

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

10

*XIX. ÉVFOLYAM · BUDAPEST 1967 OKTÓBER*

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOMJEGYZÉK

A mész- és cementipar, az üvegyipar-, a finomkerámia-, a téglá-, cserép- és kő-kavicsipar tudományos szakirodalmi folyóirata

\*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

\*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

\*

Szerkesztőség:

Budapest V., Szabadság tér 17

Telefon: 124-438

\*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII.,

Lenin körút 9—11

Telefon: 221-285

\*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 140. Budapest 62. Előfizetési díj: ¼ évre 18.— Ft; félévre 36 — Ft; egyes szám ára: 6.— Ft.—Csékk számlaszám egyéni 61.252; közületi 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

67.10., 5309 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

<i>Szokup Lajos</i> : A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50 éves évfordulója .....	361
<i>Vig Jenő</i> : A Szovjetunió húzott síküveg gyártásának 50 éves fejlődése	363
Egyesületi élet .....	365
<i>Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried</i> : Különböző adalékanyaggal készült, portlandcementbázisú hőálló betonok vizsgálata .....	366
<i>Tanaka, Tatsuo</i> : Aprítási törvények- különféle valószínűségek .....	373
<i>Balázs Mátyás—Ilász Dimítisz</i> : Köszörűszerszámok gyártásának néhány kérdése .....	379
<i>Gálos Miklós—Kertész Pál—Kürti István</i> : A felülvizsgálat módszere kőzetpróbatesteken .....	385
<i>Handbauer Rezső—Paulik István—Somody Árpád</i> : Az elektromos üvegolvasztás és hazai fejlődési lehetőségei .....	388
<i>Tasnádiné Marik Klára</i> : Szükségpénzermék kerámiából .....	396

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лайош Сокуп</i> : 50-лнтяня годовщина Виликой Октяцрьской Социалистической Революции .....	361
<i>Енэ Вуз</i> : 50-летнее развитие производства листового стекла .....	363
<i>Перс М.—Мюллер Р.—Плюшке С.</i> : Испытание термостойких бетонов на основе портландцемента и различных заполнителей .....	366
<i>Танаката Татсуо</i> : Правила дробления .....	373
<i>Маяш Балаж—Димитрис Илиас</i> : Некоторые вопросы производства точильных инструментов .....	379
<i>Миклош Галаш-Пал Кертеш-Иштван Кюрты</i> : Метод исследования поверхности образцов породы .....	385
<i>Р. Хандбауер-И. Паулик-А. Шомоды</i> : Электрическая плавка стекла ..	388
<i>Ташнадыне, Клара Марик</i> : Керамические монеты .....	396

INHALT

<i>Szokup, Lajos</i> : Die fünfzigste Jahresfeier der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution .....	361
<i>Vig, Jenő</i> : Fünfzig Jahre Entwicklung der Planglaserzeugung in der Sowjetunion .....	363
<i>Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried</i> : Vergleichende Untersuchungen an hitzebeständigen Betonen auf Portlandzement Basis mit verschiedenen Zuschlagstoffen .....	366
<i>Tanaka, Tatsuo</i> : Zerkleinerungsgesetze — verschiedene Wahrscheinlichkeiten .....	373
<i>Balázs, Mátyás—Ilász, Dimítisz</i> : Einige Fragen der Herstellung von Schleifwerkzeugen .....	379
<i>Gálos, Miklós—Kertész, Pál—Kürti, István</i> : Prüfmethode der Oberfläche von Gesteinproberkörpern .....	385
<i>Handbauer, Rezső—Paulik, István—Somody, Árpád</i> : Das elektrische Glasschmelzen und seine ungarländischen Möglichkeiten .....	388
<i>Frau Tasnádi-Marik, Klara</i> : Notgeldmünzen aus keramischem Material .....	396

CONTENTS

<i>Szokup, Lajos</i> : Fiftieth Anniversary of the Great Socialist Revolution	361
<i>Vig, Jenő</i> : Fifty years of Progress in the Drawn Sheet Glass Manufacture in the USSR .....	363
<i>Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried</i> : Investigations of Portland Cement Base Refractory Concretes with Different Sorts of Aggregates .....	366
<i>Tanaka, Tatsuo</i> : Comminution Laws—Several Probabilities .....	373
<i>Balázs, Mátyás—Ilász, Dimítisz</i> : Some Problems of Grinding Wheel Manufacture .....	379
<i>Gálos, Miklós—Kertész, Pál—Kürti, István</i> : Surface Investigation Methods of Rock Samples .....	385
<i>Handbauer, Rezső—Paulik, István—Somody, Árpád</i> : Electric Glass Melting and its Development in Hungary .....	388
(Mrs.) <i>Tasnádi-Marik, Klára</i> : Emergency Coins from Ceramics .....	396



# ÉPÍTŐANYAG

19. ÉVFOLYAM 10. SZÁM

## A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50 éves évfordulója

SZOKUP LAJOS

Ebben az évben ünnepli a haladó emberiség a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulóját, mint egy olyan társadalmi átalakulás kezdetét, amely széttörve az önkényuralmat, szolgaságot és kizsákmányolás bilincseit, szabaddá tette az évszázados elnyomás következtében a kulturális és gazdasági fejlődés minden lehetőségétől megfosztott cári Oroszország népét.

Az eltelt 50 éven végigtekintve, a Szovjetunió népeinek gigászi küzdelmét láthatjuk a forradalom első percétől, amikor a bolsevikok egy emberként léptek fel a forradalom vívmányait fenyegető intervenció ellen, egészen napjainkig, amikor — a szabadságukért küzdő népek védelmezőjeként — politikai és gazdasági segítségnyújtással támogatják ezen népek harcait az imperializmus megújuló támadásai ellen.

E fél évszázadból közel 20 év háborúkkal, illetve a háborús károk helyreállításával telt el. Az építésre fordítható 30 esztendő alatt a felszabadult népek hebizonyították alkotó készségüket, elért gazdasági, műszaki és tudományos eredményeikkel bámulathatóan ejtették a világot. Olyan körülmények között vitték sikerre a szocializmus felépítésének gigászi programját, amikor küzdeniök kellett a világ reakciós erőinek állandó és koncentrált támadásai ellen.

A termelőeszközök társadalmi tulajdonán alapuló szovjet gazdaság a szocialista iparosítás eredményeként napjainkban a termelés volumenét illetően Európában az első, világviszonylatban pedig a második helyet foglalja el, a forradalom előtti tizenötödik hellyel szemben. Ennek nyomán az egyik legelmaradottabb országból a Szovjetunió olyan szocialista nagyhatalommá fejlődött, ahol a korszerű és gazdaságos struktúrájú ipar megfelelő technikai alapot nyújt a nagyüzemi mezőgazdaság progresszív fejlődéséhez, a lakosság életkörülményeinek gyors javításához.

Az 50 esztendő ezen kimagasló műszaki, tudományos és kulturális eredményei koncentrálnak ki az űrkutatásban és a kozmosz meghó-

dításában elért sikerekben. A félévszázada még gazdasági és kulturális téren egyaránt elmaradott jellegű ország gyors fejlődésére utal, hogy napjainkban a legmagasabb műszaki, gazdasági követelményeket támasztó űrkutatásban és rakéta-technikában megelőzte a legfejlettebb tőkés országokat.

A szovjet nép áldozatkészsége és a szocialista társadalmi rend tervszerű tevékenysége folytán ma már kb. 200 000 tudományos munkatárs — a világ tudományos dolgozóinak  $\frac{1}{4}$ -e — dolgozik a Szovjetunió kutató- és felső szintű tanintézeiben.

A szovjet hatalom ötvenéves fejlődése példát mutat a világ azon népeinek, akik ma még megoldatlan társadalmi problémákkal küzdenek, és keresik fejlődésükhöz, függetlenségen nyugvó szabadságukhoz vezető utat. A Szovjetunió példája és segítségnyújtása eredményeként 50 esztendő alatt a szocialista társadalmi rendszer több országban győzedelmeskedett. A Szovjetunióknak így döntő szerepe volt a szocialista világrendszer kialakításában és a gyarmati rendszer felszámolásában.

A Szovjetunió internacionalista segítése jut kifejezésre országunk szocializmust építő munkájában is. A felszabadulás óta a társadalmi, gazdasági szférában nincsen olyan terület, ahol ne érezhetnénk a Szovjetunió jelentős baráti segítségét.

Azok az egyezmények, amelyeket kétoldalú megállapodások keretében kötöttünk, hatékonyan segítik elő országunk gazdasági fejlődését. Ilyen pl. az alumínium-egyezmény, amely egyik legfontosabb ásványi nyersanyagunk gazdaságos felhasználását teszi lehetővé, a szovjet-magyar energia-kooperáció, amely a villamosenergia-ellátás tekintetében nyújt nagy segítséget, a Barátság Olajvezeték, amely a felhasználásra kerülő energia-hordozók struktúrájának korszerű megváltoztatását teszi lehetővé.

Ezek mellett a népgazdaság egészének fejlődésére kiható megállapodások mellett feltétlenül szólni kell arról az élő és igen intenzív elvtársias kapcsolatról is, amely a felszabadulástól napjain-



kig alakult ki a szovjet szakemberekkel, és amely sok, számunkra hasznos tapasztalatátvételt és segítséget jelentett építőanyag-iparunk fejlesztését illetően is.

A téglaiiparban bevezetett gyorségetési eljárások (Duvanov, Mazov) jelentősen fokozták hagyományos égető-berendezéseink teljesítményét. A korszerű hazai szórótüzelésű alagútkemence prototípusának tervezésekor segítséget nyújtott a szovjet Rosztomprojekt típusú kemencekonstrukció műszaki megoldása is. Jól beváltak a nagyteljesítményű szovjet prégépek is.

Kőbányáink nehéz fizikai munkafolyamatainak gépesítését hatékonyan szolgálták a Szovjetunióból beszerzett exkavátorok, kőfűrészgépek, valamint a 26 tonnás „Belaz” típusú kőszállító kocsik.

A cementiparban mind a gyártmány, mind a gyártástechnológia fejlesztése terén igen eredményesen hasznosítottuk a szovjet technikai segítségnyújtását. A kohósalak portlandcement-gyártás megkezdését és a Hejőcsabai Cement- és Mészmű üzembehelyezését szovjet szakemberek javaslatai segítették. A Szovjetunió gazdag tapasztalatai és iránymutatásai fejeződnek ki azokban az ajánlásokban és tudományos kutatási zárójelentésekben, amelyeket a KGST-ben folyó munka keretében kaptunk (cementgyárak automatizálása, termékek szabványosítása, legkorszerűbb gyártási eljárások rögzítése).

A finomkerámia-iparban a híradástechnikai alkatrészgyártás fejlesztésében és korszerűsítésében, a csiszolókorongok gyártásában hasznosítottuk igen eredményesen a szovjet tapasztalatokat.

Az üvegiparban hatékonyan segítették elő a gyorsan fejlődő felhasználói igények kielégítését a Szovjetuniótól vásárolt gépek, valamint a kemencék teljesítményének növelésében elért szovjet tapasztalatok átvétele és hazai hasznosítása.

A gazdaságilag és politikailag oly jelentős 15 éves lakásfejlesztési programunk eredményes teljesítéséhez döntő segítséget nyújt a szovjet tapasztalatok átvétele és a hazai házgyári termelés beindítása.

Szovjet-magyar államközi egyezmény alapján a Szovjetunió a III. ötéves tervben összesen 17 200 lakás/év kapacitású korszerű házgyárak gépi és technológiai berendezéseinek szállítására vállalkozott, a már működő Budapesti I. sz. Házgyár berendezésein túlmenően. A Budapesti I. sz. Házgyár 1966. január 1-től folyamatosan működik,

és napi termelése a Szovjetunió által vállalt 6 lakással szemben ma már 7—7,2 lakás.

Építő- és építőanyag-iparunk termelési feltételei szempontjából jelentősek a Szovjetunió nyersanyagszállításai. Azbeszt-, fenyőfűrész-, és hengereltáru-ellátásunk jelentős részben a Szovjetunióból származik.

Perspektivikus fejlesztési célkitűzéseink megvalósításához hathatós segítséget nyújt az a megállapodás, amely a műszaki-tudományos együttműködésünket szabályozza.

A Szovjetunió népei sokrétű segítségnyújtásának az ad különös jelentőséget, hogy párosul a világ haladó mozgalmának adott támogatással.

Ezek azok a körülmények, amelyek miatt ezen évfordulót a világ haladó népeivel együtt széles körben ünnepeljük. Az építőanyag-ipar dolgozói az ünnep tiszteletére jelentős termelési felajánlásokat tettek, erősítve ezzel a hozzájárulással is a szocializmus és a béke ügyét.

Az együttműködés eredménye egyébként egyesületünk munkájában is tapasztalható. Rendezvényeinken rendszeresen beszámoltak tapasztalataikról a Szovjetunióban járt szakembereink, és sok értékes előadást tartottak szovjet szakelőadók is körünkben.

Egyesületünk az évforduló megünnepléséhez többek között azzal kíván hozzájárulni, hogy folyóiratunk számaiban olyan cikkeket jelentet meg, melyek részletesen beszámolnak a Szovjetunió fejlődéséről és azokról az eredményekről, amelyek együttműködésünk során az építőanyagipar fejlődését elősegítették.

Ezen évforduló alkalmával köszöntjük a nagy szovjet népet, azokat a szakembereket, akik közel két évtizedes közvetlen együttműködéssel segítettek iparágaink fejlesztésének ügyét azokkal a tapasztalatokkal, melyet fél évszázad munkája során gyűjtöttek össze, és kívánjuk, hogy további sikerrel hajtsák végre a kommunizmus égitésének nagy programját.

*Szokup Lajos: A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50 éves évfordulója*

*Лайош Сокуп: 50-летняя годовщина Великой Октябрьской Социалистической Революции.*

*Szokup, Lajos: Die fünfzigste Jahresfeier der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution*

*Szokup, Lajos: Fiftieth Anniversary of the Great Socialist Revolution*



# A Szovjetunió húzott síküveg gyártásának 50 éves fejlődése

VIG JENŐ  
ÉVM Országos Üvegepari Vállalat, Budapest.

A Szovjetunióban, mint a többi iparágban, úgy az üvegeparban is a nagyobb arányú fejlődés lehetőségét 1917, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom győzelme hozta meg.

Ma, a forradalom előtti Oroszországban kialakult, elmaradott és félig kézműves iparágból az üvegepar korszerű szocialista berendezésű iparággá fejlődött.

Természetesen a forradalom győzelme után az első feladat az volt, hogy újjáépítsék a lerombolt üvegyárakat, és mielőbb elérjék, illetve túlhaladják a forradalom előtti termelési színvonalat.

Ahhoz, hogy az építészeti üvegyártás újjáépítése befejeződjön, az első két ötéves terv időtartamára volt szükség.

A Szovjetunióban az első olyan építészeti üvegyár létrehozása, ahol a síküvegyártás gépi erővel történik, 1922-ben kezdődött el. A Dagesztán tüzei (Dagesztanszkie ogni) elnevezésű üvegyár emellett még egy szempontból első volt, mivel itt alkalmazták először az üveg olvasztásához a földgázt.

A gyár 1926-ban indult be, s az első évben 579 000 m<sup>2</sup> síküveget termelt. Elértek már 9,4 millió m<sup>2</sup> évi termelést, sőt az ötéves terv utolsó évében 1970-re 10 millió m<sup>2</sup> az előirányzat.

Ezen első gépesített síküvegyárnak különösen az utolsó 10 esztendőben nőtt meg az eredménye, mely szerint a bruttó termelés 4,1 millió rubelről, 12,8-ra emelkedett.

Ezen belül a síküvegtermelés 2,5-szeresére, az egy munkásra jutó termelési érték 2,36-szorosára emelkedett. Egy rubel termelésre jutó ráfordítás 83,3 kopejkáról 67,4-re csökkent.

Az első síküvegyár építését 1929-ben követte a második Konsztatinovban, majd 1931-ben indul meg a gépesített gyártás a csagodai gyárban. Ugyanerre az időszakra esik új, nagy síküvegyárak építésének kezdete Gomelben, Liszicsanszkanban, Gorkijban és Ulan-Udeban.

Sikerült 1932-ben nagymértékben felszámolni a régi módszerrel történő síküvegyártást, oly módon, hogy az új gyárakat természetesen gépi gyártásra alakították ki, és a régieket, mint pl. a miseroni, az ivotszki, a csernjatinszki, a holodari továbbá a krasznonszolszkij-i gyárakat — amelyek eddig kézi gyártással termeltek — gépesítették.

Ily módon sikerült elérni, hogy az első ötéves terv végére a gépesített technológiával gyártott üvegtermékek részaránya 4,3%-ról 39%-ra nőtt meg. Az egy munkásra jutó termékhozam megkétszereződött. Az üvegepari termelés növekedésének átlagos évi üteme 33%-os volt.

Ez utóbbi összehasonlítása a cári Oroszországban folytatott legintenzívebb fejlődési ütemmel — ami évi 6%-os volt — mutatja azt az óriási különbséget, amelyet a forradalom ezen iparág számára is biztosított.

Az új üzemek létrehozása a II. ötéves tervben is folytatódott, de ezen tevékenységgel párhuzamosan komoly eredmények voltak a meglévő üzemek fejlesztése vonalán is.

A gyártás két igen fontos műszaki jellemzőjében elért változás hűen tükrözi mindezt.

Amíg az első ötéves tervben a 2 mm vastag üveg átlagos húzási sebessége 38—40 m/óra volt, a II. ötéves terv végére elérték az átlagos 55—56 m/órát, egyes esetekben a 65 m/órát is. A kemence 1 m<sup>2</sup> olvasztófelületéről kivett bruttó üvegolvadék elérte a 800—1000 kg/24 óra értéket, ami az első ötéves tervben csak 400—500 kg/24 óra volt.

Mindezek következtében a gyártás színvonala úgy emelkedett, hogy 1937-ben már csaknem 80 millió m<sup>2</sup> síküveget termeltek, ami az első ötéves terv éveihez viszonyítva csaknem háromszoros eredményt jelent.

A harmadik ötéves tervben újabb gyárak indultak be. 1938-ban kezdte meg működését az Aszhabadi üvegyár, s 1939-ben a borszki M-Gorki Üvegyár második egysége.

Mindezek folyamán 1940-re síküvegyártás tekintetében a SZU Európában első, világviszonylatban pedig a második helyre került. Ezt az eredményt az évi 1 millió tonnás üvegtermelése hozta meg, ami valamivel több mint háromszorosa volt Oroszország első világháború előtti legmagasabb üvegtermelési színvonalának.

Ilyen eredmények elérésekor szakította félbe, és törte meg a szakadtalan fejlődés folyamatának magas szintjét a hitleri fasizmus támadása 1941-ben a második világháború folyamán.

A hitleri fasiszták kezdeti sikerei következtében a SZU területe egy részének ideiglenes elfoglalása hatalmas károkat okozott az üvegeparban is.

Az ez időben meglévő 18 gyárból 10 teljesen, vagy részlegesen tönkrement, melynek következtében kiesett a síküvegyártó kapacitás 55%-a.

A lehetőségnek megfelelően néhány gyár berendezését leszerelték, keletre telepítették, s ott ezen berendezésekkel új egységeket hoztak létre.

A hitleri fasiszták előretörése viszonylag rövid ideig tartott, de hatalmas károkat okozott.

A szovjet hadsereg előretörésével a felszabadított területeken 1943-tól megindult az újjáépítés, s természetesen gyorsított ütemben az építőanyagipar újjáépítése, s ezen belül a síküvegyártás, mi-



vel ez növelte az építőanyag — ezen belül az ablak-üveg — igényt.

Az üvegipar újjáépítése lényegében 1948-ban fejeződött be, s ezen időszakra esett — 1947-ben — a düzni nélküli korszerű húzási technológia bevezetése a Lvovi Üvegyár létrehozásaként.

Az 50-es évekkel sorozatos rekonstrukció vette kezdetét, ami túlnyomóan az olvasztókemencék felületének bővítésével, valamint a düzni nélküli síküveghúzásra való átállással ment végbe.

Ily módon 1958-ra 1950-hez viszonyítva átlagban 38%-kal növelték a kemencefelületet, ezzel párhuzamosan az 1,2 és 1,6 m széles gépek nagyrészt szélesebbre cserélték, s így 1,82 m-re növelték a húzógépek átlagszélességét. Az egyezményes fajlagos fűtőanyag-fogyasztást a nagy hatásfokú tüzelőanyagok elterjesztésével 1172-ről 904 kg-ra csökkentették.

Az így létrejött eredmények magukkal hozták, hogy a teljes kemencefelület 1 m<sup>2</sup>-ére jutó bruttó üvegterhelés 480-ról 565 kg/24 órára növekedett.

Az ötvenes években elkezdődött rekonstrukciós folyamat a 7 éves tervben (1959—1965) tovább szélesedett, s a gépesítésen túlmenően egyre inkább előtérbe került az automatizálás. Mindezekhez hozzá jött az az új irányzat, amely a kemence terhelés fokozását az olvasztási hőfok növelésével volt hivatva biztosítani. E célból több üzemben a maximális olvasztási hőmérsékletet 1440—1450°C-ról 1510—1530°C-ra emelték, s így 15%-kal volt növelhető a kemencék terhelése.

Növelték a kemencék méretét is, a szélesség változtatásával, s így a kemencék teljes felületének átlagos nagysága 460 m<sup>2</sup> lett.

Mindezekkel párhuzamosan tovább növelték

a gépek szélességét, s így 1965-ben a húzógépek már 2—2,5 m szélességen belül voltak.

Ebben az időszakban a kemencék csaknem felét automatizálták, s jelentősen nőtt a földgáz-, valamint pakura-felhasználás. Míg 1958-ban a földgáz- és pakura-felhasználás alig haladta meg az alkalmazott tüzelőanyagok 10%-át, addig 1965-ben ez a szám csaknem 80%-ra emelkedett (ezen belül különösen gyorsan nőtt a földgáz-felhasználás 6,3%-ról 64,7%-ra), s a tőzeg+szén-felhasználás a csaknem 70%-ról alig 18%-ra esett vissza.

A hétéves terv végén indult meg ipari méretekben az ablaküveg kontíneres szállítása a fogyasztókhoz, ami lehetővé tette a csomagoláshoz eddig szükséges faanyag-felhasználás nagymértékű csökkentését.

Az új gyárak és kapacitások kialakítása sem állt meg. Létrehoztak több új gyárat, illetve egységet 50 millió m<sup>2</sup> évi kapacitással.

Ezeket az új gyárakat területileg úgy építették, hogy az ország területén az ablaküveg-szállítások átlagtávolsága 863 km-ről 700 km-re, a keleti országrészekben pedig 1856 km-ről 1263 km-re csökkent.

A hétéves terv végére 1955-höz viszonyítva 93,6-ről 292,4 millió rubelre, vagyis 3,1-szeresére növekedett a termelési alapok értéke.

Az egy dolgozóra jutó termelés pedig 2,1-szeresére nőtt. A műszaki jellemzők terén a következő eredmények elérése történt meg (1. táblázat).

A táblázatban foglalt adatok tükrözik azokat az eredményeket, amelyeket a szovjet üvegipar a második világháborút közvetlenül megelőző időszakról a 7 éves terv végéig elért.

1. táblázat

Mutatók	1940	1950	1955	1958	1960	1965
A síküvegolvasztó kemencék száma	25	35	30	30	33	40
A kemencék összterülete, m <sup>2</sup> . . . . .	nincs meg- állapítva	5145	5689	6129	7072	9268
Egy kemence átlagos területe, m <sup>2</sup>	nincs meg- állapítva	148	189	204	214	232
Napi üvegolvadék-hozam össz. t. . . . .	943,3	2356	2816	3560	3992	5653
A kemence összterületének 1 m <sup>2</sup> -ére jutó napi üvegolvadék-hozam kg	nincs meg- állapítva	481	520	565	574	610/647*
Az üvegolvadék kihasználási tényezője . . . . .	0,67	0,72	0,77	0,8	0,8	0,81
Az üveghúzógépek száma . . . . .	nincsenek adatok	nincsenek adatok	197	201	222	274
Teljes üvegszalag-szélesség a gépeken, m . . . . .	nincsenek adatok	nincsenek adatok	346,9	366,1	413,1	546,8
Egy gép átlagszélessége, m . . . . .	nincsenek adatok	nincsenek adatok	1,76	1,82	1,86	2,0
Fajlagos egyezményes fűtőanyag-felhasználás, kg . . . . .	1796	1172	1026	960	865	656/618*
Villamosgép-ellátottság egy munkásra vonatkoztatva, kWó . . . . .	1380	nincsenek adatok	5453	nincsenek adatok	8249	nincsenek adatok

Megjegyzés: \* A nevezőben — az 1965-ben üzembe helyezett kemencék működésének figyelembevétele nélkül.

Úgy hiszem ehhez csak gratulálni lehet, és a mi iparunk is — országunk nagyságához arányosan — célul tűzheti ki hasonló eredmények elérését.

A SZU-ban az építés, s elsősorban a lakásépítés hallatlan üteme, valamint az egy lakásra jutó üvegfelhasználás rohamos növekedése lehetőséget ad és egyben megkívánja az építészeti üvegyártás további szakadatlan növelését. Nem vitás, hogy ez a SZU-ban reálisan számítható, s ezt támasztja alá az 1966-ban elért 200 millió m<sup>2</sup>-es évi termelési eredmény, s az 1967-es jubileumi évben gyártásra kerülő 210 millió m<sup>2</sup> síküveg mennyisége.

Érdeemes végül egy pillanatra visszagondolni arra, hogy 1926-ban — a SZU-ban elsőként — a „Dagesztán tűzei” elnevezésű gyár indult be gépi technológiával, s az első évben 579 000 m<sup>2</sup> üveget termelt. Összehasonlítva ezt a több mint 200 millió m<sup>2</sup>-el, amit jelenleg egy év alatt a SZU üvepipara létrehoz, látható csak igazán honnan indult, s hol tart ma az az ország, amely a forradalom győzelmével megnyitotta az utat az emberiség kizsákmányolásmentes boldogulása felé. Különösen nagyjelentőségű, hogy a technika oldaláról nézve a gépesítés,

valamint automatizálás útján szinte szemünk előtt vált fokozatosan elmaradott agrár országból fejlett, élenjáró ipari országgá.

#### IRODALOM

*Vig—Krusovszki*: Gépesítés irányvai az üvegiparban. Szilikástechnika 2. szám  
Sztyeklo i Keramika, 1967., 6. sz.  
Razvitie proizvodstva sztroitel'nogo sztekla za 50 let Szovetszkoy vlaszti.  
Sztekle i Keramika 1967. 7. sz.  
Razvitie proizvodstva sztroitel'nogo sztekla za 50 let Szovetszkoy vlaszti.

*Vig Jenő*: A Szovjetunió húzott síküveg gyártásának 50 éves fejlődése

*Енэ Виз*: 50-летнее развитие производства листового стекла.

*Vig, Jenő*: Fünfzig Jahre Entwicklung der Plan-  
glaserzeugung in der Sowjetunion

*Vig, Jenő*: Fifty years of Progress in the Drawn  
Sheet Glass Manufacture in the USSR

## Egyesületi élet

Egyesületünk *Finomkerámia Szakosztálya* által szervezett, a Remix szombathelyi gyáregységében 1967. VI. 8—9-én tett tanulmányúton harminchatan vettek részt. A szakmai program eredményéről alábbiakban számolunk be:

A gyáregység a budapesti központ irányításával dolgozik. Feladata a különböző alapanyagú (nem kerámiai) kondenzátorok és ellenállások tömegméretekben való gyártása.

Megtekintettük a jelentősebb üzemszerveket, s bemutatatták az egyes technológiai folyamatokat, a gyártás menetét is technológiai sorrendben.

A látottak és a kérdéseinkre kapott válaszok alapján módunkban volt általános kép kialakítása a gyár múltjáról, jelenéről és jövőjéről. Megállapítható volt az a gyors fejlődés, amelyen a gyár az elmúlt évek alatt átment, s a lelkes, újat kereső, egyre korszerűbbre törekvő fiatal műszaki és vezető gárda munkája biztosítéknak ígérkezik a jövő fejlődés szempontjából.

Jó benyomást tett a gyárban tapasztalható szerve-

zettség, az udvar és az egyes üzemszervek tisztasága, gondozottsága.

Érdekes volt néhány technológiai berendezés üzemeltetés közben való megtekintése, mint amilyen a HTG által készített ellenállás-gyártó és osztályozó automata gépsor:

- a szénréteg folyamatos ráégetése az ellenállás-testre;
- egyszerre hat huzal ónozását végző ónozógép;
- folyamatos üzemi fémgőzölő-berendezés fóliagyártásnál;
- kondenzátorok görgős kenőrendszerrel való lakkozása;
- különböző tekercselő és bélyegző félautomaták;
- fémszerelvény-gyártó célgépek (sapkakészítő automata, huzalhegesztő félautomata, huzalvég-tömítő automata stb.).

Összegezve a tapasztaltakat megállapíthatjuk, hogy a gyár megtekintése hasznos volt azoknak a résztvevőknek is, akiknek szakterületén az ott tapasztaltakat nem lehet közvetlenül hasznosítani.

*M Gy.*



# Különböző adalékanyaggal készült, portlandcementbázisú hőálló betonok vizsgálata

RÖHRS, MANFRED—  
MÜLLER, ROLAND—  
PLÜSCHKE, SIEGFRIED\*

## 1. Bevezetés

A hőálló betonok egyre szélesebb körű gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban számos kísérletet végeztek az eredetileg használt olvasztott alumínátcement egy részének portland- és kohósalakcementtel való helyettesítésére. A kísérleteknél arra törekedtek, hogy a beton ún. kritikus hőmérséklet-tartományában, 500 és 1000° között, a minimális szilárdságot kerámiai stabilizátoroknak vagy mikroadalékanyagoknak nevezett aktív kerámiai anyagok segítségével növeljék. Ezek az anyagok 0,1 milliméternél kisebb szemcsék alakjában fejtik ki legjobban a hatásukat, és kettős feladatuk van: egyrészt semlegesítik a szabad CaO-ot, másrészt a betonkeverékben a kerámiai kötés kialakulásakor hídként szerepelnek. A hőálló beton alapvető tulajdonságai az adalékanyag minőségétől és az alkatrészek mennyiségétől függenek. Lundera, L. [1] szerint a betonok felhasználhatóságának hőmérséklet-határai az alábbiak:

bazalt adalékanyaggal 500°-ig,  
tégla adalékanyaggal 800°-ig és  
samott adalékanyaggal 1100° hőmérsékletig.

A szakirodalom és a gyakorlati tapasztalatok alapján a portlandcementbázisú hőálló betonok előállítási feltételei a következők:

a) A száraz betonkeverék portlandcementhányada 15—20% legyen.

b) A kerámiai stabilizátor hányada a száraz betonkeverék 5—6%-át tegye ki, ami a cementhányad 25—30%-ának felel meg.

c) A hőálló adalékanyagok az összekeverék 70—80%-át tegyék. (A keverékarány közlése az egyéb betonoknál szokásos módon a hőálló betonok esetében még nem terjedt el, pedig erre a jól definiált értékek és az egyértelmű következtetések miatt szükség van.)

Az adalékanyagok összeállítását nemcsak a szokásos szemszerkezeti görbék szerint végezték, hanem a Bolomey-féle egyenletet és a Litzow-görbét is alkalmazták.

d) A hőálló betonokat lehetőleg földnedves vagy plasztikus állapotban kell bedolgozni. Ez 7—14% megmunkálási víztartalom, ill. 0,6—0,9 vízcementtényező esetén érhető el.

A jelen munkában kikísérleteztük olyan különböző adalékanyagoknak — amelyeket eddig az NDK-ban csak kismértékben vagy egyáltalában nem alkalmaztak — felhasználási lehetőségét hőálló betonokhoz a közepes hőmérséklettartomány-

ban. Ezek: tetőcserép-törmelék a kodersdorfi téglagyárból, eisenhüttenstatti habosított kohósalak, ostritzi bazalt és mansfeldi réz-salak. Az alkalmazott keverékarány megfelelt a rietscheni Szilika- és Samottművek előírásának, amelyet portlandcementtel készült előregyártott hőálló betonelemek készítésekor használnak.

## 2. Nyersanyagok

Kötőanyagként a Karsdorfi Cementművekben gyártott 375-ös portlandcementet használtuk, amely megfelel a DIN 1164 előírásának. Ezáltal kiküszöböltük a TGL 9271-szerinti 350-es portlandcement nagyobb kohósalakhányadának (15% kohósalak még megengedett) befolyását.

A felhasznált adalékanyagok sűrűsége a következő:

Tetőcseréptörmelék . . . . .	2,36 g/ml
Habosított kohósalak . . . . .	2,65 g/ml
Bazalt . . . . .	2,81 g/ml
Réz-salak . . . . .	2,94 g/ml

A szemszerkezetet a Litzow-görbe alapján a következő frakciókból építették fel:

0 —0,2 mm . . . . .	16%
0,2—1,0 mm . . . . .	32%
1,0—3,0 mm . . . . .	19%
3,0—8,0 mm . . . . .	33%

Ezzel összefüggésben rá kell mutatnunk arra, hogy a Litzow-görbe szigorúan csak a tört samottadalékanyagra érvényes. A tört adalékanyagok azonban szemcsalag tekintetében a samottól csak kismértékben különböznek, (kivételesen a túlnyomórészt üvegesen megdermedt réz-salak) ezért a szemcseösszeállítás még érvényesnek tekinthetjük.

Kerámiai stabilizátorként a forgókemence-samottportot használtuk, amely 92%-ban a kívánt 0,1 milliméter alatti szemcsenagysággal rendelkezett. Ez általában jó eredményeket szolgáltatott mint kerámiai stabilizátor, ha 0,06—0,2 mm szemcsenagyságban alkalmaztuk. Hányadát a betonban levő cementnek megfelelő mennyiségig lehet fokozni. Ennél nagyobb mennyiségben adagolva a beton hőállósága már nem növekszik számottevő mértékben. Kedvező mennyiségben alkalmazva a stabilizátor a zsugorodást csökkenti és a szilárdságot nemcsak a kritikus tartományban növeli.

A forgókemence samottporjának vizsgálata azt mutatta, hogy annak 76%-a égetett, ezért az ilyen anyag kevésbé reakcióképes, mint a nyers anyag. Ennek meghatározása céljából a port 650°-on izzítottuk és a keletkezett timföldet tömény sósavval kioldottuk. A bémérésnek 9,6%-a bizonyult oldhatónak, kaolinitra számítva ez 24,3% égetetlen anyagnak felel meg.

\* A weimari Építészeti és Építőipari Főiskola Építőanyag-tani Intézetéből. (Igazgató: Prof. Dr. F. Schwarz).



### 3. A betonkeverék készítése

Az alkalmazott próbatetek 10 cm élhosszúságú kockák. A cementet először is szárazon egyenletesre kevertük össze a stabilizátorral, ezután szárazon hozzáadtuk az adalékanyagokat és újra megkevertük, csak ezután adagoltuk a vizet mindaddig, amíg jól tömöríthető, képlékeny frissbetont nem kaptunk. A kísérletileg meghatározott vízceментtényezők az 1. táblázatból láthatók.

1. táblázat

A használt betonkeverékek keverési arányai és a frissbeton térfogatsúlya

Adalék	Cement : samott : adalék : víz	Térfogatsúly, kg/dm <sup>3</sup>
Tetőcserép- örlemény . . . . .	1 : 0,26 : 4,15 : 1,0	1,95
Habosított kohósalak . . . . .	1 : 0,26 : 4,15 : 1,1	1,91
Bazalt . . . . .	1 : 0,26 : 4,15 : 0,7	2,41
Réz-salak . . . . .	1 : 0,26 : 4,15 : 0,6	2,30

Félórás állás és újabb keverés után a betont bedolgoztuk, a formát a vízvesztések elkerülése céljából tömítőanyaggal szigeteltük. (Ezzel összefüggésben meg kell említenünk, hogy a porózus adalékanyagot a feldolgozás előtt szokás vízzel átítatni és ezt követően a felesleges vizet lecsorgatni. Az anyag felületét a levegőn szikkadni hagyjuk és a következő napon dolgozzuk fel. Ha ezt az előkezelést olyan adalékanyagokra alkalmazzuk, amelyek 5 mm-nél nagyobb szemcsékből állanak, a szilárdságnövekedés szempontjából előnyös lehet. Ha azonban az eljárást kiterjesztjük az adalékanyag finomabb hányadára is, akkor vagy nehéz az anyag teljes átnedvesedését biztosítani, vagy a finomhányad több vizet köt meg, mint amennyi az átnedvesedéséhez szükséges, és ezáltal meghamisítja a keverék vízigényét. Figyelembe kell venni továbbá azt a körülményt, hogy az ún. előnedvesítés következtében a vízceментtényező erősen változhat, sőt ismeretlen maradhat. A kísérleteinkhez választott módszer pontosabbnak látszik, de a porózus adalékanyagokra feltétlenül meg kell állapítani, hogy mennyi időre van szükségük, amíg a legnagyobb átmérőjű szemcse is átnedvesedik. Ezt az időt bizonyos előtárolási időnek kell tekinteni, mielőtt a keveréket formázni és tömöríteni lehet.)

A beton tömörítését rázóasztalon végeztük, a vibrálást 1 percig folytattuk, 3000 periódus/perc mellett. A további kezelés megfelelt a szokásos betonnál alkalmazottnak.

A következő napon a kockákat kiszalutuk, ezután a 7. napig legalább 90% relatív nedvességtartalmú térben, a 28. napig pedig 18—20°-os szobahőmérsékleten, normális nedvességtartalmú térben tartottuk.

A ritscheni Szilika- és Samottgyár szokásos keverékösszetételének alkalmazásával az I. táblázatban megadott keverékarányokat kaptuk a keverékalkatrészek és a friss beton térfogatsúlya szerint.

### 4. A vizsgálatok eredményei

#### 4.1. Nyomószilárdság.

A hideg nyomószilárdságot 28 nap után, mindenkor három próbatesten állapítottuk meg. A szilárdságok az egyes adalékanyagoknak megfelelő tartományba estek.

A maradandó nyomószilárdság százalékban kifejezett értékének megállapításához szükség volt a 110°-os szárítás utáni nyomószilárdság meghatározására, minden keverék esetében. A számítás szerint

$$R_0 = \frac{R_{bt}}{R_b} \cdot 100$$

ahol  $R_b$  = a 110°-on szárított próbatest nyomószilárdsága,

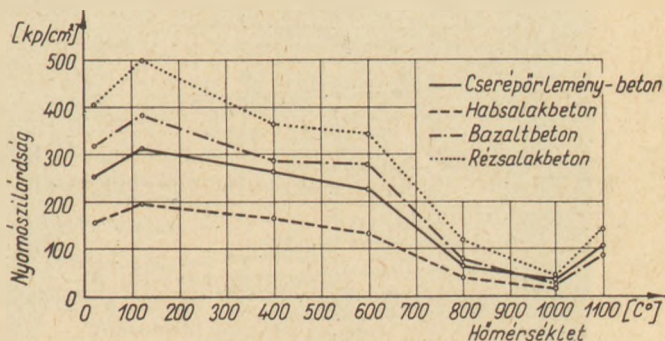
$R_{bt}$  = az adott hőmérsékletre hevített próbatest nyomószilárdsága.

Ismeretes a beton nedvességtartalmának befolyása a szilárdságra, ez nyilvánult meg a 110°-on súlyállandóságig (kb. 36 óra) szárított beton szilárdságának növekedésében.

A szilárdság nagyobb hőmérsékleten való alakulásának megállapítása céljából minden keverékből három-három próbatestet kétszer égettünk 400, 600, 800, 1000 és 1100°-on. Az égetést szilítbotos elektromos kemencében végeztük, a szilítrudak a kemencét oldalról fűtötték. Az egyenletesebb hőmérsékleteloszlás elérése végett a kockákat az égetés alatt kerámiai zsengált lapokkal védtük. A felfűtési sebesség az előírt hőmérsékletig 150°/óra volt, a hőtartás 4 óra. Ezután következett a próbatest lehűlése a kemencével együtt, majd 24 óra tárolás szobahőmérsékleten, végül a maradandó nyomószilárdság megállapítása.

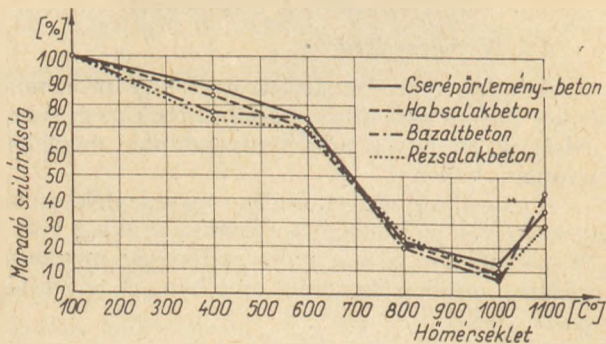
Mint az 1. és 2. ábrából látható, 600° hőmérsékletig még jól használható minden keverék, de a rézsalakkal és bazalttal készült beton a 400°-os égetés után nagyobb szilárdságcsökkenést mutat, mint a másik két keverék. Ennek feltételezhető oka a hidraulikus kötés korábbi bomlása az adalékanyagok tömörebb, ill. üveges jellegének következtében.

800° égetési hőmérséklet után a keverékek maradandó szilárdsága 20 és 24% között ingadozik. Itt elértük az alkalmazhatóság határát, ha csupán a szilárdságot vesszük tekintetbe; szovjet előírás szerint követelmény, hogy a hőálló beton a felhasználási hőmérsékleten a 110°-on kiszárított állapotban mért nyomószilárdságnak még 30%-ával rendelkezzen.



1. ábra. Nyomószilárdság a hőmérséklet függvényében





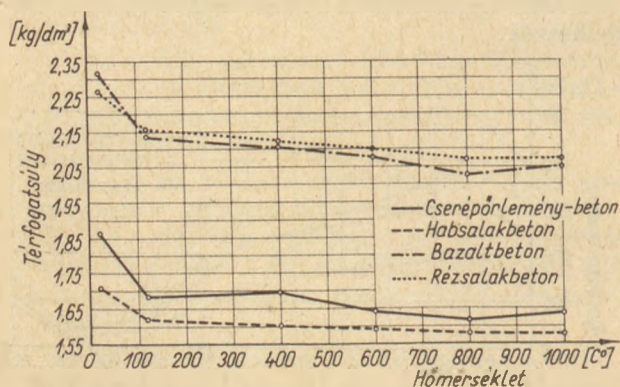
2. ábra. A maradandó szilárdság a hőmérséklet függvényében

A viszonylag nagymértékű szilárdságcsökkenésből ebben a tartományban arra kell következtetnünk, hogy a kerámiai stabilizátor mennyisége és aktivitása nem volt elegendő a szabad mészkötéséhez. Ez elsősorban azokra a betonokra lehet jellemző, amelyek adalékanyaga nem tekinthető kerámiai anyagnak.

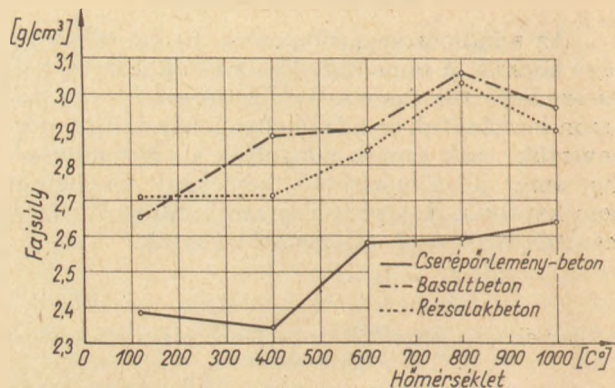
1000°-on végzett égetés után a szilárdság további csökkenése állapítható meg. A próbatestek ezen a hőmérsékleten már repedéseket mutatnak, melyek azonban még nem mélyek. Az 1100°-os égetések után — a kohóhabsalak-beton kivételével, amely már nem mutat mérhető szilárdságot — bizonyos szilárdságnövekedés tapasztalható, a megszilárdulás oka elsősorban a próbatest felületének tömörödése. Számottevő repedések és torzulások lépnek fel, különösen a rézsalak- és bazaltbeton felületén látható ez a jelenség, míg a próbatest belseje laza szerkezetű marad. Bár a cserépörlemény-adalékanyaggal készült beton finom repedéseket mutat, amelyek helyenként a 2 mm mélységet is eléri, a próbatestek, helyi túlhevítés következtében fellépő kismértékű tömörreégés mellett, tömör szöveti szerkezettel rendelkeznek, és ütésre csengő hangot adnak. Úgy látszik, hogy a kerámiai kötés nem fejti ki hatását teljes mértékben a cserépörlemény alacsony olvadáspontja következtében, még a hőmérséklet további 50°-os emelésekor sem.

#### 4.2 Térfogatsúly.

A meghatározást legalább három próbatest mérlegelésével végeztük, 28 nap után légszáraz állapotban, 110°-os szárítás után és minden égetési



3. ábra. A térfogatsúly a hőmérséklet függvényében



4. ábra. A fajssúly a hőmérséklet függvényében

fokozat végeztével. Az égetett próbatestek adatai a tűzállóanyagok értékhatárai közé esnek.

A 3. ábrából látható a térfogatsúly csökkenése a hőmérséklet emelkedésével. Úgy tűnik, mintha a 800° hőmérséklet körüli tartományban minimum mutatkozna, aminek okát a szöveti szerkezet fellazulásában kell keresnünk. Az 1000°-nál kezdődő növekedés a kezdődő tömörreégésnek tulajdonítható.

#### 4.3 Fajssúly.

A meghatározáshoz az Erdmenger—Mann-féle volumenométert alkalmaztuk, ami a folyadékki-szorítás elvén működik. (Szemecsenagyság < 0,2 mm, folyadék: denaturált szesz.)

Mint a 4. ábrából látható, a bazalt- és rézsalakbeton fajssúlya 800°-ig nő és az 1000°-ig égetett próbatesteknél újra csökken. Itt is arra kell következtetnünk, hogy a szöveti szerkezetben van változás.

#### 4.4 Porozitás.

A vizsgálatok szempontjából elsősorban a látszólagos porozitás jöhet figyelembe, ennek vizsgálatát a TGL 9358 szerint végeztük. A kiszámításhoz megállapítottuk a vízfelvevő képességet, ennek értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

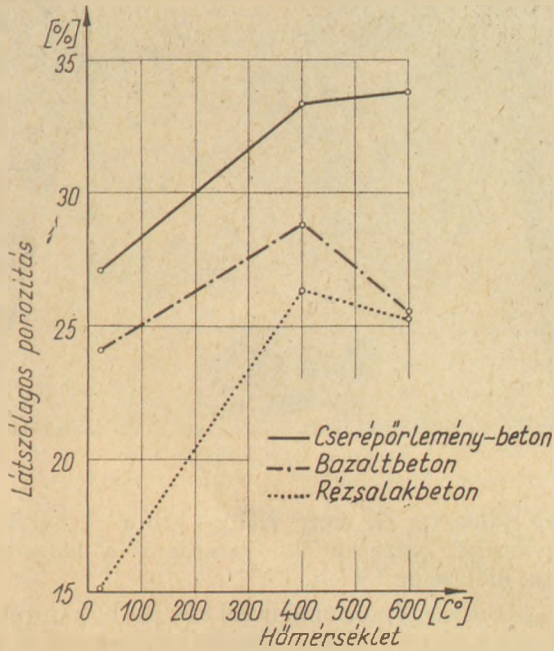
2. táblázat  
A beton vízfelvevőképessége égetetlen és 400, illetve 600°-on égetett állapotban

Adalék	Égetetlen, %	400°-os és 600°-os égetés után, %	
		400°-os	600°-os
Tetőcserép-örlemény ...	16,1	19,8	20,6
Habosított kohósalak	20,1	—	—
Bazalt	11,3	13,7	12,2
Réz-salak	7,1	12,4	12,0

Az 5. ábrán láthatók a vízfelvevő képességből és a térfogatsúlyból számított látszólagos porozitás értékei. A betonok egyre lazább szöveti szerkezete miatt magasabb hőmérsékleten nem lehetett pontos meghatározást végezni.

Általánosan ismeretes a hőálló betonok porozitásának növekedése a hőmérséklet emelkedésével. A tetőcserépörleményel készült beton nagy porozitása a porózus adalékanyag következménye.





5. ábra. A látészlagos porozitás a hőmérséklet függvényében

#### 4.5 Nyomás alatti lágyulás.

A nyomás alatti lágyulás vizsgálatát a TGL 9395 előírásának megfelelő széndara-ellenálláskemencében végeztük. A vizsgálati eredmények a 3. táblázatban láthatók. Mind a négy keverék esetében 950 és 1050° között süllyed a görbe, részben olyan mértékben, hogy a nyomás alatti lágyulás kezdetét elérheti.

3. táblázat

A nyomás alatti lágyulás  $t_a$  és  $t_e$  értékei

Adalék	$t_a$ , °C	$t_e$ , °C
Tetőcserép-örlemény	1180	1260
Habosított kohósalak	1200	1250
Bazalt	1120	1160
Réz-salak	1200	1220

A görbe további menete azonban kifejezetten újabb gyenge emelkedést mutat a „valódi” nyomás alatti lágyulás kezdete körül, a táblázatban megadott hőmérsékleteken. A nevezett tartomány lágyulási és kristályosodási jelenségekkel hozható összefüggésbe.

#### 4.6 Ellenállás hőingadozásokkal szemben.

Ezt a meghatározást a DIN 1068 alapján végeztük. 50 mm átmérőjű és 50 mm magas henger alakú próbatesteket használtunk, amelyeket kockából fűrtünk ki. A próbatesteket 15 percig 950°-ra hevítettük, azután azonnal 3 percre kb. 15° hőmérsékletű vízbe merítettük. Ezután következett a szárítás súlyállandóságig 110°-on, majd az újabb hevítés és a hirtelen lehűlés, a próbatest teljes széteséséig ismételve mindezt.

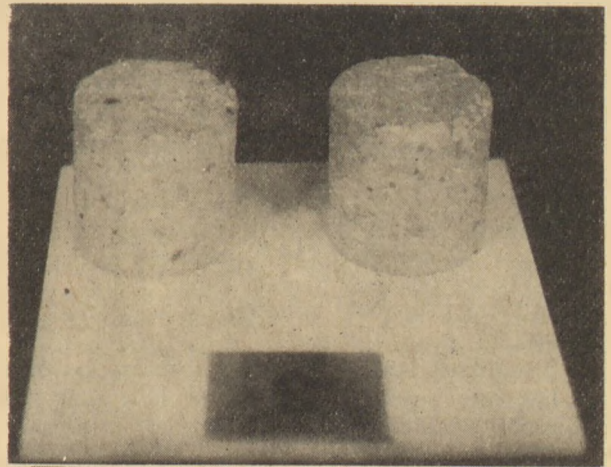
A hőlökések számát betonkeverékenként két vizsgálati hengeren végzett mérés középértéke adja meg. A teljes szétesésig folytatott vizsgálat az alábbi hőlökésszámokat eredményezte.

Tetőcserépörlemény-beton	....	14 hőlökés
Kohóhabsalak-beton	.....	4 hőlökés
Bazaltbeton	.....	5, ill. 6 hőlökés
Réz-salakbeton	.....	6 hőlökés

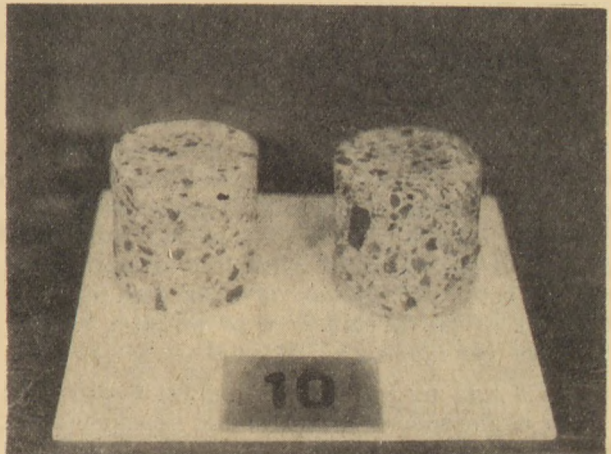
Míg a cseréporleménnyel és rézsalakkal készült betontesteken a 4. hőlökésig semmiféle elváltozás nem volt észlelhető, a másik két keverékből készült próbatesteken már három hőlökés után lepattogzások és repedések jelentkeztek, és ezek a további kísérleteknél teljes szétesésre vezettek. A vizsgálatnál legjobban bevált a tetőcserép-örleménnyel készült beton, mert a próbatesteken ugyan a 4. hőlökéstől kezdve kisebb mértékű éllepattogzás mutatkozott, de repedésképződés csak tizenkétszeres ismétlés után volt észlelhető.

A 6—9. ábrákon megfigyelhető a próbatestek állapota négy hőlökés után.

A vizsgálati módszerrel kapcsolatban meg kell említenünk, hogy a gyakorlatban ilyen mértékű hőmérséklet-ingadozás alig fordul elő. A tetőcserép-örlemény-beton vizsgálatánál kapott eredmény jónak mondható és az anyag viszonylag nagy porozitásának következménye.

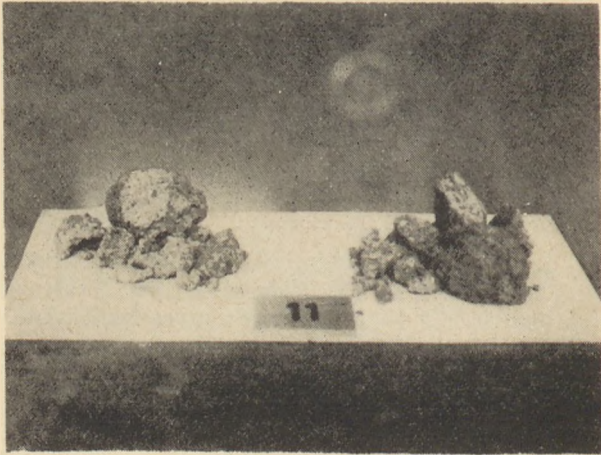


6. ábra. Tetőcserép-törmelékkel készült beton



7. ábra. Réz-salakbeton





8. ábra. Kohósalakbeton



9. ábra. Bazaltbeton

#### 4.7 Salakállóság.

A meghatározást a TGL 0-1069-en alapuló szórás eljárással végeztük. Ugyanolyan méretű próbatesteket használtunk, mint a hőlökések számának megállapításánál. A hengereket három órán belül 1000, ill. 1100°-ra hevítettük, és e hőmérsékletek elérése után 15 percen belül 10 g finomra porított salakosító anyagot szórtunk rájuk. Ezután a próbatesteket újabb 15 percig a megadott hőmérsékletre hevítettük, és a kemencével együtt hűtöttük le. Vizsgálatainkat a következő salakosító anyagokkal végeztük.

##### 4.7.1. Ilmenai üveg.

Ennek az üvegnek az összetétele a következő:

SiO <sub>2</sub>	= 71,1%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 2,9%
Na <sub>2</sub> O	= 12,2%
K <sub>2</sub> O	= 3,9%
CaO	= 9,9%

A salakosodás 1100°-on következett be. Minden hengeren sapka alakú olvadék keletkezett. A tetőcserép-örleménnyel készült betonon az érintkezési felületen zöldessárga elszíneződés keletkezett, a bazaltbetonon az olvadék sötétzöld színű volt, a többi keveréken elszíneződés nem volt észlelhető. Szemre csak a rézsalakbetonon észlelhető nagyon kismértékű, a bazaltbetonon nagyobb mértékű reakció. Az utóbbi keveréken lefolyó olvadék keletkezett, amely a próbatesten is olvadási jelenségekre vezetett.

A bazaltbetonból készült próbatest szétfűrészelésekor kb. 6 mm vastag olvadékszakaszt és 8 milliméter vastag beszüremelési szakaszt figyelhetünk meg. A lefolyó olvadék a henger palástján 3 milliméter mélységű beszüremelést okozott. — A rézsalakbeton-próbatesten olvadékszakasz nem látható, az üvegolvadékot és a próbatestet vékony, 1 mm-es reakcióréteg választja el.

A 8 mm mélységű beszüremelést a próbatest sárgás elszíneződése jelzi. Hasonló képet mutat, a kohósalakbeton. Az üvegsapkát a próbatesttől 1 milliméter vastag, határozottan észlelhető reakció-

réteg választja el, mely világos színű. A halvány ibolyaszínű beszüremelési tartomány a betonban 8 mm mélységig terjed.

A tetőcserép-örleménnyel készült betonpróbatesten 1,5 mm-es fehér reakcióréteg észlelhető, beszüremelés nélkül. — Általában a felsorolt keverékeknél az olvadék, ill. beszüremelési szakasz nemcsak sötét színe miatt észlelhető határozottan, hanem ezek a szakaszok nyilvánvalóan szilárdabbak is. Megállapítható továbbá, hogy a szilárdságnövekedést a bazaltbetonnál ráolvadás, a többi minta esetében a pórusokba beszivárgó és ott megdermedt üvegolvadék okozta.

##### 4.7.2. Szóda.

A salakállósági vizsgálatot 1000° hőmérsékleten kristálysódával végeztük. Legellenállóbb a tetőcserép-örleménnyel készült beton volt, átlátszatlan sapka keletkezett minden beszüremelés nélkül. A többi betonkeverék esetében a szódaolvadék behatolt a próbatestbe, de nem okozott észlelhető olvadási jelenséget. A kohósalakbeton próbatesten a 8 mm vastag beszüremelési szakasz világos-zöldeskék színű, de az elszíneződés csak a kötőanyagban észlelhető.

A bazaltbeton felületi barnásvörös elszíneződése a próbatest belsejében nem folytatódik. A 10 milliméter vastag beszüremelési szakasz a barnából a zöldessárgába csap át. A rézsalakbeton próbatest beszüremelési zónája kb. 7 mm vastag, a felületen látható világoszöld erek a próbatest belsejében nem folytatódnak. Ez utóbbi három beton esetében — hasonlóan az üveggel végzett salakállósági próbákhoz — a beszüremelési szakaszt a megnövekedett szilárdság alapján különböztetjük meg a próbatest többi részétől. A szilárdságnövekedést a könnyen olvadó szóda behatolása és a megdermedésével járó ragasztó hatás okozza.

##### 4.7.3. Kőszénalak és szóda.

A kőszénalakhoz az olvadáspont csökkentése céljából 30% szódát adagoltunk. A salakállósági vizsgálatot 1100°-on végeztük. A rézsalak- és bazaltbeton-próbatestek kékes elszíneződéssel fél magasságukig leolvadtak. A másik két betonon felületi



behatás volt észlelhető, ami a kohósalakbeton próbatesten 3—8 mm vastag világosbarna olvadékszakaszt hozott létre, az ehhez kapcsolódó 1—5 milliméteres beszüremlési szakaszt sötétebb színárnyalata és szilárdabb szöveti szerkezete különbözteti meg a próbatest többi részétől.

A tetőcserép-örleménnyel készült betonpróbatesten csak 5 mm vastag beszüremlési szakasz észlelhető, mely a kötőanyag sűrű színében különbözik a próbatest többi részétől.

#### 4.7.4. $KNO_3 + Na_2CO_3$

Az agresszív alkalisókból álló keveréket csak a tetőcserép-törmelék és a bazaltbeton esetében alkalmaztuk 1000°-on. Az elsőnél a próbatest felső 1,5 mm-ében a kötőanyag kismértékű olvadása és 6 mm mély beszüremlési szakasz volt észlelhető. A sárgászöld olvadék a bazaltbeton próbatestbe 5 milliméter mélyen hatolt be, és ezt a szakaszt a kötőanyaggal egybekittélődve szilárdabbá tette. Egyik beton próbatest sem ment tönkre.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a próbákat a tetőcserép-örleménnyel készült beton állotta ki a legjobban, és határozott ellenállást mutatott a felsorolt salakosodást okozó anyagokkal szemben. Hasonló eredményre jutott kőzsénalakkal Ludera, L. (2) is. — Habosított kohósalakbeton esetében a salakállóságot részben adott tulajdonságnak tekinthetjük. A réz-salak- és bazaltbeton alkalmazása ilyen hőmérsékleten üveges fázisok keletkezése miatt nem jöhet figyelembe. Ezt a folyamatot az alkáliák még fokozzák, ezért ebben a hőmérséklet-tartományban már eleve nem beszélhetünk salakállóságról.

Ezen első tájékozódó kísérletek alapján agresszív anyagokkal szemben 1000° alatt is csak kis ellenállásra következtethetünk.

#### 4.8 Zsugorodás és tágulás.

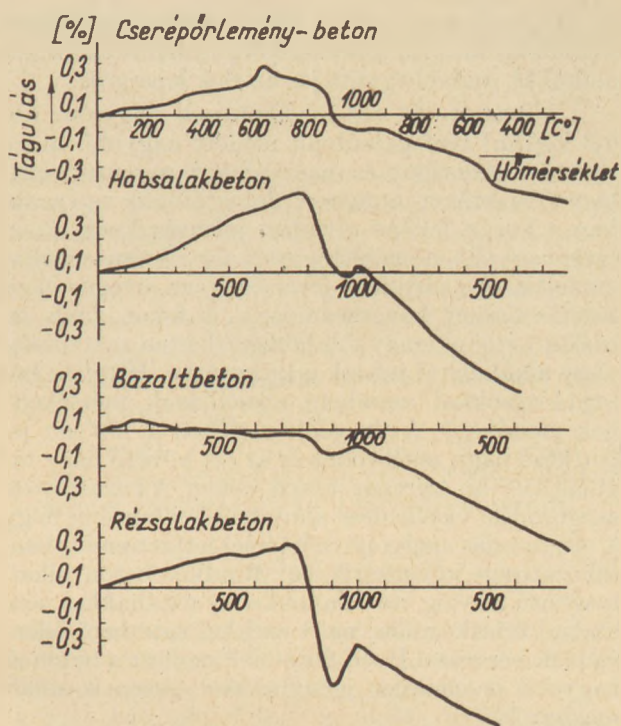
A differenciál-dilatométeren végzett vizsgálatokhoz a próbapálcákat 28-napos kockákból fűtük ki. Minden mintát kétszer fűtöttünk fel 100°/óra sebességgel 1000°-ig. Az első felfűtésnél a hevítéskor fellépő zsugorodást kívántuk megállapítani, a másodiknál a közepes lineáris-tágulási együttható megállapítása volt a célunk. A kapott értékek a 4. táblázatból láthatók.

4. táblázat

A betonok zsugorodása és lineáris hőtágulási együtthatói

Adalék	Zsugorodás 20—1000°C, %	Hőtágulási együttható 20—1000°C $\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$
Tetőcserép-örlemény . . . . .	0,58	53
Habosított kohósalak . . . . .	0,82	104
Bazalt . . . . .	0,78	83
Réz-salak . . . . .	0,96	94

Irodalmi adatok (3) szerint a portlandcementből és samottból készült hőálló betonok lineáris zsugorodása 800 és 1000° között 0,2—0,7%. Ugyanezen anyagok lineáris tágulási együtthatója 300 és 900° között  $50 \cdot 10^{-7}$ — $80 \cdot 10^{-7}/^\circ\text{C}$ .



10. ábra. Tágulás és zsugorodás a hőmérséklet függvényében

A 10. ábrából látható, hogy az egyes betonfajták különböző hőmérsékleten és különböző mértékben zsugorodnak, de nagyobb zsugorodás általában a 800° körüli hőmérséklet-tartományban jelentkeznek. Ennek okát szintén a szöveti szerkezet lazulásában kell keresni. Különös jelentősége van a bazaltbeton kis zsugorodásának és tágulásának egészen 800°-ig.

A második égetés görbéjének lefutásából látható, hogy a tetőcserépörlemény-beton lineáris tágulási együtthatója magasabb hőmérsékleten csökken, míg a másik három beton koeficiense a hőmérséklet emelkedésével nő. A 4. táblázatban látható tágulási együtthatók közvetlenül összefüggnek a hőingadozásokkal szembeni ellenállás vizsgálatánál megállapított hőkékek számával.

#### 5. Következtetések

Előrelátható volt, hogy adott keverékösszetétel mellett nem érhetjük el azonnal a legkedvezőbb eredményeket. Munkánkat ezért csak előkísérletnek tekinthetjük a felsorolt adalékanyagok esetleges alkalmazhatósága szempontjából.

A tetőcserép-örleménnyel készült beton — várható módon — a legkedvezőbb tulajdonságokat mutatta. Különösen ki kell emelnünk a nyomás alatti lágyulás, a hirtelen hőingadozásokkal szembeni ellenállás és a salakállóság vizsgálatánál kapott jó eredményeket. Ennek az adalékanyagának az alkalmazása 1000°-ig lehetséges.

A habosított kohósalakkal készült betonnál kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy ennek az adalékanyagának az alkalmazása hőálló betonokhoz nem kedvező. Az adalékanyag alkalmazhatatlansága szempontjából a hirtelen hőingadozásokkal szembeni kis ellenállóképesség és a kis



nyomószilárdság mellett döntő, hogy az égetésnél különösen laza és morzsalékony szöveti szerkezet alakul ki, amivel együtt jár az élek lepergése.

A bazalt- és réz-salakbetonok nagyobb, kb. 2,3 kg/dm<sup>3</sup> térfogatsúlyuk mellett nagyobb hideg nyomószilárdságot és használható nyomás alatti lágyulási értéket mutatnak. Jelentőségük van azonban a korán fellépő olvadási jelenségeknek, amelyek nagyobb hőmérsékleten való alkalmazásukat kizárják. Az olvadási jelenségek az üveges fázis keletkezésének következményei, és fokozódnak, ha ezek a betonok nagyobb hőmérsékleten salakkal vagy alkáliakkal jutnak érintkezésbe. Hirtelen hőingadozásokkal szembeni ellenállásuk mérsékeltnek mondható. A réz-salak esetében a 700°-on jelentkező nagy zsugorodás és az ezt követő nagy táulás 950°-on szerepet játszik ebben. A bazaltbeton zsugorodási viselkedése annyiban kedvezőbb, hogy a zsugorodás nagyobb hőmérséklettartományban, fokozatosan következik be. Mindkét beton alkalmazható 800°-ig, de salakkal és alkáliakkal nem szabad érintkezniük, mert ezekkel szembeni ellenállásuk kérdéses. Ilyen feltételek mellett a betonok nagyobb mechanikai igénybevétel esetén is alkalmazhatók.

#### IRODALOM

- [1] *Lundera, L.*: Zement—Kalk—Gips. 12 (1959) 12. 575—581.
- [2] *Lundera, L.*: Zement—Kalk—Gips. 14 (1961) 5. 212—261.
- [3] *Nekrassow, K. D.*: „Hitzebeständiger Beton.” Bauverlag Wiesbaden—Berlin, 1961.

*Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried*: Különböző adalékanyaggal készült, portlandcementbázisú hőálló betonok vizsgálata.

Adott keverési arány szerint készült, portlandcement-bázisú hőálló betonok felhasználhatóságát vizsgálták tetőcsereptörmelék, habosított kohósalak, bazalt és rézsalak adalékanyagokkal.

A tetőcsereptörmelénnel készült beton 1000° hőmérsékletig használható. A kohósalakbeton mechanikai tulajdonságai nagyobb hőmérsékleten kedvezőtlenebbek, ezért nem használható. A bazalt- és réz-salakbetonok —

ha nagyobb hőmérsékleten nem érintkeznek megolvadt anyagokkal — igen jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek; 800° hőmérsékletáig használhatók.

*Перс М. — Мюллер Р. — Плютке С.*: Испытание термостойких бетонов на основе портландцемента и различных заполнителей.

Было проведено исследование областей применимости термостойких бетонов на основе портландцемента, содержащих в качестве заполнителей: черепичный бой, пеношлак, базальт и медный шлак.

Бетон с заполнителем из черепичного боя может применяться до температуры 1000°Ц. Механические свойства бетонов с шлаковым заполнителем при повышенных температурах снижаются в связи с чем это исключает их применения. Базальтовые бетоны на медном шлаке — если они при высоких температурах не соприкасаются с расплавленным материалом — обладают весьма хорошими механическими свойствами, и могут применяться до температуры 800°Ц.

*Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried*: Vergleichende Untersuchungen an hitzebeständigen Betonen auf Portlandzement Basis mit verschiedenen Zuschlagstoffen.

Nach einer vorgegebenen Gemengezusammensetzung wurden hitzebeständige Betone auf PZ-Basis mit den Zuschlagstoffen Dachziegelbruch, Hüttenbims, Basalt und Kupferschlacke hergestellt und auf ihre Eignung untersucht.

Für den Dachziegelbruchbeton ist eine Anwendungstemperatur bis 1000° möglich. Der Hüttenbimsbeton ist wegen schlechter mechanischer Eigenschaften bei höheren Temperaturen ungeeignet. Basalt und Kupferschlacke-Betone besitzen, wenn man sie bei höheren Temperaturen von schmelzflüssigen Stoffen fernhält, sehr gute mechanische Eigenschaften. Ihre Anwendung ist bis zu Temperaturen von etwa 800° möglich.

*Röhrs, Manfred—Müller, Roland—Plüschke, Siegfried*: Investigations of Portland Cement Base Refractory Concretes with Different Sorts of Aggregates.

Portland cement base refractory concretes of constant mix ratio were prepared using crushed roof tile, expanded blastfurnace slag, basalt and copper slag as aggregates. Concretes of crushed roof tile aggregate may be used up to 1000°C; basalt- and copper slag aggregate concretes have excellent mechanical properties up to 800°C, unless not being in contact with molten substances at high temperature; blastfurnace slag bearing concretes have poor mechanical properties at higher temperatures.

---

LAPUNK PÉLDÁNYONKÉNT MEGVÁSÁROLHATÓ:

V., VÁCI UTCA 10,

V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 76. SZÁM ALATTI

H Í R L A P B O L T O K B A N

---



Az aprítás törvényei állandó tanulmány tárgyát képezik, mióta Rittinger és Kick a tizenkilencedik században alapvető törvényeiket megalkották. E törvények, mint ismeretes, állandó viták tárgya voltak. Manapság Bond képletét tekintik a szemcseméret és aprítási energia összefüggése legjobb kifejezőjének.

Mint az számos szakkönyvben olvasható, a két eredeti törvény leszármaztatható a következő általános egyenletből [7]:

$$dE = -C \frac{dx}{x^n} \quad (1)$$

ahol  $E$  a törési energia,  $x$  a szemcseméret,  $C$  állandó. Ha  $n=1$ , az egyenlet integrálása a Kick-törvényt adja:

$$E = C \log \frac{x_1}{x_2} \quad (2)$$

Ha  $n=2$ , az integrálás Rittinger törvényére vezet:

$$E = C \left( \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right) \quad (3)$$

Bond harmadik aprítási törvénye [1] az  $n=1,5$  helyettesítésből adódik:

$$E = W_i \frac{\sqrt{R}-1}{\sqrt{R}} \sqrt{\frac{100}{x_2}} \quad (4)$$

ahol  $W_i$  a munkaindex,  $R$  az aprítási fok,  $\frac{x_1}{x_2}$ .

A Bond-törvény szerinti energiaigény a két korábbi törvény adta érték közé esik.

Már Bond törvényének megjelenése előtt ismert volt, hogy Rittinger törvénye főként apróbb szemcsék aprításánál felel meg, Kick törvénye pedig inkább nagyobb szemcsékhez.

Tapasztalatok szerint  $n$  értéke nemcsak a törendő anyagtól, de a törőberendezéstől is függ. Bond egyenlete erre tekintettel volt a munkaindex bevezetésével, amelynek értéke egy adott anyagra különféle rendszerű és határfokú aprítóberendezések átlagát veszi figyelembe.

Mint Bond megállapította, ezen adatok szórása sokszor olyan nagy, hogy a számtani középérték alkalmazhatatlannak tűnik. Ennek ellenére  $n=1,5$  értékkel számolva, az aprítógépek széles körénél a Kick vagy Rittinger-féle számításhoz képest a valóságot jobban megközelítjük.

Bond elméletének kialakításakor a repedések elméletére támaszkodva megadta  $n$  értelmezését, és magyarázatot adott arra is, hogy  $n$  értéke miért 1,5 a különféle anyagokra. Rámutatott, hogy a szemcse által kezdetben felvett törési energia arányos annak térfogatával, vagyis  $x^3$ -al. Amint azonban repedés képződik, ez az energia az új felületekre

áramlik, terjedése arányos  $x^2$ -el. Ebből következik, hogy az új felületek képzéséhez szükséges közepes aprítási energia arányos  $x$  egy hatványával, ahol a kitevő 2 és 3 közé esik,  $5/2$  pedig sokszor elfogadható értéknek bizonyul. A repedések képződésétől függően azonban némely anyagnál a kitevő inkább 2-höz, másoknál 3-hoz közelebb. A kitevőt tehát nem tekinthetjük állandónak, hanem a törendő anyag tulajdonságai függvényének.

Valóban, 1957-ben Holmes rámutatott [2], hogy a Kick-törvényből kiindulva, Bond harmadik elméletét módosítani kell a következő alakra:

$$E = W_i \left( \frac{R^r - 1}{R^r} \right) \left( \frac{100}{x_2} \right)^r \quad (5)$$

ahol  $R$  az aprítási fok,  $x_2$  a termék mérete,  $r$  pedig a Kick-törvénytől való eltérés jelzőszáma. Holmes szerint  $r$  értéke különféle anyagoknál 0,25 és 0,73 között változik. Bond egyenlete nyilván az  $r=0,5$ -nek felel meg.

A kétségek még így is megmaradnak, vajon  $n$  állandó értéke mellett  $W_i$  megfelelhet-e más-más aprítóberendezésekhez. Ha viszont  $n$  nem állandó, hanem változik mind az aprítóberendezés, mind az aprítandó anyag jellemzői szerint, akkor az (1) egyenlet használhatósága erősen korlátozott.

Fontos és egyelőre megválaszolatlan kérdés  $n$  változásának értelmezése.

Ha az (1) egyenletet megtartjuk, és  $n$  értékét egy meghatározott anyagra állandónak tekintjük, tisztázandó a  $C$  állandó függése a szemcsemérettől és az aprítási mechanizmustól. E kérdéssel foglalkozunk a következőkben, és az aprítási mechanizmusra jellemző fontos valószínűségi függvényeket vezetünk be.

## Törők belső folyamatai

Tegyük fel egyszerűség okából, hogy egy röpítő-törőben egy szemcse meghatározott sebességgel csapódik a páncélzatra vagy ütközik egy másik szemcsével. A törés mechanizmusának elemzésére figyelembe kell venni a szóba jövő valószínűségeket. Először: vajon a szemcse ütközik-e egy tárgyba. Ha nincs ütközés, természetesen törés sincs. Másodszor: ha van is ütközés, nem következik be törés, ha az ütközési energia nem képes az anyag törőszilárdságát érdemlegesen meghaladó feszültség keltésére. Igen fontos az ilyen minimális hevésségű ütközések kialakulásának valószínűsége. Ehhez a szemcsének ütköznie kell egy kellő keménységű tárggyal. Törés csak akkor jöhet létre, ha a két valószínűség szorzata zérusnál nagyobb, lévén egymástól függetlenek. Minél jobban megközelíti a valószínűségek szorzata az egységet, annál kedvezőbb a gép működése.

A törési folyamat egy harmadik mozzanata a repedéseknek a szilárd testben való tovaterjedésé-

\*A Szilikátipari Tudományos Egyesületben 1966. szept. 9-én tartott előadás anyaga.



vel kapcsolatos, egy végbemenő ütközéshez rendelt valószínűséggel. Mint ismeretes, őrlési segédanyagok alkalmazása megjavíthatja az őrlési effektust, az őrlőberendezés működésének bármiféle változtatása nélkül. E javulás feltehetőleg a repedések gyorsabb növekedésével magyarázható.

Az (1) alapegyenletnek okszerűen az  $\frac{1}{x^n}$  szor-

zó mellett tartalmaznia kell a három különböző valószínűséget is. Minthogy a fajlagos felület fordítva arányos a szemcsemérettel, az (1) egyenlet így is írható:

$$\frac{dS}{dE} = C_1 x^N \quad (1)$$

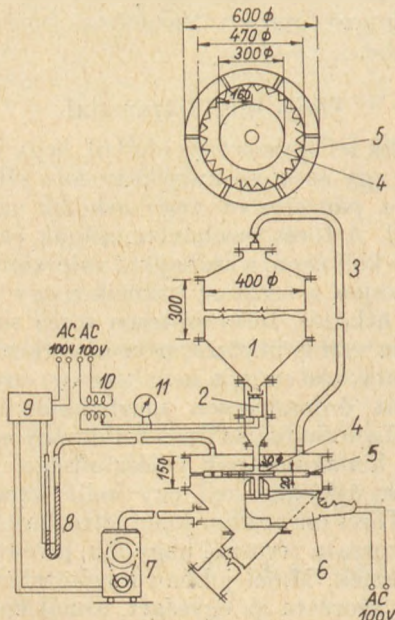
ahol  $N = n - 2$ , ez és  $C_1$  is állandó. Ennek értelmében, egyezően a fentiekkel, a Rittinger-törvény érvényessége esetén  $N = 0$ , a Kick-törvény érvényessége esetén  $N = -1$  a Bond-törvény érvényessége esetén pedig  $N = -0,5$ .  $E$  az egységnyi súlyú  $x$  méretű szemcse töréséhez szükséges energia.

Az általunk javasolt egyenlet a következő:

$$\frac{dS}{dE} = K(P_c)(P_\sigma)(P_a)x^N \quad (6)$$

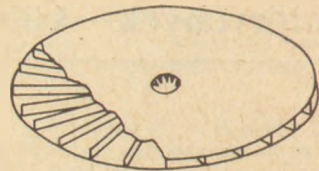
ahol  $P_c$  az ütközés valószínűsége,  $P_\sigma$  a törési feszültség túllépésének valószínűsége,  $P_a$  a repedés tovaterjedésének a valószínűsége,  $K$  pedig állandó.

Igen nehéz volna, sőt talán lehetetlen e valószínűségek szigorú analízisét elvégezni, minden fajta törőberendezésre. E tanulmány célja annak vizsgálata, hogy a legegyszerűbb törési mechanizmus alátámasztja-e az elképzelést. Ha igazolják, a módszer bonyolultabb készülékekre is kiterjeszthető. Esetleg lehetségesnek mutatkozik bármely anyagra és készülékre érvényes aprítási törvény kidolgozása is.



1. ábra. A kísérleti berendezés sémája

1. bunker, 2. vibrációs adagoló, 3. őszekelőtő cső, 4. forgó tányér, 5. ütköző szalag, 6. motor, 7. vákuum szivattyú, 8. feszítőmérő, 9. relé, 10. feszültségszabályozó, 11. voltmérő



2. ábra. A forgó tányér

### A kísérletek leírása

Kísérleti berendezésünk vázolata az 1. ábrán látható.

Éles osztályozású mészkozemcsék 5 frakcióját vizsgáltuk: 10/28, 28/32, 42/48, 80/100 és 100/150 Tyler-sziták között. (Megfelelő szitanyílások mm-ben: 1,65/0,59, 0,59/0,50, 0,42/0,30, 0,18/0,15 és 0,15/0,10.) A vizsgált anyag az 1 jelű bunkerben volt tárolva, amelyből a 2 jelű folyamatos működésű vibrációs adagoló állandóan mért mennyiségben adagol az 5 jelű, 300 mm átmérőjű forgó tányérra.

A forgó tányér, amely a 2. ábrán részletesebben is fel van tüntetve, percenként 6000 fordulatot forog, és ez a sebesség a szemcséket 94 m/s sebességre gyorsítja, azokat egyenletesen érintőlegesen kidobva. 84 mm-re a tányér kerületétől az körül van zárva egy 20 mm széles cikk-cakkos acél szalaggal, amely úgy van kialakítva, hogy a szemcsék mindig merőlegesen ériek.

Az egyetlen ütközés hatására eltört nagyobb szemcsék a nehézségi erő hatására leesnek. Kisebb szemcséket a törőzónából a levegő közvetlenül az ütközés után magával ragadja, és így további törésük nem várható.

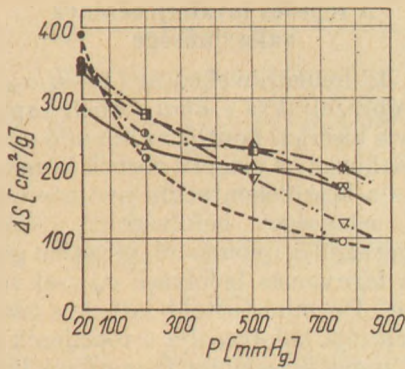
A 7 jelű vákuumszivattyú alkalmas a teljes rendszernek, a törőtől a bunkerig, 20 mm Hg oszlop mértékig való evakuálására. Így lehetővé válik a kísérletezés különféle nyomásokon. Ez pedig módot ad, hogy tanulmányozzuk a gázmolekulák adszorpciójának hatását a repedések tovaterjedésére, továbbá a szemcséknek a körülövező szalagon való ütközési sebességének hatásait. A nyomást egy sorozatban automatikusan állandó értéken tartottuk és pedig négy különböző fokozatban, 760 és 20 mm Hg. o. között.

A töret fajlagos felületét a légpermeabilitásos módszerrel vizsgáltuk, egy különlegesen meg szerkesztett készülékkel, amely lehetővé tette a kísérleti törőből kijövő, a szokásosnál durvább termék vizsgálatát. Használható 100 mikronos, vagy még durvább szemcsékhez is. (A közhasználatú készülékek a 30 mikronos nagyságrendhez felelnek meg.) A 100 mikronnál jóval nagyobb, durvább szemcsék kezdeti fajlagos felülete már nem mérhető a légátteresztéses módszerrel, mert a nyomásesés túl kicsi. Ezért a terméket gondosan átszitáltuk, a szitán áteső rész fajlagos felülete már kellő pontosan mérhető volt és megadta a  $\Delta S$  felületnövekményt. A 100 mikronnál nagyobb szemcsékről feltételeztük, hogy a törőt töretlenül hagyták el.

### Kísérleti eredmények

A mért  $\Delta S$  felületnövekmények a nyomás függvényében valamennyi szemcseméret-csoportra a 3. ábrán vannak feltüntetve. A  $\Delta S$  általánosságban





3. ábra. A  $\Delta S$  fajlagos felület növekmény és a törőtérben mért nyomás összefüggése

Kalcit		$x$ [cm]				
szemcse		0,012	0,016	0,032	0,055	0,114
P [mmHg]	20	●	▼	●	■	▲
	160	○	▽	⊕	□	△
	500	○	▽	⊕	□	△

4. ábra. Az alkalmazott jelölések sémája

nő a nyomás csökkenésével. A tendencia azonban erősen függ a kiinduló szemcsenagyságtól. Így pl. a legkisebb, 20 mm Hg. o. nyomásnál a legkisebb szemcsecsoport törhető a legnagyobb finomságra, 1 atm nyomásnál viszont ugyanez a szemcsecsoport már a legkevésbé törhető. A görbék egymást körülményes módon metszik, ami arra utal, hogy a három változó korrelációjának megállapításához további változók hatását is figyelembe kellene venni.

A 3. és következő ábrákhoz tartozó jelöléseket a 4. ábra tartalmazza.

### Ütközési sebesség

Egy  $v$  sebességű szemcse ellenállása a levegőben, a nehézségi erő hatását elhanyagolva, a dinamika második alaptörvénye szerint

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} v = -bC_D v^2 \quad (7)$$

ahol  $s$  a távolság,  $t$  az idő és  $C_D$  az ellenállási tényező,  $b$  értéke  $3\rho/4x\rho_p$ , ahol  $x$  a szemcseméret,  $\rho$  és  $\rho_p$  pedig a levegő, illetve a szilárd anyag sűrűsége.

A (7) egyenletet integrálva

$$s = -\frac{1}{b} \int_{v_i}^v \frac{dv}{C_D v^2} = -\frac{1}{b} \int_{Re_i}^{Re} \frac{dRe}{C_D Re} \quad (8)$$

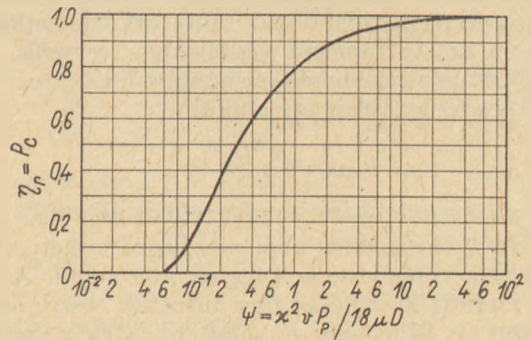
ahol  $Re$  a Reynolds-szám,  $Re = xv\rho/\mu$ ,  $\mu$  a levegő viszkozitása, az  $i$  index a kezdeti állapotra utal. Ha  $C_D$ -t állandónak tekintjük,

$$s = \frac{1}{bC_D} \log \frac{Re_i}{Re} \quad (9)$$

Miután a kezdősebesség, a Reynolds-szám és  $C_D$  ismertek, a (9) egyenlet szerint számítható a sebesség, amellyel a szemcse becsapódik 160 mm távolság befutása után.

Ha pl. szobahőmérsékleten  $P = 500$  mm Hg. o.  $\rho = 0,776$  kg/m<sup>3</sup>. Az  $x = 0,032$  cm szemcsékre  $b = 6,71 \times 10^{-1}$  a (7) egyenlet alatti definíció értelmében. A kezdősebesség,  $v_i = 94$  m/s, miután a tárcsa percnkénti fordulatszáma 6000. Ezek után a Reynolds-szám, amely nem függ a nyomástól

$$Re_i = \frac{3,2 \times 10^{-4} \times 94 \times 0,776}{1,83 \times 10^{-5}} = 1275$$



5. ábra. A találati hatások és kiválasztási szám összefüggése a kísérleti szalagon

a  $C_D$  pedig a Reynolds-szám ezen értékével 0,445. Helyettesítve a (9) egyenletbe,  $Re = 1140$  és végül  $v = 84$  m/s. A  $v$  becsapódási sebesség hasonlóan számítható minden beállítássa.

### Az ütközések valószínűsége

Egy tárgy eltalálásának valószínűségét elméletileg az  $\eta_T$  találati hatások és  $\Psi$  kiválasztási szám közötti összefüggés jellemzi. A kiválasztási szám az  $x^2 v \rho_p / 18 \mu D$  dimenzió nélküli érték, ahol  $D$  a céltárgy mérete. Az összefüggés számos szakkönyvben megtalálható, pl. [4], grafikusan az 5. ábrán látható. A görbe oly szalagra vonatkozik, amelynek főmérete  $D$ . A találati hatások megadja a cél felé haladó szemcsék találatot elérő hányadát, vagyis az ütközési valószínűséget, itt  $P_c$ -vel jelöljük.

Kísérleti berendezésünk úgy van kialakítva, hogy a találati hatások egyenlő az egységgel, mert a szalagot minden szemcse eltalálja.

Ha a szalagot eltávolítjuk, a fal lesz a cél. Ez esetben, minthogy a szemcsék röppályája nagyobb, nő a valószínűsége, hogy a légáram egyes szemcséket eltávolít a készülékből anélkül, hogy a falba ütköznek, vagyis a hatások csökken. Ez ellenőrizhető annak érvényességét, hogy a találati hatásokot mint  $P_c$  valószínűséget vesszük figyelembe. Valóban, midőn kísérleteink során a szalagot eltávolítottuk,  $\Delta S$  csökkent. E hatás részben a kisebb  $P_c$ -nek tulajdonítható, de  $P_c$  is hatott.

### A törőszilárdság túllépésének valószínűsége

Hertz szerint [5] a becsapódáskor fellépő legnagyobb feszültség

$$\sigma_{\max} = a \left( \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right)^{1/5} \times v^{2/5} \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)^{3/5} \times \left( \frac{1 - \nu_1}{E_1} + \frac{1 - \nu_2}{E_2} \right)^{-4/5} \quad (10)$$



ahol  $m_1$  és  $m_2$  a két ütközőtest tömege,  $r_1$  és  $r_2$  a görbületi sugarak a becsapódási pontban,  $E_1$  és  $E_2$  ill.  $\nu_1$  és  $\nu_2$  a két test rugalmassági modulusa, illetve Poisson tényezője.  $v$  a relatív sebességet jelöli, jelen esetben, minthogy a cél áll,  $v$  a becsapódási sebesség,  $a$  pedig állandó.

Az 1. ábra szerinti készülékben  $E$  és  $\nu$  állandók. A cél sugara végtelen, minthogy sík felület, a szabálytalan alakú, adott szemcsézetű frakció szemcséire pedig állandónak tekintjük. Hasonlóan,  $m_1$ -et, a szalag tömegét végtelennek vesszük,  $m_2$  pedig arányos a szemcsék térfogatával, vagyis  $x^3$ -el. A (10) egyenlet tehát így alakul

$$\sigma_{\max} = a'v^{2/5}x^{3/5} \quad (11)$$

ahol  $x$  a szemcseméret és  $a'$  egy más állandó.

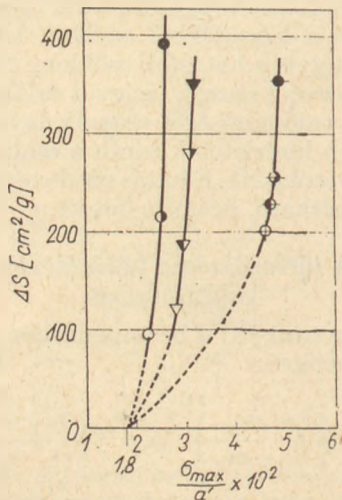
Ha a becsapódás nem merőleges,  $v$  helyett a  $v \cos \theta$  komponenszt kell figyelembe venni. Az 1. ábra szerinti készüléket úgy álitották össze, hogy  $\theta$  közel  $0^\circ$ . Minthogy  $v$  a fentebb leírtak szerint számítható,  $\sigma_{\max}/a'$  minden beállításra kiszámítható (11) szerint.

Ebből  $\sigma_a/a'$  is megbecsülhető, ahol  $\sigma_a$  az anyag törőfeszültsége.

Törés előidézésére  $\sigma_{\max}$  legyen nagyobb vagy egyenlő a  $\sigma_a$  kritikus értékénél. Ugyanez  $\Delta S$  vonatkozásban: ha  $\sigma_a \geq \sigma_{\max}$ , akkor  $\Delta S \geq 0$ . De ha  $\sigma_{\max} < \sigma_a$ , akkor  $\Delta S = 0$ . Ezért a  $\Delta S - \sigma_{\max}/a'$  görbe extrapolálható, minden szemcseméretre meghosszabbítva a  $\Delta S = 0$ ,  $\sigma_{\max}/a' = \sigma_a/a'$  pontig (6. ábra). Ily módon  $\sigma_a/a'$  értéke  $1,8 \cdot 10^{-2}$ -nek adódik.  $\sigma_a/a'$  a szemcseméretnek jelen nagyságrendjében független a szemcsemérettől, vagyis állandó. Ebből kiindulva  $\sigma_a/\sigma_{\max}$  számítható minden kísérleti állapotra. A törőfeszültség túllépése valószínűségének számítására szerző a következő képletet javasolja:

$$P_\sigma = \left(1 - \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}}\right)^m \quad (12)$$

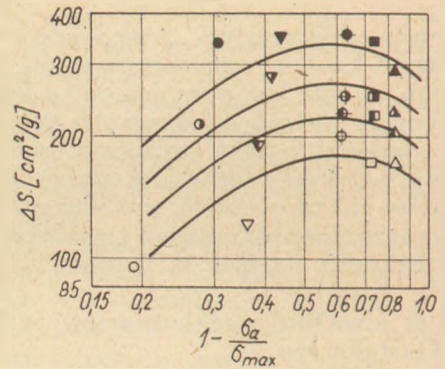
ahol  $m$  kísérletileg meghatározható tapasztalati állandó. Ha  $\sigma_a = \sigma_{\max}$ ,  $P_\sigma = 0$ , ha pedig  $\sigma_{\max}$  jóval nagyobb, mint  $\sigma_a$ ,  $P_\sigma$  az egységhez közeledik, ez megfelel egy tényleges törési folyamatnak.



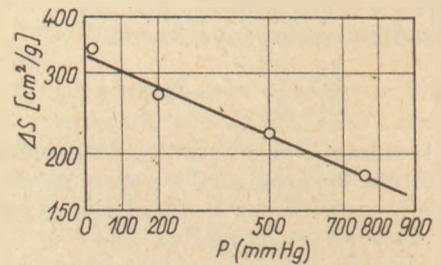
6. ábra.  $\Delta S$  mint  $\sigma_{\max}/a'$  függvénye  $\sigma_a/a'$  megbecsüléséhez

## A repedés tovaterjedésének valószínűsége

Ha a  $\Delta S$  felületnövekedést  $(1 - \sigma_a/\sigma_{\max})$  függvényében ábrázoljuk, a 7. ábra görbéit kapjuk. Látható, hogy a kísérleti pontok az állandó nyomáshoz tartozó, párhuzamos menetű görbék közelében fekszenek. Ha a készüléken belüli nyomás csak a becsapódási sebességet befolyásolná, valamennyi pont, függetlenül a nyomástól, egyetlen görbén fekéldne. (A légnnyomás befolyása  $\sigma_{\max}$ -al van figyelembe véve.) De, mint fentebb láttuk, a gázmolekulák adszorpciója befolyásolja a repedések tovaterjedését az anyag belsejében. Ésszerűnek látszik feltételezni, hogy  $\Delta S$  a Hg mm-ben kifejezett  $P$  parciális gáznyomásokkal exponenciális függvény szerint függ össze. Ez a 8. ábrán látható, amely a 7. ábrának az  $1 - \sigma_a/\sigma_{\max} = 0,6$  értékre vonatkozó metszete. Természetesen végtelen sok ily metszet készíthető, de lejtése valamennyinek azonos. A 8. ábra vonalának lejtése alapján kimondható, hogy  $\Delta S$  arányos  $e^{-kP}$ -vel ahol a  $k$  állandó értéke  $8,44 \times 10^{-4}$ . Ez az exponenciális függvény 0 és 1 között van értelmezve és a harmadik,  $P_a$  valószínűségnek tekinthető.



7. ábra.  $\Delta S$  ábrázolása logaritmikus léptékben  $1 - (\sigma_a/\sigma_{\max})$  függvényében különböző nyomásoknál

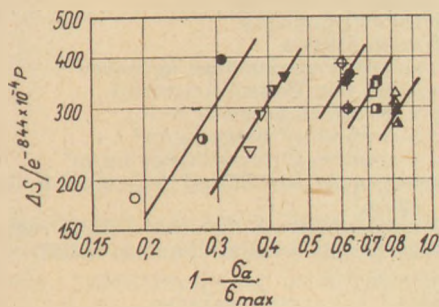


8. ábra.  $\Delta S$  a  $P$  nyomás függvényében  $1 - (\sigma_a/\sigma_{\max})$  7. ábra szerinti értékénél

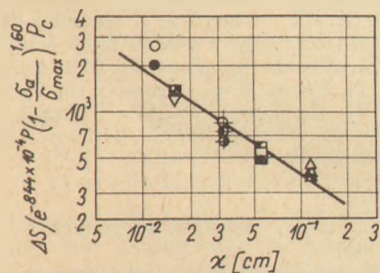
## Összesítő korreláció

A három keresett valószínűséget  $P_c$ ,  $P_\sigma$  és  $P_a$ -t az előző pontokban számszerűleg meghatároztuk. Láttuk, hogy az összeütközés  $P_c$  valószínűségét az  $\eta_t$  találati hatások adja meg, és ez a leírt kísérletben 1-gyel egyenlő. A repedés tovaterjedésének  $P_a$  valószínűsége az  $e^{-8,44 \times 10^{-4}P}$  képlettel adott. Végül a törőszilárdság túllépésének  $P_\sigma$  valószínűségét az  $(1 - \sigma_a/\sigma_{\max})^m$  függvény adja meg, ahol az





9. ábra.  $\Delta S/e^{-kP}$  az  $1 - (\sigma_a/\sigma_{max})$  függvényében különböző  $x$  szemcsenagyságok mellett



10. ábra.  $\Delta S/e^{-kP} [(1 - (\sigma_a/\sigma_{max}))^{1.60} \times P_c]$  a szemcsenagyság függvényében

$m$  hatványkitevő mindezen adatok felhasználásával számítható.

A 9. ábrában a kisebb szemcsékre vonatkozó pontok (vagyis a két bal oldali vonal lejtése) az  $m = 1,60$  értékre utal. Nagyobb szemcsék esetén a pontok halmozódnak, mert a légnyomás hatása jelentéktelen és a becsapódási sebességek alig különböznek. Hogy valamennyi valószínűség hatását kiküszöböljük,  $\Delta S$  értékeit elosztjuk ezek szorzatával. A 10. ábrán ez az  $x$  szemcsenagyság függvényében van ábrázolva. A végső korrelációt a következő képlet adja:

$$\Delta S = 74(e^{-8.44 \times 10^{-4} P})(1 - \sigma_a/\sigma_{max})^{1.60} (1/x^{0.76}) \quad (14)$$

A szemcsenagyság kitevője 0,76-nak adódik (a vizsgált anyagra állandó),  $P_c$  és  $\sigma_{max}$  is tartalmazza a szemcsenagyság hatását.

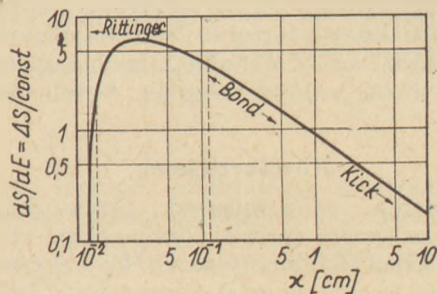
### Taglalás

A leírt aprítás egy fokozatban megy végbe, a teljes befektetett energia ezért mint a súlyegységnyi szemcsének, a forgó tárcsa által 94 m/sec sebességre való felgyorsítási energiája tekinthető. Magára az aprításra az elfogyasztott energiának csak egy hányada fordítódik, a különbséget elpazaroltnak kell tekinteni. E hányad jelen esetben számos valószínűségtől függ, beleértve a szemcsenagyságot is. A  $dS/dE$ -kifejezés ezért helyettesíthető  $\Delta S/\Delta E = \Delta S/\Phi E_A$ -val, ahol  $E_A$  a szemcsék gyorsításához szükséges energia és  $\Phi$  az energiának ténylegesen aprításra fordított hányada.

Ezért az 1' egyenlet így írható fel:

$$\Delta S = C_2 \Phi E_A x^N = C'_2 \Phi x^N \quad (15)$$

Ez az egyenlet összevetve a (14) empirikus egyenlettel



11. ábra. A szemcsenagyság hatása  $dS/dE$ -re

$$\Phi = P_c (1 - \sigma_a/\sigma_{max})^{1.60} (e^{-8.44 \times 10^{-4} P}) \quad (16)$$

$N$  értéke a (15) egyenletben — 0,76, ezért  $n$  az (1) egyenletben a jelen kísérletben használt kalcitra, 1,24.  $N$  és  $n$  anyagi állandók és függetlenek a törőgép belső folyamataitól. Az (1) egyenlet  $C$  állandója ugyancsak tartalmazza a szemcsenagyság hatását a törési mechanizmusra.

Úgy tűnik tehát, hogy az (1) egyenlet  $C$  állandója nemcsak a szemcsenagyságtól függ, hanem függvénye az őrlött anyag tulajdonságainak és az őrlőgép jellemzőinek. Csakis ennek felismerésével bizonyul  $N$  a szemcsenagyságtól független állandónak. E felismerés korábbi munkákban nem volt figyelembe véve.

E taglalás főbb eredményeit a 11. ábra mutatja be. Feltéve, hogy  $P_c$  az egységgel egyenlő, és  $P = 760$  mm Hg. o.,  $\Delta S$  a szemcsenagyság széles tartományára kiszámítható a (14) empirikus egyenletből. Ez esetben az  $x$  szemcsenagyság a (11) egyenlet értelmében befolyásolja az  $x^{-0.76}$  és  $(1 - \sigma_a/\sigma_{max})^{1.60}$  kifejezéseket, az egyenlet többi tényezői pedig állandók.  $\Delta S$  számított értékei elosztva ezekkel az állandókkal ordinátaként vannak felrakva a szemcsenagysághoz, mint abszcisszához.

A görbe rámutat a szemcsenagyság fontosságára. Jobb oldalon, a durva szemcsék tartományában a lejtés kb. — 0,8 ami, mint már korábban is említésre került, jól közelíti a Kick-törvényt. Amint a szemcsék kisebbednek, a görbe maximumot ér el, ahol a lejtés természetesen 0. A közbenső tartományban a lejtés — 0,5, ami a Bond-féle harmadik elméletnek felel meg. Közelebbi vizsgálat arra utal, hogy a görbe menete  $x^N$  valamint az  $(1 - \sigma_a/\sigma_{max})^m$  valószínűség következménye, ez utóbbi azonban szintén a szemcsenagyság függvénye. A görbének a maximumtól balra való meredek esése azt jelenti, hogy egy határhoz közeledünk. Más szóval: nem várható, hogy egy adott mechanizmus mellett a töréssel egy bizonyos szemcsenagyság alá juthatunk. Ily törési határ létezésére szerző [6] és mások [3, 5] korábbi közleményeiben már utaltak.

A  $P_c$  találati hatásfoknak a szemcsenagyságtól való függése a görbe alakját módosíthatja. Ebből arra lehet következtetni, hogy a törésre kerülő anyagtól és a törőberendezéstől függően az egyes törvények, pl. a Rittinger-törvény alkalmazhatósági tartománya szélesebb vagy keskenyebb lehet, mint a jelen példában. Ez összhangban van a korábbi tapasztalatokkal.

Az ebben a tanulmányban javasolt tapasztalati egyenlet természetesen csakis a tanulmányozott



kísérleti berendezésre érvényes. De az mindenképpen látható, hogy a törési és őrlési folyamat tanulmányozásánál az itt leírtakkal összhangban a különböző törési valószínűségeket figyelembe kell venni.

### Következtetések

Különböző valószínűségek bevezetése után azoknak az ismert aprítási törvényekkel való korrelációja kerül tanulmányozásra. Egy egyszerű röpítőtörővel nyert tapasztalati egyenlet a valószínűségek három fajtáját tartalmazza, és lehetőséget ad a szemcseméret kitevője és a törési mechanizmus összefüggésének felismerésére. Bár az egyenlet csak a leírt viszonyokra érvényes, a módszer alkalmaznak látszik más törő és őrlőberendezések folyamatainak analizésére. Ha ez feldolgozásra kerül különféle aprítógépekre, az ismert aprítási törvények használhatóbbak lesznek a gépek tervezéséhez. Továbbmenőleg, az ily korreláció alkalmas lehet az aprítóberendezés kiválasztására számszerű számítások alapján.

### Köszönet

A kutatómunkában *T. Kohata* és *A. Szuzuki* működtek közre, a szövegezésben *P. C. McCurdy* nyújtott segítséget, akiknek a szerző köszönetét fejezi ki.

### Jelölések

- $a, a'$  állandók
- $b = 3\rho/4x\rho_p$
- $C, C_1$  állandók
- $C_D$  vonzóerő tényező, dimenzió nélküli
- $E$  törési energia kpm/kg
- $E_A$  a szemcsék gyorsítási energiája, kpm/kg
- $E_1, E_2$  rugalmassági modulus
- $K, k$  állandók
- $m$  állandó
- $m_1, m_2$  a szemcse és ütközőtárgy tömege
- $N = n - 2$  állandó
- $n$  állandó
- $P$  nyomás a törőtérben, mm Hg.-o.
- $P_a$  a repedés tovaterjedésének valószínűsége
- $P_c$  az ütközés valószínűsége
- $P_\sigma$  a törési feszültség túllépésének valószínűsége
- $R$  aprítási fok =  $x_1/x_2$
- $Re = xv\rho/\mu$ , Reynolds-szám
- $r$  a Kick-törvénytől való eltérés jelzőszáma
- $r_1, r_2$  a két test görbületei sugara a becsapódási pontban, cm
- $S$  fajlagos felület  $\text{cm}^2/\text{g}$
- $\Delta S$  a fajlagos felület növekménye,  $\text{cm}^2/\text{g}$
- $s$  a szemcse útja, m
- $t$  idő, sec
- $v$  a szemcse becsapódási sebessége, m/sec
- $v_i$  a szemcse kezdősebessége m/sec
- $W$ ; a Bond-féle munkaindex,  $\text{kWó/t}$

- $x$  szemcse nagyság, cm
- $\eta T$  találati hatásfok
- $\Theta$  szög, fokban
- $\mu$  a levegő viszkozitása  $\text{kg/m sec}$
- $\nu_1, \nu_2$  a két test Poisson-tényezője
- $\rho$  a levegő sűrűsége  $\text{kg/m}^3$
- $\rho_p$  a szemcse sűrűsége  $\text{kg/m}^3$
- $\sigma_a$  a szemcse törőfeszültsége  $\text{kp/m}^2$
- $\sigma_{\max}$  az anyagban fellépő legnagyobb feszültség  $\text{kp/m}^2$
- $\Phi$  energiahányad, dimenzió nélküli szám
- $\Psi$  kiválasztási szám, dimenzió nélküli

### IRODALOM

- (1) Bond, F. C., *Mining Eng.* 4, 484 (1952).
- (2) Holmes, J. A., *Trans. Inst. Chem. Engrs. (London)* 35, 125. (1957).
- (3) Hüttig, C. F., *Z. Elektrochem.* 57, 524 (1953).
- (4) Perry, J. H., ed., "Chemical Engineer's Handbook", 3rd ed., p. 1022, McGraw-Hill, New York, 1950.
- (5) Rumpf, H., *Chem. Ing. Tech.* 31, 323 (1959).
- (6) Tanaka, T., *Chem. Eng. (Japan)* 18, 160 (1954).
- (7) Walker, W. H., Lewis, W. K., Gilliland, E. R., Mc Adams, W. H., "Principles of Chemical Engineering" McGraw-Hill, New York, 1937.

### Tanaka, Tatsuo: Aprítási törvények — különféle valószínűségek

A tanulmány különböző valószínűségek szemszögéből elemzi a szokásos aprítási törvényeket. Keresi az energiaigényt a szemcse nagyság függvényében, figyelembe véve az anyagi tulajdonságokat és az aprító berendezést. Ezen elemzés segítségével egy olyan empirikus egyenlet nyerhető, amellyel bebizonyítható, hogy az ismert Rittinger-, Kick- és Bond-féle törvények az aprítás általános törvényének különleges esetét képezik.

### Tanaka Tatsuo: Правила дробления.

### Tanaka, Tatsuo: Zerkleinerungsgesetze — verschiedene Wahrscheinlichkeiten

Die gebräuchlichen Zerkleinerungsgesetze werden vom Gesichtspunkt diverser Wahrscheinlichkeiten aus betrachtet analysiert. Es wird der Energiebedarf in Funktion der Korngröße, unter Beachtung der stofflichen Eigenschaften und der Zerkleinerungsapparatur, gesucht. Auf dem Wege solcherlei Analyse kann man zu einer empirischen Gleichung gelangen, mit deren Hilfe es bewiesen wird, daß die Gesetze von Rittinger, Kick und Bond Spezialfälle des allgemeinen Zerkleinerungsgesetzes darstellen. (S. G.)

### Tanaka, Tatsuo: Comminution Laws — Several Probabilities

This article deals with the relationship of both material and crushing mechanism to the exponent of the particle size in the conventional comminution law, from the viewpoint of several probabilities. With the aid of this analysis, an empirical equation has been obtained, from which Rittinger's law, and Bond's third theory of comminution can be proved to be one particular case of the general crushing phenomenon.



## I. Köszőrűszerszámok alapegyenlete

A köszőrűszerszámok olyan közismert és fontos jellemzői mellett, mint a méret, alak, szemcseminőség, szemcsenagyság és kötésnem, két igen fontos tulajdonságot meghatározó jelölés szerepel: a keménység és a szerkezet.

E két „fogalom” által fedett műszaki paraméterek közel sincsenek oly mértékben meghatározva és egységesítve, hogy a különböző köszőrűszerszámokat gyártó üzemek gyakorlatából egyszerűen át lehetne venni őket. A megadott numerikus értékeknek gyakorlatban való alkalmazása más-más gyártómű esetében ugyanis nem azonos minőségű köszőrűszerszámot eredményezne.

Minden esetben, amikor egy keménységi vagy szerkezeti sor kialakítása a feladat, azt csakis adott, (ismert) tulajdonságú kötőanyagra, illetve csiszolószemcsére és csakis adott gyártástechnológiai viszonyok közötti alkalmazásra lehet elkészíteni, természetesen a már régen ismert, — a csiszolókorongok alapegyenletével meghatározott — összefüggések segítségével.

Mielőtt a különböző keménységű és szerkezetű szerszámok előállítására irányuló kísérletekről szólnánk, szükségesnek tartjuk azoknak az alapösszefüggéseknek az ismertetését, melyek irányelvként határozták meg kísérleti munkánk lényegét. Közismert tény, hogy a köszőrűszerszámok csiszolószemcséből, kötőanyagból és pórusokból állanak. A szerszám felépítésében a három összetevő minden esetben az alábbi egyenlet szerint vesz részt:

$$v_p + v_k + v_{sz} = 100\%$$

ahol  $v_p$  = pórustérfogat-hányad  
 $v_k$  = kötőanyagtérfogat-hányad  
 $v_{sz}$  = szemcsetérfogat-hányad.

E három komponens variálásából alakulnak ki a különböző keménységű és szerkezetű köszőrűszerszámok. A variációs lehetőségeknek természetesen határt szabnak bizonyos, igen lényeges paraméterek, mint a gyártási módszer (sajtolás vagy öntés), az alkalmazott kötőanyag fizikai-kémiai tulajdonságai, az égetés körülményei stb. E technológiai jellemzők különbözősége végső fokon köszörülés közben eltérést okozhat az azonos jelzésű szerszámok között is. Ezt a megállapítást a köszörűkorong-felhasználók tapasztalata is igazolja.

Az alapegyenletből tehát egyértelműen következik, hogy a három változó egyikét konstansnak véve, a másik kettő együttes változtatásával tudjuk a köszőrűszerszám két igen fontos tulajdonsága közül az egyiket — a keménységet vagy szerkezetet — meghatározni.

Fentiek alapján *állandó szemcsetérfogat-hányad mellett a kötőanyagtérfogat-hányadot a pórus-*

*hányad rovására változtatva a köszőrűszerszám keménysége változik állandó szerkezet mellett.*

Az előbbieket az alapegyenlet segítségével kifejezve az

$$v_{sz} + (v_p - \varphi_k) + (v_k + \varphi_k) = 100$$

összefüggést kapjuk,

ahol  $\varphi_k$  = azzal a térfogatszázalékban kifejezett kötőanyaghányaddal, amely azonos nagyságú, de ellentett értelmű pórustérfogat-változtatással egy keménységi fokozat-változást eredményez.

Irodalmi adatok szerint a  $\varphi_k$  értéke 0,8—2,0% között változhat. A  $\varphi_k$  értékét nagymértékben befolyásolja az alkalmazott kötőanyag és csiszolószemcse fizikai-kémiai tulajdonsága, az égetés hőmérséklete és időtartama, az alkalmazott technológia stb. Általánosságban azt lehet mondani, hogy egy kötőanyag tulajdonságainak komplex jellemzésére igen jól alkalmazható a kötőanyaghányad ( $\varphi_k$ ) numerikus értéke. Minél kisebb a  $\varphi_k$  abszolút értéke, annál kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezik az illető kötőanyag. A  $\varphi_k$  értéke felvilágosítást ad arra vonatkozóan is, hogy az egész szemcse-skálán belül hány keménységfokozatot lehet előállítani: minél nagyobb a  $\varphi_k$ , annál kevesebb a gyártható keménységfokozatok száma. Ha tehát csak az itt felsorolt következtetéseket tudjuk is levonni a  $\varphi_k$  numerikus értékéből, ez az érték akkor is igen fontos jellemzője az alkalmazott kötőanyag-nak a gyártástechnológia kialakítása során. Természetesen akkor, amikor a  $\varphi_k$  ilyen értelmezéséről beszélünk ismételten hangsúlyozni kell, hogy az elmondottak csakis az égetési körülmények, a csiszolószemcse-tulajdonságok, a formázási módszerek, a nedvesítőanyagok stb. konstans volta esetén érvényesek.

A köszőrűszerszámok másik igen fontos minőségi jellemzője a struktúra vagy szerkezet. Az alapegyenletből kiindulva *változó szerkezetű szerszámokat lehet előállítani, ha a köszörűkorongban levő csiszolóanyag térfogatszázalékos mennyiségét változtatjuk a kötőanyag-hányad rovására, állandó pórustartalom mellett.*

Erre a variációra írva fel a köszőrűszerszámok alapegyenletét a

$$(v_{sz} + \varphi_{sz}) + (v_k - \varphi_{sz}) + v_p = 100 \quad (3)$$

összefüggést kapjuk,

ahol  $\varphi_{sz}$  = azzal a térfogatszázalékban kifejezett szemcsehányaddal, mely a kötőanyag-tartalom azonos nagyságú, de ellentett értelmű változtatásával egy fokozattal megváltoztatja a köszőrűszerszám „struktúráját”, szerkezetét. Számszerű értékét tekintve szinte világvizonylatban elfogadott a  $\varphi_{sz} = 2$  térf.%.



A szerkezeti skála kialakításánál a különböző szerkezetek számszerű értékének meghatározásánál közvetve ugyan, de igen fontos szerepet játszik a kötőanyag fizikai-kémiai tulajdonsága.

Láttuk, hogy a köszőrűszerszámok felépítésének vizsgálatokor meghatározott összefüggések felhasználásával két alapegyenletet határoztak meg, mely egyenletek alapján mind a keménység, mind a szerkezet elvi alapokból kiindulva meghatározható és elvileg tetszés szerinti fokozatokban állítható elő bizonyos határok között.

El két egyenlet analitikus vizsgálatából indulunk ki a korundbázisú köszőrűszerszámok keménységi és szerkezeti skálájának kidolgozásakor. Kerestük ismert tulajdonságú csiszolószemcsére és kötőanyagra vonatkoztatva azokat a numerikus értékeket, amelyek gyártásban való alkalmazásra megfelelők és mérhetően különböző tulajdonságú köszőrűszerszámok előállítását teszik lehetővé.

## II. Kísérleti rész

1. *Elsőként azonos szerkezeti összetételben belül a keménységi fokozat kialakításával foglalkoztunk.*

Az alapegyenleteknek elvi alapként való elfogadása után kísérletileg meg kellett határozni a „VI” jelű kötőanyag „ $\varphi_k$ ” értékét. Adott szemcseminőségű, szemcse nagyságú és kötésnemű, ismert összetér fogatú, méretre sajtolt köszőrűszerszámokat készítettünk. Mivel az első feladat különböző keménységű szerszámok előállítása volt, ezért a szemcsetér fogatot állandónak vettük, (50 térf.%) és a kötőanyag tartalmat változtattuk (4–32 térf.%) a pórustartalom azonos mérvű csökkentése mellett. A receptúrák összeállításánál a komponensek mennyiségét a kész (kiegétett) korongban előírt szemcse, kötőanyag és pórus térfogathányadából számítottuk az alábbi összefüggések segítségével:

$$G_{sz} = V_k \cdot V_{sz} \cdot \gamma_{sz} \quad (4)$$

ahol  $G_{sz}$  = a bemérendő szemcse súlya

$V_k$  = a korong összetér fogata

$V_{sz}$  = a szemcse térfogata %-os mennyisége a kész korongban

$\gamma_{sz}$  = a szemcse fajsúlya.

$$G_k = \frac{V_k \cdot (v_k \cdot \gamma_k) \cdot 100}{100 - i}$$

ahol  $G_k$  = a bemérendő nyers kötőanyag súlya

$V_k$  = a korong összetér fogata

$v_k$  = a kötőanyag térf. %-os mennyisége a kész korongban.

$\gamma_k$  = a kiegétett kötőanyag fajsúlya

$i$  = a kötőanyag izzítási és szárítási vesztesége %-ban.

A megfelelő nyersszilárdság biztosítása céljából meghatároztuk a ragasztóanyag szükséges mennyiségét, mely több mérés eredményeként a szemcse és a nyers kötőanyag együttes súlyának 3%-a. Ragasztóanyag gyanánt dextrin port alkalmaztunk. A massa egyenletes kezelhetőségének érdekében azonos konzisztenciát kellett biztosítani, ezért a szemcse nedvesítéséhez a nyers kötőanyag 12,5%-ának megfelelő mennyiségű vizet használtunk, az előzetesen elvégzett kísérletek eredményeként. Ilyen előkészületek után került sor a különböző keménységű, de azonos szerkezetű szerszámok gyártására.

Az előzőekben megadott numerikus értékeket behelyettesítve a (2) egyenletbe az alábbi táblázatban összefoglalt jellemzőkkel rendelkező korongokat kaptuk:

Az 1. táblázatban közölt adatokból számítottuk a  $\varphi_k$  kötőanyag hányad közelítő értékét. Mivel a felhasználási gyakorlat a „NORTON”-féle keménységi skálára épül, melynek legelterjedtebb ellenőrzési módszere ma is a „ZEISS-MACKENSEN”-féle homokfúvós eljárás, tájékoztató ellenőrzéseink során mi is ezt alkalmaztuk a keménységi skála kialakításánál. Az első próbagyártás azt mutatta, hogy  $V_p = 46$  térf. % +  $v_k = 4$  térf. % +  $V_{sz} = 50$  térf. % összetétel „H” keménységű korongot eredményez. Ezt elfogadtuk első kiindulási alap gyanánt. A skála végpontjának az „S” keménységet vettük, melyhez  $V_p = 28$  térf. %  $v_k = 22$  térf. % és  $V_{sz} = 50$  térf. % tartozott. A kísérleteket minden esetben KA 50, ismert tulajdonságú szemcsével végeztük, konstans technológiai körülmények között.

1. táblázat

Jelzés	Szemcse térf. % $V_{sz}$	Kötőanyag térf. % $V_k$	Pórus térf. % $V_p$	Tér fogat- súly k	Töltő térf. $V/cm^3$	Töltő súly (G/gr)	Keménység Zeiss — Mackensen
50/1	50	4	46	2,10	68,7	144,9	H
50/2	50	6	44	2,15	68,7	149,35	I
50/3	50	8	42	2,20	68,7	151,81	L
50/4	50	10	40	2,25	68,7	154,73	N
50/5	50	12	38	2,30	68,7	158,75	O
50/6	50	14	36	2,35	68,7	162,16	Q
50/7	50	16	34	2,40	68,7	165,52	R
50/8	50	18	32	2,45	68,7	169,08	R
50/9	50	20	30	2,50	68,7	172,56	R
50/10	50	22	28	2,55	68,7	175,82	S
50/11	50	24	26	2,60	68,7	179,49	U
50/12	50	26	24	2,65	68,7	182,74	Z
50/13	50	28	22	2,70	68,7	186,34	Z-nél keményebb
50/14	50	30	20	2,75	68,7	189,74	Z-nél keményebb



2. táblázat

Jelzés	Szemcsese térf. % $V_{sz}$	Kötőanyag térf. % $V_k$	Pórus térf. % $V_p$	Töltő súly G(gr)	Töltő térf. $V$ (cm <sup>3</sup> )	Keménység Zeiss—Mackensen szerint
50/I	50	10	40	154,73	68,7	L
50/II	50	11,6	38,4	158,05	68,7	M
50/III	50	13,2	36,8	161,59	68,7	N
50/IV	50	14,8	35,2	163,75	68,7	O
50/V	50	16,4	33,6	166,32	68,7	O
50/VI	50	18,0	32,0	168,99	68,7	P
50/VII	50	19,6	30,4	171,86	68,7	Q
50/VIII	50	21,2	28,8	174,63	68,7	Q
50/IX	50	22,8	27,2	177,38	68,7	R
50/X	50	24,4	25,6	180,06	68,7	R
50/XI	50	26,0	24,0	182,74	68,7	T

3. táblázat

Jelzés	Szemcsese térf. % $V_{sz}$	Kötőanyag térf. % $V_k$	Pórus térf. % $V_p$	Töltő súly G(gr)	Töltő térf. $V$ (cm <sup>3</sup> )	Keménység Zeiss—Mackensen szerint
50/a	50	10,0	40,0	1640	724	L
50/b	50	11,6	38,4	1660	724	M
50/c	50	13,2	36,8	1690	724	N
50/d	50	14,8	35,2	1720	724	O
50/e	50	16,4	33,6	1750	724	P
50/f	50	18,0	32,0	1780	724	Q
50/g	50	19,6	30,4	1810	724	O
50/h	50	21,2	28,8	1840	724	Q
50/i	50	22,8	27,2	1870	724	R
50/j	50	24,4	25,6	1900	724	R
50/k	50	26,0	24,0	1930	724	T

A  $\varphi_k$  közepes értékét a fenti adatokból számítottuk az alábbi összefüggés segítségével:

$$\varphi_k = \frac{SK - H_k}{L}$$

ahol  $S_k$  = az „S” keménységhez tartozó kötőanyag mennyiség térf. %-ban.

$H_k$  = a „H” keménységhez tartozó kötőanyagmennyiség térf. %-ban.

$L$  = a „H” és „S” keménységek közötti „NORTON” keménységskála lépcsőinek száma.

Esetünkben a konkrét számadatokat behelyettesítve:

$$\varphi_k = \frac{22 - 4}{11} = 1,666$$

Az így kapott  $\varphi_k = 1,66$  eredményt csak közelítésnek tekintettük, mivel a megismételt sorozatokon végzett mérések nem bizonyították annak megbízhatóságát és reprodukálhatóságát.

A keménységi sor kialakítására kidolgozott „kiválasztási módszer” helyességének bizonyítására a kiindulási alapok módosításával megismételtük a kísérletet.

A keménységi „0-pontot” 4-ről 10-re eltolva, a  $\varphi_k$  lépcső változatlanul hagyásával újabb sorozatot készítettünk, melynek adatait a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázatból látható, hogy a  $\varphi_k = 1,6$  érték nagyon közel van a valóságos  $\varphi_k$  értékéhez. Az ún. „0-pont” +6%-kal való eltolása viszont azt ered-

ményezte, hogy a puha korongok a félkemény, a félkemények pedig a kemény tartomány felé tolódtak el, kb. négy keménységi fokozattal.

A kísérletet nagyobb ösztérfogatú szerszámmal megismételtük. Ennek az volt a célja, hogy a köszörűtest térfogatának kb. 10-szeres növelése milyen változást okoz a végső tulajdonságokban.

A 2. és 3. táblázatot összehasonlítva a korongok keménységénél lényeges különbséget nem tapasztaltunk, ami azt bizonyítja, hogy nem okoz mérhető változást. A két mérésorozat viszont egyöntetűen bizonyítja, hogy a  $\varphi_k$  értéke valamivel 1,6 alatt van, továbbá, hogy a „H” keménységnek megfelelő porustartalom az előzőekben maradványként adódott 40%-nál jóval nagyobb.

Az előző paramétereken változtatva újabb kísérletet végeztünk, a fentiek alapján  $\varphi_k = 1,5$  és „H”-nak megfelelő 45 térf. %-os porustartalommal.

A sorozat eredményeit az alábbi 4. táblázatban foglaltuk össze.

A 4. táblázat azt mutatja, hogy az utólag megválasztott „0-pont” és keménységi lépcső alkalmazásával a mérhetőség és a szabvány-előírás határain belül tudtuk szabályozni a köszörűtestek keménységét. A mérés többszöri ismétlése a reprodukálhatóságot is igazolta. Az ellenőrzés biztonságának fokozása érdekében a méréseket a Diószdi Csapágygyárban is elvégeztettük.

Az eddigiek során megállapíthatjuk:

a) A „VI” jelű kötőanyag KA 50 szemcsére vonatkoztatott kötőanyag-aequivalense  $\varphi_k = 1,5$  térf. %.



4. táblázat

Jelzés	Szemcse térf. % $V_{sz}$	Kötő- anyag térf. % $V_k$	Pórus térf. % $V_p$	Kemény- ség Zeiss- Mackensen szerint
50/H	50	5,0	45,0	II
50/I	50	6,5	43,5	J
50/J	50	8,0	42,0	J
50/K	50	9,5	40,5	L
50/L	50	11,0	39,0	M
50/M	50	12,5	37,5	M—N
50/N	50	14,0	36,0	N
50/O	50	15,5	24,5	O
50/P	50	17,0	33,0	P—Q
50/Q	50	18,5	31,5	Q
50/R	50	20,0	30,0	Q—R

b) A nevezett szemcsenagyságra vonatkozó „0-pont” azaz a kiindulási „H” keménységnek megfelelő kötőanyag-mennyiség 50 térf. % szemcse esetén  $v_k = 5$  térf. %.

c) Az általunk megvizsgált mérethatárok között (100—200 mm  $\varnothing$ ) az azonos keménységű szerszám kötőanyaghányada azonos égetési körülmények között nem változik.

A leírt összefüggések felhasználásával kiterjesztettük kísérletsorozatunkat az üzemi „20” jelű kötőanyagra is. A KA 50 szemcsenagyságra elkészítettük a gyártható keménységi skálát. Kísérleti eredményeinkkel igazoltuk a „ $\varphi_k$ ” kötőanyag-hányad számszerű értékéből levonható következtetések helyességét.

*Az azonos keménységi fokozaton belül különböző szerkezetekkel rendelkező köszőrűkorongok kialakítására az alábbi munkát végeztük:*

Mint azt már az alapegyenletek értelmezésénél mondtuk, a szerkezeti különbséget a szemcses tartalom térfogatszázalékban kifejezett változása adja. A szerkezet jelölésére nemzetközileg a 0—12-ig terjedő arab számokat használják: a „0” szerkezet tartalmazza a legtöbb szemcsét (62 térf.

%) a „12” szerkezet a legkevesebbet (38 térf. %). A szemcses tartalom változása a kötőanyag tartalom ugyanolyan mérvű ellentett előjelű változását vonja maga után, tehát a pórustartalom változatlan marad.

A különböző struktúrák kialakítására irányuló kísérleteinket az előzőekhez hasonlóan végeztük. Alapként a nemzetközileg elfogadott 2 térf. %-os fokozatonkénti szemcses tartalom-változást vettük, és a már említett 0—12-ig terjedő szerkezeti sort. A kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy a különböző keménységi fokozatoknál teljes szerkezeti sornak csak egy része rendelhető. A keménység növekedésével a keménységi fokozathoz rendelhető szerkezeti fokozatok száma nő. Mint az a mellékelt 5. táblázatból látható, puha korongok csak közepes szerkezetekkel, (5, 6, 7,) középke-mény korongok közepes, (4, 5, 6, 7) és magas, (8, 9, 10, 11, 12,) míg a kemény korongok alacsony (1, 2, 3,) és közepes (4, 5, 6, 7) szerkezetszámokkal gyárthatók.

Fenti vizsgálati eredményeinket tömörebben fogalmazva megállapítható, hogy megfelelő szemcsenagyság és kötés keménység mellett a teljes szerkezeti skála a gyárthatóság tartományába esik.

Az előzőekben kapott eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

A táblázatban körülhatárolt területek értelmezése:

— = A mért keménységi értékekből adódó gyárthatósági terület.

--- = a kötőanyag tulajdonságaiból adódóan gyártható korongtartomány.

Az 5-ös táblázat adataiból az látszik, hogy 1,5 térf. % pórusváltozás azonos szemcses tartalom mellett egy fokozat mérhető keménység változást eredményez. A köszőrűszerszámok keménységére vonatkozóan kitűnik, hogy a táblázat csak a leghasználatosabb H—V keménységű köszőrűszerszámokra közöl konkrét adatokat.

Megállapítható továbbá, hogy egy szerkezet fokozatnak 2 térfogat % szemcses térfogat-változás felel meg, a pórustartalom változatlansága mel-

5. táblázat

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	V
Pórus — térfogat %														
Szem- cse trf. %	45,0	43,5	42,0	40,5	39,0	37,5	35,0	34,5	33,0	31,5	30,0	28,5	27,0	25,5
	Kötőanyag térfogat %													
60	—	—	—	—	1,0	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5
58	—	—	—	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5
56	—	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5
54	1,0	2,5	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5	16,0	17,5	19,0	20,5
52	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5
50	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	21,5	23,0	24,5
48	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5	16,0	17,5	19,0	20,5	22,0	23,5	25,0	26,5
46	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5	24,0	25,5	27,0	28,5
44	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	21,5	23,0	24,5	26,0	27,5	29,0	30,5
42	13,0	14,5	16,0	17,5	19,0	20,5	22,0	23,5	25,0	26,5	28,0	29,5	31,0	32,5
40	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5	24,0	25,5	27,0	28,5	30,0	31,5	33,0	34,5
38	17,0	18,5	20,0	21,5	23,0	24,5	26,0	27,5	29,0	30,5	32,0	33,5	35,0	36,5



lett. Az általunk használt kísérleti kötőanyaggal és csiszolószemcsével 14 keménységi fokozat és egy keménységen belül maximálisan 9 szerkezetfokozat készíthető.

Tapasztalatunk szerint ilyen összefoglaló táblázat alkalmas arra, hogy egy gyártástechnológia elvi alapjait, legfontosabb konkrét adatait, rövid formában közölje. E táblázat értékeiből minden különösebb nehézség nélkül, a matematika alpműveleteinek felhasználásával egységes elv szerint lehet a gyártási lapok technológiai adatait meghatározni. A táblázaton látható három terület a következőket jelöli:

a) Az egész táblázat az alapegyenlet alkalmazásával kapott olyan értékek tartománya, amely minden esetben az  $(V_P - n\varphi_k)$  \*-ra vonatkozóan pozitív értéket ad. Tehát ez a rész megadja azoknak a keménységeknek és szerkezeteknek számát, amelyek elméletileg a gyárthatóságon belül vannak. A szaggatott vonallal határolt terület azoknak a kötés-keménységeknek és szerkezeteknek összességét jelzi, mely a kötőanyag fizikai-kémiai tulajdonságaitól az alkalmazott gyártástechnológiától függően gyártható. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a jelzett kötőanyaggal dolgozva a szaggatott vonallal határolt terület értékeibe tartozó különböző minőségű köszőrűszerszámoknak csak egy része (a folyamatos vonallal határolt rész) felel meg a Magyar Szabványban előírt fokozatok számszerű értékének és a meghatározott tűrés értékeknek.

Minden terület kijelölésénél a rendelkezésünkre álló szabványelőírásnak megfelelő ellenőrzési eszközöket és módszereket használtuk fel a készített köszőrűszerszámok minősítésére.

### III. Keménységi és szerkezeti fokozatok szerint megkülönböztethető köszőrűszerszámok elvi gyártástechnológiája

#### I. „VI” jelű kötőanyaggal

A kívánt keménységű és szerkezetű köszőrűtest recepturájának összeállításához az alábbi értékek ismerete szükséges:

a) A gyártani kívánt test térfogata:  $= V$   
 b) A gyártani kívánt keménység (NORTON szerinti jelöléssel)

c) A gyártani kívánt szerkezet  $= 0-12$  jelöléssel, ahol az egyes szerkezetszámoknak az alábbi szemcsetérfogatok felelnek meg:

0 = 62%	5 = 52%	10 = 42%
1 = 60%	6 = 50%	11 = 40%
2 = 58%	7 = 48%	12 = 38%
3 = 56%	8 = 46%	
4 = 54%	9 = 44%	$\varphi_{sz} = 2\%$

d) az alkalmazott (jelen esetben VI) kötőanyag térf. hányada keménységi fokozatonként KA 50 csiszolószemcse esetén  $= \varphi_k = 1,5$  térf. %

e) az alkalmazott kötőanyag égetett állapotú fajsúlya:  $= \gamma_k = 2,1$  gr/cm<sup>3</sup>

f) az alkalmazott kötőanyag izzítási vesztesége:  $= 3,5\%$  (súly%)

g) az alkalmazott kötőanyagnak a gyártani kívánt korong szemcsenagyságára vonatkoztatott „O”-pontja, esetünkben a „H” keménységhez tartozó kötőanyag-mennyiség:  $\neq v_k = 5$  térf. % (KA 50 szemcséhez és 6 szerkezethez)

h) az alapegyenlet a keménységváltozásra:

$$\neq V_{sz} + (V_k + n\varphi_k) + (V_p - n\varphi_k) = 100$$

i) az alapegyenlet a szerkezetváltozásra:

$$\neq V_{sz} - n\varphi_{sz} + (V_k + n\varphi_{sz}) + V_p = 100$$

Példaképpen KA 50, L—8 korong receptszámítását mutatjuk be

Alapegyenlet „0-pontra”:  $50 + 5 + 45 = 100$  (H-keménység, 6 szerkezet.

A gyártani kívánt „L” keménység 4 fokozattal magasabb, tehát  $n = 4$ .

Alapegyenlet „L” keménységre:

$$50 + (5 + 4 \times 1,5) + 45 - 4 \times 1,5 = 100$$

$$50 + 11 + 39 = 100$$

Alapegyenlet „8” szerkezetre: A 8 szerkezet két fokozattal kevesebb szemcsét tartalmaz, tehát  $h = 2$

$$(50 - 2 \times 2) + (11 + 2 \times 2) + 39 = 100$$

$$46 + 15 + 39 = 100$$

Ezek szerint az „L” kemény, 8 szerkezetű korong

46 térf. % KA 50 szemcsét  
 15 térf. % VI. jelű kötőanyagot,  
 39 térf. % pórust kell tartalmazzon.

A fenti térfogat %-os mennyiségek a kiegészített korongra vonatkoznak. A nyers recept bemérési súlyainak meghatározására a kísérleti beszámolóban hivatkozott (4) és (5) egyenleteket kell alapul venni.

E szerint:  $G_{sz} = V_k - V_{sz} \times \gamma_{sz}$ .

$V_k$  = a megsajtolt korong térfogata  $200 \times 23 \times 32$  MŠz. 4510 esetén).

$$726 \text{ cm}^3$$

$$G_{sz} = \frac{726 \times 46 \times 3,9}{100} = 1300 \text{ g}$$

Tehát egy-egy koronghoz 1300 g szemcse szükséges.

$$G_k = V_k \times \frac{(v_k \times \gamma_k) \times 100}{100 - i}$$

$$G_k = 726 \times \frac{(15 \times 2,1)}{100 - 3,5} = 237 \text{ g}$$

Dextrin:  $0,03 + (G_{sz} + G_k) = 0,03 \times 1537 = 46 \text{ g}$

Víz:  $0,125 \times G_k = 0,125 \times 237 = 29,5 \text{ g}$

A fenti mennyiségeket összeadva a nyers korong súlyát kapjuk, mely a gyártásközi ellenőrzés céljaira is felhasználható.

1300

237

46

29

1612 g

A fenti számítás numerikus értékei kizárólag a „VI” jelű kötőanyagra vonatkoznak.

\*  $n\varphi_k$  = adott kötés-keménységi fokozathoz tartozó kötőanyag-mennyiség, térfogat %-ban kifejezve.



Az üzemi „20” jelű kötőanyagra az alábbiakban közöljük a számítás menetét.

A „VI” jelű kötőanyaghoz képest megváltozott kiindulási adatok:

$$\begin{aligned} \varphi_k &= 2,0 \text{ térf.}\% \\ \gamma_k &= 2,3 \text{ gr/cm}^3 \\ i &= 4,5 \text{ súly}\% \end{aligned}$$

Ugyanazt a példaképpen vett „L” kemény, 8, szerkezetű korongot vegyük. A „20” kötőanyag „0-pontja” jelen esetben ugyanaz, mint a „VI” jelűé, tehát a „0-pontra” felírt alapegyenlet:

$$50 + 5 + 45 = 100 \text{ (H-6)}$$

„L” keménységhez  $n = 4$

$$50 + (5 + 4 \times 2) + (45 - 4 = 2) = 100$$

$$50 + 13 + 37 = 100$$

8 szerkezethez:  $= 2$

$$(50 - 2 \times 2) + (13 + 2 \times 2) + 37 = 100$$

$$46 + 17 + 37 = 100$$

Ezek szerint a „20” jelű kötőanyaggal készített „L” kemény, „8” szerkezetű korong 46 térf.% KA 50 szemcsét, 17 térf.% „20” kötőanyagot, és 37 térf.% pórust kell tartalmazzon.

A kiégetett korong fenti térfogatviszonyait a már ismertetett módon átszámítjuk bemérésűlyokra, a „20” kötőanyag fajsúlyát és izzítási veszteségét véve alapul:

A  $G_{sz}$  (szemcsesúly) változatlan marad, azaz 1300 gr.

$$G_k = 726 \times \frac{(17 \times 2,3)}{100 - 4,5} = \text{kb. } 300 \text{ g}$$

$$\text{Dextrin: } (G_k + G_{sz}) \times 0,03 = 1600 \times 0,03 = 48 \text{ g.}$$

$$\text{Víz: } 0,125 \times G_k = 0,125 \times 300 = 37,5 \text{ g.}$$

A nyers sajtolt korong súlya:

1300

300

48

37,5

---

1685,5 gr.

A köszőrűkorongok keménységi és szerkezeti fokozatainak kialakítására végzett munkánk lényege a következő:

1. KA 50 szemcsére a „VI” és „20” jelű kötőanyagok  $\varphi_b$  és  $\varphi_{sz}$  értékeit meghatároztuk.

2. Mindkét kötőanyagnál azonos szemcsenagyságot (KA 50) és szerkezetet (50 t.%) feltételezve meghatároztuk az ún. kiindulási „0-pontot”, azaz „H” keménység eléréséhez szükséges kötőanyagmennyiséget.

3. A két kötőanyag használatához meghatároztuk a „matematikailag” gyártható keménységek számát, valamint a kötőanyag tulajdonságai-ból következő gyárthatóság területét és a homokfúvós ellenőrzés alkalmazhatóságának határait.

4. Elkészítettük mindkét kötőanyaggal, az adott szemcsézettel és egy adott szerkezettel a teljes keménységi skálát, mely a továbbiakban etalonként használható.

5. Kísérleti úton meghatároztuk a különböző keménységeken belül gyártható szerkezetek számát

6. Végeredményben olyan gyártási módszert rögzítettünk, melynek felhasználásával egy szemcsenagyságra (KA 50) adott tulajdonságú kötőanyaggal meghatározott égetési körülmények között különböző keménységű és szerkezetű, a szabványelőírásnak megfelelő köszőrűszerszámok gyárthatók.

## IRODALOM

- [1] Любомудров—Васильев—Фальковский: „Абразивные инструменты и их изготовление.”
- [2] Филоненко: Контактное минералообразование в корундовом абразивном черепке.
- [3] Згонник: Упруго-пластические свойства керамических абразивных изделий.
- [4] Opitz—Peklenik—Brückner: Untersuchung der Eigenschaften von Schleifkörpern und ihr Verhalten im Schleifvorgang.
- [5] Az 1965. évi Győrben rendezett nemzetközi „Csiszolóanyag”-konferencia anyaga.

### Balázs Máttyás—Iliász Dimitrisz: Köszőrűszerszámok gyártásának néhány kérdése

A tanulmány a köszőrűszerszám-gyártás alapegyenletének alkalmazhatóságával foglalkozik, ismert tulajdonságú szemcse és kötőanyag felhasználása esetén, adott technológiai körülmények között.

Ismerteti a gyártási módszert, mellyel adott szemcsenagyságra és adott kötőanyaggal, meghatározott égetési körülmények között különböző keménységű és szerkezetű köszőrűszerszámok gyárthatók.

### Матяш Валаж—Димитрис Илиас: Некоторые вопросы производства точильных инструментов.

### Balázs, Máttyás—Dimitris, Ilias: Einige Fragen der Herstellung von Schleifwerkzeugen

Die Studie befaßt sich mit der Anwendbarkeit der grundlegenden Gleichung bei der Herstellung von Schleifwerkzeugen, namentlich im Falle der Anwendung von bekannten Körnern und Bindemitteln, unter gegebenen technologischen Umständen.

Es wird die Herstellungsmethode beschrieben, mittelst welcher bei gegebener Korngröße und gegebenem Bindemittel, unter bestimmten Brennverhältnissen die Herstellung von Schleifwerkzeugen diverser Härte und Struktur möglich ist. (S. G.)

### Balázs, Máttyás—Iliász, Dimitrisz: Some Problems of Grinding Wheel Manufacture

The application of the basic equation for grinding wheel manufacture is discussed, using standardized technological conditions, and abrasive grains as well as binders of well known characteristics. Manufacturing methods are described which enable the production of grinding wheels with different hardness and structure.



A természetes építőkövek vizsgálati módszereit az MSZ 1991. szabvány foglalja rendszerbe. A szabvány a fizikai, kémiai, technológiai, időállósági stb. vizsgálatok lefolytatása előtt kőzettani vizsgálatot ír elő. Ennek alapján kell a kőzetet a megfelelő kőzettani osztályba sorolni, továbbá megjelölni a kőzet szövetét, megállapítani a kőzetalkotó ásványok minőségét és mennyiségét, megfigyelni a kőzet hézagait, repedezettségét, rétegezett-ségét. Röviden: figyelembe kell venni minden olyan kőzet- és természetes kőzettani sajátosságot, mely a kőzet műszaki felhasználása szempontjából fontos.

A kőzettani vizsgálatot mikroszkóppal, illetve szabad szemmel (kézi nagyítóval) lehet végezni, a vizsgáló laboratórium felszerelése, illetőleg a vizsgálat igénye szerint. A mikroszkópi vizsgálatokkal nem mindig lehet a kőzet olyan szöveti tulajdonságait rögzíteni, melyek ismétlődése nagyobb, mint a mikroszkópi csiszolat mérete (1—1,5 cm). Ide tartoznak pl. a zárványok elosztásával kapcsolatos vizsgálatok.

Tehát a vizsgálat módszere alapján megkülönböztetünk *mikroszkópi* és *makroszkópi* vizsgálatot.

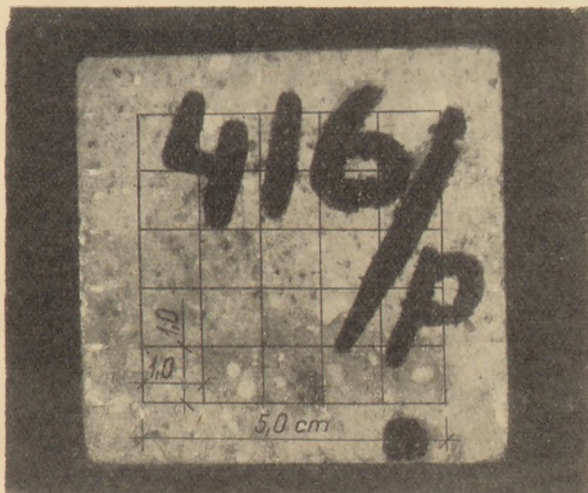
Ezek a megfigyelések azonban szubjektívek, rögzítésükre jobbra csak kísérletek történtek, melyek eredményét még általánosan nem fogadták el. Ebben a rövid közleményben a tanszék által alkalmazott makroszkópi vizsgálatok rendszeréről számolunk be. Ezek eredménye hasznos lehet egy nagyobb vizsgálatsorozat esetében, amikor a mikroszkópi vizsgálatokkal egyes különbségeket nem lehet jól követni.

Mondanivalónkat egy riolittufa sorozaton nyert mérési eredmények bemutatásával támasztjuk alá. Itt tehát a kőzettani osztálybasorolás már adott. A lelőhely szerinti megoszlás pedig a következő:

- Bodrogkeresztúr (Sepsi bánya).
- Erdőbénye (Szelezky-féle bánya).
- Füzérkomlós (Felsőtufa bánya).
- Háromhuta (Újhuta útmenti kőfejtő)
- Pányok (Telki bánya Cserepes kőfejtő).
- Rátka (Rátka tufabánya).
- Vizsoly (Posta melletti kőfejtő).

A vizsgált kőzetek a Magyar Állami Földtani Intézet gyűjtéséből valók. A vizsgálatokhoz  $7 \times 7 \times 7$  cm-es szabályos próbatesteket alakítottunk ki, melyek átlagosan  $290,5 \text{ cm}^2$  összfelületűek voltak (min.  $271,2 \text{ cm}^2$ , max.  $308,6 \text{ cm}^2$ ). A próbatestek felületét kivágás után különleges megmunkálási eljárásnak nem vetettük alá.

Az általános leírás (szín stb.) után, melyre itt most nem térünk ki, került sor a kőzetminták előkészítésére az ún. felületszámlálási eljárásához.



1. ábra. Négyzethálós beosztás a próbatesten

A próbatestek mind a hat lapjára egy-egy  $5,0 \times 5,0$  cm élhosszúságú 1 cm négyzethálót rajzoltunk (1. ábra szerint). Ebben a hálóban egy elemi négyzet a szóban forgó laprész 2%-át jelenti. Hálórendszer alapján most már könnyen leszámolható a vizsgálni kívánt alkotórész (kőzetalkotó ásvány) mennyisége, vagy meghatározott alkalmazási terület ismeretében, a felhasználás szempontjából lényeges összetevő.

Miután mind a hat lapra elvégeztük a számlálás műveletét a kiértékelést táblázatos formában hajtottuk végre (1. tábl.). Az átlagolásból a legnagyobb és a legkisebb értéket adó lapot kihagytuk. Tehát az átlagban egy  $100 \text{ cm}^2$  felületű ( $v = 125 \text{ cm}^3$  térfogatú) ideális próbatest szerepel. Az eredményeket pedig egyszerűen a felület méreteivel vetjük egybe, ami — miután a vizsgálat a tér három egymásra merőleges síkja mentén történt — térfogat%-nak tekinthető. Amint láthatjuk, az ideális próbatest kialakítható  $5 \times 5 \times 5$ ,  $7 \times 7 \times 7 \times 7$ ,  $10 \times 10 \times 10$  cm-es próbatesteken. Ezzel a módszerrel, miután az átlagban csak az ideális próbatest szerepel, a próbatest nagyságának paramétere kiesik a vizsgálatból, és az eredmények könnyen összehasonlíthatókká válnak. Természetesen ez a vizsgálati módszer nagy gyakorlattal rendelkező, megbízható vizsgáló személyt követel.

A fent említett riolittufák esetében mi a következő zárványok és az alapanyag viszonyát határoztuk meg:

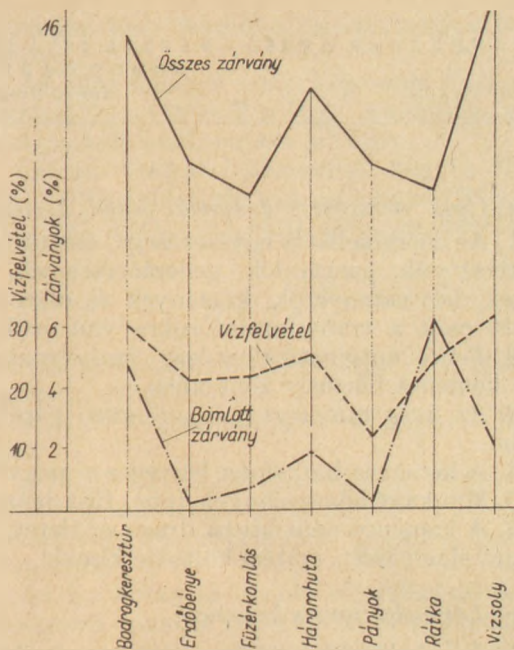
- „H” horzsaköves zárvány,
- „B” bomlott zárvány,

\* A Szilikátipari Tudományos Egyesületben 1966. szept. 9-én tartott előadás anyaga.









2. ábra. Összefüggés a felületszámlálási eredmények és a vizsgált kőzetek vízfelvétele között

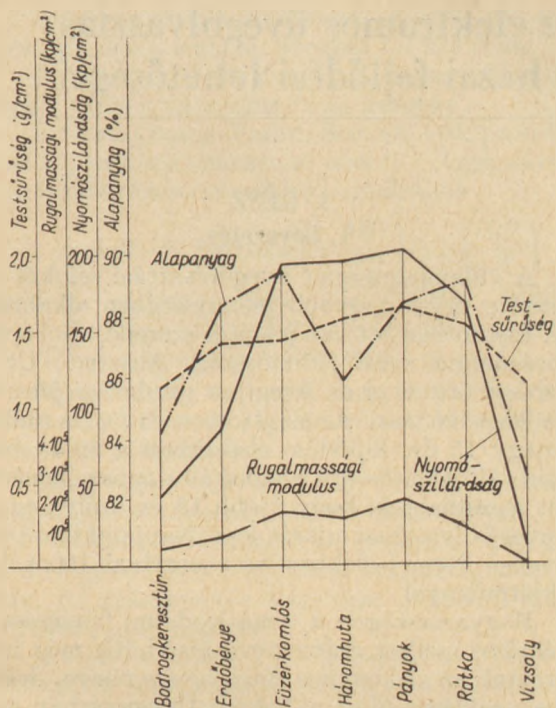
A megfigyelés eredményeit a 2. táblázatban tüntettük fel. A nyert értékeket érdemes összevetni ezen kőzetek vegyelemzése alapján nyert adatokkal, melynek értékei a 3. táblázatban találhatók.

A 2. ábrán az összes, valamint a bomlott zárványok felület %-át és a kőzetminták vízfelvételét tüntettük fel. Jól látható, hogy a vizsgált kőzetek esetében a vízfelvétel a zárványok mennyiségétől függ. A zárványokkal kitöltött vázszerkezet esetében, amint ezt megfigyeléseink is igazolták, a vízfelvevő képesség növekszik, ha ezek az üregek összeérnek és az alapanyagból felépülő vázszerkezet között összefüggő járatokat alkotnak. Vízfel szívó képességükkel a zárványok közül a bomlott zárványok tűnnek ki. Szinte szivacszerűen viselkednek.

Az alapanyag teherviselő képességét bizonyítja a 3. ábrán feltüntetett adatsor.

A kőzetminták egyirányú nyomószilárdsági értéke az alapanyag mennyiségétől és milyenségétől függ. Ebben a teherviselésben a zárványok szinte részt sem vesznek.

A háromhutai próbatestek nagyobb szilárdságúak, mint amit a felületszámlálási eredményből következtetnénk. Ez a zárványok gömbösségének tulajdonítható. Így a teherviselést az átboltozódásból eredő hatás segíti.



3. ábra. Összefüggés a felületszámlálási eredmények és a vizsgált kőzetek fizikai, szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai között

Ezt bizonyítja az a tény is, hogy a rugalmas viselkedést meghatározó Young-féle modulus számértéke hasonlóan az alapanyag és az alapanyagból álló — a teherviselést biztosító — vázszerkezet függvénye.

Összefoglalva a mondottakat az ismertetett eljárással az eddig csak leíró jellegű megfigyeléseket sikerült részben kezelhető formába hozni, és így számértékekhez rögzítetten már lehetőség nyílik az egyéb vizsgálati eredményekkel történő összehasonlításra is.

Gálos Miklós—Kertész Pál—Kürti István: A felületvizsgálat módszere kőzetpróbatesteken

Миклош Галос—Пал Кермес—Иштван Кюрти: Метод исследования поверхности образцов породы.

Gálos, Miklós—Kertész, Pál—Kürti, István: Prüfmethode der Oberfläche von Gesteinprobekörpern

Gálos, Miklós—Kertész, Pál—Kürti, István: Surface Investigation Methods of Rock Samples



## I. RÉSZ

### 1. Bevezetés

A villamosenergiát üvegotlasztási célokra világszerte egyre nagyobb mennyiségben alkalmazták. Elsősorban ott van jelentős szerepe, ahol a villamosenergia olcsó (Finnország, Ausztria, USA) másrészt ott, ahol az üvegyipar gazdasági jelentősége lehetővé teszi. Az elektromos olvasztás múltja mintegy 15 év, fejlődése elsősorban a 60-as évek elején vált jelentőssé, s jelenleg általános véleményként mondhatjuk, hogy újabb 15 év múlva egyik alapvető olvasztási eljárás lesz. Napjainkban több kemence üzemel elektromos energiával 100 t/nap teljesítménnyel.

Magyarországon a téma irodalmi felmérése és értékelése mellett számottevő kísérletek még nem történtek az elektromos fűtés bevezetésére. Jelenleg a probléma iránt a Tokodi Üvegyárban és a Sajószentpéteri Üvegyárban mutatkozik konkrét érdeklődés. A Tokodi Üvegyárban végzett első kísérlet óta 3 év telt el, a munkák eredményeként a megvalósítás került napirendre.

### 2. Az elektromos energia mint fűtőanyag

Az elektromos energiát szilárd anyagok megömlesztésére több mint 60 éve alkalmazzák a kohászatban. A fejlődés gyors volt ebben az iparágban, eredményeit az üvegyiparban is megpróbálták elterjeszteni, sikertelenül.

A következő lehetőségek alkalmazására történtek üvegyipari kísérletek:

a) olvasztás elektromos ívvel,

b) nagyfrekvenciájú árammal (az üvegbe helyezett fémben indukált örvényárammal, az olvasztótégelyben indukált örvényárammal, olvasztás a dielektromos veszteségek felhasználásával.)

c) ellenállás felhasználásával, ahol az olvasztási hő nagy ellenállású fűtőelemekben (közvetett fűtés) vagy magában az üvegben képződik. (Közvetlen ellenállásfűtés.)

A laboratóriumi vagy félipari kísérletek után a közvetlen ellenállásfűtés terjedt el üvegotlasztás céljára, míg a közvetett ellenállásfűtés inkább az üveg hőntartására alkalmazható (feederek, tárolók, csatornák). A fejlesztéssel foglalkozó cégek a közvetlen ellenállásfűtést két irányban fejlesztették:

a) üvegotlasztás csak elektromos árammal,

b) üvegotlasztás lánggal és elektromos árammal.

A b. esetben az elektromos áramnak kiegészítő szerepe van (pótfűtés), de megfelelő elektromos teljesítmény esetén a lángot szolgáló tüzelőanyag is lehet másodlagos, vagy teljesen lezárható (kombinált fűtés).

A lángfűtéssel összehasonlítva az elektromos áram alkalmazása a következő előnyökkel jár:

a) Csak elektromos árammal fűtött kemencék.

1. Az energiaellátás egyszerűsége, széntárolók, olajszivattyúk, gáztárolók, generátortelepek, vezetékek, hővisszanyerők, kémények és csatornák helyett csak a transzformátorokra van szükség.

2. Teljes automatizálhatóság, szabályozhatóság a kemence bármely zónájában.

3. Az üveg minősége jobb, nincsen párolgás, porzás.

4. A kemence hatásfoka lényegesen nagyobb.

5. Munkavédelmi előnyök (por, füst hiánya).

6. A kemence nem kíván drága épületet, különleges elhelyezést, építési költsége kisebb.

b) Láng-elektromos kemencék

1. A terhelhetőség mintegy 50%-al növekszik, az olvadás gyorsabb.

2. Jobb üveg, kisebb kádkőkorrozio.

3. Alacsonyabb lánghőmérséklet alkalmazható.

4. Könnyű szabályozhatóság.

5. Technológiai előnyök (párolgás, kiegészítés, tisztulás, homogenizálódás gyorsabb).

Vizsgálataink és konkrét lehetőségeink egybevetése után megfelelő láng-elektromos eljárás kidolgozását tűztük ki célul a következők alapján:

a) Jelenlegi árrendszerünk mellett csak elektromos áram alkalmazása nem minden üvegféleség olvasztására gazdaságos.

b) A szükséges árammennyiség gyors kemencéátállítás mellett nem biztosítható.

c) A meglévő elektromos berendezések teljesítménye nem elegendő, új transzformátorok beállítása jelentős beruházást igényel.

d) A meglévő kemencék kapacitását csak új gépek beállítása után lehet növelni.

e) A generátortelep fenntartása más egységek (kazán, homokszárító, hűtők) üzemeltetése miatt továbbra is szükséges, de kiselejtezése a költségeket jelentősen növelné.

f) Megfelelő kemencekonstrukció kialakításával a gáztüzeléssel fedezhető a hőveszteségek, áramhiány esetén sincs fennakadás a termelésben.

Speciális feladatot jelent számunkra a szívó-fűvő automaták tárljainak fűtése, mivel a gépek kihasználása csak a gyártmány súlyának és a gép ütemszámának megfelelő üveghőmérséklet biztosítása mellett lehet maximális.

### 3. Az üveg elektromos tulajdonságai

Mint ismeretes, az üveg szobamérsékleten jó szigetelő anyag. Fajlagos ellenállása:

25°C-on	.....	10 <sup>15</sup> ohm cm
1200°C-on	.....	10 <sup>2</sup> ohm cm
1450°C-on	.....	5 ohm cm

Mint látható, megolvadt állapotban az üveg másodrangú áramvezetőnek tekinthető. Ez a tu-



lajdsága teszi lehetővé az elektromos üvegolvasztást.

Az üveg fajlagos vezetőképessége (fajlagos ellenállása) összetételétől is függ. Különösen a mozgékony alkáli-ionok hatása jelentős.

Számos vizsgálat bizonyítja, hogy a  $\text{Na}_2\text{O}$ — $\text{RO}$ — $\text{SiO}_2$  rendszerbe tartozó üvegek ( $\text{RO} = \text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{CdO}$ ) fajlagos vezetőképessége a

$$\lg = A - \frac{B}{T}$$

képlettel jellemezhető. (Kosztanjan, IV. Összszöv. üvegszerk. symp.)

A és B — állandók, T — az abszolút hőmérséklet.

A  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$  hatását a  $\text{R}_2\text{O}$ — $\text{RO}$ — $\text{SiO}_2$  állapotdiagramban jól láthatjuk, ha az azonos vezetőképességű összetételeknek megfelelő pontokat összekötjük.

Az 1/a ábrán az azonos ellenállás-értékek logaritmusait vonalak kötik össze, az egyes alkáliák közül a mozgékony  $\text{Na}^+$  ionok döntő befolyása látható. Az üveg összetétele a következő:

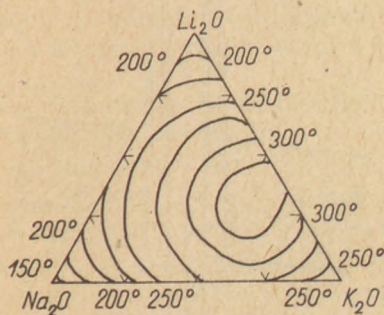
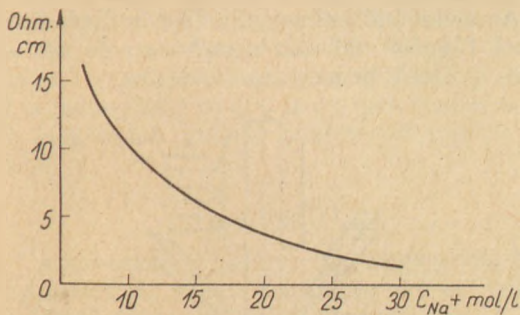
16,2 ( $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ),  $\text{BaO} = 0,8\%$ ,  $\text{CaO} = 5,9$  százalék,  $\text{MgO} = 5,2\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 71,9\%$ .

Természetesen jelentősebb  $\text{RO}$  és kisebb  $\text{Na}_2\text{O}$ -koncentrációk mellett ez az összefüggés bonyolultabb. Az üvegeképző ion szerepe sem hanyagolható el, különösen a nátriumborosilikát üvegek vizsgálatánál, mivel itt a két anion kölcsönhatása fokozhatja a lineáristól való eltérést.

Müller (Üvegállapot, 1960) szerint az „A” állandó az üvegolvadék mértékegységében levő  $\text{Na}_2\text{O}$ -koncentráció és az ion-mozgékonyág függvénye a következő összefüggés szerint:

$$\text{Me} = A - \lg [C]$$

A képlet „B” állandója pedig a disszociációs energia nagyságától (F) függ:  $F = 4,6 \text{ RB}$ .



1. ábra

Nátriumszilikát üvegeknél  $F = 22-26 \text{ kcal/mol}$ , míg Me a legtöbb üvegnél 3,7 körül van.

A nátriumborát üvegek fajlagos ellenállása kisebb, mint a nátriumszilikát üvegeké.

Bockris (Trans. Farad. Soc. 48, 1952) a következő képletet alkalmazta az olvadt üvegek ekvivalens vezetőképességének kiszámításához:

$$\lambda = 3,62 \cdot 10^{19} z d^2 \exp\left(-\frac{\Delta H^\circ}{RT}\right) \exp\left(\frac{\Delta S^\circ}{R}\right)$$

ahol: z — a kation töltése  $\Delta H^\circ$  — entalpia  
d — récelemek féltávolsága  $\Delta S^\circ$  — entropia  
 $\Delta Z^\circ$  — a rendszer belső szabad energiája.

Mint látható az ionok mozgékonyága itt is mint az „A” állandó képletében, az entropia jelenlétével jut kifejezésre.

Ha F, Me,  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta Z^\circ$  értékeit különféle üvegeknél összehasonlítjuk, azt tapasztaljuk, hogy a  $\Delta Z^\circ$  értéke a borátüvegeknél kevesebb, mint a szilikátüvegeknél. Az entropia a borátüvegeknél pozitív, az áramvezetés folyamán növekvő, míg a szilikátüvegnél negatív.

A tartalom alapján az elvégzésre adott üvegösszetétel esetén hosszadalmas és magas hőmérsékletenél pontatlan. Ezért az egyes üvegek vezetőképességét, az elektródák elhelyezését modellezéssel kell megállapítani.

Egyszerűbb következtetés vonható le az ellenállás hőmérséklet diagramokból. Kis alkália-tartalmú üvegeknél (pl. borszilikát) rendkívüli mértékben nő az ellenállás a hőmérséklet csökkenésével, a nagy alkália-tartalmú, főként egyszerű szilikátüvegeknél ez a jellegző görbe igen lapos. Lényeges a jellegző görbe emelkedésének foka, mivel arról ad felvilágosítást, hogy az adott üveg hogyan olvastatható elektromosan.

Az üveg elektromos olvasztása ugyanis egy deregulációs hatással jár együtt, amely annál nagyobb mérvű, minél meredekebb az „ohm cm-t” jellegző görbe. E hatás alapja az, hogy a hideg üvegrétegek a villamos áramot rosszul vezetnek, a meleg rétegek viszont jobban. Ezért a bevezetett áram koncentrálnodik a meleg üvegrétegekben mely egyre inkább felmelegíti ezeket, miközben a hideg rétegek még hidegebbé válnak. Minél nagyobb ez a deregulációs hatás, annál nagyobbak kell lenni az áramforrás szabályozandó feszültségtartományának.

Borell szerint azokat az üvegeket, melyeknek jellegző görbéje meredek, lág és villamos áram kombinációban kell olvasztani.

#### 4. Üzemi kísérletek előkészítése

Az üzemi kísérletekkel a következő kérdésekre kívántunk választ kapni:

- az elektródák anyagának megválasztása,
- az elektródák méretezése adott összetételű üveg olvasztásához.
- az elektródák elhelyezése,
- a transzformátor megválasztása, kialakítása,
- speciális üveghőntartási kísérletek az automaták kidolgozó tájjaiban, továbbá a csőhúzó feeder fűtésének kialakítása.
- a kemencekonstrukció módosítása.



A kísérletek elvégzésénél vizsgálataink elsősorban az elektromos tálfűtés lehetőségeinek kiderítésére irányultak, mivel ennek hiánya termelési akadályt jelent az automaták üzemeltetésénél. Megfelelő megoldás kialakítása után fordíthattuk figyelmünket az elektromos olvasztás felé.

Kísérleteinkhez kisméretű kísérleti fazékkemencét, félüzemi méretű kádkemencét, és végül üzemi automata kemencét alkalmaztunk. A vizsgálatokat az alábbi összetételű üveggel végeztük:

SiO <sub>2</sub> .....	71,05%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,08%
Na <sub>2</sub> O .....	17,21%
CaO .....	6,70%
MgO .....	2,84%
K <sub>2</sub> O .....	0,27%
CaF <sub>2</sub> .....	0,85%

A kísérletünk megkezdése előtt méréseket végeztünk, és megállapítottuk, hogy a fenti összetételű fehér gyógyyszeres üveg fajlagos ellenállása 1280°C hőmérsékleten 3,54 ohm cm. Az elektromos olvasztás szempontjából ez kedvező, mivel ilyen fajlagos ellenállás mellett az elektródákon bevezetett villamos áram hatására az üveglvadék saját fűtőelemmé válik, és így a hőenergia magában az üveglvadékban keletkezik, minimális hővesztés mellett.

A villamos áram bevezetése az üveglvadékba elektródákkal történik, melyek anyagával szemben szigorú követelményeket kell állítani. Ezek közül a legfontosabbak:

1. ellenálló legyen a magas hőmérsékletű üveglvadékkal szemben,
2. ne okozzon az üvegben elszíneződést.

Az elektródák előállítására leginkább grafitot és molibdént használnak, de különleges célokra wolfram és platina is alkalmazható.

#### Grafit elektródák

A grafit elektródákat rendszerint nagyobb olvasztókemencében alkalmazzák. Pórusos grafitból készítik, hogy az olvasztáskor felszabaduló gázok a porozitáson át eltávozhasanak. Mivel a grafit elektródák térfogatsúlya kisebb az üvegénél, a le-tört részecskék az üvegfelületre úsznak, ahonnt könnyűszerrel eltávolíthatók. A fénoxidokkal színezett üvegek, minőségi kristályüvegek, valamint bórszilikátüvegek olvasztására a grafit elektródák nem alkalmasak, mivel a redukció miatt karbidok képződnek, és ezek intenzíven színezik az üveget.

Tekintve, hogy az üveglvadék nem nedvesíti a grafitot az elektróda és üveglvadék között viszonylag nagy átmeneti ellenállás jön létre. Ezért az elektródafelületre eső megengedett áramsűrűség 0,2—0,5 A/cm<sup>2</sup>-t nem haladhatja meg. A kis áramsűrűség viszont szükségessé teszi az elektróda átmérőjének növelését.

Az elektródákat oldalnyílásokon, vagy a kemencefenébe készített furatokon át vezetik az üveglvadékba. Az elektródatartókat és elektróda-vezetéseket vízhűtéssel látják el.

Először különböző tisztafémekből és fémötvözetekből készítettek elektródákat (pl. vas, Ni-Cr ötvözet stb.), de ezeket nagyon intenzíven kellett hűteni, amely lényeges hővesztésekkel járt.

Ma már leginkább molibdénből készítik az elektródákat, melyek rendszerint rúd alakban készülnek 30—50 mm átmérővel 99,9% tisztaságú fém-ből. Speciális üvegek olvasztására platina elektródákat is alkalmaznak.

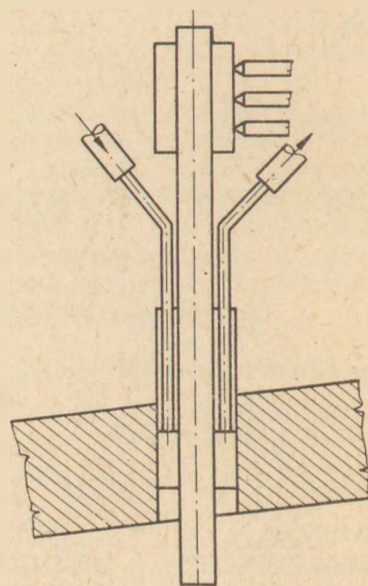
A molibdén előnye, hogy igen magas (2622°C) az olvadáspontja, és az áramvezető-képessége is eléggé nagy (19,8 Simens). Nagy hővezető-képessége, kis fajhője és tágulási együtthatója folytán nagy hőmérsékleti különbségekkel szemben is nagymértékben érzéketlen. A képződő oxid oldhatósága olyan csekély, hogy az üveg színét nem befolyásolja. Tekintve, hogy a molibdént az üveglvadék nedvesíti, a fém-üveg átmeneti ellenállása kicsi. Ezért viszonylag nagy áramerősséggel lehet terhelni (2—5 A/cm<sup>2</sup> elektródafelületre számolva).

Az elektróda átmérők ily módon nagy áramerősség mellett is kicsik lehetnek. A molibdén, kristályüvegek olvasztására is alkalmas, nem színezi el az üveget.

Hátránya a molibdénnek, hogy levegő jelenlétében már 600°C-on megindul a molibdénoxid (MoO<sub>3</sub>) képződés, amely a tiszta fémnek nem biztosít védelmet. A MoO<sub>3</sub> olvadáspontja 795°C, forráspontja 1155°C. Ezért a molibdén elektródákat magas hőmérsékleten védeni kell, melyhez alkalmaznak olvadt üveget, vízüveget, molibdéndiszilicidet, nikkelt, szilumint. Az elektródák beépítéséhez külön vízhűtéses hűtőtáskákat kell alkalmazni, melyekben lágy víz cirkulál. A hűtővíz-szükséglet elektródánként kb. 8—10 l/perc. A hűtőtáskából kilépő víz hőmérséklete a 45—50°C-ot ne haladja meg.

A 2. ábrán bemutatjuk egy elektróda beépítését vízhűtéssel.

Az elektródák elhasználódása a fűtés intenzitásától függően 20—80 mm/hónap és 500—600 mm-re nyúlnak be az üveglvadékba.



2. ábra



Ha a molibdént állandó magas hőmérsékletnek tesszük ki, az újra kristályosodik és rideggé válik. Ezért fontos, hogy az elektródákat a kemencébe való betolásakor óvjuk az ütésektől.

Az elektródák elhelyezésére két módszert alkalmaznak;

a) Az üvegolvasztó vagy kidolgozó egység fenekén

b) az olvasztókád oldalán.

Mindkét módszernek számos követője akad világszerte. Az alábbi részben összefoglaljuk a kísérleteink eddigi eredményeit.

## I. KÍSÉRLET

A kísérleteinket egy kisméretű fazékkemencében kezdtük el, melyben egy 350 mm átmérőjű fazekat helyeztünk, és azt feltöltöttük a fenti összetételű fehér gyógyszeres üvegolvadékkal. A kemencét propán-bután gázzal hőtartottuk 1000—1100°C-ig, majd bekapcsolva a villamosfűtést, 1300°C-ig emeltük fel a fazékban levő üvegolvadék hőmérsékletét.

A kísérletekhez grafit, H.9-es hőállóacél, wolfram- és molibdén elektródát alkalmaztunk.

A következő megállapításokat tettük:

a) Az 1000—1100°C hőmérsékletű üvegolvadék bármely típusú elektródával 1300°C hőmérsékletre emelhető, és ezen a hőmérsékleten tartható.

b) A grafit elektródák kevésbé oldódtak az üvegben, az üveget pedig erősen színezték.

A hőállóacél elektródák 1200°C-on felül nem rendelkeznek elegendő ellenállással a magas hőmérsékletű üvegolvadékkal szemben.

A wolfram elektródák nem színezték az üveget és levegőn nem oxidálódtak, de az üvegolvadék lassú oldó hatással volt rájuk, amely az elvékonyodásukban is megnyilvánult.

A legkedvezőbbnek a molibdén elektródákat találtuk, de az üvegolvadékon kívüli részük az oxidáció végett erősen elvékonyodtak. E kísérletnél is bizonyítást nyert, hogy igen fontos a molibdén elektródák szabad felületének hűtése és védelme.

## II. KÍSÉRLET

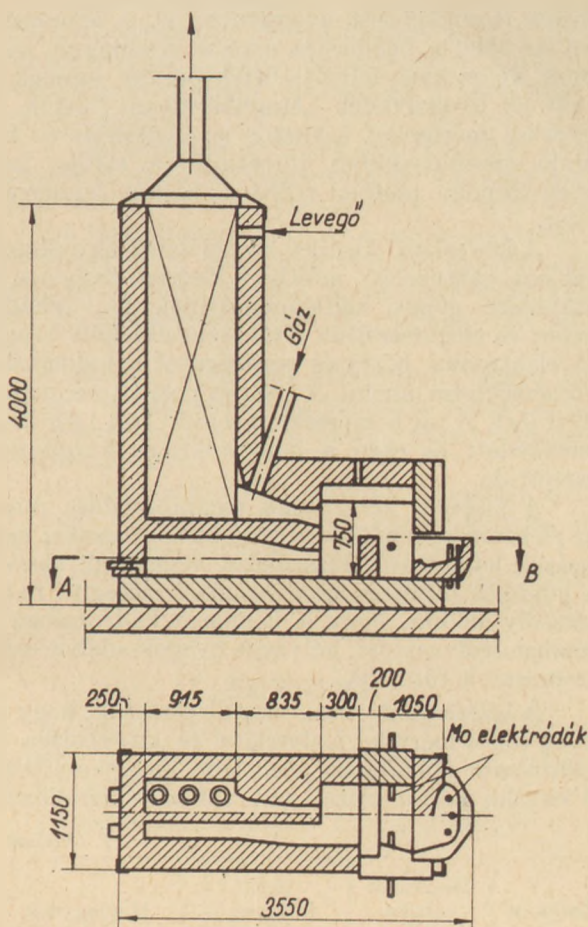
A következő kísérletünkhöz egy olyan kemencét építettünk, melynek végéhez egy automata gépet kiszolgáló merítőtálat illesztettünk. A tálban 3, a kemence kádrészének oldalfalaiban 4 furatot készítettünk a később behelyezendő elektródák számára. A kísérleti kemence rajza a 3. ábrán látható.

A kísérleti kemencét az üzemi kemencékhez hasonló módon felműszereztük.

Kísérletünk célja volt:

a) megállapítani, hogy biztosítható-e kedvező feltételek mellett a merítőtál pótfűtése.

b) a kemence kádrészében elhelyezett elektródák segítségével kedvezőbbé tehető-e az olvasztás, illetve hogyan segíti elő az elektromos pótfűtés az üveg tisztulását.



3. ábra

A tálba először a 12×600 mm-es középső elektródát, majd néhány órával később a 16×625 mm-es jobb és baloldali elektródákat helyeztük el.

A kemence kádrészének elektromos fűtésére a feltöltés után 2—2 elektródát helyeztünk a kád egymással szemben levő oldalfalába, oly módon, hogy az elektródák 150 mm-re az üveg szint alá kerüljenek, és az elektródavégek közötti távolság 200 mm legyen. Az elektródák anyaga molibdén volt.

A tál villamos fűtése 40—55 V háromfázisú 50 Hz/sec frekvenciájú feszültséggel történt 15—17 kW villamos teljesítménnyel.

### Kísérleti tapasztalatok

A merítőtál elektromos fűtésének bekapcsolásakor az üvegolvadék még gázbuborékokat tartalmazott.

A fűtés bekapcsolásának pillanatában az elektródák környékén buborékok képződtek. Ez a jelenség 2—3 perc múlva elmaradt, és az üveg a tálban teljesen kitisztult.

A kísérlet kezdetén az elektródák körül nagyobb hőmérsékletű és alacsonyabb viszkozitású „gócok” különültek el, de rövid idő múlva az egész üvegolvadék hőmérséklete emelkedett, és csökkent a viszkozitása. A tál szélénél levő és a függönykö alatti üveg hőmérséklete azonos lett.

Ez esetben letakart tállal végeztük el a kísérletet, de ugyanezt megismételtük nyitott tállal és



erősen lecsökkentett üvegszinttel is. A hőmérséklet egyenletes beállítására azonos eredményt kaptunk, de az üveg felülete bebőrösödött, aminek fő okát az üvegolvadék „stagnálásában” látjuk. A kísérleti méréseket többször is megismételve hasonló eredményekhez jutottunk, a tálban levő üveg minden esetben elérte a kívánt hőmérsékletet.

A következő kísérlet elvégzésénél úgy állítottuk be a gáztüzelést, mintha a kísérleti kemence az automata gépek kádkemencéjének munkakádjá lenne, és megkíséreltük a tál szélénél lehűlt üveget az elektromos pótűtés segítségével a kidolgozási hőmérsékletre emelni. A kísérlet pozitív eredménnyel járt. A tál hőmérséklete 1180°C-ról 1300°C-ra emelkedett, és ezen a hőmérsékleten huzamosan tartottuk.

A kísérleti kemencénk meghibásodása miatt az elektromos pótűtéssel való üvegolvasztást nem tudtuk lefolytatni. Vizsgálatot végeztünk viszont a villamos pótűtés üvegtisztulást elősegítő hatására oly módon, hogy a kemence kádrészében a részben leolvasztott, hólyagos üvegolvadékokat elektromosan is fűtöttük.

A kísérleteink során megállapítottuk, hogy az üveg teljes mértékű leolvadása és kitisztulása az elektromos pótűtéssel jelentősen meggyorsítható. A kísérlet mérési adatait az 1. táblázat tartalmazza

1. táblázat

Időpont	Munkatér hőfoka °C	Tál hőfoka °C	Megjegyzés
10,50	1300	1140 *	Elektromos pótűtés bekapcsolása
11,00	1320	1140 *	
11,10	1320	1170 *	Elektr. pótűtés
11,30	1335	1170 *	Elektr. pótűtés
11,55	1335	1185 *	Elektr. pótűtés
12,25	1340	1205 *	Elektr. pótűtés
13,00	1350	1230 *	Elektr. pótűtés
13,55	1360	1240 *	Pótűtés kikapcs.

\*-gal jelölt hőmérsékleti értékeket üvegszint fölötti helyzetben mérte a Pt-Rh-Pt hőmérő, fedett tál esetén.

A következőkben oly módon végeztünk kísérletet, hogy az olvasztott üveget a merítőtálból kézi fúvással folyamatosan kidolgoztuk. A kísérlet alatt a kád bal oldali, valamint a tál jobb oldali és középső elektródáját kapcsoltuk be. Megfigyelhető volt, hogy az elektromos pótűtés bekapcsolása után fokozatosan javult az üveg minősége, az üvegolvadékban levő buborékok rövid idő múlva teljesen eltávoztak. A 105 perces kísérleti idő alatt a berendezés 58 V feszültséget adott s a bevitt villamos teljesítmény 16,4 kW volt. Amint a 2. táblázatban is látható a munkatér boltozatban mért hőmérséklete 1285°C-ról 1320°C-ra, a tál hőmérséklete pedig 1120°C-ról 1260°C-ra emelkedett.

Ami az olvasztótérben elhelyezendő elektródák elrendezését illeti, az a vélemény alakult ki bennünk, hogy legkedvezőbb azokat a kemence fenékében elhelyezni, jó minőségű öntött fenékkövek alkalmazása mellett. Feltétlenül gondoskodni

Időpont	Olv. kidolg. hőfok °C	Tálban az üveg hőfoka °C	Megjegyzés
07,25	1380	1270	
09,20	1345	1260	
10,10	1330	1240	
10,45	1280	1115	
10,46	1280	1120	Üvegolv. pótűt. bekapcsolása
10,50	1290	1155	kidolgozás
11,00	1295	1200	kidolgozás
11,05	1300	1215	kidolgozás
11,15	1305	1220	kidolgozás
11,30	1304	1235	kidolgozás
12,05	1305	1240 *	kidolgozás
12,15	1315	1250 *	kidolgozás
12,25	1320	1260 *	kidolgozás
12,30	1320	1260 *	Pótűtés kikapcs.
12,50	1315	1190 *	kidolgozás
12,55	1315	1180 *	kidolgozás
13,06	1310	1165 *	kidolgozás
13,15	1305	1165 *	kidolgozás
13,30	1305	1115 *	kidolgozás megszüntetve

\*-gal jelölt hőmérsékleti értékeknél a hőmérő már nem volt üvegben!

kell arról, hogy a Mo elektródák a feltöltés kezdetétől az utolsó üzemnapig ne érintkezessenek a kemence atmoszférával. Az elektródákra 2,5—3,0 A/cm<sup>2</sup> áramsűrűség rákapcsolása látszik legkedvezőbbnek.

Végso következtetésként megállapítottuk, hogy a Pötting és KS. 60 automatagépek merítőtáljainak elektromos pótűtése kedvező feltételekkel és eredménnyel megvalósítható. Erre vonatkozólag természetesen további üzemi kísérletek elvégzése szükséges.

Eredményesen alkalmazható továbbá a villamos pótűtés az olvasztótérben, a tisztulás elősegítésére is.

### III. KÍSÉRLET

A további kísérleteket üzemi méretben folytattuk le, az „F” kemence KS—60-as automatagépének merítőtáljában.

A tál fenékrészébe építettünk be 3 db molibdén elektródát, egymástól 200—220 mm távolságra, 50 mm-re az üvegszint alá. A 16 mm-es elektródákat szilimanit védőcsőbe szereltük be oly módon, hogy az elektróda és védőcső közötti részt finomra zúzott ólomvegeporral kitöltöttük. Ezzel a megoldással kívántuk kiküszöbölni az elektródák oxidációját.

#### A fűtőáram jellemzői

A hálózati 3 fázisú 380 V feszültségű 50 Hz frekvenciájú váltakozó áramot egy házilag készített indukciós feszültségszabályozón, majd egy transzformátoron keresztül kötöttük az elektródákra.

A transzformátor adatai:

$$U = 380/65 \text{ V}$$

$$I = 40/232 \text{ A}$$

$$P = 26/\text{kVA}$$



$$a = 3,23:1$$

$$m = 3$$

kapcsolás Y/d5

Az indukciós szabályzón keresztül kézi szabályozással szabályoztuk a transzformátor primér feszültségét.

#### Kísérleti tapasztalatok

Az elektródák bekapcsolása után ismét jelentkeztek az elektródák körül a korábban is észlelt gázbuborékok, de ezek két-három óra múlva végérvényesen eltűntek. Az elektródákra kapcsolt 45 V feszültség és 180 A áramerősség hatására az elektródák teljes hosszában melegebb üveglvadék-réteg keletkezett, mely jelezte a meginduló intenzív fűtést. 3 óra 15 perc elteltével a hőmérsékletek kiegyenlítődték, a tálban levő üveglvadék termikusan homogénné vált.

A hőlyagosodás közben fokozatosan megszűnt.

Az elektródákra kapcsolt áramsűrűség 2,5 A/cm<sup>2</sup> volt.

Az első kísérleti időszakban a gépek még nem üzemeltek.

A következő kísérletet a 2 db Pötting- és 1 db KS—60-as gép üzemszerű termelése közben végeztük. A mérési eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze.

Idő	V <sub>2</sub> (V)			I <sub>2</sub> (A)	Kemence P <sub>2</sub> (kW) munkatér °C
	A—B	A—C	B—C		
22	56	56	57	140	1320
22,30	56	44	56	170	1310
23	55	54	56	189	1310
23,30	52	49	52	175	1290
24	52	50	52	190	1320
00,15	47	45	47	170	1325
00,30	48	47	48	170	1325
1.30	48	47	48	175	1330
1,55	48	47	48	175	1335
3,05	48	47	48	176	1340
4,15	48	46	48	175	1335
4,45	48	47	48	176	1330

Mint a táblázatból is kitűnik, 23,30-kor a munkakád hőmérséklete a gázellátás miatt 1290°C-ra visszaesett, s ezért a két Pötting-automatát ki kellett húzni, nem tudtuk velük a termelést folytatni. Az elektromos pótűtéssel felszerelt merítőtáblából a KS—60-as gép ez idő alatt továbbra is zavartalanul termelt.

A pótűtés bekapcsolása előtt az üveg a tál szélén teljes ívben kb. 45—55 mm szélességben erősen lehűlt állapotban volt.

A pótűtés bekapcsolásával ez az állapot a jobb elektródától a középső elektróda felé fokozatosan megszűnt. A bal elektróda környékén, ahol a levágott üveg visszaesik, az üveglvadék továbbra is alacsonyabb hőmérsékleten maradt.

Ez a jelenség a szekunder áramkörben asszimmetriát hozott létre, melyet a jövőben csökkenteni kell.

A pótűtést több esetben huzamos ideig üzemszerűen alkalmaztuk. További célunk az volt, hogy a duplacsappes gyártás beindításához a tálban elektromos pótűtéssel biztosítsuk a termikusan homogén üveget.

A duplacsappes gyártást beindítottuk, és a pótűtést 5 órán át üzemeltettük. Az üveglvadékba bevitt villamos teljesítmény 21 kW volt.

Azt tapasztaltuk, hogy a tál szélén elektromos pótűtéssel jóval magasabb volt az üveglvadék hőmérséklete mint anélkül, de az elektródák kedvezőtlen elrendezése miatt ez mégsem volt kielégítő.

A kísérlet végén erős asszimmetria lépett fel, melynek következtében csökkenteni kellett a bevitt teljesítményt, s így a kísérlet nem hozta meg a várt eredményt.

Az asszimmetria okát vizsgálva megállapítottuk, hogy a középső elektróda meghibásodott, és ezért a pótűtést meg is kellett szüntetni.

A kísérletek kiértékelésével megállapítottuk, hogy a jelenlegi elektróda-elrendezés, és az oxidációtól való védelme nem megfelelő.

#### IV. KÍSÉRLET

A kísérlet célja volt a megfelelő elektróda-elrendezés vizsgálata, és az elektródák oxidációjának kiküszöbölése.

Az elektródákra kapcsolt áram jellemzői:

$$U = 3 \times 35 - 55 \text{ V}$$

$$I = 170 \text{ A}$$

$$P = 15 \text{ kW}$$

Az elektródák elhelyezését a 4. ábra szerint végeztük. A 2 db felülről szerelt elektróda ívben hajlított hossza 250 mm volt, mely az üvegfelszín alatt kb. 25 mm-re helyezkedett el.

A harmadik „B” elektródának a már előzőleg beépített középső fenékelektrodát alkalmaztuk.

A fűtést 3 fázisú árammal végeztük az alábbi terhelési adatok mellett:

$$I_1 = 28 \text{ A}$$

$$i_c = 178 \text{ A}$$

$$U_1 = 375 \text{ V}$$

Feszültség:

$$i_A = 145 \text{ A}$$

$$\text{A—B között} = 51 \text{ V}$$

$$i_B = 195 \text{ A}$$

$$\text{A—C között} = 50 \text{ V}$$

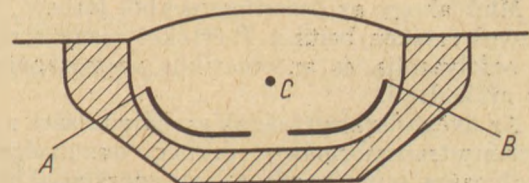
$$\text{B—C között} = 52 \text{ V}$$

Ebből a villamos teljesítmény:  $P = 17 \text{ kW}$ .

$$\text{Fűtőteliesség} = Q_{\text{kal}} = 0,86 \text{ V I} \sqrt{3} = 14\,600 \text{ Kcal/ó.}$$

A pótűtés bekapcsolása után mindhárom elektróda felvette a terhelést, a tál szélén az üveg viszkozitása fokozatosan csökkent.

Megindítottuk a termelést, és rövidesen beállt az üzemi állapot. Megállapítottuk, hogy a merítőtál azon részén ahol az előformák bemerülnek, pót-



4. ábra



fűtéssel kevésbé viszkózus, homogénebb üveg van mint pótűtés nélkül.

Úgyanakkor a tál bal oldalán, ahol a levágott üveg ismét visszakerül a tálba, továbbra is inhomogén maradt az üvegolvadék. A pótűtés megszüntetésével ez az inhomogenitás fokozódott, amely ekkor a tál szélén is megmutatkozott.

Végül is a kísérletek során megállapítottuk, hogy bár a jelenlegi elektróda-elrendezés lényegesen jobb mint az előző kísérlet szerinti, még mindig nem hozza meg a kívánt eredményt. Feltétlenül szükséges a további kísérletek elvégzésénél a tál bal oldalán fokozni a bevitt hőmennyiséget.

A tál szélén uralkodó hőmérséklet-különbségek szembetűnően kimutathatók az üvegolvadék vezetőképességének elektródánkénti mérésével, ill. azok terheléseloszlásával.

Pl.

$$\begin{array}{ll} i_A = 145 \text{ A} & U_{A-B} = 51 \text{ V} \\ i_B = 195 \text{ A} & U_{A-C} = 50 \text{ V} \\ i_C = 178 \text{ A} & U_{B-C} = 52 \text{ V} \end{array}$$

Látható, hogy az „A” elektródán ugyanolyan elektródafelület és keresztmetszet mellett a terhelés az üvegolvadék nagyobb ellenállása miatt 50 A-val kisebb, mint a „B” elektródán.

## V. KÍSÉRLET

A kísérlet célja volt az elektródák legkedvezőbb elrendezésének vizsgálata, valamint az elektródák fázisfeszültségének és fázisáramának meghatározása a tál szélén fellépő hőmérséklet függvényében.

A méréseket 150 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, 360 cm<sup>2</sup> felületű elektródákkal végeztük, melyek egymástól való távolsága 30—40 mm volt. Az elektródák elrendezése és kapcsolása az 5. ábrán látható.

Az elektródák oxidációtól való védelmét üvegolvadékkal való bevonással biztosítottuk.

A villamos üvegolvasztásnál a kemencébe bevitt teljesítményt ( $Q$  kalóriát) a  $I^2R$ -kifejezés határozza meg. A feszültség-áramerősség karakterisztikát nagymértékben befolyásolja az „R” üvegolvadék ellenállása.

Egy adott üvegolvadék mellett az  $R$ -értéket; az üvegolvadék hőmérséklete (ennek kritikus értékei a szabályozási tartományba esnek), valamint az elektróda fázistávolsága ill. a fázis elektródák felületei közé eső üvegolvadék keresztmetszete és hossza határozza meg (ez az elhelyezésből adódik, szerelés után nem szabályozható).

Ebből adódik, hogy az üvegolvadék hőmérsékletét csakis az elektródákra kapcsolt feszültséggel, ill. a bevitt teljesítménnyel

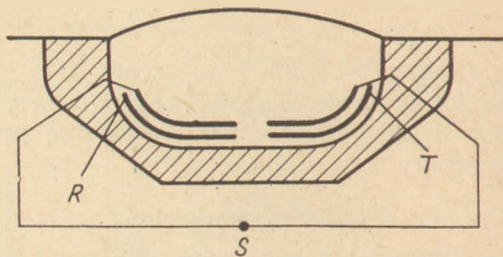
$$P = I^2R, \text{ vagyis } P = U \cdot I$$

tudjuk befolyásolni.

Mint ahogy az összefüggésekből látható, egy bizonyos értéken belül a  $P$ -értéket maga a rendszer befolyásolja, és automatikus áramszabályzóként működött.

Az üveg viszkózitásának szabályozására a teljesítmény-transzformátor primer feszültségének szabályozása mutatkozik a leggazdaságosabbnak.

A kísérleteink alatt feszültség szabályozó



5. ábra

transzformátornak egy már használaton kívüli 3 fázisú csúszógyűrűs aszinkron motort használtunk. Egy ilyen fesz. szabályzót folyamatos üzem mellett a légrésből adódó nagy vasvesztés miatt üzemeltetni gazdaságtalan.

Az elektródákra kapcsolt áram jellemzői:

$$\begin{array}{l} U = 3 \times 10 - 20 \text{ V} \\ I = 310 \text{ A} \\ P = 10 \text{ kW} \end{array}$$

bevitt  $Q$  kal = 8600 kcal/óra

A bevitt hőmennyiség az alábbi összefüggésből adódik:

$$Q \text{ kal} = 0,86 I^2 R \sqrt{3} \text{ kcal/óra}$$

Mint ahogy az 5. ábra is mutatja, a középső S-fázis terhelése kb. másfélszerese az  $R$ -és a  $T$ -fázis terhelésének. Ez magával vonta a transzformátoron fellépő nagymérvű aszimmetriát.

A meritőtálba bevitt 8600 kcal/ó hőmennyiség az üveg homogenitását kedvezően befolyásolta, a tál szélén fellépő hővesztés kb. 80—85%-ban kiegyenlített.

Az elektródákra jutó kb. 0,6—0,8 A/cm<sup>2</sup> áramsűrűség és alacsony feszültség igen kedvező volt.

A kísérlet folyamán megállapítottuk, hogy a meritőtál közvetlen szélére szerelt elektróda-elrendezés célszerű, ugyanakkor feltétlenül meg kell szüntetnünk az S-fázis másfélszeres áramfelvételét, mely a 4 elektróda 3 fázisú kapcsolásából adódott.

A tál bal oldali részének intenzívebb fűtése újra felmerült, ezért az elektródák kapcsolását meg kell változtatni. Ehhez pedig egy Scott-kapcsolású transzformátor szükséges, mely a háromfázisú hálózati áramot  $2 \times 2$  fázisú árammá alakítja át, így a tál középvonalától jobb és bal irányban különböző feszültségviszonyok állíthatók be.

A további kísérleti eredményekről, valamint a elektromos pótűtés olvasztási kapacitást növelő és tisztulást elősegítő hatásáról a tanulmányunk II. részében kívánunk beszámolni.

## IRODALOM

- [1] Kosztanjan, IV. Össz-szövetségi Üvegszerk. Simp.
- [2] Müller: Üvegállapot, 1960.
- [3] Bockris: Trans Farad. Soc. 48. 1952.
- [4] J. Stanek, L. Sasek: kézirat.
- [5] Borel, E. V.: Die Praxis der elektrischen Glasschmelze. Glastechn. Ber. 23. (1950) S. 213—129.
- [6] Gell, P. A.: The all-electric melting of glass. Glass 40 (1963) S. 161—164, 166—168.



*Handbauer Rezső—Paulik István—Somody Árpád:*  
**Az elektromos üvegolvasztás és hazai fejlődési lehetőségei**

Az elektromos üvegolvasztás az utolsó évtizedben mindinkább elterjed az egész világban. A villamosenergiát a hagyományos energiahordozókkal kombinálva és anélkül egyaránt alkalmazzák.

Hazánkban a Tokodi Üvegyárban merült fel először a gyakorlati alkalmazásának kérdése, főként az automata gépekkel üzemelő kemencék merítőtáljainak fűtésére.

Célunk volt a termikusan homogénabb üveg biztosítása a merítőtálban.

Erre vonatkozólag kísérleteket kezdeményeztünk laboratóriumi, félüzemi, majd üzemi méretekben. A kísérletek során megállapítottuk, hogy a tálfűtés villamosárammal megvalósítható, és különböző vizsgált elektródák közül a 99,9%-os molibdén bizonyult legkedvezőbbnek.

Fontos az elektródák felületének védelme a kemence atmoszférától, mert az erősen oxidálja a molibdént.

Az elektródák elhelyezésére a tálban több kísérletet végeztünk.

A kísérletek folyamán az is megállapítható volt, hogy az elektromos pótűtés elősegíti az olvasztást, és hatékonyan lerövidíti az üvegolvadék tisztulásának idejét. Erre vonatkozólag jelenleg is további kísérletek folynak, melynek eredményeiről a tanulmányunk II. részébe kívánunk beszámolni.

*P. Хандбауэр—И. Паулик—А. Шомодю: Электрическая плавка стекла.*

*Handbauer, Rezső—Paulik, István—Somody, Árpád:*  
**Das elektrische Glasschmelzen und seine ungarländischen Möglichkeiten**

Das elektrische Glasschmelzen fand in dem letzten Jahrzehnt mehr und mehr Verwendung in der ganzen Welt. Die elektrische Energie wird in Kombination mit den traditionellen Energieträgern und auch allein in gleichem Maße angewandt.

Im Ungarlande tauchte die Frage ihrer Anwendung

vorerst in der Glasfabrik Tokod auf, insbesondere bei der Heizung von Eintauchschüsseln der automatisch laufenden Öfen. Man versuchte die thermische Homogenität des Glases im Eintauchschüssel im gesteigerten Maße zu sichern.

Die diesbezüglichen Experimente wurden im Laboratorium, dann im kleineren und schließlich im Großbetrieb vorgenommen. Man konnte im Laufe der Versuche feststellen, daß die Schüsselheizung mit elektrischem Strom durchführbar sei, und es bewährten sich von den verschiedenen Elektroden die bis zu 99,9% aus Molybden bestehenden am besten. Das Schützen der Elektrodenoberfläche vor der Ofenatmosphäre ist von Wichtigkeit, indem das Molybden durch dieselbe in beträchtlichem Maße oxydiert wird.

Man nahm Versuche betreffs der Verteilung der Elektroden im Schüssel vor. Im Laufe der Experimente konnte auch die Tatsache festgestellt werden, daß das zusätzliche elektrische Heizen das Schmelzen befördert, und dadurch das Abklären der Glasschmelze wirksam verkürzt werden kann. Die diesbezüglichen Versuche sind auch weiterhin im Gange, worüber man nachmalig zu berichten beabsichtigt. (S. G.)

*Handbauer, Rezső—Paulik, István—Somody, Árpád:*  
**Electric Glass Melting and its Development in Hungary**

Electric glass melting is gaining importance throughout the world. Electric energy is widely used in the glass industry, either combined with other melting methods or alone. In Hungary the practical application of electric melting arose in connexion with kilns for automatic container glass manufacture, for the heating of suction pans, with the purpose to ensure higher thermal homogeneity.

Laboratory, pilot-plant and industrial experiments have been made in the Tokod Glass Factory. Electric pan heating would be effectively done. 99.9% molybdenum proved to be the best material for electrodes; electrode surfaces however must be prevented from oxydation. According to a number of experiments concerning electrode arrangement it could be concluded that electric boosting improves melting and effectively reduces the time required for fining.

## A Lapkiadó Vállalat hirdetések felvesz az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára .....	1440,—Ft
Féloldalas hirdetés ára .....	720,—,,
Negyedoldalas hirdetés ára .....	360,—,,

HIRDESSZEN AZ

## ÉPÍTŐANYAGBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

LAPKIADÓ VÁLLALAT, BUDAPEST VII., LENIN KÖRÚT 9-11

Telefon: 221-285

Befizetéseket az MNB 46 egyszámlára kérjük



# Szükségpénzermék kerámiából

TASNÁDINÉ MARIK KLÁRA

Szükségpénzek leginkább az újkori háborúk kísérő jelenségei. Részben a nagy tömegben váltópénzben történő összegek kifizetése, katonaság zsoldjára, vagy iparvidékeken és megszállott területen, részben a nemesfém pénzek elrejtése az együttes okok, amelyek kibocsátásukat szükségessé teszik. A kibocsájtók lehetnek városok, körülzárt vá-

rak, hadifogoly-táborok, iparvállalatok, de előfordult, hogy maga egy-egy állam is kénytelen volt a pénzforgalomnak ehhez a módjához nyúlni. A szükségpénzek anyaga gyakran papíros, vagy nem nemesfém, réz vagy ólom, de a történelem ismer fából készült szükségpénzt, sőt az első, amelyet 1482-ben egy ostromlott spanyol vár parancsnoka bo-



1. kép



2. kép



3. kép



4. kép



3. kép



5. kép



6. kép





7. kép



8. kép



9. kép



10. kép

csátott ki, bőrből volt. Leginkább éremtannal, éremgyűjtéssel és porcelántörténettel foglalkozók tudják, hogy kerámiából is készültek szükségpénzek, méghozzá közvetlenül az első világháború után, az azt követő nagy gazdasági válságban Németországban.

A kerámia pénzérmék őse a sziámi játékházakban kibocsátott színes írásjegyekkel díszített fehér mázas porcelánból készült magánpénzérmék voltak. Az 1921 és 1922-ben Németország negyven különböző helyén kísérletképpen kibocsátott kerámia-pénzek mint érmészeti ritkaságok amelyek főleg a Meisseni Porcelángyárban készültek, művészi szempontból is figyelmet érdemelnek. Az érmék legnagyobb részben a kerámiaféleségek legszebbjéből, a tömörre égő, csengő vörösbarna Böttger-cserépből készültek, de kísérleteztek itt fehér mázatlan biskvitporcelánnal is. A meisseni érmék egyikét másikat, főleg a magasabb értékeket kevés arannyal, a fehéreket néha kevés színnel is díszítették. Meissenen kívül a német kerámiavidékek más helyén is gyártották őket, a Rajnavidéken Hóhrben és az egykori keletporosz Bunzlauban (ma Boleslaviec), Waldenburgban kőagyagból, illetve keménycserépből.

A meisseni érméket Paul Börner professzor tervezte. A kissé mélyített felületből kiemelkedő éles vonalas relief különösen szépen érvényesül a tömör simaságú, enyhén fénylő Böttger-cserépből készülteken (2—6 kép). A pénzérme alkalmas ad a számjegyek és írásjegyek, a betű szépségének



11. kép

nem könnyű, de nemes művészetére, ami ebben az esetben lényegbevágó, s amit a művész minden esetben kitűnő egyensúlyérzékkel oldott meg, itt-ott mértéktartó vonaldísz alkalmazva. A hátoldalakon a huszas évekre jellemző barokkos, de mindenkor tömören előadott megoldásban a mezőgazdaság, a kereskedelem, a jövőt jelentő gyermekalak és az anyaság szép szimbólumaiban az újjáépítés, a jövőbe vetett bizalom, a termékenység és a termelőmunka egyedül felemelő értékére történik utalás.

A vörösbarna Böttger-cserépen a kevés aranyozott díszítés szépen egészíti ki az esztétikai hatást. A fehér biskvit érmék, főleg a kisméreteken, mint



a Meissen számára készült 30 és 50 pfennigeseken (1. kép) igen kis méretük következtében (1,9 cm, illetve 2,1 cm) a dombormű kevésbé érvényesült miután a kompozíció is távolabb áll a tárgy használati céljától. Valamennyi Meissenben készült érmén a gyár jegye, a keresztbe fektetett két pallos látható. Ezek a pénzek egész Szászország területén használatban voltak, az egyes városok vagy törvényhatóságok számára más és más jelképekkel. Dreza 20 márkásának hátlapját az azóta elpusztult híres Frauenkirche kupolájának képe díszíti (7. kép).

A térdelő bányász alakjával díszített 1 márkás zöldesszürke kőcserépből az egykori sziléziai Waldenburgban készült, utalva a helység nagy szénbányászatára (8. kép). Az érdeesebb keramikai anyag nehezebb megmunkálhatósága kevésbé volt alkalmas az érme finom és éles plasztikájára. Hasonló anyagból készült a charlottenburgi Deutsche Ton und Steinzeug A. G. ötmárkása, amelynek körirata „Beváltható 1921 december 31-ig”, a szükségpénz időleges voltára utal (9. kép).

A gyakorlatban ezek a kerámia szükségpénzek célt tévesztettek. Nem helyigényességük miatt (vastagságuk általában 3—5 mm) s nem is esetleges törékenységük volt az ok, hanem különleges anyaguk, művészi és korjelző voltak következtében ha-

mar felkeltették a gyűjtők és műkereskedők érdeklődését, s a váltópénzérme maga is kereskedelmi áruvá lett. 1922 júliusában Németország rendeletileg betiltotta forgalombahozatalukat. Ezentúl már csak sportérmek, vagy emlékérmek készültek (10., 11. kép).

A porcelánplakett-művészet komoly feladat elé állítja az alkotóművészt s a kivitelező gyárat egyaránt, főleg az utóbbit. Az első modern plakettet Sèvres készítette a Párisban rendezett világkiállítás zsűritagjai számára 1900-ban. Az azóta eltelt több mint félévszázad alatt ennek a rokonszenves és sok tekintetben korszerű művészetnek, a meissen-i érmeket kivéve, figyelemre méltó művelője nem akadt.

(A 3. és 11. érem kivételével a tárgyak az Iparművészeti Múzeum gyűjteményében vannak. Fotó. Kárász Judit)

*Tasnádiné Marik Klára: Szükségpénzérmék kerámiából*

*Тащнадпынэ, Клара Ларук: Керамические монеты.*

*Frau Tasnádi-Marik, Klara: Notgeldmünzen aus keramischem Material*

*(Mrs.) Tasnádi-Marik, Klára: Emergency Coins from Ceramic*



# AZ ERDÉRT VÁLLALAT

felkészülve a gazdasági irányítás új rendszerére,

**már most felveszi**

az állami vállalatok, tanácsi vállalatok, kisipari szövetkezetek, mezőgazdasági termelő szövetkezetek és általában valamennyi anyagfelhasználó

**rendeléseit,**

hogy a következő év első napjától kezdve közvetlenül raktárról, ütemes szállítással biztosíthassa a megrendelés szerinti fenyőfűrészáru, lombosfűrészáru, lemezbútorlap és furnérfélék széles skálájú választékait, valamint a fenyőgömbfából előállított összes készterméket.

Egyidejűleg felhívjuk a figyelmet, hogy az ERDÉRT VÁLLALAT megbízásból a termelők és megrendelők mindennemű faanyag vételét és eladását is lebonyolítja — megállapodás szerint.

Részletes felvilágosítást nyújt: a vállalat Kereskedelmi Igazgatóságán működő díszpécserszolgálat.

Cím: ERDÉRT VÁLLALAT, Budapest V., Akadémia utca 3. Telefon: 313-550/144

Telex: 946. sz.

Távíratcím: ERDÉRT BUDAPEST



## SILIKATTECHNIK

1966. 4. sz.

*Krockel, O.:* Nagy hőmérsékleteken alkalmazható új érzékelő-elem (p. 117—120.)

A pirométeres vagy termoelektromos módszereken alapuló, nagy hőmérsékletek megállapítására irányuló ismert mérőmódok rövid áttekintése után a szerző megnevezi a nagy hőmérsékleten alkalmazott érzékelőelemmel szemben támasztott követelményeket. Ezeket a részletesen ismertetett fotodiódás érzékelő-elem kielégíti. A készülék kerámia-csőbe sülyesztett vízhűtésű germánium-fotodiódából áll. Egy gyűjtőlencse gyújtópontjában van elhelyezve, amely a kerámia-cső kibocsátott hőszugárzását a fotodiódára összpontosítja. A konstrukció révén az atmoszféra hatása ki van kapcsolva. Megfelelő méretezés esetén a kerámia-cső feketé sugárzóként hat, tehát különösen alkalmas a hőmérsékletmérésre. A készülék nagyon érzékeny, a leadott mérőfeszültség nagyobb, mint a hőelemek esetén. A fotodióda lezáró ellenállás megszemenőden elfojtja a hőmérséklet hatását. Az érzékelő-elem jellegzőgörbéje 1200°-tól lineáris, ezért különösen jól alkalmazható mérési és szabályozási célokra.

*Sternitzke, K.:* Az elektrolit-adalékoknak az osztályozási eredményre gyakorolt hatása a felfelé irányuló folyadékárammal történő fajtázás esetén (p. 121—122.)

A szerző részecskeszámláló-készülék (COULTER-Counter) révén vizsgálta meg az elektroliteknek, így a szulfitszennylúgnak és nátriumpirofoszfátnak az ülepedésre, illetve a folyadékáramban történő osztályozásra gyakorolt hatását. Megállapította, hogy az ülepítési próbák számláló-készülékkel meghatározott szemesenagyság-eloszlása azonos esési idő és hőmérséklet esetén elektrolit hozzáadásakor lényegesen durvábbnak mutatkozott. Ez jó összhangban áll az elméletileg kiszámított értékekkel, ha figyelembe vesszük a STOKES-képletnél az elektrolit-adalék által előidézett viszkozitás- és sűrűség-változást.

## SZILIKATTECHNIK

1966. 5. sz.

*Laves, D.:* A kaolin különböző fehérségfokainak vizsgálata (p. 149—151.)

A kaolinok fehérségfoka több, hatását tekintve egymást átfedő tényezőtől függ. Így a kaolinit-tartalom, ill. az idegen ásványok al-kotta szennyeződések bizonyos szerepet játszanak, az utóbbiak különösen abban az esetben, ha a durva szemcse-frakciókban vannak feloldulva, (ez ugyanis a visszaverő-

képesség lényeges csökkenésében nyilvánul meg). Meg kell említeni a háromvegyértékű vas színező hatását is. A kemmlitzi kaolinok fehérségfokát azonban a szerves anyag befolyásolja döntően.

## SILIKATTECHNIK

1966. 6. sz.

*Teuschler, H. J.:* A kerámiai hordozónak a pirolitikus ellenállás-rétegekre gyakorolt hatása (p. 189—194.)

A villamos rétegellenállások előállításánál különös figyelmet kell szentelni a kerámiai réteg-hordozótestek alkáloxid-tartalmának. A szerző beszámol az ellenállás-érték egyenáramú terhelés esetén mutatott változása és a hordozótest alkáloxid-tartalma közötti mennyiségi összefüggésről. Különösen érdekes alkatrész gyanánt a televízió-készülékekben alkalmazott „booster” feszültségosztó-ellenállásokat (560 Ohm, 2 W) vizsgálta meg. E mérések elvégzése végett eltérő alkáloxid-tartalmú különböző kerámiai szinter-anyagokat kellett kidolgozni. A cikk közli az anyagok néhány tulajdonságát, amennyiben érdekesek a pirolízis útján felvitt fényes grafit-réteg alapjaként való alkalmazás szempontjából. A réteghordozótestek (egyenáramú üzemeltetés esetén) megengedhető maximális alkáloxid-tartalmának meghatározása a rétegellenállásoknak a TGL (IEC) által megkövetelt vizsgálati jellemzőitől függ. A szerző azt ajánlja, hogy a kerámiai mag alkálionkoncentrációja 0,5% alatt legyen.

*Friedemann:* Csempe-préseknél alkalmazható sorjázó-berendezés (p. 189—199.)

A több sajtólószerszámmal felszerelt csempepréseknél alkalmazható sorjázó-berendezés először egymásután sorakoztatja a frissen sajtolt csempeket, majd az első éltisztító-berendezéshez vezeti, amely a csempek kétszembenfekvő oldaláról tisztítja le a sorját. Ezután a csempeket a forgóasztal elfordítja, hogy a második éltisztító-berendezés a másik két szembenfekvő oldalról tisztíthassa le a sorját. A cikk bemutatja a gép alaprajzát.

## SILIKATTECHNIK

1967. 1. sz.

*Volf, F.—Hille, J.:* „Gipsz-kén-sav eljárás”-sal előállított portlandcement tulajdonságai (p. 1—8, a: 23, t: 18.)

A vizsgálatok célja a „Gipsz-kén-sav eljárás”-sal előállított portlandcement viselkedésének tanulmányozása. Egyúttal összehasonlítják az egyéb eljárásokkal készített portlandcementekkel. A vizsgálatok elsősorban a hidratációkor ta-

núsított viselkedésükre, örölhetőségükre, kémiai összetételükre és a szilárdságok alakulására terjed ki.

*Lienert, H.:* Hálódiaagrammos technika alkalmazása üvegolvasztó-berendezések tervezésében (p. 9—12, a: 3, t: 3, b: 3.)

A hálódiaagrammos technika alkalmazása üvegolvasztókemencék építésénél. Alkalmazása esetén az előkészítő-munkától egészen az üzemképes berendezés átadásáig valamennyi munkafolyamatot alapos elemzés alá kell vetni. Az építési folyamatoknál alkalmazott hagyományos oszlopdiagrammal szemben a hálódiaagram lehetővé teszi az építési folyamat valamennyi fázisában a határidők pontos betartását, valamint az építési idő lerövidítését. Gyakorlati példa mutatja, hogy egy regeneratív-üvegolvasztó kemence építése esetében miképpen alkalmazható a hálódiaagrammos technika. A példa egyes munkafolyamatoknak megfelelően tünteti fel az egyes résztevékenységeket.

*Jorte, Ch.—Wiegmann, J.:* Különböző eredetű kaolinitminták termikus vizsgálata (p. 16—20, a: 7, b: 10, t: 1.)

Különböző eredetű kaolinitminták termikus (termodifferenciál, termogravimetrikus) vizsgálatánál részben a készüléktől és módszertani hibákból eredően, de a vizsgált anyag természetéből folyólag is, különböző hibalehetőségek adódhatnak. A tanulmány célját annak megállapítása képezte, hogy az egymástól eltérő eredetű kaolinitminták egyes sajátosságai tulajdonságainak a termikus viselkedésükre gyakorolt hatásait és a hiba lehetőségeket fel tudják becsülni. Ebben az esetben különleges tulajdonságaikon főleg szemmagyságuk és kristálmódosulataik értendők. Rendszeres vizsgálatokkal állapították meg a tényezők hatását. A különböző szemmagyságú és kristálmódosulatu kaolinitminták vizsgálatai szerint mindkét tényező befolyásolja úgy a termodifferenciál-görbék alakulását, mint a termogravimetrikus analízissel meghatározott dehidratálási folyamatot.

*Smidt, J.:* Optikai üvegek szabványosítása és rendszerezése (p. 20—24.)

Az utóbbi időben kidolgozott optikai üvegekre vonatkozó szabványok magyarázata. A kidolgozandó katalógus sajátosságai. A szabvány foglalkozik a vegyszerállóság vizsgálati módszereivel, fényáteresztőképességgel stb. az üvegek jellemzésével, az optikai táblaüvegek szállítási körülményeivel, optikai szűrőkkel, egyéb optikai üvegekkel stb. A szabványt a műszaki tudomá-



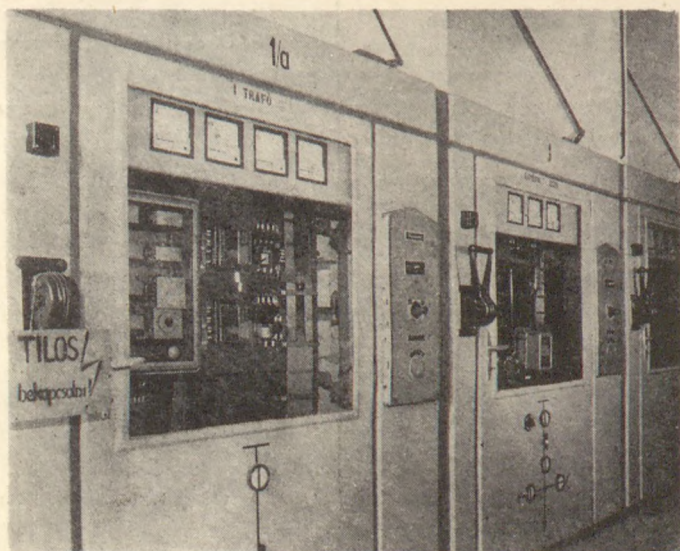
# ÉVITERV

## Az ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat tervezési tevékenysége

*Ipartelepi villamosberendezések*

villamos erőátvitel,  
világítás,  
köz- és díszvilágítás,  
sportpályavilágítás,  
eredményhirdető,  
mezőgazdasági villamos-  
berendezések,

szabadvezetékek,  
szaktanácsadás,  
felülvizsgálat,  
központi fűtés,  
gáz, víz, csatorna,  
légtechnika,  
felvonó.



## ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat

Budapest VIII., Vas u. 2/d

Telefon: 337-960, 377-964-tól 969-ig