csoport által szervezett és külföldi szakemberek által tartott előadásokból szereztek hasznos ismereteket a tolózáras öntési technológiáról, melynek eredményeként elfolyásmentes korszerű öntési eljárás birtokába jutottak. Csoportjuk részt vett a vállalat közép- és hosszútávú fejlesztési programjának kidolgozásában is. Jelenleg a Kombinált Acélmű építésében és kivitelezésében résztvevő cégek szakembereinek előadásait szervezik, a későbbiekben az öntöde és kovácsüzem korszerűsítésével kapcsolatban fognak hasonló rendezvényeket szervezni. Foglalkozott a Helyi Csoport műszaki és szakirodalmi tevékenységével, melynek során megállapította, hogy ezen a téren is jelentős eredmény mutatkozik. Örvendetesnek minősítette, hogy fiataljaik az utóbbi években már szép sikerrel szerepeltek a Szakosztály pályázatain, amivel igazolták a Vállalatnál folyó műszaki munka színvonalát. Befejezésül további jó eredmények elérését kívánta a tudomány termelésbe állítása, a kohászati hagyományok ápolása és a kohászati emlékek megőrzése terén.

A 2. napirendi pontban *Jung János* tartott előadást „A Kombinált Acélmű és technológiája" címmel. A vetítettképes előadás során a technológiai folyamatnak megfelelően ismertetésre kerültek a csarnokba telepített berendezések műszaki paraméterei és főbb jellemzői. A 68 m^3 térfogatú, cserélhető testű konverter üzemelését és kiszolgálását mérő- és szabályozó berendezésekkel lehet biztosítani. A konverter csarnokba telepítik az üstmetallurgiai berendezést, amely két hevítő egységből, gáztalanító és dekarbonizáló egységből és salakozóegységből áll. Az öntőcsarnokban keresztirányú 8 állásos kocsizó öntés és folyamatos öntőmű nyer telepítést. A folyamatos öntőmű 120-as, 150-es és 180-as mm méretű bugákat 5 szálban önti, évi termelési kapacitása 350 000 tonna. A kombinált acélmű folyamat- és termelésirányítása számítógépes megoldású.

Az előadást követően Horváth Gyula alelnök köszöntötte az LKM pályadíjnyertes fiataljait, *ifj. Baán Istvánt* és *Plathy Elemért*, majd átadta a 3—3000 Ft összegű pályadíjat.

Egyebekben a következők hangzottak el:

Horváth Gyula tájékoztatta a vezetőséget a szocialista országok vaskohászati egyesületi vezetőinek IV. tanácskozásáról, ami ápr. 21—25-e között Drezdában került megrendezésre. A magyar delegációt az alelnök vezette, tagjai pedig *dr. Szőke László* és *Óvári Antal* voltak. A tájékoztatást a vezetőség jóváhagyólag tudomásul vette.

Szécsi Károly titkárhelyettes felhívta a figyelmet. a máj. 22-én Tatabányán megrendezésre kerülő 68. Közgyűlésre. Jelezte továbbá, hogy az okt. 7—9-én Székesfehérvárott megrendezésre kerülő VI. Országos Hidegalakító Konferencia jelentkezési határideje hamarosan lejár.

Horváth Gyula bejelentette, hogy a PEFÉM (Vác) levélben kereste meg Egyesületünket és kérte, hogy vállalatuk jogi tag lehessen. Bejelentette továbbá,- hogy a Zagyvarónai Ötvözetgyár kéréssel fordult vezetőségünkhöz, miszerint a Salgótarjáni Helyi Csoportból kiválnának és külön helyi csoportot alapítanának. Ez utóbbi bejelentésről, *Liptai Pál, dr. Temesi Sándor, Szegedi József* fejtették ki véleményüket. Mindkét bejelentéssel kapcsolatban az a döntés született, hogy a szűkebb vezetőség alapos vizsgálat után, a legközelebbi vezetőségi ülésen terjeszti be javaslatát.

Vincze Gyula a MTESZ Borsod megyei elnökségének tagja javasolta, hogy szervezzék meg a koordinálás érdekében a területi MTESZ irányítást Borsod megyében is.

Végül *Dutkó Lajos* a Diósgyőri Helyi Csoport titkára ismertette az üzemlátogatás programját. A vezetőség tagjai és a meghívott vendégek szakszerű kalauzolás mellett megtekintették az épülő Kombinált Acélművet, majd résztvettek a Helyi Csoport szervezésében megrendezett Műszaki Délutátnon, ahol ugyancsak a Kombinált Acélmű építéséről és technológiájáról volt szó. (TP—ÓA)

Üzemlátogatás a Csepel Fémművekben

Egyesületünk elnöksége mellett működő Szakosztályközi Rendezvény és Társadalmi Bizottság megbízottja, a Fémkohászati Szakosztály Csepeli Csoportjának titkára megállapodott a Fémművek műszaki igazgatójával *Gróf Lászlóval*, hogy Egyesületünk érdeklődő nyugdíjasai megtekinthetik a Csepeli Fémműveket. Ápr. 28-án bányász, gépész, kohász és közgazdász nyugdíjasainkat a Csepeli Fémművekben a műszaki osztály mérnökei *Szabó Lászlóné* és *Lorge György* fogadták, a Fémművek műszaki igazgatója nevében.

Szabó kartársnő ismertette a Fémművek utolsó húsz évének műszaki fejlődését, így pl. a híradástechnikai alapanyagok (Ni—V, Bebz, CrBz, adócsőgyártáshoz szükséges Cu—Zv stb.) olvasztására szolgáló 1,5 t-ás indukciós Haereus vakuumkemencét, megömlesztett fém kokillába öntését vakuumban, a nagy vezetőképességű rézhuzal rákristályosítással (DFMC) való gyártását.

A színesfém szalagokat vízszintesen öntik és tekercselik. Az alpakka, bronz, Cu—Ni és Cu szalagokat 2 Frölich duó hengerállványon hengerlik 20 mm vastagságról 1,5 mm-re. Majd tovább hengerlik hidegen Frölich kvartó hengerállványon 0,1 mm-re. A szalagot áthúzópácolás után hővédőgázos hőkezelésnek vetik alá. A csőhúzóban pedig a rézcsöveket sajtolás után tekercsbe húzzák készméretre.

A látogatók nagy érdeklődéssel hallgatták végig az új járások és vizsgálatok kikísérletezése kapcsán végzett kutató munka fontosságát.

A fémművek fiatal kartársainak nagy szakmai felkészültsége és üzemi gyakorlata és szakmaszeretete megelégedéssel töltötték el a nyugdíjas szakembereinket, hálás köszönetüket fejezték ki a Fémművek műszaki vezetőségének és a jelenlegi vezető kartársaknak, hogy lehetővé tették részükre hazánk közel 90 éves színesfémműve korszerű berendezéseinek megismerését.

Krétai József

Beszámoló az LKM Helyi Csoport 1980. I. félévi munkájáról

A Diósgyőri Kohász Csoport munkáját a helyi vezetőség irányításával több szakágazati szakcsoport közreműködésével, előzetes munkaprogram szerint végzi. A közreműködő szakcsoportok tevékenységére a munkaprogram következetes végrehajtása mellett az öntevékeny, kezdeményező készség a jellemző, amelyek közül a hengerész és az öntő szakcsoportok munkájáról kívánunk rövid tájékoztatást adni.

Hengerész Szakcsoport

Szakcsoportunk I. félévben nagy, átfogó rendezvénynem szervezett, munkáját az 1980. évi feladatoknak megfelelően végezte. Szakcsoportunk életében a legt fontosabb mozzanatok a következők voltak:

— Csoportunk képviseletében többen résztvettünk az Országos Hengerész Szakcsoport munkájában, mindenekelőtt a szakcsoport üléseken, melyek közül egyet március hóban Salgótarjánban és egyet június hóban az Ózdi Kohászati Üzemekben tartottak. A szakcsoport munkáját támogatjuk azzal, hogy különféle előadásokhoz anyagot szolgáltatunk. Ebben az évben pl. az ózdi szakcsoporti ülés egyik előadásához, mely gyakorlatilag a VI. Hengerész Konferencia ajánlása alapján vizsgálja az újonnan létesített hengersorok és hengerművek technológiai színvonalát és gyártmányszerkezetét. A vizsgálat tárgyát képezte az is, hogy az új létesítmények milyen mértékben felelnek meg a célkitűzéseknek. Ezt a témát egy szakcsoporti ülésen nem lehetett lezárni, folytatása következik.

— Szakcsoportunk tagjai részt vettek a Lenin Kohászati Művek és a Nehézipari Műszaki Egyetem által szervezett, az „SI" rendszer bevezetésével kapcsolatos ismertető előadás sorozaton és kiállításon. Az előadást követően szakcsoportunk tagjai meghatározták az ezzel kapcsolatos gyáregységen belüli feladatokat.

— Szakcsoportunk rendezte a középhengermű üzemvezetőségével közösen a középhengermű 25 éves fennállása alkalmából az ünnepség sorozatot, melynek megnyitása febr. 4-én volt.

Szakcsoportunk tagjai segédkeztek az előadások anyagának összeállításában és egyik tagja szakcikket írt a Kohászat részére, mely a f. évi 5. számban meg is jelent.

— Klubdélután keretében értékeltük a hengerészforrasztár szakma utánpótlásának helyzetét és annak az intenzív felnőtt szakmunkásképző tanfolyamnak az előrehaladását, melynek résztvevőit vállalatunk összes hengersoráról toboroztuk.

Az értékelés alapján elhatároztuk, hogy a közelgő vizsgáztatásra való tekintettel, az arra rászoruló 5 fő korrepetálását folyamatosan végezzük.

— A dolgozók kiválasztását — vizsgákra való szakmai felkészítését — az OMBKE hengerműi csoportjának tagjai vállalják, illetve végzik rendszeresen. Ez évben is mintegy 16 dolgozó szerzett ilyen módon szakmai képesítést.

— A vállalati szintű „Ki Minek Mestere" szakmai vetélkedő szervezésében, lebonyolításában, a versenyen résztvevők felkészítésében a helyi OMBKE csoport — főleg fiatal tagjai — aktívan részt vesznek.

— Fiatal OMBKE tagjaink jelenleg is folyamatosan dolgoznak több szakmai pályázatra benyújtandó anyagon. Így részt kívánnak venni a továbbiakban is a BKL Nívó díjas cikkeinek pályázatán, továbbá a vállalati KISZ Bizottság által meghirdetett „Kiváló Ifjú Mérnök-Technikus" szakmai pályázaton.

— Az FMKT „Alkotó Ifjúság"-i mozgalom szervezésében tagjaink részt vesznek, a hengerműi vezetőségek és KISZ bizottságok mellett elsősorban témaajánlásokat készítenek. Ezen túlmenően segítséget nyújtanak a dolgozatok készítéséhez. Klubdélután keretében értékelték a Hengerműben az eredményeket és ismertették a KISZ Bizottság felhívását a további munka végzésével kapcsolatban.

— Szakcsoportunk több tagja részt vett az FMKT vezetőségének klubdélutánján, melynek témája vállalatunk járulékos termelésének vizsgálata és annak alapján intézkedési terv kidolgozása a járulékos termelés csökkentésére.

— A szakcsoportunk tagjai az idén is vállalták diploma feladat, termelési gyakorlat és TDK szakdolgozat készítésének konzultálását, melyet eredményesen láttak el.

— A Nemesacél-Hengermű OMBKE tagjai jelenleg üzemtörténeti szakmai anyag összegyűjtésén tevékenykednek, mely része lesz egy vállalati szakma történeti leírásának.

— A Nemesacél-Hengermű fiatal egyesületi tagjai ez évben is irányítják a gyáregységnél nyári szakmai gyakorlaton tevékenykedő Kohóipari Szakközépiskola és NME kohómérnöki kar hallgatóinak munkáját. Üzemi feladataik kidolgozásához részletes szakmai segítséget nyújtanak. A hallgatók ez irányú tevékenységét használják fel egy-egy időszerű üzemi szakmai probléma megoldásához.

— II. n. évben hengerész tagtársaink különböző szakmai rendezvényeken vettek részt, így:

— Február 14-én részükre az Ózdi Kohászati Üzemekben tapasztalatcserét szerveztünk, meglátogattuk a folyamatos öntőművet, továbbá a rúd-drót hengerművet. Mndkét üzemben nagy élményt jelentett az összes résztvevő számára a korszerű berendezések üzem közben való hibátlan működésének látása.

— Szakcsoportunk számos tagja részt vett a Kombinált Acélmű termelésének és technológiájának ismertetése céljából szervezett klubdélutánon, melynek ismertetésén túl célja volt még a társüzemek technológiai kapcsolódásának megvitatása is.

— Jún. 5-én többen részt vettek az NME Kohógéptani és képlékenyalakításitani Tanszéke által rendezett „Az acélok képlékenyalakításának időszerű problémái" című szakmai napon, valamint

— jún. 12-én az Ózdon megtartott Hengerész Szakbizottsági ülésen.

Az elhangzott érdekesebb szakmai kérdésekről a résztvevők beszámoltak, tájékoztatták a gyáregységnél dolgozó többi tagtársat.

Öntödei Szakcsoport

Az éves munkatervnek megfelelően csoportunk márc. 24-én klubdélután keretében tárgyalta meg az épülő Kombinált Acélmű öntőszerelvény ellátásának helyzetét, a soron következő technológiai és szervezési feladatokat.

Témabevezetőt tartott *Molnár József* tagtárs, melyben ismertette a Kombinált Acélmű öntőszerelvény igényét, mely az acélmű indulása idejére szükséges. Tájékoztatást adott a sorozatgyártásra történő előkészületről, különös tekintettel a 7 kokillás alátét gyártására, a felszerszámozásban még megoldandó problémákra. Feltárta a kísérleti gyártás tapasztalatait. Első helyre került az igen nagy méretű alátétlapok felületi egyenességének problémája. Igény, hogy azok felső felülete megfelelően sík legyen a megmunkálás nélkül, öntőkocsin történő felhasználásra.

A kohász szakcsoportból meghívott tagtársak a felhasználót képviselték a kerekasztal beszélgetés jellegű rendezvényen. Ismertették, indokolták a mennyiség és minőségi igényeket, fontos szempontokra hívták fel a gyártók figyelmét.

A rendezvény sikeresnek értékelhető, mert a bonyolult öntödei feladatokat jelentő követelményeket és az öntödei lehetőségeket ezen közelítettük egymáshoz, ezzel közelebb kerültünk a fontos feladatok megoldásához.

A diósgyőri csoportból többen részt vettek egyesületünk Tatabányán megrendezett közgyűlésén.

Dr. Csontos István

Üzemi hírek

A *Salgótarjáni Kohászati Üzemek* vezetősége tág teret biztosít a fiatal szakembereknek tehetségük kibontakoztatására és fokozott figyelmet fordít arra, hogy a jó elképzelések a gyakorlatban is megvalósuljanak.

Az alábbiakban két tehetséges, fiatal mérnök fejlesztő tevékenységéről számolunk be.

Import hevítő induktorok kiváltása hazai berendezésekkel

Az indukciós hevítőberendezés legegyszerűbb formájában transzformátorként képzelhető el, amelynek egyetlen, rövidrezárt szekunder menete maga a hevítendő betét. A primer tekercsbe vezetett váltakozó áram váltakozó mágneses fluxust hoz létre, amely a szekunder menetben a táplálóárammal azonos frekvenciájú váltakozóáramot indukál. A betétet ennek az áramnak a *Joule*-hője melegíti.

A különféle típusú indukciós olvasztókemencék között legnagyobb jelentőségük a vasmag nélküli kemencéknek van. Ezekből hiányzik a mágneses fluxus vezető zárt vasmag, a betét a több menetes, szolenoid alakú induktortekercs belsejében van. A tekercsbe vezetett váltakozóáram váltakozó mágneses teret hoz létre a tekercs belsejében és ennek hatására az indukált feszültség a betétben örvényáramot indít.

Az örvényáram *Joule*-hője nelegíti fel a betétet. Az induktor és a betét közötti energiaátvitel hatásfoka annál jobb, minél közelebb helyezkedik el az induktor a betéthez. Az induktor és a betét közötti légrésnek azonban határt szab a tűzálló falazat falvastagsága. A légrést kitöltő falazat méretei a rendszer induktivitását is jelentősen befolyásolják, ez pedig fontos tényező az induktor-betét rendszernek a tápláló áramforráshoz való illesztésében.

A frekvencia növelésével — egy bizonyos határig — az induktor és betét közötti energiaátvitel hatásfoka is javul.

Melegalakításhoz való izzításra legegyszerűbb és leggyakoribb a többmenetes, vasmag nélküli, szolenoid alakú induktor alkalmazása. Az indukciós izzítás jellegzetesen tömeggyártású eljárás, alkalmazása annál gazdaságosabb, minél több az izzításra kerülő azonos munkadarab.

— Nagy melegítési sebesség — nagy termelékenység.
— A gyors melegítés miatt minimális a reveképződés.
— A melegítési teljesítmény tág határok között és viszonylag egyszerűen szabályozható, ez lehetővé teszi a kiszolgált munkagép optimális kihasználását.
— A termelés egyenletes, az izzított munkadarabok állandóan azonos minőségűek.
— A hevítési folyamat részben teljesen automatizálható.
— A hevítőberendezés kezelése egyszerű, a munkafeltételek egészségesek.

Vállalatunk kovácsüzemében csehszlovák gyártmányú indukciós kemencéket üzemeltetünk. (*ISOK* 501, *ISOK* 301 és 302, valamint *I. O. P.* 202 típusokat)

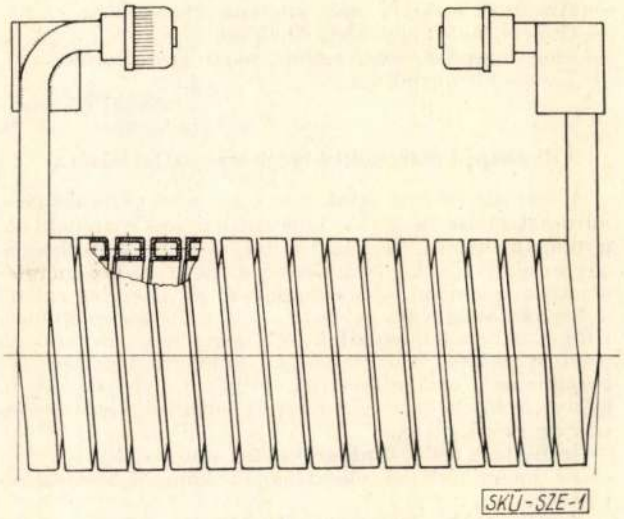
A jelenleg üzemelő induktorokat tartozékként kaptuk a csehszlovák gyáraktól.

Az *ISOK* típusúak felépítésüket tekintve szoleonid, belső falazású induktorok, az *I. O. P.* 202 típusú induktor falazat nélküli. Az induktorban az induktorvezetőt vörösréz szalagból spirálisan tekercselték, hűtését a vezetőre keményforrasztással rögzített rézcsőbe áramló víz biztosítja.

Az izzítóinduktor az *ISOK* 301 és 302 típusún kettő, az ISOK 501 típusún három db 850—1000 mm-es egységből van összeépítve.

Meghibásodás esetén az induktor cseréje hosszadalmas és nehézkes.

Az induktorok importból történő beszerzése hosszú folyamat és a házilagos gyártás nehézkes, (célszerűnek látszott egy egyszerűbb kivitelű, rövidebb egységekből álló induktor készítése. Az induktort úgy kell kialakítani, hogy meghibásodás esetén az egységek cseréje könnyen és egyszerűen elvégezhető legyen *(1. ábra)*.



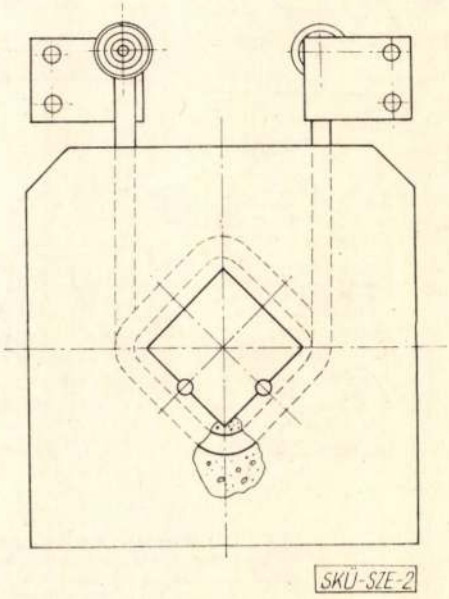
1. ábra. Az induktor méretei

A felvetett problémák megoldására az induktorvezetőt 2 mm-es falvastagságú zárt négyszög-szelvényű vörösréz anyagból készítettük. Az egységek kivezetéseit úgy alakítottuk ki, hogy meghibásodás esetén a meghibásodott egység könnyen és gyorsan kiszerelhető legyen. Meghibásodása esetén nincs szükség az egész induktor kivételére, hanem csak a meghibásodott egységet kell kicserélni.

A süllyesztékes kovácsüzemi indukciós kemencéinkben a munkadarabok hevítésére részben már ilyen hazai gyártmányú falazott induktorokat *(2. ábra)* használunk. Napjainkban újabb induktorok vannak kivitelezés alatt és állnak beüzemelés előtt.

Ezen induktorok alkalmazásának gazdasági eredményei a következők: Egy készlet induktor 9 db-ból áll (3 kemencére 3—3 különböző mérettel). Átlagárakat figyelembe véve Csehszlovák és hazai induktorok költségkihatásai az alábbi táblázatba foglalva láthatók.

Megnevezés:	Egységár (eFt)	Összár (eFt)
Import	140,5	1264,5
Hazai	24,5	220,5
Megtakarítás		1044



2. ábra. A falazott induktor tekercs

Az előzőekben felsoroltak mellett a hazai induktorok még az alábbi előnyökkel rendelkeznek:
— Jobb kivitelűek;
— Tartósabb, könnyebb falazásúak;
— Áram- és hűtővíz csatlakozásuk egyszerűbb;
— Csereszabatos egységekből állnak;
— Meghibásodás esetén egységenként cserélhetők;
— Kevesebb meghibásodási lehetőség.

Szabó Elemér
okl. gépészmérnök

Próbapad hidraulikus berendezések javítására

A termelési folyamatok gyors ütemű mechanizálása, automatizálása, a gépek kinematikai rendszerének bonyolulttá válása, az átvitt teljesítmény növekedése egyre nagyobb követelményeket támaszt az energiaátvitellel szemben. Az energiának az energiaforrástól a felhasználóig való átvitelére különféle energiaközvetítőket lehet felhasználni. Mindegyiknek megvannak azok a sajátos tulajdonságai, amelyek behatárolják alkalmazási területüket. A folyékony közeg olyan előnye, mint — az átvitt energia jellemző paramétereinek egyszerű
— irányítása (seb., ford. szám, erő, nyomaték),
— az energiafolyam elosztásának könnyű megvalósítása,
— a túlterhelés elleni egyszerű védelem,
— a nagy fajlagos teljesítmény,
a hidrosztatikus rendszereket a növekvő követelmények kielégítésére teszik alkalmassá.

A hidraulika alkalmazási területe az iparban az utóbbi két évtizedben jelentősen megnövekedett. A hidrosztatikus hajtóművek gyakran egyszerű megoldások révén különösen gépesítési és automatizálási feladatokhoz, bonyolult munkafolyamatok vezérléséhez és szabályozásához, továbbá nagy erők és nagy forgatónyomaték kifejtésére alkalmasak. A hidrosztatikus körfolyam modern erőátviteli eszköz, ésszerű alkalmazása az iparban, jelentős műszaki és gazdasági előnyökkel jár. A műszaki paraméterek, valamint a gyártás gazdaságossága szempontjából a tipizált rendszerek az előnyösek. Az eltérő rendszerű hidraulikus körfolyamatokat javítani csak igen körülményesen, gazdaságtalanul lehet. A kohászati vállalatoknál is széles körűen alkalmazzák a hidraulikus rendszereket. Párhuzamosan több vállalattól, kereskedelmi szervtől is szereznek be elemeket, rendszereket, tehát az alkalmazott hidraulikus berendezések nem tipizáltak. Az egyes vállalatoknál a hidraulikus körfolyamatoknak, mint erőátviteli eszközöknek az alkalmazása igen szerteágazó, széles körű.

Hengerművek üzemeltetésénél is fontos szerepe van a hidraulika alkalmazásának.

Jellemzésként a SKÜ hengerműi berendezéseit kiszolgáló olajpincét említem.

Az olajpincében egy szinte önálló hidraulikai főhálózat, főrendszer található, amely működteti — ellátja hidraulikus energiával — a hengermű különböző gépeinek hidraulikus vezérlőhálózatát. Az olajpince hidraulikus rendszerében gyakran lengések, lüktetések lépnek fel, melyek csökkentése a következő módon lehetséges.

Nyomásingadozás kiküszöbölése (akkumulátorral)

Jellegzetes nyomáskiegyenlítési feladatok:
1. — hirtelen terhelés — változáskor fellépő csúcsnyomások csökkentése *(1/a. ábra)*,
2. — lüktető folyadékáram nyomáslengéseinek kiegyenlítése *(1/b. ábra)*.

Az *1/a. ábrán* látható körfolyamatban, ha az útszelep gyorsan vált középállásban, nyomáshullám keletkezik. Mivel a csővezeték ill. a benne levő folyadék kapacitása elég kicsi, jelentős nyomáscsúcsok keletkeznek.

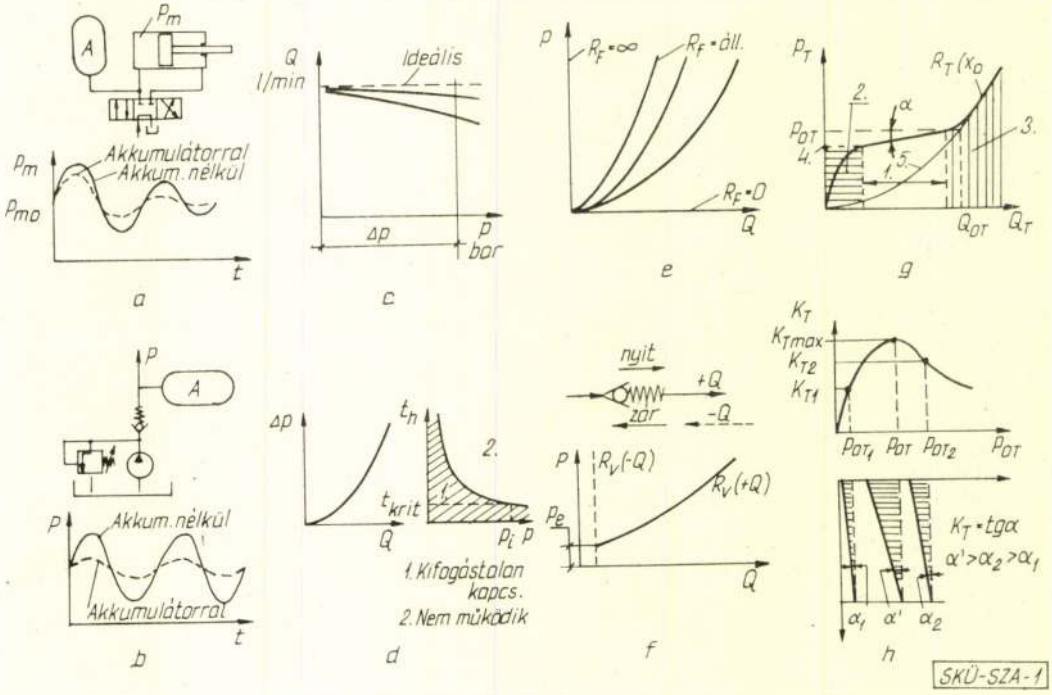
A rendszerhez kapcsolt akkumulátor nagy kapacitása lehetőséget nyújt a nyomáscsúcsok jelentős mérséklésére.

A nyomáskiegyenlítés nem lesz tökéletes, mivel az akkumulátor időállandója lényegesen nagyobb, mint az az idő, amely alatt a lökéshullám a hidraulikus hálózaton végigfut. Így az akkumulátor csak mérsékeli a hirtelen növekvő nyomást.

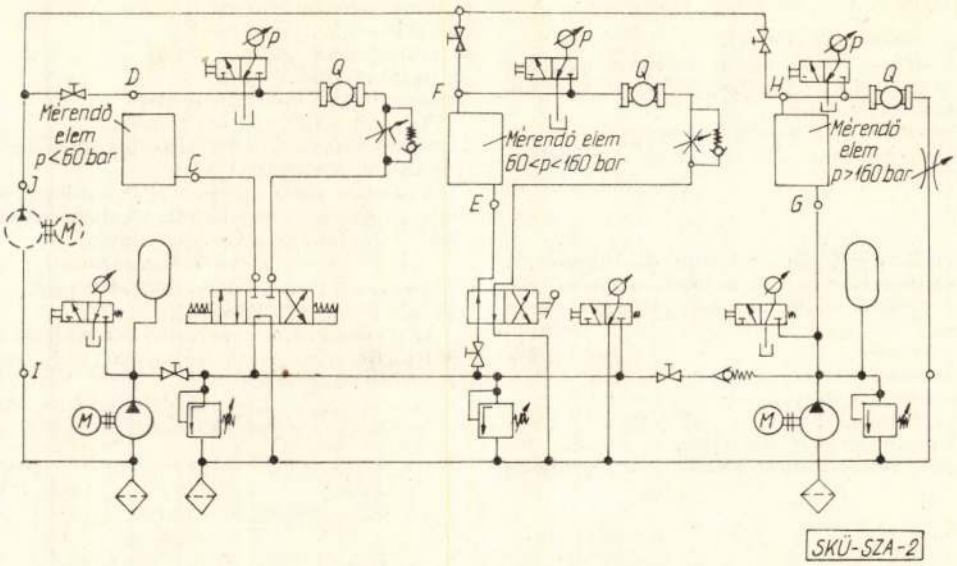
A szivattyú okozta gerjesztést a *2. ábra* szerint elhelyezett akkumulátorral lehet tompítani. A csillapítás annál intenzívebb, minél közelebb van az akkumulátor saját frekvenciája a gerjesztés frekvenciájához, azaz:

$$f_s = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

$$f_s = \frac{n \cdot z}{60}\,(H_z)\omega_0 = \frac{1}{T_a} = \frac{1}{\sqrt{L_a \cdot C_a}}$$



1. ábra. 1a. A hirtelen fellépő csúcsnyomások csökkentése, 1b. A nyomáslengések kiegyenlítése, 1c. Az üzemi jellemzők összefüggése, 1d. Jelleggörbe, 1e. A fojtószelep karakterisztikája, 1f. A nyitónyomás meghatározása, 1g. A nyomáshatározó teljes karakterisztikája, 1h. A szelepállandó és a beállítási nyomás közötti kapcsolat



2. ábra. A próbapad kapcsolási vázlata

Az egyes területeken végzett felmérések részletes ismertetése nélkül a vizsgált hidraulikus berendezésekkel kapcsolatban az alábbiak összegezhetők:

Mint a részletes felmérésekből és az elemek kigyűjtéseiből is látható volt, energiaátilakítóként különböző típusú szivattyúk szolgáltak. A hidrosztatikus berendezések vezérlőrendszere pedig lényegében útváltók, nyomás- és áramszabályozók, valamint zárószelepek megfelelő kombinációjából áll. A teljes vezérlőrendszer létrehozása leggyakrabban külön egységként kialakított, zárt egységet képező vezérlőelemek összekapcsolásával történik és lényegében az építőkocka elv alkalmazásán alapul.

E vezérlések rendszertechnikai alapját az útváltók képezik. A többi vezérlési és szabályozási funkciókat külön-külön elemeknek kell ellátni (fojtó áramlás, és nyomásszabályozó elemek), melyek mindegyike a főáramkörben helyezkedik el.

A felmérések eredménye alapján az elemeket két alapvezető szempont szerint csoportosíthatjuk.

1. Funkció szerint;
2. Nyomáshatár szerint.

ad. 1. — Szivattyúk;
— Útváltók;
— Fojtószelepek;
— Visszacsapó szelepek;
— Nyomásirányítók.

ad. 2. — Alacsony nyomású; $P_{max} = 60$ bar
— Közép nyomású; $P_{max} = 160$ bar
— Magasnyomású-elemek. $P > 160$ bar

Az előzőekben már ismertetett csoportosítást szükséges figyelembe venni a mérések megtervezésénél és a próbapad kialakításánál.

E szerint a próbapad hidraulikus körfolyamata a három nyomáshatárnak megfelelően, alacsony-, közép-, és magas- nyomásnak megfelelő vezérlőággal rendelkezik.

Ezek a szakaszok egymástól reteszelhetők.

Az alacsony és a középnyomású rendszert egy szivattyú, míg a magas nyomásút egy külön szivattyú táplálja.

A hidraulikus próbapad alkalmazásával megelőzhető a hibás elemek beépítése. Emellett képet kaphatunk az új és javított hidraulika elemek paramétereiről, s azoknak a rendszerbe való beépítési lehetőségéről. Mindezt úgy érjük el, hogy nem kell az egyes elemeket a gépeket működtető körfolyamba beszerelni s nem megfelelő műszaki állapot esetén onnan kiszedni hanem az egész ellenőrzést egy önálló hidraulikus körfolyamban lehet elvégezni.

A próbapadon, konstrukció kialakítás során biztosítani kell villamos csatlakozási helyeket is. Ezekről történik a szivattyúk motorjainak, valamint a működtető és mérésre kerülő mágnesszelepek (útszelepek) elektromágneseinek megtáplálása. Így szükség van: 24 V, 110 V, egyen és 110 V ill. 220 V változó feszültségű dugaszoló aljzatokkal kiépített csatlakozási pontokra.

A mérőpadnak biztosítani kell a „funkció szerint" csoportosított elemek, külön-külön előírt paramétereinek illetve azok számításához szükséges adatok mérési lehetőségét.

Ezek a következők:

A szivattyúk:

Ezeket összességében a névleges folyadékáram és a névleges nyomás jellemzi.

A folyadékáram *(Q)* óra nyomás *(p)*, mint üzemi jellemzők összefüggése az *1/c. ábrának* megfelelően alakul.

A jelleggörbének megfelelő méréseket elvégezve ($Q = f/\Delta_p$) megtudjuk, hogy mire képes a szivattyú.

Útváltók

Ezeket az elemeket a névleges nyomás és a névleges átmérő határozza meg.

Az útszelepeket minőségileg jellemzi:

— a belső áramlási veszteség (névleges áteresztés),
— a hidraulikus befeszülés,
— a hidraulikus letapadás,
— az átváltás dinamikus hatása,
— a működtető szerkezet átváltási biztonsága,
— az átváltási idő nagysága,
— a kapcsolási szám *(kapcs./óra)*.

Az útváltóknál a következő mennyiségek fontosak:

A maximális üzemi nyomás melletti Q_r résveszteség.

A Δp nyomásesés a folyadékáram függvényében. $\Delta p = f(Q)$

A nyomás a tartási idő függvényében (elektromágneses vezérlésű útszelepeknél).

$p = f(th)$ jelleggörbe megadja hogy milyen üzemi nyomásnál biztosított a kifogástalan kapcsolás *(1/d. ábra)*.

Fojtószelepek

A fojtószelepek hidraulikus karakterisztikáit az *1/e. ábra* mutatja (ezt méréssel meg kell határozni).

A fojtási szerelvények alakja lényegesen befolyásolja a fojtószelepek tulajdonságait. E hatást fejezik ki a minőségi jellemzők, a vezérlési érzékenység, az eltömődési hajlam és az átfolyási tényező.

Vezérlési érzékenység; Egységnyi beállítómozgásra eső térfogatáram változás, állandó nyomáskülönbség mellett. Minél nagyobb pontosságra van szükség, annál kisebb érzékenységű szelepet célszerű alkalmazni.

Visszacsapó-szelepek

Más néven hidraulikus egyenirányító.
Szerkezeti kialakítása révén egyik irányba lehetővé teszi kis nyitónyomás (p_e) ellenében a folyadék áramlását, míg a másik irányban zár.
A p—q karakterisztika mérésekkel felvehető, és a nyitónyomás meghatározható a *1/f. ábrának* megfelelően

Nyomásirányítók

A nyomásirányítók egyik leggyakrabban alkalmazott változata a nyomáshatároló. A nyomáshatárolót minőségi jellemzői statikus állapotban a következők:
— szelepállandó,
— nyitónyomás szórása,
— nyomás hiszterézis.
A nyomás változása — az ún. lefúvási tartomány — a szelepállandótól függ. Ezért a szelepállandó (K_T) fontos minőségi paramétere a nyomáshatárolónak.
A nyomáshatároló teljes karakterisztikája: *1/g. ábrán* látható.

1. működési tartomány,
2. labilis tolattyú helyzet,
3. túlterhelési zóna,
4. nyitónyomás,
5. hidraulikus karakterisztika
X_0 = áll. nagyságú rés esetén.

A szelepállandó és a beállítási nyomás közötti kapcsolatot az *1/h. ábra* mutatja.

A mérés során a $p_T = f(Q_T)$ jelleggörbe felvehető, s ez alapján a szelepállandó meghatározható.
Mérhető értékek: p_T = tápnyomás,
Q_T = térfogatáram.

Mindezek figyelembevételével a próbapad kapcsolási vázlata a *2. ábrán* látható.

Az ábrán látható mérőpad megépítése lehetővé teszi az SKÜ-ben működő legfontosabb hidraulikai elemek terhelését, mérését.

Ezzel az egyes berendezések javítási ideje lecsökken, s végsősoron a gépek kihasználása javul.

Szeles András
okl. villamosmérnök

Könyvismertetés

Dr. Horváth Zoltán—Dr. Sziklavári Károly—Mihalik Árpád: **Elméleti Kohászattan** (Kiadta a Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 348 oldal, 289 ábra, Harmadik kiadás)

A könyv, amelynek szerkesztését *Horváth Zoltán* tszv. egy. tanár, a műszaki tudományok doktora, lektorálását pedig *Stefán Mihály* akadémikus és *Sziklavári János*, a műszaki tudományok kandidátusa végezte, a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán „Kémiai metallurgia" cím alatt oktatott tantárgy anyagának nagy részét tartalmazza. Az oktatási anyagban található többlet, terjedelmi okokból nem kerülhetett a könyvbe.

A *bevezetés* után következő *második fejezet* a kohászati folyamatok egyensúlyának és kinetikájának vizsgálatára alkalmas módszereket tárgyalja, azzal a teljesen helytálló indoklással, hogy a fizikai kémiának ez az a két területe, amelynek fejlődése nagymértékben elősegítette a kohászatnak mesterségből tudománnyá válását. Különösen a kinetikával foglalkozó rész bőséges és részletes.

A *harmadik fejezet* a pirometallurgiai eljárásokat (égetés, pörkölés, redukálás szilárd halmazállapotban, feltárás tűzi úton, olvasztás, lepárlás és illósítás) és a lefolyásukkal kapcsolatos egynsúlyi és kinetikai vonatkozásokat foglalja össze. A *negyedik fejezetben* megismerkedhetünk a kohászatban alkalmazott hidrometallurgiai eljárásokkal, többek között olyan korszerű módszerrel, mint a baktériumok alkalmazása a lúgozási folyamatokban. Az *ötödik fejezet* az elektrometallurgiai eljárásokat foglalja össze és az elektrokémia elméleti és gyakorlati vonatkozásain kívül a gazdaságosság és az önköltség számítására is kitér. Végül a *hatodik fejezetben* az elektromos energia alkalmazásával megvalósítható termikus eljárásokat találja meg az olvasó, köztük az olyan korszerű módszereket, mint a vákuummetallurgiai eljárások és a plazmametallurgia.

A könyvet szerzői elsősorban oktatási célra szánták, metallurgus kohómérnökhallgatók számára. Különös súllyal esik ezért a latba a könyv világos, áttekinthető szerkezete és felépíthetősége, röviden: tanulhatósága. A magas színvonal természetesen feltételezi a megfelelő, elsősorban kémiai, fizikai és matematikai előismereteket. Az elméleti összefüggések gyakorlati alkalmazhatóságát jól megvilágítják a könyvben felhozott példák és a technológiai berendezések rajzai, ábrái. Az elméleti összefüggésekhez tartozó ábraanyag érthető és a lényegre törekedően egyszerűsített. A könyv a vas- és fémkohászat minden lényeges területét felöleli, ezért mindkét ágazat hallgatói részére egyaránt megfelelő, de alkalmas a gyakorlati szakemberek számára is.

Kiemelendő körülmény még, hogy a könyvnek ez már a *harmadik kiadása*. Az első 1974-ben, a második 1977-ben jelent meg és 1975-ben nívódíjjal jutalmazták.

Dr. Horváth Aurél

Dr. Bíró Attila: **Hőkezelő berendezések** Műszaki Könyvkiadó. Budapest 1979.

A szép kivitelű 280 oldalas könyv 10 fejezetben ismerteti a kohászati- és gépipari hőkezelés berendezéseit. A szakkönyv jól összefoglalja a hőkezelés céljára használt folyékony és gáznemű fűtőanyagok égési viszonyait továbbá a villamos ellenállás-fűtés jellemzőit.

Foglalkozik a közvetlen fűtésű hőkezelő berendezésekkel a hőátadás különböző jellegzetességeivel, a gázzal fűtött munkatér egyenletes hőmérséklet-eloszlását biztosító impulzusos keveréssel, a hőátadást elősegítő impulzuserő hatásával. Tömör áttekintést ad a közvetett fűtésű hőkezelő berendezések különböző megoldású sugárzócsöves és sugárzóelemes (radiblokk) fűtési rendszereiről.

A hőkezelő berendezéseket és építőelemeit igen részletes szerkezeti ábrák szemléltetik. Ismerteti a legkorszerűbb tűzálló- és hőszigetelő anyagokat, az adagok mozgatását végző gépi berendezéseket és egyéb kiegészítő egységeket.

Külön fejezet foglalkozik az acél felületével hőkezeléskor érintkező védő- és aktív gázokat előállító generátorok működési elvének-, e gázok hatásának leírásával.

Sokféle hőkezelő kemencét ismertet amelyek szakaszos, vagy folyamatos üzemmódban használhatók. E kemencék szerkezetének és működési elvének leírását jól kiegészítik a róluk készített ábrák.

Röviden kitér a nagy darabszámú sorozatok gazdaságos hőkezelésére használatos lágyító-, nemesítő- és betétedző hőkezelő rendszerekre.

A 216 ábrát és sok hasznos táblázatot tartalmazó művet a hőkezelő berendezések és üzemeltetőinek figyelmébe ajánljuk.

Szőke Béla

Beszámoló külföldi konferenciáról

VII. Tűzállóbeton Konferencia Csehszlovákiában

A konferenciát Karlovy Varyban máj. 27—29-én tartották kb. 300 főnyi hazai és kb. 50 főnyi külföldi szakember részvételével. Egyesületünket *Vörös Tibor* (KGYV) vezetésével *Asztalos András* (DV), *Gecse János* (DV), *Ivócs László* (OKÜ) és *Zátonyi László* (LKM) képviselték. Rajtuk kívül a hazai vállalatok és intézmények további hat kiküldöttel képviseltették magukat.

A konferencia a tűzálló betonon kívül (23 előadás), a tűzálló alumíniumszilikát szálasanyagokkal is foglalkozott (6 előadás).

Az előadásokból elsősorban az tűnik ki, hogy főfeladatnak tekintik a gazdaságosság továbbfejlesztését elsősorban az energiatakarékosság fokozása céljából. A tűzálló betonok használata jelentős munkaerő és munkaidő megtakarítást eredményez. *Dr. Wald* (CSSZK) bevezető előadása is ezzel foglalkozott.

Látványos volt *Nyekraszov* professzor (SZU) hangosfilmmel kísért előadása, amely a tűzálló betonelemek szereléséről szólt. Utalt arra, hogy a Szovjetunióban a főbb tűzállóbeton minőségek kifejlesztése befejezettnek tekinthető.

Az NDK-beli és csehszlovák szakemberek által tartott előadásokból kitűnt, hogy a tűzállóbeton-gyártás és felhasználás tekintetében országaik közvetlenül a Szovjetunió után következnek. Főleg tervezési, tartóssági és szárítás-felfűtés gyorsítási problémákkal foglalkoztak.

Magyar részről egy előadás hangzott el, amelyet *Vörös Tibor* (KGYV) tartott, amely az aluminátcementek és betonok hőtágulási magatartásának befolyásolási lehetőségeivel foglalkozott.

Az alumíniumszilikát szálas tűzálló hőszigetelő anyagokról szóló előadásokból kitűnt, hogy ennek az új anyagnak a kohóipar részéről történő elfogadása — legalábbis hazánk határain kívül — befejezett ténynek tekinthető. Nagy előnye, hogy fokozott energiamegtakarítást tesz lehetővé, pl. 5 cm-es belső szigetelés 20—32 %-os falazat-hőveszteség csökkentést eredményez. Használják kemencetetők készítésére is. Acélszegekkel és kerámiai sapkás eljárással történő felerősítéssel szemben egyre terjed a kisebb hőveszteséget biztosító ragasztásos eljárás. (VT)

Az acélgyártás korszerű technológiájával foglalkozó konferencia Lengyelországban

A krakkói Nova Huta (NHiL) rendezésében a konferenciát ápr. 24—26-án tartották meg Zakopánéban. Egyesületünket a konferencián *Pintér Imre* (DV), *Lóczy Lóránd* (DV) *és Hevesi Imre* (OKÜ) képviselte.

Az előzetes értesítés szerint a konferenciát Krakkóban szándékozták megtartani, de végül Zakopánéban került megrendezésre. Ide autóbusszal szállították Krakkóból a külföldi vendégeket. Az összes résztvevők száma kb. 60 volt.

A konferencia megnyitóját *dr. Eugéniusz Pusztoroka* a NHiL kombinát vezérigazgatója tartotta. Ezt követően került sor a szakmai előadásokra, amelyek elsősorban a konverter-acélgyártással, a teljesítménynöveléssel, a kemencék tűzálló falazatával, üsttartóssággal és az üstlingerezéssel foglalkoztak.

Az előadások során hangsúlyozták, hogy Lengyelországban az acélgyártás fejlesztését kizárólag korszerű konverterek létesítésével tervezik, a meglevő SM-kemencéket ezekkel kívánják felváltani. jobb tartósságú tűzállótéglák kifejlesztését fő feladatnak tekintik. Elsősorban dolomittéglákat szándékoznak felhasználni úgy a kemencékben, mint az üstök falazásához. Az időszerűtlen samottéglával való üstfalazásról rátérnek a jobb üsttartósság érdekében az üstlingerezésre.

Nehézséget jelentett, hogy a rendezőség a lengyelnyelvű előadások tolmácsolásáról nem gondoskodott és az előadások szétosztott kivonatai is lengyel nyelvűek voltak. (HI).

A Nemzetközi Etalon Bizottság XX. munkaülése az NDK-ban

A munkaülésre Schwerinben máj. 12—16. közt került sor. Az ülésen magyar részről a Vasipari Kutató Intézetet *Répás Pál*, *Szipka Károly* és *Komár József*, a NME-et *dr. Vorsatz Brunó* tszv. egy tanár, a BME-et *dr. Szebényi Imre* tsz. egy. docens, a VME-et *dr. Gegus Ernő* tud. fms. és a DV-t *Kalmár Elemér* gyáregységvezető képviselte.

Az ülésen a magyar és az NDK-beli kiküldötteken kívül, a bolgár, a csehszlovák, a lengyel és a jugoszláv szakemberek vettek részt.

A munkaülés értékelte az elmúlt 20 év eredményeit és megállapította, hogy a 6 ország fokozódó együttműködése jelentős népgazdasági hasznot eredményezett a résztvevő országok vaskohászatában.

Az ülés során az egyes országok kiküldöttei beszámoltak a nem fémes anyagok etalonsorainak előállításáról, a spektrométeres etalonsorok vizsgálatáról, a nyersvas-etalonokról, a salaketalonokról.

Ezt követően megállapodás történt az 1980/81. évi munkaprogramról és az etalonok cseréjének programjáról. Végül a Nemzetközi Etalon bizottság új elnökévé *dr. Bohuslav Poljakot* (CSSZK) megválasztották. (RP)

A Kohómérnöki Kar hírei

A NME máj. 31-i Pedagógusnapi ünnepségén a Kohómérnöki Kar dolgozói közül kitüntetést, ill. dicséretet kaptak:

Kiváló Munkáért kitüntetés: *Gárdus János* vezető nyelvtanár, *dr. Bárczy Pál* docens, *Balláné dr. Achs Márta* docens, *dr. Szita Lajos* docens

Miniszteri dicséret: *dr. Lorencz Sándorné* adjunktus, *dr. Kiss Mátyás* adjunktus, *Szepessy Andrásné* adjunktus, *Jónás Pál* adjunktus

Rektori dicséret: *Grega Oszkárné* előadó, *dr. Jellinek Olga* adjunktus, *dr. Török Pálné* nyelvtanár

Aranykoszorús KISZ jelvény: *Szabó László* tud. s. munkatárs

Kiváló Nevelő diploma: *Pintér Károly* adjunktus.

A Nehézipari Műszaki Egyetem jún 28-án tartotta a diplomaátadó ünnepségét. A dilomákat *dr. Czibere Tibor* akadémikus, az egyetem rektora adta át a frissen végzett mérnököknek.

A Kohómérnöki Kar nappali tagozatán ez évben 38 kohómérnök végzett:

a metallurgus szak vas- és fémkohász ágazaton 11,
a metallurgus szak öntő ágazaton 12,
a fémalakító zsak alakítástechnológiai ágazaton 9,
a fémalakító szak fémtani ágazaton 6.

Gazdasági mérnök szakon 4, ipari kemencék szakmérnöki szakon 14 és környezetvédelmi szakmérnöki szakon 18 fő szerzett diplomát.

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Egyetem-

történeti Bizottsága, a Központi Könyvtár, az Általános és Fizikai Kémiai, illetve a Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékek közreműködésével ápr. 16-án *dr. Schenek István* professzor születésének 150. évfordulója, *dr. Mika József* professzor halálának 5. évfordulója alkalmából kiállítással egybekötött emlékünnepséget tartott. Emlékbeszédet *dr. Berecz Endre* egy. tanár és *dr. Vorsatz Brúnó* egy. tanár mondott.

Az Oktatási Minisztérium Környezetvédelmi Bizottsága *dr. Páris György* minisztériumi főosztályvezető-helyettes, a Bizottság elnöke vezetésével jún. 5-én a NME-n tartotta ülését, amelyen résztvett *dr. Tajnafői József* tud. rektorhelyettes és *dr. Vorsatz Brúnó* a Kohómérnöki Kar dékánja is. Az ülésen *Rapp János* OM osztályvezető-helyettes megemlékezett a Környezetvédelmi Világnapról (jún. 5.), majd *dr. Berecz Endre* tszv. egy. tanár beszámolt a NME-n folyó környezetvédelmi oktatás helyzetéről és fejlesztésének koncepcióiról, valamint a két Kémiai Tanszéken folyó környezetvédelmi kutatómunkáról. *Dr. Farkas Ottóné* tszv. egy. docens a Tüzeléstani Tanszéken, *dr. Horváth László* tud. munkatárs az Ásványelőkészítéstani Tanszéken, *Kováts Attila* egy. adjunktus pedig a Gépelemek Tanszékén folyó környezetvédelmi (az utóbbi esetben főképpen a zaj elleni védelem terén folyó) kutatásokat ismertette. Az ülés résztvevői délután megtekintették a Tüzeléstani és Ásványelőkészítéstani Tanszék megfelelő laboratóriumait.

A Borsodi Műszaki Hetek keretében jún. 4-én a Fémtani Tanszék szakmai napot tartott, melyen *dr. Káldor Mihály* egy. tanár, *dr. Bárczy Pál* egy. docens, *dr. Tranta Ferenc* és *Sólyom Jenő* egy. adjunktusok tartottak előadást.

A Borsodi Műszaki Hetek keretében a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék jún. 5-én „Az acélok képlékenyalakításának időszerű problémái" címmel szakmai napot tartott. A rendezvényen *dr. Kiss Ervin* tszv. egy. tanár, *dr. Mecseki István*, *dr. Voith Márton*, *dr. Tóth Lajos* egy. docensek, *dr. Gulyás József*, *dr. Reisz Gyula*, *Pintér Károly*, *dr. Imre József* egy. adjunktusok, *Dernei László* egyetemi tanársegéd és *Zupkó István* tud. munkatárs tartott előadást.

Jún. 24—27. között Freibergben megrendezett XXXI. Bányászati és Kohászati Napok rendezvényein a NME Vaskohászattani Tanszékéről *dr. Simon Sándor* tszv. egy. tanár, *dr. Károly Gyula* tud. főmunkatárs és *Grega Oszkár* egy. tanársegéd vett részt, ahol *Dr. Simon—Grega—Dr. Károly:* A hulladék minőség befolyása az oxigénkonverteres eljárás paramétereire, valamint *dr. Csabalik—Benkőné—Dr. Simon:* A mangán szerepe az oxigénkonverteres eljárásnál című előadások hangzottak el. (U. V-né)

Kitüntetés

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa az Interkozmosz program keretében a világűr meghódításában, az első magyar—szovjet űrrepülés tudományos programjának előkészítésében kifejtett munkájuk elismeréseként kitüntetéseket adományozott kutatási intézmények és a Néphadsereg központi repülő intézményei vezetőinek.

A Munka Érdemrend ezüst fokozata kitüntetést kapta tagjaink közül *dr. Fuchs Erik*, a Vasipari Kutató Intézet tud. osztályvezetője. A kitüntetéseket *Trautmann Rezső*, az Elnöki Tanács helyettes elnöke adta át. aug. 7-én, a Parlamentben. A kitüntetéshez gratulálunk.

(Szerk.)

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: GYULASI ISTVÁN

Környezetvédelmi feladatok az alumínium és rézkohászatban*

DR WÉBER JÓZSEF okl. kohómérnök, tud. munkatárs
Nehézipari Műszaki Egyetem

DK: 669.3.053.2

A szerző bemutatja az alumínium és rézkohászatban a környezetvédelemmel kapcsolatos legfontosabb súlyponti feladatokat. Arra a megállapításra jut, hogy hagyományos technológiákkal a környezet szennyeződése nem kerülhető el, hatásosan nem is csökkenthető. A környezetvédelmi követelmények korszerűbb kohósító eljárásokkal, a keletkező káros melléktermékek hasznosításával vagy ártalmatlanná tételével elégíthetők ki az alumínium és rézkohászatban

1. Bevezetés

A környezetvédelmi feladatok tisztázásának alapfeltétele a szennyezőforrások feltárása, ezek befolyásolhatóságának részletes műszaki-gazdasági elemzése, és nem utolsó sorban az értékeléshez szükséges mérőhálózat megteremtése. A környezet védelmére irányuló sokrétű tevékenység során nemcsak a közvetlen kohósítási folyamatot kell figyelembe venni, hanem számos kölcsönhatást is. Napjainkban már környezetvédelmi szempontból is előnyben kell részesíteni a kevésbé anyag- és energiaigényes, a folyamatosabb és csak kevesebb lépésből álló, termelékenyebb munkamódokat. Az anyag- és energiatakarékos (komplex anyagfelhasználást és maximális energiakihasználást biztosító) munkamódok egyúttal a környezet védelmét is szolgálják.

A környezet védelmére irányuló tevékenység egyes részfeladataira napjainkban elsősorban az alábbiak jellemzők:

— zártabb és egyúttal termelékenyebb technológiai rendszerek kialakítása,
— korszerűbb égetők használata, amelyekkel a tökéletes égés (hőkihasználás) jobban biztosítható, a fűtés könnyebben szabályozható,
— az exotermás metallurgiai folyamatok fokozottabb kihasználása,
— nagyteljesítményű gázelszívó-, szellőztető- és gáztisztítórendszer építése,
— a porleválasztás korszerűsítése (a leválasztásra kerülő por tulajdonságainak megfelelőbb berendezések kiválasztása),
— a káros gázhalmazállapotú szennyezők ártalmatlanná tétele,
— a hányók (salakok, lúgzási maradványok, fölzékek, építőanyagtörmelékek, szállóporok stb.) által igénybevett alapterület csökkentése és rekultiválása,
— a hányókon tárolt anyagok porzásának megakadályozása,
— a hányókon tárolt anyagok vízzel szembeni védelmének megoldása, ha azok vízben oldódó vegyületeket tartalmaznak,
— a salakok és melléktermékek hasznosítása (például építőanyagként).

2. A feladatok megoldását befolyásoló néhány tényező

Az utóbbi években a kohók egyik legnagyobb problémáját már az okozza, hogy a környezet védelmében a súlypont az emisszióról egyre inkább az immisszióra, ennek ellenőrzése irányába tolódott el. A fémkohók nagyobb része immissziós problémáit gyakran csak úgy oldhatja meg, ha a gáztisztítási rendszer az egyes berendezésekből, termékekből elkerülhetetlenül kiáramló porok, gázok és gőzök (mellékemissziók) leválasztását is magában foglalja. A helyi elszívásokból származó gázokat vagy külön vagy a metallurgiai-technológiai folyamatok gázaival együtt tisztítják.

A mellékemissziók különösen a többlépcsős munkamódokra (például rézkohászat) és az azonos célú kisebb teljesítményű egységekre (például alumíniumelektrolizáló kádak) jellemzők.

Talán szerencsés körülménynek is tekinthető, hogy

— a fémek iránt növekvő mennyiségi és minőségi igények a hagyományos munkamódokkal gazdaságosan már egyre kevésbé elégíthetők ki, és
— a hagyományos technológiákkal a környezet szennyeződése sem kerülhető el gazdaságosan,
— hatásosan pedig nem is csökkenthető.

Ennek felismerése kényszerítő körülményként hat a meglevő kohók korszerűsítésénél, illetve újak telepítésénél. A kohósítási műveletek intenzifikálása és a környezetvédelem napjainkban így egyre inkább összetartozó fogalommá válik. Az ezzel kapcsolatos feladatok sikeres megoldása (beleértve a minőségjavítást is) biztosítja a gazdasági növekedés és a környezetvédelem (társadalmi érdekekkel minél jobb összhangban levő) egységét úgy, hogy a környezet védelmére fordított költségek népgazdasági szinten, ha hosszabb távon is, de megtérülnek.

A fémkohók a környezetet a legnagyobb mértékben akkor veszélyeztetik, ha a primér kiindulóanyagokból állítják elő a fémeket. A rézkohászatban a környezetvédelemmel kapcsolatos legfontosabb feladatok egy-egy súlyponti kérdés köré csoportosulnak:

* Előadásként elhangzott a II. Metallurgiai Konferencián Miskolcon 1978. máj. 25.-én (Szerk.)

— a rézkohászatban elsősorban a kén,
— az alumíniumkohászatban pedig főképpen a vörösiszap és a fluór lehetőleg gazdaságos ártalmatlanná tétele jelenti a legnagyobb problémát.

3. Alumíniumkohászat

Az alumíniumkohászat két legveszélyesebb környezetszennyezője a timföldgyártásnál melléktermékként visszamaradó *vörösiszap* és az alumíniumelektrolízisnél a gázokba kerülő *fluór*. Ezek mellett az egyéb szennyezőforrások (az előkészítésnél a bauxit porzása; az adalékos feltárásnál és a kausztifikálásnál a mész porzása; kalcinálásnál a füstgáz; vanádiumsó kiejtése az aluminátoldatból; elfolyó lúgos oldatok; anódgázok kéntartalma stb.) legtöbbször aránylag egyszerűen ártalmatlanná tehetők.

3.1 Vörösiszap

A *Bayer-eljárás* során melléktermékként képződő vörösiszap a kohászat egyik legjelentősebb szennyezőforrása:
— a timföldgyárak közelében nagykiterjedésű hányókat alkotva értékes területeket von el a mezőgazdaságtól,
— szigetelés nélkül növeli a talaj és a természetes vizek lúgosságát,
— száradás után porzik,
— higanyt is tartalmazhat, ha a bauxit feltárásához használt nátrium-hidroxidot amalgámelektrolízissel állították elő, illetve akkor, ha az aluminátoldatból a galliumot higanykatódos elektrolízissel ejtik ki.

A vörösiszap mennyisége a bauxit összetételétől függően az alumíniumtermelés 2—4-szerese lehet száraz állapotban, nedvesen pedig ennek közel kétszerese. A vörösiszap ártalmatlanná tételére vagy hasznosítására számos helyen igen sok lehetőséget igen részletesen is vizsgáltak. Mindeddig nem találtak egyértelműen jó megoldást [1, 2]. Feltételezhető, hogy a környezet szennyezése csak a vörösiszap komplex (vagy legalábbis káros maradék nélküli) feldolgozásával kerülhető majd el.

3.2 Alumíniumelektrolízis

Az alumíniumelektrolízis légszennyezői közül a *fluor* (gáz- vagy poralakú fluoridok az elektrolitból) és a *kén-dioxid* (önsülő anódoknál az anódszén-égetésből) a legkárosabb, mert az anódgázban levő CO és kátrányszármazékok egyszerű utánégetéssel ártalmatlanná tehetők. A kádkezelés alatti porzás miatt timföld és fluoridvegyületek is jutnak a gázokba. Fluorszennyezéssel a blokkanódok gyártásánál is számolni kell. A blokkanódgyártásnál a kén-dioxid (a fűtőanyagból és az anódszén égetéséből) a legkárosabb légszennyező.

Az alumíniumelektrolízis elvileg nem fogyaszt fluorsót. A gázokba, salakba és a kád építőanyagába jutó fluor teljes egészében a környezetbe (légtérbe és hányóra) kerül, ha ezt meg nem akadályozzák. Környezetvédelmi szempontból ezért alapvető feladat, hogy csökkentsék a fajlagos fluorsófelhasználást.

Az elektrolizáló kádaktól közvetlenül elszívott gázok összetétele a kádtípustól, kádszerkezettől, az elszívás módjától, a kádak üzemétől stb. függ. Az elektrolizáló kádakból közvetlenül el nem szívott és ezért a csarnoktérbe jutó gázok tisztítása (hasznosítása vagy ártalmatlanná tétele) jelenti a legnehezebb feladatot. Ez nagy térfogatú, de kisebb szennyezettségű (gázos, gőzös, poros) levegőt jelent, melynek környezetet károsító hatása ma már nem hanyagolható el. Ezért alapvető feladat, hogy részben a munkakörülmények javítására
— zártabb és így jobb gázelszívást biztosító kádtípusokat és kádszerkezeteket alakítsanak ki úgy, hogy
— hatékonyabb gázelszívó rendszerrel a csarnoktérbe jutó gázok mennyiségét minimálisra csökkentsék.

A hagyományos (nem vagy nem eléggé zárt) kádakból a fejlődő gázoknak 20—30%-a a csarnoktérbe kerül. Ezért egyes helyeken ezeknek a gázoknak tisztításáról (az elszívott gázoktól elkülönítetten) külön gondoskodnak. A célszerűbb megoldás azonban az, hogy minél nagyobb fokú közvetlen gázelszívást megvalósítva a csarnoktérbe minél kevesebb gáz kerüljön, mely természetes vagy mesterséges légcserével kellőképpen hígulva, esetleg magas kéményen át a légtérbe bocsátható.

A *Söderberg-anódos* kádak gázelszívása a kádak burkolásával tökéletesíthető, de környezetvédelmi szempontból az ilyen kádak jelentős hátránya, hogy
— az anódmassza kiégetése során illanó alkotók miatt több és szennyezettebb gáz képződik,
— az anódmassza (petrolkoksz) kéntartalma régebben általában nem haladta meg az 1%-ot, ma viszont már legtöbbször 2% körüli ként tartalmaz; az anódgáz kéntartalma a gáztisztítást és ennek gazdaságosságát nagymértékben befolyásolja,
— csak aránylag bonyolultabban (kevésbé termelékenyen, környezeti és egészségi ártalmakkal járó módon) gépesíthetők vagy automatizálhatók (például kéregtörés, timföldadagolás, tüskecsere stb.),
— általában kedvezőtlenebbek a munkafeltételek, mert sok gáz és por kerül a csarnoktérbe és ezért
— a csarnoktérből légcserével távozó levegő tisztítása gyakran nem kerülhető el.

Az újabban kialakult *blokkanódos kádak* igen jó gázelszívást biztosítanak. Az európai blokkanódos kádakra elsősorban az a jellemző, hogy a kérget a a kád kerülete mentén törik be (körbetörés) és túlnyomórészt „lisztszerű" timföldet használnak mellyel az anódok igen jól takarhatók. Az anódgáz összegyűjtésére (a kezelés időtartamára felemelhető) gázgyűjtő harangot alakítottak ki. A kádkezelés során kiáramló gáz miatt helyenként kedvezőtlenek a munkakörülmények és a csarnoktérből távozó gázos-poros levegő tisztítása nem mindenütt hanyagolható el. A tetőgázmosás jelentős beruházási és üzemi költségtöbbletet jelent.

Az amerikai blokkanódos kádaknál a kérget az anódsorok között törik és ugyanitt adagolják a timföldet. Ezek a középtöréses kádak teljesen

zártak (aránylag egyszerű, alumíniumlemezes borítás) és e zárt rendszeren belül helyezték el a kádkezeléshez szükséges berendezéseket. A timföldet a kád feletti tartályból pneumatikusan vagy gravitációsan adagolják. Csapoláshoz a kádat burkoló szerkezetet csak kis helyen nyitják meg. Az anódcsere idejére (1—2-naponként 5—10 percre a kádak kb. 10%-ánál) a burkolatot csak részletenként nyitják. A gázelszívást úgy alakították ki, hogy az elszívás hatásfoka az anódcsere és csapolás alatt lehetőleg ne csökkenjen. Ezeknél a kádaknál „homokszerű" timföldet használnak.

Az előbbiek alapján várható, hogy nagyobb teljesítményű új alumíniumkohók építésénél a középtöréses blokkanódos üzemek kerülnek előtérbe. A Söderberg-anódos üzemek nagyobb része már a közeljövőben olyan feladat előtt áll, hogy mérlegelje az anódtípus megváltoztatásának lehetőségeit.

3.21 Gáztisztítás [3—6]

A *fluorra* vonatkozó környezetvédelmi előírások betartására 3 lehetőség kínálkozik:

— a gázokkal távozó fluor hasznosítása vagy
— ártalmatlanná tétele és a véggáz légtérbe bocsátása magas kéményen át,
— új kohósító eljárás bevezetése.

A legtöbb helyen arra törekszenek, hogy a környezetbe kerülő fluor ne haladja meg az 1 kg F/t alumínium mennyiséget.

A nedves gáztisztítás elvileg aránylag egyszerű. Az elektrolizáló kádakból összegyűjtött gázokat előbb ciklonba vezetik, ahol a korom és por nagyobb része leválik. Helyenként innen előbb még elektrosztatikus gáztisztítóba, majd mosóba kerül a gáz. Egyes helyeken a mosó után használnak villamos gáztisztítót, ha a mosó tisztítási hatásfoka nem kielégítő.

A nedves gáztisztítás legegyszerűbb mosófolyadéka maga a víz, mely az oldódó HF hatására savassá válik. Ennek számos káros hatását küszöböli ki részben a lúgos (például szódás) mosófolyadék, mely a hidrogén-fluoridot nátrium-fluoridként közömbösíti.

A nedves gáztisztítás során a szállópor is gyakran elég jó hatásfokkal leválasztható. Azonos körülmények között a lúgos mosás hatásfoka jobb, de számolni kell azzal, hogy a lúgos oldat a gázokban levő kén-dioxiddal is reagál. Ennek káros következménye, hogy a regenerálásnál kapott fluorsót kén szennyezi. Ezért egyes helyeken a kombinált eljárást használják: a gázokat előbb savas, majd innen lúgos mosóba vezetik. Ilyenkor csak a savas oldatot regenerálják. A kohócsarnok levegőjének tisztítására legtöbbször csak lúgos mosást használnak.

Egyes helyeken eltekintenek a fluorregenerálástól: az elnyelt fluoridokat mésztejjel kezelve vízben oldhatatlan, hányóra vihető, nem mérgező kalcium-fluoriddá alakítják át.

Az alumíniumkohók nagyobb része ma még nedves úton tisztítja a gázokat. A nedves eljárásokra jellemző egyszerű alapelv ellenére ma már bármilyen változat korszerűtlen azért, mert a tisztítási-hasznosítási művelet olyan többlépcsős munkafolyamatot jelent, amely nagyobb térfogatú gázok tartós üzemű, jó hatásfokú tisztítására a fellépő üzemzavarok miatt nem mindenütt kielégítő.

A nedves eljárásokkal szemben gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokból nemcsak elvileg, hanem a gyakorlati kivitelezést illetően is igen egyszerű száraz gáztisztítás igen korszerű. A száraz gáztisztításnál a nagyfelületű timföld adszorbeálja a hidrogén-fluoridot: a timföldet a gázzal fluidizáltatva a gáztisztítást és fluorregenerálást egy lépésben oldják meg úgy, hogy a fluidizáló reaktorba épített zsákszűrőn át csak a portalanított és fluortalanított gáz távozhat a légtérbe.

Az alumíniumelektrolízisnél száraz gáztisztítással számolva növelni kell a timföld tisztaságát, mert a rendszeresen visszajáró szállópor káros (Fe, Ga, Si, Ti, V, P, Zn stb.) szennyezéshez vezethet az alumíniumban. Ennek figyelembevételével olyan munkamód is kialakult, amelynél a gázokban levő durvább (szennyezettebb) szállóport előzetesen ciklonban vagy villamos gáztisztítóban leválasztják, illetve a kohósításra kerülő timföld egy részét használják csak fel a gáz tisztítására.

3.3 Egyéb szennyezőforrások

Az alumíniumkohók jellegzetes környezetszennyezője az elektrolitregenerálás. A kádkezelésnél eltávolított szénsalak általában 60—70% kriolitnak megfelelő fluoridokat tartalmaz. Mivel a salak széntartalmát rendszerint a szabadba telepített halmokban égetik el, a szén-monoxid és -dioxid mellett illanó fluoridok és több-kevesebb por is kerül a légtérbe. Ezzel a módszerrel a salak 5—10%-os fluorveszteséggel aránylag egyszerűen, de mégis korszerűtlenül regenerálható. Környezetvédelmi szempontból ezért fontos, hogy a 3—5 kg/t alumínium mennyiségben képződő salak korszerűbb feldolgozására már a közeljövőben megoldást találjanak.

A salakregeneráláshoz hasonlóan fontos feladat az elbontott alumíniumelektrolizáló kádak hányókra vitt bélés- és katódtörmelékének, valamint az anódmaradványok ártalmatlanná tétele, illetve hasznosítása [7]. Az elektrolízis során a katód, az anód és a bélésanyag nemcsak telítődik az elektrolittal, hanem azzal reagálhat is. Az előbbi törmelékek, maradványok vízzel oldható fluoridokat, karbidokat, kénvegyületeket, nitrideket, cianidokat stb. tartalmaznak.

3.4 Új kohósító eljárás

Az alumíniumelőállítás szempontjából szóbajövő új eljárások közül az alumínium-kloridos olvadékból teljesen zárt rendszerben való elektrolízis tűnik a legigéretesebbnek. Ennél azonos mennyiségű NaCl- és LiCl-tartalmú elektrolitban 6—7% alimínium-kloridot oldanak, melyet az elektrolízisnél fejlődő klórból állítanak elő timföldből vagy valamilyen alumínium-oxidot tartalmazó kiindulóanyagból. Az alumínium-kloridos eljárás

sikere nemcsak az alumíniumkohászat fluoridos és kén-dioxidos környezetszennyezésének megszűnését jelentheti, hanem azzal az előnnyel is jár, hogy a hagyományos alumíniumelektrolízishez képest kb. 30%-os energiamegtakarítás érhető el.

4. Rézkohászat

A rézszínporok kohósítása során végbemenő fizikai és kémiai folyamatok, a munkahőmérséklet és ennek fenntartásához szükséges energia közlésének módja, a kohósításnál használt berendezések határozzák meg, hogy milyen minőségű és mennyiségű szennyező anyagok keletkeznek [9], és ezek ártalmatlanná tételére milyen lehetőségek kínálkoznak [10, 11].

A rézkohászatban a hatásos környezetvédelem előfeltétele a kohósítási és gáztisztítási rendszer (porleválasztás, kéndioxid ártalmatlanná tétele) egyes egységeinek összehangolt, lehetőleg folyamatos ellenőrzésen alapuló szabályozott működése. A szabályozási rendszernek figyelembe kell vennie a szennyezőkoncentráció alakulását a veszélyeztetett helyeken.

Régebben a rézkohászatban a füst- és kohógázok fizikai hőtartalmának hasznosításától eltekintettek. Napjainkban ez a kérdés környezetvédelmi szempontból is előtérbe kerül:

— levegőelőmelegítéssel csökkenthető a fűtőanyagfelhasználás és ezzel a füstgáztérfogat, pernye és szállópor mennyisége,
— az exotermás metallurgiai folyamatok jobb kihasználása révén ugyancsak jelentős mértékben csökkenthető a fűtőanyagfelhasználás.

Korszerű kohóknál a gépesítés és automatizálás nagymértékben hozzájárul a környezet védelméhez. Hazánkban a rézkohászat jelenleg még a rézhulladékok feldolgozására korlátozódik. Az olvasztóberendezésekhez telepített elszívóberendezésekkel és az elszívott gázok tisztítására kialakítható aránylag egyszerű porleválasztó rendszerrel a környezet szennyezése elkerülhető. A tűzi úton finomított réz elektrolitos finomításánál a kénsavas elektrolit és a mosóvizek, majd az elektrolitréz továbbfeldolgozásánál a kenőanyagok (emulziók) és a páclevek jelentik a környezeti ártalmak forrását. A környezetszennyezés megelőzésére, illetve mérséklésére korszerű víztisztító rendszert kell kialakítani, mely magában foglalja a folyamatos mérő-ellenőrző rendszert.

Az újonnan feltárt rézércvagyonunk kohósításánál a környezetvédelmi előírásokat és ezek várható alakulását messzemenően figyelembe kell venni, mégpedig a rézkohászatban tapasztalt jelentős mértékű fejlődés [12] alapján.

A rézkohászat kiindulóanyagát képező színporok rendszerint kisebb-nagyobb nedvességtartalommal érkeznek a kohóhoz. Mivel ezeket rendszerint zártan szállítják, közvetlenül nem okoznak olyan környezeti ártalmat, mint a bauxit. Ezzel szemben figyelmet érdemel az ércelőkészítésnél keletkező meddő és piritszínpor további sorsa. Ezek hányókon tárolva csúfítják a környezetet és baktériumok hatására lúgzódnak is, úgyhogy nehézfémsók kerülhetnek a természetes vizekbe. Ennek megelőzése fontos környezetvédelmi feladat.

A környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve a rézkohászatban korszerűnek tekinthető az a munkamód, amelynél a flotálással előállított, rézben lehetőleg dús színporból a rezet a hagyományos, 5 lépésből (pörkölés, kéneskőre olvasztás, konverterezés, tüzi finomítás, elektrolitos finomítás) álló eljárásokkal szemben minél kevesebb lépésben úgy állítják elő, hogy a kohósítás és gáztisztítás közben minél kevesebb kén és por kerüljön a környezetbe. Valamely kohósítási eljárás korszerűségének egyik legfontosabb jellemzője ma már a távozó gázok mennyisége és minősége, mert ez határozza meg a gázok kielégítő tisztításához szükséges berendezéseket és végül is az emissziót, majd immissziót. A kén-dioxiddal szemben támasztott igen szigorú környezetvédelmi követelményeket csak a hagyományosnál korszerűbb kohósítási eljárásokkal, a keletkező kén-dioxid hasznosításával vagy ártalmatlanná tételével és a véggázok magas kéményen át való elvezetésével lehet kielégíteni.

A korszerűbb kohósító eljárások közül a tűzi munkamódoknál több berendezés összevonásával, oxigén felhasználásával és a kohósítás folyamatossá tételével arra törekednek, hogy kevés helyen, kevés és kén-dioxidban dús gáz keletkezzék. A nedves eljárásoknál viszont kén-dioxid nem is keletkezik.

Az előbbi cél elérésére irányuló műszaki-fejlesztési feladatok megoldására jellemző, hogy

— helyenként bevezették a röptében való (fluidizáló) pörkölést,
— a lángkemence üzeme úgy korszerűsödött, hogy helyenként nyers színpor közvetlen olvasztására tértek át, illetőleg a pörkölő kemencét közvetlenül a lángkemence fölé telepítették,
— a pörkölés és kéneskőre olvasztás összevonásából kialakult és a gyakorlatban jól bevált a röptében olvasztás néhány változata [13],
— a hagyományos konverterek helyett a szifonos konvertert használva elkerülhető a gázok kiáramlása és hígulása [14].

Az irodalomból kitűnik, hogy az újabb, a környezetvédelmi követelményeket az előbbieknél is jobban kielégítő munkamódok célkitűzése a folyamatos eljárás keresése [15]:

— rézszinporból kiindulva közvetlenül nyersrezet állítanának elő úgy, hogy
— a távozó gáz mennyisége és minősége egyenletes, és
— a hagyományos munkamódokhoz képest jelentős energiamegtakarítás érhető el.

A nyersrezet folyamatosan, illetve egy lépésben előállító számos eljárás közül a Mitsubishi- és a Noranda-eljárás a legigéretesebb. Mindkét eljárás igen termelékeny, gazdaságos, és ami környezetvédelmi szempontból a legfontosabb, a kohósításra kerülő betébe levő kén 2, illetve 1 helyen gyűlik össze.

Az oxigén vagy oxigénnel dúsított levegő használata szulfidos ércek kohósításánál több szempontból is kedvező. Az ezzel kapcsolatos költség-

többlet nemcsak a nagyobb termelékenység révén térül meg, hanem azzal is, hogy a kisebb térfogatú, nagyobb kéndioxid-koncentrációjú gázok kedvezőbben és olcsóbban tisztíthatók.

4.1 Gáztisztítás

A kohógázok kéntelenítésének előfeltétele a jó portalanítás. Rézszínporok kohósításánál a kéndioxidtartalmú gázokat rendszerint a következő sorbakapcsolt egységekből álló rendszerben tisztítják: hőhasznosító kazán — ciklon — villamos forrógáztisztító – Venturi-mosó — hűtő — villamos nedvesgáztisztító. Az előbbi berendezések teljesítményét (méretezését) és hatékonyságát (terhelését) a kohósítási technológia változatai nagymértékben befolyásolják.

A kohósításra kerülő színporok átlagosan kb. 30% ként és 20% rezet tartalmaznak. Ezért 100 kg rézszínpor kohósításánál kb. 60 kg kén-dioxid képződésével számolhatunk. Ebből következik, hogy a rézkohászatban kb. 3-szor több kén-dioxid ártalmatlanná tételeléről kell gondoskodni, mint amennyi rezet szinporból előállítanak. Átlagos összetételű rézszínporral számolva 1 t réz előállításánál a képződő SO_2 mennyisége kb. 1000 Nm^3. Ebből 4—4,5 t kénsav állítható elő. A legtöbb helyen arra törekszenek, hogy a kohósításra kerülő színpor kéntartalmának legalább 90—95%-át hasznosítsák. A környezetvédelmi szempontból védettnek nyilvánított területen levő kohók ennél nagyobb mértékű kéntelenítésre kényszerülnek.

A kénimmisszió bizonyos mértékig csökkenthető, ha a gázokat igen nagy mértékben hígítva magas kéményen át bocsátják a légtérbe. Ez a kéndioxid ártalmatlanná tételének látszólag legegyszerűbb módja, és ilyenkor csak a gázok részleges portalanítására törekszenek. Így eljárva számos helyen az alsóbb légrétegekben csak akkor mutatható ki káros szennyeződés, ha kedvezőtlenek a topográfiai és meteorológiai feltételek. Jelentősebb mértékű hőmérsékletváltozásnál és légáramlatoknál igen gyakori, hogy még magas kéménnyel semelégíthetők ki az előírások. Ezért egyes kohók átmenetileg termelésük csökkentésére, esetleges időszakos beszüntetésére kényszerülnek, hogy a kénemmissziójuk szabályozásával betartsák az immissziós előírásokat.

A környezetszennyezés szabályozására az üzem veszélyeztetett környezetében a légkör lehetőleg folyamatos ellenőrzésére mérőhálózatot hoznak létre: mérik a kibocsátott kén-dioxid mennyiségét és az általa okozott szennyezés mértékét. Ennek alapján a szabályozás egyszerűen a termelés ütemének irányításából áll:

— kedvező légköri körülményeknél (amikor a levegő mozgását semmi sem befolyásolja) a termelés fokozható, a berendezések kapacitása teljesen kihasználható,

— kedvezőtlen légköri körülmények között, amikor a szennyezés mértéke már eléri vagy meg is haladja a megengedett felső határt, akkor csökkentik a termelést, illetve szüneteltetik.

Az előbbi szabályozási rendszer a gázok kéntelenítésénél is bevezetésre kerül. Kedvező légköri körülményeknél esetenként kisebb mértékű kéntelenítés is megengedhető mindaddig, míg az immisszió a megengedett értéket el nem éri. Ilymódon a kohósítási folyamatokat valójában úgy kell vezetni, hogy a kohógázok kéntelenítéséből távozó véggázok által okozott kénemissziót, illetve immissziót veszik figyelembe.

A kohógázok kén-dioxidtartalma kénsav, folyékony kén-dioxid, elemi kén vagy kénvegyületek előállítására egyaránt alkalmas. A kohógázok kéndioxidtartalmát leggyakrabban kénsav gyártására használják. Folyékony kén-dioxid előállítására az oxigénáramú röptében olvasztó gáza a legalkalmasabb. Más gázok kén-dioxidtartalmát előzőleg dúsítani kell, ha folyékony kén-dioxidot kívánnak előállítani. A nagyobb kén-dioxidtartalmú gázok (pörkölési gázok, röptében olvasztók gáza, konvertergázok) kéntelenítése kénsavgyártás formájában megoldott. Ezzel szeben még ma sincs gazdaságos megoldás a kisebb kén-dioxid-tartalmú lángkemencegázok és a sok hamis levegővel hígult konvertergázok, valamint a kisebb kohók konvertergázainak kéntelenítésére.

A környezetvédelmi előírások betartására az USA-ban a rézkohók azt a feladatot kapták, hogy 1975-ig a kohósított színporok és az ehhez felhasznált fűtőanyagok kéntartalmának legalább 90%-át hasznosítsák vagy ártalmatlanná tegyék. Ennek megoldására 3 jellegzetes munkamód alakult ki:

— származástól függetlenül minden kéntartalmú gáz kéntelenítése mésztejjel,

— kénsavgyártás konvertergázokból és a lángkemencegázok kéntelenítése mésztejjel,

— származástól függetlenül minden kénsavtartalmú gázból elemi kén előállítása dimetil-anilinos dúsítást követő redukcióval.

Összefoglalás

Az alumínium- és rézkohászatban tapasztalt fokozottabb ütemű fejlődés számos kényszerítő körülménynek, illetőleg a lehetőségek gyorsabb kiaknázásának is köszönhető. A fejlődést kikényszerítő egyik lényeges tényező az, hogy a fémek iránti növekvő mennyiségi és minőségi igények a hagyományos munkamódokkal egyre kevésbé elégíthetők ki, és a hagyományos technológiákkal a környezet szennyeződése nem kerülhető el, hatásosan pedig nem is csökkenthető.

Az alumínium és réz előállításánál a kohósított fém tömegét jóval meghaladó mennyiségű szilárd, gáz vagy folyékony halmazállapotú közép- és melléktermék keletkezik, mely a környezetet veszélyezteti. E melléktermékek közül elsősorban a fluor, a kén-dioxid, a nedves eljárásoknál keletkező oldatok és maradványok veszélyesek a környezetre.

A környezetvédelmi követelmények korszerűbb kohósító eljárásokkal, a keletkező káros melléktermékek hasznosításával vagy ártalmatlanná tételével elégíthetők ki. Ilymódon a környezetvédelmi feladatokat is az előbbiek szabják meg.

A hagyományos munkamódokkal előbb-utóbb szakítva az alumínium- és rézkohászatban is a keletkező gázokat jobban gyűjtő és koncentráló, és nem utolsósorban minimális anyag- és energiaforgalommal járó munkamódok kerülnek előtérbe. Hasonlóképpen előtérbe kerülnek a gazdaságosabb gáztisztítást és -hasznosítást biztosító munkamódok is.

A környezetvédelmi követelmények kielégítésére irányuló feladatokra a komplex hasznosítást zártabb körfolyamban, egyes műveletek összevonásával biztosító eljárások kialakulása a jellemző. A feladatok megoldásánál olyan eljárást keresnek, amelynél a környezetvédelemmel kapcsolatos költségnövekedést a nagyobb termelékenység ellensúlyozza.

IRODALOM

[1] *Solymár K.:* A timföldgyártás környezetvédelme. Környezetvédelem a bányászatban és kohászatban c. konferencia, OMBKE Egyetemi Osztály, Miskolc, 1975.

[2] *Horváth Gy.:* A környezetet szennyező vörösiszap feldolgozása. Környezetvédelem a bányászatban és kohászatban c. konferencia, OMBKE Egyetemi Osztály, Miskolc, 1975.

[3] *Steuer F.:* Nasse Abgasreinigung bei der Aluminium-Elektrolyse. Aluminium 48 (1972) 57—60.

[4] *Cook, C. C.—Guilloud, R.:* Abatement of pollutants from the smelting of primary aluminium. The Alcoa-398 fluoride control system. AIR POLL NFM SEM. A 7. Dubrovnik, 1973.

[5] *Rampacek. C.:* Duplex gas cleaning system at a modern V. S. Söderberg Plant. AIME Publication: Enviromental control (1972) 169—183.

[6] *Reh, L.—Wilde, G.:* Fluorentfernung aus dene Absagen der Aluminium-Schmelzflusselektrolys in stark expandierten Aluminiumoxid-Wirbelschichten. Aluminium 48 (1972) 61—64.

[7] *Findeis, G.:* Aufarbeitung der Kathodenauskleidung von Aluminiumelektrolysezellen. Aluminium 48 (1972) 65—69.

[8] *Horváth Z.—Wéber J.:* Környezetvédelem az alumíniumkohászatban. BKL—Kohászat 107 (1974) 399—404.

[9] *Schwartz, W.—Eisert, W.:* Beispiele und Grenzen der Reinhaltung von Luft in Kupferhütten. Erzmetall 25 (1972) 505—511.

[10] *Horváth Z.—Wéber J.:* Környezetvédelem a réz-, ólom- és cinkkohászatban. BKL—Kohászat 107 (1974) 342—350.

[11] *Wéber J.:* Környezetvédelem a színesfémkohászatban. OMBKE Fémkohászati Szakosztály — Fémkohászati Napok, Budapest, 1976. 77—122. BKL—Kohászat 110 (1977) 513—517.

[12] *Wéber J.—Riedl I.:* A rézkohászat fejlődési irányai. BKL—Kohászat 106 (1973) 316—322.

[13] *Wéber J.—Sulyok A.:* A kéneskőelőállítás korszerűsödése. BKL—Kohászat 109 (1976) 30—36.

[14] *Wéber J.—Sulyok A.:* Nyersréz előállításának korszerűsödése. BKL—Kohászat 107 (1974) 179—184.

[15] *Wéber J.—Sulyok A.:* Egylépcsős, folyamatos nyersrézelőállítás. BKL—Kohászat 107 (1974) 389—395.

[16] *Horváth Z.:* Környezetvédelem a fémkohászatban. BKL—Kohászat 108 (1975) 321—325.

A konténeres szállítás lehetőségei az alumíniumkohászatban

KOSNYÁK KÁLMÁN okl. vegyészmérnök
ALUTERV—FKI

PELLER ZOLTÁN okl. gépészmérnök
KOGÉPTERV

DK: 669.712

Az alumíniumkohászat alapanyagainak és késztermékeinek szállítási módozatait vizsgálják a szerzők. Ezek közül egyik a konténeres szállítás, melyet még nem alkalmaztak ezen a területen. A cikk tárgyalja a konténerizáció hazai fejlődését, annak egy új kohó létesítésénél mutatkozó gazdasági vonatkozásait és a várható kedvező eredményekről informál.

1. Bevezetés

Anyagmozgatással minden iparágban sokan foglalkoznak. Az iparban foglalkoztatottaknak több mint 20%-a végez anyagmozgatást, különösen az alapanyag igényes termékek gyártása során. Ezek körébe tartozó ipar az alumíniumkohászat is. Az alumíniumkohászat alapanyaga a timföld, melyet sok esetben nem a kohó közelében állítanak elő. Az ipar fejlődésével azonban olyan kombinátok is kialakultak, amelyekben — éppen a szállítási utak lerövidítése céljából — az alapanyagokat, a közbenső termékeket és végtermékeket is egy helyen állítják elő. Ahol a helyi adottságok ezt nem teszik lehetővé, ott legalább egymáshoz közel telepítik az üzemeket. A tervezett 100 ezer t/év kapacitású alumíniumkohó telephelyét is ilyen meggondolások alapján választották ki. Többek között ez a körülmény is szerepet játszott abban, hogy a kohó mellett az elekrolízis legfontosabb segédanyagának, az anódblokknak a gyártását is biztosítani kívánják.

A tervezett alumíniumkohó három legfontosabb alapanyagának helyszínre szállítása, valamint a késztermékek elszállítása gyakorlatilag a teljes külső szállítást magába foglalja, ami jelentősen befolyásolja a kohó gazdaságosságát.

A szállítandó háromféle alapanyag és az alumínium késztermék mennyisége a következő számokkal jellemezhető:

timföld	200 000 t/év
szurok	12 000 t/év
petrolkoksz	42 000 t/év
Al-késztermék	100:000 t/év
összesen:	354 000 t/év

A szállítási feladat meghatározásához természetesen nem elég a mennyiség, hanem a szállítás szempontjából legfontosabb műszaki paraméterek ismerete is fontos. Ezeket az *1. táblázat* mutatja.

A szállítási mód kialakításakor figyelembe kell venni a szállítási viszonylatokat is, mert a távolság és az esetleges átrakások a költségeket jelentősen

1. táblázat

A szállítandó anyagok műszaki jellemzői

Megnevezés	Szállítási állapot	Szemcsemeg-oszlás	Egységnyi tömeg kg/dm³	Nedvességgel érintkezhet-e	Feltételezett szállítási viszonylat
Timföld	ömlesztve	80 % ,60—100 μm	0,8—1,0	nem	Ajkáról
Petrolkoksz	ömlesztve	80 % 1—12 mm	0,8—0,9	—	Osló/Norvégia
Szurok	ömlesztve	∅ 30×60 mm Brikett	1,2—1,3	—	Hamburg (NSZK)
Késztermékek			Egységtömeg t/db		
K. tömb	máglya	—	kb. 1 t	—	Kb. 50 %-ban belföldre
P. huzal	cséve	—	kb. 1,5 t	—	és
H. tuskó	darab	—	1—8 t	—	50 %-ban külföldre
S. tuskó	keretben	—	0,2—1,8 t	—	

megemelhetik. A 100 ezer t/év kapacitású alumíniumkohó alapanyagainak és késztermékeinek szállítási viszonylatait — a timföld kivételével, — még nem ismerjük pontosan. Feltételezéseink azonban a tényleges helyzetet nagymértékben megközelíthetik.

2. A jelenleg alkalmazott szállítási módok és azok előnyei, hátrányai

Minthogy a szóban levő anyagokat jelenleg is szállítják, sokféle módot alakítottak ki és alkalmaztak a helyi viszonyok, az ipari háttér, az esetleg már meglevő lehetőségek figyelembevételével.

Timföldszállításban a nyomótartályos vasúti kocsik terjedtek el, csaknem kizárólag a közép- és kelet-európai viszonyok között, míg az Egyesült Államokban az alsó ürítéses vagonok alkalmazását honosították meg, bár előfordulnak vácuum ürítéses vagonok és létezik még a zsákos timföldszállítás is. A timföldszállítás csak teljesen zárt vasúti kocsikban történhet, mert a beázás és az elfolyás egyaránt nagy veszteségeket okozhat. Az említetteken kívül a zárt oldalürítéses, a zárt homoküríteses vasúti vagonok is számításba jöhetnek, kb. 30 km-es távolság alatt pedig a cementszállításnál használatos speciális közúti járművekkel is gazdaságos szállítás bonyolítható le. A közúti szállítás beruházási szempontból rendkívül kedvező, üzemeltetési költség tekintetében azonban igen kedvezőtlen. A tervezett kohóra vonatkozó számításaink alapján ez annyit jelent, hogy a közúti és vasúti szállítás egy éves üzemeltetési költségeinek különbségéből a vasúti szállítás beruházási többletköltsége közel megtérül és a következő években ez a különbség többleteredmény forrása lehet.

A zsákos szállítás a magas eszköz- és munkaigényesség, a vácuumszállítás a nagy energiaköltség, valamint a kedvezőtlen munkaviszonyok miatt nem jöhet számításba. Az alsó-, az oldal- és a homlokürítéses zárt vasúti kocsik közül az utóbbi a külön vagonbuktató miatt kerül hátrányos helyzetbe, míg a nyomótartályos szállítás a sűrített levegő állandó felhasználása miatt (kb. 80 Nm³/t) költséges üzemeltetést eredményez. Az oldal- és alsóürítésű vagonok a fent felsorolt szállítási módokhoz képest előnyösek, hátrányt csak a fokozott elfolyási veszély jelent, továbbá az a körülmény, hogy ezek a vagonok csak konvertibilis valutáért szerezhetők be. Minthogy az előzőekkel szemben ezek a típusok önürítősek és élettartamuk is meghaladja a 20 évet, beállításuk meggondolás tárgyát képezheti. A felsorolt szállítási módoknál a vasúti járműveket az ürítő helyre — egyenként, vagy kettesével — tolató mozdonnyal kell beállítani.

A petrolkoksz és a szilárd szurok szállítására ugyanaz a szállítási mód jöhet szóba, nevezetesen a fedett fenék-, homlok-, vagy oldalürítős vasúti kocsik. Előnyüket, hátrányukat már az előző bekezdésben körvonalaztuk. Legelőnyösebbnek ezek közül a gravitációs oldalürítésű fedett vagonok bizonyultak.

A késztermékek kiszállítása közúton gépjárművel és vasúton fedett vagy nyitott tehervagonokban történhet. A fedett, zárt vagonokban történő késztermék kiszállítása nagyobb távolságokra az áru biztonsága és a kisebb költség miatt egyre inkább előtérbe kerül, még akkor is ha a szállítási idő ilyen módon növekszik.

3. A konténeres szállítás térhódítása

Mintegy 15 évvel ezelőtt jelentek meg földrészünkön a konténerek nagyobb mennyiségben — árut szállítva Amerikából — főképpen a nyugat-európai kikötőbe. A kikötők gyorsan berendezkedtek a konténerek fogadására, átrakására és a vasutak, folyami hajók pedig a rendeltetési helyre történő továbbításra. Kikötői híddaruk, vasúti híddaruk, konténer-szállító és rakó targoncák, járművek beálításával tettek eleget a rohamosan fejlődő konténerforgalom által támasztott követelményeknek. Egyidejűleg a vasúti és közúti forgalom is felkészült a konténerek szállítására, felfedezve ennek a gazdasági jelentőségét.

A konténergyártás és konténerforgalom hazánkat sem kerülte el. A *Magyar Hajó- és Darugyár* Váci Gyáregységében 10 évvel ezelőtt fogtak hozzá a konténerek gyártásához, az elmúlt években pedig a józsefvárosi pályaudvart konténer-pályaudvarrá alakították át 40 t-ás konzolos híddaru, önjáró konténerdaruk és konténerszállító targoncák üzembeállításával. Most alakítják át a *Landler Jenő Járműjavító* gőzmozdonyjavító üzemét konténerszervízzé.

A konténerizáció gyorsütemű előrelépésének

nyilván megvannak a mozgató erői. Ezek a következők:

— a rakodási munkák gyorsasága megsokszorozódott a hagyományos egységszállítmányok darukkal végrehajtott rakodásának idejéhez képest,
— az anyagmozgatás területén is megtakarítás jelentkezik, különösen a kikötőkben,
— törések, lopások, károsodások csökkenése,
— csomagolási költségek csökkenése,
— nemzetközi forgalomban a vámkezelések leegyszerűsödése,
— a szállítás időtartamának csökkenése.

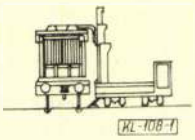
Ezen előnyök mellett sem terjedt el még eléggé nálunk az ipari üzemek anyagszállításában a konténeres szállítás. Az alumíniumipar kezdeményezése kiemelkedik ebben a vonatkozásban, mert *Ajkára* az égetett mész szállítását *Sümegről* és *Vácról* konténeres szállítással biztosították. Az évente mintegy 40 ezer tonna darabos oltott mész szállításához speciális konténert és bakdarus rakodást fejlesztettek ki, mely már több mint egy éve kifogastalanul üzemel és a hagyományos szállítással szembeni — fentebb már említett — előnyöket biztosítja.

Magától adódik a kérdés: nem célszerű-e az inotai telepítésű új alumíniumkohó szállítási technológiájának kidolgozásakor a konténeres szállítást tervezni? Milyen előnyöket biztosít az eddig alkalmazott szállítási módokhoz képest a konténeres szállítás? Alkalmas-e egyáltalában az alumíniumkohó alapanyagainak és késztermékeinek szállítására?

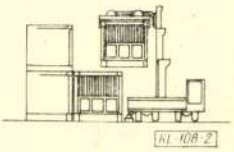
A következőkben ezekre a kérdésekre keressük a feleletet, előbb azonban a tervezett technológiát ismertetjük.

4. A konténeres szállítás tervezett technológiája

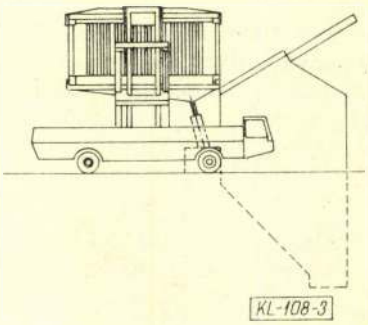
Az alapanyagokat ISO 1C jelű 20'-os, ömlesztett áru szállítására szolgáló acélkonténerbe töltjük a feladó állomáson. A konténer hasznos terhelése 22,2 t, önsúlya 2,8 t, hasznos térfogata 31,9 m³ és egyéb tekintetben az ISO ajánlásnak felel meg. A timföldgyárban a konténert aerációs töltőberendezéssel töltik. A petrolkoksz és darabos szurok szállításánál szalaggal, vagy surrantóval tölthető a konténer. A konténereket a tervezett kohászati üzemben helyezik vasúti pörekocsikra. A kohó saját tulajdonában levő *RGS* típusjelű vasúti pörekocsik használatát irányozzuk elő, melyeken 3 db konténert lehet elhelyezni. Ilyen kocsikból össze állított szerelvénnyel 2—3 naponként indított „*forda*" járatban oldható meg a timföld beszállítása. Az importból származó petrolkoksz és keményszurok beszállításában pedig ütemes feladással kell biztosítani az érkezés folyamatosságát. Az új kohó iparvágányára érkező vagonokat, vagy fordaszerelvényt mérlegelés után a rakodóvágányra tolják. Itt egy konténeremelő targonca a konténereket a tárolótérre lerakja anélkül, hogy a vagonokat és a szerelvényt tolatni kellene *(1—2. ábra)*. A lerakott konténerek helyére üres konténereket helyez a targonca és — timföld esetén — a



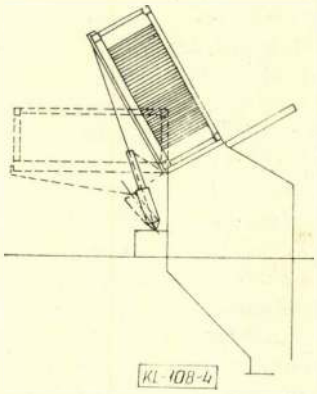
1. ábra. A telt konténerek lerakása. Üres konténerek felrakása



2. ábra. A konténeremelő targonca elszállítja a konténereket és rakásolja



3. ábra. A targonca felrakja a buktatóra a konténert, majd az üres konténert visszaviszi a tárolóba

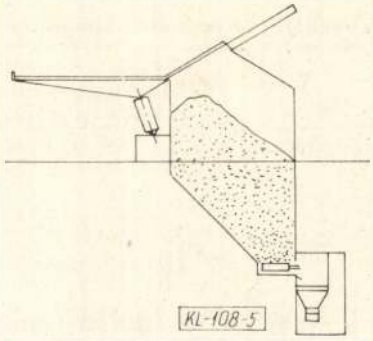


4. ábra. A hidraulikus buktató megemeli a konténer végét, majd kinyitja a réshombár és a konténernyílás ajtaját, majd lezár és leereszti a konténert

fordaszerelvényt a MÁV a timföldgyárba vontatja vissza.

A telt konténerek tárolását a rakodóvágány melletti térburkolaton oldjuk meg. Az említett targonca innen emeli fel a konténereket és szállítja a központi timföldsiló közvetlen közelében elhelyezett, konténerbuktatóval egybeépített réshombárhoz *(3. ábra)*. Ezután a konténerbuktató a konténereket buktatással a réshombárba üríti *(4. ábra)*, ahonnan egy elszedő-rakodógép a központi tárolóba továbbító szállítóeszközre adagolja az anyagot *(5. ábra)*. A kiürített konténereket a targonca viszi a tároló területre.

Az importanyagok szállítására használatos konténereket tisztítás után célszerű exportra kerülő alumíniumtermékek szállítására felhasználni. Mág-



5. ábra. A réshombárból az elszedő rakodó gép üríti a hombárt

lyába kötegelt tömbök, sajtolási és hengerlési tuskók, Properci huzal szállítására is használhatók a konténerek, így elkerülhető az üres konténerek visszaszállítása, ami tetemesen emeli a fuvarköltségeket.

Itt térünk ki arra a kérdésre, hogy szükséges-e különlegesen kialakított konténereket használni az alumíniumkohászati alapanyagok szállítására. Vizsgálatainkból azt a következtetést vontuk le, hogy a timföldszállításra használt konténereket át kell alakítani. Ezeket a konténereket zárt szállítási ciklusban, egy viszonylatban közlekedteti az üzem. Csak a timföldgyár és a kohó közötti rövid távon közlekedik ez a konténertípus. A különleges kialakítás azért is indokolt, mert a buktatásos ürítés során nem szükséges az egyik homlokfal teljes nyitása. Elegendő annak negyedét, vagy harmadát nyithatóvá tenni, mert a konténer így is kiürül egy percen belül. A timföldszállító konténereket ezért úgy alakítjuk ki, hogy a szokványosan nyitható homlokoldallal szembeni oldalon képezünk ki billenőajtóval szerelt nyílásokat, melyeket a réshombár töltőnyílásával összeilleszthetünk. Illesztés után a réshombár nyitásával összehangoltan, automatikusan nyithatunk, illetve zárhatunk.

A petrolkoksz és a szurok szállítására használt konténerek nem közlekedtethetők zárt ciklusban, mert a petrolkoksz feladási helye nem esik egybe a kiszállított készáru rendeltetési helyével. Ez a körülmény indokolja, hogy ömlesztett anyag szállítására is használható teljesen szabványos konténereket alkalmazzunk, melyek esetleg nem is a kohó tulajdonát képezik.

5. A konténeres szállítási mód előnyei az új alumíniumkohó létesítése során

Bármely eddig nem alkalmazott szállítási mód előnyeinek, hátrányainak vizsgálata csak igen alapos, körültekintő elemzések és számítások útján lehetséges. Mindenekelőtt meglevő, működő rendszerekkel való összehasonlítás vezet eredményre. Az összehasonlítás szempontjai azonban sokfélék lehetnek, de tudnunk kell azt, hogy egy — nem működő — tervezés alatt levő rendszernek minden eredményét, hatását, összefüggését nem lehet figyelembe venni.

A legfontosabb várható eredmények megközelítő felmérése azonban elegendő lehet a döntéshez, ha a változatok közötti gazdaságossági különbség eléggé nagy. Mindemellett figyelembe kell venni a tervezett változat forintban nem kifejezhető előnyeit, mert a megszokottól eltérő új technológiák alkalmazása szokatlansága ellenére is eredményezhet gazdaságosabb és termelékenyebb megoldást. A hagyományos szállítási módok konzerválása a gazdaságosság, a termelékenység konzerválását is jelenti és a mennyiségi változásokkal nem jár együtt a minőség javításának és a hatékonyság növelésének követelménye. Ezért az összehasonlításnál beruházási és üzemeltetési költségeket kell vizsgálni. A számszerű adatok előtt azonban vegyük sorra a kézenfekvő előnyöket, amelyek a konténeres szállítási technológia alkalmazásából erednek.

— Elmarad a nyomótartályos timföldszállító vasúti kocsik beszerzése és az ürítéshez szükséges kompresszortelep, valamint a sűrítettlevegő hálózat kiépítése. Helyette hazai gyártású konténereket és import konténertargoncát állítunk be.

— a kohó további bővítésekor az alapanyagszállítás mindössze újabb konténerek beszerzését igényli, mert a vasút, a tárolótér és a rakodógépek változtatás nélkül alkalmasak nagyobb szállítási feladat ellátására is.

— Az import szállítások a nemzetközi konténerfuvarozási megállapodások és szervezés folytán gyorsabban bonyolíthatók le, mint hagyományos szállítmányok fuvaroztatása esetén.

— Mindhárom alapanyagot olyan azonos szállítási és rakodási technológiával juttatjuk el a réshombárig, mely egyesíti magában a teljesen zárt vasúti vagonok előnyeit és kiküszöböli a rosszul záró oldal- vagy fenékürítős vagonok hátrányait.

Kisebb előnyöket jelentenek az olyan tényezők mint pl.

— Elmarad a vagonoknak az ürítőhelyre tolatása, amely fenék-, oldalürítős, vagy nyomótartályos vagonok kirakásánál szükséges.

— A konténerek szükség szerint anyagtárolónak is teljes biztonsággal felhasználhatók.

— A nemzetközi áruforgalomban előnyben részesítik a konténeres szállítást, annak egyszerűsége, egységesíthetősége miatt. A nemzetközi áruforgalomban tehát a konténerizáció jelenti az előrelépést, amit a statisztikai adatok is egyértelműen alátámasztanak.

6. Beruházási és üzemeltetési költségek összehasonlítása az alapanyag szállításkor

Az előzőekben említett három megoldásra végeztünk költségbecslést. I. változat alatt a konténeres szállítást, a II. változat alatt a nyomótartályos szállítást, III. változat alatt a fedett, fenékürítéses vagonokban történő szállítást elemeztük. A beruházási és üzemeltetési költségeket az 1980. évi árszinten becsléssel állapítottuk meg. Ezeket a *2.* és a *3. táblázat* mutatja.

A beruházási és üzemeltetési költségek összehasonlításából egyértelműen azt a következtetést

2. táblázat

A szállítási munkák beruházási költségei

I. Változat

	Beruházási költségei:
Gépészet:	
Konténerek, konténeremelő oldalvillás targoncák, réshombárok, elszedő-, rakodógépek, konténerbuktatók és vasúti pörekocsik összesen:	90 000 eFt
Építés:	
Térburkolat 10 t/m² teherbírásra (többletigény) réshombárok alapozása összesen:	7 730 eFt
Egyéb:	
Tervezés	6 330 eFt
I. változat összesen:	104 060 eFt

II. Változat

	Beruházási költségei:
Gépészet:	
Nyomótartályos vagonok (timföldszállításra) fenékürítéses vagonok (koksz és szurokszállításra) kompresszortelep, sűrítettlevegő vezetékek, vágányok alatti bunkerek gépészete, szállítószalagok, egyéb gépek összesen:	166 050 eFt
Építészet:	
Kompresszorház, hűtővízrendszerrel, vágányok alatti bunkerek, szalagalagút, összesen:	18 800 eFt
Egyéb:	
Tervezés	4 000 eFt
II. változat összesen:	188 850 eFt

III. változat

	Beruházási költségei
Gépészet:	
Fenékürítős fedett vagonok, vágányok alatti bunkerek gépészete, szállítószalagok, koksz- és szurokszállító vagonok, egyéb gépek, összesen:	131 250 eFt
Építészet:	
Vágányok alatti bunkerek, alapozások épület a bunkerek felett, összesen:	37 850 eFt
Egyéb:	
Tervezés	2 000 eFt
III. változat összesen:	171 100 eFt

3. táblázat

A szállítás folyamatos ráfordításai

Megnevezés	I. változat eFt/év	II. változat eFt/év	III. változat eFt/év
Anyag- és energiaköltség	1 888	3 895	2 008
Bérköltség	108	756	756
Közteher	26	181	181
Amortizáció	7 412	14 458	11 070
Karbantartási költség	1 516	5 435	5 515
Összesen:	10 950	24 725	19 530

vonhatjuk le, hogy az I. változat megvalósítása biztosítja a legkedvezőbb feltételeket. Ezen alapvetően az a tény sem változtatna, ha a konténerek élettartama a vasúti járművek élettartamának csak fele lenne. Ma ugyanis a konténerek élettartamát 7—10 évre, a vasúti vagonokat 20—35 évre becsülik. A 20—25 év alatt 2—3-szor lecserélt konténerpark beszerzési költsége mellett is a konténeres szállítás gazdaságossági mutatói egyértelműen kedvezőbbek az egyéb szállítási módokkal szemben.

Fejtegetéseinkből tehát azt a következtetést kell levonni, hogy a konténerszállítás bevezetése megalapozott, mert ez a szállítási technológia a leggazdaságosabb és a legkorszerűbb. Bizonyítja ezt az a tény, hogy az elmúlt évtizedben a fejlett ipari országokban általánosan elterjedt a konténerizáció.

Összefoglalás

Annak ellenére, hogy az alumíniumkohászat alapanyagainak szállítására még sehol sem alkalmazták a konténerizációt, a számítások és felmérések itt is bizonyítják létjogosultságát és előnyeit. Mivel ezen a területen ez a szállítási technológia új, érthető, hogy bevezetésével szemben — mint minden új dologgal szemben — ellenállás várható. Annyira azonban mégsem új ez az eljárás, hogy ilyen jelentős előnyökkel ne törjön magának utat az alumíniumkohászat területén is.

Szakosztályi hírek

Szakosztályvezetőségi ülés

A Fémkohászati Szakosztály vezetősége június 16-án ülést tartott. Ezen az alábbiakkal foglalkozott:

1. *Magyari Ferenc* tájékoztatót tartott a Szakosztály első félévi külföldi utaztatási tervének teljesítéséről. A vezetőség úgy határozott, hogy a második félévben csak azon utak indítását hagyja jóvá, amelyre a fogadókészség biztosított. A le nem kötött keretre egy NDK vagy csehszlovák tanulmány utat szervez a Szakosztály központilag. Felelős: *Magyari Ferenc*

2. *Török Frigyes* alelnök adott tájékoztatást a *VI. Országos Hidegalakítási Konferencia* előkészítésének jelenlegi állásáról. A tájékoztatót a vezetőség tudomásul vette.

3. A tisztújítással kapcsolatban eddig az alábbiak adták meg a helyi választások időpontját:

október 9	*Ajka*
október 14	*Csepel*
október 30—31	*ICSOBA M. B.*

A vezetőség augusztus végéig ütemtervet dolgoz ki az összes Helyi csoport meglátogatására a választásokkal kapcsolatban.
Felelős: *Dr. Laboda Sándor*

4. A *Fémkohászattani Tanszék* 110 éves jubileumán, szeptember 4—5-én tartandó tudományos ülésszakon a vezetőség is résztvesz. A meghívókat, személyre szólóan az Egyetem küldi ki. Az augusztusi vezetőségi ülésen a programot pontosítják.
Felelős: *Török Frigyes*

5. A vezetőség úgy határozott, hogy a 25 éves egyesületi szakosztályi tagoknak oklevelet ad. Az okleveleket a Helyi csoportok vezetőségválasztó taggyűlésein adják át először.
Felelős: *Dr. Laboda Sándor*

(T. F.)

A timföldgyártás fejlesztése műszerezéssel és automatizálással*

Dr. KLUG OTTÓ a kémiai tud. kandidátusa
Magyar Alumíniumipari Trőszt

DK: 669.712 : 65.011.56

A magyar timföldgyártásban mintegy 10 éve foglalkozunk a villamos vezetésen alapuló elemzési rendszer kifejlesztésével. Több mérőcella és a Bayer-körfolyamat több pontjára kidolgozott mérőmódszer áll már rendelkezésünkre. Ezek üzemi bevezetése lehetőséget ad az automatizálás bővítésére.

A körfolyamat automatizálása lokális automatika körökre épül. Ezek egy része a fizikai mérések alapján máris működik, pl. a bepárló állomásokon vagy a tartályok szintszabályozásánál, másokat pedig az új mérőmódszerekre építve kell kialakitani. A helyi automatikakörök összefogása és központosított irányítása révén oldható majd meg timföldgyárainkban a számítógépes folyamatszabályozás.

A *Bayer* körfolyamat műszeres ellenőrzése és a szubjektív hibák kiküszöbölése céljából történő automatizálása a timföldipar több évtizedes törekvése. Mégis a műszertechnika és elektronika fejlődése, a tranzisztor- és integrált áramköri technika és az ezzel kapcsolatos miniatürizálás elterjedése előtt a próbálkozások csak kis részét koronázta siker. Az elmúlt 5—10 év erőteljes műszertechnikai fejlődése tette csupán lehetővé, hogy mind külföldön, mind hazailag kialakuljanak a folyamat irányítását szolgáló célberendezések.

A timföldgyártást világszerte a nehezen automatizálható üzemek közé sorolják. Ebben az iparágban a jelenlegi fejlettségifokon sem ismerhetők fel teljes mértékben az összefüggések, és váratlan hatások terelik az érdeklődést a korábbi elméleti összefüggések hiányosságaira [1]. Ilyen volt pl. a kalcit-dolomit tartalmú bauxitok, vagy jelenleg a sziderites bauxitok feldolgozási problémája, de ugyancsak keveset tudunk az aluminátlúg oldatok szerkezetéről [2] is. Ezért a timföldgyártásban bonyolult, sok eddig pontosan nem ismert összefüggést és visszacsatolást tartalmazó folyamatról van szó, amelynek paraméterei — kevés kivételtől eltekintve, — nehezen mérhetők. Az összefüggések tisztázatlansága, a számos helyen fellépő lerakódások, a többfázisú rendszer, az eróziós hatások, stb. mind a mérést, mind a szabályozást nagymértékben megnehezítik.

Laboratóriumi mérések és műszerek

Az előbb elmondottak okozzák, hogy a timföldgyártás üzemellenőrzésében régen szinte kizárólagos, de még ma is jelentős szerepet kap a laboratóriumi mérés. Figyelemre méltó, hogy a *Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyárban* 438, az *Almásfüzitői Timföldgyárban* 725, az *Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohónál* 112 elemzést végeznek naponta.

Üzemi laboratóriumainkban — a rutin vizsgálatoknál — személyenként mintegy 40 alkotó meghatározását végzik, műszakonként egy-egy laboratóriumra pedig 70—100 alkotó mérése hárul [3]. Szembetűnő, hogy még ma is milyen nagy élőmunka-ráfordítást igényel az üzemellenőrzés. Természetesen az időigényes, klasszikus módszereket a jövőben sem lehet teljesen kiküszöbölni a laboratáriumok munkájából, de mindinkább szükség van a gyors, műszeres elemzés térhódítására.

Anélkül, hogy a részletekbe bocsájtkoznánk, rá kell mutatni, hogy 1965-től, de méginkább 1970—1972-től üzemeinknél is jelentős előrelépés történt a műszeres elemzések vonalán: bevezettük a neutronaktivációs és egyéb, radioaktív sugárzáson alapuló méréstechnikát [4-6], az atomabszorpciós elemzést, az ionszelektív elektródok alkalmazását, elterjedt a spektrofotometria, a termometriás gyorselemzés [7—9], próbálkozásokat tettünk a dielektrometria nedvességmérésnél való felhasználására [10], egyre jobban támaszkodunk a termoanalítikai és röntgendiffrakciós fázisvizsgálatokra [12, 13], és egyelőre csak kutatási szinten, a szervesanyag vizsgálatnál a gázkromatográfiát is alkalmazzuk.

A műszeres elemzés céljára, a kereskedelmi műszereken túl, szükség volt több speciális mérőkészülék kifejlesztésére is. Így került sor például az *ATOMKI*-nál (Debrecen) egy radioaktív CaO-elemző [5], a *Magy. Áll. Eötvös L. Geofizikai Intézetnél* a bauxitanalizátor, az *Ajkai Timföldgyárban* az oszcillometriás laboratóriumi aluminátlúg elemző [14], a *Vasipari Kutató Intézet* és a *Fémipari Kutató Intézet (FKI)* együttműködésével az Aluminathermoquant [9] kifejlesztésére.

Mindezek mellett a laboratóriumi mérések fejlesztésének jelentős tényezőjét képezte az *FKI* munkája, mivel az Intézet mind a műszerek, mind pedig a mérőmódszerek korszerűsítésében részt vett és részt vesz.

Üzemi mérések és műszerek

Mivel a laboratóriumi mérésekkel történő üzemellenőrzésnél a minta megvétele és az elemzés eredménye között jelentős időkülönbség (amely több óra nagyságrendű) lép fel, a közvetlen üzemi mérés (pl. kihelyezett, ún. műszakos laboratóriumban), és főként az on-line módon való mérés ezt hívatott csökkenteni, ill. kiküszöbölni. Egyszersmind e mérések számos problémát jelentenek a műszaki megoldás szempontjából.

A problémák között mindenekelőtt említenénk a mintavétel kérdését, amely iparágunkban nem újkeletű és állandóan visszatérő, fejlődő kérdés. Viszonylag egyszerűen sikerült a timföldgyári oldatok, és részben a zagyok mintavételét megoldani, megfelelő módszer áll rendelkezésre a bauxit szállítószalagról való mintavételére is [15], de

* Előadás az 1978 májusában tartott II. Metallurgiai Konferencián, Miskolcon.

problémát okoz a nyomás alatti mintavétel, a zagyminták tiszta oldatfázisának mintavétele, ill. elválasztása. A megfelelő automatikus mintavétel és mintaelőkészítés az automatikus elemzések előfeltétele, ezért e téren a közeli jövőben is komoly erőfeszítéseket kell tennünk. A mintavevők fejlesztésében eddig a legjobb eredményeket a *Magyaróvári Timföldgyár* és lúgoldatokra az *Ajkai Timföldgyár* érte el.

Míg korábban az üzemi mérések elsősorban csak fizikai paraméterek: mennyiség, súly nyomás, hőmérséklet, arány, stb. meghatározására terjedtek ki, ma egyre inkább szükségszerűvé válik, és mindjobban igényli az üzem vezetése is a kémiai paraméterek érzékelését. Világszerte megindult ez a fejlesztés, és vizsgálják a röntgen elemzés *(Pechiney)*, a termometria *(Alcan)*, a neutronaktivációs elemzés *(MAT)*, a villamos vezetőképesség mérés *(Alcan, Kaiser*, a japán timföldgyárak, a *VNIKI Cvetmetavtomatika* a Szovjetunióban, a *MAT*), stb. alkalmazásának lehetőségét. Fizikokémiai alapokon is bizonyítható, hogy az egyik legérzékenyebb paraméter ezek között a villamos vezetőképesség. Erre utal az is, hogy a legtöbb országban, ill. vállalatnál ezen az úton indult el a fejlesztő munka.

Hazailag mintegy 10 éve foglalkozunk a villamos vezetésen alapuló elemzési rendszer kifejlesztésén. Mindhárom timföldgyárunkban működnek oszcillometriás mérőkészülékek kapacitív [14] vagy induktív [16, 17] mérőcellával, és több technológiai helyen rendelkezésünkre áll a mérőmódszer, illetve egyes esetekben az eddigi megoldások komoly reményekkel kecsegtetnek a villamos vezetés, mint a kémiai koncentrációval arányos fizikai paraméter felhasználására.

Lehetőség van a feltárólúg, a feltárt zagy oldatfázisa, az aluminátlúg, a returlúg, az ülepítők és iszapmosók kónuszzagyai, a kikeverési lúg, stb. fő komponenseinek, ill. mólviszonyának mérésére [18—21]. Hogy a magyar timföldgyártás a megoldásokkal jó úton halad, alátámasztja a *Beckman* cégtől kapott információ is: a cég az USA timföldgyárainak kontaktusnélküli transzformátorcellás (induktív cella) vezetőképességmérőket fejlesztett ki és gyárt.

A magyar timföldipar — éppen a hazai műszergyártó háttér sajátosságai miatt, — saját fejlesztésben és saját gyártásban kénytelen különleges mérőérzékelőigényét kielégíteni. Ilyen műszerek pl., amelyek már külföldön is beépítésre kerültek: az úszós átmeneti zóna távadó [22] *(Zaporozs'e* és *Obrovac)* és az *Oscimhometer*, ill. *Oscimhotransmitter* vezetőképességmérők *(Zaporozs'e)*; de egyedi gyártásban készül a szabad-Na_2O mérő és sok más érzékelő is.

A timföldgyári automatizálás fejlesztése

Az elmondottakból látható, hogy intenzív munka folyt és folyik az automatizálás előkészítésére. A Bayer-körfolyamat összetettsége miatt az automatizálást az egyes üzemrészek lokális automatika köreire épülően célszerű csak megoldani.

Az automatizálásnak azonban több előfeltétele van, amelyek gyárainkban csak az utóbbi évek során teljesülnek maradéktalanul. Egyik feltétel a technológia és a gépészeti berendezések stabilitása. A gyakori üzemzavar, gépmeghibásodás lehetetlenné teszi az automatizálást. A mérések, ezen belül a mintavétel és az érzékelés megbízhatósága, üzembiztonsága és a mért érték pontossága döntő tényező egy-egy automatika körben. E téren épp a műszertechnika fejlődésével — és vállalataink áldozatkész munkájával — igen jelentős fejlődést ért el a magyar timföldipar. A fizikai mérések mind, a fizikokémiai mérések pedig javarészt biztosítják a megkívánt pontosságot (1 – 5%) és reprodukálhatóságot.

A jelenlegi megoldások döntő többsége már alkalmas arra, hogy jelzéseket adjon az üzemállapotról és ennek alapján történjék a beavatkozás.

Az automatizálás érdekében 1974-től szinte folyamatosan mérjük fel a gyárakban jelentkező automatizálási igényeket, ill. előfeltételeket. A felmérések során három csoportra osztottuk a meghatározni kívánt paramétereket:

— az üzembiztonságot jelentő paraméterek,
— a folyamatosan mérendő paraméterek és
— a szabályozandó jellemzők csoportjára.

Az üzembiztonságot jelentő paraméterek elsősorban fizikai paraméterek (mennyiség, súly, nyomás, hőmérséklet, arány, stb.), de perspektívikusan — az optimális technológia fenntartása érdekében , — ide sorolható néhány összetételi érték is (pl. a feltárólúg, feltárt zagy, bauxit, stb. elemzési paraméterei).

A folyamatosan mérendő paraméterek száma az előbbinél lényegesen több, mivel ezek egy része tájékoztatás, vagy az irányítási célfüggvényben való felhasználás célját szolgálja, és közvetlenül nem befolyásolja az üzembiztonságot. Csak példaképpen említenénk, hogy Almásfüzitőn jelenleg közel 150 paraméter mérése, ill. regisztrálása VDK számítógéppel megoldva, vagy a Gove-i (Ausztrália) új timföldgyárban mintegy 940 mérőhely működik [23].

A szabályozandó jellemzők meghatározása a legkényesebb feladat. Ez függ ugyanis az üzemben vagy már meglévő kis szabályozó köröktől, vagy a koncepcióban előirányzott szabályozó köröktől, a rendelkezésre álló pontos és megbízható mintavevők és mérőérzékelőktől, amelyekhez alkalmazkodni kell, és nem utolsó sorban ezek beszerzési lehetőségeitől. A szabályozandó jellemzők terén pl. Almásfüzitő koncepciójában több kémiai paraméter szerpel, mint az NDK-beli *GRW* cégnél [24]. Ez utóbbi cég például potenciometriás titráláson alapuló folyamatelemzővel kívánta a feltárólúg elemzését végezni, amely azonban nem vált be a lúg fő komponenseinek mérésére.

A szabályozandó jellemzőket illetően is megoszlanak a vélemények. A *Pechiney* cég tapasztalatai alapján nemrég épült jugoszláv timföldgyárban (Mostar), például csak a mennyiségi, nyomás, hőmérséklet-, szint-mérésen, az arányok beállításán, — azaz csak fizikai paramétereken — alapuló szabályozást alkalmaztak, a kémiai paramétereket csak laboratóriumi mérésekkel ellenőrizték. Hasonlóan, döntően fizikai paramétereket

használnak szabályozandó jellemzőként a már említett *Gove*-i timföldgyárban és Japánban is.

Hazailag — a nátron- és alumíniumveszteségek csökkentése érdekében, — a szabályozandó jellemzők között a jövőben kémiai paraméterek is fognak szerepelni, mint a feltárólúg összetétele, vagy a feltárás utáni mólviszony, stb.

A fentiek alapján mért és szabályozott jellemzők és a technológia, az üzemvitel közötti összefüggést az átmeneti függvények adják meg. Ezért az automatika körök tervezésénél, kialakításánál részletesen meg kell határozni, és ki kell mérni az átmeneti függvényeket, ki kell számítani, hogy milyen mértékű szabályozást (kompenzálást) kell, ill. szabad valamely paraméter változása nyomán végezni. Erre a tevékenységre különös figyelmet kell fordítani, mivel a téves szabályozás, vagy túlszabályozás egymásra szuperponálódó, üzemzavar jellegű változásokhoz vezethet.

Anélkül, hogy teljes képet kívánnánk nyújtani timföldgyártásunk automatizálási helyzetéről, néhány jellemző adattal próbáljuk vázolni a jelenlegi helyzetet.

Amint már az említett külföldi példák is mutatják, a szabályozásban és a lokális automatizálásban vannak eredmények. Hazai gyárainknál üzemileg is bevált eljárást dolgoztak ki a Vogelbusch rendszerű bepárlók szabályozására [25], a Kestner bepárlónál ez a kérdés ugyancsak megoldott, azután a mosósor automatizálására [26], jelenleg folyik a zagybeállítás és feltárás számítóegységgel való irányításának megoldása [27, 28]. A lokális automatika körök több szabályozókörből alakulnak ki, amelyek egy része a fizikai mérések alapján máris működik, más részüket az új mérőmódszerekre alapozva kell kifejleszteni. A helyi automatikakörök összefogása és központi irányítása révén oldható meg timföldgyárainkban a számítógéppel irányított folyamatszabályozás.

A fejlesztés célszerű irányai

Timföldgyártásunk eddigi műszerezési és automatizálási fejlesztése összetett, kollektív munka eredménye amelyben az üzemi kollektívák és az *ALUTERV—FKI* egyaránt kivette részét, de nem elhanyagolható az a tevékenység sem, amely a Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászattani Tanszékén folyt, elsősorban a mérések fizikokémiai alapjainak, ill. a mérési lehetőségeknek tisztázására.

Le kell szögeznünk azt is, hogy a magyar timföldiparban az automatizálás igénye jelenleg előremutató tényező, de nem törekedhetünk a minden áron" való automatizálásra. Kutatási célprogramunk egyik jelentős témája a számítógépes folyamatirányítás kidolgozásával, — a már említett részfolyamatok automatizálása révén, — más témáiban pedig a műszerek és mérőmódszerek fejlesztésével foglalkozik.

A célprogram témái lényegében kijelölik a fejlesztés fő irányait is:

— on-line mérésre alkalmas timföldgyári műszerek kifejlesztése;
— a kémiai paraméterekkel arányos fizikai jellemzők érzékelése;
— automatikus komplex elemzők kifejlesztése és továbbfejlesztése mind laboratóriumi, mind üzemi mérésre;
— az automatikus folyamatelemzők felhasználása a helyi szabályozók segítségével a számítóegységgel, majd számítógéppel való folyamatirányításban;
— az optimális üzemviteli technológia meghatározása, és e célfüggvények felhasználása.

Csupán e feladatok, ill. fejlesztési irányok teljesülésével várható timföldgyártásunk színvonalának megőrzése, a termelés hatékonyságának növelése és az élőmunkával való helyes és takarékos gazdálkodás megvalósítása.

IRODALOM

[1] *Barakka, I.—Lengyel L.—Németh B.—Jakóbi Gy.:* BKL-Kohászat, 107. 139. (1974)
[2] *Szita L.:* Kandidátusi értekezés. Miskolc, 1976.
[3] *Klug O.:* BKL-Kohászat, 109. 556. (1976)
[4] *Németh B.—Vörös K.:* BKL-Kohászat, 107. 230. (1974)
[5] *Berényi D.:* Kutatási jelentés. ATOMKI, Debrecen, 1972.
[6] *Bujdosó E.:* BKL-Kohászat, 99. 567. (1966)
[7] *Sajó, I.—Fehér, I.—Klug, O.:* Proc. AIME Ann. Meeting, Las Vegas, 197.
[8] *Sajó I.:* Termometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
[9] *Sajó I.—Sípos A.—Ujváry J.:* BKL-Kohászat, 107. 446. (1974)
[10] *Varga B.—B. Nagy S.—Klug O.—Mátyási J.:* BKL-Kohászat, 106. 471. (1973)
[11] *Lányi T.—Varga B.—B. Nagy S.—Klug O.:* Magyar szabadalmi bejelentés, 1978.
[12] Mineralogical and Technological Evaluation of Bauxites. Proc. 2. Conf. VAMI (SU) and FKI (H) Experts, Ed. FKI, Budapest, 1975.
[13] *Nemecz E.—Solymár K.—Elek S.:* BKL-Kohászat, 101. 89. (1968)
[14] *Pungor E.—Tóth B.—Valló F.:* 167 308 sz. magyar szabadalom (1970)
[15] MAT 203—73. sz. szabvány: Bauxit, mintavétel (1976)
[16] *Farkas F.—Kovács F.—Gombos. M—Klug O.:* 162 244 sz. magyar szabadalom, (1971)
[17] *Farkas F.—Klug O.—Kovács F.—Gombos M.:* Hung. Sci. Instr., No. 24. 25. (1972)
[18] *Farkas F.—Kovács F.—Gombos M.—Klug O.:* Magy. Kém. Folyóirat, 80. 1. (1974)
[19] *Riedl I.—Nagy B.—Gombos M.—Farkas F.—Kovács F.—Klug O.:* BKL-Kohászat, 108 472 (1975)
[20] *Wéber J.—Horváth B.—Klug O.:* BKL-Kohászat, 108. 278 (1975)
[21] *Tajnáfői M.—Szepessy A.—Klug O.:* BKL-Kohászat, 110. 328. (1977)
[22] *Hollósi J.:* BKL-Kohászat, 108. 568. (1975)
[23] *Meyer J.:* Schweiz. Bauztg., 92. 913. (1974)
[24] *Behrendt, W.:* GRW Techn. Information, 13. Sonderausgabe 64.
[25] *Barakka I.:* BKL-Kohászat, 104. 421. (1971)
[26] *Barakka I.—Németh E.:* BKL-Kohászat, 107. 315. (1974)
[27] *Németh B.—Barakka I.—Lengyel L.:* BKL-Kohászat, 107. 350. (1974)
[28] *Németh B.—Barakka I.—Lengyel L.:* Proc. Int. Conf. „ASUKHIM 73", Burgas (BG), 1973. No. 7. 29, 19 pp.

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Energiamegtakarítás hulladékhasznosítással

Az *USA Bányaügyi Hivatala* és a *Battelle Intézet* egyik kutató laboratóriuma — a hulladékfeldolgozó iparral együttműködve — megvizsgálta milyen lehetőségei vannak a hulladékhasznosítással elérhető energiamegtakarításnak. A vizsgálat eredményeit az alábbi táblázat foglalja össze.

1 tonna fém hulladékból történő előállításához szükséges energia:

Anyag/Módszer	Termék	GJ/t. termék
Alumínium		
Alumíniumhulladék olvasztása lángkemencében	Tuskó (öntvény)	15,89
Alumíniumdobozok olvasztása lángkemencében	Olvadék	9,20
Réz		
Első osztályú rézhulladék olvasztása lángkemencében	Huzal tuskó	3,80
Másodosztályú rézhulladék tűzi és elektrolitos finomítása	Huzal tuskó	18,21
Gyenge minőségű rézhulladék kohósítása	Huzal tuskó	44,76
Sárgaréz, bronzhulladék olvasztása lángkemencében	Öntészeti tömb	7,48
Ólom		
Átolvasztás üstben	Tuskó	0,64
Kohó keményólom	Tuskó	10,28
Olvasztás aknáskemencében, finomítás, ötvözés lángkemencében	Tuskó	10,08
Lágyólom a lángkemencéből	Tuskó	8,49
Horgany		
Retortás kemence	Tuskó	18,57
Retortás kemence	Horganypor	19,41
Retortás kemence	Horganyoxid	19,41
Présöntvények olvasztása üstben	Öntvény	2,72
Különleges présöntvény olvasztása üstben	Öntvény	3,46

1 tonna fém nyersércből történő előállításához szükséges energia

Alumínium	257,44 GJ/t
Vörösréz	118,17 GJ/t
Ólom	28,49 GJ/t
Nikkelötvözet	153,10 GJ/t
Ón	200,47 GJ/t
Horgany	68,58 GJ/t

Materials Reclamation Weekly 1978. 17. sz. (GY)

Fémek visszanyerése a vegyiparban

A fémvisszanyerés a vegyiparban eddig csak a nemesfémekre (platina, palládium, arany, ezüst) korlátozódott, de fokozatosan kiterjed a színesfémekre és a ritkafémekre is, mint pl. a molibdénre, kobaltra, volframra, vanádiumra. Ezek a fémek kétokból is figyelmet érdemelnek. Egyes fémek ára egy év alatt többszörösére emelkedett, a környezetszennyezés elleni küzdelem és a fontos alapanyagok importjának csökkentése egyaránt egy új iparág kifejlesztését indokolta, amely ezeket az eddig hulladékba kerülő fémeket hivatott visszanyerni.

A katalizátorok története bizonyítja, hogyan alakultak át néhány év alatt a szokások, miként jött létre egy új tevékenység, amely gazdaságos és hasznos a nemzetgazdaság számára. A kobaltot és molibdént — az acélötvözés mellett — főleg a petrol-, illetve a műanyagkémiában használják, mint speciális hatású katalizátorokat (akrilnitril gyártás, kőolaj-finomítás). Egy-egy reaktorban 15—150 m^3 katalizátor fér el (2,5—500 t). Az új katalizátorok 5—10 % Mo-t és 1—3 % Co-t tartalmaznak, hordozóként legtöbbször alumíniumoxidot alkalmaznak. Az eljárástól függően a katalizátorok élettartama 1—5 év. A használt katalizátorban mintegy 6 % Mo és 2 % Co marad, általában a következő szennyeződéseket tartalmazza: olaj, C, S, Pb, V, Sn, Ni, Cu, Ag, stb.

A katalizátorok bizonyos ideig tartó használat után elvesztik aktivitásukat és pótlásra szorulnak. Ez európai szinten fémegyenértékben 400—450 t molibdénnek és 100—150 t kobaltnak felel meg évente. 1975-ig e fémek alacsony ára nem indokolta a használt katalizátorok visszanyerését, azok hulladékba kerültek, legjobb esetben építőanyagokhoz adagolva útépítésre használták.

1976-tól gyökeresen megváltozott a helyzet. 1979-ig a molibdén ára 40 frank/kg-ról 250 frank/kg-ra, a kobalté 50 frank/kg-ról 450 frank/kg-ra nőtt. A hulladéknak tekintett használt katalizátorok értéke elérte a fémek érceinek értékét. Ebben a helyzetben megértek a feltételek e fémeknek mint értékesíthető nyersanyagoknak viszszanyerésére szolgáló iparág kifejlesztésére. Ez az iparág a legfejlettebb hidrometallurgiai, valamint pirometallurgiai eljárásokat alkalmazza és ésszerűen hasznosítja, a fejlett technológiát. Az új iparág fejlődése biztosított mivel feldolgozva a káros hulladékokat, egyaránt szolgálja a környezetvédelmi célkitűzéseket és segít megszüntetni a pazarlás hagyományos szemléletét. (GY)

Új FeSi gyár Jugoszláviában

4 db 27 MVA névleges teljesítményű kemencével indul 1982-ben az új jugoszláv ferroszilíciumgyár *Kosovska Kamnica*-ban. A gyár kapacitása 33 000 t/év 75 %-os FeSi és 25 000 t/év fémszilícium. (H. V.)

Metal Bulletin 1980. május 2.

Termel a Dubai Alumínium

Értékesítette első fémtermékét a *Dubai Alumínium* Versenytárgyalás eredményeképpen 1100 t tömböt egy helyi kereskedőcég vásárolt meg. A kohó 135 000 t/év kapacitásából 60—60 000 t-át a két társvállalat *ALCAN* és *SOUTHWIRE* vett volna át, az eredeti szerződés értelmében. De a Dubai Alumínium árviták miatt önállóan szándékozik értékesíteni a 99,85 % minőségű fémet. (H. V.)

Metal Bulletin 1980. május 6.

Nem kezdődik a Surinami alumíniumkombinát beruházása

Pénzügyi nehézségek miatt egyenlőre zátonyra futott a surinami alumíniumkombinát beruházásának megkezdése. 325 millió $ költséggel 200 000 t/év kapacitású timföldgyárat akartak építeni, amit később 100 000 t/év teljesítményű alumíniumkohóval egészítettek volna ki. (H. V.)

Alumínium 1980. május

A Gränges Alumínium növeli kapacitását

A *Gränges Alumínium* svéd vállalat 400 millió svéd korona költséggel 80 000 t/év-ről 100 000 t/év-re növeli a *Sundswall* alumíniumkohó kapacitását és korszerűsíti külföldi üzemeinek nemesítési mértékét. A bővítést az atomenergiával kapcsolatos pozitív kimenetelű népszavazás tette lehetővé. (H. V.)

Alumínium 1980. május

Új bauxitbánya Jugoszláviában

A szerbiai *Bohija* és *Tisovik* között 150 000 t/év kapacitású bauxitbányát nyitnak, amelyet később dúsítóművel egészítenek ki, amelynek teljesítménye 55 000 t/év dúsítmány lesz. A beruházás 330 millió Dínárba kerül és az üzembehelyezést 1983-ra tervezik.

Jugoszlávia bauxittermelése jelenleg kb. 30 000 t/év. (H. V.)

Mining Journal 1980. május 16.

Timföld-szilíciumkarbid alapú hőszigetelőlapok

Weissenburg-ban (Elzász) új üzemet létesítettek nagy tűzállóságú Al_2O_3—SiC hőszigetelőlap gyártására. A lapok 1260 °C hőmérsékletig használhatók, 1000 ×

×1000×6 – 50 mm méretűek. Javasolt alkalmazási területek kemencefalak külső burkolása éjszakai hőtárolós kályhák, füstcsatorna bélés és égőkamrák gáz- vagy olajfűtésű kemencéknél. (H. V.)

Alumínium 1980. május

Megvalósíthatósági tanulmány Mexikóban létesítendő alumíniumkohóra

Az *Alcan Aluminium Ltd, Montreal* cég Mexikóban létesítendő 45 000 t/év kapacitású alukohóra készít megvalósíthatósági tanulmányt. A kohó tervezett telephelye *Tampico* közelében lenne.

A tanulmány elkészítésének költségeit az *Alcan* és a *Conalum S. A.* közösen fedezik. Utóbbi vállalat szabadvezetékek és kábelek gyártásával foglalkozik és *Pueblo*-ban dróthúzóművet tart fenn. (H. V.)

Handelsblatt 1980. jún. 10.

Nyugat-német alumíniumipari hírek

A *VAW* szerint 1979-ben az NSZK-ban a kohóalumínium iránti kereslet élénk volt. A termelők stratégiai készletei csökkentek. 1979. első felében az alumínium termelés nem változott, az import növekedett, míg az export csökkent.

Az *Aluminium Zentrale* szerint a nyugatnémet alumíniumipar, amely az 1978-as évet — bizonyos ágazatokban — a veszteséggel zárta, az 1979-es pénzügyi évben jelentős haszonra számít.

Az alumíniumkohók teljes kapacitással üzemeltek.

A másodlagos alumínium termelés 6,5 %-kal növekedett és elérte a 420 000 tonnát. Az összes nyugatnémet alumíniumfogyasztást 1,45 millió tonnára becsülik, amely 8,2 %-kal növekedett az 1978. évi 1,34 millió tonnához képest. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 491/1980.
Revue de l'Aluminium 4992/1980.

Az ASV alumínium termelésének prognózisa

Az *ASV (Aardal og Sunndal Verk)* csoport kohóalumínium kapacitása a 80-as évek második felében eléri a 400 000 t/év-et. A csoport a *Höyanger* üzem korszerűsítését tervezi, az üzembe 220 000 amperes kádsort szerelnek be, amelynek energiafogyasztása 13,5 kWh/kg. A tervezett alumíniumkohó részleg kapacitása 45 000 t/év lesz, s ennek az üzembeállításával az alumíniumkohó kapacitása pedig 65 000 t/évre növekszik 1981-ben. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 491/1980.

Anglia alumíniumtermelése 1979-ben

1979. első kilenc hónapjában Nagy-Britannia kohóalumínium termelése 267 000 tonna volt, ez 3,5 %-os növekedést jelent 1978. azonos időszakához képest. (H. V.)

180 et/év kapacitású alumíniumkohó Trinidadban

500 millió US $ összegű beruházással 180 000 t/év kapacitású alumíniumkohó megépítését tervezik Trinidadban. A beruházási költségeket 60 %-ban a trinidadi kormány, 20—20 %-ban pedig a kanadai *Southwire Company* és a National Steel Corporation cégek fedezik. A kohó három éven belül indul be. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 491/1980.

Az Alusuisse 1979. évi eredményei

1979. év első kilenc hónapjában az *Alusuisse* bevétele 16 %-kal emelkedett 1978. azonos időszakához képest. Az 1979/80-as pénzügyi év hasonló eredménnyel fog zárulni, mint az 1978/79-es év. A konszern alumíniumkohó kapacitás kihasználtsága 93 %-os volt. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 492/1980.

Az USA alumíniumtermelése 1979-ben

Az *USA Bányaügyi Hivatalának* statisztikai adatai szerint az USA 1979. évi bauxit termelése 1,54 millió tonna (1978. évhez képest 7,7 %-os visszaesés).

A kohóalumínium termelése 4,53 millió tonna (1979. évhez képest 4,1 %-os növekedés) volt. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 491/1980.

Visszaesés az alumíniumpiacon az USA-ban

Az Alcoa után a Kaiser is megerősítette, hogy az amerikai piacon 5 %-os alumínium eladás-visszaesés várható. Egyrészt az autóiparban, másrészt az építőiparban mutatkozó rossz konjukturális helyzettel magyarázható. Ezzel szemben az alumínium felhasználás növekedésére számítanak az elektrotechnikai és a csomagolóiparban. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 492/1980.

Teljes kapacitással dolgozik a San Patricio kohó (Texas)

A *Reynolds Metals Co.* ismét üzembe állítja a Texas állambeli *San Patricio* kohó 51 700 t/év kapacitású kádsorát, s így a kohó 1975. óta most működik teljes kapacitással. Jelenleg a konszern mind a hét alumíniumkohója teljes kapacitással üzemel. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 492/1980

Brazília alumínium termelése és fogyasztása 1979-ben

Brazília becsült alumíniumtermelése 1979-ben 240 000 t, alumínium iránti becsült keresete 310 000 t volt. A hiányzó 70 000 tonna alumíniumot importálta, elsősorban Spanyolországból, USA-ból. Franciaországból és a Dél-Afrikai Köztársaságból szerezte be. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 492/1980

A Kaiser Al. emeli az alumíniumtuskó árát

A *Kaiser Aluminium* a primer alumínium tuskó árának jelentős megemelését jelentette be. Március 15-től a 99,5 %-os alumínium tartalmú tuskó minimális ára tonnánként 1820 $ lesz.

Az áremelést egyrészt a növekvő energia, alapanyag, valamint szállítási költségek, másrészt a világpiacon jelenleg tapasztalható nagy kereslet indokolják.

Várhatóan hamarosan más termelők is követni fogják a *Kaisert*. A londoni fémtőzsdén az alumínium szabadpiaci ára tonnánként 936,5 *L*-ra (2116,5 $) nőtt. (H. V.)

Financial Times 1980. február 27.

A PUK termelésének növekedése 1979-ben

A *Pechiney-Ugine-Kuhlmann* 1979-ben 57 ezer tonnával növelte üzemeinek kapacitását. A *Saint Jeande-Maurienne-i* gyárban tavaly újabb elektrolízis kádakat építettek, amelyek 1980-ban lépnek üzembe. A *British Aluminium Co.* technológiáját alkalmazzák, amelynek termelékenysége 30 %-kal magasabb a hagyományosnál, ugyanakkor a fajlagos energiafelhasználás alacsonyabb: 13,5 ezer kWh/tonna. (H. V.)

BIKI 1980. február 21.

Termelés csökkentés a Nippon Light Metalnál

A *Nippon Light Metal* a *Kambarai-i* kohó kapacitását 43,2 %-kal, a *Miigata* kohóját pedig 85,7 %-kal fogta vissza (az első kohó jelenleg 63 ezer t/év, míg a második 20,7 ezer t/év kapacitással működik).

A két kohóban leállított összkapacitás 173 300 t/év A kieső kohóalumínium mennyiség ellensúlyozására a japán konszern külföldi cégekkel 159 500 t/év kohóalumínium leszállítására állapodott meg. (H. V.)

Revue de l'Aluminium 1980/492

Csehszlovákia alumíniumimportja

Csehszlovákia bauxit és kohóalumínium importja 1976—78 között alantiak szerint alakult:

Bauxit import (tonna)	1976.	1977.	1978.
összesen	478 000	481 00	456 000
ebből:			
Magyarország	329 000	329 000	330 000
Jugoszlávia	149 000	152 000	126 000
Kohóalumínium import (tonna)			
összesen	88 000	88 000	98 000
ebből:			
Szovjetunió	78 000	68 000	70 000
Magyarország		9 000	12 000
Jugoszlávia	9 000	9 000	9 000
egyéb/	1 000	2 000	4 000

Alumínium 1980. február (H. V.)

Franciaország alumíniumtermelése

Franciaország bauxittermelése 1979-ben 2 millió tonna volt, ugyanannyi, mint 1978-ban. A kohóalumínium termelés 1979-ben a korábbi évi 391 400 tonnáról 395 100 tonnára emelkedett. (H. V.)

Alumínium, 1980/4. sz.

Jamaikai hírek

1979-ben Jamaika 11,53 millió tonna bauxitot termelt, 1,8 %-kal kevesebbet, mint 1978-ban. Az export 6,74 millió tonna volt, 0,3 %-kal kevesebb, mint 1978-ban. (Az export kizárólag az USA-ba irányult.)

A timföldtermelés 2,06 millió tonna volt, 1978-hoz képest 3,7 %-kal kevesebb. Az export az USA-ba, Angliába, Norvágiába, Kanadába, Venezuelába, Ghanaba, Hollandiába és Franciaországba irányult.

A Szovjetunióval kötött szerződés alapján, Jamaika 1980—84 között évi 45 360 t timföldet szállít a Szovjetuniónak, 1985-től kezdődően pedig 227 000 tonnát évente.

Hasonló szerződést kötött Jamaika még Venezuelával és Kanadával. (H. V.)

Alumínium, 1980/4. sz.

Szovjet—indiai alumíniumkereskedelem

A Szovjetunió és India között létrejött megállapodás alapján az *Indian Alumínium* 1980-ban 50 000 tonna timföldet szállít a Szovjetunióba. Az elmúlt 3 év alatt India — az áramhiány következtében kihasználatlan kohókapacitása miatt, — több timföldet exportált. Évi timföld termelése 180 000 tonna. (Fogyasztása jelenleg 60 000 tonna alumíniumhoz 120 000 tonna timföld) (H. V.)

Alumínium, 1980/4. sz.

Tovább bővítik a La Baie alumíniumkohót

Az *Alcan Aluminium Ltd.* hivatalosan közölte, hogy a *Quebec-i La Baie* alumíniumkohóba a már tervezett két egyenként 57 ezer t/év kapacitású kádsor 1980. és 1981-ben történő üzembeállítása után 1982-ben további 57 ezer t/év kapacitással bővítik.

Az *Alcan* konszern kanadai kohóalumínium kapacitása évi 1,1 millió tonnára emelkedik, miután a *La Baie* kohó teljes kapacitással fog működni. (H. V.)

Reue de l'Aluminium 1980/492.

Karbantartást nem igénylő akkumulátorok

Az akkumulátoriparban forradalmi változást okoz a karbantartást nem igénylő akkumulátorok bevezetése. Az *MF jelzésű akkumulátort* az elvárt élettartama alatt nem szükséges vízzel utána tölteni, teljesen zárt.

A hagyományos savas akkumulátor rácsait 4,5 % antimon tartalmú ólomötvözetekből gyártják. Az akkumulátor váltakozó terhelésekor a magas antimontartalom gázképződést okoz, amely a víz elpárolgásához vezet. A gázképződés megakadályozása céljából különböző ólom ötvözeteket használnak a rács készítésére. Legjobban elterjedt a Ca ötvözés, de használható 1,5—2,5 % antimon és stronciumötvözet is. Tulajdonképpen bármilyen ólomötvözet alkalmas *MF akkumulátor* gyártására, amely a rácsok kellő szilárdságát biztosítja és kiküszöböli a gázképződést.

Az *MF akkumulátorok* előnyei:

— Nagyobb élettartam.
— Savval feltöltve forgalombahozható, vásárlás után nem kell savval ellátni.
— Nincs savkiömlés.
— A karbantartási költségek csökkennek.

Az *MF akkumulátor* hátrányai:

— Hibás feszültségszabályozás gázképződést okoz, ami a víz teljes elpárolgásához vezet, az akkumulátor ilyen esetben idő előtt tönkremegy.
— Maximum 4—5-ször lehet kisütni.
— Drágább a hagyományos akkumulátornál.
— Szerkezete komplikáltabb.

Az *MF akkumulátorok* zártak, polipropilén tokban vannak. Az akkumulátor súlya kisebb. Az elhasznált MF akkumulátorok feldolgozása problémákkal jár. A polipropilén tokot nehéz széttörni. A sav töményebb, ezért a törőberendezésnél fokozottabb korrózió lép fel. Az akkumulátor hulladék olvasztásánál a polipropilén tok erős füstképződést okoz. Az ilyen akkumulátor hulladék kohósításánál hosszabb finomítási idővel kell számolni. Az új típusú akkumulátorokhoz szükséges ólom jóval kevesebb szennyezőanyagot tartalmazhat, ezért a vegyvizsgálati módszerek szigorításával drágább berendezések szükségesek. A fentiek miatt az akkumulátor hulladék feldolgozásánál növekedni fog az üzemeltetési költség.

Az *MF akkumulátorok* visszaáramlásánál a kezdeti időszakban azzal is számolni kell, hogy betétben magasabb antimon várható, mint amit az új akkumulátor igényel. (GY)

Scrap Age 1978. ápr.

Ólom visszanyerése elhasznált akkumulátorokból

A *zürichi Műszaki Főiskolán* új eljárást dolgoztak ki elhasznált akkumulátorok ólomtartalmának visszanyerésére. Az eljárásnak különösen környezetvédelmi szempontból van nagy jelentősége.

A vizes közegben lejátszódó zárt körfolyamatban oldószerként, szállító közegként és elektrolitként tömény nátrium-hidroxidot használnak, az Pb^{2+}-ionok oldékonyságának növelésére cukrot vagy melaszt adagolnak az oldathoz.

Az új eljárás előnyei:

— alacsony (max. 80 °C-os) hőmérséklet szükséges, így kedvező szerkezeti anyagokat lehet használni és a berendezések hosszú élettartamúak, kis energiaszükséglet mellett;
— környezetet szennyező gáz vagy szennyvíz nem keletkezik;
— végterméke kemény ólom (3—5 % Sb), tiszta ólom (max. 0,2 % Sb), ólommentes kálium-szulfát és ólommentes műanyag zúzalék;
— valamennyi iparilag felhasználható;
— vegyszerként csak NaOH-ot, kevés KOH-ot és cukrot, illetve melaszt alkalmaznak.

A használt akkumulátorokat először törik, majd finomra őrlik (a még jelenlevő akkumulátorsavat eltávolítják), és az így előkészített őrleményt dolgozzák fel. A folyamat három fő részből tevődik össze. lúgzás, szulfátkicsapás, elektrolízis.

Lúgzás (80 °C)

A lúgzás forgódobban folyamatosan zajlik le, ahol a zúzalék valamennyi ólomvegyületét (PbO_2, PbO, $PbSO_4$) kioldják, majd az oldatot hűtőtoronyba vezetik. A fémólom és a műanyag részek a forgódobból változatlan formában kerülnek az elválasztó toronyba, ahol a fémet és a műanyagot víz és levegő beáramoltatásával választják szét. Az ólom keményólomként is felhasználható, a műanyag lúggal ólommentesíthető.

Szulfátkicsapás (20 °C)

Hűtőtoronyban az $PbSO_4$-ból keletkezett Na_2SO_4-tal egyenértékű KOK-ot adnak az oldathoz és a keletkezett K_2SO_4 folyamatosan kicsapódik. Ezzel a folyamattal egyidejűleg két feladatot lehet megoldani: a majdnem értéktelen és nehezen tárolható Na_2SO_4-ot sokkal értékesebb K_2SO_4-tá alakítják, másrészt az $PbSO_4$ átalakításához szükséges NaOH-ot regenerálják. A K_2SO_4-ot centrifugálással választják ki az oldatból, majd vízből egyszeri átkristályosítással tisztítják.

Elektrolízis (50 °C)

Az oldatot kaszkádrendszerű cellákban elektrolizálják és a forgó elektródokra rakódott ólomszivacsot folyamatosan eltávolítják. A lúggal átitatott ólomszivacsot (kb. 80 % NaOH) egymással szemben forgó hengerek között folyamatosan kipréselik, majd közvetlenül tiszta ólommá olvasztják.

Az eljárás során keletkezett oldatokat a megfelelő lépcsőkhöz visszavezetik, a lúg- és cukorveszteséget pótolják, majd a körfolyamat kezdődik elölről.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy az eljárás gazdaságos és ipari méretekben megvalósítható. (GY)

Chemie für Labor und Betrieb 1979 p. 94—95

Fokozódik a rézhulladék felhasználása az USA-ban

Az előrejelzések szerint az *USA* 2000-ben 3,5—6,0 Mt rezet használ fel (a legvalószínűbb mennyiség 4,6 Mt lesz). 1977 és a századforduló között az igények várhatóan évi 3,6%-kal nőnek.

Az *USA-ban* a rézkészlet jelentős részét a hulladék alkotja. A rézkohászat 1977-ben 22% hulladékot használt fel nyersanyagként, de az előrejelzések szerint a hulladékfelhasználás hányada 1985-re 27%-ra, 2000-re 31%-ra növekszik. Ez azt jelenti, hogy a rézhulladék felhasználása évi 5,6%-kal, a rézércé csak 2,9%-kal fog nőni.

Az *USA-ban* a rézhulladéknak több, mint felét finomított rézzé dolgozzák föl, a többiből bronzot és sárgarezet gyártanak. Az új hulladék kétharmadát sárgaréz, a maradékot finomított réz előállítására használják.

Az *USA Bányaügyi Minisztériumának* előrejelzése szerint 2000-ben a világ többi részének rézszükséglete 19 Mt lesz. A következő évszázadban a kereslet valószínűleg meg fogja haladni a kínálatot, bár a rézhulladék fokozott hasznosítása és a tengeri lelőhelyek kiaknázása enyhíti a helyzetet.

1977-ben a *villamos ipar* 1,2 Mt rezet használt fel, 2000-ben a várható igény 3,2 Mt. Az alumínium és a rézzel bevont alumínium alkalmazása csökkentheti a réz felhasználását. Valószínűleg ugyancsak ebbe az irányba hat az új energiatermelő rendszerek bevezetése, a miniatürizálás és a műholdak alkalmazása a távközlésben.

Az előrejelzés szerint fokozódni fog az *építőipar igénye* a réz burkolólemezek iránt, amely 2000-re elérheti az évi 0,5 Mt-t.

A *gépgyártásban* növekedni fog a rézötvözetek alkalmazása. A légkondicionáló és a tengervíz-sótalanító berendezések gyártására 2000-ben kb. 360 Et rezet fognak felhasználni. A *járműipar* igénye a becslések szerint 2000-re 330 Et réz lesz. A tényleges igény ennél valószínűleg 130 Et-val kevesebb lesz, mivel feltételezhető, hogy a közúti szállítás szerepének egy részét átveszi a vasút, és a gazdaságosabb üzemeltetés céljából több alumíniumot és műanyagot fognak beépíteni a járművekbe. 2000-ben a réz *katonai célokra* való felhasználása csak 45 Et körül lesz, ha megvalósul az általános leszerelés, ha nem, akkor ennek négyszerese.

A becslések szerint 2000-ben az USA-nak 3,3 Mt ércből előállított rézre lesz szüksége, kb. 300 Et-val többre, mint a valószínű termelés, amelynek becslésekor már figyelembe vették a bányászatban és kohászatban elérhető fejlesztéseket is.

A világ jelenleg ismert rézkészlete kb. 400 Mt, és ebből bőven lehet fedezni az 1977—2000 között szükséges kb. 250 Mt-s igényt. Ebben az időszakban az USA-nak részben importra kell támaszkodnia.

A réztermelő országok a jövőben gondosabban fogják kezelni ásványkincseiket, és javítják a kohászati eljárásokat. Az új lelőhelyek felfedezéséhez segítséget nyújthat a műholdak alkalmazása. Érzékeny műszerekkel ki lehet majd mutatni az érctelérek gyönge kisugárzását, és az új tudományos eredmények közelebb vezetnek majd az ércképződés folyamatának megértéséhez.

A bányászati módszerek javításával hatékonyabban lehet majd kinyerni az érceket. A rézkohászat területén is jelentős fejlődés várható, hiszen a levegőszennyezési törvények szigorítása miatt csökkenteni kell a rézkohókból kibocsátott kéndioxid mennyiségét. (GY)

Bureau of Mines.=Materials Reclamation Weekly, 136. k. 2. sz. 1980. febr. 9. p. 22.

Madách Imre jóslatomása az alumíniumról

Lapunk a szigorúan vett szakmai tájékoztatás mellett mindenkor helyt adott a történelmi, szaktörténeti, nyelvvédelmi tárgykörű közleményeknek. Lapunk olvasói gyakran találkoznak olyan cikkekkel, amelyek a magyar kohászati hagyományokat elevenítették fel.

Ez bátorított arra, hogy kartársaink, olvasóink figyelmét felhívjam a magyar szellemi életünk egyik kiválóságának olyan megnyilatkozására, amely csak a zsenit jellemző előrelátás vagy megérzés révén jelenhetett meg a magyar irodalomban.

Közismert tény, hogy a múlt század ötvenes éveiben, még 1856-ban is csak néhány száz kilogramm volt a világ alumíniumtermelése és 1 kg-jának az ára 375 arany frank volt. (Csak 30 év múlva, 1886-ban szabadalmaztatta *Héroult* és *Hall* az alumíniumnak elektrolízis útján való előállítását, megteremtve a ma már évenként kereken 15 millió tonna alumínium ipari termelésének lehetőségét.)

És ezekben az években Európa elmaradott szögletében, egy súlyos nemzeti tragédia után elnyomás alatt élő nép nagy gondolkozója, *Madách Imre* 1859—60-ban írt művében a „Tudós" a falanszteri múzeum ritkaságairól beszélve többek között ezt mondja Ádámnak:

„..... *Im ásványaink.*
..... *Ezt az ércet itt*

Vasnak nevezték s míg el nem fogyott,
Az *aluminért* nem kellett kutatni."

Tehát *Madách* már 120 évvel ezelőtt tudta — hazánkban talán egyedül, esetleg néhány tudóssal — vagy érezte, hogy mi lesz a jövő fémje. Pedig nem is sejtették, hogy a Föld kérgében majdnem kétszer (pontosabban 1,85-ször) annyi alumínium van, mint vas. De a zsenit éppen az emeli ki embertársai közül, hogy kortársaival szemben a messze jövőbe lát. Tud vagy megérez olyasmit, amiről legtöbb kortársának még fogalma sincs.

A magyar *Pantheon* egyik kiemelkedő alakjának tartozunk azzal, hogy mindenki emlékezetébe és figyelmébe idézzük profetikus szavait. (B. J. I.)

Szakosztályi hírek

ALU—DONGA könnyűszerkezetes csarnoképítési rendszer bemutató Székesfehérváron, a készáru szakcsoport rendezésében

A fémkohászati szakosztály készáru szakcsoport együttműködve az Építőipari Tudományos Egyesület (ÉTE) Műszaki Kivitelezési Szakosztály Ifjúsági Tagozatával, a Magyar Néphadsereg Tagozatával és az ÉTE székesfehérvári csoportjával, május 22-én délután Székesfehérváron ALU—DONGA komplex könnyűszerkezetes csarnoképítési rendszer bemutatót rendezett.

Az előzetes jelentkezés alapján résztvevő budapesti szakembereket a MAT két külön autóbusza vitte a Székesfehérvári Könnyűfémmű főbejáratához, ahol a helyi megjelentek gyülekeztek. A bemutató az ALUTERV—FKI által tervezett és a Könnyűfémmű előtti téren 1977 óta üzemelő 2000 m² alapterületű, 40 m fesztávolságú alumínium ívekkel kialakított, modern megjelenésű ALU—DONGA sportcsarnokban kezdődött.

A mintegy 80 vállalattól megjelent több mint száz vendéget a házigazda KÖFÉM nevében *Csurgai György* építész, az ÉTE nevében *Ipolyi László*, az Ifjúsági Tagozat titkára, az OMBKE Fémkohászati Szakosztálya részéről *Arató László*, a Készáru Szakcsoport titkára köszöntötte. Az üdvözlések után *Preisich Katalin*, az ALUTERV—FKI építészmérnöke ismertette az általa tervezett és megépítése óta közmegelégedéssel üzemelő sportcsarnok építészeti megoldásait. A bemutatást követően, valamint a további épületlátogatások során felmerült kérdésekre az ALU—DONGA rendszergazda részéről *Molnár Adorján*, az ALUTERV—FKI főosztályvezetője és *Arató László* szakosztályvezető, a rendszertervező részéről *dr. Fernezelyi Sándor*, az ALUTERV—FKI osztályvezetője adott részletes tájékoztatást.

A sportcsarnok megtekintése után a résztvevőket az autóbuszok a KÖFÉM beruházási területére szállították, ahol *Bikádi László*, a kivitelező Fejér megyei ÁÉV termelési igazgatója először az 1979 óta üzemelő 7700 m² alapterületű ALU—DONGA raktárcsarnokot mutatta be.

Az öthajós, daruzható, tetővilágítós elemekkel ellátott acél-alumínium csarnok — melynek megvalósítását a rendszergazda versenytárgyaláson nyerte el az előregyártott vasbeton szerkezetű megoldás és más könnyűszerkezetes építési mód ajánlatát megelőzve — a tervezési munkákat is figyelembe véve igen rövid idő alatt, a beruházói döntéstől számított 18. hónap végére valósult meg.

A komplett épület — utólagos kivitelezői elszámolás szerit — négyzetméterenként 7940 Ft fajlagos költségért épült meg, ami igazolta az ALUTERV—FKI által kifejlesztett könnyűszerkezetes rendszer versenyképességét, nem csak a hasonló rendeltetésű könnyűszerkezetes rendszerekkel, hanem még a hagyományos épületszerkezetekkel szemben is.

A látogatók épületszerelés közben tekinthették meg a 11 800 m² alapterületű ALU—DONGA hengermű csarnokot. Látványos volt a 18 m fesztávú íves tetőelem beemelése, ami csekély idő alatt 36 m² lefedését eredményezte, szemléletesen bizonyítva az ALU—DONGA csarnok épületszerelésének nagyfokú hatékonyságát.

FAÉV az épülő csarnokban rendezett alkalmi kiállításon mutatta be az ALU—DONGA rendszerelvű építési mód korszerű tervezési és épületszerelési megoldásait.

Az épülő hengermű mellett a közelmúltban készült el a 16 800 m² alapterületű présműcsarnok, melyben a látogatás idejében már a technológiai berendezések szerelésén dolgoztak. Az imponáló öthajós, több mint 200 m hosszú üzemi épület egy év alatt készült el. *Bikádi László* termelési igazgató elmondotta, hogy az ALUTERV—FKI, mint ALU—DONGA rendszergazda, az előre egyeztetett ütemezésnek megfelelően jól szervezte az általa műszakilag ellenőrzött rendszerkomponensek és a kiegészítő elemek szállítását. Ez lehetővé tette a kivitelezés folyamatos, gyors és zavartalan végzését.

Az autóbuszok ezután a Technika Házába szállították a szakembereket. Itt az ÉTE Székesfehérvári Csoport vezetősége fogadta a vendégeket.

Az ALU—DONGA komplex könnyűszerkezetes csarnoképítési rendszert ismertető mintegy 30 perces, színes film ősbemutatója előtt Arató László szakcsoporttitkár foglalta össze a bemutatón látottakat és a felmerült kérdésekre adott válaszokat. Elmondotta, hogy 1978-ban 12 000 m², 1979-ben 30 000 m² és 1980-ban várhatóan már mintegy 40 000 m² ALU—DONGA-csarnok valósult, illetve valósul meg. A közönség előtt először levetítésre kerülő filmmel kapcsolatban felhívta a figyelmet, hogy a film — teljesen újszerűen — napjaink legkorszerűbb és leghatékonyabb építési módját, a rendszerelvű építést ismerteti, illetve a rendszerépítő szervezet működési mechanizmusának szemléltetésén keresztül mutatja be az ALU—DONGA építési rendszert.

A szakmailag gazdag tapasztalatokat nyújtó színvonalas készáru-rendezvény az ALU—DONGA rendszergazda részéről *Molnár Adorján* főosztályvezető zárszavával ért véget. Befejezésül elmondotta, hogy a gyakorlatban elért és a filmen is bemutatott építőipari eredmények, így a hagyományos építőipar kivitelezésének harmadnyi ideje alatti megvalósítás, a versenyképes árak és az igényes minőség teljesítése a rendszerépítő szervezetben közreműködő Magyar Alumíniumipari Trösztöhöz tartozó Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet, az Alumíniumszerkezet Gyár, a Hódmezővásárhelyi Fémipari Vállalat és az ALUGÉPGYÁR tevékenységén kívül a MAT-hoz nem tartozó vállalatok (pl. CSOMITERV, KGYV, KEMIKÁL, KŐSZIG, „fémmunkás" Vállalat stb.) sikeres munkásságának is jelentős mértékben köszönhető. Ezért elismerés illeti meg őket is a jól végzett munkájukért.

(AL)

СОДЕРЖАНИЕ

Шебёк, М.—Сабо, Ж.: **Рационализация, как средсво повышения эффективности производства** ..... С 241

Авторами показано на примере одного продукта Чугуно- и Сталелитейного завода Чепельского комбината, отливки мотора РАБА-МАН, что с помощью более целесообразного использования имеющихся средств производства, можно создать предпосылки повышения качества с минимальными затратами.

Кох, П.: **Измерения режима литья под девлением и регистрация данных, их оценка** ..... С 245

С помощью прибора, пригодного для контроля машин для литья под девлением, можно регистрировать путь поршня и изменение давления. Анализом диаграмм выявляются и раскрываются причины литейных проблем и так эти недостатки преодолимы. На основе многочисленных заводских примеров, автором подчеркивается значительность измерительной техники.

Шош, И.: **Производственные опыты секционной заливки оболочковых форм** ..... С 252

Заливка оболочковых форм в секциях имеет ряд примуществ с точки зрения равномерной твердости отливок и механической обработки. С созданием звеньев снижается удельный расход плакированного песка и повышается производительность.

INHALT

Sebők, M.—Szabó, Zs.: **Die Rationalisierung als Mittel der Erhöhung der Effektivität der Produktion** ..... S 241

Die Autoren demonstrieren am Beispiel eines Produktes der Eisen- und Stahlgiesserei der Csepel Werke, des Kurbelgehäuses des Motors „RÁBA-MAN", wie man durch die rationelle Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten und mit minimalen Aufwänden die Voraussetzungen zur Herstellung von mehr und qualitätsmässig besseren Gussstücken schaffen kann.

Koch, P.: **Die Messung, die Registrierung und die Auswertung des Druckgussprozesses** ..... S 245

Mittels eines Überwachungsgerätes für Druckgussmaschinen kann der Weg des Kolbens und die Veränderung des Gussdruckes aufgezeichnet werden. Durch die Analyse der Diagramme können die Ursachen der Probleme des Giessens aufgedeckt und die Fehler beseitigt werden. Der Verfasser erörtert viele praktische Beispiele als Beweis der Bedeutung der Messtechnik.

Sós, I.: **Betriebserfahrungen beim Stapelguss von Maskenformen** ..... S 252

Der Stapelguss von Maskenformen ist sehr vorteilhaft in Anbetracht der gleichmässigen Härte und gute Bearbeitbarkeit der Gussstücke. Mit Hilfe des Stapelgussverfahrens nimmt der spezifische Verbrauch des harzumhüllten Sandes ab und die Produktivität erhöht sich.

CONTENTS

Sebők, M.—Szabó, Zs.: **Rationalisation as means of the increase of the efficiency of the production** P 241

The authors demonstrate with reference to one of the products of the Iron and Steel Foundry of the Csepel Works, the crank case of the engine „RÁBA-MAN", how is it possible to establish the terms of producing more and better castings by means of more reasonable utilization of the existing production capacities and at minimal expenditures.

Koch, P.: **The measurement, recording and evaluation of the pressure die-casting process** ..... P 245

By means of control instruments for pressure die-casting machines the travel of the piston and the changing of the casting pressure can be plotted. By analysing the graphs the reasons of casting difficulties can be revealed and the faults revented. The author demonstrates the importance of measuring technics with a great deal of practical examples.

Sós, I.: **Production experiences of stack castings for shell moulds** ..... P 252

The stack casting of shell moulds is very advantageous from the point of view of the uniform hardness of the castings and of the good machinability. By means of stack casting the specific consumption of precoated sand decreases and the productivity increases.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

113. ÉVFOLYAM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESULET LAPJA

1980. DECEMBER 12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége tagjának lapja

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz 1. I. 105. 1061
Telefon: 427-386

TARTALOM

GÖNCZI PÁL: A polgárdi mészkő kémiai összetételének hatása a nyersvasgyártásra 525
DR. BÍRÓ ATTILA: Mélykemencék korszerűsítése Diósgyőrben 529
DR. ROMVÁRI P. és mtsai: A huzalgyártás fejlesztésének fő irányai 531
GRÓF TAMÁSNÉ: A tisztaság hatása dinamóacélok szövetszerkezetére és textúrájára 538
HIRSCH ISTVÁN: A mechanikai igénybevétel szerepe az austenites saválló acélok feszültségkorróziós folyamatában 542
DR. ROÓSZ ANDRÁS—DR. GÁCSI ZOLTÁN: A DIN 39Cr4 acél perlit lemeztávolsága az átalakulási hőmérséklet függvényében 545
Beszámolók külföldi konferenciákról 537, 552
Kohászati tervek a KOGÉPTERV-ben 548
Műszaki és gazdasági hírek 550
TERÉNY ALADÁR 1904—1980 552

FÉMKOHÁSZAT

DR. HORVÁTH ZOLTÁN és mtsai: A kalkozinos rézszínpor pörkölésének anyagmérlegét befolyásoló tényezők 553
DR. LÁNG ELEMÉR: Feldolgozó üzemek telepítésének optimuma egyes nyersanyagszállító pályák függvényében 559
HAJNAL JÁNOS: Az alumíniumolvasztó kemencék kiválasztásának szempontjai 566
Szakosztályi hírek, Személyi hírek 570
Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek ..... 571, BIII

ÖNTÖDE

DR. JAN RACZKA—DR. KAZIMIERZ LEWANDOWSKI: Perlites temperöntvény hőkezelése fluidizált rétegben — — — — — — — 265
DR. HEGEDŰS ZOLTÁN: Az ágyúöntés technikája Magyarországon a XV—XVII. században — — — 270
Hazai hírek — — — — — — — — — — — — — — — — — 274
A CIATF nemzetközi munkabizottságainak tevékenysége — — — — — 275
Nemzetközi nyomásos öntészeti kiállítás — — — — — — — — — 284
Műszaki és gazdasági hírek — — — — — — — — — — — — 286
A BKL Öntöde 1980. évi tartalomjegyzéke — — — — — — — — — 287

Bányászati és Kohászati Lapok — **KOHÁSZAT**
Szerkesztésért felelős: Óvári Antal. Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1—3. Telefon: 427-386
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285.
Levélcím: 1906 Budapest, Pf.: 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató.

80. 2811. Révai Nyomda Egri Gyáregység, Eger. F. v.: Vilcsek János.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivatalban, és a Posta Központi Hírlap Irodában (KHI 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, H—1389 Budapest, Postafiók 149.
Megjelenik havonként. Egyszámlaszám egyesületi tagok részére: Magyar Nemzeti Bank, 61 770.
Egyévi előfizetés: 360,— Ft. Egyes példányok ára: 30,— Ft.

Index: 25,155

HU ISSN 0005—5670

СОДЕРЖАНИЕ

Фёнци, П.: **Влияние химического состава известка из с. Полгард на производство чугуна** ..... С 525

Статья изучает влияние колебания состава :зестняка привезенного в Дунай Вашмю из с. Полгард на удельный расход кокса, на изменение качества чугуна и на экономичность производства чугуна.

Биро, А.: **Усовершенствование колодцевых печей в г. Диошдёр** ..... С 529

Статья излогает процесс развития типов колодцевых печей в МК им. Ленина. Печи нового типа содержат импульсную горельку, керамический фильтр для очистки отходящих газов и цифровой регулятор.

Ромвари, П.—Шарвари, Й.—Тиса, М.—Рац, П.: **Главные направления развития проволочного производства** ..... С 531

два главного направления развития современного проволочного производства. Первый: интансификация обычных способов, второй: разработка новых необычных технологий.

Гроф Тамашне: **Влияние чистоты на структуру и текстуру динамной стали** ..... С 538

Анализ изменения после изохронной и изотермической теплообработки структур холоднопрокатных динамных сталей различной чистоты. В случае большого прокатного аффинажа чистота сырья не влияет на деформационную текстуру, но значительно повлияет на структуру и текстуру получившуюся в течение термообработки.

Хирш, И.: **Роль механической деформации в процессе напряженной коррозии аустенитовой кислотоупорной стали** ..... С 542

Значение напряженной коррозии аустенитовой кислотоупорной стали. Сущность напряженной коррозии. Роль механической деформации.

Роос, А.—Гачи, З.: **Толщина листа стали рипа 39С 4 в зависимости от температуры певртащения** ..... С 545

Влияние переохлаждения на среднюю действительную перлитовую толщину листа у стали типа DIN39Cr4. Изложение одного нового простого способа, пригодного для определения функции плотности действительной толщины листа. Из этого можно определить среднюю действительную толщину листа.

Хорват, З.: **Анализ факторов влияющих на материальный баланс кальцинации калькозинового медного шлиха** ..... С 553

При кальцинации калькозинового медного шлиха произведен анализ влияния Cu_2S-содержания шлиха, O_2-содержания воздуха, Cu-содержания штейна, стадии окисления на материальный баланс кальцинации.

Ланг, Э.: **Оптимальный выбор расположения обрабатывающих заводов в зависимости от траектории транспорта сырья** ..... С 559

Оптимумом при выборе площадки для завода — не принимая во внимание другие факторы — с точки зрения транспорта является то место, где затраты на транспортировку сырья наименьшие при одновременном минимуме расходов на присоединение к маршрутам общего сообщения. Транспортные расходы скалдываются из строительных, эксплуатационных и реконструкционных затрат транспортных маршрутов и из действительных расходов транспорта.

Хайнал, Ъ.: **Аспекты выбора алюмоплавильных печей** ..... С 566

Факторы выбора алюмоплавильных печей. Предложение на порядок выбора. Изложение диаграммы и номограммы для сопоставления расходов энергии плавильных печей работающих с различными энергоносителями.

CONTENTS

Gönczi, P.: **The effect of the chemical composition of the limestone of Polgárdi upon the production of pig iron** ..... P 525

This study deals with the effect of the variation in composition of limestone transported from Polgárdi to Dunai Vasmű upon the specific coke consumption, upon the variation of pig iron quality and upon the economicalness of pig iron production.

Bíró, A.: **Modernising deep furnaces at Diósgyőr** . P 529

In this study the progress to develop the types of deep furnaces working in the Lenin Metallurgical Works is sketched. The new type of furnace is provided with with impule burners, with a ceramic waste gas measuring instrument and with a digital regulator.

Romvári, P.—Sárvári, J.—Tisza, M.—Rácz, P.: **The main tendencies in wire manufacturing** .. P 531

The two main tendencies of up-to-date wire manufacturing is dealt with. One is the intensification of the traditional processes, while the other is working out new, special technologies.

Mrs. Gróf, T.: **The influence of cleanness on the structure and texture of dynamo steels** ..... P 538

The examination of structure- and texture-changing with cold-rolled (80 %) dynamo steels of various cleanness after isochronic and isothermic heat treatment. The cleanness of the material does not influence the forming texture in case of considerable rolling reductions, but displays a considerable effect on the structure and texture taking shape during the heat treatment process.

Hirsch, I.: **The role of mechanical stressing in the stress corrosion of austenitic stainless steels** .. P 542

Remarks on the significance of the stress corrosion of austenitic stainless steels. The main thing in the process of stress corrosion is the role of mechanical stressing.

Roósz, A.—Gácsi, Z.: **The distance of lamellae in pearlite of the steel DIN 39Cr4 in dependence from the temperature of transformation** ..... P 545

The effect of supercooling upon the mean real distance of lamellae in pearlite of the steel DIN 39Cr4. A new, simple method is presented

which is suitable to determine the density function of real distance of lamellae. Herefrom the mean real distance of lamellae may be derived.

Horváth, Z.: **Examination of factors having an influence on the material balance at the roasting of copper concentrate containing chalcocite** .. S 553

The author took the following factors into consideration: Cu content of the concentrate, Cu content of the matte, O_2 content of the air, grade of the oxidation.

Láng, E.: **The optimum place for the processing factory in function of the various equipment for transport of raw materials** ..... S 559

The best location for the processing factory is that one, where the transport of raw materials can be solved cheaper. The transport charges include beside the effective forwarding cost, also the building cost, the maintenance cost and the improvement cost of the material handling equipment.

Hajnal, J.: **Directive for the choice of aluminium smelting furnance** ..... S 566

The costs of energy at the various sorts of aluminium smelting furnances operating with diverse energy bearing materials will be compared. The nomogram reviewed makes calculation easier.

INHALT

Gönczi, P.: **Die Wirkung der chemischen Zusammensetzung des Kalksteins von Polgárdi auf die Roheisenerzeugung** ..... S 525

Die Schwankungen der Zusammensetzung des im Donau-Eisenwerk verarbeiteten Kalksteins von Polgárdi beeinflussen den spez. Koksverbrauch, die Änderungen der Roheisenzusammensetzung und die Wirtschaftlichkeit der Roheisenerzeugung.

Bíró, A.: **Die Modernisierung der Tieföfen im Lenin-Hüttenwerk zu Diósgyőr** ..... S 529

Die Entwicklung der Tieföfen im Lenin-Hüttenwerk. Die neuen Öfen sind mit Impuls-Brennern, mit keramischen Abgasfiltern und mit digitaler Regelung versehen.

Romvári, P.—Sárvári, J.—Tisza, M.—Rácz, P.: **Hauptrichtungen der Entwicklung des Drahtproduktion** ..... S 531

Zwei Hauptrichtung der moderner (zeitgemässer) Drahtproduktion-Entwicklung. Eine ist die Intensifikation der traditioneller Verfahren bzw Methoden, die andere eine Aufarbeitung der neue, ganz spezielle Technologien.

Frau Gróf, T.: **Effekt der Reinheit auf die Textur der Dinamostähle** ..... S 538

Mit verschiedener Reinheit, und ungefähr 80 Prozent Formation kaltgewälzte Dinamostähle werden, nach izokron und isoterm Warmbehandlungen bezüglich Textur und Struktur-Umwandlungen geprüft. Reinheit des Materiales hat keinen Einfluss auf Formations-Textur im Falle grosser Walz-Reduktionen, doch hat bedeutende Effekte bzw. Wirkungen auf die während der Wärmebehandlung ergebene Format und Textur.

Hirsch, I.: **Die rolle der mechanischen Inanspruchnahme in dem Spannungskorrosions-Prozess der austenitischen, säurebeständigen Stähle** ..... S 542

Die Bedeutung der Spannungskorrosion der austenitischen, säurebeständigen Stähle. Das Wesentliche der Spannungskorrosion und die Rolle der mechanischen Inanspruchnahme.

Roósz, A.—Gácsi, Z.: **Der Abstand der Perlitlamellen des Stahles DIN 39Cr4 in Abhängigkeit von der Umwandlungstemperatur** ..... S 545

Die Wirkung der Unterkühlung auf den wahren durchschnittlichen Perlitlamellen-Abstand bei dem Stahl DIN 39Cr4. Eine neue Methode zur Bestimmung der Dichtheitsfunktion des wahren Lamellenabstandes und daraus folgend die Bestimmung des eigentlichen wahren Lamellenabstandes.

Horváth, Z.: **Äntersuchung der die Materialbilanz beeinflussenden Faktoren bei der Röstung von Chalkosin enthaltenen Kupferkonzentraten** ... S 553

Es wurden folgende Faktoren in Betracht gezogen: Cu-Gehalt des Konzentrates, Cu-Gehalt des Steines, O_2-Gehalt der Luft, Grad der Oxydation.

Láng, E.: **Die optimalische Lage der Verarbeitungsanlagen in der Funktion der verschiedenen Rohstofftransporteinrichtungen** ..... S 559

Der günstige Ort für eine Verarbeitungsanlage ist dort zu suchen, wo die Rohstofftransportkosportkosten enthalten ausser den effektiven Kosten der Beförderung auch die Baukosten, Unterhaltungskosten und Erneuerungskosten der Transporteinrichtigungen.

Hajnal, J.: **Richtlinien zur Auswahl der Aluminiumschmelzöfen** ..... S 566

Die Energiekosten der durch Anwendung von verschiedenen Sorten der Energie in Betrieb gehaltenen Aluminiumschmelzöfen wurden vergleichen. Zur Erleichterung der Berechnungen wird ein Nomogramm bekannt gegeben.

Szerkesztésért felelős:
ÓVÁRI ANTAL

Szerkesztők:
GYULASI ISTVÁN, HANTÓ KÁLMÁN, KOLLÁR SÁNDOR, DR. VERŐ BALÁZS

Szerkesztő bizottság:
BAKSA GYÖRGY, DR. BECKER ERVIN, HARRACH WALTER, HORVÁTH CSABA, DR. HORVÁTH ZOLTÁN, DR. KÁLDOR MIHÁLY, KÉZDI ÁRPÁD, KOVÁCS LÁSZLÓ, DR. KOVÁCS TIBOR, LATINÁK ISTVÁN, DR. MÓCSY ÁRPÁD, PINTÉR ANDRÁS, DR. PILISY LAJOS, POHL LÁSZLÓ, DR. REMPORT ZOLTÁN, ROMWALTER ALFRÉD, SELMECZI BÉLA, SZELESS LÁSZLÓ, DR. SZŐKE LÁSZLÓ, SZŐNYI GÁBOR, SZÜCS ENDRE, ZSÁMBOK ELEMÉR

A rajzokat készítette: KÜRTÖS MARGIT.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KOHÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam 12. szám 1980. December

A polgárdi mészkő kémiai összetételének hatása a nyersvasgyártásra

GÖNCZI PÁL okl. kohómérnök
Dunai Vasmű

DK: 669.162.263.24 : 552.54

A tanulmány a Dunai Vasműbe szállított polgárdi mészkő összetétele ingadozásának hatását tárgyalja a fajlagos kokszfogyasztásra, a nyersvas minősége változására és a nyersvasgyártás gazdaságosságára.

Bevezetés

A mészkő és a dolomit rendkívül fontos anyaga a nyersvasgyártás betétjének, mert megfelelő mennyiségének az adagolásával biztosítják a kívánt salakösszetételt, amely alapvető feltétele a jó minőségű nyersvas előállításának.

A magyar kohászatban feldolgozott ércek SiO_2-tartalma nagy, ezért kohósításukhoz sok mészkőre és dolomitra van szükség. (A Dunai Vasműben egy tonna nyersvas legyártásához az elmúlt öt esztendőben átlagosan 570 kg mészkövet és dolomitot használtak fel.) Ezért, mint később látni fogjuk, a mészkő SiO_2-tartalmának a növekedése nem elhanyagolható mértékben növeli a nagyolvasztó kohókoksz-felhasználását és csökkenti a teljesítményét; összetételének ingadozása ezen túlmenően rontja a nyersvasösszetétel egyenletességét.

A Dunai Vasmű jelenleg a nyersvasgyártáshoz szükséges mészkő mennyiségének 95%-át a polgárdi bányából szerzi be. A Dunai Vasműbe az elmúlt 20 évben beszállított polgárdi mészkő mennyiségét az *1. ábra* mutatja. Az ábrából megállapíthatjuk, hogy a Dunai Vasmű a polgárdi bányából a beszállítást jelentősen növelte. Az elmúlt évtizedben az azt megelőző évtizedhez képest a beszállított mészkő mennyisége megduplázódott. Említésre méltó, hogy a Dunai Vasműbe beérkező polgárdi mészkőből megközelítően $^3/_4$ része a metallurgiai fázis nyersvasgyártás szakaszában és $^1/_4$ része pedig az acélgyártás szakaszában kerül felhasználásra.

A metallurgiai fázis nyersvasgyártás szakaszában két helyen történik a szükséges mészkőmennyiség bevitele. Jelentős részét a zsugorítmány elegyébe adják, mintegy 20—30%-át pedig közvetlenül a nagyolvasztóba. Tekintettel arra, hogy a zsugorító elegyébe bevitt mészkő és dolomitmennyiség aránya igen nagy és ugyanakkor előkészítésükre rendelkezésre álló örlőkapacitás teljesen kihasznált, valamint a zsugorító kapacitása is kicsiny, ezért a mészkő minőségének a romlása közvetlenül a nagyolvasztónál jelentkezhet.

A polgárdi bányából származó mészkő száraz állapotra vonatkoztatott kémiai összetételét (SiO_2-, CaO- és MgO-tartalmát; az Fe_2O_3- és Al_2O_3-tartalom vizsgálatától eltekintek) a *2. ábrán* láthatjuk. Az ábrából megállapíthatjuk, hogy 1979. második félévében a mészkő SiO_2-tartalma jelentősen megnőtt. Ez a változás hatásában kedvezőtlen. Ugyancsak negatívan kell megítélni az MgO-tartalom ingadozását is.

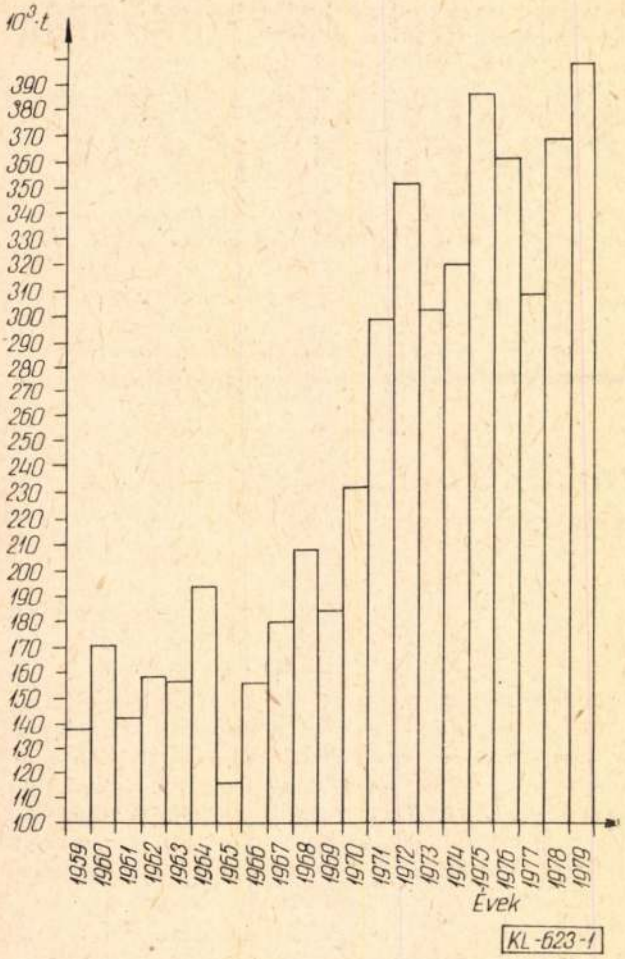
A polgárdi mészkő SiO_2-tartalmának hatása

A nagyolvasztó ércbetétjében a CaO- és az SiO_2-tartalom nincs a megfelelő arányban ahhoz, hogy majd a salakban arányuk a kívánt értéken legyen, ezért mészkövet kell hozzáadni. Az adagolandó mészkő mennyisége függ az ércbetét CaO- és SiO_2- tartalmától, és nem utolsó sorban a mészkő CaO- és SiO_2-tartalmától. Elegendő csupán a mészkő CaO- és SiO_2-tartalom változásának a hatását vizsgálnunk, ha a betét kovatartalmának egységnyi mennyiségére vonatkoztatunk. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel azt is, hogy a mészkő MgO-tartalma állandó vagy legalábbis megközelítően állandó.

A betétben levő kovasav egységnyi mennyiségének a lekötéséhez szükséges mészkőmennyiség — bázis összetétel esetén

$$x_b = \frac{p \cdot 1}{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)} \cdot 100 \qquad (1)$$

ahol: x_b — a bázis összetételű mészkő mennyisége, t



1. ábra. A polgárdiból DV-be szállított mészkő mennyisége

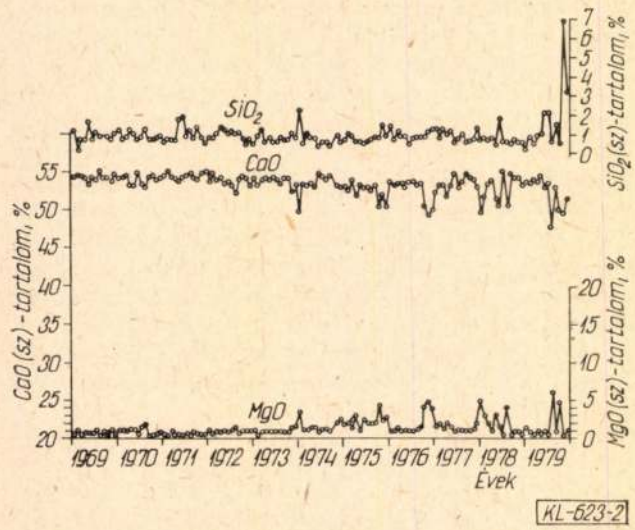
$CaO(m_b)$ — a bázis összetételű mészkő CaO-tartalma, %

$SiO_2(m_b)$ — a bázis összetételű mészkő SiO_2-tartalma, %

p — a nagyolvasztósalak bázicitása

— a vizsgált összetétel esetén

$$x_v = \frac{p \cdot 1}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)} \cdot 100 \qquad (2)$$



2. ábra. Polgárdi mészkő összetétele, annak változása

ahol: x_v — a vizsgált összetételű mészkő mennyisége, t

$CaO(m_v)$ — a vizsgált összetételű mészkő CaO-tartalma, %

$SiO_2(m_v)$ — a vizsgált összetételű mészkő SiO_2-tartalma, %

Az (1) és (2) egyenlet megoldása után kapjuk, hogy

$$x_v = \frac{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)} \cdot x_b = f_m \cdot x_b \qquad (1, 2)$$

$$\text{ahol: } f_m = \frac{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)}$$

Az (1, 2) egyenletből következik, hogy x_v akkor nagyobb x_b-nél, ha az f_m értéke nagyobb 1-nél. Ez akkor lehetséges, ha az $SiO_2(m_v)$ nagyobb az $SiO_2(m_b)$-nél és természetesen ugyanakkor a $CaO(m_v)$ pedig kisebb a $CaO(m_b)$-nél. Egyértelműen megállapíthatjuk tehát, hogy a mészkő SiO_2-tartalmának a növekedésekor több mészkövet kell az ércbetéthez adni.

A mészkőfelhasználás növekedésekor vagy az ércbetét mennyiségét csökkentik, vagy a kokszadag tömegét növelik, hogy a nagyolvasztóban végbemenő folyamatokhoz a szükséges hőmennyiséget biztosítsák. A beavatkozás eredménye mindenképpen a kokszfelhasználás növekedése. A kokszfelhasználás változását, illetve növekedését a mészkőfelhasználás növekedésének a függvényében a következő egyenlettel számíthatjuk ki:

$$\Delta K(m) = (f_m - 1) \cdot x_b \cdot k_m \qquad (3)$$

ahol: $\Delta K(m)$ — a kokszfelhasználás változása, t

k_m — a mészkő kokszszükséglete, t/t

$(f_m - 1) \cdot x_b$ — a mészkőfelhasználás változás, t

Számításaim alapján $k_m = 0{,}288$ t/t, ez az érték megegyezik az irodalomban közölt adatokkal, amelyek szerint $k_m = 0{,}280 - 0{,}300$ t/t.

A kokszfelhasználás növekedése miatt viszont csökken a nagyolvasztó teljesítménye, mert csökken a legyártott nyersvas mennyisége. Állandó kokszelégetést (K) feltételezve, a fajlagos kokszfelhasználás ismeretében kiszámíthatjuk a gyártásból származó nyersvasmennyiség csökkenését is, amely

$$\Delta T(m) = \frac{K(m)}{k(nyv)} \cdot 1000 \qquad (4)$$

ahol: ΔT(m) — a nyersvastermelés változása, t

k(nyv) — a fajlagos kokszfelhasználás, kg/t

A mészkő- és a kokszfelhasználás növekedéséből, valamint a termelés csökkenéséből kiszámíthatjuk a mészkő SiO_2-tartalom növekedése miatti többletköltséget és nyereségkiesést is.

Tehát a többletköltség

$$\Delta P = (f_m - 1) \cdot x_b \cdot P(m) + K(m) \cdot P(K) \qquad (5)$$

ahol: ΔP — a költségváltozás, Ft

$P(m)$ — a mészkő ára, Ft/t

$P(K)$ — a koksz ára, Ft/t

A nyersvastermelés csökkenése a Dunai Vasműben már jelenleg is, de a jövőben még inkább az acéltermelés csökkenését eredményezi. A hatás

tehát a szűk nyersvasgyártó kapacitás miatt az egész vertikumra kiterjed, nem korlátozódik csupán a nyersvasgyártási szakaszra, ezért az eredménykiesés meghatározásától tekintsünk el.

A *2. ábrán* láthatjuk, hogy 1979. novemberben a Dunai Vasműbe szállított polgárdi mészkő SiO_2-tartalma (6,92%!) jelentősen megnőtt, és CaO-tartalma (49,56%!) pedig jelentősen csökkent az év első hónapjaihoz képest (például 1979. áprilishoz képest, amikor az SiO_2-tartalom 0,90% és a CaO-tartalom 53,76% volt.) Kiszámíthatjuk ($p=1{,}1$!)

— az (1, 2) egyenlet alapján (ahol: v = november és b = április), hogy
$x_v = 1{,}257986 \cdot x_b$
$x_b = 1$ esetén
$x_v = 1{,}257986$ t mészkő (nov.) t mészkő (ápr.)

A többlet mészkőfelhasználás
$(fm-1) \cdot x_b = 0{,}257986$ t mészkő (nov.)/t mészkő (ápr.)

— a (3) számú egyenlet szerint, ha $x_b = 1$, hogy a kohókokszfelhasználás növekedés $\Delta K(m) = 0{,}0742996$ t koksz/1,257986 t mészkő (nov.),

— a (4) számú egyenlettel, ha $k(\text{nyv}) = 676$ kg/t, hogy a nyersvastermelés csökkenése $\Delta T(m) = 0{,}109911$ t nyersvas/1,257986 t mészkő (nov.),

— az (5) számú összefüggés alapján, ha $x_b = 1$, $P(m) = 97$ Ft/t, $P(K) = 2154$ Ft/t, hogy a többletköltség $P = 185{,}07$,— Ft/1,257986 t mészkő (nov.).
A többletköltség vizsgálatakor megállapíthatjuk, hogy az $(f_m - 1) \cdot x_b \cdot P/m\ \Delta K(m) \cdot P(K)$-nál és a $P\ P(m)$-nél, azaz $P = 1{,}9 \cdot P(m)$-mel! Az egy tonna kohókoksz világpiaci ára 1979. évben meghaladta a 110 $-t, és 1980. év elején elérte a 170—180 $-t. A belföldi ár is jelentősen nőtt, 1980. évben várhatóan közelít a világpiaci árhoz. E változás pedig azt eredményezi, hogy a P is nő!

Egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a mészkő SiO_2-tartalmának a növekedése nem engedhető meg, mert jelentősen növeli a költségeket. Hangsúlyozni kell, hogy kohászati célokra az a mészkő alkalmas, amely száraz állapotban nem tartalmaz 1%-nál több kovasavat.

A polgárdi mészkő MgO-tartalmának hatása

A nagyolvasztósalaknak nemcsak CaO/SiO_2 szerinti bázicitását írják elő, hanem rendszerint annak MgO-tartalmát is. Az ércbetéttel és a mészkővel a zsugorítónál és a nagyolvasztónál bevitt MgO mennyisége — betétviszonyaink mellett — nem biztosítja a nagyolvasztósalakban a kívánt MgO-tartalmat, ezért már a zsugorítandó elegybe jelentős mennyiségű dolomitot adagolnak. Éppen ezért nem okoz gondot, ha a mészkő MgO-tartalma hosszabb időtartamot (év, évek)! figyelembe véve megváltozik; kedvezőtlen viszont, és a nagyolvasztósalak MgO-tartalmának az ingadozását okozza, ha szállítmányonként vagy naponta, vagy akár hetente is változik.

Ahhoz, hogy a nagyolvasztósalak MgO-tartalma állandó értéken legyen, amikor a polgárdi mészkő MgO-tartalma megváltozik, több vagy kevesebb dolomitot és ezzel összhangban kevesebb vagy több mészkövet kell adagolni a zsugorító vagy a nagyolvasztó elegyébe. Előfordulhat, hogy a dolomit mennyiségének a korrekciója a nagyolvasztónál teljes egészében nem végezhető el, mert kevés dolomitot tartalmaz a nagyolvasztó betétje, ebben az esetben a zsugorító elegyében kell a szükséges változtatást végrehajtani. A dolomit és a mészkő mennyiségének a változtatásakor a következő egyenletnek eleget kell tennünk

$$MgO(m_v) \cdot x_v + MgO(d) \cdot x_d = MgO(m_b) \cdot x_b \qquad (6)$$

ahol:
x_v — a vizsgált összetételű mészkő mennyisége, t
x_d — a dolomit korrigálandó mennyisége, t
x_b — a bázis összetételű mészkő mennyisége, t
$MgO(m_v)$ — a vizsgált összetételű mészkő MgO-tartalma, %
$MgO(d)$ — a dolomit MgO-tartalma, %
$MgO(m_b)$ — a bázis összetételű mészkő MgO-tartalma, %

A (6) számú egyenlethez további egyenletekre van szükségünk; ezért itt is határozzuk meg a betétben levő kovasav egységnyi mennyiségének a lekötéséhez szükséges mészkőmennyiséget, amely

— a bázis összetétel esetén azonos az (1) egyenlettel, vagyis

$$x_b = \frac{p \cdot 1}{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)} \cdot 100 \qquad (1)$$

— a vizsgált összetétel esetén (az előzőekhez képest változik, mert itt figyelembe kell venni a dolomittal bevitt CaO-mennyiséget is!)

$$x_v = \frac{p \cdot 1 - x_d \dfrac{CaO(d) - p \cdot SiO_2(d)}{100}}{\dfrac{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)}{100}} \qquad (7)$$

ahol: $CaO(d)$ — a dolomit CaO-tartalma, %
$SiO_2(d)$ — a dolomit SiO_2-tartalma, %

Az (1) és (7) egyenletek megoldása után kapjuk, hogy

$$x_v + \frac{CaO(d) - p \cdot SiO_2(d)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)} \cdot x_d = \frac{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)} \cdot x_b \qquad (1, 7)$$

ha

$$f_d = \frac{CaO(d) - p \cdot SiO_2(d)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)}$$

és

$$f_m = \frac{CaO(m_b) - p \cdot SiO_2(m_b)}{CaO(m_v) - p \cdot SiO_2(m_v)}$$

akkor az (1, 7) egyenlet

$$x_v + f_d \cdot x_d = f_m \cdot x_b \qquad (1, 7)$$

Most már csak az (6)- és az (1, 7)-es egyenletünk van, amelyeket ha megoldunk, és ha $x_b = 1$-gyel, akkor kapjuk, hogy

$$x_v = \frac{MgO(d) \cdot f_m - MgO(m_b) \cdot f_d}{MgO(d) - MgO(m_v) \cdot f_d} \qquad (6;\ 1,\ 7)\text{-a}$$

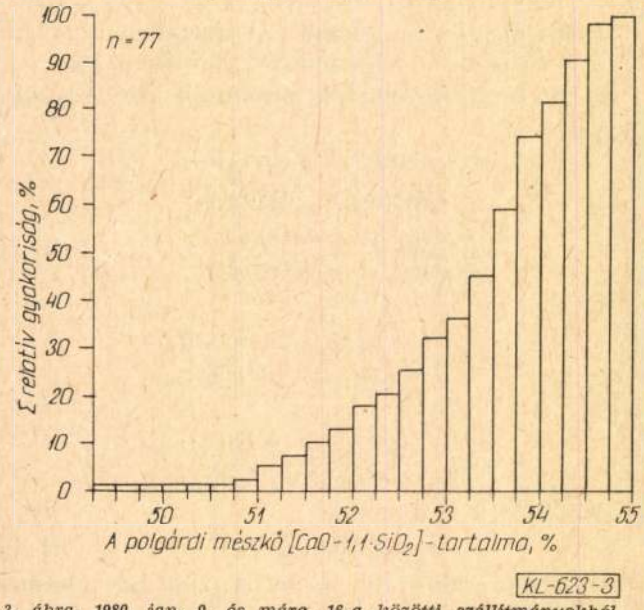
$$x_d = \frac{MgO(m_b) - MgO(m_v) \cdot f_m}{MgO(d) - MgO(m_v) \cdot f_d} \qquad (6;\ 1,\ 7)\text{-b}$$

Az $(x_v—1)$ és az x_d hatását a kokszfelhasználásra és a költségekre elhanyagolhatjuk, ha az $(x_v—1)$-nek és az x_d-nek megfelelő korrekciót elvégeztük és az $(SiO_2)_m$=állandó! A $(\Delta CaO + MgO)_m = 0$ és a $(CaO+MgO)_m—(CaO+MgO)_d = 0$ vagy legalábbis alig nagyobb nullánál, ezért az $(x_v—1)—x_d = 0$. A pontos $(x_v—1)$ és x_d értékek alapján számottevő kokszfelhasználás változást azért sem tudunk kimutatni, mert $k(m) > k(d)$, de $k/m—k(d) = 0$-val! (Ahol: m — mészkő, d — dolomit, $k(m)$ — a mészkő és $k(d)$ a dolomit kohósítási kokszszükséglete.) Egészen más a helyzet, ha $\Delta(MgO)_m \neq 0$-val, mert ebben az esetben a $\Delta(x_v—1)$, $\Delta x_d \neq 0$-val! Tekintettel arra, hogy az x_d-nek megfelelő korrekció késik az $(x_v—1)$ miatti változáshoz képest, ezért a valóságban $(x_v—1)—x_d \neq 0$-val és rendszerint az $(x_v—1) \cdot k(m)—x_d \cdot k(m) > 0$-nál, tehát többlet kokszfelhasználást állapíthatunk meg.

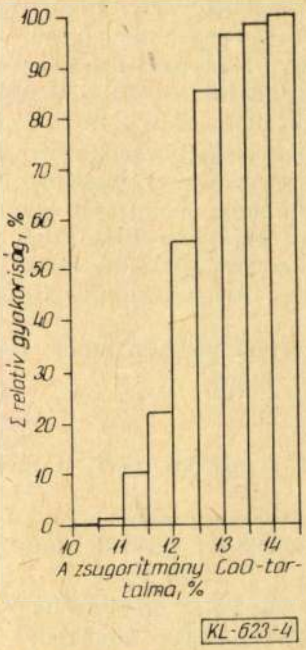
A polgárdi mészkő kémiai összetételének ingadozása, annak hatása

A 2. ábra adatai havi átlagok, annálfogva a vizsgált alkotók változásai havonta beérkező mennyiségeknél kisebb tételekre nem vonatkoztathatók és azokat nem is jellemzik. Azonban igazolják, hogy még havi átlagok esetében is jelentős változásokkal, kémiai összetétel ingadozással kell számolni.

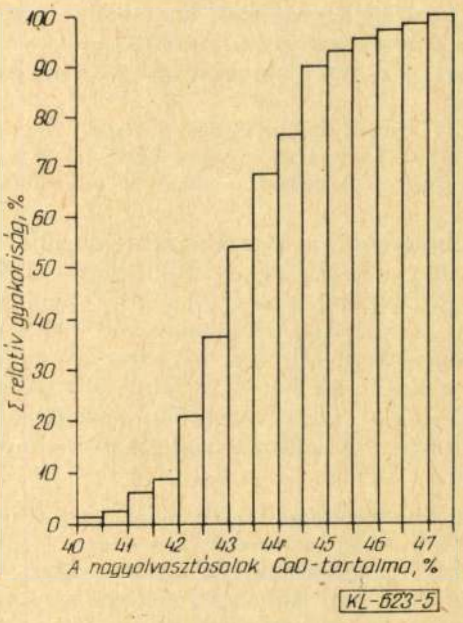
A polgárdi mészkő kémiai összetétele ingadozásának a megítélésére már sokkal inkább alkalmasak a szállítmányokból vett minták adatai, bár ezek is viszonylag nagy tételt képviselnek (300—1200 t). 1980. január 9. és 1980. március 16. között a Dunai Vasműbe érkezett 77 polgárdi mészkő szállítmány analízisét értékeltem és a $[CaO—1{,}1 \cdot SiO_2]$-tartalom Σ relatív gyakoriságát a *3. ábrán* tüntettem fel. Megállapíthatjuk, hogy a vizsgált idő-



3. ábra. 1980. jan. 9. és márc. 16-a közötti szállítmányokból vett minták alapján számított szabad CaCO-tartalom Σ relatív gyakorisága



4. ábra. 1980. februárban a zsugorítvány CaO-tartalmának gyakorisága



5. ábra. 1980. februárban a nagyolvasztó salak CaO-tartalmának gyakorisága

szakban a száraz állapotú mészkő $[CaO—1{,}1 \cdot SiO_2]$-, azaz szabad kalciumoxid-tartalma 49,25—55,00% között ingadozott. Ez is oka, hogy ingadozik a zsugorítmány és a nagyolvasztósalak CaO-tartalma is (*4. illetve 5. ábra*). Tudjuk, hogy a nagyolvasztósalak bázicitásának ingadozása a nyersvasösszetétel változását okozza. Tehát, ha egyenletesebb összetételű nyersvasat akarunk gyártani (ezt sürgetően követeli az LD acélgyártási technológia alkalmazása) és az energiával takarékoskodni kívánunk, akkor feltétlenül egyenletesebb összetételű zsugorítmányt kell előállítani. Aminek pedig az a feltétele, hogy a polgárdi mészkövet felhasználás előtt átlagosítsuk, de legalábbis a zsugorítandó elegyet, amelynek része a polgárdi mészkő is, homogenizáljuk.

Összefoglalás

A polgárdi mészkő összetételében bekövetkező váratlan és kedvezőtlen változások, minőségromlások a kokszfelhasználás, a kokszfelhasználáson keresztül az energiafelhasználás növekedését okozzák. Ezért a bányánál kell megakadályozni, hogy a Dunai Vasműbe az előírt SiO_2-tartalomnál nagyobb kovasavtartalmú mészkő érkezzen. Nagyon fontos lenne, hogy 1—2 évnél hosszabb időszakra is elvégezzék a polgárdi mészkőasványvagyon megkutatását, hogy a nagy kovasavtartalmú részeket időben kizárják a művelésből vagy biztosíthassák más célú felhasználását.

A mészkő összetételének normális, tehát természetes ingadozását az átlagosítási és a homogenizálási technológia alkalmazásával lehet és kell megszüntetni.

Mélykemencék korszerűsítése Diósgyőrben

DR. BIRÓ ATTILA okl. kohómérnök,
a műszaki tudományok doktora
Kohászati Gyárépítő Vállalat

DK: 669.041.456.5 LKM

A tanulmány az LKM mélykemence parkja kemencetípusainak fejlődési folyamatát ismerteti. Az újabb fejlesztés lényegesebb elemei: nagy impulzusú égő, kazettás sugárzórekuperátor és porleválasztó rács beépítése, kemencefedő, füstgázszabályzó szerkezet és a tüzelés-vezérlés korszerűsítése.

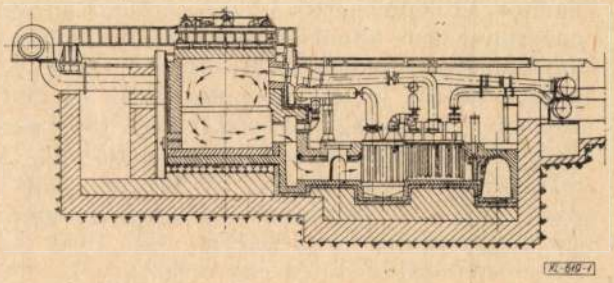
A diósgyőri Lenin Kohászati Művek durvahengerművében a háború után Poetter és Siemens típusú regeneratív mélykemencék üzemeltek. A kemencék helyszükséglete nagy, termelékenységük kicsi volt, ezért melegítési kapacitási okokból 1955—59 között többségüket megszüntettük és helyükre egyirányú, felsőtüzelésű rekuperatív mélykemencéket építettünk.

Az új rekuperatív kemencék megduplázták az öntecsférőhelyek számát a kemencékben és lehetővé tették a blokksor kapacitásának lényeges növelését. A kemencék metszetét az *1. ábra* mutatja. Egy Poetter mélykemence helyén két rekuperatív kemenceblokk épült egyenként három kamrával. Minden kamra nyolc öntecs befogadására alkalmas.

Amint az 1. ábrán látható, a kemencék U lángjárású megoldásban üzemeltek. A kamrák az égési levegő előmelegítésére 24 öntött, tűs-rekuperátor elemből álló levegőrekuperátorral, a kevert gáz (1964-ig tiszta kohógáz, 1964-től kohógáz-földgáz keverék) előmelegítésére kettős—csöves Hazen rekuperátorokkal rendelkeztek.

A kemence kamrák üzemeltetési adatait az alábbi táblázat foglalja össze:

Jellemzők	Betéthőmérs. K 450	1000
Adagtartam (óra)	7	4,28
Adagsúly (t)	32,8	32,4
Gázfogyasztás (m^3/adag)	7515	5985
A gáz fűtőértéke (kJ/m^3)	5800	5150
Levegőhőmérséklet (K)	815	830
Gázhőmérséklet (K)	505	476
Átl. füstgázhőmérséklet (K)		
lev. rekup. előtt	1180	1205
lev. rekup. után	800	815
gázrekup. után	620	636
Kemencefal hőmérséklete (K)		
végfalnál kívül	430	445
fedő kívül	535	570
homlokfal kívül	480	485
Anyagkiszedési hőmérséklet (K)	1450	1450
Fajlagos energiafelhasználás (GJ/t)	1,7	1,23



1. ábra. Egyirányú, felsőtüzelésű rekuperativ mélykemence metszete

A kemencék tervezésekor az öntecsek átlagos tömege 4150 kg volt. A hetvenes években az öntecsek mérete nőtt és tovább növekedett a kemencékkel szemben támasztott teljesítményi követelmény is. Az energiaválság felvetette a fajlagos energiamutatók javításának szükségességét, így a Vállalat vezetősége 1978-ban a kemencék korszerűsítését határozta el.

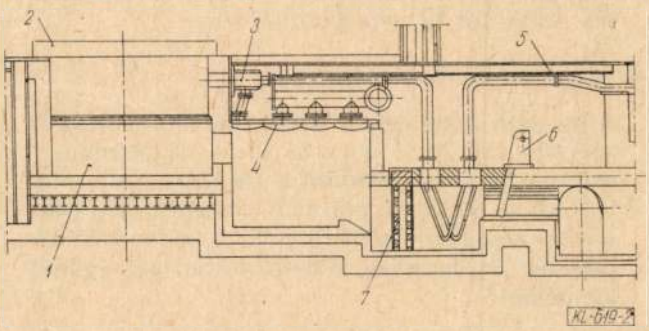
A korszerűsítés megtervezésénél figyelembe kellett venni a szűk kemencecsarnok nyújtotta adottságokat és azt, hogy az átépítést rövid idő alatt, jelentős építészeti munka nélkül kell végrehajtani.

Az áttervezett kemence függőleges hosszmetszete a *2. ábra*. Az ábrán feltüntettük a leglényegesebb változtatásokat.

Ezek az alábbiak:

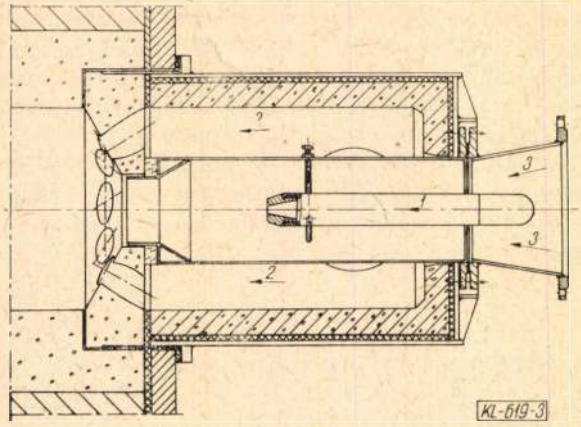
1. A kemence égőjének cseréje

A kemencekamrákhoz új égőt terveztünk. A kü-



2. ábra. Az áttervezett kemence metszete

1 — Megnövelt méretű munkatér; 2 — Szálas anyaggal szigetelt kemence fedő; 3 — Nagy impulzusú, rövid lángú égő; 4 — Kazettás sugárzó rekuperátor; 5 — Digitális szabályozó; 6 — Új térnyomás szabályozó 7 — Füstgázszűrő



3. ábra. Nagy impulzusú, rövid lángú égő metszete
1 — Földgáz; 2 — Levegő; 3 — Kevertgáz

lönleges kivitelű, kettős levegőcsatlakozású égő nagyimpulzusú, rövid lángot biztosít. Fajlagos impulzusereje földgáztüzelésénél 1,2 Ns/g, az égőhöz érkező levegő nyomása 3000 Pa (kb. 300 mm v. o.). Az égő földgázzal, vagy torokgáz-földgáz keverékkel egyaránt üzemeltethető. A földgázvezeték túlnyomása 10^5 Pa (kb. 1 att). Az égő perdületparamétere 0,3—0,6 (nagyságát több változat kipróbálása után 1980. II. félévében döntjük el.) Az égő metszete a *3. ábra*. Az ábrán jól megfigyelhető az etilszilikátból készült perditőkő szerkezeti kivitele is.

1. A levegőrekuperátor áttervezése

Az energiafogyasztás csökkentésének alapja a gáz-levegő arány pontos és folyamatos szabályozása. Emiatt a korábbi tűs rekuperátorok helyett kazettás sugárzó rekuperátor épül. Kamránként nyolc elemben a levegő (530—550 °C-ra) 800—820 K-re melegszik. A rekuperátorok kapcsolása 3+3+2. Az elemek tervezett élettartama 3 év. A rekuperátorkamra közvetlenül a kemencekamrához csatlakozik, térfogata kb. 20 m³.

3. A kemencefedő korszerűsítése

A kemencefedő korábban 120 mm vastag samott téglából készült. A hőveszteségek csökkentése érdekében a fedő új szigetelése szálas tűzállóanyagból készül. A PYRO-BLOC szigetelés vastagsága 152 mm. A kemencefedő külső felületének tervezett hőmérséklete 375 K.

4. A gázrekuperátor átalakítása

A sugárzó rekuperátor hőcsereteréből a füstgáz speciális szűrőn át jut a hajtűcsöves gázrekuperátorba. A szűrő feladata a füstgáz által szállított alkáli tartalmú por nagy részének leválasztása és a sugárzó hőcseretér és a konvektív hőcseretér elválasztása. A szűrő külön egységként kiemelhető.

5. A kemencekamra méreteinek változtatása

Az öntecsek méreteinek növekedése a kamra méreteinek jelentős növelését tenné szükségessé. A helyi körülmények — különösen a daruk adott végállása — csak kis változatást tettek lehetővé. A kamrák hossza 0,6 méterrel, szélességük 0,2 méterrel nő. Ezzel az öntecsek közötti tér köbtartalma meg fog felelni az eredeti szerkezetnél tervezettnek.

6. Füstgáz tolattyú korszerűsítése

A kemencék térnyomását jelenleg öntöttvasból készült tolattyúkkal szabályozzák. A szabályozó elemek tökéletesebb zárása és az automatika rendszerbe való könnyebb beilleszhetősége érdekében az új megoldásban forgócsappantyúkat alkalmazunk.

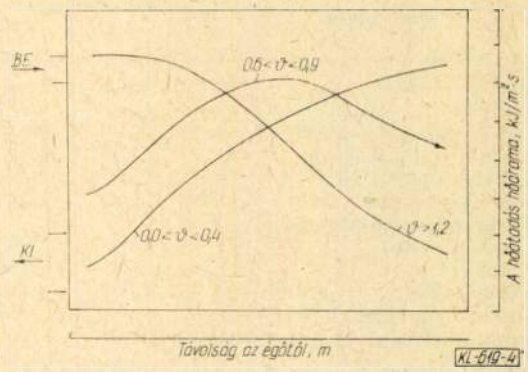
7. A kemencekamrák vezérlésének korszerűsítése

A kemencekamrák vezérlése korábban Hartmann—Braun rendszerű szabályzókörökkel történt. Az új kamrák irányítását egyenként egy-egy digitális szabályozó végzi. A Tüzeléstechnikai Kutatóintézetben kidolgozott szabadon programozható automatika memóriegysége alkalmas legfeljebb nyolc óra időtartamú technológiai utasítások befogadására. Az automatika emberi beavatkozás nélkül szabályozza a gáztömegáramot, az öntecsek méretéhez szabja a kiegyenlítési periódusban a kamra hőmérsékletét és az ahhoz tartozó gáztömegáramot, ellenőrzi a gáz-levegő arányt és a megengedett legnagyobb hőmérsékletet.

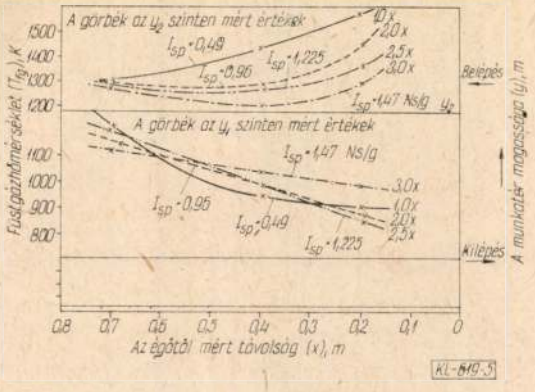
8. A hőcsere egyenletességének javítása

Az U lángjárású kemencék munkaterében különösen fontos a hőátadás gondos, tudományos megtervezése. E nélkül az égővel szemben levő fal mellé rakott öntecsek hőmérséklete lényegesen nagyobb lenne, mint az égő alatti öntecseké, és a teljes munkatérben az öntecsek feje sokkal melegebb lenne, mint a lába. Különösen élesen jelentkeznek a problémák szűk kamráknál, ahol a sugárzásos hőátadás a fenék közelében kicsi.

A hőátadás eloszlása és a perdületparaméter közötti összefüggést a *4. ábra* szemlélteti egyeirányú, felsőtüzelésű kemencéknél. Az ábráról látható, hogy a perdületparaméter növelése a hőátadás maximumát az égő irányába tolja el. Leg-



4. ábra. A hőátadás hőárama és a perdületparaméter közötti összefüggés



5. ábra. A füstgázhőmérséklet változása

előnyösebb a 0,6—0,9 perdületparaméterű égők alkalmazása, amelyekkel a hőátadási maximum a kemence közepére helyezhető.

A hőátadás egyenletessége tovább javítható a kamrában keringtetett gáz tömegének növelésével. A keverés legegyszerűbb módja az égőből kilépő sugár impulzuserejének növelése. Az égő impulzuserejének növekedésével a nagyhőmérsékletű pontok hőmérséklete csökken a kis hőmérsékletű pontok hőmérsékletének egyidejű növekedése mellett. (Ez a lángtérfogatra nem érvényes. Az impulzuserő növekedése a lánghőmérsékleti maximumot megnöveli és az égőhöz közelebb helyezi).

Az *5. ábra* U áramlású földgáztüzelésű kemencetér középső függőleges metszetében mutatja a füstgáz hőmérsékletét különböző fajlagos impulzuserejű égők alkalmazása esetén. Az ábrából leolvasható, hogy a fajlagos impulzuserő 0,49 Ns/g-ról 1,225 Ns/g-ra való növelésével a legnagyobb hőmérsékletkülönbség a munkatérben közel felére csökkenthető, a hőátadás egyidejű javulása mellett.

A fenti változtatások együttes eredményeként a kemencék fajlagos energiafogyasztása várhatóan 15%-kal csökken, a teljesítmény pedig 20%-kal nő. Az első öt kemencekamra átépítését 1981. I. negyedévben tervezik.

A huzalgyártás fejlesztésének fő irányai

DR. ROMVÁRI PÁL a műsz. tud. kandidátusa, egy. tanár — DR. SÁRVÁRI JÓZSEF egy. adjunktus, — DR. TISZA MIKLÓS egy. adjunktus, — RÁCZ PÁL egy. tanársegéd
Nehézipari Műszaki Egyetem, Mechanikai Technológia Tanszék

DK: 621.771.252 + 621.778.1

A tanulmány a korszerű huzalgyártás fejlesztésének két fő irányzatát elemzi. Az egyik a hagyományos eljárások intenzifikálása, a másik új, különleges technológiák kidolgozása.

Bevezetés

Napjainkban a huzalgyártás fejlesztésének két alapvető irányzata figyelhető meg:

1. A hagyományos huzalgyártó eljárások intenzifikálása.
2. Új, különleges huzalgyártási eljárások bevezetése.

E tanulmányban a világszerte folyó kutatómunka legfontosabb eredményeit összegeztük, röviden elemezve az egyes eljárások elméleti alapjait, ismertetve a gépi berendezéseket, valamint az üzemi kísérleti tapasztalatokat.

A hagyományos húzási eljárások intenzifikálása

A hagyományos huzalgyártás alapelvét tekintve évszázadok óta változatlan. A növekvő kereslet és a nagyobb gazdaságosságra való törekvés azonban arra ösztönzi a gyártókat, hogy minél rövidebb idő alatt, minél kevesebb húzási fokozattal állítsák elő a végterméket. A hagyományos módszerek fejlesztésének három fő iránya figyelhető meg:

— az egy húzási fokozatban megvalósítható keresztmetszet-csökkentés növelése,
— a húzási sebesség növelése,
— a súrlódási és kenési feltételek javítása.

Az egy húzási fokozatban megvalósítható keresztmetszet-csökkentés növelése

A sikeres húzás feltétele, hogy a húzáshoz szükséges feszültség kisebb legyen, mint az alakítási szilárdság. A keresztmetszet-csökkenés növelésének eszköze

— az anyag keményedő képességének növelése (hőkezelés),
— a húzáshoz szükséges feszültség csökkentése.

A továbbiakban csak a húzáshoz szükséges feszültség csökkentésének kérdését vizsgáljuk.

Huzalhúzás forgó húzószerszámmal

A forgó húzószerszám a huzalhúzás értékes segítőeszköze lehet, mivel a meglevő húzógépeken is alkalmazható.

A forgó húzókő húzási feszültség csökkentő hatása abból következik, hogy a forgás hatására megváltozik a szerszámfelület és a húzott huzal közötti relatív sebesség iránya és így a súrlódóerő húzás irányába eső komponensének nagysága is.

A húzóerő a forgási és a húzási sebesség aránya szerint csökken.

Greenwood és Thompson, valamint *Hofsten* és *Lindstrand* [1] acélhuzalok húzásakor 70—75%-os erőcsökkenést is tapasztalt. A húzási sebesség növelésével a húzóerő-csökkenés mérséklődött, azonban a húzókopás ebben az esetben is kisebb volt, mint a hagyományos húzáskor.

Petzold és Giehler [2] 20 kN húzóerőig használható forgóköves húzóberendezést készített. Mivel berendezésük kis fordulatszámú volt (8—53/min), csak kismértékű erőcsökkenést értek el, de emellett a huzalfeület minőségében és körkörösségében számottevő javulást figyeltek meg.

Perlin [3] csőhúzáshoz szerkesztett olyan golyóscsapágyas húzókövet *(1. ábra)*, amellyel n— 20 000/min fordulatszám is megvalósítható. A változat esetén a súrlódási tényező csökkenése is meg-

figyelhető, mivel a csúszósúrlódást gördülősúrlódás váltja fel.

Forgó húzószerszámok alkalmazása a nagy sebességű, nedves húzógépeken már hosszabb ideje ismeretes. A japán *Showe*, valamint az NDK-beli *Grüne* húzógépgyártó vállalat használ az utolsó húzási fokozatban, jó eredménnyel, forgó húzókövet rézhuzalok gyártására. Az eredmény elsősorban a készhuzal minőségének és a húzókő élettartamának növekedése.

Ultrahang huzalhúzás

A húzási irány és az ultrahang rezgések húzási folyamatba való bevezetésének iránya szerint három fő technológiai változata alakult ki:

— radiális rezgéssel *(2. ábra)*,
— tangenciális rezgetéssel *(3. ábra)*,
— axiális rezgetéssel *(4. ábra)*

végzett huzalhúzás. Az alakítóerő-csökkenésben szerepet játszik mindhárom esetben

— a szuperpozíciós mechanizmus,
— az anyagszerkezeti hatás és
— a súrlódási állapot változása,

de az egyes változatokban a ható mechanizmusok részben különbözőek.

A szuperpozíciós mechanizmus a legközvetlenebb formában az axiális rezgetésnél érvényesül, amikor a húzóerőből származó δ_s statikus húzófeszültséghez a huzalban terjedő akusztikai hullámok által keltett

$$\sigma_a = \frac{2\pi}{\lambda} AE \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \omega t\right)$$

akusztikai váltakozó feszültség hozzáadódik (4). Ezáltal olyan szabályozó mechanizmus alakul ki (5), amelynek eredményeként a statikus húzófeszültség az akusztikai váltakozó feszültség csúcsértékével

$$\hat{\sigma}_a = \frac{\omega AE}{c}$$

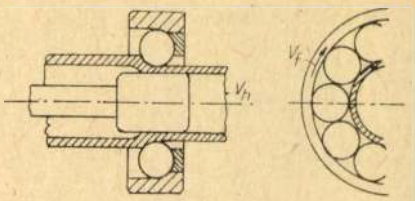
csökken. A kifejezésekben

A — a rezgési amplitúdó,
E — a huzal rugalmassági modulusa,
λ — az ultrahanghullámok hullámhossza,
ω — az ultrahangrezgés körferkvenciája,
c — a hang terjedési sebessége a huzalban.

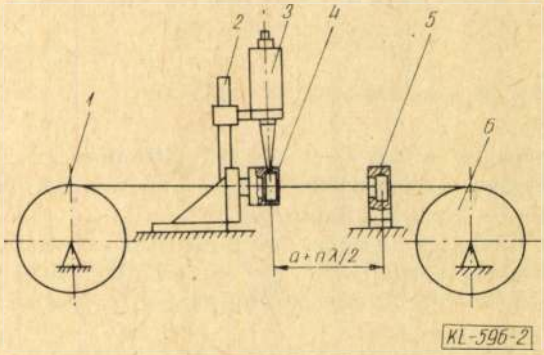
A rezgésszuperpozíció jelentős feszültségcsökkenést eredményez a radiális rezgetéssel végzett húzásnál is. A kialakuló jelenség hasonló ahhoz, mint amikor egy hengeres rudat körkörös ütögetéssel nyújtunk axiális irányban [6] („kalapács" hatás).

Az anyagszerkezeti hatás igen intenzív ultrahang rezgések alkalmazásakor észlelhető. Az ultrahang elsősorban a rácshibák, rácsrendezetlenségek esetén nyelődik el, így igen hatékonyan képes hozzájárulni az akadályokra futott diszlokációk aktivizálásához.

A súrlódásra gyakorolt hatás a súrlódási tényező csökkenésben és az ún. súrlódási-vektorhatásban nyilvánul meg. A súrlódási tényező csökkenésében *Sansome* [7] szerint az alábbi okok játszanak szerepet:

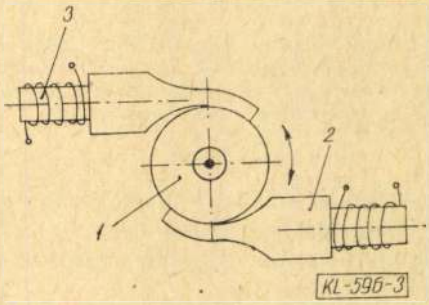


1. ábra. Golyóscsapágyas húzószerszám csőhúzáshoz



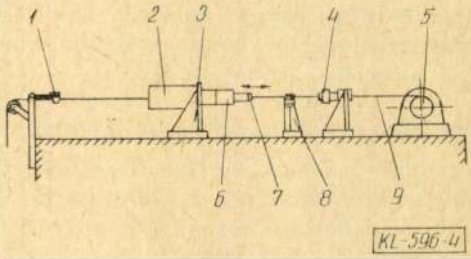
2. ábra. Ultrahangos huzalhúzás, radiális irányban rezgetett húzókővel

1 — húzódob, 2 — tartószerkezet, 3 — ultrahanggenerátor, 4 — húzókő, 5 — akusztikus lehatároló, 6 — huzaltartó dob



3. ábra. Ultrahangos huzalhúzás, tangenciális irányban rezgetett húzókővel

1 — húzókő, 2 — akusztikus hullámvezető, 3 — rezgésátalakító



4. ábra. Ultrahangos huzalhúzás, axiális irányban rezgetett húzókővel

1 — kenőpárna, 2 — ultrahanggenerátor, 3 — tartólap, 4 — akusztikai lehatároló, 5 — húzódob, 6 — koncentrátor, 7 — húzókő, 8 — amplitudó érzékelő, 9 — huzal

— a rezgés miatt a felületi egyenetlenségek lemunkálódása,
— a rezgések „szivattyúzó" hatására kialakuló hidrodinamikai kenési állapot,
— a kenőanyag növekvő kémiai aktivitása.

A súrlódási vektorhatás az ultrahang rezgésének azt a hatását jelenti, hogy a periódikusan változó rezgésirány miatt az érintkező felületek rela-

tív elmozdulási iránya és ennek következtében a súrlódóerő iránya is periódikusan változik. Ezzel a súrlódóerő húzóerő irányába eső komponense is változik és végeredményben a húzóerő csökken. A csökkenés mértéke — az ultrahangrezgések nagy körfrekvenciája miatt — a forgószerszámmal elérhetőnél lényegesen nagyobb. Axiális rezgetéskor a súrlódó vektorhatás a súrlódóerő értelmének megváltozásával indokolható. Ennek eredményeként az alakítást gátló súrlódóerőből a rezgésperiódus egyes szakaszaiban az alakítást segítő aktív erő lesz. Végső eredményben a húzóerő jelentős mértékben csökken [6].

Az US Naval Ordnance Test Station acélhuzalokkal folytatott kísérletei szerint axiális gerjesztéssel 13%-os keresztmetszet-csökkenésnél 80%-os erőmegtakarítás érhető el [8].

Romvári és Tisza [9], [10] a Nehézipari Műszaki Egyetemen alumínium- és lágyacélhuzalokon végeztek kísérleteket. Kimutatták, hogy az erőcsökkenés a rezgési amplitúdóval arányos és a húzási sebesség növekedése miatt csökkenő hatékonyság, a rezgésintenitás növelésével kompenzálható.

Szeverdenko és munkatársai [11] kimutatták, hogy intenziv ultrahangrezgések alkalmazásakor a szuperpozíciós mechanizmus mellett a húzóerő csökkenésben jelentős szerepet játszik az ultrahangnak a fémek mechanikai anyagjellemzőire gyakorolt hatása is.

Sämann [12] vörösréz ∅ 0,422 mm-ről ∅ 0,095 mm-re való ultrahangos húzását — a hagyományosan szükséges 16 húzási fokozattal szemben — 9 húzási fokozattal valósította meg.

A húzási sebesség növelése

A huzalgyártás termelékenységének növelésére legkézenfekvőbb megoldásnak tűnik a húzási sebesség növelése. Ennek lehetősége azonban több szempontból is korlátozott.

Az első problémát a kiinduló huzal folyamatos adagolása jelenti. További korlátozó tényező a huzal és az alakító szerszám felületi hőmérsékletének növekedése.

Jaenichen [13] szerint a húzási sebesség növelése gépi oldalról nem jelent problémát, annál nagyobb gond azonban a huzalmelegedés és a kőkopás. Acélhuzal száraz húzásakor a húzási sebesség 11,7—13,3 m/s-re korlátozódik, a nedves húzás sebessége elérheti a 20 m/s értéket. Angol húzóművek nagy szilárdságú ($R_m = 2000$ N/mm²), kisátmérőjű (0,1 mm) acélhuzal húzásakor 25 m/s sebességről is beszámolnak.

Réz és egyéb nemvas fémek húzásánál már 50 m/s húzási sebességet is alkalmaznak, azonban azt is megjegyzik, hogy gazdaságossági szempontból helyesebb két 25 m/s sebességű gép alkalmazása.

A súrlódási és kenési feltételek javítása

Kerm [14] a fő kenőanyaggal szemben támasztott követelményeket az alábbiakban foglalja össze:

— nagy termelékenységet tegyen lehetővé,
— csökkentse a kőkopást,
— sokoldalúan használható legyen,
— ne legyen káros hatása az anyagra,
— megfelelő kémiai stabilitása legyen,
— esetlegesen jó hűtőképessége legyen,
— ne legyen az egészségre ártalmas.

A húzás szempontjából legkedvezőbb hidrodinamikus kenési állapot megvalósításának két alapvető módja ismeretes:

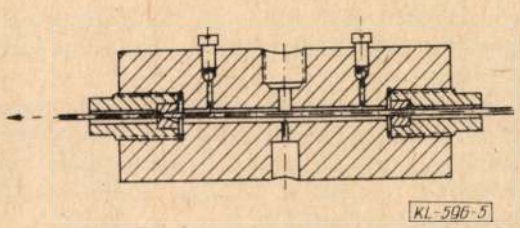
— a kenőfolyadékban külső nyomással kialakított, és
— a húzási folyamat által létrehozott hidrodinamikus kenési állapot.

Az *5. ábrán* látható szerszám az első elv alapján épült. Az első kő csupán vasalást végez a tömítés biztosítására, a tényleges alakváltozás túlnyomó része a második szerszámban következik be. Ezzel a szerszámmal végzett kísérleteket *Butler* [15]: 3,175 mm kiinduló átmérőjű alumínium huzalt alakított, a kész huzal 2,67 mm átmérőjű volt. A kísérletekhez egy könnyű petrolszármazékot és egy Shell SAE 30 típusú olajat alkalmazott. A húzási sebességet 5 m/s értékig növelte. A húzóerő 30%-kal csökkent, és a nehezebb Shell kenőanyagnál volt nagyobb mértékű. A nyomás növelésével az erőcsökkenés növekedett.

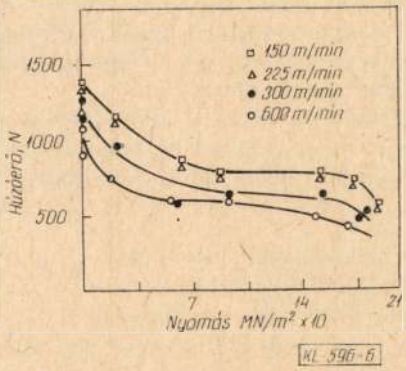
Thompson és munkatársai [16] hasonló módon rézhuzalt alakítottak, Ondina 33 márka-jelű kenőanyag alkalmazásával. A húzóerőcsökkenést a folyadék nyomás függvényében az *6. ábra* szemlélteti.

A két húzóköves eljárás kedvező lehetőségeket teremt a hagyományos huzalgyártás teljesítménynövelésére:

— a szerszám a hagyományos húzógépbe beépíthető,



5. ábra. Húzószerszám, külső nyomással megvalósított hidrodinamikus kenési állapot kialakításához



6. ábra. Az 5. ábrán látható szerszámmal történt húzásnál a kenőanyagban létrehozott nyomás és a húzóerő összefüggése, különböző húzási sebességek esetén (kenőanyag: Ondina 33)

— jelentős húzóerőcsökkenés érhető el,
— a késztermék felületi minősége jobb, mint hagyományos húzáskor.

Különleges huzalgyártó eljárások

A különleges alakítási eljárások jelentős része azon alapul, hogy a külső állapottényezőket:
— a feszültségállapot,
— a hőmérséklet,
— az alakváltozási sebesség paramétereit
úgy rendelik egymás mellé, hogy abból az alakítás optimális termomechanikus rendszere alakuljon ki. A különleges huzalgyártási eljárások is az alakítás optimális termo-mechanikus rendszerének kialakítására törekszenek. Kiemelt helyet foglal el azonban a feszültségállapot. *Kármán Tódornak* a század elején márvánnyal végzett kísérletei óta ismert, hogy a törés nélkül megvalósítható képlékeny alakváltozás annál nagyobb, minél inkább a háromtengelyű nyomás az uralkodó feszültségi állapot (azaz minél negatívabb a hidrosztatikus feszültségkomponens).

Az ezen elv hasznosítására irányuló törekvések között kiemelkedő helyet foglal el a hidrosztatikus extrudálás.

A hidrosztatikus extrudálás

A hidrosztatikut extrudálás lényege, hogy a matricában a munkadarabot nyomásátvivő közegként folyadék veszi körül, amely
— az alakváltozás szempontjából kedvező feszültségi állapotot teremt,
— kiküszöböli a szerszámfal és a munkadarab közötti súrlódást.

Az eljárás előnye, hogy
— a nyomásátvivő folyadék — leggyakrabban speciális olaj — biztosítja a kenést a folyatókúpban;
— a falsúrlódás megszűnése az alakítás nyomásigényét függetlenné teszi az előgyártmány hosszától, ezáltal lehetővé válik olyan hosszú extrudált termék előállítása, amely hagyományosan nem érhető el;
— a nagynyomású folyadék támasztó hatása miatt a folyatandó előgyártmány tetszőleges alakú — akár feltekercselt huzal — is lehet;
— présmaradék nem képződik, ami optimális szerszámgeometria kialakítását teszi lehetővé.

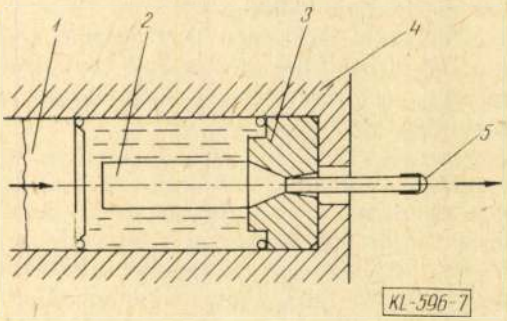
Mindezek együttesen azt eredményezik, hogy hidrosztatikus extrudálással
— igen nagy alakváltozások valósítható meg;
— bonyolult keresztmetszetek is előállíthatók;
— hosszú kiinduló termékek használhatók fel.

Ezért
— nagy termelékenység érhető el;
— kevés hulladék képződik;
— növekszik a szerszám élettartama;
— javul a termékek felületminősége, méretpontossága.

A módszer gyakorlati hasznosítására irányuló kutatómunka eredménye a hidrosztatikus extrudálásnak az alábbiakban ismertetett változata.

Hidrosztatikus extrudáló-húzás

Az eljárás a hidrosztatikus extrudálásnál egyébként fellépő instabilitást (lengéseket) olymódon küszöböli ki, hogy az alakítótérben létesített nyomást a folyamat megindításához szükséges szint alá csökkenti és az alakított szálat húzza *(7. ábra)*. Az alakító feszültség döntő hányadát a hidrosztatikus nyomás képezi. A késztermék feltekercselése úgy oldható meg, hogy ezzel a szabályozott húzóerőt is megkapjuk.



7. ábra. A hidrosztatikus extrudáló-húzás elvi vázlata
1 — nyomódugattyú, 2 — extrudálandó rúd, 3 — extrudáló matrica, 4 — nyomásfelvevő henger, 5 — megfogó, húzószerkezet

Pugh [17] a hidrosztatikus extrudáló-húzást elemezve meghatározta az extrudáló nyomás (p), a kiegészítő húzófeszültség (t), az összehasonlító alakváltozás (φ) és a szerszám nyílásszöge (α) közötti összefüggést. A levezetést mellőzve, a

$$p+t=(R^{\lambda}-1)\left(k_f\frac{1+\lambda}{\lambda}-t\right)$$

kifejezés adódott, ahol

$R=\frac{D^2}{d^2}=e^{\varphi}$ a folyatási arány,

$\lambda=\mu \operatorname{ctg} \alpha$

k_f=az alakítási szilárdság

Pugh [18] szerint a szükséges extrudáló nyomás és a folyatandó anyag *(Vickers)* keménysége között szoros korreláció van, ezért a folyamat hidrosztatikus nyomásigénye a legegyszerűbben a

$$p=(5{,}79\ \mathrm{HV}+61{,}7)\ (\mathrm{MPa})$$

empirikus összefüggéssel számítható [19].

A National Engineering Laboratory huzalok hidrosztatikus extrudáló-húzására alkalmas gépe [19] három fő egységből áll:
— hidraulikus prés, a szükséges nagynyomású felvevővel (recipiens);
— egyenes húzópad;
— forgódobos húzóblokk.

A hidraulikus prés 5 MN nyomóerejű, vízszintes elrendezésű. Az extrudáló közeg rendszerint 4 : 1 arányban kevert glicerin és glikol.

A húzópad 0,2 MN húzóerejű, 0,33 m/s sebességű. A huzal gyártásához az egyenes húzópad helyett forgódobos húzógép iktatható be, 2250 N húzóerővel, 12,2 m/s maximális húzási sebességgel.

A hidrosztatikus extrudáló-húzás szakaszos művelet, szemben a hagyományos huzalgyártás folya-

matos jellegével. Ezért a hidrosztatikus extrudálóhúzást elsősorban olyan területen használják, ahol a hagyományos huzalgyártás is többé-kevésbé szakaszosnak tekinthető. Ez — a gyakori huzalszakadások miatt — a finomhuzalgyártás területe. *Wilkinson* és munkatársai [20], valamint NEL [21] alumínium és vörösréz finomhuzalok gyártására használta eredményesen ezt a módszert. Az utóbbi olyan berendezést készített, amely 0,127 mm átmérőjű vörösréz huzalból 3,8 kg-ot képes feldolgozni 33,4 m/s sebességgel.

Folyamatos hidrosztatikus extrudálás

A további kutatások arra irányulnak, hogy a hidrosztatikus huzalgyártás előnyeit a közép- és durvahuzal gyártásban is egyesítsék a hagyományos huzalgyártás egyik legfontosabb jellemzőjével; a technológia folyamatosságával.

Az eljárás alapproblémája: az extrudálandó félgyártmányt a külső környezetből kell a szélsőségesen nagy nyomású extrudáló kamrába folyamatosan, állandó sebességgel bejuttatni. A megoldást az ún. viszkózus vonszoló hatás elvének felhasználásával, a Western Electrics Engineering Research Center kutatói dolgozták ki [22]. A *8. ábrán* látható adagoló alkalmas a viszkózus vonszolóhatás elemzésére. A áramló viszkózus közegben a belépőnyílástól a kilépő nyílás irányában haladva nyomásesés jön létre, miközben a közeg a cső közepén elhelyezett rúdra tolóhatást fejt ki. A viszkózus tolóhatás a rúdban olyan axiális nyomófeszültséget eredményez, amely arányos a folyadékban létrejövő nyomáseséssel.
A Newtoni folyadékban a tolófeszültség:

$$\sigma_t = \mu \frac{dv}{dr},$$

ahol: μ a folyadék viszkozitása,

$\frac{dv}{dr}$ a sebesség-gradiens.

Ebből számítható a rúdra ható tolóerő, illetve a rudat terhelő tengelyirányú feszültség:

$$\sigma_a = \Delta p \left[1 - \frac{\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1}{2 ln\left(\frac{D}{d}\right)} \right],$$

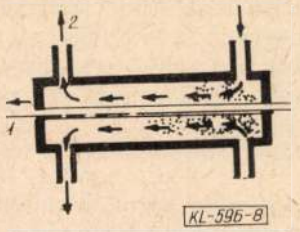
ahol:

p—a nyomásesés,
D—a csőátmérő,
d—a rudátmérő.

Az ilyen adagolásnál problémát jelent, hogy a rúd megzömülését, megfolyását az adagolócsőben meg kell akadályozni. Ennek feltétele:

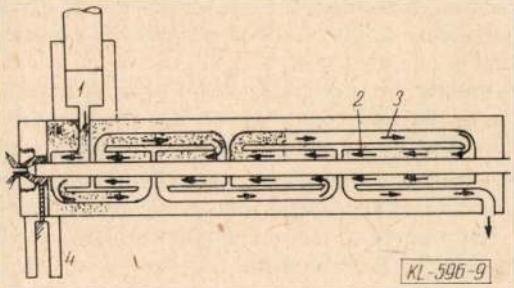
$$p_a < p + k_f.$$

A p cellanyomás — a szerszám szilárdsága és az axiálisan még nem terhelt (a cella legelején levő) rúd elvékonyodása ($p_0 < k_{f0}$) miatt — korlátozott. A fenti egyenlőtlenség azt mutatja, hogy az egy vonszoló cellával elérhető előtoló erő általában kevés a rúd extrudálásához. Ezért több nyomásfokozó cella egymás utáni kapcsolására és a folyadékáramlás reverzálására van szükség *(9. ábra)*.



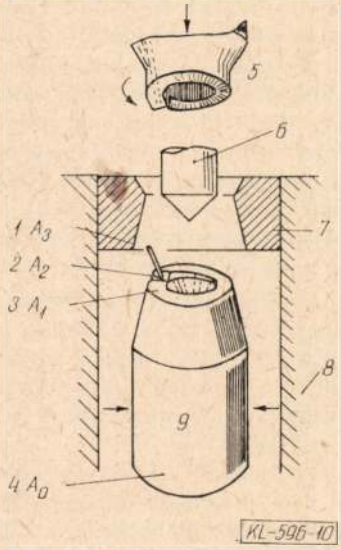
8. ábra. Elvi ábra a viszkózus vonszolóhatás elvének tanulmányozására

1 — vonszolt huzal, 2 — vonszoló közeg



9. ábra. Viszkózus vonszoló adagoló vázlata

— extrudáló-kenő folyadék, 2 — előreáramló vonszoló közeg, 3 — visszaáramló vonszoló közeg, 4 — extrudáló-kenő folyadék elvezetés



10. ábra. Spirális extrudálás vázlata

1 — készterméket keresztmetszete (A_3), 2 — négyszögkeresztmetszetű tekercs (A_2), 3 — körgyűrű keresztmetszet (A_1), 4 — kiinduló keresztmetszet (A_0), 5 — forgó szerszám, 6 — lyukasztókúp, 7 — extrudáló matrica, 8 — nyomásfelvevő henger, 9 — kiinduló rúd

A Western Electrics kutatói, az előző elvek figyelembevételével, fejlesztettek ki egy félüzemi, folyamatos hidrosztatikus extrudáló berendezést, amely alapgépként egy komplex gyártóberendezés része.

A folyamatos hidrosztatikus extrudálásról az első eredményeket Fuchs publikálta. A kísérleti berendezéssel 7,62 mm kiinduló átmérőjű vörösréz huzalt extrudáltak 3,93 mm átmérőre.

Spirális extrudálás (Hidrospin, Helical Extrusion)

Az eljárás kidolgozása *Green* [23] nevéhez fűződik *(10. ábra)*, amely a hidrosztatikus extrudálólyukasztás és a forgácsolás szellemes kombinációja:

— kismértékű hidrosztatikus extrudálás, eredménye egy körgyűrű keresztmetszet,
— a kialakított cső tulajdonképpeni forgácsolása egy szorosan feltekercselt négyszög keresztmetszetű tekercsé,
— végső redukció a forgó szerszám üregén át.

A kezdeti kísérleti munkához a Fielding and Platt Limited England [14] készített berendezést, amely 63 mm-es vörösréz bugát dolgozott fel. A végtermék átmérője 2,54 mm volt (a keresztmetszet viszony így 625), ehhez 925 MN/m² hidrosztatikus nyomásra volt szükség. A további kísérletekkel 2500 : 1 keresztmetszet-csökkenést is elértek.

Kísérletek bizonyítják [25], hogy a visszamaradó présmaradék után újabb darab is beadagolható anélkül, hogy az extrudált huzalban a kötés helye észlelhető lenne. A színesfémhuzal finomszemcsés, újrakristályosodott (a nagy alakváltozás és a nagymértékű felmelegedés miatt), további feldolgozásra kíválóan alkalmas.

Egyéb folyamatos extrudáló eljárások

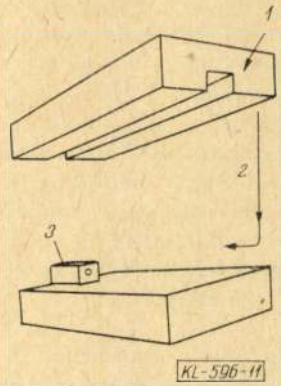
Az eddig ismertetett eljárásokban az alakításhoz szükséges nagy nyomást folyadékközeg adta át. A súrlódás halmozódó munkáján alapult eljárások alapötletét a United Kingdom Atomic Energy Authority munkatársa, *Green* [26] szabadalmaztatta 1972-ben. Eszerint a két szerszámfél közötti vájatba helyezett darab a felső szerszámfél előre mozgatásakor a súrlódás hatására az alső szerszámfélben levő furaton át kisajtolódik *(11. ábra)*. Az eljárás folyamatossá tétele különböző módon valósítható meg, de az alapelv azonos marad.

A Conform eljárás szerint *(12. ábra)* az extrudáló hornyot egy tárcsa külső felületén képezik ki. Ezt zárja le egy szegmens, amely tartalmazza az extrudáló nyílást is. Adagolható maximális átmérő alumíniumból 6,35 mm, 40 : 1 keresztmetszet csökkenéssel [27].

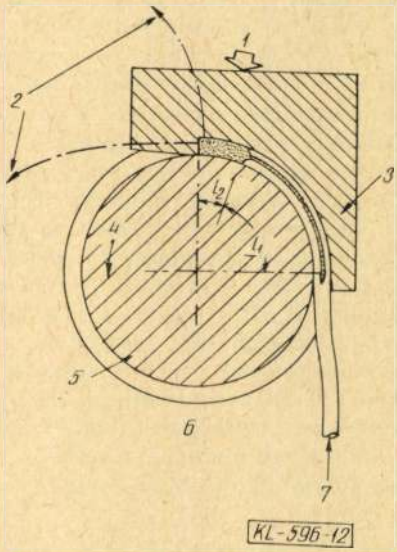
A korábbi fejlesztések során [28] rézből 20 : 1, alumíniumból 260 : 1 keresztmetszetcsökkenést sikerült elérni. Réz extrudálásakor a kilépő huzal hőmérséklete elérte a 400 °C-t, amely újrakristályosodott, finomszemcsés szerekezetet eredményezett. Az eljárás a hagyományos gyártású huzalokkal egyező minőség elérését teszi lehetővé.

Az extrolling eljárás alapötletét *Avitzur* szabadalmaztatta. Itt a nyers darab behúzását a különlegesen kiképzett hengerek végzik el. Az első kísérleteket ólommal végezték 6,731 mm átmérőről 2,3 mm átmérőre alakítottak 8,56 : 1 keresztmetszet viszonnyal [29]. A kísérletek során megállapították, hogy a legtöbb extrudálható anyag ezzel az eljárással is feldolgozható.

A Linex eljárás a folyamatos extrúziót két lánctalphoz hasonló vonszoló elemmel oldja meg lánctalphoz hasonló vonszoló elemmel oldja meg [30]. A beadagolt darab matricával érintkező oldalfelületeit kenik, de gondosan ügyelnek arra, hogy az alsó és a felső felületek szárazak maradjanak. Ez az eljárás még csak a laboratóriumi kísérleteknél tart.



11. ábra. A folyamatos extrudáló eljárások alapötlete (elvi vázlat)
1 — mozgó szerszámfél, 2 — mozgáspálya, 3 — alakító szerszámfél



12. ábra. A Conform eljárás vázlata
1 — leszorító erő, 2 — késztermék, 3 — állósaru, 4 — forgásirány, 5 — forgó hornyolt tárcsa, 7 — előtoló rúd

Összefoglalás

Az irodalmi közlemények következtetéseit összefoglalva megállapítható, hogy
— a huzalgyártás fejlesztésében kiemelt jelentőségűek a hagyományos eljárások teljesítménynövelésére irányuló törekvések, mivel ezek a már jól bevált gépsorok továbbfejlesztésével megoldhatók,
— az új, különleges eljárások többsége forradalmian új megoldást jelent; mind a megvalósítható redukció, mind pedig a húzási sebesség szempontjából.

Az új eljárások bevezetése azonban jelentős beruházásokat és sok kutatómunkát igényel. Úgy véljük azonban, hogy az elkövetkező időkben a huzalgyártó gépeket előállító vállalatok közül csak azok lesznek képesek a nemzetközi élvonalban maradni, amelyek — az új eljárások meghonosításával járó kockázatot is vállalva — törekednek a hagyományostól eltérő eljárások megvalósítására.

IRODALOM

[1] *Hofsten, O. — Lindstrand, E.:* Forgó húzókő alkaljazása húzásnál. Jernkont. Annales, 1958. p. 158—163.
[2] *Petzold, M. — Giehler, W.:* Kutatási zárójelentés VEB Stahl und Welzwerk Henningsdorf, NDK.

[3] *Perlin, V.:* Teoria volocsenia Metallurgia, Moszkva, 1971.
[4] *Romvári, P. — Tisza, M.:* Effect of superimposed ultrasonic vibrations on the mechanism of plastic deformation. Publ. Techn. Univ. for Heavy Ind., Machinery, 1976, 33. k. p. 61—72.
[5] *Tisza, M.:* Az ultrahang rezgések hatása a fémek egytengelyű húzóvizsgálatánál. Gép, 1978.
[6] *Tisza, M.:* Az akusztikai energia hatása a húzási folyamatra. NME Közleményei, Kohászat, 1978.
[7] *Sansome, D.:* Umformen mit Anwendung mechanischer Schwingungen. Ind. Anz, 1974. 5. sz. p. 1031—1034.
[8] *Robinson, A.:* The application of ultrasonic energy to metel wire drawing. Wire and Wire Prod, 1964, 12. sz. p. 1925—1930.
[9] *Romvári, P. — Tisza, M. — Gál, G.:* Az ultrahang alkalmazása csőelektróda gyártásánál. Gép, 1975. 6. sz. p. 240—243.
[10] *Tisza, M.:* Az ultrahang energia alkalmazása huzal és csőhúzásnál. IV. Vaskohászati Hidegalakító Konf., Dunaújváros, 1974.
[11] *Szeverdenko, V. — Klubovics, V.:* Prokatka iv volocsenie sz ultrazvukom. Nauka i Technika, Minszk, 1971.
[12] *Sämann, K.:* Drahtziehen unter mechanischen Hochfrequenzschwingungen. Zeit. ind. Festig. 1971. 11. sz. p. 672—676.
[13] *Jeanichen, E.:* Hohe Ziehgeschwindigkeiten bei Stahldrähten. Draht-Welt, 1966, 9. sz. p. 605—614.
[14] *Kerm, J.:* Wire and Wire Prod, 1966. 2. sz. p. 255—310.
[15] *Butler, L.:* Continous Wire-Drawing. Wire In, 1965. 3. sz. p. 267—270.
[16] *Thompson, P. — Hoggart, J.:* Drawing Copper Wire with a lubricant under externally generate pressure. J. Inst. Met, 1967. p. 152—158.
[17] *Pugh, D. — Donald, C. — Wilkinson, P.:* Hydrostatic extrusion-drawing. Engineering Solids, 1972. p. 133—144.
[18] *Pugh, D.:* Metalworking using fluid pressure Ann. Rev. Mater. Sci. v. 2, Palo Aldo California, 1972.
[19] *Pugh, D. — Donaldson, F.:* Hydrastatic Extrusion — A Review, Annals of C. I. R. P, 1972, 2. sz. p. 167—186.
[20] *Wilkinson, T. — Hodge, D. — Pugh, D.:* Machine for the hydrostatic extrusion-drawing of wire. Prod. Inst. Mech. Eng. 1972, 44. sz. p. 499—507.
[21] *Hodge, D. — Pugh, D. — Wilkinson, T.:* A now method of producing wire. Wire Industry, 1973. 1. sz. p. 49—52.
[22] *Fuchs. J.:* High pressure continous wire-extrusion Research Report, Western Electric Co. USA, 1970.
[23] *Green, D.:* Hydrospin — a new concept of extrusion. Journ. Inst. Met. 1971. 3. sz. p. 75—80.
[24] *Marsch, D.:* Helical extrusion of non-ferrous metals. Z. Metallkunde, 1972. 11. sz. p. 697—701.
[25] *Cairns, M.:* Helical extrusion — wire straight from the billet. Prod. Eng. 1972. 3. sz. p. 13—15.
[26] *Green, D.:* British Patent. Spec. No. 1370894. 1972.
[27] *Etherington, C.:* Conform — A new concept for the continous extrusion forming of metals. Journ. Eng. Ind. 1974. 8. sz. p. 893—899.
[28] *Etherington, C.:* The UKAEA Conform method of continous extrusion forming. Part I—II. Wire Industry, 1977. 2. sz. p. 85—89.
[29] *Avitzur, B.:* Extrolling: Conbining Extrusion and Rolling. Wire Journ, 1975. 6. sz. p. 73—80.
[30] *Alexander:* New forming processes. Metals Technology, 1976. 9. sz. p. 393—411.

Beszámoló a külföldi konferenciáról

Osztrák vaskohászati napok, 1980.

Az Eisenhütte Österreich ez évben az angol The Metals Society-vel közösen rendezte meg április 21—24. között a Vaskohászati Napokat Leobenben.

A rendezvényen az osztrák résztvevők mellett számos külföldi szakember is megjelent. A résztvevők száma közel 400 volt. A külföldi vendégek tiszteletére április 21-én este Leoben város polgármestere adott fogadást. Ezt követő napon került sor a leobeni Bányászati Egyetemen az osztrák egyesület éves közgyűlésére. Beszámoló hangzott el az egyesületi életről, jóváhagyták az egyesület pénzügyi gazdálkodását és megválasztották az új vezetőséget.

Ezután az osztrák és az angol egyesületek elnökei *J. Fegerl* és *G. W. van Stein Callenfels* nyitották meg a Vaskohászati Napokat. A rendezvényen a címének — „Energiatakarékos vas- és acélgyártás" — megfelelő előadások sorozata hangzott el négy csoportban: energiahelyzet és kihatása az acéliparra, nyersvasgyártás, acélgyártás és melegalakítás.

A hetvenes évek energia vonatkozású tanulságairól és a következő évtized kilátásairól tartott bevezető előadást *dr. Ulf Lantzke*, a Párizsban székelő Nemzetközi Energiaügynökség igazgatója. Előadásának főbb megállapításai:

Az olaj árának közel hússzoros növekedése kritikus helyzetet teremtett. Ennek nyomán keletkező problémák leküzdésére a 70-es éveket az ipari országok nem használták ki. Emiatt és az árak további növekedése következtében a 80-as évek még nehezebb időszaknak ígérkeznek. Az energiával való takarékosság és az energiahordozók szerkezetének átalakítása a 90-es évekre könnyítést hozhat. Az ipari szektorban az energiafelhasználás 10—20%-ára becsülik a takarékosság lehetőségét. Ilyen vonatkozásban nagy szerepet vállalhat a vas- és acélipar, amely az ipari energiának 20%-át használja fel. Az előadó stabil olajvilágpiac megteremtését, jelentős csökkenését az olajfelhasználásban, a szénteremlés erőteljes fokozását, az atomerőművek kiépítését, valamint az alternatív energiaforrások gyorsított kifejlesztését tartja szükségesnek a jövő energiagondjainak csökkentésére.

További három plenáris előadásban az osztrák és a nyugatnémet vas- és acélipar energiaellátási gondjait és jövőbeni feladatait tárgyalták, adatokkal és javaslatokkal az előadók.

A nyersvasgyártási szekcióban a kokszolás területén nyert újabb felismerésekről számolt be az előadó. Majd a nyersvasgyártás betétjének előkészítésében elért eredményekről adtak tájékoztatást japán szakemberek.

Az acélgyártó szekcióban a konverter-acélgyártás és az elektroacélgyártás energiamegtakarítási lehetőségeiről, valamint a nemesacélgyártás és a szekundérmetallurgia kapcsolatáról hangzott el ismertetés. Egy linzi előadó az öntecsek és laposbugák előállításának energiamérlegéről számolt be.

A melegalakítási szekcióban lapos termékek hangerlésének energiamegtakarítási lehetőségeiről, egy modern szélesszalag hengersor energiagazdálkodásának fejlődéséről és hengerhuzalok különböző gyártásának energiaigényéről hangzottak el előadások.

A rendezvény ápr. 24-én üzemi látogatásokkal ért véget. Választás szerint a Voest-Alpine linzi, vagy a donawitzi üzemét, illetőleg a Vereinigte Edelstahlwerke kapfenbergi gyárát lehetett megtekinteni. A magyar szakemberek a linzi üzemi látogatáson vettek részt. A Duna mellé telepítés előnyeit a legcélszerűbben kihasználó üzemben a korszerű eljárások és berendezések mellett a rend és tisztaság is a jó hatásfokú szervezettségről tanúskodik.

A Vaskohászati Szakosztály határozata alapján a rendezvényen *Mándoki Andor*, a MVAE műszaki igazgatója, *dr. Répási Gellért*, a Dunai Vasmű műszaki vezérigazgató-helyettese és *dr. Simon Sándor*, egy. tanár képviselték a Vaskohászati Szakosztályt, Egyesületünk vezetősége részéről pedig *dr.Nagy Zoltán* főtitkár vett részt. (MA)

A tisztaság hatása dinamóacélok szövetszerkezetére és textúrájára*

GRÓF TAMÁSNÉ okl. kohómérnök
Csepel Vas- és Fémművek

DK: 669.14.018.583 : 621.78

Különböző tisztaságú kb. 80 %-os alakítással hidegenhengerelt dinamóacélok szerkezet és textura változásának vizsgálata izokron és izoterm hőkezelések után.
Az anyag tisztasága nem befolyásolja az alakítási texturát nagy hengerlési redukciók esetén, de jelentős hatást fejt ki a hőkezelés során kialakuló szerkezetre és texturára.

A dinamóacélok kiváló mágneses tulajdonságai az anyag előnyös szövetszerkezetének és textúrájának köszönhetők. Ezek függenek a kémiai összetételtől, a képlékeny alakítás és a hőkezelés paramétereitől. Jó minőségű anyagok előállításához az alakítás és az újrakristályosodás folyamatainak, az alakítási és hőkezelési textúra kialakulásának, valamint a szemcsenövekedés közben bekövetkező szerkezet és textúra változásoknak komplex tanulmányozása szükséges.

Munkánk során tanulmányoztuk, hogy az anyag tisztasága hogyan hat nagy fogyással hideghengerelt és lágyított dinamóacél szerkezetére és textúrájára.

A szakirodalomban számos közlemény jelent meg, ipari tisztaságú dinamó és transzformátoracélok újrakristályosodásáról, néhányan foglalkoztak azzal is, hogy a vas tisztasága hogyan befolyásolja a szerkezetet és a texturát, viszont nem tudunk olyan munkáról, amely tervszerűen vizsgálta volna a tisztaság hatását szilíciummal ötvözött anyagokon.

Kisérleti körülmények

Kísérleteinket kétféle anyagon végeztük, az egyik üzemi körülmények között készült ipari tisztaságú anyag, a másik tisztább. Az utóbbi acélt vákuumindukciós olvasztás után kétszer elektronsugarasan átolvasztottuk annak érdekében, hogy a karbon és oxigén tartalmát minimálisra csökkentsük és a lehető legnagyobb tisztaságot érjük el a nem fémes zárványok vonatkozásában. A melegen hengerelt anyagok vegyi összetételét az *1. táblázat* tartalmazza.

Mindkét anyagot kb. 80%-os hidegalakítással hengereltük, majd a kivágott mintákat laboratóriumi körülmények között 500, 650 és 800 °C-on egy órás hőntartással, valamint 650 °C-on 10 perces 1, 2 és 5 órás hőntartással hőkezeltük.

Metallográfiai vizsgálatokat végeztünk „*Reichert*" *MeF—2* típusú mikroszkóp segítségével, az átlagos szemcseméretet pedig *Jeffries* módszerével [1] határoztuk meg, egyes esetekben pedig a mikroszkóp „*ASTM raster*" egységét használtuk.

Az alakítási és lágyítási textúra meghatározása érdekében a hengerlési síkkal párhuzamosan a szalagok középső rétegéről {110} és {200} pólusábrákat határoztunk meg. A felvétel *TUR M61* röntgenberendezésre szerelt *excentrikus* textúragoniométerrel [3] készültek, az *α* polárszög 0—70° tartományában.

A *2. táblázatban* látható, hogy a pólusábrákon feltűntetett intenzitás szintek milyen beütésszámnak felelnek meg. A pólusábrákon az 50—70° intervallumba eső intenzitás szinteket szaggatott vonallal jelöljük, mivel a pólusábrák felrajzolásakor nem végeztük el a nagy *α* szögek esetében fellépő intenzitás csökkenés korrekcióját.

A textúrát kvantitatíve *Harris* módszerével [4] meghatározott pólussűrűségekkel jellemeztük, diffraktométer segítségével regisztráltuk az {110}, {200}, {112}, {222} vonalakat. Molibdén sugárzáshoz *Bragg—Brentano* fókuszálást alkalmaztunk [5], etalonként karbonilvas port használtunk.

Az alakítási textura

Azt tapasztaltuk, hogy a 80%-os fogyással hidegen hengerelt ipari tisztaságú, valamint tiszta dinamóacél textúrája egyaránt {100} <011>, {111} <112>, {112} <110> típusú *(1/a* és *1/b ábrák)*.

Legerősebb orientációként az {100} <011> helyzet adódott. Erre utalnak a *3. táblázatban* bemutatott pólussűrűségi adatok is.

Kísérleti körülményeink esetében nagy alakításoknál az anyag tisztasága nem befolyásolta a hideghengerlési textúra jellegét. A különböző tisztaságú dinamóacéloknál mindössze az {112} és a {222} vonalak pólussűrűségében figyelhető meg különbség. Mivel ez a két helyzet a keresztirány körüli 17 fokos szórással egymásba átvihető, lehetséges, hogy a tapasztalt különbség a két orientáció szórásának változására vezethető vissza.

Igen sok munka foglalkozik a különböző tisztaságú vas-szilícium ötvözetek alakítási textúrájának vizsgálatával. A [7—9] munkák szerzői nem tapasz-

* Az eredmények egy része elhangzott az V. Nemzetközi Hidegalakítási Konferencián megtartott előadáson, az NDK-ban, Eisenhüttenstadtban, 1979. június 14.-én.

1. táblázat

A kísérleti anyagok vegyi összetétele a meleghengerlés után (súly %-ban)

Ötvözet	Si	C	O_2	Mn	S	P	Al	N_2
Tiszta dinamóacél	1,50	0,0157	0,0011	0,02	0,006	0,007	0,003	0,0012
Ipari dinamóacél	1,60	0,0520	0,010	0,37	0,035	0,0125	nyomok	0,0043

2. táblázat

Intenzitási szintek és a beütésszámok összefüggése

Reflexió	Percenkénti beütésszám						
{110}	1000	2000	3000	5000	8000	12 000	17 000
Intenzitás szintje	1	2	3	5	8	12	17

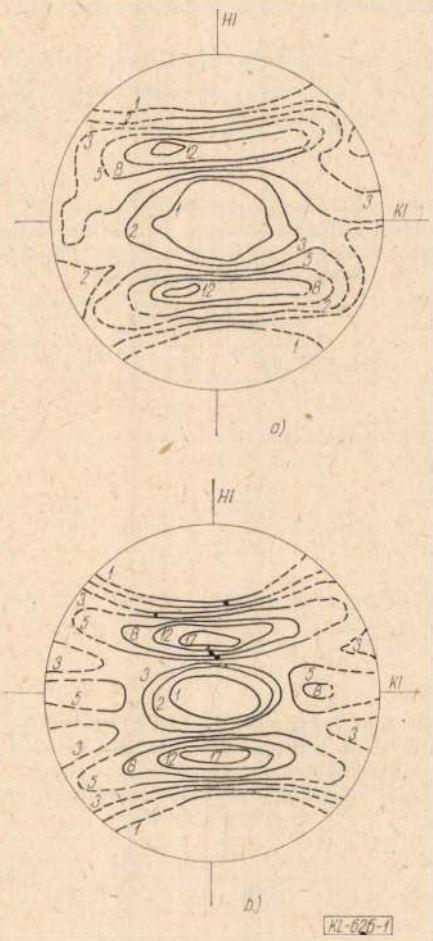
taltak különbséget nagy fogyással végzett hideghengerlés után a különböző tisztaságú vas-szilícium ötvözetek alakítási textúrái között. Ugyanakkor a [10] munkában kimutatták, hogy a különböző tisztaságú vas-szilícium ötvözetek texturáinak hasonlósága dacára nagy különbségek mutatkoznak a különböző orientációk szórása tekintetében, és a tisztább ötvözetek alakítási textúrája jóval bonyolultabb, mint az ipari tisztaságú ötvözeteké. Ezt a jelenséget a [10] munka szerzői azzal magyarázták, hogy a tiszta anyagban kedvezőbb csúszási feltételek alakulnak ki szemcsehatármenti intersticiós szennyező atomok kisebb menynyisége következtében.

A szerkezet és textura változása a lágyítás során

A tiszta dinamóacélban 500 °C-on lágyítás után az alakított szerkezet megmarad, az ipari tisztaságú acél esetében azonban ezen a hőmérsékleten az újrakristályosodott hányad eléri a 100%-ot, (4. táblázat), mutatva, hogy a növelt tisztaságú anyagok primér újrakristályosodása magasabb hőmérsékleten kezdődik, mint az iprai tisztaságú acéloké. Ez a különbség valószínűleg azzal magyarázható, hogy az interstíciós szennyező tartalom csökkentése csökkenti a tárolt energiát, ami emeli az elsődleges újrakristályosodás kezdeti hőmérsékletét.

A hidegen hengerelt különböző tisztaságú dinamóacélok lágyítása során a lágyítási hőmérséklet növelésével növekszik a szemcseméret (4. táblázat). A tiszta dinamóacélok esetében a szemcseméret sokkal jobban nő, ha a lágyítási hőmérséklet 500 °C-ról 800 °C-ra emeljük, mint az ipari tisztaságúnál. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy a tisztább ötvözetben az újrakristályosodott szemcsék határai kedvezőbb feltételek között vándorolnak a szemcsedurvulás során.

A különböző tisztaságú dinamóacélok textúrája a lágyítási hőmérséklet függvényében különbözőképpen alakul. A tiszta dinamóacél textúrájában a lágyítási hőmérséklet növelésének hatására csökken a {200} vonal pólussűrűsége és nő a {222}



1. ábra. 80 % fogyással hidegen hengerelt dinamóacél szalagok középső rétegének {110} pólusábrája (α = 0—70°)
a — tiszta dinamóacél; b — ipari tisztaságú dinamóacél

3. táblázat

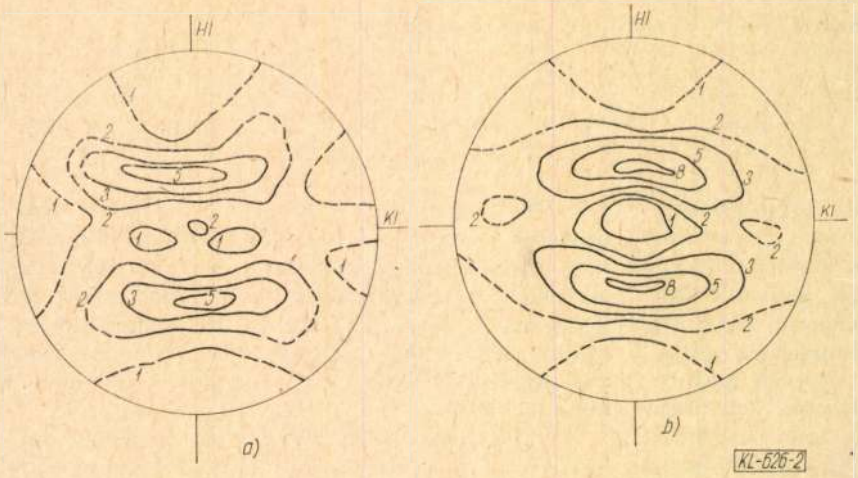
80 %-os fogyással hidegen hengerelt tiszta és ipari tisztaságú dinamóacél szalagok középső rétegeinek pólussűrűsége

Anyag	Pólussűrűség P {h k l}, %			
	{110}	{200}	{112}	{222}
Tiszta dinamóacél	4	59	20	17
Ipari dinamóacél	4	58	15	23

4. táblázat

80 %-os fogyással hidegen hengerelt és különböző hőmérsékleteken lágyított tiszta, ill. iparitisztaságú dinamóacél szalagok középső rétegeinek átlagos szemcseméretе, újrakristályosodott hányada és pólussűrűsége

Hőkezelés °C, 1 óra	Pólussűrűség P {h k l}, %				Átlagos szemcseméret mm	Újrakristályosodott hányad %
	{110}	{200}	{112}	{222}		
Tiszta						
500	2	82	8	8	—	0
650	18	44	16	26	0,022	100
800	24	28	19	29	0,032	100
Ipari tisztaságú						
500	6	40	20	35	0,006	100
650	5	26	21	39	0,013	100
800	7	34	31	29	0,013	100
					0,09 (10 – 15 %)	



2. ábra. 650 °C-on 1 órás hőntartással kőkezelt dinamóacél szalagok középső rétegének {110} pólusábrája (a = −70 °C = 0)
a — tiszta dinamóacél; b — ipari tisztaságú dinamóacél

vonalaké (4. táblázat). Ugyanakkor az ipari tisztaságú dinamóacélok {200} vonalának pólussűrűsége csökken, ha a lágyítási hőmérsékletet 650 °C-ig növeljük, azonban nő a hőmérséklet további növelésével 4. táblázat). Az ipari tisztaságú dinamóacélok esetében a {222} vonal pólussűrűsége 650 °C-ig gyakorlatilag nem változik, azonban csökkenni kezd, ha a lágyítási hőmérsékletet tovább növeljük. Az {112} vonal pólussűrűsége a lágyítási hőmérséklet növelésével nő, úgy a tiszta, mint az ipari dinamóacél esetében.

A tiszta dinamószalagok 500 °C-os lágyítás hatására kialakuló textúrája sok komponensű, az {100}<011>, {111}<112>, {112}<110> helyzetekkel jellemezhető. A legerősebb az {100}<<011> orientáció. Ez a textúra a kb. 80%-os hideghengerlési redukciót követő alakítási textúrával azonos jellegű, de jelentős eltérések vannak az alakított (3. táblázat) és a lágyított (4. táblázat) állapotú anyagok pólussűrűségei között annak ellenére, hogy az 500 °C-os hőkezelés után is megmarad az alakított szövetszerkezet. A 650 °C-os lágyítást követően a dinamóacél textúrájában megjelenik a Goss komponens *(2/a ábra)*, az {110} vonal erőssége a lágyítási hőmérséklet növekedésével megnő (4. táblázat). A 800 °C-os lágyítást követően a nagytisztaságú dinamóacél textúráját négy komponenssel írhatjuk le, ezek csökkenő sorrendben: {100}<011>, {11}<112>, {110}<<001> (4. táblázat). Az ipari tisztaságú dinamóacélok textúrája az összes vizsgált hőmérsékleten {100}<011>, {111}<112>, {112}<110> típusú.

A tiszta dinamóacélokban a textúra mélység függésének vizsgálatát is elvégeztük. Az {110}, {200}, {112}, {222} vonalak intenzításait megmértük a szalag felületi rétegében, a szalag felületétől a szalagvastagság 1/4-ével távolodva, illetve a szalag középső rétegében. A rétegek eltávolítását mechanikus csiszolással végeztük, a felkeményedett réteget kémiai maratással távolítottuk el. Az így nyert pólussűrűség értékeket a *5. táblázatban* tüntettük fel. A 650 °C-on lágyított mintákban a felülettől távolodva a {200} pólussűrűség növekszik, a {222} pólussűrűség pedig csökken. A 800 °C-on kilágyított minták esetében a felülettől távolodva a {200} pólussűrűség csökken, míg a {222} gyakorlatilag nem változik. Mint említettük, a 650 °C-os lágyítás hatására a tiszta dinamóacél textúrájában megjelenik a Goss komponens, az {110} vonal erőssége a felülettől távolodva megnő úgy a 650 °C-on mint a 800 °C-on lágyított minták esetében.

A kapott eredmények nemcsak arról tanúskodnak, hogy a lágyítási textúra a vastagság mentén inhomogén, de arról is, hogy a textúra vastagságmenti mélység függésének jellege eltérő a primér újrakristályosodás és a szemcse durvulás folyamán.

Az eddig ismertetett kísérletek során izokrón hőkezeléseket ($t = 1$ óra) alkalmaztunk. 650 °C-on végeztünk hőkezeléseket 10 perctől 5 óráig ter-

5. táblázat

80 %-os fogyással hidegen hengerelt különböző hőmérsékleteken 1 órás hőntartással lágyított tiszta dinamóacél szalagok különböző rétegeinek pólussűrűsége

Hőmérséklet	Pólussűrűség P {h k l} %				
	Réteg	{110}	{200}	{112}	{222}
500	felület	3	61	17	20
	1/4 mélys.	3	69	17	10
	közép	2	82	8	8
650	felület	12	30	13	45
	1/4 mélys.	13	34	17	36
	közép	18	44	16	26
800	felület	10	39	18	33
	1/4 mélys.	14	32	21	33
	közép	24	28	19	30

6. táblázat

80 %-os fogyással hidegen hengerelt és 650 °C-on különböző hőntartási időkkel lágyított tiszta dinamóacél szalagok középső rétegeinek átlagos szemcseméret és pólussűrűsége

Hőntartási idő	Pólussűrűség {P %}				Átl.szemcseméret, mm
	{110}	{200}	{112}	{222}	
10 perc	21	47	15	16	0,016
1 óra	18	44	16	26	0,022
2 óra	19	34	27	19	0,064
5 óra	16	34	24	26	0,064

jedő hőntartási időkkel. Eközben a különböző tisztaságú dinamóacélokban végbemegy a szemcse növekedés, a tiszta dinamóacél szemcseméret csaknem négyszeresére nő. Ugyanilyen feltételek mellett az ipari tisztaságú dinamóacélok szemcseméret mindössze másfélszeresére növekszik *(6. táblázat)*. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy, akárcsak az izokrón lágyítások esetében, a tisztább ötvözetekben kedvezőbb feltételek alakulnak ki az újrakristályosodott szemcsék határainak vándorlásához.

Az izotermikus lágyítás hőntartási ideje különböző tisztaságú dinamóacéloknál eltérő módokon hat a pólussűrűség változásaira. A tiszta dinamóacélok {200} vonalának pólussűrűsége kismértékben csökken, míg a {222} és az {112} vonalak pólussűrűsége nő (6. táblázat) a hőntartási idő növelésével. Tehát a pólussűrűség változásának *jellege* hasonló a növelt tisztaságú dinamóacélok izokrón lágyítás során megfigyelhető változásához.

Az ipari tisztaságú dinamóacélok esetében a különböző vonalak pólussűrűsége a hőntartási idő függvényében gyakorlatilag nem változik.

A tiszta dinamóacél textúrájában az izotermikus hőkezelés során megjelenik az {110}<001> komponens, az {110} vonal pólussűrűsége a hőntartási idő függvényében gyakorlatilag nem változik (6. táblázat). Az összes vizsgált hőntartási idő esetében a textúra sok komponensű {100}<<011>, {110}<011>, {111}<112>, {112}<<110>, a hőntartási idő függvényében a komponensek aránya változik (6. táblázat). Az ipari tisztaságú dinamóacélokban 650 °C-os lágyítás után az összes vizsgált hőntartási idő mellett {100}<<011>, {11}<112>, {112}<110> sok komponensű textúra van, a komponensek aránya a hőntartási idő növelésével változik. A Goss komponens, mely ezen anyagok izokrón lágyítási textúráiban nem figyelhető meg, ugyancsak hiányzik az izotermikus lágyítások feltételei mellett.

Nehéz egyértelmű magyarázatot adni arra, hogy az egyes textúrakomponensek mikor erősödnek, illetve gyengülnek az elsődleges újrakristályosodás, illetve normális szemcsedurvulás során. Szerepe lehet annak, hogy az egyes összetevők szemcsehatárainak mozgékonysága eltérő, valamint annak, hogy a tárolt energia mennyisége függ, az orientációtól [11], ez a különbség a megújulás, sőt az elsődleges újrakristályosodás során megmarad [12]. A [12, 13] munkák szerzői feltételezik, hogy az {110} és a {222} orientációk, melyek magasabb tárolt energia szinttel rendelkeznek, gyorsabban újrakristályosodnak, mint az {112} orientáció és még gyorsabban mint a {200} orientáció. Az általunk végzett pólussűrűség mérések is ennek az összetevőnek az erősödésére utalnak.

Következtetések

1. Az anyag tisztasága nem befolyásolja lényegesen a nagy fogyással (kb. 80%) hidegen hengerelt dinamóacélok alakítási textúráját.

2. Az anyag tisztasága kihat a dinamóacélok szerkezetének a nagy alakítással végzett hideg hengerlést követő lágyítás közben fellépő változásainak jellegére:

a) A tiszta dinamóacélokban később kezdődik az elsődleges újrakristályosodás.

b) Ugyanakkor a szemcsedurvulási szakaszban sokkal intenzívebb szemcsenövekedés tapasztalható.

c) A tiszta dinamóacél 650 °C-os lágyítási textúrájában megjelenik a Goss komponens, melynek mennyisége a hőmérséklet növelésével megnő. Ez az összetevő az ipari tisztaságú acélok lágyítási textúrájában nem figyelhető meg.

d) A tiszta dinamóacélok textúrájában a lágyítási hőmérséklet és idő növelésével nő a {222} vonal pólussűrűsége, az ipari tisztaságú dinamóacélok esetében ezen vonal pólussűrűsége a hőmérséklet növelésével csökken, a hőntartási idő növelése esetén gyakorlatilag nem változik.

3. A tiszta dinamóacél lágyítási textúrája a szalag vastagsága mentén inhomogén, és a textúra mélységfüggésének jellege a primér újrakristályosodási és a szemcse növekedési szakaszokban eltérő.

IRODALOM

[1] *Szaltükov, Sz. Sz.:* Sztereometricseszkaja metallografia, Moszkva, Metallurgia, 1970.
[2] *Schulz, L. G.:* J. Appl. Phys. 1949, *20*, 1030.
[3] *Egri László:* 163842 sz. szabadalom.
[4] *Harris, G.:* Phil. Mag. 1952, *43*, 1113.
[5] *Gorellik, Sz. Sz. et. al:* Rentgengrafia i elektronnoopticseszkij analiz, Moszkva, Metallurgia, 1970.
[6] *Wassermann, G., Grewen, J.:* Teksztura metallicseszkih materialov, Moszkva, Metallurgia, 1969.
[7] *Inagaki, H. Suda T.:* Texture, 1972, *1*, 2129.
[8] *Stickels, C. A.:* Trans. Met. Soc. AIME 1965, **33*, 393.
[9] *Dillamore I. L. et. al:* Met. Sci. 1967, *1*, 7, 49.
[10] *Markov, Ju. et. al:* Fizika met. metalloved. 1970, *30*, 1, 126.
[11] *Lebrun. J. L. et. al:* Textures of Mater. Proc. 5—th Inter. Confer. Textures of Mater. Aachen, 1978, 513.
[12] *Chachalak, M.:* Kovové mater., 1978, *16*, 2, 221.
[13] *Mivhalek, J. T. et. al:* „Met. Trans." 1979, *10A*, 975.

Felhívjuk tagjaink figyelmét Vaskohászati Szakosztályunk 1980. évi pályázatára. A beküldési határidő: december 31. A pályázat részletes szövege lapunk 1979. évi 11. számának 516. oldalán található.

A mechanikai igénybevétel szerepe az austenites saválló acélok feszültségkorróziós folyamatában

HIRSCH ISTVÁN okl. kohómérnök
Vasipari Kutató Intézet

DK: 669.14.018.841 : 620.197.2

A tanulmány felhívja a figyelmet az austenites saválló acélok feszültségkorróziójának jelentőségére. Ismerteti a feszültségkorrózió lényegét, majd a mechanikai igénybevételnek az austenites saválló acélok feszültségkorróziójában játszott szerepével foglalkozik.

Bevezetés

Külföldi adatok szerint az Fe-Cr-Ni saválló acélból készült alkatrészeken, szerkezeteken tapasztalt korróziós meghibásodások jelentős hányadát teszi ki a feszültségkorróziós meghibásodás: *Collins* [1] az ipar széles területéről gyűjtött nagyszámú adat feldolgozásával ezt az arányt 21%-nak találta.

A VASKUT-ban végzett kárelemző munka során képet kapunk az ipar egyes területein bekövetkező meghibásodásokról. Eddigi munkánk során azt tapasztaltuk, hogy még az összes lehetséges (nem csak korróziós eredetű) meghibásodást figyelembe véve is nagy a feszültségkorrózió részaránya. Az austenites saválló acéloknál különösen gyakran fordult elő.

A Paksi Atomerőműben nagy mennyiségű austenites saválló acélt használnak fel szerkezeti anyagként. A már üzembe helyezett atomerőművek kárelemzési tapasztalatai azt mutatják, hogy ezen a területen is gyakori az említett acélok feszültségkorróziós meghibásodása.

A kérdés fontossága nem tükröződik a hazai szakirodalomban. Az 1951—1975 között eltelt 25 évben egyetlen cikk sem jelent meg erről a témáról [2], 1975 óta pedig egy [3]. A külföldi szakirodalomban egyetlen év alatt több mint 70 munkát közöltek az austenites saválló acélok feszültségkorróziójáról [4]. Több hazai irodalomkutatás és kísérleti munka szükséges ahhoz, hogy ez a téma a hazai kutatásokban is elfoglalja a gyakorlat igényeinek megfelelő helyet.

Hazánk évi korróziós kárait jelenleg évi 15—18 milliárd forintra becsülik. Ha ennek egyötöde esik feszültségkorrózióra — ami reálisnak látszó becslés — akkor is évi 3—4 miliárd forintról van szó.

A jelen munkában általában a feszültségkorróziót, közelebbről pedig az austenites saválló acélok feszültségkorrózióját előidéző mechanikai igénybevétel jellemző tulajdonságait ismertetjük részben a szakirodalomból, részben saját tapasztalatainkból levonható következtetések alapján. Összehasonlítjuk ezt az igénybevételt üzemi, illetve a szokásos kísérleti körülmények között. Ehhez kapcsolódva szó lesz a kísérleti eredmények általánosításának korlátairól és a tervezés legfontosabb kérdéseiről.

A feszültségkorrózió folyamata

Az egyidejű mechanikai és korróziós igénybevétel hatására létrejövő repedéseket első ízben a XIX. század második felében figyelték meg. Legalábbis ekkor ismerték fel, hogy ezek a repedések — eredetüket tekintve — különböznek mindenfajta addig ismert repedéstől, a repedés kialakulásához vezető folyamat pedig nem magyarázható az addig ismert folyamatokkal, vagy az addig ismert folyamatok egymásra épülésével. Azóta bebizonyosodott, hogy valóban önálló folyamatról van szó, amely később a feszültségkorrózió nevet kapta.

A feszültségkorrózió az anyagban lejátszódó összetett mechanikai-kémiai folyamat, amely akkor alakulhat ki, ha az egyidejű mechanikai és kémiai (korróziós) igénybevételnek kitett anyag mechanikai vagy kémiai viselkedését a másik igénybevétel jelenléte jellegében változtatja meg, a másik igénybevétel nélkül mutatott viselkedéséhez képest. A fenti meghatározás némileg különbözik a szokásos meghatározásoktól, amelyek általában a tönkremenetel meggyorsulását és a két igénybevétel egymást fokozó hatását emelik ki. Az utóbbi tulajdonságok azonban nem csupán a feszültségkorróziós folyamatokat jellemzik. Bizonyos acélok bizonyos körülmények között lejátszódó lyukkorróziójának sebessége például ki mutatható mértékben függ a próbatestet terhelő feszültség nagyságától. A feszültség jelenléte meggyorsítja a lyukkorróziót, a képződött lyukak pedig a feszültségkoncentráció folytán növelik a lyukak tövében a feszültséget, ami tovább gyorsítja a lyukkorrózió folyamatát. A két igénybevétel egymás hatását fokozza, mégsincs szó feszültségkorrózióról. A kémiai igénybevétel jelenléte ebben az esetben nem változtatja meg a próbatest mechanikai viselkedésének jellegét. A feszültségek nagysága, eloszlása és az alakváltozások szempontjából nem lényeges, hogy jelen van-e az oldat vagy nincs: az oldatba helyezett próbatest a korróziós lyukak kialakulásának mindegyik szakaszában ugyanúgy viselkedik mint a megfelelő, hasonló geometriájú próbatest, amit oldat nélkül terhelnek. A mechanikai igénybevétel sem változtatja meg a korróziós folyamat jellegét, mechanizmusát, csupán a sebességét növeli meg.

A feszültségkorrózió esetében az igénybevételek minőségi változásokat szenvednek. Ez többféle módon lehetséges. Az acél rugalmas alakváltozása például elősegíti a korróziós folyamatban keletkező hidrogén behatolását a repedés tövét körülvevő anyagba. Ha ez a folyamat a mechanikai feszültség jelenléte miatt számottevő mértékben végbemegy, akkor a repedést környező anyag viselkedése, például további alakváltozásának

mechanizmusa is megváltozik. Végső soron a mechanikai igénybevétel jelenléte miatt a kémiai igénybevétel jellege egy újfajta hatás fellépése révén megváltozott, ahhoz az állapothoz képest, amikor a kémiai igénybevétel csak a külső felület geometriájának változását idézte elő (mint a korábban említett lyukkorróziós példában.)

Az igénybevételek jellegének egymás hatására bekövetkező módosulása tehát a feszültségkorróziós folyamatot jobban meghatározó kritérium mint a két igénybevétel egymást fokozó hatása, mivel az utóbbi nem csupán a feszültségkorróziós folyamatokat jellemzi.

A fentiek alapján meg lehet különböztetni az anyagra ható igénybevételek két nagyobb csoportját. Eszerint az anyag mechanikai és kémiai igénybevétel hatása alatt áll, ha a mechanikai és kémiai változások jellege ugyanolyan mint a másik igénybevétel hiányában, csak esetleg sebességük tér el. Egy-egy speciális esetet jelent az, amikor közülük az egyik igénybevétel elhanyagolható. Feszültségkorróziós igénybevétel akkor lép fel, ha a két igénybevétel egymás hatását jellegében megváltoztatja, és ezáltal minőségileg új hatások keletkeznek. Nem csupán a külső körülményektől, hanem az adott anyagtól (összetételétől, állapotától stb.) is függ, hogy mechanikai és kémiai igénybevétel, vagy feszültségkorróziós igénybevétel lép-e fel. Adott külső igénybevétel az egyik anyagra nézve feszültségkorróziós igénybevételt jelent, egy másik anyagnál pedig csak mechanikai és kémiai igénybevétellel kell számolni, vagyis az egyik anyagnál megváltozik a folyamatok jellege, a másiknál nem.

A feszültségkorróziós igénybevétel csak akkor okoz feszültségkorróziót, ha bizonyos nagyságot elér. A mechanikai és a kémiai igénybevétel alapján nem lehet következtetni a feszültségkorróziós igénybevétel nagyságára, mivel eddig nem született átfogó elmélet arra vonatkozóan, hogy a két igénybevétel milyen módon változtatja meg egymás hatását. Külön-külön jelentéktelen nagyságú mechanikai és kémiai igénybevétel számottevő nagyságú feszültségkorróziós igénybevétellé egyesülhet; az iparban néhány hónap alatt feszültségkorrózió miatt tönkrement szerkezetek mechanikai és kémiai igénybevétele olyan kicsi, hogy belátható időn belül nem mentek volna tönkre, ha ezek az igénybevételek külön vagy felváltva hatnak. Egyelőre nem lehet eldönteni, a két igénybevétel milyen párosítása képes egy adott anyagban megindítani a feszültségkorrózió folyamatát. A tapasztalatok szerint a mechanikai igénybevétel növelésével általában nő a feszültségkorróziós igénybevétel. A kémiai igénybevételre ez a megállapítás nem érvényes: az általános korrózió szempontjából agresszív oldatok általában nem okoznak feszültségkorróziós igénybevételt, illetve feszültségkorróziót.

A feszültségkorróziós igénybevétel két „összetevője" közül a mechanikai igénybevételt vizsgáljuk.

A mechanikai igénybevétel szerepe

Az üzemelő szerkezetben, alkatrészben fellépő feszültségek — eredetük szerint — két nagy csoportba sorolhatók: lehetnek üzemi feszültségek vagy maradó feszültségek. Az üzemi feszültségek az üzemi igénybevétel hatására keletkező feszültségek. Minden egyéb feszültség maradó feszültség: ezek a szerkezet kialakításának valamelyik műveletéből (műveleteiből) származnak, tehát már az üzemelés megkezdése előtt jelen vannak. A maradó feszültségek általában a hidegalakítás, a hegesztés vagy a hőkezelés hatására keletkeznek.

A szerkezetben fellépő bármilyen eredetű feszültség, vagy ezek eredője, lehet a feszültségkorróziós igénybevétel mechanikai összetevője, és így bármelyik okozhat feszültségkorróziót, ha nagysága a folyamatot befolyásoló többi tényezőtől függő értéket eléri. A különböző eredetű feszültségek természetesen nem egyforma gyakran okoznak feszültségkorróziót, hiszen előfordulásuk gyakorisága a szerkezetben, nagyságuk, eloszlásuk, tehát jellemző tulajdonságaik eltérőek. Minél nagyobb, és minél gyakrabban fordul elő az adott eredetű feszültség, annál nagyobb a valószínűség, hogy kedvezőtlen körülmények esetén feszültségkorróziót fog okozni.

A folyamat szempontjából a szerkezet felületén ébredő feszültség a döntő, a keresztmetszet többi részét terhelő feszültség hatása sokkal kevésbé lényeges. A feszültségkorrózió kezdeti szakaszában a szerkezetnek csak a külső felülete áll feszültségkorróziós igénybevétel hatása alatt, ezért az itt ébredő feszültségtől függ hogy megkezdődik-e a folyamat (létrejön-e a felületen repedés), vagy nem. Ha létrejött a repedés, akkor általában be is hatol az anyagba, függetlenül attól, milyen volt a feszültség eloszlása, értéke az anyag belsejében a folyamat megindulása előtt. Ritkán fordul elő az üzemelő szerkezetekben olyan eloszlású feszültség, amely a felületen képes létrehozni a feszültségkorróziós repedést, de terjedését nem képes fenntartani. A köszörülésből eredő maradó feszültségek a felülettől néhány tizedmilliméterre már elhanyagolható nagyságúak, mégis esetenként képesek olyan méretű repedéseket kialakítani, amelyek a repedés tövében fellépő feszültségkoncentráció és a keresztmetszet csökkenése folytán az eredeti feszültség viszonylag kis értéke mellett is képesek továbbterjedni és törést okozni, feszültségkorróziós mechanizmussal.

Az üzemi meghibásodások összesítésével kapott adatok a folyamat befolyásoló tényezőiről sok hasznos információt nyújtanak. Az *1. táblázat* többszáz meghibásodás vizsgálata alapján azt foglalja össze [5], hogy a különböző eredetű feszültségek

1. táblázat

Az austenites saválló acélból készült szerkezeteken feszültségkorróziót okozott feszültségek eredet szerinti megoszlása, többszáz káreset alapján [5]

A) Maradó feszültség	
1. hidegalakításból	43,6 %
2. hegesztésből	9,5 %
3. 1. és 2. együttesen	11,9 %
B) Üzemi feszültség	0,8 %
C) A és B együttesen	28,6 %
D) Nincs adat	5,6 %

milyen arányban okoztak feszültségkorróziót az austenites saválló acélokon. Szembetűnő a maradó feszültségek nagy, és az üzemi feszültségek kis részaránya.

A mai ismeretek szerint csak húzófeszültség okozhat feszültségkorróziót, nyomófeszültség nem. A szerkezet, alkatrész felületi rétegében nyomófeszültséget keltve (például szemcseszórással), meg lehet előzni a feszültségkorróziót.

Az újabb kutatások más eredetű feszültségeket is feltártak. Ezek a feszültségek a korróziós folyamat során keletkeznek és esetenként egyéb feszültség nélkül is képesek feszültségkorróziót okozni. A szilárd és a gáz alakú korróziótermékek idézhetnek elő ilyen feszültségeket.

A szilárd korróziótermékek a felületi résekbe, mikroüregekbe rakódva feszítő hatást fejthetnek ki. Az így adódó feszültség nagyságát *Pickering* [6] előzetesen bemetszett, külső feszültséggel nem terhelt, a belső feszültségek megszűntetésére feszültségmentesítő hőkezelésnek alávetett austenites saválló acél próbatesteken vizsgálta. Mérései szerint a bemetszésbe larakódott szilárd korróziótermékek 28—49 N/mm^2 feszültséget hoztak létre. Ez a feszültség — az adott körülmények között – elég nagy volt ahhoz, hogy elindítsa a feszültségkorróziós folyamatot.

A korróziós folyamatban keletkező hidrogén is kelthet feszültségeket a következő mechanizmus szerint: a közeg és az acél határfelületén a korróziós folyamat során felszabaduló hidrogén először hozzákötődik a felülethez, majd belép az acélba, és összegyűlik a feszültséggyűjtő helyeken — rések, mikrorepedések tövében. Az itt összegyűlt hidrogén molekulákká egyesülhet, vagy az acél karbonjával metánt képezhet. A gáz feszítőereje elősegíti a repedések kialakulását és terjedését. *Nielsen* [7] 42%-os, forrásban levő magnéziumklorid oldatban az austenites saválló acélból készült (bemetszetlen) próbatesteken feszültségkorróziós repedések kialakulását figyelte meg. A próbatesteket nem terhelte külső feszültség és az esetleges belső feszültségeket is a vizsgálat előtt a lehető leggondosabban megszüntette. A jelenlegi ismeretek szerint ebben az esetben a mechanikai igénybevétel csak a hidrogén hatásából eredhetett.

A mechanikai igénybevétel tehát lehet a korróziós folyamattól független (üzemi és maradó feszültség), és lehet a korróziós folyamattól függő, a folyamat során keletkező feszültség.

Valamely, feszültségkorrózióra hajlamos anyag döntő fontosságú jellemzője az a feszültség (küszöbfeszültség), amely adott körülmények között még éppen nem okoz feszültségkorróziót. Az austenites saválló acélokon hosszú idő óta végeznek technológiai, újabban pedig törésmechanikai kísérleteket ilyen feszültségek meghatározására, de a kísérletek eddig nem hoztak a gyakorlati tervezésben közvetlenül hasznosítható eredményeket. Van ugyan egy technológiai kísérlettel meghatározható feszültségérték, illetve törésmechanikai úton meghatározható K_{ISCC} érték, ahol a repedés létrejöttéhez illetve továbbterjedéséhez szükséges idő rohamosan nő — sőt, adott vizsgálati idő alatt ezen folyamatok megindulása sem észlelhető — mégsincs egyik esetben sem biztosíték arra, hogy a hosszabb idejű igénybevétel nem indítja meg a feszültségkorróziós folyamatot. Ebben — több egyéb ok mellett — a korróziótermékek okozta feszültségek is közrejátszhatnak.

A próbatest vagy a szerkezet mechanikai igénybevétele a korróziós folyamattól független üzemi és maradó feszültségek, valamint a korróziós folyamat során létrejövő feszültségek eredőjeként alakul ki. A korróziós folyamat során keletkező feszültségek jelenlétét kimutatni, értékét meghatározni csak speciális kísérleti körülmények között lehet. Egyéb körülmények között ez a feszültség nem határozható meg, és így ismeretlen a feszültségkorróziót okozott eredő feszültség is.

Az ismert feszültségekre mind az üzemelés, mind a kísérlet során ismeretlen nagyságú feszültség szuperponálódhat. Ha ez meg is történik, akkor a feszültségkorróziós igénybevételnek kitett szerkezet mechanikai igénybevétele elméletileg nem határozható meg; emiatt például a megengedhető üzemi feszültség értéke sem jelölhető ki. (Természetesen gyakorlati tapasztalatok vannak arra vonatkozóan, hogy egy adott szerkezet, adott körülmények között milyen üzemi feszültséget képes tartósan elviselni.)

Bár a korróziótermékek keltette feszültségek ismertetésének — e terület kezdeti szakaszban levő kutatásainak — viszonylag nagyobb teret szenteltünk, nagy valószínűséggel fel lehet tételezni, hogy az üzemi meghibásodások többségénél mégiscsak az ismert feszültségek a nagyobbak, és így számunkra a fontosabbak. Az ismert feszültségek közé sorolható az üzemi feszültség, és esetenként (ha meghatározzák) a maradó feszültség.

A kísérleti körülmények között alkalmazott névleges feszültség általában nagyobb mint az üzemi feszültség; az austenites saválló acéloknál kb. a rugalmassági határ felétől egészen a szakítószilárdságig terjedő tartományból választanak vizsgálati feszültségszinteket. Azért alkalmaznak nagyobb feszültségeket, hogy csökkenjen a vizsgálati idő, rövidebb idő alatt kapjanak eredményt.

A már bemutatott 1. táblázatból látható, hogy az üzemelő berendezésekben, szerkezetekben a maradó feszültségek nagyobbak mint az üzemi feszültségek: a meghibásodást a vizsgált esetek 65,0%-ában a maradó feszültség okozta, és csak 0,8%-ában az üzemi feszültség.

Kísérleti körülmények között (a leggyakrabban alkalmazott állandó terhelésű vizsgálat viszonyai mellett) a maradó feszültségek általában sokkal kisebbek mint üzemi körülmények között, de nem tekinthetők nullának. Igaz, hogy a viszonylag

2. táblázat

A különböző eredetű feszültségek viszonya üzemi és kísérleti körülmények között

Feszültségek	Üzemi	Kísérleti körülmények
Maradó fesz.		>
Névleges fesz.		>
Korrziótermék okozta fesz.		?
Összes fesz.		?

kisméretű próbatestek kimunkálásakor a maradó feszültségek egy része csökken, esetleg megszűnik, de éppen a megmunkálás újabb maradó feszültségeket vihet a próbatestbe. Nagyságuk a megmunkálás (gyalulás, köszörülés) körülményeitől függ; csak utólagos hőkezeléssel szüntethetők meg.

Az ismertetett feszültségek viszonyát a *2. táblázat* foglalja össze. A táblázat az általános helyzetet tükrözi, ettől természetesen lehetnek eltérések.

Összefoglalás

Az austenites saválló acéloknál, üzemi körülmények között, a maradó feszültségek okoznak leggyakrabban feszültségkorróziót; ez gyakori előfordulásuk, és az üzemi feszültségeket gyakran meghaladó nagyságuk következménye. A meghibásodás veszélye csökkenthető a szerkezet felületén fellépő húzófeszültségek nagyságának csökkentésével (pl. alkalmas feszültségcsökkentő hőkezelés, más gyártástechnológia vagy konstrukció alkalmazásával), vagy felületi nyomófeszültségek létrehozásával. Az utóbbi célra esetenként megfelelő módszer a szemcseszórás.

Újabban kimutatták a korróziótermékek keltette feszültségeket, amelyek önmagukban is képesek feszültségkorróziót okozni. Ez a tény a feszültségkorrózió számos kérdésének újraértékelését teszi szükségessé. A korróziótermékek keltette feszültségek szerepe a különböző körülmények között valószínűleg eléggé eltérő. A további kutatások fontos feladata ezen kérdések tisztázása.

Az austenites saválló acélok feszültségkorróziós tulajdonságainak vizsgálatára jelenleg egyetlen olyan módszer sincs, amely lehetővé tenné az adott üzemi körülmények között megengedhető feszültség meghatározását. Ezekkel a módszerekkel az egyes anyagok feszültségkorróziós tulajdonságainak relatív összehasonlítása sem lehetséges, legalábbis ami az üzemi körülmények között várható viselkedést illeti. Gyakran előfordul, hogy a kísérlet körülményeinek kismértékű megváltoztatása az anyagok feszültségkorróziós hajlamának egymásra vonatkoztatott sorrendjét is megváltoztatja.

Mostanában nálunk is felmerül, és egyre sürgetőbbé válik az adott célra feszültségkorróziós szempontból legmegfelelőbb austenites saválló acél kijelölésének feladata. Ez éppen az előbb említett összehasonlító vizsgálatok során kapott bizonytalan eredmények általánosításának veszélyét rejti magában.

E vizsgálatok bizonytalan eredményei helyett inkább a korszerű technológiák anyagmegválasztási gyakorlatára célszerű támaszkodni, figyelembe véve a kárelemzés tapasztalatait is. Ha pedig aktívabb munkára is van igény — és persze lehetőség — alapkutatást kell végezni, ahol a fő cél a lejátszódó folyamatok minél sokoldalúbb és alaposabb megismerése legyen.

IRODALOM

[1] *Collins, J. A.:* NACE Northeast Regional Conference, Buffalo, N. Y., Oct. 1969.
[2] A magyar nyelvű korróziós szakirodalom válogatott bibliográfiája 1951—1975, NEVIKI, Veszprém, 1979.
[3] *Hirsch, I.:* X. Kohászati Anyagvizsgáló Napok, Balatonaliga, 1979. május 2—6.
[4] 1978 Metals Abstracts Annual Index, Vol. 11, Part 1
[5] Report on Stress Corrosion Cracking of Austenitic Stainless Steels, ASTM Special Technical Publication No. 264, Baltimore, 1964.
[6] *Pickering, H. W. — Beck, F. H.:* Corrosion, Vol. 18 (1962), No. 6
[7] *Nielsen, N. A.:* Corrosion-NACE Vol. 27 (1971), No. 5

A DIN 39Cr4 acél perlit lemeztávolsága az átalakulási hőmérséklet függvényében

DR. ROÓSZ ANDRÁS — DR. GÁCSI ZOLTÁN
okl. kohómérnökök
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémtani Tanszék

DK: 669.112.322.1

A szerzők a túlhűtés hatását vizsgálták az átlagos valódi perlit lemeztávolságra DIN39Cr4 acél esetén. Bemutatnak egy új, egyszerű, a gömbszerű fázisokra kidolgozott Swartz-Saltykov módszerhez hasonló eljárást, mellyel könnyen kiszámítható a valódi lemeztávolság sűrűségfüggvénye, melyből meghatározható az átlagos valódi lemeztávolság.

Bevezetés

Számos kutató foglalkozott — főként eutektoidos acélok esetében — a perlit lemeztávolságának az átalakulási hőmérsékletektől való függésével [1—12], mert a perlitlemez-távolság nagymértékben befolyásolja az acélok mechanikai tulajdonságait. A szerzők vagy a minimális lemeztávolságot, vagy egy átlagos látszólagos lemeztávolságot határoztak meg. A minimális lemeztávolság csak akkor jellemző, ha a lemeztávolság az egész próbában állandó. Ez általában nem teljesül. Az átlagos látszólagos lemeztávolság pedig nem jellemzi egyértelműen a lemezes szerkezetet.

Az átlagos valódi lemeztávolság meghatározásához ismerni kell a valósi lemeztávolságok eloszlását. Ebben a munkában egy előző cikkünkben [13] kidolgozott módszer továbbfejlesztett változatával határoztuk meg az átlagos valódi lemeztávolságot az átalakulási hőmérséklet függvényében.

Vizsgálati anyag

Kísréleteink során DIN39Cr4 ferrit-perlites acélt vizsgáltunk, melynek összetétele az alábbi volt: C = 0,40%, Si = 0,25%, Mn = 0,55%, Cr = 1,01%, S = 0,03%, P = 0,03%.

Hőkezelés

A próbadarabokat 850 vagy 1050 °C-on 30 percig austenitesítettük, majd önfürdőben izotermásan hőkezeltük annyi ideig, hogy az átalakulás éppen befejeződjék. Az ehhez szükséges idő 675 °C-on 20 perc, 650 °C-on 25 perc, 620 °C-on 30 perc volt. Az izotermás hőkezelés után vízben hűtöttük a próbadarabokat. Az izotermás hőkezelés bizonytalansága ±2 °C volt.

Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A próbadarabokat nedves csiszolás és gyémántpasztás polírozás után 2 térfogat % HNO_3 tartalmú alkoholos oldatban marattuk. Ezután kétlépéses karbonlenyomatok segítségével minden próbadarabról 50 felvételt készítettünk. Egy-egy felvételen 2—3 perlitkolónia részlete látszik, így a vizsgált perlitkolóniák száma 100 és 150 között volt. Az alkalmazott elektronmikroszkópos nagyítás 6000 és 15 000 között változott.

Az átlagos valódi perlitlemeztávolság meghatározása

Előző munkánkban [13] közöltünk egy módszert, mely segítségével meghatározható a valódi lemeztávolságok sűrűségfüggvénye és ebből az átlagos valódi lemeztávolság. A módszer abban a formában kissé nehézkes, mert a [13]-ban közölt [5] egyenletrendszert minden esetben lépésenként kell megoldani, hogy a sűrűségfüggvény adatait (A_i) megkapjuk. Mérési eredményeinket a módszer egy továbbfejlesztett változatával értékeltük ki, melyet az alábbiakban mutatunk be. Az (5) egyenletrendszer j-edik tagja általánosan a következő módon írható fel:

$$f_s(S_{0,j}) = \sum_{i=1}^{j-1} A_i \sqrt{1-\left(\frac{S_{0,i}}{S_{0,j}}\right)^2} \qquad (1)$$

ahol $f_s(S_{0,j})$ az összegzett eloszlás függvény értéke $S_{0,j}$ lemeztávolságnál, vagyis azon kolóniák számhányada, amelyekben a látszólagos lemeztávolság legfeljebb $S_{0,j}$.

A_i a $S_{0,i}$ valódi lemeztávolsággal rendelkező kolóniák térfogathányada.

Egyszerűbben használható és általánosabb alakhoz juthatunk, ha a két egymást követő S_0 érték közötti különbséget (ΔS) az alábbiak szerint adjuk meg:

$$\Delta S = S_{0,i} - S_{0,i-1} = \frac{S_{0,1}}{a} \qquad (2)$$

ahol a pozitív egész szám.

Ekkor

$$S_{0,i} = S_{0,1}\left(1+\frac{i-1}{a}\right) \text{ és } S_{0,j} = S_{0,1}\left(1+\frac{j-1}{a}\right) \qquad (3)$$

A (3) egyenlet figyelembevételével az (1) egyenlet:

$$f_s(S_{0,j}) = \sum_{i=1}^{j-1} A_i \sqrt{1-\left(\frac{a+i-1}{a+j-1}\right)^2} = \sum_{i=1}^{j-1} A_i \alpha_{i,j}^{a} \qquad (4)$$

Ha a polidiszperz rendszert n számú monodiszperz rendszerre osztjuk, akkor n számú egyenletet kell felírnunk, hogy az A_i értékeit meg tudjuk határozni.

Mivel $f_s(S_{0,1}) = 0$, a (4) egyenletnél j értéke 2 és $n+1$ között változik.

Az n egyenletből álló egyenletrendszer általánosan felírható:

$$\overline{f_s} = [\alpha^{a,n}]\overline{A} \qquad (5)$$

ahol az $\overline{f}_s$ vektor elemei: $f_s(S_{0,2}), \ldots, f_s(S_{0,j}), \ldots, \ldots, f_s(S_{0,n+1})$

az A vektor elemei: $A_1 \ldots A_i \ldots A_n$

az $\alpha^{a,n}$ együttható mátrix nullától különböző elemei:

$$\begin{array}{ccccc}
\alpha_{1,2}^{a,n} & & & & \\
\vdots & & & & \\
\alpha_{1,j}^{a,n} & \alpha_{2,j}^{a,n} & \ldots & \alpha_{i,j}^{a,n} & \ldots \quad \alpha_{j-1,j}^{a,n} \\
\vdots & & & & \\
\alpha_{1,n+1}^{a,n} & \alpha_{2,n+1}^{a,n} & \ldots & \alpha_{i,n+1}^{a,n} & \ldots \quad \alpha_{n,n+1}^{a,n}
\end{array}$$

Az $[\alpha^{a,n}]$ $n \times n$ méretű négyzetes alsó háromszög mátrixok érdekes tulajdonsága, hogy egyes különböző a értékekhez tartozó elemeik kölcsönösen megfelelnek egymásnak:

$$\alpha_{i,j}^{a,n} - \alpha_{i-k,j-k}^{a+k,n}, \quad \text{ahol } 1 \leq k \leq n-1$$

Például, ha $a=1$, $j=3$, $i=2$

$$\alpha_{2,3}^{i,n} = \sqrt{1-\left(\frac{2}{3}\right)^2}$$

és

$$a=2, \quad j=2, \quad i=1$$

$$\alpha_{1,2}^{2,4} = \sqrt{1-\left(\frac{2}{3}\right)^2}$$

így az $[\alpha^{1,2n-1}]$ mátrix tartalmazza az $[\alpha^{1,n}]$, $[\alpha^{2,n}] \ldots, [\alpha^{n,n}]$ mátrixok összes elemét.

A gyakorlatban elegendő a polidiszperz rendszert 10 monodiszperz rendszerre bontani és $S_{0,1}$ értéke is mindig kisebb, mint $10\Delta S$. Tehát a értéke maximálisan 10. Ebben az esetben az $[\alpha^{1,19}]$ együttható mátrix tartalmazza a gyakorlatban szükséges összes együttható mátrixok elemeit (ahol $n=10$ és $1 \leq a \leq 10$).

A valódi lemeztávolság sűrűségfüggvényét (A) az (5) egyenletből az alábbiak szerint kapjuk:

$$\overline{A} = [\alpha^{a,n}]^{-1} \qquad (6)$$

Az $[\alpha^{a,n}]^{-1}$ inverz mátrix hasonló tulajdonsággal bír, mint az $[\alpha^{a,n}]$ együttható mátrix. Így az $[\alpha^{1,19}]^{-1}$ inverz mátrix tartalmazza mindazon inverz mátrix összes elemét, ahol $n \leq 10$ és $1 \leq a \leq 10$.

Az *1. táblázat*ban bemutatjuk az $[\alpha^{1,19}]^{-1}$ inverz mátrixnak azt a részét, amelyik szükséges az $[\alpha^{1,10}]^{-1}$ inverz mátrixok képzéséhez. A táblázatban vékony vonallal körülhatároltuk a különböző a értékekhez tartozó inverz mátrixokat. A fentiek alapján a valódi lemeztávolságok sűrűségfüggvényét az alábbi lépések szerint kell meghatározni:

1. táblázat

1.1547									a = 1										
-1.4606	1.3416									a = 2									
0.2221	-1.7566	1.5119									a = 3								
0.0494	0.2928	-2.0158	1.6667									a = 4							
0.0170	0.0690	0.3495	-2.2473	1.8091									a = 5						
0.0074	0.0249	0.0849	0.3981	-2.4580	1.9415									a = 6					
0.0037	0.0113	0.0315	0.0984	0.4413	-2.6525	2.0656									a = 7				
0.0021	0.0059	0.0147	0.0372	0.1103	0.4805	-2.8340	2.1828									a = 8			
0.0013	0.0034	0.0079	0.0176	0.0422	0.1211	0.5168	-3.0048	2.2942									a = 9		
0.0008	0.0021	0.0046	0.0096	0.0202	0.0467	0.1310	0.5506	-3.1662	2.4004									a = 10	
	0.0014	0.0029	0.0057	0.0111	0.0225	0.0509	0.1403	0.5824	-3.3201	2.5022									
		0.0020	0.0037	0.0067	0.0125	0.0247	0.0547	0.1489	0.6126	-3.4671	2.6000								
			0.0025	0.0043	0.0076	0.0138	0.0267	0.0583	0.1571	0.6413	-3.6082	2.6943							
				0.0029	0.0050	0.0084	0.0150	0.0286	0.0617	0.1649	0.6688	-3.7440	2.7854						
					0.0034	0.0055	0.0092	0.0161	0.0303	0.0649	0.1723	0.6952	-3.8751	2.8737					
						0.0038	0.0061	0.0099	0.0171	0.0320	0.0680	0.1794	0.7206	-4.0020	2.9593				
							0.0042	0.0066	0.0106	0.0181	0.0336	0.0709	0.1862	0.7451	-4.1249	3.0426			
								0.0046	0.0070	0.0113	0.0190	0.0351	0.0737	0.1928	0.7689	-4.2443	3.1236		
									0.0049	0.0075	0.0119	0.0199	0.0365	0.0764	0.1992	0.7919	-4.3604	3.2026	

1. ΔS értékének meghatározása:

$$\Delta S = \frac{S_{max} - S_{min}}{10} \tag{7}$$

ahol: S_{min} ill. S_{max} a mért minimális ill. maximális látszólagos lemeztávolság.

2. a értékének meghatározása:

$$a' = \frac{S_{min}}{\Delta S} \tag{8}$$

Az a' értéke ritka kivételtől eltekintve nem egész szám, ezért a tizedes értékeket elhagyva kapjuk a értékét (így $S_{0,1} < S_{min}$ feltétel teljesül).

3. A monodiszperz rendszerekhez tartozó S_0,i értékek meghatározása:

$$S_{0,1} = a\Delta S$$

$$\vdots$$

$$S_{0,i} = S_{0,1}\left(1 + \frac{i-1}{a}\right) \tag{9}$$

$$\vdots$$

$$S_{0,n} = S_{0,1}\left(1 + \frac{n-1}{a}\right)$$

4. Az összegzett eloszlás függvény adatainak meghameghatározása a mért értékekből (f_s).

Meghatároztuk a perlitkolóniáknak azt a számhányadát $f_s(S_{0,2}), \ldots, f_s(S_{0,j}), \ldots, f_s(S_{0,n+1})$ amelyben a látszólagos lemeztávolság értéke kisebb mint $S_{0,2}, \ldots, S_{0,j}, \ldots, S_{0,n+1}$.

5. Az a értéke alapján kiválasztott inverz együttható mátrixot a (6) egyenlet szerint megszoroztuk az f_s vektorral és megkaptuk az A vektort, vagyis a *valódi lemeztávolság sűrűségfüggvényét.*

6. Az átlagos lemeztávolság:

$$\bar{S}_0 = A_1 \cdot S_{0,1} + \ldots + A_1 \cdot S_{0,1} + \ldots + A_n \cdot S_{0,n} \tag{10}$$

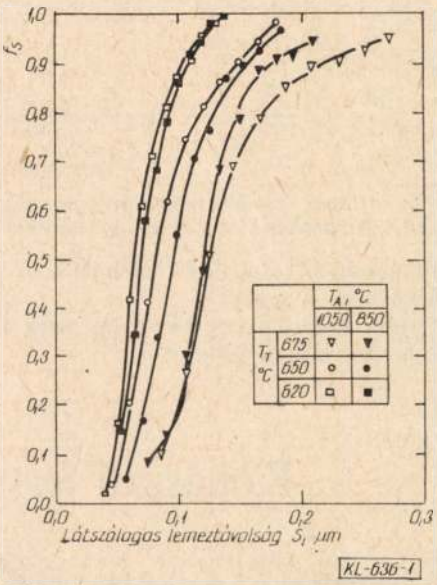
A méréssel meghatározott összegzett eloszlás függvényeket az *1. ábrán*, az ezekből számított valódi lemeztávolságok sűrűségfüggvényeit két különböző austenitesítési hőmérséklet esetében a *2.* és *3. ábrán* mutatjuk be.

Az átlagos valódi lemeztávolságot a túlhűtés (ΔT) reciprokának függvényében ábrázoltuk a *4. ábrán.* Az ábrákon T_A austenitesítési hőmérséklet, T_T átalakulási hőmérséklet.

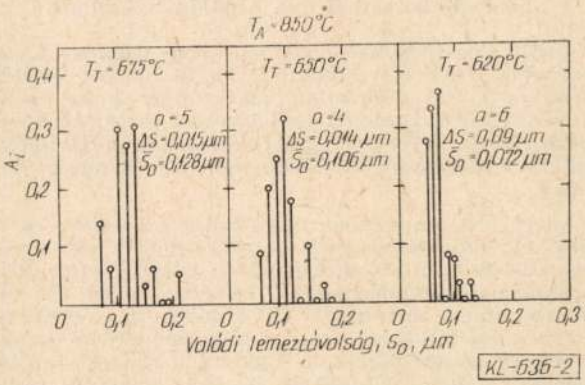
A mérési adatok alapján megállapítható:

1. A Zener [12] által megállapított

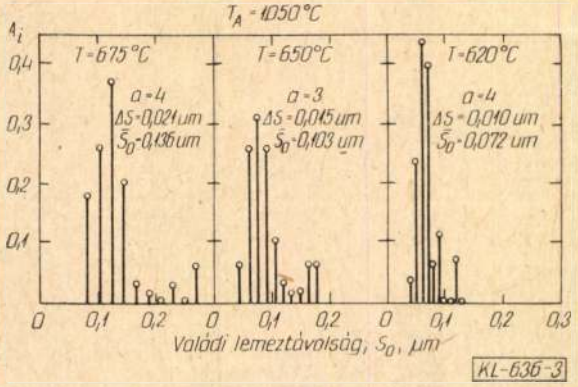
$$\bar{S}_0 = \frac{K}{\Delta T}$$



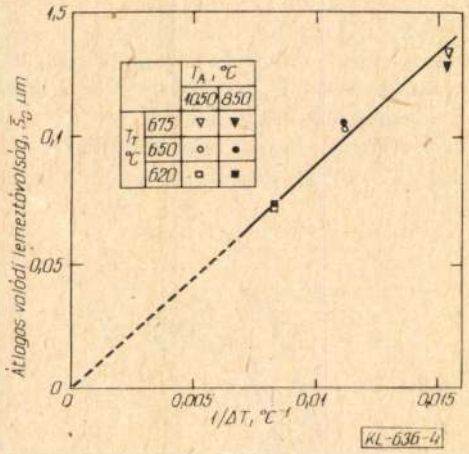
1. ábra. Összegezett eloszlás a görbék különbözőképpen hőkezelt próbadarabok esetében



2. ábra. A valódi lemeztávolságok sűrűségfüggvénye, különböző átalakulási hőmérsékleteken (T_T) Austenitesítési hőmérséklet (T_A): 850 °C



3. ábra. A valódi lemeztávolságok sűrűségfüggvénye l ülönböző átalakulási hőmérsékleteken (T_T) Austenitesítési hőmérséklet: 1050 °C



4. ábra. Az átlagos valódi lemeztávolság (S_0) a túlhűtés reciprokának ($1/\Delta T$) függvényében

összefüggéssel az adatok jól leírhatók. A vizsgált acél esetében $K = 0{,}891$.

2. Az átlagos valódi lemeztávolság nem függ az austenitesítés hőmérsékletétől.
3. A túlhűtés növekedésével a mért minimális és maximális lemeztávolság közötti intervallum csökken.
4. Az átlagos valódi lemeztávolság alkalmas paraméter a lemezes szerkezetek jellemzésére.

IRODALOM

[1] *Cahn, J. W.—Hagel, W. C.:* Divergent pearlite in a manganese eutectoid steel, Acta Met. 1963, 11, 561—574.

[2] *Marder, A. R.—Bramfitt, B. L.:* Effect of continuous cooling on the morphology and kinetics of pearlite. Met. Trans. A. 1975, 6A, 2009—2014.

[3] *Marder, A. R.—Bramfitt, B. L.:* The effect of morphology on the strength of pearlite, Met. Trans. A. 1976, 7A, 365—372.

[4] *Bolling, G. F.—Richmann, R. H.:* Forced velocity pearlite, Met. Trans. 1970, 1, 2095—2104.

[5] *Embury, J. D.—Fischer, R. M.:* The structure and properties of drawn pearlite, Acta Met. 1966, 14, 147—159.

[6] *Langford, G.:* Deformation of pearlite, Met. Trans A. 1977, 8A, 861—874.

[7] *Pols, M. P.—Kirkaldy, J. S.:* The pearlite reaction, Met. Trans. 1972, 3, 2777—2796.

[8] *BroÕn, D.—Ridley, N.:* Rates of nucleation and growth and interlamellar spacing of pearlite in a low-alloy eutectoid steel, JISI, 1966, 204, 811—816.

[9] *BroÕn, D.—Ridley, N.:* Kinetics of the pearlite reaction in high-purity nickel eutectoid steels, JISI, 1969, 207, 1232—1240.

[10] *Cheetham, D.—Ridley, N.:* Isovelocity and isothermal pearlite growth in a eutectoid steel, JISI 1973, 211, 648—652.

[11] *Pellisier, G. E.—HaÕkes, M. F.—Johnson, W. A.—Mehl, R. F.:* The interlamellar spacing of pearlite, Trans. Amer. Soc. Metals. 1942, 30, 1049—1086.

[12] *Zener C.:* Kinetics of the dekomposition of austenite, Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr. 1946, 167, 550—595.

[13] *Baán M.—Roósz A.—Gácsi Z.:* Lemeztávolság tényleges értékének meghatározása perlitben. BKL-Kohászat, 1977, 101, 391—395.

Kohászati tervek a KOGÉPTERV-ben

Az alábbiakban beszámolunk azon legfontosabb kohászati tervezésekről, amelyekben Egyesületünk Helyi Csoportjának tagjai tevékenyen részt vesznek.

Lenin Kohászati Művek Kombinált Acélműve

A két megvalósítási lépcsőben épülő nagyberuházás első lépcsőjének 6,5 milliárd forint beruházási értéket tartalmazó tervei 98 %-ban elkészültek és az építés utolsó fázisába jutott. A próbaüzemet megelőző hónapok munkáját a Tervező és a Beruházó, és a Kivitelező vállalatok összehangolt, eredményes tevékenysége jellemzi.

Az 1978 decemberében megkezdett kivitelezés és az 1980. IV. negyedéves próbaüzem kezdete között épült meg a 26 ezer m²-es csarnoképület, a benne letelepített technológiai berendezésekkel, beleértve a 80 t-s, évi 700 ezer tonna acéltermelő LD konvertert, a végső kiépítésben évi 470 ezer tonna acélt kezelő ASEA üstmetallurgiai berendezéseket, az 1300 t-s körkeverőt, a kéntelenítő berendezést, a 30 db speciális igényeket kielégítő technológiai darut, a 6,5 t-ás tuskók öntésére kokillaöntés hagyományostól eltérő, teljes egészében hazai tervezésben készített berendezéseit.

Folyik a kivitelezés az acélművi energia és alapanyagellátó rendszerein, épül az oxigéngyár, a hozaganyagcsarnok, a szociális épület, szerelik a villamos alállomásokat, a vízmű berendezéseit, az energiahidakat. Épül a csarnok körüli út és vasúthálózat.

Külön említést érdemel, hogy két import szállítású stripper-daru kivételével az összes daru a KOGÉPTERV tervei alapján, belföldi kivitelezésben készül. A daruk korszerűség tekintetében megfelelnek az új technológia követelményeinek. Eltkrohidraulikus és elektronikus beépített mérlegek megfelelő kijelzővel, rádiós irányítás, nagyfokú tipizálás, mágneses polipmarkolás és forgógereblyés emelés képviselik a korszerű színvonalat.

A kivitelezés és szerelés alatt álló létesítmények jelentős része egyben az 1982-ben üzembe lépő II. építési lépcső berendezéseinek telepítését is biztosítja.

Az acélmű termelésirányítást és az egyes technológiai berendezések folyamatszabályozását japán Know-How alapján számítógépes rendszer fogja ellátni.

Említést érdemel, hogy a mű 10 milliárd Ft-os teljes beruházási értékéből az import hányad tervezést és berendezésszállítást képviselő, része mindössze 2,2 milliárd Ft, azaz a teljes beruházás 22 %-a, míg a fennmaradó lényegesen nagyobb hányad hazai tervezés és kivitelezés.

Lenin Kohászati Művek III. sz. nagyolvasztó

A Kombinált Acélmű LD konverterének acélnyersvassal való ellátása a nagyolvasztóüzem területén is fejlesztést igényel. 1980. jún. 29-én leállt az elhasználódott III. számu nagyolvasztó, hogy azt 90 nap alatt 768 m^3-ről 960 m^3 térfogatúra építsék át. A leállást és az átépítést közel két éves tervező és előkészítő munka előzte meg.

Kiemelhető az új kohó műszaki megoldásaiból, hogy a kohó elpárologtató hűtéssel épül, megvalósul a kohóadagolás mikroprocesszoros vezérlése, az elegyalkotók elektronikus mérleggel történő mérlegelése, koksz nedvességmérése és a szükséges súlykorrekció megvalósítása.

A legfontosabb szabályozott hajtások (pl. ferdefelvonó) korszerű, tirisztoros berendezésekkel épülnek, a nagyfokú és korszerű műszerezettség, az izotópos elegyszintmérés, a gázmintavétel újszerű megoldása a kohó üzemvitelét biztonságosabbá és irányíthatóbbá teszi.

A kohó átépítés befejezésének időpontjára üzembe kerül az új japán turbófúvó — Láng gőzturbina gépcsoport, amely alapvetően a III. kohó fúvólevegőellátását fogja biztosítani. Nagy toroknyomás bevezetésére egyenlőre nem kerül sor. A III. sz. kohó 3 léghevítővel rendelkezett, ez év elején épült meg ehhez a kohóhoz egy új, nagyobb teljesítményű 1200 °C hőmérsékletű levegőt szolgáltató léghevítő. A közeljövőben a meglévő 3 léghevítőt is az új léghevítővel azonos kialakításúra fogják átépíteni.

A tervezett fejlesztések végrehajtása után változatlan elegyviszonyok mellett a III. sz. kohó várható acélnyersvasra számított termelésnövekedése mintegy 20—22 %-os lesz, kb. 7—8 %-os kokszfogyasztás csökkentés mellett.

Dunai Vasmű Konverteres Acélmű

Ezen nagyberuházás megvalósítási költségelőirányzata 9,4 milliárd Ft. A megvalósítás ütemezése szerint az 1. sz. konverter üzembelépése 1981. dec. 31. A 2. sz. konverteré pedig 1982. dec. 31.

A teljes nagyberuházás tervezési költsége 385 millió Ft, amelyből az import tervezés 70 millió Ft, vagyis a teljes beruházás kb. 80 %-a magyar tervezés. A magyar tervek 90 %-a már elkészült. A beruházás munkálatai jó ütemben haladnak, és az 1. sz. konverter próbaüzeme 1981. nyarára várható.

Az acélmű csarnoképülete lényegében elkészült. A gépalapok 80 %-a is megépült, a szerelések folynak, több daru és a körkeverő már a helyén van.

A konverteres acélmű csarnokával egyidőben folyik az oxigéngyár és a mészmű építése és szerelése. Nagy ütemben folyik a hulladékelőkészítőműnek és az ötvözőanyagelőkészítőműnek az építése is.

Mindent egybevetve megállapítható, hogy az új Konverteres Acélmű és az ahhoz tartozó összes kiszolgáló létesítmények kivitelezése a tervezett ütemben halad, amely nagyrészt annak tudható be, hogy a KOGÉPTERV mint generáltervező vállalat és annak altervezői a kivitelezéshez szükséges tervdokumentációkat, a Beruházó ill. a Kivitelező vállalatok által kívánt ütemben adták át.

Dunai Vasmű Kohómű

Az elmúlt évtizedben céltudatos fejlesztési munka eredményeként az eredetileg 760 m^3-es kohó 950 m^3-esre épült át olyan szerelvényekkel, amelyek lehetővé teszik a nagy toroknyomásra történő áttérést. A II. sz. kohó 4. léghevítőt kapott és a meglévők is úgy épültek át, hogy a forrószél hőmérséklete 1100 °C lehessen. A II. sz. kohó már új turbófúvóval és venturi gáztisztítókkal üzemel. Ezen fejlesztések tervezése az I. sz. kohóra is folyamatban van.

A vázolt fejlesztéseken túlmenően — a tervezett évi 1030 ezer t acélnyersvas termelés biztonságosabb elérése érdekében — a kohói fúvószél oxigén dúsítását is tervezik. Az oxigén az új acélműhöz létesítendő oxigén üzemből áll rendelkezésre és mennyisége mindkét kohó fúvószelének kb. 23—24 %-os dúsítását teszi lehetővé.

Az oxigéndúsítással egyidejűleg a kohóba befúvatandó szénhidrogén mennyiséget is növelni kell, ennek megfelelő földgázellátó rendszer kialakítását tervezik.

Az előzőekben ismertetett fejlesztések megvalósítása után, ezek összeredményeként várható az évi 1030 ezer t acélnyersvas termelés elérése, amely a fejlesztések előtti állapothoz képest (1060 év) mintegy 48—50 %-os termelésnövekedést jelent, kb. 17—20 %-os kokszfogyasztás csökkenéssel, közelítőleg azonos elegykihozatal figyelembevétele mellett.

Dunai Vasmű Kokszolómű

A hazai kokszellátás jelenlegi és a jövőben várható problémái miatt, és a kokszolható szén ellátási lehetőségeinek figyelembevételével fejlesztési célként a Dunai Vasműben a jelenlegi, elavult és elhasználódott kb. 700 ezer t/év kokszgyártó kapacitást 1300 ezer t/év teljesítményre kell felfejleszteni.

A Szovjetunió külkereskedelmi szervei hajlandók közreműködni 1000 ezer t/év kapacitású új kokszolómű megvalósításában. A tervezési munkák mind a Szovjetunióban, mind nálunk elkezdődtek, és a szovjet fél megkezdte a kokszolóblokk berendezéseinek szállítását.

A munkákat úgy kell megtervezni és szervezni, hogy építésük és üzembelépésük a meglévő kokszolómű üzemeltetését ne akadályozza. E feladatok határidőre és jó minőségben történő elvégzése az elkövetkező években fokozott erőfeszítést igényel a generáltervező KOGÉPTERV-től is.

Dunai Vasmű Ércelőkészítő és Darabosítómű

Évi 2000 ezer t darabosítvány-termelési kapacitással új darabosítómű generáltervezését végzi a KOGÉPTERV. Eddig a különböző külföldi ajánlatok bekérésén és értékelésén túlmenően, a melegüzemi berendezések SZU-ból történő beszerzésének jóváhagyott változatára, a beruházási célt megalapozó tanulmány több változata készült el. A melegüzemi létesítményekkel kapcsolatos műszaki tervek a SZU-ban készülnek, a hideg üzemi létesítmények (ércátlagosító, törő, osztályozó, stb.) műszaki terveinek készítése a KOGÉPTERV feladata.

Az új ércelőkészítőmű teljes megvalósítási költsége 1980-as bázis áron mintegy 7,5 milliárd Ft-ra tehető. (K. S.)

Műszaki és gazdasági hírek

Vasszivacs és nyersvasgyártás plazmával az SKF Hofors-i művében

A svéd Hofors műben elhatározták, hogy a nagy energia felhasználású és kis termelékenységű Wiberg-Söderfors eljárású vasszivasgyártó berendezést átépítik és plazma-gázátalakítót alkalmaznak.

Plazma fényívvel nagy melegmennyiség, kedvező hatásfokkal, magas hőmérsékleten, redukálási feltételek mellett gázzal továbbítható. Ezen lehetőségek alkalmazásával fejlesztették ki a plazmagázátalakítót. A gázátalakító a kőszénport vagy a szénhidrogént visszavezetett füstgázzal aktív redukálógázzá alakítja át. A visszavezetett gáz egy kis hányadát plazmaégőkben 4000—5000 K hőmérsékletre hevítik, a gáz nagyobb hányadát, valamint a kőszenet vagy olajat direkt, a kilépő plazmalángba vezetik. A kapcsolódó reakciós kamrából a redukálógáz kereken 850 °C-al távozik. A gázátalakítót folyékonygázzal, nehézolajakkal és szén-olaj-nehéziszappal (Slurry) táplálták. Minden nehézség nélkül kevesebb, mint 3 % CO_2 tartalmú redukálógáz termelhető.

A Plasmared-eljárással a vasszivacs évi termelését 25 000 t-ról 75 000 t-ra tervezik emelni.
A visszavezetett füstgáz 20 %-át tisztítják, 4 bar nyomásra komprimálják és, mint plazmagázt használják. A várható energia felhasználás 160 kg szénhidrogén és 735 kWh/t Fe. A CO_2 és H_2O is kimosható elektromos energia megtakarítás céljából.

A Plasmared eljárás mellett kidolgozták az ún. „Plasmamelt" olvasztásos redukciós eljárást folyékony nyersvas gyártására. A „Plasmamelt" eljárást egy leállított nagyolvasztóban kb. évi 60 000 t nyersvas termeléssel kívánják kikísérletezni.

Az eljárás lényege, hogy az örvénylő rétegben előredukáló lépcsőt egyesítik gázplazma felhasználásával, egy végső redukáló és olvasztó lépcsővel. Az előredukált vasérc koncentrat szénpor vagy olajjal együtt plazmalánggal egy aknában, koksz adagolásával folyékony nyersvassá alakítható át. A gáz az aknából leszívható és az előredukáló lépcsőben hasznosítható. Az energia felhasználás számításaik szerint, 40 %-os előredukálás mellett, 1100 kWh elektromos áram és 215 kg koksz nyersvas tonnánként. (CA)

Stahl und Eisen. 1980. márc. 228. oldal.

Az Elred-eljárás — egy új, a jelenleginél olcsóbb nyersvasgyártó eljárás

Az Elred eljárás egy új nyersvasgyártó eljárás, érckoncentrátumból kőszénnel, két lépcsős redukcióval. Az első lépcsőben a finom szemcséjű koncentrátot kőszénnel keringetett fluidizációs rétegben előredukálják. A második lépcsőben az előredukált finom szemcséjű betétet plazmában egyenáramú fényíves-kemence elektródái alatt készre redukálják, majd megolvasztják.

Az eljárásnak nagy előnye ,hogy mind a vasérc, mind a kőszén, finom poralakban felhasználható, tehát az érc zsugorítása elmarad, a kőszenet pedig nem kell kokszosítani.

Mindkét lépcsőnél nyert éghető füstgázokat elektromos áram termelésére használják. Az így nyert elektromos áram nem csak fedezi a redukció szükségletét, hanem a fennmaradó felesleget a hálózatba lehet táplálni.

Az Elred eljárással gyártott nyersvas önköltsége várhatóan kb. 20 %-kal alacsonyabb, mint a nagyolvasztóban gyártott nyersvas önköltsége. Ennek oka, hogy a beruházási költség lényegesen kedvezőbb, egyrészt a zsugorítómű és a kokszolómű elhagyása folytán, másrészt a szükséges energia költségek csökkenése miatt, a viszonylag olcsó kőszén felhasználása következtében. A mondottakon kívül figyelembe veendő, hogy a környezetvédelmi költségek az Elred eljárásnál a zsugorítómű és kokszolómű elhagyásával kedvezőbbek, továbbá kisebb egységek is gazdaságosan telepíthetők. (CA)

Stahl und Eisen 1980. márc.

Új 10 000 t-s nagyolvasztó üzembehelyezése Angliában

A British Steel Redcar-i művében egy új napi 10000 t-s teljesítményű nagyolvasztót helyeztek üzembe 1979 év végén. Az új nagyolvasztó fajlagos létszáma alig a fele, mint a kisebb nagyolvasztókénak. A beruházási költség megegyezett hasonló japán óriás kohók létesítési költségeivel. A Redcar-i teljes beruházás költsége, amely felöleli az érckikötőt, az ércelőkészítő üzemet, a kokszolóüzemet és a nagyolvasztót, 400 millió angol font.

A Redcar-i kohászati üzemben gyártott kisebb önköltségű acél helyettesíteni fogja a régebbi acélművek termelését, amelyeket fokozatosan leállítanak. (ÉL)

Berg u. Hüttenmannische Monatshefte 1980. jan. 50. o.

Líbiai Misurata kohászati vállalat alapkő letétele

1979 augusztus hónapjában volt a Misurata kohászati vállalatának ünnepélyes alapkő elhelyezése. Az 1984-ben befejeződő első szakaszban évi 1,2 millió tonna acélgyártást terveznek. Nyugati vállalatok évek óta foglalkoznak az új kohászati gyár tervezésével. Közel fél tucat nagy világcég versenyez a szerződések elnyeréséért. A beruházás magában foglalja a kohászati vállalat technológiai berendezésein kívül egy tengeri kikötő létesítését, vízellátást és saját erőművét.

Az évi 1,2 millió tonna kapacitású beruházás kiviteli szerződéseit 1980 elején kötik meg, összesen 3 milliárd dollár értékben. Az első szakaszban felépítik a vasszivacsgyártó direktredukciós üzemet, az elektroacélművet és két hengerművet, egyiket a profil-, rud- és huzal-, a másikat lemezgyártásra. A második szakaszban a fejlesztést évi 5 millió t-s acéltermelésre tervezik. Részletek még nem állnak rendelkezésre, de feltételezik, hogy a második szakaszban a nagyolvasztók építésével a hagyományos technológiai folyamatot fogják előnyben részesíteni. (ÉL)

Berg u. Hüttenmannische Monatsh. 1980. jan.

Acélkapacitás növelése a harmadik világ országaiban

A 70-es években a legnagyobb acélkapacitás növekedés a kevés acélgyártási tapasztalattal rendelkező országokban volt. Különösen a dél-amerikai országok vaskohászata fejlődött nagymértékben. A beruházott gyártási kapacitások háromötöd része Braziliában, Mexikóban és Indiában jött létre. Toyábbá a távol-keleti országok 2 millió tonnával, Dél-Korea 2,5 millió t-val és Tajvan 1,4 millió t-val növelte acéltermelését. A szakértők szerint a kohászati beruházások legnagyobb része 1985-ig továbbra is a fejlődő országokban fog megvalósulni. Ez a változás csökkenteni fogja a fejlett tőkés országokból kiáramló vaskohászati termékek eladási lehetőségét.

A tervezett kohászati fejlesztéseket érezhetően befolyásolják az egyre növekvő beruházási költségek. Amerikai felmérés szerint a 60-as években az 1 t acéltermék teljes beruházási költsége 350 dollár volt. A 70-es években ez az érték 650 dollár/t-ra növekedett. Jelenleg egy kevésbé fejlett országban a beruházási kiadások elérik az 1000 dollár/t acél fajlagos értékét.

Latin-Amerika országai fognak a vaskohászat fejlesztésében az élen járni. Brazília 1985-ig várhatóan 25 millió tonnás acéltermelésre fog felfutni. Ebből 3 millió tonna félterméket kíván exportálni. 10 millió tonnás fejlesztéshez a pénzügyi fedezet rendelkezésükre áll és már folyamatban van a tervezési munka.

Venezuela az eredeti tervektől eltérően csak kisebb mértékben fejleszti a kohóiparát. 1985-ig 7 millió tonna gyártási kapacitás-bővítést terveznek, amelynek révén több, mint háromszorosára nő a jelenlegi termelés.

Mexikóban is csökkentik az eredetileg tervezett kohászati beruházásokat. Az acéliparban a meglevő kapaci-

tások nincsenek kihasználva, ezért a jelenlegi erőfeszítések a jobb kihasználásra irányulnak és csak kisebb mértékben az új üzemek létesítésére. Ennek figyelembevételével 1985-ig Mexikó 4—5 millió t-s új gyártási kapacitást fog létrehozni. A teljes termelést saját belső felhasználásra fordítja.

Argentina 3 millió tonnával fogja növelni a gyártási kapacitását; Peru 1 millió tonna új kapacitást tervez.

Iránban a politikai bizonytalanság miatt 1985-ig az acélgyártási kapacitás várhatóan nem fog változni. A forradalom előtt évi 2 millió t-s fejlesztéssel évi 15 millió t-ra tervezték az acélgyártást növelni.

Szaúdi-Arábiában tervbe vett 1,6 millió t-s kapacitás felépítése 1985-ig nagyon kétséges.

Dél-Korea 1985-ig legalább 3 millió tonna többlet termelést fog elérni, mert a Pohang kohászati mű utolsó lépcsője is megvalósul.

India 1985-ig előreláthatólag évi 19 millió tonnás acélgyártást fog elérni az 1978-as 13,5 millió t-s termeléssel szemben.

Tajvanban erősen fejlődik a kohóipar. Befejezték az évi 1,5 millió t-s vegyes kohászati mű első szakaszát. 1986-ig a mű teljes kiépítése után 6 millió tonna acéltermelést érnek el. A kisebb elektroacélművekkel együtt 1985 után Tajvan acélgyártási kapacitása legalább 7 millió tonna lesz.

Az afrikai országok viszonylag a legnagyobb mértékben fogják kohóiparukat fejleszteni. Az 1978 évi 1,7 millió tonnával szemben 1985-ben 5 millió tonna acélt terveznek gyártani. Ebből a legnagyobb mennyiséget Algéria, Nigéria és Líbia kohóipara fogja előállítani. (ÉL)

American Metal Merket 1979. 8. 21.

A folyamatosan öntött laposbuga gyártással jelentős mennyiségű energiát lehet megtakarítani az acélművekben

A folyamatosan öntött lemezbugák meleg állapotban történő közvetlen hengerlésével 1,46 GJ/t (0,35 Gcal/t) hőenergia takarítható meg. Ez az érték a korszerű folyamatos öntőművek már eddig ismert 1 GJ/t ;0,25 Gcal/t) energiamegtakarításához többletként adódik. Egy korszerű havi 200 000 t-s laposbuga folyamatos öntőmű teljes termelését melegen adagolva évi 5 GJ (1,2 Gcal) hőenergia megtakarítást eredményez, amely megfelel 120 000 t fűtőolajnak, azaz egy nagy tankhajó rakományának. (ÉL)

Concast AG Zürich

Új elektroacélmű Törökországban

A legnagyobb török ipari konszern Cukurova, amely több gépipari, járműipari és textilipari vállalat tulajdonosa, egy korszerű elektroacélmű építésére kötött szerződést a Brown-Boveri (Baden) svájci vállalattal. Kezdeti szakaszban csak bugát fognak gyártani, a profil hengerművet csak egy későbbi időpontban fogják felépíteni.

Az elektroacélmű két, 75 t-s BBC rendszerű 36 MVA teljesítményű ívkemencével és két Concast által szállított négyszálas bugaöntőművel lesz kivitelezve.

A Brown-Boveri szállítja a segédberendezések túlnyomó részét is és felelős a teljes vállalat tervezéséért. A termelés 1980 év végén veszi kezdetét, évi 300 000 t-s bugagyártással. Az építés gyorsított menetben folyik. (ÉL)

BBC Brown, Boveri Cie, Baden

Az első miniacélmű Szíriában

Az első szíriai acélmű évi 120 000 t acélt állít elő. Az üzemet két év alatt építette fel BBC Mannheim-i és a CCC Hamburg-i konzorcium. A kísérleti ellenőrző üzemben a garantált adagidőt és energiafogyasztást jelentősen túlteljesítették. Az acélmű ívkemencével és folyamatos öntőművel van felszerelve. (ÉL)

BBC — Nachrichten 1979. 6. szám

Olcsóbb szénből több kokszot

A nyugatnémet Didier Engineering és a Bergwerksverband Essen vállalatok közösen dolgozták ki a szénelőmelegítéses ún. Precarbon eljárást. A legnagyobb szénelőmelegítő berendezést évi 1,7 millió tonnás teljesítménnyel most helyezték üzembe Japánban a Nippon Steel Corp. vállalatnál.

Az eljárás nagy előnye, hogy 20 %-ban lehet gyenge minőségű szeneket felhasználni és a kokszterméleset 35 %-kal növelni. A Precarbon eljárást bevezették az amerikai US Steel Corp. vállalatnál is és további üzemeket terveznek és építenek. (ÉL)

Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 1980. 2. sz.

Európai Gazdasági Közösség és a fejlődő országok 1979 évi acéltermelése

Az acéltermelés az Európai Közösség országaiban 1979-ben 6 %-kal volt nagyobb, mint az előző évben és elérte a 140,4 millió t-t. Ez a mennyiség azonban még mindig kevesebb, mint az 1974 évi 155,6 millió t-s rekordtermelés. A világ tőkés országainak termelése 1979-ben 21,4 millió t-val, azaz 4,6 %-kal volt kevesebb, mint 1974-ben. A fejlődő országok ugyanezen idő alatt 74,8 %-kal, azaz 23,1 millió t-val növelték acéltermelésüket. A nyugati világban a 6,25 %-os részesedésüket 10,9 %-ra fokozták és 1979-ben 6,6 millió többlet acéltermeléssel elérték az 54 millió t-s mennyiséget.

A nyugati világ teljes acéltermelése 1979-ben 494,4 millió t volt, amely az első alkalommal nagyobb, mint az 1974 évi rekord mennyiség. A folyamatos öntés elterjedése és egyéb újítások javították az acélkihozatalt. Az utolsó öt év acéltermelés összehasonlítása ezért nem ad pontos képet a ténylegesen legyártott késztermék mennyiségéről. (ÉL)

Handelsblatt 1980. jan. 8.

Sack nyugatnémet cég szállítja az első melegszalagtárolót Európában

A Sack cég megbízást kapott a svéd Svensht Stal AB acélkonszerntől a Domnarvet-i meleg szélesszalaghengermű korszerűsítésére.

A készsorok meghajtómotorjainak és pörgő állványainak cseréjén kívül egy melegszalagtároló (Coilbox) szállítását is megrendelték. A melegszalagtároló segítségével a szalagot az előnyújtó állvány után feltekercselik. A tekercset ellenkezelő irányban lefejtve vezetik a készsorokhoz. A meglévő szalagsorokon tekercsek súlyát tudják ezzel az eljárással növelni, amit eddig az előnyújtó és a készsor közti távolság erősen korlátozott. A meleg- és hideghengerművek teljesítmény növelésén felül az egyenletesebb hőmérséklet eloszlás a szalag minőségét javítja és csökkenti az energiafelhasználást is.

A Stelco (Steel Company of Canada) cég által kifejlesztett eljárást a melegszalag hengerlésben először fogják Európában alkalmazni. A melegszalagtároló és segédberendezéseinek költsége 16 millió DM. (ÉL)

Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 1980. márc.

Sandvik svéd vállalat nagyméretű blockbuga folyamatos öntőberendezést rendelt a Concast vállalattól

A svéd Sandvik cég, amely főleg nemes és ötvözött acélokat gyárt, megbízást adott a Concast (Svájc) Clesid (Franciaország) és Gränges (Svédország) vállalatoknak egy 3 szálas 265×465 mm szelvényű blockbuga folyamatos öntőmű tervezésére, gyártására és üzembehelyezésére. Karbon és ötvözött acélokon kívül saválló és hőálló acélminőség öntésére is alkalmas lesz a berendezés.

A folyamatos öntőmű tervezését a francia Clesid cég készíti. A gyártás részben Svédország, részben Franciaországban lesz.

A svéd Gränges cég gyártja a nehéz vasszerkezetet és felelős a teljes berendezés szereléséért. Az első öntés 17 hónap múlva várható. (ÉL)

Concast AG Zürich,Schweiz

Beszámoló a külföldi konferenciáról

1981. évi CLEAN STEEL-konferencia szervező bizottsági ülése, The Metals Society közgyűlése és kohászati karbantartási konferencia, Londonban

A fenti három rendezvényt május 12—16. között tartották Londonban. Magyar résztvevők: *Dr. Nagy Zoltán* főtitkár, *dr. Tardy Pál*, a Vaskohászati Szakosztály titkára és *Hartmann Rudolf*, a KOGÉPTERV igazgatója voltak.

Az 1981. évi CHEAN STEEL Konferenciának harmadik *szervező bizottsági ülésén* a szervező egyesületek (Metals Society, VDEh Jernkonteret és Egyesületünk) képviselői megállapodtak a konferencia tudományos programjában, az előadók személyében és a konferencia részvételi díjában.

Az előadók között világszerte ismert angol, amerikai, francia, japán, NSZK-beli és szovjet szakemberek szerepelnek. A részvételi költség kb. 400 $ lesz, amelyhez járul az üzemlátogatások és a kísérők díja.

A *Metals Society 1980. évi közgyűlésén* számos külföldi egyesület (összesen 14) képviseltette magát, akik részére külön tanácskozást is szerveztek a közgyűlés előtti napon, amelynek során egyeztették a nemzetközi rendezvényeket és megtárgyalták a kohómérnökképzés problémáit. Először vett részt ilyen jellegű tanácskozáson a kínai NK delegációja, akik ismertették az 1950. években alakult kínai egyesület történetét és eddigi munkáját.

A legjelentősebb nemzetközi konferencia az 1981-re tervezett CLEAN STEEL Konferencián kívül az 1982-ben Londonban tartandó Nemzetközi Vaskohászati Kongresszus lesz.

Az angol egyesület május 14-i közgyűlésének kb. 250 résztvevője volt. A szakmai előadást az újonnan megválasztott elnök, *Honeycombe* professzor tartotta fémtani témáról. Ezután beszámoló hangzott el az egyesületi munka eredményeiről. Az este tartott közös vacsorának kb. 1500 résztvevője volt.

Május 15—16-án tartott *Kohászati Karbantartási Konferencián* az előadók a gazdaságos karbantartás tervezésével, megszervezésével és lebonyolításával foglalkoztak. Nagy hangsúlyt kapott a számítógépek alkalmazása. (Az előadások anyaga a MAVE anyagi támogatásával lefordításra kerül és hasznosítás céljából a hazai kohászati üzemek illetékeseinek rendelkezésére bocsátjuk.) Egyesületünk képviselői kétoldali megbeszéléseket is folytattak az angol, a japán,az olasz és a belga egyesületek képviselőivel, az egyesületek közötti szorosabb együttműködés kiépítése érdekében. (TP)

TERÉNY ALADÁR
1904–1980

Súlyos veszteség érte a hazai kovácsszakembereket. 1980 augusztusában elhunyt *Terény Aladár* okl. vaskohómérnök. Nemrégiben, 1979 elején köszöntöttük lapunkban 75. születésnapja alkalmából.

Terény Aladár tagtársunk 1904-ben Bécsben született. Elemi iskoláit Zólyamban végezte, ahol édesapja, a Zólyomi Vasgyár vezetője volt. Középiskolai tanulmányait Selmecbányán és Erdélyben folytatta,majd 1922-ben a Soproni Bányászati és Erdészeti Főiskolára iratkozott be és itt 1929-ben vaskohómérnöki oklevelet szerzett.

Ugyanebben az évben a Magyar Állami Vas—Acél- és Gépgyárak diósgyőri Durvahengerművébe került, majd néhány évvel később a gyár Nagykovácsműhelyébe helyezték át és ettől kezdve nyugalomba vonulásáig, 1969-ig a kovácsolási szakterület művelője lett. Szerette és értette e szakmát, a nagyüzemi kovácsolássajtolás technológiájával és fejlesztésével igen behatóan foglalkozott. A vasúti kerékpárgyártás — tárcsa, abroncs, tengely — melegtechnológiáját nagy hozzáértéssel dolgozta ki, és ezt a nagy múltú gyár azóta is sikerrel alkalmazza.

A Nagykovácsműhely 1948-ig volt munkahelye, ahonnan 1949 őszén Budapestre, az Állami Ipari Tervező Irodába (AITI) helyezték, majd a Gépipari Tervező Iroda (GÉTI) kovács osztályának élére, később a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Intézete (KGMTI) kovács részlegének élére került. Innen vonult nyugállományba egyre súlyosbodó betegsége miatt 1969-ben.

Diósgyőri szolgálata közben sok éven keresztül nagy szeretettel tanította a szakmunkástanulókat, budapesti évei alatt lelkes előadója volt a Mérnöki Továbbképző Intézetnek.. Sok előadást tartott kedves szakmájáról Egyesületünk Kovács Szakcsoportja Klubnapjain. Irodalmi munkássága is jelentős, több szakkönyve és szakdolgozata jelent meg. A hazai kovácsok sokat tanultak tőle. A hazai kovácsipar fejlesztésével jól szolgálta szeretett szakmája érdekeit.

A kovácsok szinte mindnyájan ismerték, szerették. Hazai és külföldi tanulmányutak és egyesületi klubdélutánok alkalmával a kiváló szakember és az önzetlen jó barát sok értékes tapasztalata átadásával segítette a fiatalokat és a kovácsszakmát.Az utóbbi 10 évben lakásához kötve, egyre súlyosbodó betegsége miatt már nem jelenhetett meg a kovácsrendezvényeken, de azóta is érdeklődéssel kísérte a szakterülete eseményeit.

1980. szeptember 10-én volt a temetése az Óbudai temetőben. Ravatalán — kívánságának megfelelően Egyesületünk, a kovácsszakma és barátai nevében *Latinák István* tagtársunk búcsúztatta és kívánt utolsó Jószerencsét.

L. I.

FÉMKOHÁSZAT

Rovatvezető: GYULASI ISTVÁN

A kalkozinos rézszínpor pörkölésének anyagmérlegét befolyásoló tényezők

DR. HORVÁTH ZOLTÁN tszv. egy. tanár, —
SZEPESSY ANDRÁSNÉ egy. adjunktus — LENGYEL ATTILA tanszéki munkatárs
Nehézipari Műszaki Egyetem, Fémkohászattani Tanszék

DK: 669.331

A szerzők a kalkozinos rézszínpor pörkölésekor a színpor Cu_2S-, a levegő oxigén-, a kéneskő réztartalmának, az oxidáció mértékének a pörkölés anyagmérlegére gyakorolt hatását vizsgálták.

Üzemviteli és tervezési szempontból is érdeklődésre tarthat számot annak ismerete, hogy a technológia, vagy a feldolgozott anyag minőségének változása milyen hatást gyakorol a művelet mutatóira, pl. az anyagmérlegre, vagy a kapott termékek összetételére. Számításaink célja az volt, hogy kalkozinos rézszínpor esetén a pörkölési viszonyok megváltozásának a pörkölés fontosabb mutatóira gyakorolt hatását tisztázza.

A pörkölést meghatározó paraméterek közül a színpor réz (I)-szulfid tartalmát (a_{01}), a vas oxidációjának mértékét (E) és a kéneskő réztartalmát (c_{20}) változtattuk különböző típusú kéneskőre olvasztó berendezések esetén. A felsorolt faktoroknak a pörkölés elméleti oxigén- ($c_{010}L_{0d}$), illetve levegőszükségletére (L_0d), az elméleti gázmennyiségre (G_{1d}), annak kén-dioxid-koncentrációjára (c_{112d}), valamint a pörkölék mennyiségére (X_{1d}) és a réz (I)-szulfid tartalmára (c_{11d}) gyakorolt hatását vizsgáltuk. A pörkölési paraméterek hatásának mértékét matematikai statisztikai módszer alapján minősítettük.

A használt jelöléseket az *1. táblázatban* adtuk meg. Az indexben utolsó tagként szereplő d az olvasztóberendezésre utal, d értéke aknáskemence esetén 1, lángkemencénél 2, röptében olvasztó berendezés esetén 3.

A számítás alapjául szolgáló reakcióegyenleteket a *2. táblázatban* bemutatott mátrixban foglaltuk össze. A mátrix első két sora egy mól pirit, második két sora egy mól vas (II)-szulfid oxidációjának reakcióegyenleteit tartalmazza.

Az 1., illetve 3. sor arra az esetre vonatkozik, amikor az oxidáció termékeként magasabbrendű vas-oxidok keletkeznek. Ezek arányát az E tömegtörttel jellemezzük, amely megadja, hogy az $Fe_2\psi_3$-alakban levő vas hányad része az oxid-alakban levő összes vasnak. Az egy mól vas (II)-szulfid oxidációjához szükséges oxigén mólok száma E függvénye, az

$$x = \frac{E+20}{12}$$

összefüggésből számítható. Az egy mól pirit oxidációjához szükséges oxigén a piritben levő második kén oxidációja miatt 1+x mól (1. sor). Ha az oxidáció termékeként csak az egyik magasabbrendű vas-oxid keletkezik, azaz E értéke 0 vagy 1, az oxigénfelhasználás is az

$$1{,}67 \leqq x \leqq 1{,}75$$

intervallum szélső értékeit veszi fel.

A mátrix 2. és 4. sorában található reakcióegyenletek akkor érvényesek, ha a pörkölés során csak FeO keletkezik. Ebben az esetben az x változó értéke 1,5, amelynek az $E = -2$ fiktív érték felel meg.

A mátrix 5. sora egy mól pirit vagy vas(II)-szulfid oxidációjánál keletkező magasabbrendű

1. táblázat

A használt jelölések

Kém. jel.	színpor		normál állapotú levegő		pörkölék		normál állapotú pörkölés, gáz		kéneskő	
	$\frac{\%}{100}$	kg	$\frac{tf-\%}{100}$	m^3/100 kg színpor	%	kg/100 kg színpor	tf— %	m^3/100 kg színpor	%	kg/100 kg színpor
Cu									c_{20}	a_{20}
Cu_2S	c_{01}	a_{01}			c_{11d}	a_{11}			c_{21}	a_{21}
FeS_2	c_{02}	a_{02}								
Fe					c_{13d}	a_{13d}			c_{23}	a_{23}
Fe_2O_3					c_{14d}	a_{14d}				
Fe_3O_4					c_{15d}	a_{15d}				
SiO_2	c_{07}	a_{07}			c_{17d}	a_{17}				
$CaCO_3$	c_{04}	a_{04}			c_{14d}	a_{14}				
O_2			c_{010}	a_{010d}						r
N_2			c_{011}	a_{011d}			c_{111d}	a_{111d}		
SO_2							c_{112d}	a_{112d}		
Σ	1	$X_0 = 100$	1	L_{0d}	100	X_{1d}	100	G_{1d}		X_2

2. táblázat

A pörkölés és a magasabbrendű vas-oxidok redukciójának reakcióegyenletei

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & (1+x) & -(6x-10) & -(7-4x) & 0 & -2 & \pm(1+x) \\ 1 & 0 & 2{,}5 & 0 & 0 & -1 & -2 & \pm 2{,}5 \\ 0 & 1 & x & -(6x-10) & -(7-4x) & 0 & -1 & \pm x \\ 0 & 1 & 1{,}5 & 0 & 0 & -1 & -1 & \pm 1{,}5 \\ 0 & \frac{2x-3}{3} & 0 & (6x-10) & (7-4x & \frac{-2x}{3} & \frac{-2x-3}{3} & 0 \\ 0 & \frac{2x-3}{2x} & 0 & \frac{3(6x-10)}{2x} & \frac{3(7-4x)}{2x} & -1 & \frac{-2x-3}{2x} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} FeS_2 \\ FeS \\ O_2 \\ Fe_2O_3 \\ Fe_3O_4 \\ FeO \\ SO_2 \\ \frac{c_{011}}{c_{010}} N_2 \end{bmatrix} = 0$$

vas-oxidok vas(II)-szulfiddal történő redukciójának reakcióegyenletét tartalmazza.

A redukcióhoz

$$\frac{6x-10}{3}+\frac{7-4x}{3}=\frac{2x-3}{3}$$

mól FeS szükséges, a redukció termékeként

$$\frac{2x-3}{3}+2(6x-10)+3(7-4x)=\frac{2x}{2}$$

mól FeO keletkezik. Ennek a reakcióegyenletnek, a számításoknál célszerűbben használható, egy mól FeO-ra redukált változatát tartalmazza a mátrix 6. sora.

Aknáskemencében történő kéneskőre olvasztás esetén az 1. és 3., lángkemencében történő olvasztásnál az 1., 3. és 6., röptében olvasztásnál a 2. és 4. sorban szereplő reakcióegyenletek alapján állíthatók fel a pörkölés anyagmérlegei.

Az egyszerűsített anyagmérlegek felállításánál csak a színpor négy fő komponensét (a_{01}, a_{02}, a_{07}, a_{09}) vettük figyelembe, valamint a pörkölésnél és kéneskőre olvasztásnál is 100%-os rézkihozatallal számoltunk. A kéneskőre olvasztásnál csak vas(II)-szulfidból és réz(I)-szulfidból álló kéneskő keletkezését tételeztük fel. Az anyagmérleg tételei minden esetben 100 kg színporra vonatkozó fajlagos értékek (1. táblázat).

A pörkölés elméleti oxigénszükségletét úgy számítottuk, hogy a pirit teljes oxidációjához szükséges oxigénmennyiségből levontuk azt az oxigénmennyiséget, amelyet a kéneskőbe kerülő vas(II)-szulfid oxidációja igényelne. Lángkemencében történő olvasztás esetén a redukcióhoz szükséges vas(II)-szulfid oxidációjának oxigénszükségletét figyelembe vettük. Az elméleti levegőmennyiség, az elméleti oxigénszükségletből az

$$L_{0d}=\frac{1}{c_{010}}(c_{010}L_{0d})$$

képlettel számítható. Hasonló elv alapján számoltuk a pörkölési gáz elméleti mennyiségét is. Az elméleti oxigénszükséglet és gázmennyiség meghatározására szolgáló egyenleteket a *3. táblázatban* látható mátrixban adtuk meg. A G_{1d} számításánál a kalcium-karbonát termikus disszociációjából keletkező szén-dioxid mennyiségét elhanyagoltuk. A pörkölési gáz kén-dioxid koncentrációját a

$$c_{112d}=\frac{G_{1d}-L_{0d}\cdot c_{011}}{G_{1d}}\cdot 100$$

összefüggés alapján számítottuk.

A pörkölék összetevőinek (a_{1d}) számítására szolgáló anyagmérlegeket a *4. táblázatban* mutatjuk be. A pörkölék mennyisége és összetétele az

$$X_{1d}=a_{1i},$$

$$c_{1i}=\frac{a_{1i}}{X_{1d}}\cdot 100$$

összefüggések szerint számítható.

A pörkölési paraméterek hatásának szignifikanciáját az eddigiekben ismertetett módon számítható mutatókra a 2_n faktoros kísérlettervezésnél használt szóráselemzés [1], [2] adaptálásával határoztuk meg.

Minden mutató értékét az $n=4$ számú paraméter két különböző szintjén számítottuk ki. Aknás és lángkemence esetén a faktorok hatását az alábbi szinteken vizsgáltuk:

a kéneskő réztartalma (c_{20})	$A_1=45\%$	$A_2=60\%$,
a levegő oxigéntartalma (c_{010})	$B_1=0{,}21\frac{\%}{100}$	$B_2=0{,}30\frac{\%}{100}$,
a színpor kalkozin-tartalma ($c_{01}=a_{01}$)	$C_1=20\%$	$C_2=40\%$,
az oxidáció mértéke (E)	$D_1=0$	$D_2=1$.

$$c_{20min}>c_{20}>80$$

A fenti paraméterek határait az alábbi szempontok alapján választottuk meg. Az oxidáció mértékénél az elméletileg lehetséges teljes intervallumot figyelembe vettük. A levegő oxigénnel való dúsításának felső határát a gyakorlatban szokásos 30%-ban maximáltuk. A kéneskő réztartalmát olyan határok között vettük fel, amely mindhárom típusú olvasztó berendezésben ténylegesen előállítható.

Az eddig felsorolt paraméterek választott intervallumainak függetlensége nem szorul külön bizonyításra. A kéneskő réztartalma azonban csak bizonyos határokon belül független a színpor kalkozin-tartalmától, mivel a kéneskő réz-tartalma csak a

$$c_{20min}\leqq c_{20}\leqq 80$$

intervallumban változhat. 80% réz-tartalmú fehér kéneskő akkor állítható elő, ha a piritet teljesen oxidáljuk. A c_{20}-nak megfelelő összetételű, leghígabb kéneskő akkor keletkezik, ha a piritben levő kénnek csak a felét oxidáljuk, és az FeS teljes egészében a kéneskőbe kerül. Az intervallum alsó határa a

3. táblázat

A pörkölés elméleti normál oxigénszükséglete és az elméleti normál gázmennyiség, m /100 kg színpor

$$\begin{bmatrix} c_{010} & L_0 \\ c_{010} & L_{02} \\ c_{010} & L_0' \\ & \\ G_{11} \\ G_{12} \\ G_1' \end{bmatrix} = 22{,}41 \quad x$$

$$\begin{bmatrix} (1+x) & -x & 0 \\ (1+x) & -x & -\dfrac{2x-3}{2x}\,x \\ 2{,}5 & -1{,}5 & 0 \\ \hline \left[2+(1+x)\dfrac{c_{01}}{c_{010}}\right] & -\left(1+x\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right) & 0 \\ \left[2+(1+x)\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right] & -\left(1+x\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right) & \boxed{-\dfrac{2x-3}{2x}}\left(1+x\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right) \\ \left(2+2{,}5\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right) & -\left(1+1{,}5\dfrac{c_{011}}{c_{010}}\right) & 0 \end{bmatrix} -$$

$$\begin{bmatrix} \dfrac{a_{02}}{120} \\ \dfrac{a_{01}}{88} \quad \dfrac{c_{23}}{c_{21}} \\ \dfrac{a_{11}}{120} - \dfrac{a_{01}}{88} \quad \dfrac{c_{23}}{c_{21}} \end{bmatrix}$$

$$c_{20_{\min}} = \frac{a_{01}\dfrac{128}{160}}{a_0' + a_{02}\dfrac{88}{120}} \cdot 100$$

összefüggés szerint számítható.

Számításainkban olyan flotálási technológiát tételeztünk fel, ahol a meddő, valamint a kalkozin és pirit mennyiségének összege is állandó, azaz

$$a_{01} + a_{02} = S$$
$$a_{01} + a_{09} = 100 - S.$$

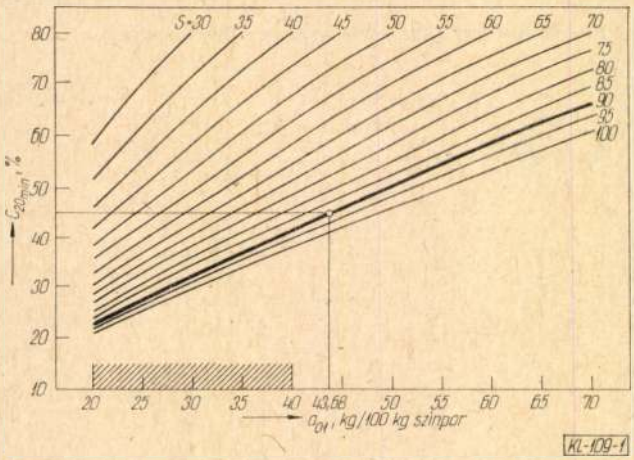
Ilyen körülmények között a színpor kalkozintartalmának növekedését csak a pirit-tartalom csökkenése kompenzálja, és $c_{20\min}$ csak a_{01} függvénye.

S különböző értékei mellett, $c_{20\min}$-nak a_{01}-gyel való változását bemutató *1. ábrából* leolvasható, hogy az általunk felvett $S = 90$ érték esetén az A faktor alsó szintjénél ($c_{20} = 45\%$) a C paraméter (a_{01}) nem növelhető 43,68% fölé. Ezt figyelembevéve a színpor kalkozintartalmának hatását 20 és 40%-os szinteken vizsgáltuk (alul sraffozva).

4. táblázat

A pörkölék összetétele, kg/100 kg színpor

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{131} \\ a_{132} \\ a_{141} \\ a_{142} \\ a_{151} \\ a_{152} \\ a_{17} \\ a_{19} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{c_{21}}{c_{23}} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 - \dfrac{2x-3}{2x} & \dfrac{2x-3}{2x} & 0 & 0 \\ -(6x-10)\dfrac{160}{88} & (6x-10)\dfrac{160}{88} & 0 & 0 \\ -\dfrac{3(6x-10)}{2x}\,\dfrac{160}{88} & \dfrac{3(6x-10)}{2x}\,\dfrac{160}{88} & 0 & 0 \\ -(7-4x)\dfrac{232}{88} & (7-4x)\dfrac{232}{88} & 0 & 0 \\ -\dfrac{3(7-4x)}{2x}\,\dfrac{232}{88} & \dfrac{3(7-4x)}{2x}\,\dfrac{232}{88} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{01}\,\dfrac{c_{23}}{c_{21}} \\ a_{02}\,\dfrac{88}{120} \\ a_{07} \\ a_{09} \end{bmatrix}$$



1. ábra. A kéneskő minimális réztartalmának a szinpor Cu_2S-, valamint $Cu_2S + FeS_2$- tartalmával való változása
$A = C_2$ $A_1 = 45$ $A_2 = 60$
$C = a_{01}$ $C_1 = 20$ $C_2 = 40$

Röptében olvasztó berendezés esetén, az összehasonlíthatóság érdekében, szintén 2^4 faktoros szóráselemzést számoltunk. Az A, B, C faktorok esetében a szintek megegyeznek az aknás és lángkemencénél ismertetettekkel, D azonban mindkét szinten az elvileg lehetséges egyetlen érték, -2.

A vizsgált mutatók TI 59 típusú számológéppel számított értékeit az *5. táblázatban* foglaltuk össze.

A különböző faktorszint-kombinációk által determinált pörkölési eljárások adott mutatójának nagyságában bekövetkező *teljes változást* az egyes esetekben számított mutató *teljes átlagtól való eltérésének teljes négyzetösszege (S_0) reprezentálja.* Ezt ortogonális, lineáris összehasonlító függvényekkel olyan, *egy szabadsági fokú alkotókra* (Sw) bontjuk, amelyek az egyes faktorok és kölcsönhatásaik függvényei:

$$S_w = \frac{Z_w^2}{D_w},$$

ahol Z_w a lineáris összehasonlító függvény általános alakja.

w az egyes faktorok vagy kölcsönhatásuk, általános jele,

D_w az eljárások száma ($2^4 = 16$).

A hatásbecslés-függvény a

$$Z_w = \sum_{i=1}^{D_w} c_i Y_i$$

összefüggés alapján számítható, ahol

X_i a számított mutató általános jele,

c_i együttható, értéke $+1$ vagy -1.

Mivel minden hatásbecslés-függvényre teljesülnie kell a

$$\sum_{i=1}^{D_w} c_i = 0$$

feltételnek, ezért c_i értéke D_w esetben $+1$, az esetek másik felében -1. A 2^4 faktoros szóráselemzés esetén a különböző faktorok és interakciójuk hatását becslő függvények együtthatóinak előjele a *6. táblázatból* olvasható ki.

Esetünkben a faktorok első és magasabbrendű kölcsönhatása kizárható, mert a mutatók számítására szolgáló matematikai összefüggések csak az egyes paraméterek függvényei, azok kölcsönhatását kifejező tagot nem tartalmaznak. Ebben az esetben az elhanyagolható kölcsönhatásokhoz tartozó, $m = 11$ számú, egyenként $v_1 = 1$ szabadsági fokú S_w értéket összeadva, és az összevont tagok szabadsági fokainak összegével ($v_2 = m$) elosztva, maradék (reziduális) közepes négyzetösszeget (S^2) képezünk, amely a becslés hibáját képviseli. Ilyen körülmények között

$$S_0 = \sum S_w + S_r^2.$$

S_r^2 ismeretében számítható az

$$F = \frac{S_w}{S_r^2},$$

A *Fisher-féle eloszlási arány. Amennyiben* a számított F-érték *nagyobb* az F-eloszlás adott szignifikancia szinthez (például $\alpha = 0{,}05$ vagy $0{,}01$) tar-

6. táblázat

A 2^4 faktoros szóráselemzés előjeltáblázata ([1], 8., 9. táblázat)

Hatásbecslés	eljárás (1)	a	b	ab	c	ac	bc	abc	d	ad	bd	abd	cd	acd	bcd	abcd
Y	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+
B	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+
AB	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+
C	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+
AC	+	—	+	—	—	+	—	+	+	—	+	—	—	+	—	+
BC	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+
ABC	—	+	+	—	+	—	—	+	—	+	+	—	+	—	—	+
D	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
AD	+	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—	+	—	+	—	+
BD	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+
ABD	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	+	+	—	—	+
CD	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+
ACD	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	—	+	—	+
BCD	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	+	+	+
ABCD	+	—	—	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—	—	+

5. táblázat

A pörlölés mutatói 2^4faktorszint kombinációinál

Mutató	$D_1(E=0)$								$D_2(E=1)$							
	$c_1(a_{01}=20)$				$c_2(a_{01}=40)$				c_1				c_2			
	$B_1(c_{010}=21)$		$B_2(c_{010}=30)$		B_1		B_2		B_1		B_2		B_1		B_2	
	$A_1(c_{20}=45)$	$A_2(c_{20}=60)$	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2	A_1	A_2
	(1)	a	b	ab	c	ac	bc	abc	d	ad	bd	abd	cd	acd	bcd	abcd
$c_{010} \cdot L_{01}$	28,26	32,03	28,26	32,03	11,70	19,24	11,70	19,24	29,02	32,98	29,02	32,98	11,81	19,74	11,81	19,74
L_{01}	134,56	152,53	94,19	106,77	55,69	91,62	38,98	64,14	138,18	157,04	96,72	109,93	56,25	93,98	39,38	65,79
G_{11}	128,49	144,94	88,12	99,18	54,75	87,66	38,04	60,17	131,34	148,51	89,89	101,40	55,19	89,52	38,32	61,33
c_{1121}	17,27	16,87	25,17	24,65	19,64	17,43	28,26	24,39	16,89	16,46	34,68	24,11	19,48	17,07	28,06	24,91
x_{11}	77,00	75,92	77,00	75,92	85,99	83,84	85,99	83,84	78,08	77,27	78,08	77,27	86,16	84,55	86,16	84,55
c_{111}	25,98	26,34	25,98	26,34	46,52	47,71	46,52	47,71	25,61	25,88	25,61	25,88	46,42	47,31	46,42	47,31
$c_{010} \cdot L_{02}$	26,77	30,13	26,74	30,13	11,46	18,25	11,46	18,25	26,74	30,13	26,74	30,13	11,46	18,25	11,46	18,25
L_{02}	127,33	143,50	89,13	100,45	54,57	86,91	38,20	60,84	127,33	143,50	89,13	100,45	54,57	86,91	38,20	60,84
G_{12}	121,86	136,67	83,66	93,62	53,72	83,34	37,35	57,27	121,47	136,19	83,27	93,14	53,66	83,09	37,29	57,02
c_{1122}	17,46	17,06	25,43	24,90	19,75	17,62	28,41	25,64	17,19	16,76	25,08	24,50	19,66	17,37	28,29	25,31
x_{12}	77,43	76,46	77,43	76,46	86,06	84,12	86,06	84,12	78,55	77,85	78,55	77,85	86,23	84,85	86,23	84,85
c_{112}	25,83	26,16	25,83	26,16	46,48	47,55	46,48	47,55	25,46	25,69	25,46	25,69	46,39	47,14	46,39	47,14
$c_{010} \cdot L_{03}$	26,74	30,13	26,74	30,13	11,46	18,25	11,46	18,25	26,74	30,13	26,74	30,13	11,46	18,25	11,46	18,25
L_{03}	127,33	143,50	89,13	100,45	54,57	86,91	38,20	60,84	127,33	143,50	89,13	100,45	54,57	86,91	38,20	60,84
G_{13}	122,77	137,81	84,58	94,76	53,86	83,94	37,49	57,86	122,77	137,81	84,58	94,76	53,86	83,94	37,49	57,86
c_{1123}	18,07	17,74	26,23	25,80	19,96	18,20	28,68	26,41	18,08	17,74	26,23	25,80	19,96	18,20	28,68	26,41

7. táblázat

A vizsgált mutatók szóráselemzése aknáskemence esetén. $F_{\alpha/\nu_1, \nu_2}=4,84$, $\alpha=0,05$, $\nu_1=1$, $\nu_2=11$

A variancia forrása	$c_{010} \cdot L_{01}$		L_{01}		G_{11}		c_{1121}		X_{11}		c_{111}	
	S_w	F	S_w	F	S_w	F	S_w	F	S_w	F	S_w	F
A	134,56	8,75	2 205,2416	2,81	1 775,990306	2,42	9,8596	1,86	7,980625	4,82	1,836025	3,05
B	0	0	4 354,020225	5,55	4 354,350156	5,93	256,0609	48,56	0	0	0	0
C	894,01	58,15	14 645,8404	18,66	12 481,91701	17,00	12,496225	2,36	260,338225	157,10	1 770,305625	2 941,20
D	1,3456	0,09	22,09	0,03	12,51390625	0,02	0,570025	0,11	2,739025	1,65	0,442225	0,73
AB	0		68,641225		68,68265625		0,172225		0		0	
AC	14,9769		244,9225		197,3322563		4,7524		0,874225		0,525625	
AD	0,0841		1,2996		0,75255625		0,0196		0,164025		0,038025	
BC	0		456,463225		456,1428063		0,2209		0		0	
BD	0		0,680625		0,67650625		0,01		0		0	
CD	0,3025		4,884100		2,78055625		0,024025		0,600625		0,027225	
ABC	0		7,645225		7,63140625		0,081225		0		0	
ABD	0		0,042025		0,04100625		0,000625		0		0	
ACD	0,01		0,1444		0,07980625		0,01		0,018225		0,011025	
BCD	0		0,156025		0,15405625		0,0004		0		0	
ABCD	0		0,005625		0,00455625		0,000225		0		0	
S_r^2	15,3735		784,88454		734,2781		5,291625		1,6571		0,6019	

8. táblázat

A jellemzően befolyásoló faktorok megbízhatósági intervalluma $t_\alpha = 2{,}201$, $\alpha = 0{,}05$, $0i = 11$

A vizsgált mutató	Szignifikáns faktor jele	Szignifikáns faktor F-értéke	S_r^2	y_1	y_2	d_w
$c_{010} \cdot L_{01}$	$A(c_{20})$	8,75	15,37	20,20	26,00	$5{,}80 \pm 3{,}68$
	$C(a_{01})$	58,15		30,57	15,62	$-14{,}95 \pm 3{,}68$
	$B(c_{010})$	5,55		109,98	76,99	$-32{,}99 \pm 26{,}29$
L_{01}	C	18,66	784,88	123,74	63,23	$-60{,}51 \pm 26{,}29$
	B	5,93		105,05	72,06	$-32{,}99 \pm 25{,}43$
G_{11}	C	17,00	734,28	116,48	60,62	$-55{,}86 \pm 25{,}43$
c_{1121}	B	48,56	5,29	17,68	25,65	$7{,}97 \pm 2{,}16$
X_{11}	C	157,10	1,66	77,07	85,13	$8{,}06 \pm 1{,}21$
c_{111}	C	2941,20	0,60	25,95	46,99	$21{,}04 \pm 0{,}73$
$c_{010} \cdot L_{02}$	A	8,91	11,61	19,10	24,19	$5{,}09 \pm 3{,}20$
	C	63,56		28,44	14,85	$-13{,}58 \pm 3{,}20$
L_{02}	B	6,13	624,29	103,08	72,15	$-30{,}93 \pm 23{,}45$
	C	19,36		115,10	60,13	$-54{,}97 \pm 23{,}45$
G_{12}	B	6,51	587,61	98,75	67,83	$-30{,}92 \pm 22{,}75$
	C	17,63		108,73	47,84	$-50{,}89 \pm 22{,}75$
c_{1122}	B	55,53	4,71	17,86	25,94	$8{,}08 \pm 2{,}04$
X_{12}	C	157,56	1,52	77,57	85,31	$7{,}74 \pm 1{,}16$
c_{112}	C	3696,44	0,48	25,78	46,89	$21{,}11 \pm 0{,}65$
$c_{010} \cdot L_{03}$	A	8,96	11,56	19,10	24,19	$5{,}09 \pm 3{,}20$
	C	63,81		28,43	14,85	$-13{,}58 \pm 3{,}20$
L_{03}	B	6,13	624,28	103,08	72,15	$-30{,}93 \pm 23{,}45$
	C	19,36		115,10	60,13	$-54{,}97 \pm 23{,}45$
G_{13}	B	6,44	594,26	99,59	68,67	$-30{,}92 \pm 22{,}89$
	C	17,99		109,98	58,28	$-51{,}70 \pm 22{,}88$
c_{1123}	B	93,63	2,93	18,49	26,78	$8{,}29 \pm 1{,}61$

tozó, táblázatból leolvasható ([1], 326.o., VI.t.) kritikus értékénél $F_\alpha(v_1; v_2)$, *a faktor hatását jellemzően befolyásolónak*, azaz szignifikánsnak minősítjük.

A részletes szóráselemzés táblázatot csak az aknáskemencében történő kéneskőre olvasztás mutatóira vonatkozóan adjuk meg *(7. táblázat)*. A másik két olvasztóberendezés esetén szintén 0,95-ös valószínűségi szintre $(1-\alpha)$ számoltunk, ahol $F_{0.05}(1;11)$ értéke 4,84.

A *8. táblázatban* minden vizsgált mutatóra a szóráselemzés alapján, SR 52 típusú számológéppel meghatározott S^2 és F értékek közül csak a szignifikáns faktorokra vonatkozóakat foglaltuk össze. A számítási eredmények összehasonlító értékelése alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

— a különböző típusú olvasztóberendezések azonos mutatóinál azonosak a szignifikáns paraméterek,
— a színpor kalkozin-tartalma (a_{01}), a pörkölési gáz kén-dioxid koncentrációja (c_{112}) kivételével, minden vizsgált mutatót jellemzően befolyásol,
— a kéneskő réztartalma (c_{20}) csak az elméleti oxigénszükségletekre hat szignifikáns módon,
— az oxigéndúsítás mértéke (c_{010}) az elméleti levegőszükségletet, a gázmennyiséget és annak kén-dioxid tartalmát befolyásolja jellemzően,
— a vas oxidációjának mértéke (E) egyetlen mutató esetén sem szignifikáns paraméter.

A minőségi értékelésen túl a *szignifikáns paraméterek megbízhatósági intervallumának* (d_w) meghatározása mennyiségi becslést is lehetővé tesz. A megbízhatósági intervallumot az alábbi összefüggés alapján határoztuk meg:

$$d_w = (\bar{y}_2 - \bar{y}_1) \pm t_\alpha \cdot S_r \cdot \sqrt{\frac{2}{\gamma_2}},$$

ahol: $\bar{y}_1$ a vizsgált mutató átlaga az adott faktor kisebb szintjén,

$\bar{y}_2$ a vizsgált mutató átlagértéke az adott faktor nagyobb szintjén,

t_α a *Student-féle eloszlás* kritikus értéke ([1], V. t.)

A szignifikáns faktorok SR 52 számológéppel számított megbízhatósági intervallumát minden vizsgált mutatóra megadtuk a *8. táblázadban*.

A *8. táblázat* adataiból megállapítható, hogy 95%-os valószínűséggel ($\alpha = 0{,}05$) azt várhatjuk, hogy aknáskemencében történő olvasztásnál a kéneskő réztartalmának 45%-ról 60%-ra történő növelése esetén az elméleti normál oxigénszükséglet $5{,}80 \pm 3{,}68$ m³/100 kg színpor értékkel (1. sor), azaz 2,12 és 9,48 m³/100 kg színpor határértékek közötti mennyiséggel nő. Ugyanekkora valószínűséggel várható, hogy a színpor kalkozintartalmának 20%-ról 40%-ra való növekedése hatására az elméleti normál oxigénszükséglet $14{,}95 \pm 3{,}68$ (2. sor), a levegőszükséglet $60{,}51 \pm 26{,}29$ (4. sor), a gázmennyiség $55{,}86 \pm 25{,}43$ m³/100 kg színpor értékekkel (6. sor) csökken, ugyanakkor a pörkölék mennyisége $8{,}06 \pm 1{,}21$ kg/100 kg színpor (8. sor), a pörkölék kalkozin-tartalma $21{,}04 \pm 0{,}73$% értékkel (9. sor) nő. A levegő oxigéntartalmának 30 tf-%-ra dúsítása a levegőfelhasználást $32{,}99 \pm 26{,}23$, a pörkölési gáz normál mennyiségét pedig $32{,}99 \pm 25{,}43$ m³/100 kg színpor értékkel (3. sor), azaz az intervallum becslésének hibáján belül azonos mértékben csökkenti, a pörkölési gáz kén-dioxid koncentrációját viszont $7{,}97 \pm 2{,}16$%-kal (7. sor) növeli.

A *8. táblázat* adatainak összehasonlításából látható, hogy a másik két olvasztóberendezés megfelelő mutatói lényegében közel azonos mértékben

változnak. Sőt a lángkemence és röptében olvasztó berendezés esetében az elméleti oxigénszükséglet és levegőmennyiség mindkét szignifikáns faktor hatására teljesen azonos hibával becsült, azonos mértékben változik. Ennek a megállapításnak a helyességét igazolja, hogy a *3. táblázatban* bemutatott mátrix második sorában szereplő, a $c_{010} \cdot L_{02}$ számítására használt összefüggés csak látszólag függ x értéketől. Megfelelő átrendezés után a röptében olvasztás elméleti oxigénszükségletének meghatározására szolgáló összefüggéssel azonos alakra (3. sor) hozható, és valójában független x-től.

A különböző mutatók esetében a becslési intervallum annál szűkebb, minél szignifikánsabb a paraméter.

A pörkölés réz(I)-szulfid tartalmának változását a 10^3 nagyságrendű F-értékkel rendelkező C faktorra (9. sor) viszonylag pontosan meg tudják becsülni aknáskemence esetén pl. a $\pm 0{,}73\%$-os intervallum a becsült teljes változásnak (21,04%) csak 6,94%-a. A 10^2 nagyságrendű F értékkel rendelkező faktoroknál (8. sor) az intervallum ($\pm 1{,}21\%$) a becsült teljes változásnak (8,06) kb. 30%-a, 10^1 nagyságrend esetén ez az érték 38—91%-a, 10^0-nál pedig kb. 150%-ra nő.

Összefoglalás

A szerzők a kalkozinos rézszínpor pörkölésénél a színpor Cu_2S-, a levegő oxigén- ,a kéneskő réztartalmának,az oxidáció mértékének a pörkölés anyagmérlegére gyakorolt hatását vizsgálták. A matematikai statisztikai értékelés alapján megállapították, hogy az elméleti oxigénszükségletre a színpor réz(I)-szulfid- és a kéneskő réz-tartalma, az elméleti levegőszükségletére és gázmennyiségre a színpor réz(I)-szulfid és a levegő oxigén-tartalma, a pörkölési gáz kén-dioxid tartalmára csak a levegő oxigén-tartalma, a pörkölék mennyiségére és réz(I)-szulfid tartalmára pedig csak a színpor réz(I)-szulfid tartalma hat, szignifikáns módon. A megállapítás mindhárom kéneskőre olvasztó berendezés, aknás-, láng- és röptében olvasztó kemence esetén érvényes.

IRODALOM

[1] *Felix, M. — Bláha, K.:* Matematikai statisztika a vegyiparban. Bp. 1964, Műszaki K.

[2] *Adler, Ju P. — Markova, E. V. — Granovszkij, Ju. V.:* Kísérletek tervezése optimális feltételek meghatározására. Bp. 1977, Műszaki K. 236 p.

[3] *Horváth Z. — Szepessy Anp — SzabóAné.:* Fémkohászattan példatár I. Bp. 1977, Tankönyvkiadó. 131 p.

[4] *Horváth Z.:* Elegyszámítás a réz pirometallurgiájában. = Fémkohászati Napok előadásai. 1976. 11. 22—23. Bp. 1976. 57—76. p. = BKL-Kohászat. 109, 1976, (12), 552—555. p.

[5] *SzepessyAné — Szabó Né:* A kéneskőolvasztás salakszámításának számítógépes megoldása. = NME Közl. II. Kohászat. 23, 1978. 147—168. p.

Feldolgozó üzemek telepítésének optimuma egyes nyersanyagszállító pályák függvényében

DR. LÁNG ELEMÉR műszaki-gazdasági tanácsadó
ALUTERV — FKI

DK: 658.286

A szerző az üzemek telepítésének optimumát vizsgálja és ebből az alábbi következtetésre jut:

Az üzemhely telepítési optimuma — más kizáró tényezők nélkül — szállítás szempontjából az a hely, ahol a nyersanyagszállítás költségei, a közforgalomhoz való csatalkozási költségek egyidejű minimuma mellett, a legkisebbek. A szállítási költség a szállítópályák építési, fenntartási és felújítási költségeiből, valamint a tényleges szállítás költségeiből tevődik össze.

1. Bevezetés

Tanulmányunk célja, elősegíteni a folyamatos gazdálkodást, részben a nyersanyag-lelőhelyekről való optimális szállítás, részben pedig a nyersanyag-lelőhelyek — gazdasági termelő területek — kijelölése révén.

Az előbbinél véges nyersanyag-lelőhelyek, vagy folyamatos, azonos rendszerű termőterületek teszik lehetővé az új, valamint a meglevő kisüzemek összevonása után a fejlesztendő üzem helyének kijelölését; az utóbbinál a meglevő üzemek optimális ellátása kívánja termelőterületek racionális bekapcsolását.

Kutatásaink mindkét irányba kiterjednek. A módszer a szállításban elérhető gazdaságosságra épül, beleértve a létesítendő és meglevő szállítópályák bevonását a nyersanyagszállításba. Súlyt helyezünk a közforgalomhoz való csatlakozásra is, mint az elosztás lényeges összetevőjére. Nem vizsgáljuk, a feldolgozott nyersanyag további szállítását, mert ez már az értékesítés vagy a kereskedelem feladata.

Kutatási eredményeink alkalmazása megtakarítást hozhat az energia felhasználásban, a létszámban és a társadalmilag szükséges összmunkában, különösen azokon a hagyományos területeken, ahol nagyteljesítményű közúti szállítóeszközökkel helyettesíteni tudjuk a közúti—vasúti szállítást. Ilyen esetben beruházási megtakarítás az elmaradó iparvágány és gyakran még az elmaradó állomásbővítés is.

A telepítés feladata olyan kedvező földrajzi hely kiválasztása az üzem részére, ahol

— az üzemlétesítés,
— a közforgalomhoz való csatlakozás,
— a nyersanyagszállítás
költségei a legkisebbek.

Az üzem telepítését rendkívül sok tényező befolyásolja, ilyenek:

— geotechnikai alkalmasság,
— csapadékvíz elvezetés lehetősége,
— folyóvizek károsításának kizárása,
— földmunkaegyenleg kialakításának lehetősége,
— rosszabb minőségű mezőgazdasági terület felhasználása,
— könnyű építkezési és bővítési mód,
— minimális szanálás,
— előnyös építőanyag szállítás,
— közművekhez való kedvező csatlakozás,
— megfelelő ipari víz beszerzése,
— környezetvédelmi előírások,
— munkaerő feltételek,
— üzemi hulladék és salak elhelyezése,
— infrastruktúra, ill. annak kialakítása,
— a társadalom fejlettségi foka.

E tényezők összessége dönti el az üzem helyét a közforgalomhoz való csatlakozás megoldásán és a nyersanyagszállítás költségein kívül. Az összetevők egyértelműen nem foglalhatók empirikus egyenletbe, ezért a

— nyersanyagszállítás és a
— közforgalomhoz való csatlakozás

az értekezés témája.

A nyersanyagszállítás terén a kitermelés helyétől (erdő, bánya, mezőgazdasági terület) az üzembe történő szállításig a következő vizsgálatok történtek:

1. vasúti szállítás,
2. közúti szállítás,
3. közúti és vasúti szállítás
4. vízi szállítás,
5. egyéb nyomvonalhoz kötött szállítórendszeren való szállítás.

Az országos hálózathoz való kapcsolódás szállítópálya kiépítésével történik (bekötőút, iparvágány).

2. Telepítési hely optimuma kizárólag vasúti nyersanyag-szállítás esetén

A vasúti szállítás akkor jöhet számításba, ha a nagymennyiségű nyersanyagot tartalmazó lelőhelyet meghatározott irányban haladva teljesen kihasználunk és folyamatos a termelés. Ekkor a feltáró pálya a főpálya részét képezi és úgy alakítjuk ki, hogy könnyen áthelyezhető legyen és kövesse a kitermelés irányát. A főpálya viszont helyben marad és esetleg közforgalmi célokra is használható. A szállítóeszközök és berendezések azonosak, a nyersanyag a kitermelés helyétől átrakás nélkül kerül a felhasználás helyére. Ilyenek voltak a klasszikus értelemben vett erdőgazdasági vasutak és ilyenek az egész világon a külfejtésű bányák vasútjai.

A normál nyomtávú pálya erre a célra kevésbé alkalmas. Legalkalmasabb a 600 és 760 mm nyomtávú, valamint nagy mennyiségű nyersanyag szállításnál az 1000 mm nyomtávú villanyvontatású vasút.

A nyersanyagszállítási költség összetevői:

— pálya beruházás,
— feltáró pálya áthelyezés,
— pálya karbantartás,
— pálya felújítás,
— vasúti vonó- és gördülőeszköz beszerzése,
— üzemköltségek.

Végtelen üzem esetén (erdő- és mezőgazdaság) a karbantartási és felújítási költségek folyamatosak, de utóbbit a tervezésnél nem vesszük figyelembe, mert az egy későbbi, fejlettebb korban lesz időszerű, amit előre nem helyes becsülni. Véges üzem esetében (bányászat) a nyersanyag kitermelése után a használható elemek eladhatók, a többi pedig végleges leírásként szerepel. Ekkor azonban a visszanyerhető pénzmennyiség oly kicsi, hogy értéke nem döntő a telepítési hely kiválasztása szempontjából.

2.1 Telepítési optimum egyetlen nyersanyag-lelőhely esetében

Egyetlen nyersanyag-lelőhely pl. síkvidéki erdő, cukorrépa termelés, téglagyár, külfejtésű bauxit vagy szénbánya esetén az empirikus egyenlet a következő:
(lásd *1. ábra*)

$$K_v = x_1(B_1+B_2)+x_2(B_3+A_v)+(x_1+x_2)\,S\,Q+ \\ +B_4+J \qquad \ldots(1)$$

ahol

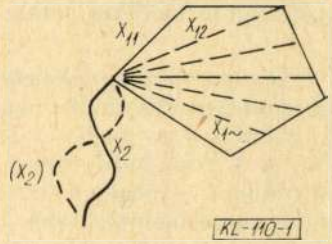
K_v = a vasúti nyersanyag szállítás céljára fordított összköltség, adott pálya időhorizont mellett.
x_1 = feltáró pálya hossza ... km.
B_1 = feltáró pálya beruházási költsége/km
B_2 = feltáró pálya áthelyezési költsége/km
x_2 = főpálya hossza ... km
B_3 = főpálya beruházási költsége/km
A_v = főpálya karbantartási költsége/km
B_4 = vonó- és szállítóeszközök beruházási költsége
J = min. járulékos költségek: üzemi telefon, szolgálati hely, mozdonyszín stb. beruházási költsége
S = a szállítás költsége/tkm
Q = az időhorizonton belül leszállított nyersanyag (t)

A feltáró pálya hosszát „x_1" a kitermelés körülményei és a nyersanyag tulajdonságai határozzák meg.

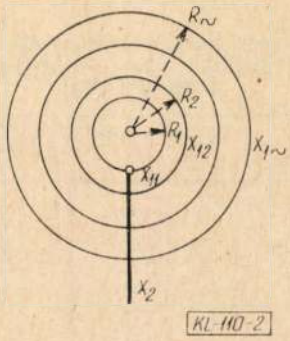
Kör alakú terület folyamatos kitermelése esetén a pálya hossza a kezdő félkörrel egyenlő. Az áthelyezés koncentrikus körök segítségével történik a középpontból kifelé. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{10} = 2\pi(R_1+R_2+\ldots+R_n) \qquad \ldots(2)$$

Lásd *2. ábra*



1. ábra. Telepítési hely egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén
x_2, x_2, x_{11}, x_{12}, x_{1n}



2. ábra. Feltáró pálya köralakú nyersanyag-lelőhelyen.
x_2, x_{11}, x_{12}, x_{1n}, R_1, R_2, R_n

Négyzetes terület esetén a feltáró pálya hossza azonos az oldalhosszal. Az áthelyezés párhuzamos eltolással történik. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{1\square} = n \cdot a \qquad \ldots(3)$$

Lásd *3. ábra*

Téglalap alakú terület esetén a kitermelést ésszerű a rövidebb oldal irányában végezni és az áthelyezés párhuzamos eltolással történik. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{1\square} = n \cdot b \qquad \ldots(4)$$

Lásd *4. ábra*

Háromszög alakú területnél az áthelyezés a „*c*" oldallal párhuzamos és végső fokon a „*c*" oldalhosszban fejeződik be. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{1\triangle} = c_1 + c_2 + \ldots + c_n \qquad \ldots(5)$$

Lásd *5. ábra*

Trapéz alakú területen „*a*" távolságig a „*d*" kerül párhuzamos áthelyezésre, ezen túl pedig a háromszögre vonatkozó szabály érvényesül. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{1\triangle} = n \cdot d \qquad \ldots(6)$$

Lásd *6. ábra*

Általános alakú területnél a főpályára legkedvezőbb irányú áthelyezés jöhet szóba. Az évi áthelyezés hossza:

$$x_{1\acute{a}} = e_1 + e_2 + e_3 \ldots + e_n \qquad \ldots(7)$$

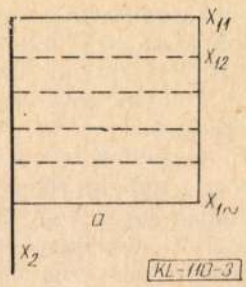
Lásd *7. ábra*

Egyenletes termelés esetén az áthelyezések évi hossza állandó.

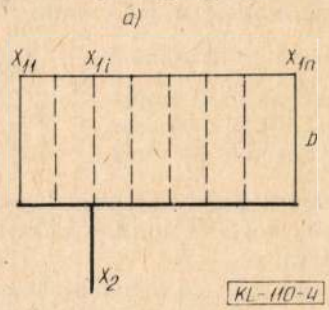
Az (1) képletben szereplő B_4 költsége a lehetséges változatoknál úgy kerül megállapításra, hogy a napi szállítási mennyiség azonos legyen; ugyanis így lesznek a változatok azonos értékűek. Eszerint a mozdony és a kocsipark mennyiségét a feldolgozó üzem napi kapacitása határozza meg a lehetséges szállítási műszakok figyelembevételével. A szállítóeszközök mennyiségét ajánlatos heti 5 nap tényleges szállítási idő feltételezésével megállapítani.

Az „A_v" karbantartási költség a vasutak tapasztalatai alapján megállapított statisztikai átlagértékkel vehető figyelembe, *Zelovich* (1927), *Modrovich* (1943) és *Czére* (1977) adatai szerint.

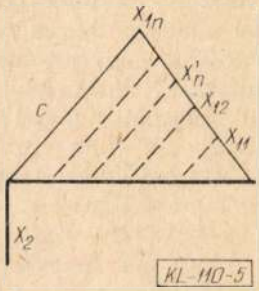
Végtelen üzem esetén az időhorizont az alkalmazott sínrendszer, ágyazat és keresztalj, vonalvezetés, valamint a rajta lebonyolítandó forgalom függvénye. Kiváló karbantartás és viszonylag nagyobb sugarú íveknél hosszabb (kb. 20—



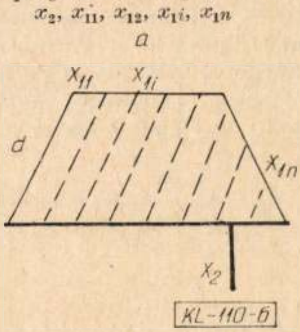
3. ábra. Feltáró pálya négyzetes nyersanyag-lelőhelyen
x_2, a, x_{11}, x_{12}, x_{1n}



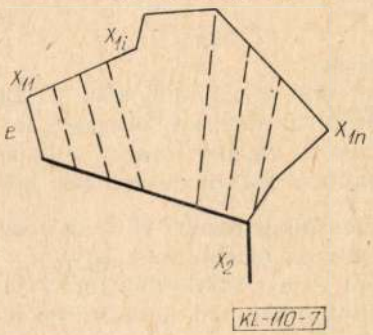
4. ábra. Feltáró pálya téglalap alakú területen.
x_2, x_{11}, x_{1i}, a, x_{1n}, b



5. ábra. Feltáró pálya háromszög alakú területen.
x_2, x_{11}, x_{12}, x_{1i}, x_{1n}



6. ábra. Feltáró pálya trapéz alakú területen.
x_2, x_{1n}, d, x_{11}, x_{1i}, a



7. ábra. Feltáró pálya általános alakú nyersanyag-lelőhelyen
x_2, e, x_{11}, x_n, x_{1n},

30 év), gyengébb karbantartás vagy rosszabb altalaj, illetve több kissugarú ívvel rövidebb (kb. 15—20 év) a vasút élettartama. Éles ívekben esetleg 4—5 évenként kell síncserét végezni, ez növeli a fenntartás költségeit.

Kecskés (1972) szerint az ívben fekvő sínek az átgördült elegytonna terhelés függvényében jelentős kopásnak vannak itéve a sín futó- és vezető felületén. A kopási értékek mérés útján meghatározhatók az ismert terhelés függvényében. Az oldal és magassági kopás együttes hatását kiegyenlített magassági kopásként értékelik. Ennek értéke pl. 48-as rendszerű MÁV sínre:

Forgalom	$R = 500$ m	Egyenesben
60 millió etkm/km	3 mm	1,5 mm
110 millió etkm/km	4,5 mm	2,5 mm
160 millió etkm/km	6 mm	3,5 mm

Kisebb sugarú ívekben természetesen nagyobb az oldalkopás mértéke, mint a példában szereplő fővonali pályán.

„S" szállítási költség megállapítható a felhasznált üzemanyag és kenőanyag, ill. elektromos energia; a vasúti személyzet bére és közterhei, valamint a vasúti vonó- és gördülőeszköz fenntartási, javítási és leírási költségei összegéből. Ez a szállítási költség fuvardíjjal nem pótolható, mert a fuvardíj a beruházási, fenntartási, személyzeti, üzemköltségeket, valamint adókat és a nyereséget is tartalmazza. Így „S" költsége „B_4" paraméterei alapján az évi szállítási mennyiség függvényében könnyen kimunkálható az adott területen szokásos árak és keresetek figyelembevételével, vagy pedig az 1980. évi Iparvágány-szabályzat alapján az *1. táblázatból* vehető.

Egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén az üzem telepítési helyének optimuma a lehetséges helyek között matematikailag ott lesz, ahol a szállítóhelyek összköltsége minimális, figyelembe véve a bekötőút (Kb) és a csatlakozó vágány (Ki) beruházási költségeit is, (lásd *8. ábra*).

Empirikusan:

$$\dot{U}_1 = K_{v1} + x_{31}K_b + x_{41}K_i$$
$$\dot{U}_2 = K_{v2} + x_{32}K_b + x_{42}K_i$$
$$\vdots$$
$$\dot{U}_n = K_{vn} + x_{3n}K_b + x_{4n}K_i \qquad \ldots(8)$$

Az optimum ott van, ahol $\dot{U}$ költsége min:

$$\dot{U}_{\text{opt}} = \dot{U}_{\min} \qquad \ldots(9)$$

A (8) képletben:

x_3 = a létesítendő bekötőút hossza ... km
K_b = a bekötőút beruházási költsége/km
x_4 = a csatlakozó vágány hossza .../km
K_i = a csatlakozó vágány beruházási költsége/km

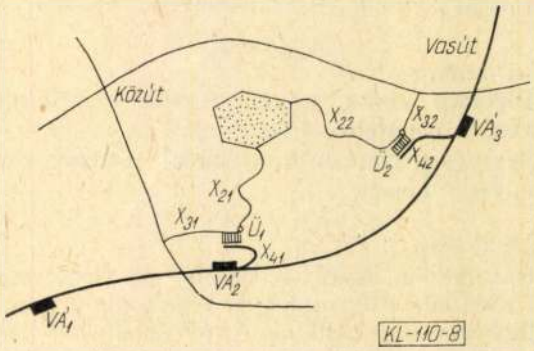
Amennyiben nincs tervbe véve az országos vasúthálózathoz való csatlakozás, úgy $K_i = 0$.

A bekötőút és a csatlakozó vágány fenntartási költségei a továbbiakban nem szerepelnek, mert azok a tanácsi, illetve vasúti hatóság tulajonába kerülnek és fenntartásukról adók és fuvardíj révén az állam vagy a vasúttársaság gondoskodik.

1. táblázat

Vasúti kocsitovábbítási díj az Iparvágányszabályzat szerint (Érvényes 1980. I. 1-től):

Távolság km	76 cm nyomtáv Ft/tkm	Normál nyomtáv Ft/tkm
5	0,720	0,780
6	0,642	0,712
7	0,586	0,663
8	0,544	0,627
9	0,511	0,598
10	0,485	0,576
20	0,368	0,474
30	0,328	0,440
40	0,309	0,423
50	0,297	0,412
60	0,289	0,405
70	0,284	0,401



8. ábra. Telepítési hely optimuma egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén
$VÁ_1$, $VÁ_2$, x_{41}, $Ü_1$, x_{31}, x_{21}, Közút, x_{22}, $Ü_2$, x_{42}, x_{32}, $VÁ_3$, Vasút

2.2 Telepítési optimum több nyersanyag-lelőhely esetében

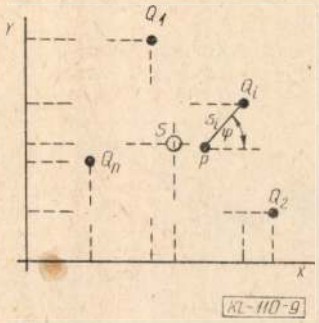
Több nyersanyag-lelőhely esetén az optimális telepítési hely két tényező függvénye:

— optimális nyersanyagszállítás,
— közforgalomhoz való kedvező cstlakozás.

Az első tényező sík, földrajzi vagy talajmechanikai akadályok nélküli területen matematikailag megoldható, de ennél a megoldásnál sem hanyagolható el a második tényező jelentősége. Az első tényező domb- és hegyvidéken, valamint európai infrastruktúra esetén már nem ad matematikailag egyértelmű megoldást, ezért a mérnöki gyakorlat a közelítő megoldást fogadja el két lépésben, majd ezt a második tényező szempontjából korrigálva adódik a végső megoldás.

Elméleti megoldás

Több nyersanyag-lelőhely esetén a feldolgozó üzem optimuma az a pont, ahová irányuló nyersanyagszállítás összköltsége minimális és nem a nyersanyag-lelőhelyek súlypontja. Ezt *Jándy* (1966) úgy fogalmazza meg, hogy a szállítási teljesítmény minimális, vagyis a tonnakm-ek összege a változatok között a legkisebb. *Zambó* (1966) szerint az a csomópont keresendő, ahol az odairányuló súlyozott egyenesvonalú távolságok összege a legkisebb. Mivel pályánkat terepen kell vezetni, azt a csomópontot keressük, amely ki-



9. ábra. Több nyersanyag-lelőhely geometriai súlypontja Q_n, S, s_i, φ, Q_2, Q_i, Q_1, X, y

elégíti a bevezetésben idézett két tényezőt és a mértani súlypont közelében helyezkedik el, (lásd *9. ábra*).

$$S_x = \frac{Q_1x_1 + Q_2x_2 + \ldots Q_nx_n}{\sum_1^n Q_i} \quad \ldots \quad (10)$$

$$S_y = \frac{Q_1y_1 + Q_2y_2 + \ldots Q_ny_n}{\sum_1^n Q_i} \quad \ldots \quad (11)$$

Síkbeli feladatoknál:

$$s_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \quad \ldots \quad (12)$$

A súlyozott távolságok összege pedig:

$$S = \sum_{i=1}^{n} Q_i \cdot s_i \ldots \text{(tkm)} \quad \ldots (13)$$

Ennek kell minimumnak lennie.

$$\frac{\partial S}{\partial x} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \frac{x - x_i}{s_i} = \sum_{1}^{n} Q_i \cos \varphi_i = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial S}{\partial y} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \frac{y - y_i}{S_i} = \sum_{i=1}^{n} Q_i \sin \varphi_i = 0 \quad (15)$$

Metodikai eljárás

A megoldás nem egyértelmű, mert a közforgalomhoz való csatlakozás nem minden esetben a csomópontnál optimális. Ilyenkor a legnagyobb készlettel rendelkező nyersanyag-lelőhely körzetét helyes csomópontnak választani, ha ott a közforgalomhoz való csatlakozás kedvezőbb. Ha ez sem eredményez jó megoldást, akkor fokozatos iterációval egy második és harmadik csomópont felvételével a több megoldás közül kiválasztható a legkedvezőbb.

A grafikus megoldás alkalmazása ellenőrzésként ajánlatos és első lépésként a nyersanyag-lelőhelyek súlypontját állapítjuk meg. A súlypontból kiindulva grafikusan meghatározzuk a súlyozott egyenes vonalú távolságok minimumát, amely zárt vektorpoligont képez. Első közelítésként az eredő a súlypont és a csomópont közötti távolság. Második közelítésként e távolság feléből indítjuk el az új poligont és kedvezőbb csomópontot kapunk. A nyersanyag-lelőhelyeket a súlypontjukban redukált tömeggel (Q) helyettesítjük a kidolgozás egyszerűsítése végett, (lásd *10. ábra*).

Szerkesztéssel: a (10) és (11) képletből számított S-ből elindítva az első poligont, P_1-et kapjuk. P_1 és S távolság felezőjéből elindított poligon a P_2-t adja. A szerkesztést tovább folytatva P végleges helyét kapjuk.

A matematikai optimumot, „P" megfelelő térképre való felhordása után állapítjuk meg a tervezett nyomvonalak hosszát az (1) képlet segítségével, az uralkodó terepviszonyoknak megfelelően. *Ertl* (1955), *Kadocsa* (1956) és főleg *Kerkápoly* (1968) alapján helyes a nyomvonalakat keresni. *Lugosy* (1956) kiváló irányelveket ad a domb- és hegyvidéki keskeny-nyomtávú vasutak tervezésére. A nyomvonal tervezésénél a kiválasztott mozdony adataiból kell kiindulni; az irány- és lejtviszonyokat az (1) képletben beszerzésre javasolt mozdony és kocsipark figyelembevételével tanácsos megállapítani a különböző nyomtávú pályák előírásainak megfelelően, *Czére* (1977) és *Koppány* (1955) szerint.

„P" helye topográfiai felületen nem biztos, hogy egybeesik annak mértani helyével, de kellő megfontolással a csomópont meghatározható. Ezzel a feladat első része megoldódott, de hátra van még az országos hálózathoz való csatlakozás. A csatlakozást a (8) képletben szereplő

$$x_3K_b + x_4K_i$$

képviseli és itt kezdődik a feladat második része.

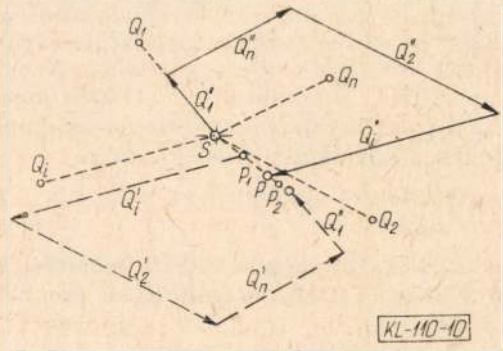
Amennyiben a kiválasztott csomópont — a feldolgozó üzem geometriai helye egyéb szempontból is megfelelő — kellő infrasturktúrával rendelkezik a 8. ábra analógjával számított lehetséges közforgalmi csatlakozás költsége a legkisebb (min) legyen:

$$\ddot{U} = K_{v1\min} + K_{v2\min} + \ldots + K_{vn\min} + x_3K_b + x_4K_i \quad \ldots (16)$$

A megoldást a lehetséges csatlakozások között — figyelemmel a továbbszállítás irányára —

$$\begin{array}{c} x_{31}K_b + x_{41}K_i \\ x_{32}K_b + x_{42}K_i \\ \vdots \quad \vdots \\ x_{3n}K_b + x_{4n}K_i \\ \hline x_{3i}K_{b\min} + x_{4i}K_i \end{array} \text{ vagy } x_{3i}K_b + x_{4i}K_{i\min}$$

özül a kedvezőbb adja.



10. ábra. Több nyersanyag-lelőhely súlyozott egyenesvonalú távolságai minimumának szerkesztése.
Q_i, Q_i', Q_2', Q_n, P_1, P_2, P, Q_1', Q_1'', S, Q_1, Q_n, Q_n'', Q_i'', Q_2'', Q_2

Az üzem optimális helye ott lesz, ahol a szállítás és csatlakozás költségei a legkisebbek.

$$U_{opt}=K_{v1min}+K_{v2min}+\ldots+K_{vnmin}+ +(x_3K_b+x_4K_i)_{min} \quad \ldots(17)$$

Könnyen belátható, hogy a szállítási teljesítmények minimuma akkor is elérhető, ha az egyes nyersanyag-lelőhelyek anyagát a max lelőhelyre szállítom. Ha a (17) képletben meghatározott üzemhely nem ad optimumot, akkor új csomópontként a max. nyersanyag-lelőhely körzetében határozunk meg egy kedvező üzemhelyet és ezt optimalizáljuk a leírt módon. Fokozatos iterációval — figyelembe véve a kedvező telepítési adottságokat is — megállapítható az egyáltalán lehetséges legkedvezőbb telephely. Erre azért is szükség van, mert nem biztos, hogy a matematikai csomópont — vagy annak körzete — telepítés szempontjából kielégíti a bevezetőben közölt egyéb kívánalmakat is.

3. A telepítés optimális helye tisztán közúti nyersanyag-szállítás esetén

Ez a szállítási mód akkor gazdaságos, ha a vasútépítés a terepviszonyok miatt nem lehetséges, vagy az infrastruktúra közúti szállítást igényel, továbbá kisebb vagy időszakos szállítások esetén. A vasúti szállítás előnye, hogy nagy mennyiségek minimális kezelő személyzettel szállíthatók, a közúté pedig, hogy minden terepviszonyra alkalmazható. Saját úthálózattal ma már nagy mennyiségek szállítása is lebonyolítható olyan különleges, nagy teherbírású járművekkel, melyek közlekedése az országos úthálózaton nem megengedett. A közúton esetünkben két módszer szerint bonyolódik le a nyersanyagszállítás:

— saját úthálózaton,
— saját és országos úthálózaton.

Saját úthálózaton a nyersanyag-lelőhelytől a feldolgozó üzembe való szállítás közút igénybevétele nélkül történik. Ez azért jelentős, mert ilyen esetben max. kapacitású járművek alkalmazhatók és nem köt az egyes tengelyre engedélyezett 10 t, valamint a kettős tengelyre engedélyezett 16 t tengelynyomás korlátozás.

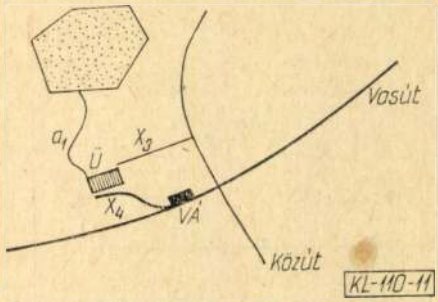
A saját úthálózat végső soron megfelelően kiképzett és kezelt földút (pl. külfejtésű ércbányákban, homokos talajú erdő- és mezőgazdasági kultúrában), vagy pedig a szállítási igényeknek megfelelően tervezett és szilárd burkolattal ellátott útpálya, *Láng* (1967), *Pankotai—Herpay* (1965), *Nemesdy* (1966) és (1974), valamint *Hütte* (1970) szerint.

Egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén az empirikus egyenlet a következő: (lásd *11. ábra*)

$$K^{\circ}_{u}=a_1(C+A_u)+a_1SQ+x_3K_b+x_4K_i \quad \ldots(18$$

ahol

K°_{u} = az úthálózattal megközelített telepítési hely összköltsége, nyersanyagszállítási szempontból
a_1 = a kiépítendő úthálózat hossza ... km
C = a saját úthálózat beruházási költsége/km
A_u = a saját úthálózat fenntartási költsége/km
S = a közúti szállítás költsége/tkm



11. ábra. Telepítési hely egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén, saját úthálózaton szállítva az anyagot. x_4, Ü, a_1, x_3, VÁ, Közút, Vasút

Q, x_3, K_b, x_4, K_i azonos a (8) képlet adataival.

A fenntartásra vonatkozólag mértékadók az irodalmi adatok: *Nemesdy* (1974) és *Berg* (1975) alapelvei és adatai megfelelő tájékoztatást nyújtanak.

A fenntartás olyan legyen, hogy a gazdasági cél elérését maradéktalanul kielégítse, folyamatos szállítás esetén az év bármely szakában biztosítsa a forgalmat (erdő, bányaüzem, állattartás). De pl. trópusi esős viszonyok között, monszun után nagyobb fenntartási költség szükséges.

A várható élettartam aszfalt burkolatú utaknál 15 év, aszfalt-makadámutaknál 10—12 év, betonutaknál 25—40 év körüli, *OKTSZ* (1967) és *Berg* (1975) alapján.

A 8. ábrával analóg esetben a feldolgozó üzem telepítési optimuma a nyersanyag-lelőhelytől ki kell elégítse a (8) képlet min költségre való törekvését.

$$K^{\circ}_{u1}=a_{11}(C+A_u)+a_{11}SQ+x_{31}K_{bi}+x_{41}K$$

$$K^{\circ}_{u2}=a_{12}(C+A_u)+a_{12}SQ+x_{32}K_b+x_{42}K_i$$

$$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$$

$$K^{\circ}_{un}=a_{1n}(C+A_u)+a_{1n}SQ+x_{3n}K_b+x_{4n}K_i \quad (19)$$

Tehát az optimális üzem ott telepíthető, ahol a képletben szereplő lehetséges variánsok közül a min van.

$$\dot{U}_{opt}=K^{\circ}_{umin} \quad (20)$$

Több nyersanyag-lelőhely esetén a telepítési helyet a 9. ábrának megfelelően állapítjuk meg, figyelembe véve a (17) képlet megfontolásait.

$$\dot{U}_{opt}=K^{\circ}_{u1min}+K^{\circ}_{u2min}+\ldots+K^{\circ}_{unmin}+ +(x_3K_b+x_4K_i)min \quad (21)$$

ahol x_3, x_4, K_b és K_i a (8) képlet szerint értelmezendők.

Hasonló elgondolás alapján, de fordított elvek szerint készültek a vinyesándormajori fűrészüzemhez vezető feltáró utak tervei a 60-as évek elején, ahol több változat elkészítése után alakult ki a végleges úthálózat.

Saját úthálózat építésének rendkívüli jelentősége van az erdő- és mezőgazdaságban, valamint a bányákban akkor, ha adott a közvetlen közforgalomhoz való csatlakozás lehetősége. Jelentős

továbbá — bányák esetén — nagy mennyiség szállításakor, ha nincs közvetlen csatlakozási lehetőség. Ilyenkor közbenső rakodó és szállítópálya (lehet vasút is) beiktatásával történik a közforgalomhoz való csatlakozás.

Optimum a saját és országos közúthálózaton történő nyersanyagszállítás esetén

Ez az egyik legjellemzőbb szállítási mód a közúti és vasúti kapcsolódó szállítás mellett. Optimumát az adja meg, ha mindkét útvonalon a szállítás olyan járművel bonyolítható le, amelynek tengelynyomása a közútra engedélyezett. Ebben az esetben

— elmarad a közbenső rakodás,
— a közúton való szállításért nem kell pótdíjat fizetni.

A pótdíj összege nagymértékben emeli a szállítás költségét, melyet a *2. táblázat* ismertet:

A pótdíjat a 10/1977. (XII.21.) KPM. rendelet írja elő. Pl. ez a többletköltség Rába 15 t hasznos terhelésű billenthető szállító kocsinál 55,- Ft/km. Ebben az esetben a kettős tengely súlya 20 t. Ez az összeg a rakományra vetítve 3,67 Ft/km többletköltséget jelent.

Egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén az empirikus egyenlet:

$$K_u = a_1(C + A_u) + (a_1 + a_2)S\,Q + x_3K_b + x_4K_i \quad \ldots (22$$

ahol

K_u = magán- és közúton történő szállítás céljára fordított nyersanyagszállítási összköltség,
a_2 = a szállítás által igénybe vett közforgalmi úthálózat hossza ... km,
S = közúti szállítás költsége/tkm,
a többi értelemszerűen a (18) képletből adódik.

Az optimum ott lesz, ahol egyetlen változat költsége a minimális. (Lásd *12. ábra.*)

$$K_{u1} = a_{11}(C + A_u) + (a_{11} + a_{21})SQ + x_{31}K_b + x_{41}K_i$$
$$K_{u2} = a_{12}(C + A_u) + (a_{12} + a_{22})SQ + x_{32}K_b + x_{42}K_i$$
$$\vdots$$
$$K_{un} = a_{1n}(C + A_u) + (a_{1n} + a_{2n})SQ + x_{3n}K_b + x_{4n}K_i$$
$$\dot{U}_{opt} = K_{umin} \qquad (23)$$

„S" költséget a Tehergépjármű díjszabás (1980) alapján az alábbi egyenletek tartalmazzák, súlydíjas fuvarszámítás és gépi rakodás figyelembevételével Ft/t

Billenős tgk: $y = 7{,}00 + 2{,}50x$
Egyéb tgk:
20 km-ig $y = 13{,}00 + 2{,}40x$
20,1—100 km-ig $y = 13{,}00 + 2{,}30x$
100,1 km felett $y = 13{,}00 + 1{,}90x$ (24)

x = a rakottan megtett út (km).

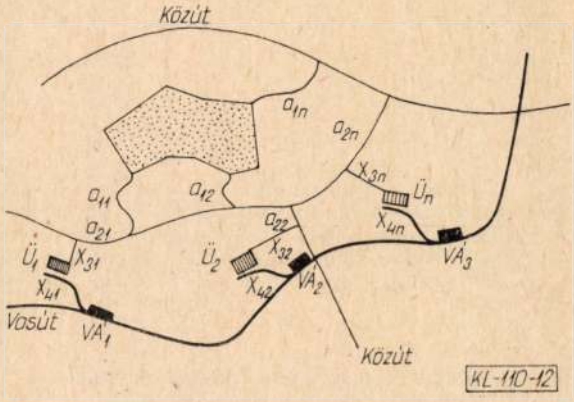
Az itt közölt egyenletek alapegyenletek, amihez a fuvarozás módjától függően pótdíjak járulnak.

Több nyersanyag-lelőhely esetén a telepítés optimuma a matematikai csomópontban vagy annak közetében lesz. Földrajzilag azonban annak a lehetséges csomópontnak a közelében, ahol a csatlakozó vágány kiépítési költsége a minimális, mert itt a bekötőút nem játszik szerepet. Kedvező,

2. táblázat

A 10/1977 (XII. 21.) KPJ rendelet alapján fizetendő pótdíj

Tengelyterhelés t	Díj Ft/km	Tengelyterhelés Kettős tengely T	Díj Ft/km
10, 1 – 10,5	20	16,1 – 17,0	25
10,51 – 11,0	25	17,1 – 18,0	35
11, 1 – 11,5	35	18,1 – 19,0	45
11,51 – 12,0	50	19,1 – 20,0	55
12, 1 – 12,5	70	20,1 – 21,0	70
12,51 – 13,0	95	21,1 – 22,0	90
13, 1 – 13,5	125	22,1 – 23,0	120
13,51 – 14,0	160	23,1 – 24,0	160
		24,1 – 25,0	200
		25,1 – 26,0	250



12. ábra. Telepítési hely egyetlen nyersanyag-lelőhely esetén, saját és országos közúthálózaton szállítva a nyersanyagot.
Vasút, VA_1, Közút, $\dot{U}_1$, x_{41}, x_{31}, a_{21}, a_{11}, Közút, a_{12}, a_{22}, $\dot{U}_2$, x_{42}, x_{32}, VA_2, a_{1n}, a_{2n}, x_{3n}, $\dot{U}_n$, x_{4n}, VA_3

pl. közép-európai infrastruktúra esetén kimondottan a közforgalmi vasúthálózathoz való csatlakozás a döntő. Kisebb jelentőségű üzemek, vagy a feldolgozott nyersanyag további helyi felhasználása esetén elmaradhat a csatlakozó vágány. Ebben az esetben a matematikai optimum közelében levő telepítés a leggazdaságosabb.

Az üzemhely kiválasztása az analóg (8)—(10)—(11) és (20) képlettel történik. Ezután fokozatos iterációval megállapíthatók a 12. ábra szerint a lehetséges útvonalak, majd a (23) képlettel az optimum.

Ez a módszer kiválóan alkalmas a vasúti rakodó helyének megállapítására abban az esetben, ha a vasúti szállítás több irányban is lehetséges.

IRODALOM

[1] *Berg Artur:* Közúti munkák hatékonyságának vizsgálati módszerei. KÖTUKI 18. sz. Kiadvány. Bp. 1975.
[2] *Dr. Czére Béla:* A vasúti technika kézikönyve. Műszaki Bp. 1977.
[3] *Ertl Róbert:* Vasútvonalak tervezése. Tankönyv Bp. 1955.
[4] HÜTTE Taschenbuch der Bautechnik. 2. Band. 29. Aufl. Verlag W, Ernst u. Sohn. Berlin-München-Düsseldorf, 1970.
[5] *Dr. Jándy Géza:* Szállítási és telepítési operációkutatás. Műszaki Bp. 1966.

[6] *Kadocsa Lajos:* Kisvasutak földmunkái. Mérnöki Továbbképző Intézet. Bp. 1956.
[7] *Dr. Kecskés Sándor:* A vasúti pályaívekben fekvő sínek kopása: összefüggésben a korszerű síngazdálkodással = Közlekedéstudományi Szemle, 1972. 6. sz.
[8] *Dr. Kerkápoly Endre:* Vasútvonal tervezése és korszerűsítése. Vasútépítéstan I. Tankönyv. Bp. 1968.
[9] *Koppány Ernő:* Kisvasutak teljesítőképességének vizsgálata. Mérnöki Továbbképző Intézet. Bp. 1956.
[10] *Láng Elemér:* Makadámutak építése az ÉKSz előírásai szerint. ERDŐTERV Bp. 1967.
[11] *Lugosy István:* Domb- és hegyvidéki keskenynyomtávú vasutak tervezése. Mérnöki Továbbképző Intézet Bp. 1956.
[12] *Modrovich Ferenc:* Erdészeti szállítóberendezések. Egyetemi jegyzet. Sopron 1943.
[13] *Dr. Nemesdy Ervin:* Útépítéstan. Egyetemi jegyzet. Tankönyv. Bp. 1966.
[14] OKTSZ — Országos Közutak Tervezési Szabályzata. KPM. Sz. U. I/3. 67. Útügyi szakmai szabvány. Bp. 1967.
[15] *Dr. Pankotai Gábor — Dr. Herpay Imre:* Erdészeti szállítástan. Mezőgazdasági Bp. 1965.
[16] *Dr. Zambó János:* Telepítéselmélet a bányászatban. Műszaki Bp. 1966.
[17] *Zelovich Kornél:* A vasúti felépítmény. Bp. 1927.

Az alumíniumolvasztó kemencék kiválasztásának szempontjai

HAJNAL JÁNOS okl. kohómérnök
ALUTERV-FKI

DK:669.716 : 621.745. 3

Összefoglalja az alumíniumolvasztó kemencék kiválasztásának szempontjait. Javaslatot tesz a kiválasztás menetére. A különféle energiahordozókkal üzemelő olvasztókemencék energiaköltségeinek összehasonlítására diagramot, ill. nomogramot ismertet.

1. Milyen igényeknek feleljenek meg az alumíniumolvasztó kemencék:

A beruházás vagy a fejlesztés eredményességének egyik fontos feltétele a technológiai alapberendezések kiválasztása. Az alumíniumolvasztó kemencék gazdaságos üzeme az egész öntöde gazdaságosságának jelentős meghatározója. Ezért új üzem tervezésénél, illetve meglevő öntödék rekonstrukciójánál, bővítésénél különös figyelmet kell fordítani ezek kiválasztására. A korszerű olvasztókemencének a következő igényeket kell kielégítenie:

— jó kemencehatásfok;
— tüzelőanyaggal fűtött kemencéknél nagy pirometrikus, illetve tűzeléstechnikai hatásfok;
— jó fémminőség, a fém minimális gázfelvétele mellett a nem fémes szennyezők kizárása;
— a fűtés automatikus vezérlése, (automatikus hőmérséklet-, térnyomás- és arányszabályozás);
— a kemence egyszerű kezelhetősége, kényelmes adagolás és fémelvétel, könnyű tisztítási lehetőség;
— környezetvédelmi és ergonómiai szempontból megfelelő kemenceüzem.

A felsorolt követelmények egyidejű, maximális teljesítése ideális eset. Az egyik fokozottabb figyelembevétele a másik kényszerű elhanyagolását vonja maga után.

Egyes öntödei technológiákhoz már ismertek optimális olvasztási módszerek és berendezések, tökéletes, univerzális megoldás azonban nem létezik. Ugyanis a fenti általános követelményeken túl, az olvasztókemencéknek ma már egy sor sajátos üzemi adottsághoz is kell alkalmazkodniuk.

2. Az alumíniumipari olvasztókemencék kiválasztásának szempontjai

A felhasználási célt és leggazdaságosabb kemenceüzemet szem előtt tartva válasszuk ki a legmegfelelőbb kemencetípust.

A kiválasztás szempontjait az *1. táblázat* tartalmazza. Az egyetemes szempontok minden kemencére általános érvényűek és elsősorban a kemence gazdaságos üzemét kívánják biztosítani. A technológiai szempontok már a konkrét kemencére vonatkozó igényeket rögzítik. A kemencék megfelelő öntödébe való kiválasztásakor üzemi szempontok is figyelembe veendők.

2.1 Egyetemes szempontok

A kiválasztás kiindulási pontja az olvasztókemencének az alaptechnológiához való illesztése, a termelési folyamattal való közvetlen kapcsolata.

1. táblázat

Alumíniumolvasztó kemencék kiválasztási szempontjai

Egyetemes szempontok	Technológiai szempontok	Üzemi szempontok
1. Alaptechnológiához való illesztés	1. Üzemi munkarend	1. Rendelkezésre álló hely
2. Az energia hatékony felhasználása	2. Fémes betét minősége, mérete	2. Füstgázelvezetési lehetőség
3. Az alapanyag hatékony felhasználása	3. Gyártandó ötvözetek	3. A betét adagolásának módja
4. Beruházási költség	4. Legnagyobb öntvény	4. A fémelvétel módja
5. Üzemeltetési költség	5. Napi folyékonyfém szükséglet	
6. Karbantartási igény	6. Fémszükséglet folyamatossága	
7. Környezetvédelem és ergonómia	7. Fűtőenergia fajtája	

A kemence — mivel az olvasztás az öntödei technológia egyik legfontosabb művelete — minden tekintetben illeszkedjék a tervezett vagy meglevő öntöde technológiájához, figyelembe véve annak műszaki színvonalát, adottságait és igényeit.

Energiafelhasználó üzemről lévén szó, elsőrendű követelmény az energia hatékony felhasználása. Az ezt befolyásoló tényezők:

— jó pirometrikus hatásfok, amelyet jól keverő, korszerű égőkkel lehet biztosítani,
— jó tüzeléstechnikai hatásfok. Ez a tüzelés automatizáltságával (tér-, illetve fémhőmérséklet, térnyomás- és arányszabályozás) és a távozó füstgáz hőjének közvetlen hasznosításával érhető el,
— jó kemencehatásfok.
Ezt a fentieken kívül a kemencefalazat hőszigetelése és a kemencetér zártsága befolyásolja.

Az olvasztáskor törekedni kell az optimális fémminőség előállítására, minimális fémveszteség mellett. Az alumínium olvasztásakor a legfőbb szennyezőforrás a kemencegázok felvétele és az alumínium oxidációja (leégés, vagyis fémveszteség). A gázszennyeződés és a leégés mértékét növekvően befolyásolja a hőmérséklet és a fürdőfelszín nagysága, valamint a fürdő levegővel, füstgázokkal való érintkezésének időtartama.

A leégési veszteségek csökkentése és a jó minőségű folyékony fém minél egyszerűbb fémtisztítással történő előállítása érdekében az olvasztókemence kiválasztásakor törekedni kell a következőkre:

— kis fémfürdő-felület/befogadóképesség arány,
— rövid olvasztási idő, azaz nagy olvasztási teljesítmény,
— a fürdő gázokkal való érintkezésének megakadályozása,
— a fürdő felületén képződött védő oxidréteg átszakításának elkerülése.

A kemencekonstrukció, az alkalmazott energia, a tüzelési rendszer és a hőátadás módja egyaránt befolyásolja a fémszennyeződést és a leégést.

A berendezések kiválasztásakor — különösen import esetén — nem elhanyagolható szempont az ár kérdése. A kemence közvetlen költségeit meghatározó tényezőkön (pl. automatizáltság foka, hőszigetelés minősége, a kemence buktatható volta stb.) túl, a beruházás költségeinél figyelembe kell venni közvetett, járulékos költségeket (pl. energiaellátás, füstgázelvezetés stb.) is.

A kemence üzemeltetési költségei az adottságok és az igények figyelembevételével legyenek minél kisebbek.

Az üzemeltetési költségek fő meghatározói:

— a beruházás amotrizációja,
— energiaköltség,
— fémveszteség,
— karbantartási költségek,
— egyéb mellékköltségek (pl. munkabér, hűtővíz stb.).

A karbantartási igény, különös tekintettel a tűzálló falazat élettartamára, jelentősen befolyásolja az üzemeltetési költségeket. Ezen túl a karbantartás gyakorisága és a kemence felújítások időtartama is fontos tényezők.

A kemence kiválasztásakor külön figyelmet kell fordítani a környezetvédelmi előírásokra és a munkakörülményekre. Környezetvédelmi szempontból elsősorban a folyékony fém kezelésének, tisztításának a módja lényeges.

A munkakörülmények szempontjából a három legfontosabb tényező a munkahely hőmérséklete, levegője és zajszintje.

2.2 Technológiai szempontok

Az adott öntöde munkarendjének (termelő napok, műszakok száma) ismerete már leszűkítheti a szóbajöhető kemencetípusok számát.

Az alumíniumöntvények gyártásához egyaránt használatos tömb, gyártásközi hulladék (felöntés, tápfej, sorja, fánc, selejt) és vásárolt hulladék.

Lakkozott, festett hulladékokat, forgácsot, fóliát, valamint más fémekkel összeépített alumíniumhulladékot külön e célra kifejlesztett hulladékolvasztó kemencékben olvasztanak be. A kemence kiválasztásánál fontos szempont a betétfém mérete. A betét mérete és adagolásának módja befolyásolja a kemenceajtó méretét, kialakítását és a betét beolvasztásának módját. Kis falvastagságú, könnyű darabos hulladékok olvasztása gazdaságosabb merüléses olvasztással, a kisebb fémleégés miatt, mint ugyanezen hulladék kemence atmoszférában történő beolvasztása. Az 50 kg-nál nagyobb tömegű tömbök beolvasztására is előnyösebb a merüléses beolvasztás. A nagyobb tömegű tömbök átmelegedése — kis fajlagos felületüknél fogva — ugyanis lassúbb a kemence atmoszférában. Ez hosszú olvasztási időt, nagy tüzelőanyag fogyasztást és nagyobb leégést okoz.

Kötegelt tömb adagolása esetén — nagy kemencéknél — az a leégés veszélye nélkül előmelegíthető az olvasztóhíd elején, az ajtó előtt.

Egyes ötvözetek esetén az előírások olyan szigorúak, hogy több ötvözet olvasztása egyazon kemencében eleve kizárt. Az ötvözetek száma és fajtája tehát a telepítendő kemencék számának megállapításánál fontos szempont. A kemencekonstrukció, a tűzállófalazat minősége, az alkalmazott energia megválasztása, a tüzelési rendszer automatizáltsága — az előzőekben már ismertetett okok miatt — befolyásolja az ötvözetek minőségét.

Elsősorban kis teljesítményű homoköntödéknél lehet kiválasztási szempont a várható legnagyobb öntvénytömeg. Ez ugyanis meghatározza a kemence minimális befogadóképességét.

Az összes napi folyékonyfém szükséglet a kemencekapacitás, azaz az olvasztási teljesítmény és a befogadóképesség meghatározásának leglényegesebb szempontja! A napi folyékonyfém szükséglet ismerete, a kapacitáson túl a kemencék számára nézve is meghatározó szempont. Például kis adagsúlyú ötvözetek esetén azokat megfelelően ütemezve, a tégelyek cseréjével megoldható az egy tégelyes kemencében történő gyártásuk.

A fémszükséglet időbeni eloszlása a kemenceüzemre illetve a kemencék számára vonatkozóan meghatározó.

Állandó folyékonyfém szükséglet megoldható folyamatosan olvasztó kemencével, de hőntartó kemenceként dolgozó szakaszos üzemű („adagos") olvasztókemencével is. Általában homoköntödékben megfelelő nagyságú öntőtéren az öntés a szakaszos kemenceüzemhez igazodhat. Több kemence esetén, azok ciklusidejét eltolva az öntések sűríthetők. Nyomásos- és kokillaöntödékben viszont nagy kapacitású, folyamatosan olvasztó kemencékből látják el az öntőkemencéket folyékony fémmel. A kemence rövid időközönként ad olvadt fémet, kiküszöbölve ezzel az öntőkemencék jelentős fémszint ingadozását.

Az olvasztókemencék fűtőenergiájának kiválasztását az olvasztási technológián és a gyártandó fémminőségen kívül a kemence gazdaságossága határozza meg. Mivel a kemencék hatásfokát nagyon befolyásolja az energiahordozó fajtája, illetve a tüzelés módja, több tényezőt figyelembe vevő vizsgálat szükséges a mindenkor legkedvezőbb energiahordozó kiválasztásához. Az olcsóbb energiahordozó azonban csak akkor lehet az olvasztás gazdaságosságára vonatkozó döntés kritériuma, ha a technológiai alkalmasságon túl az összes többi összehasonlítási költség közel azonos.

Külön figyelmet kell szentelni a különféle energiahordozók árának jövőbeli alakulására is. A különféle energiahordozók felhasználásának gazdaságossági összehasonlítására később még kitérünk.

2.3 Üzemi szempontok

Az üzemi szempontok elsősorban arra az esetre vonatkoznak, ha a kemencét meglevő öntödébe kell telepíteni. Itt szóbajöhetnek olyan szélsőséges szempontok, mint a rendelkezésre álló hely nagysága vagy a füstgázelvezetés lehetősége. A kemence adagolási és fémelvételi módjának alkalmazkodnia kell az öntöde technológiájához, műszaki színvonalához és meglevő adottságaihoz.

3. A kemencekiválasztás folyamata

Új üzem kemencéinek kiválasztásánál általában a technológiai szempontok, míg meglevő üzembe való kiválasztásnál az üzemi szempontok figyelembevétele a kiindulópont.

A kiválasztás menetére, módjára nem lehet általános érvényű receptet adni. Ideális esetre — amennyiben az üzemnek nincsenek különleges megkötöttségei (pl. adott energiahordozó) — elmondható, hogy a betét fajtáját és a fémellátás folyamatosságát figyelembe véve a kemence konstrukcióját kell először meghatározni. A *2. táblázat* az olvasztókemencék főbb műszaki jellemzőit foglalja össze. A konstrukció kiválasztását követheti a befogadóképesség, az olvasztási teljesítmény és a kemenceszám meghatározása.

A technológiai szempontok alapján kiválasztott kemencének viszont minden tekintetben optimálisan ki kell elégítenie a kemencekiválasztás egyetemes szempontjait! Itt következik általában a kiválasztás újraértékelése.

A két vagy több konkrét berendezés közötti választást a gazdaságossági szempontok határozzák meg.

A kemencék üzemeltetési költségeinek meghatározásánál az energiahordozók költségeinek összehasonlításakor elsősorban az alábbiakat kell figyelembe venni:

— a kemencék hatásfoka,
— az alkalmazott energiahordozók hőegységre (hőegyenértékre) vonatkoztatott költségei,
— az alkalmazott energiahordozók 1 tonna alumínium megolvasztásához szükséges energiaköltségei.

2. táblázat

Alumíniumolvasztó kemencék főbb műszaki jellemzői

Kemencekialakítás és mozgatás módja	Fűtőenergia	Fémes betét jellemzői	Fűtés módja és a fűtési rendszer	Fémkezelés és csapolás
1. Üzemmenet — szakaszos — folyamatos	1. Villamosfűtés — ellenállás — indukciós vasmagos vasmag nélküli	1. Tömb — kohótömb — nagytömb	1. Hőközlés — konvekció — hővezetés — sugárzás	1. Fémkezelés — nincs — keverés — ötvözés szilárd fémmel foly. fémmel — fémtisztítás sózás gázos öblítés — salakolás
2. Kialakítás — tégelyes — forgódobos — teknős — egyterű — többterű — adagolózsebes — kimerőzsebes — adagolóhidas — olvasztóhidas — előmelegítő- és adagolóaknás	2. Tüzelőanyag — földgáz — városi gáz — olaj — pakura	2. Hulladék — gyártásközi nagydarabos közepes laza — vásárolt ipari lakossági ötvözött mech. szennyezett nagydarabos közepes laza	2. Hőmérséklet szab. — kézi — automatikus térhőmérsékletre fémhőmérsékletre füstgáz hőm-re	2. Fémelvétel — kimerős — dugós csapolás — buktatásos csapolás — nyomásos — indukciós — szivattyús
3. Kemencemozgatás — stabil — buktatható kézi mechanikus hidraulikus — forgó			3. Térnyomásszabályozás — kézi — automatikus 4. Arányszabályozás — kézi — automatikus 5. Hőhasznosítás — nincs — égéslevegő előmelegítés — tüzelőanyag előm. — betét előmelegít.	

3. táblázat

1 t alumínium megolvasztásához szükséges energiamennyiség különféle energiahordozókra, különböző kemence hatásfokoknál

Kemence hatásfok %	1 t alumíniumra eső hőmennyiség 720°C-on MJ/t Al	Vill. energia kWh/t Al	Földgáz (35,6 MJ/m³) m³/t Al	Olaj (41,9 MJ/kg) kg/t Al
100	1139,4	316,51	32,02	27,22
90	1265,9	351,63	35,58	30,24
80	1424,3	395,64	40,03	34,03
70	1629,2	452,56	45,79	38,92
60	1899,2	527,56	53,38	45,37
50	2268,1	630,02	64,04	54,44
40	2848,6	791,28	80,06	68,05
30	3798,0	1055,00	106,74	90,73
20	5697,2	1582,56	160,12	136,10
10	11394,4	3165,12	320,24	272,20

Gyors energiaköltség-összehasonlítás végezhető villamosenergia, földgáz és olaj között a *3. táblázat* adataiból szerkesztett *1. ábra* diagramján, amely az energiahordozók árai, a kemencehatásfokok és a hőegységenkénti költségek közti összefüggéseket mutatja. A diagram előnye, hogy az adott fűtőértékekre időben és térben is igaz, vagyis az energiaárak változásától független. Segítségével nemcsak az állapítható meg, hogy a költségösszehasonlítás időpontjában melyik energiahordozó ára a legelőnyösebb, hanem az is, hogy az adott időben az ár szempontjából legkedvezőbb energiahordozó milyen szintig emelkedhet anélkül, hogy egy másik energiahordozó gazdaságosabbá válna.

Az 1. ábrából kitűnik, hogy például 0,7 Ft/kWh villamosenergia-ár és 50%-os kemence hatásfok mellett 1 kWh (3,6 MJ) hasznos hőmennyiség 1,4 Ft-ba kerül. Ha az energiahordozó földgáz, és ezzel csak 30% kemence hatásfok érhető el, akkor a földgáz ára 4,67 Ft/m³ értékig emelkedhet anélkül, hogy a villamosenergia költségeivel összehasonlítva hátrányossá válna.

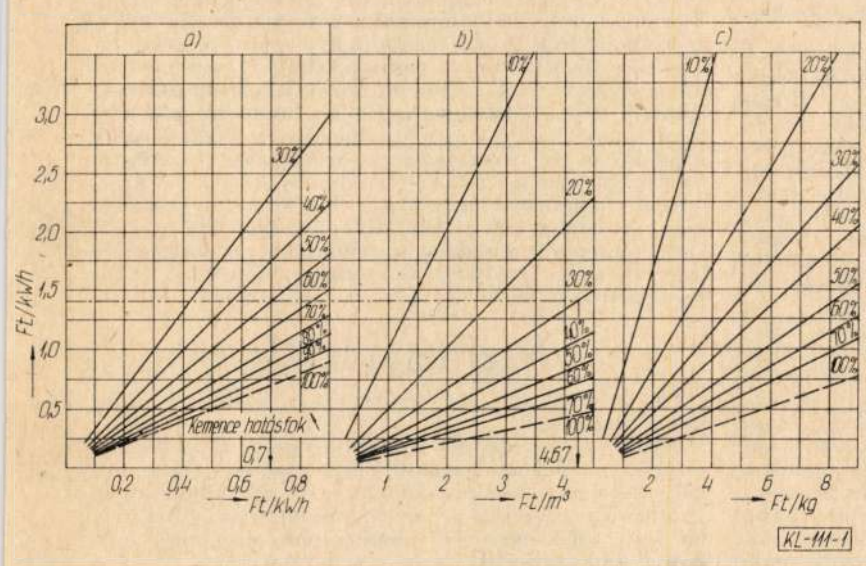
Hasonló gyors költségösszehasonlítás végezhető villamosenergia és földgáz között a *2. ábra* nomogramján. A nomogram adott földgáz-árhoz (2,46 Ft/m³) van megszerkesztve, s ez hasonlítható össze a változó villamosenergia árakkal.

A 2. diagramból például megállapítható, hogy egy 17% kemence-hatásfokú, földgáztüzelésű, teknős olvasztókemence energiaköltségei megegyeznek egy 50% kemence-hatásfokú, indukciós kemence energiaköltségeivel, ha a villamosenergia egységára 0,74 Ft/kWh. Ugyanezt a villamoskemencét korszerűbb rekuperátorral ellátott 35% hatásfokú kemencével összehasonlítva, a fajlagos energiaköltségek 0,36 Ft/kWh egységárnál azonosak. Megállapítható tehát, hogy az ennél nagyobb villamosenergia árnál a földgáztüzelésű olvasztókemence az energia költségek szempontjából gazdaságosabb mint a villamoskemence.

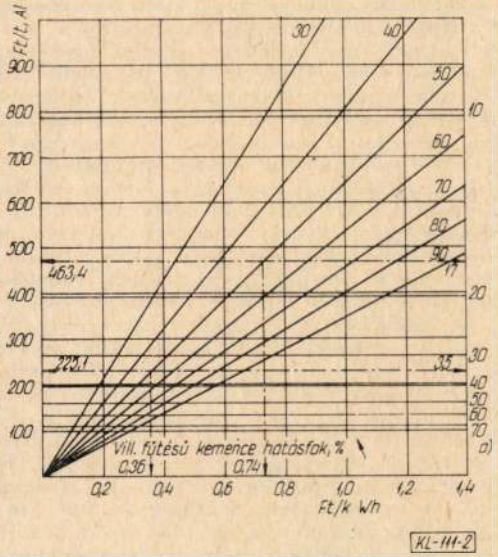
A *3. ábra* nomogramja — az előző összehasonlítási módszerek előnyeivel — energia-árak és a kemence-hatásfok, valamint a fajlagos energiaköltségek közti összefüggéseket mutatja be, adott fűtőértékű földgáz és villamosenergia között. Hasonló nomogram szerkeszthető más fűtőértékű földgázra, illetve más energiafajták, így olaj és földgáz továbbá olaj és villamosenergia között is.

A nomogram változó energiaárak esetén is használható az olvasztási energiaköltségek összehasonlítására. A gazdasági összehasonlítás menete a példa szerint a következő:

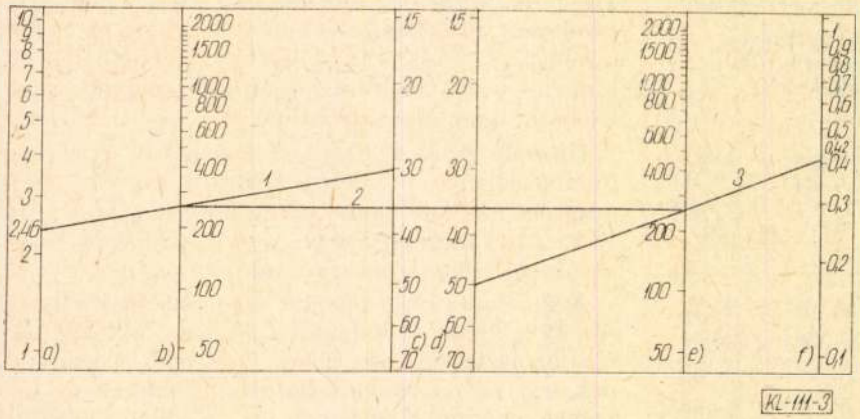
Az adott üzemi földgáz-árát és a kiválasztott földgáztüzelésű kemence hatásfokát összekötő egyenes (1) az 1 tonna alumínium megolvasztásához szükséges energiaköltséget metszi ki. A fajlagos energiaköltséget a villamos oldalra vetítve (2),



1. ábra. Különféle energiahordozók hőegyenértékre vonat koztatott költségei
a/ Villamosenergia; *b/* Földgáz 1 m³ = 9,88 KWh (35,6 MJ/m³); *c/* Olaj 1 kg = 11,63 KWh (41,9 MJ/kg); *d/* Hasznos hőmennyiség; *e/* Kemence hatásfok



2. ábra. Földgáz és villamosfűtésű kemencék energiaköltségeinek összehasonlítása adott földgáz-ár (2,46 Ft/m³ – 35,6 MJ/m³) esetén
a/ A földgáztüzelésű kemence hatásfoka %



3. ábra. Nomogram földgáz és villamosfűtésű kemencék költségeinek összehasonlítására

a/ Földgáz ára Ft;m^3 (35,6 MJ;Ft); *b/* Földgáz energiaköltség Ft;t Al *c/* Földgáz-tüzelésű kemence hatásfoka %; *d/* Villamosfűtésű kemence hatásfoka %; *e/* Villamosenergia költség Ft;t Al; *f/* Villamosenergia ára Ft;kWh

azt a kiválasztott villamoskemence hatásfokával összekötve (3) adódik a 0,42 Ft/kWh-ás villamosenergia egységár. Vagyis megállapítható, hogy 0,42 Ft/kWh-nál magasabb egységár esetén, a földgáztüzelésű kemence, energiaköltségek szempontjából gazdaságosabb.

Különféle energiahordozók alumíniumolvasztási energiaköltségeinek meghatározása, illetve összehasonlítása, az ismertetett diagramon és nomogramokon számítások nélkül, grafikusan könnyen elvégezhető.

A kemence kiválasztásánál az energiaköltségek mellett a jövőben fokozottabban kell ügyelni a fémveszteség várható értékére.

A sok kiválasztási szempont ellenére, a tanulmányban közölt táblázatok és diagramok segítségével a helyes kemence kiválasztás viszonylag könnyen elvégezhető.

IRODALOM

[1] *Reinke, W.:* Vergleich des Schmelzens von Alumínium in Induktionstiegelöfen und in ölgefeuerten Herdöfen.—Alumínium 1979/5.

[2] *Koch, J.:* Brennstoffbeheizte tiegellose Öfen zum Schmelzen und Warmhalten von Alumínium.—Alumínium 1979/2, 4.

[3] *de Boer, J.:* Uitgangspunten voor de keuzebepaling van ovens voor het smeltbedrijf van de alumíniumgieterij.—Elektrotechniek 1978/1.

[4] Villamos hőtechnikai kézikönyv. Szerk. Kegel, K, Bp. Műsz. K. 1978.

[5] *Mittmann, E.:* Bedeutung der Abbrandverluste für die Wirtschaftlichkeit von Alumínium-Schmelzöfen.—Giesserei 1976/1.

[6] *Atkins, R.:* Fémek olvasztása és hőntartása könnyű és színesfém öntödékben. KGYV kiadvány, 1974.

[7] *Czeke A.:* Korszerű olvasztó- és öntőkemencék az utóbbi években épült alumínium hengerművek tuskóöntödéiben.—BKL Kohászati Lapok. 1970/4.

[8] Alumínium kézikönyv. Szerk. Domony A. Bp. Műsz. K. 1967.

Szakosztályi hírek

Alumínium-készáru szakmai rendezvény Kecskeméten

Fémkohászati Szakosztályunk Kecskeméti Készáru Szakcsoportja 1980. április 11-én szakmai előadásokkal egybekötött rendezvényt tartott *Kecskeméten* a *Technika Háza* első emeleti Dózsa termében.

Pozsgai Gyula a *Masped-Mafracht* kereskedelmi igazgatóhelyettes „Tapasztalatok és vélemények a tengerentúli konténeres áruszállításban" címmel és *Teszár Tibor* az *Anyagmozgatási és Csomagolástechnikai Intézet* csoportvezető munkatársa „Alumínium csomagolószerek a hazai csomagolástechnikában, importkiváltási lehetőségek" címmel tartottak érdeklődést keltő előadást. A hozzászólások közül figyelemre méltó gondolatébresztő javaslat hangzott el, az alumínium nagykonténerek fejlesztése, gyártása és a hazai alumínium konténerek leasing bevezetésének lehetőségeiről, ill. annak remélhető gazdasági eredményességéről.

Az előadásokat követően a *Kecskeméti Készáru Szakcsoport* vezetősége *Dánfi László* titkár vezetésével megtartotta ez évi első ülését. Az aktuális egyesületi kérdések és a tervezett szlovákiai tanulmányút megbeszélése után *Dánfi László* titkár ismertette a *Fémkohászati Szakosztály* vezetőségének szándékát a Készáru Szakcsoport tevékenységének kiterjesztéséről. Elmondotta, hogy a hazai alumíniumiparban a készárugyártás mennyiségi és minőségi jelentősége mindegyre növekszik. Az ország területén egyre több üzem vezeti be az alumínium fém feldolgozását. A *Fémkohászati Szakosztály* eleget kíván tenni a létszámban is megnövekedett szakemberek érdeklődési igényeinek kielégítésére. Ennek érdekében elsősorban a budapesti alumínium készgyártmányokkal foglalkozó intézmények (A *Magyar Alumíniumipari Tröszt*, az *Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet*, az *Alumínium Szerkezet Gyár*, az *Alumíniumgyár*, a „*Fémmunkás*" *Vállalat* és a többi Budapest környéki üzem) szakértői részére kívánja az egyesületi életbe való bekapcsolódás lehetőségét megoldani. Ugyanakkor a vidék alumínium készáru iparban dolgozó szakemberek is, a már ötödik éve eredményesen működő kecskeméti Alumíniumipari OMBKE bázis mellett, az egyesületi élet szélesebb körű kibontakoztatását igénylik, így a balassagyarmati és a hódmezővásárhelyi alumínium készáru központokban is. Az elvárásoknak megfelelően a *Fémkohászati Szakosztály* vezetősége — előzetes gondos felmérés eredményeként — a készáruval foglalkozó egyesületi élet továbbfejlesztését célzó javaslatot tett az OMBKE elnöksége felé.

A jól sikerült kecskeméti rendezvény a szakmai és egyesületi élet gondjairól és eredményeiről szóló baráti beszélgetéssel zárult. (A. L.)

Személyi hírek

Dr. Dózsa Lajos a *Magyar Alumíniumipari Tröszt* vezérigazgatója:

Nádas Istvánnak az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* megbízott igazgatójának, gazdasági igazgatóhelyettesének munkaviszonyát — nyugállományba vonulására tekintettel, az alumíniumipar érdekében kifejtett több évtizedes munkájának elismerése mellett — megszüntette;

Kaszás Ferencet az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* igazgatójává kinevezte;

Haberl Pált az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* gazdasági igazgatóhelyettesévé kinevezte;

Nagy Rolandot az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* igazgatóhelyettesévé kinevezte;

Dr. Tóth Istvánt az *Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat* igazgatóhelyettesévé kinevezte;

Nagy Imrét a *Balassagyarmati Fémipari Vállalat* gazdasági igazgatóhelyettesévé kinevezte. (GY)

Figyelő, 1980. jxlius 23.

Dr. Dózsa Lajos a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatója *Bokor Andrást* — saját kérésére — érdemei elismerése mellett 1980. július 1-i hatállyal felmentette a műszaki igazgatóhelyettesi beosztása alól. Egyidejűleg *dr. Csák József* okl. kohómérnököt kinevezte az *Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet* műszaki igazgatóhelyettesévé. (GY)

Fémkohászati műszaki és gazdasági hírek

Termésalumíniumot találtak!

A *Szovjetunió Tudományos Akadémiájának* szibériai — jakutszki — földtani intézete a Szibéria-tábláról származó bazaltokban termésalumíniumot, azaz természetes alumíniumot fedezett fel. Az alumínium, amely a földkéregnek egyik legleterjedtebb eleme, több száz ásvány alkotórésze, de természetes állapotában mindeddig ismeretlen volt. A most felfedezett termésalumínium szerkezete lemezes; lemezecskéi 1 mm átmérőjűek. A vizsgálatok során megállapították, hogy a termésalumínium legfeljebb, 2,5 %-nyi magnéziumot és Al_3Mg_2, $CuAl_2$, Mg_2Si összetételű mikrozárványokat tartalmaz. A termésalumínium alighanem valamilyen — a hidrogénhez hatonló erősségű — redukálószernek a jelenlétében, annak hatására vált ki a kőzetekből. Az alumínium és a vele együtt előforduló többi terméselem — például réz, cink, ólom, vas, antimon és ón — arra mutat, hogy a szilikátolvadékban pontosan meg nem magyarázható természetes fémképződés ment végbe.(GY)

Élet és Tudomány 1980. január 4.

Az alumíniumipar hírei

Tovább nő az alumíniumfelhasználás az autóiparban. Az *Alumínium Pechiney* közlése szerint az egy gépkocsira felhasznált alumínium a következőképpen alakul. (adatok kg-ban)

	1973	1978	1985
Franciaország	32,4	37	45,4
NSZK	31	33	44
Olaszország	35	37	44,5
Egyesült Királyság	27	31	40

Financial Times 1980. jxnius 25.

Az Alcan Alumínium Ltd üzembővítése

130 millió $ költséggel 57 kt/év kapacitású bővítéssel 171 kt/év teljesítményt ér el az Alcan La Baie, Quebec alumíniumkohója. A kohó első kádsora 1980-ban, a második 1981-ben indul, a harmadik sor indulását 1982-re tervezik.

A teljes üzem beruházási költsége környezetvédelemmel és szociális létesítményekkel együtt 410 millió $ lesz.

Mining Engineering 1980. február

Bővülő kohókapacitás Bahreinban

Az *alumínium Bahren (Alba)* 120 millió $ költséggel új kádsort épít és ezzel 45 000 tonnás kohókapacitását 170 000 tonnára (187 000 short t.) növeli. A bővítés befejezését 1981 végére tervezik. (H. *V.*)

Mining Engineering 1980. január

Brazíliai rézelőfordulás

A brazil *Bányászati és Energiaügyi Minisztérium* közölte, hogy a *Garajas* hegyvidéken 500 millió tonnás rézérc előfordulást fedeztek fel. Az érc, amelyik a réz mellett cinket és aranyat is tartalmaz, várhatóan a világ leggazdagabb rézelőfordulása lesz. Brazília az előfordulás kitermelésével öt éven belül függetlenítheti magát a rézimporttól. (K. J.)

Metall 1980. 6. sz. 498. o.

Épül Thaiföld második ónkohója

Bangkok város és a repülőtér között épül az ország második kohója 6000 t/év tervezett kapacitással. Ez a kapacitás 40 %-al növelhető, ha ezt a piaci helyzet indokolja. Az *NSZK*-ban tervezett üzem indítása jelentősen növeli az ország exportját, ami már 1979 első háromnegyedében 12,7 %-kal több volt mint 1978 előző időszakában (23.352 + 2.634 t).

World Mining 1980. május

Világpiaci árak alakulása dollár/tonna

Jellemző	1979. évi átlag	1980. június	1980. jan.—jún. átlaga	1980. június / 1980. január	Várható áralakulás
Energiahordozók					
Kőolaj, 34 % FOB Perzsa-öböl	125	206	199	107	változatlan
Benzin, 91/92 oktán, FOB Rotterdam	299	371	377	94	kissé csökkenő
Gázolaj, FOB Rotterdam	271	314	318	89	kissé csökkenő
Fűtőolaj, max. 1 % kéntartalom, FOB Rotterdam	173	188	186	96	
Színesfémek					
Tömbalumínium, fémtőzsde, London ab tőzsderaktár	1 605	1 669	1 925	84	kissé emelkedő
szabadpiaci, vámolatlan leszállítva	1 520	1 658	1 839	86	kissé emelkedő
kanadai exportár, CIF fő kikötők	1 398	1 750	1 678	109	változatlan
Réz, katód, fémtőzsde, London ab tőzsderaktár	1 949	1 945	2 248	77	kissé emelkedő
Ón, fémtőzsde, London, ab tőzsderaktár	15 504	17 215	17 171	101	kissé emelkedő
Horgany, fémtőzsde, London, ab tőzsderaktár	744	677	743	88	kissé emelkedő
termelői ár, leszállítva	793	789	798	100	változatlan
Ólom, fémtőzsde, London, ab tőzsderaktár	1 208	737	982	66	kissé emelkedő
Nikkel, fémtőzsde, London, ab tőzsderaktár	5 751;a	6 293	6 471	96	kissé emelkedő
zabadpiaci, beraktározva, Európában	6 165	6 540	6 673	98	kissé emelkedő
termelői, London, leszállítva	6 061;b	7 590	7 560	105	emelkedő
Kobaltz, szabadpiaci, beraktározva	x				csökkenő
Európában termelői, CIF	73 545 54 190	48 986 55 115	51 334 55 115	92 100	változatlan

Figyelő 1980. július 23. *(Gy)*

Csepel Művek Fémművének termelése 1979-ben

A *Csepel Művek Fémműve* 1979-ben 101641,8 t félgyártmányt gyártott, ami az 1978 évi termelés 84,27 %-a. A termelési érték 1979-ben 5401 millió forint volt, az 1978 évi 5883 millió forinttal szemben (91,8 %). A termelés visszaesést a *Dip-Forming* huzal rendelés hiánya, a tervezettnél alacsonyabb belföldi szerződésállomány és a fínomkohászati szalaghengermű tüze okozta. A *Művek* 1978 és 1979 évi termelését az alábbi táblázat szemlélteti:

Megnevezés	1978	1979	Változás t-ban	
	tonna		+	−
Feketeréz	952	2 311	1 359	907
Színesfém tömb	12 100[1]	11 193[2]		907
Katóda	2 024	103		1 921
Nehézfém tuskó	3 264	2 768		496
DFMC huzal	–	17 633	17 633	
Réz hengerelt huzal	17 680	4 354		13 326
Nehézfém lemez tárcsa és borított sáv	2 636	2 322		314
Nehézfém előheng. szalag és sáv	1 740	862		878
Nehézfém szalag	5 264	5 469	205	
Acélszalag	23 612[3]	13 719[4]		9 893
Nehézfémrxd	10 132	9 320		812
Nehézfém huzal	6 848	4 619		2 229
Acélhuzal és rúd	1 132	826		306
FMnO huzal	6 388	3 797		2 591
Aut. heg. pálca	1 404	958		446
Acél és egyéb elektróda	7 260[5]	5 803[6]		1 457
Nehézfémcső	6 536	6 113		423
Színesfémöntvény	5 228[7]	3 801[8]		1 427
Kohó- és nyersréz	400	114		286
Ólom termék	36	87	51	
Ón alapú termék	8	49	41	
Ólom félgyártmány	2 416	1 849		567
Szervetlen sók	2 100	2 440	340	
Cink fehér, szürke	100	120	20	
Hidegen sajtolt termék	408	360		48
Ipari szolgáltatás	948	652		296
Befejezett termelés összesen	120 616	101 642		18 974

1. Ebből könnyűfémtömb 5700 t és a 2 pedig 4388 t.
3. Ebből 4652 t dinamó- és 1648 t pedig fermax szalag
4. Ebből 6017 t dinamó- és 617 t pedig fermax szalag
5. Ebből 50,9 t könnyűfém hegesztő pálca és 6.-ból pedig 36,7 t
7. Ebből 1975 t és 8.-ból pedig 1538 t könnyűfém öntvény (K. J.)

Tovább nő a világ magnéziumtermelése

Az *Ima (International Magnesium Association)* közlése szerint a világ magnéziumtermelése (*Kina* és a *KGST* országok nélkül) 1980 első két hónapjában 59 800 tonnát ért el (7 %-kal több mint az előző év azonos időszakában). 1980-ra 239 000 t magnéziumtermeléssel lehet számolni.

Az 1943 évi termelési rekord 232 800 t volt. *George C. Cobel* az *IMA* elnöke még kételkedik a fejlődési trend tartósságában.

Handelsblatt 1980. jxlius 24.

Új ólomkohó indult Kanadában

NSZK és kanadai érdekeltséggel új ólomkohó kezdte meg üzemét *Montreal* térségében. Az üzem nyersanyaga akkumulátorhulladék. A kohó kapacitása 40 000 t/év.

Az üzemet a szigorú környezetvédelmi előírások miatt a legkorszerűbb légtisztító berendezésekkel szerelték fel. A mű szállítója a nyugatnémet *Preussag AG* cég.

Erzmetall, 1980. május

Titángyártás hírei

— 5000 t/év titángranulátot termel a nagy-britanniai *Schotton on Deeside*-ben épülő titánüzem, melynek létesítésében többek között résztvesz a *Billiton International Metals BV* és a *Rio Tinto Zinc* vállalat is.
— Az *Osaka Titanium* 13 000 tonnára növeli titánszivacs termelését.
— Új elektrolízis eljárás felhasználásával épít titánszivacsüzemet a *Howmet Turbine Components* és *Dou Chemical* Kanadában. *Howmet* megvásárolta a *Whitaker Corp. Reno-i* fémtitánüzemét.
— Az USA-ban tervezik az eddig rutil vagy titánszivacs formájában importált titán pótlását a porfirréz-bányászat melléktermékéből. 1979-ben az USA 37 000 sort t titánt termelt, ami 18 %-kal több mint 1978-ban.

Erzmetall 1980. május

Japán növeli titángyártó kapacitását

A *Toho Titanium* cég *Chigasaki*-ban lévő kohójának kapacitását 25 %-kal bővíti 9000 kt/év-re, ezzel és az *Osaka Titanium* 54 %-os bővítésével (12960 kt/év-re). Japán a tőkés világ titántermelésének több mint felét adja. A japán termelés 1980-ban 17—18 000 kt-ra, 1981-ben 22 000 kt-ra emelkedik.

Metals Week 1980. május 26.

Titánszivacs-üzem Indiában

Az indiai *Chemfab* külföldi partnerekkel tárgyal 5400 kt/év kapacitású titánszivacs-üzem létesítéséről.

Az üzemet *Kesala* és *Orissa* államok titánérckészleteire alapítják. India jelenleg 1200 Rs/t áron exportálja a rutilt és 125 Rs/t-ért az ilmenitet, míg a titánszivacs exportálását 100 000 Rs/t nagyságrendre tervezik.

A gyártandó titán egy részét *Hyderabad*-ban dolgozzák fel a hadiipar számára. (H. V.)

Journ. du Four Electrique 1980. 5. sz.

A stratégiai nyersanyagtartalékok helyzete

A nemzetközi kapcsolatok fejlődése napirendre tűzte az úgynevezett „*stratégiai tartalékok*" kérdését. A probléma lényege: nemcsak az olaj, hanem néhány más nyersanyagból is rendkívül nagy a vezető tőkés országok importfüggése. A stratégiai fontosságú fémekből az *USA* a *Közös Piac* és Japán felhasználásának kb. 33 százalékát importálja. Ez százálékosan alacsonyabb ugyan az olaj-függőségi szintnél, de elegendő ahhoz, hogy súlyos problémákat okozzon stratégiailag bonyolult helyzetben.

Napjainkban mindenekelőtt négy színesfém: a *réz*, a *mangán*, a *króm* és a *kobalt* készletezése áll az előtérben. E négy fém esetében ugyanis a vezető tőkés országok importfüggése jóval nagyobb, mint az összes stratégiai fémek vonatkozásában érvényesülő 33 százalék. A réz esetében az egyetlen kivétel az *Egyesült Államok*, amelynek import-függése csak 19 százalék. Ezzel szemben a *Közös Piac* országai 85, *Japán* pedig 84 százalékban függ a behozataltól. A világ réztermelésének 20—20 százalékát az *Egyesült Államok* és *Chile*, 12 százalékát a *szocialista országok* adják. (A többi viszonylag nagy termelő sorrendben: *Zambia* 7; *Kanada* és *Peru* 6—6; a *Fülöp-szigetek* és *Mexikó* 4—4 százalék, a többi megoszlik.)

A világ kitermelhető réztartalékait összesen 498 millió tonnában jelölik meg. A stratégiai tartalékok több mint kétharmada az *Egyesült Államokra* jut, a többi megoszlik Franciaország és Japán között. (Az eddigi információk szerint sem Nagy-Britannia, sem az NSZK nem létesített stratégiai réztartalékot.)

A többi három különösen érzékeny színesfém esetében már rendkívül magas szintű a vezető tőkés országok import-függése. *Mangánból* az *USA*-ban és *Japánban* felhasznált mennyiség 98—98 százaléka, míg a Közös Piac országaiban 100 százalék származott importból.

Itt a termelési források megoszlása is lényegesen kedvezőtlenebb, mint a réz esetében. A világ mangántermelésének 39 százaléka jut a szocialista világra, 43 százaléka pedig *Dél-Afrikára*. A jelenlegi becslések szerint a világ kitermelhető mangántartalékai 5,5 milliárd tonnát tesznek ki. Ami a stratégiai tartalékokat illeti: a pontos adatok itt sem ismertek, de köztudott, hogy mangánt — ellentétben a rézzel — az összes vezető tőkés ország tartalékol stratégiai célokra.

Más, de nem kevésbé kényes az ellátási helyzet a *krómból*, ahol a világ vezető tőkés országainak importfüggése a következőképpen alakul: *USA* 92, *Közös Piac* 85, *Japán* 100 százalék. A kitermelhető 3,4 milliárd tonnás tartalékokat figyelembe véve, *Dél-Afrika* részesedése 68, *Zimbabwéé* pedig 30 százalék. A *kobalt* esetében az *USA* importfüggősége 97, a *Közös Piacé* és *Japáné* pedig 100 százalék. A rendelkezésre álló 1,5 millió tonnás tartalék forrása 30 százalékban *Zaire*, 21 százalékban pedig a *szocialista országok* területén van.

СОЦЕРЖАНИЕ

Рончка, Й.—Левандовски, Й.: **Термическая обработка ковкого чугуна с перлитной структурой в взвешенном слое** ..... С 265

В взвешенном слое песка распределение температуры очень равномерное, передача теплоты интенсивное и в результате этого отливки можно очень быстро нагревать и охлаждать. С помощью этого метода можно значительно понизить продолжительность отжига и улучшать качество отливок.

Хегедыш, З.: **Техника разливки пушек в Венгрии в XV—XVII. столетиях** ..... С 270

Автор занимается технологией разливки, формовки, плавки и сверления пушек XV—XVII столетий. Отечественные данные сопоставляются с международными результатами исследований.

CONTENTS

Rązka, J.—Lewandowski, K.: **The heat treatment of pearlitic malleable iron in fluidized layer** .... P 265

The temperature distribution is in the fluidized sand bed very steady, the heat exchange very intensive, the castings can be heated and cooled very quickly. The period of time of the heat treatment can be reduced and the quality of the castings improved by that method.

Hegedűs, Z.: **The methods of gun-founding in in Hungary in the 15th—17th century** ..... P 270

The author deals with the methods of gun-founding in the 15th—17th century, with the moulding, the melting and with the drilling of the guns. The Hungarian relations are supported by the data of the international technical literature.

INHALT

Rązka, J.—Lewandowski, K.: **Die Wärmebehandlung von perlitischem Temperguß in einer Wirbelschicht** ..... S 265

In fluidisiertem Sandbett ist die Temperaturverteilung sehr gleichmäßig, der Wärmeaustausch sehr intensiv, die Gußstücke können sehr rasch erwärmt, bzw. abgekühlt werden. Mit Anwendung dieses Verfahrens kann die Zeitdauer der Wärmebehandlung verkürzt und die Qualität der Gußstücke verbessert werden.

Hegedűs, Z.: **Die Technologie des Kanonengießens in Ungarn im 15.—17. Jahrhundert** ..... S 270

Der Verfasser beschäftigt sich mit der Technologie des Kanonengießens im 15.—17. Jahrhundert, mit dem Formen, dem Schmelzen und der Bohrung der Kanonen. Die ungarischen Beziehungen werden auch mit Daten der internationalen Fachliteratur unterstützt.