

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*



11

*XIX. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1967 NOVEMBER*

A mész- és cementipar,  
az üvegyipar-, a finom-  
kerámia-, a téglá-, cserép-  
és kő-kavicsipar tudomá-  
nyos 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. — Elő-  
fizethető a Posta Központi Hírlap  
Irodánál (Budapest V., József  
nádor tér 1. Telefon: 180-850)  
és minden postahivatalnál. A folyó-  
irat külföldre előfizethető: „Kul-  
tura” P. O. B. 149. Budapest 02.  
Előfizetési díj: ¼ évre 18.— Ft;  
félévre 36 — Ft; egyes szám ára:  
0.— Ft.— Csekk számlaszám egyéni  
61.252; közületi 61.066 vagy  
átutalás az MNB 8. sz. folyószám-  
lájára

67.11., 5595 Réval Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

### TARTALOM

<i>Talabér József</i> : Fél évszázad .....	401
<i>Jugovics Lajos</i> : A polgárdi mészkő földtani kutatása .....	406
<i>Makoldi Mihály</i> : A klingerégetés fajlagos hőfelhasználása .....	414
<i>Bidló Gábor—Kleb Béla—Török Endre</i> : Vízépítési beton adalékanya- gának vizsgálata .....	426
<i>Wilwerger Ferenc</i> : Adalékanyagok egyedi hatása az üveg likvidusz hő- mérsékletére .....	433
<i>Kozma Béla</i> : Kísérletek a gázkromatográfia szilikátanalitikai alkalma- zására .....	437
<i>Sziijj Ferenc</i> : Golyósmalmok teljesítményviszonyainak gyors megha- tározása a termék szemszerkezete alapján .....	439
<i>Szántai János</i> : A japán cementipari termelés technikai színvonalának fejlődése .....	442
<i>Knapp Oszkár</i> : A gipsz alkalmazása az üvegolvasztásnál .....	447

### СО ДЕРЖАНИЕ

<i>Йозеф Талабер</i> : Пятьдесят лет .....	401
<i>Лайош Югович</i> : Геологическое исследование известняка в с. Полгард .....	406
<i>Макальди М.</i> : Удельный расход тепла на обжиг клинкера .....	414
<i>Бидло, Г.—Клеб, Б.—Терек, Э.</i> : Испытание заполнителей для гидро- технического бетона .....	426
<i>Вильбергер Ф.</i> : Влияние добавок на температуру ликвидуса стекла .....	433
<i>Козма Б.</i> : Эксперименты по применению газовой хроматографии в силикатной аналитике для быстрого определения двуокиси крем- ния .....	437
<i>Сий Ф.</i> : Ускоренный метод определения производительности шаро- вых мельниц на основе зернового состава продукта помола ...	439
<i>Янош Санмау</i> : Развитие технического уровня цементного производ- ства в Японии .....	442
<i>Оскар Кнапп</i> : Применение гипса при стекловарении .....	447

### INHALT

<i>Talabér, József</i> : Fünzig Jahre .....	401
<i>Jugovics, Lajos</i> : Geologische Erforschung des Kalksteins von Polgárdi .....	406
<i>Makoldi, Mihály</i> : Spezifischer Wärmeverbrauch des Klinkerbrennens .....	414
<i>Bidló, Gábor—Kleb, Béla—Török, Endre</i> : Untersuchung der Zuschlags- stoffe des Wasserbaubetons .....	426
<i>Wilwerger, Ferenc</i> : Die Einwirkung der Zuschlagstoffe auf die Liquidus- temperatur des Glases .....	433
<i>Kozma, Béla</i> : Versuche zur Anwendung der Gaschromatographie in der Silikatanalyse; eine Schnellbestimmung des SiO <sub>2</sub> .....	437
<i>Sziijj, Ferenc</i> : Rasche Bestimmung der Produktionsverhältnisse von Kugelmühen aufgrund der Kornzusammensetzung des Malguts .....	439
<i>Szántai, János</i> : Die Entwicklung des technischen Niveaus in der Ze- mentproduktion Japans .....	442
<i>Knapp, Oszkár</i> : Die Anwendung von Gips beim Glasschmelzen .....	447

### CONTENTS

<i>Talabér, József</i> : Fifty Years .....	401
<i>Jugovics Lajos</i> : Geological Prospecting of the Polgárdi Limestone ...	406
<i>Makoldi, Mihály</i> : The Specific Heat Consumption of Clinker Firing ..	414
<i>Bidló, Gábor—Kleb, Béla—Török, Endre</i> : The Examination of Aggre- gates for Hydrotechnical Concrete .....	426
<i>Wilwerger, Ferenc</i> : The Individual Effect of Additives upon the Li- quidus Temperature of Glass .....	433
<i>Kozma, Béla</i> : Experiments for the Application of Gas Chromatography in Silicate Analysis: Rapid Determination of Silica .....	437
<i>Sziijj, Ferenc</i> : The Rapid Determination of Ball Mill Output by the Granulometry of the Product .....	439
<i>Szántai, János</i> : The Development of the Technical Level of the Ja- panese Cement Industry .....	442
<i>Knapp, Oszkár</i> : Gypsum as a Glass Batch Material .....	447

# ÉPÍTŐANYAG

19. ÉVFOLYAM 11. SZÁM

Fél évszázad

TALABÉR JÓZSEF  
a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtítkára

Ünnepélyes alkalmakkor ünnepélyes hangon szokás írni. Én is megtehetném ezt; csábítana is a gondolat, hogy szép diagramokban mutassam be azt a hatalmas fejlődést, amely a Szovjetunió fennállásának 50 éve alatt végbement. Felsorolhatnám a számadatokat arról, hogy a Szovjetunióban fél évszázad alatt hogyan és hányszorosára nőtt a villamosenergia-termelés, hogyan és mily fantasztikus gyorsasággal növekedett a villamosított vasútvonalak hossza, hogyan formálta át az első öt éves tervek során féltő gonddal kialakított nehézipar a szovjet emberek egész életét, miközben a nyersvas és acélgvártás abszolút értékben felülmúlta a legfejlettebb ipari országok színvonalát és fajlagos értékekben, az egy főre eső termelés mérőszámaiban is ma már a legelső között van a világban.

Bármily csábító is a gondolat mindezeket keresztül bemutatni a fél évszázad eredményeit: nem teszem, inkább megkísérlem felvázolni azt az utat, amelyet a szovjet nép, a szovjet tudomány megtett ezen idő alatt. Hogyan fejlődött a szovjet tudomány, mi tette lehetővé azt a fejlődést, amely biztosította a szocializmus diadalát a világűrben, mi volt az alapja a fizikában, a kémiában, az automatikában, a biológiában és más tudományágakban elért eredményeknek, és hogyan változott, formálódott ezen idő alatt a szovjet emberek élete.

Hát hogy is alakult ez az út? Az összehasonlítás kedvéért talán visszamennék a „régibb” időkbe, és a mérleg egyik serpenyőjébe, vagy talán a koordináta-rendszer „0” pontjába tenném a cári Oroszországot, a maga elmaradottságával, írástudatlanságával, kezdetleges iparával, de rendkívül fejlett, zsarnoki elnyomó rendszerével. A tudomány fejlesztésének feltételei teljes egészében hiányoztak, és a szerény körülmények között folytatott tudományos tevékenységet is csak elszigetelten végezték egyes kiváló szakemberek. Kiváló szakemberek. Mert az orosz nép mindig is gazdag volt kiváló tehetséggel rendelkező tudósokban, sziporkázó szellemű költőkben, az egész világ szellemességét formáló írókban és ragyogó művészekben, akik nemcsak az orosz tudományos, szellemi és művészi életet gazdagították,

hanem hozzájárultak az egyetemes emberiség fejlődéséhez is.

Messze vezetne, és nem is lehet célom az orosz szellemi élet széles területéről felsorolni mindazokat a kiválóságokat, akiknek munkássága és élete annyira alkotólag járult hozzá az emberi szellem fejlődéséhez. Inkább a természettudományok területéről szeretnék pár ilyen nevet felsorolni.

M. V. Lomonoszov, a XVIII. századbéli sokoldalú tudós, aki a tömeg megmaradásának elvét elsőnek fogalmazta meg a világon (1748), a felvilágosodás első jelentős képviselője Oroszországban, N. I. Lobacsevszkij, aki Bólyai Jánossal egyidejűleg bizonyította be, hogy az euklideszi geometrián kívül léteznek más, logikai ellentmondásoktól mentes geometriák is, D. I. Mengyelejev az elemek periódusos rendszerének megteremtője, I. P. Pavlov biológus, P. N. Lebegyev fizikus, A. N. Popov, a rádió feltalálója, N. Je. Zsukovszkij a modern aerodinamika alapjainak megteremtője.

Ilyen nagyszerű elődök nyomába léptek a szovjet tudósok, folytatva és továbbfejlesztve ezek alkotó szellemének munkásságát.

E munka előfeltételeit a Nagy Októberi Szocialista Forradalom teremtette meg, új feltételeket teremtve a tudomány gyors fejlesztéséhez, új célokat tűzve a tudomány elé. Ezt a célt Lenin fogalmazta meg, közvetlenül a forradalom győzelme után: „Régebben az egész emberi értelem, annak egész génusza csak azért alkotott, hogy egyeseknek juttassa a technika és a kultúra minden gazdagságát, s másokat megfosszon a szükséges műveltségtől és fejlődéstől. Ma viszont a technika minden csodája, a kultúra minden vívmánya össznépi vívmánnyá vált, és máttól fogva az emberi értelem és génusz sohasem lesz az elnyomás vagy a kizsákmányolás eszköze”. A föld és kincseinek államossítása, az embereknek ember által történő kizsákmányolásának megszüntetése, a béke deklarálása után egyik legsürgősebb ügye volt a szocialista forradalomnak mindezeket kinyilatkoztatni, hogy felszabadítsa az emberi szellemet, a tudományos kutatást béklyói alól, hogy elindítsa a tudomány fejlődését.

dését egy olyan társadalomban, ahol annak eredményei a közügy és az emberiség javát szolgálják.

A szovjet állam alapítása első percétől kezdve hű maradt ezekhez az elvekhez. Még a polgárháború és a külföldi intervenciók legnehezebb időszakában is, a legnehezebb gazdasági körülmények között is biztosítani tudta a tudományos kutatások előfeltételeit. A tudományos kutatómunka állami megtervezése és szervezése a tudományos erők összpontosítása az időszerű tudományos és gyakorlati feladatok megoldására lehetővé tette, hogy a szovjetországban rövid időn belül számos bonyolult műszaki és tudományos problémát megoldjanak. Így indult el diadalmas útjára a Goelro, a Szovjetunió villamosítási terve, az első öt éves tervek, Magnyitogorszk, Kuznyeck kombinátjai, a dnyeperi hőcserőmű, majd a szovjet nehézipar, később a szovjet állam védelmét szolgáló hadiipar, — a Nagy Honvédő Háború diadalmas befejezése után alakult ki a hatalmas nukleáris ipar, korszerű repülőgépipar, rakétatechnika, fejlett építőipar, ásványolaj és földgázipar, vegyipar és energiaipar, érc- és ásványbányászat, közlekedés és még annyi más terület.

E problémák megoldása számos irányba kiterjedt kutatómunkát követel meg. Állandóan növekszik a tudományos kutatások terjedelme, szélesedik a tudományos intézmények hálózata, fejlődik azok felszereltsége, tökéletesedik a kutatómunka szervezése és irányítása, javulnak az oktatási rendszerek, egyre növekednek a tudomány fejlesztésére rendelkezésre bocsátott összegek, új, hatalmas, drága berendezések épülnek: részecskegyorsítók, magreaktorok, optikai és rádióteleszkópok, számítógéprendszerek és a legkülönbözőbb területeken a kísérleti és félüzemi berendezések széleskörű hálózata. Mindezek eredményeképpen gyorsul a kutatások eredményeinek felhasználása a gyakorlatban, melyek néhány szép eredményéről az alábbiakban számolunk be:

A szovjet tudomány el nem vitatható eredményeket ért el a mechanika számos ágazatának fejlesztésében, sőt egyes területeken teljesen új irányzatok megteremtésében. Hihetetlen eredményeket ért el a szovjet tudósok a hidrodinamika, a rugalmasságelmélet, a képlékenység és folyás elmélete, a rezgéselmélet, a változó tömegű elemi részek mozgáselmélete, a szilárdságelmélet területén. A korszerű repülés és rakétatechnika, hidraulikus és gázturbinák, szárnyashajók ezek nélkül a kutatások nélkül nem jöhettek volna létre.

N. Je. Zsukovszkij és Sz. A. Csaplugin munkái teremtették meg a szovjet aerodinamikai iskolát, melyek továbbfejlesztése vetette meg a repülőgépek korszerű aerodinamikai tervezésének elméletét, a hangsebesség feletti sebességek repüléstechnikai értelmezését, melyek végül is a rakétahajtóművek megépítésében és az űrrepülés megvalósításában érték el legfelsőbb fokukat. A szovjet mérnökök és tudósok ezen a téren K. E. Ciolkovszkij tudományos örökségét fejlesztették tovább.

A nagy teljesítményű rakéták kifejlesztése lehetővé teszi a biztosított mesterséges holdaknak, az automatikus űrállomásoknak a világűrbe való eljuttatására; ennek nagyszerű eredménye a „Venus 4”

űrállomás sima leszállása a Venus bolygóra. Ezek teszik lehetővé, hogy a kozmikus sugárzásokról és az elemi részecskék kölcsönhatásairól az igen nagy energiák tartományában értékes kísérleti adatokat nyerhessünk.

A mesterséges holdak amerikai társaik segítségével sikeresen oldják meg a televízió és rádió összeköttetést a világ minden pontjával és egyre szélesebb körben használják fel ezeket meteorológiai célokra.

Szovjet tudósok beírták nevüket a tudomány aranykönyvébe a kristálytan és a kristályfizika fejlesztése terén, számos fontos kristály szerkezeti felépítésének megfigyeltése, és a kristályok új szintézismódszereinek kidolgozása terén.

Az utóbbi évtizedekben mind nagyobb lendülettel halad előre a szilárd anyagok fizikai tulajdonságainak kutatása. A. F. Joffe kezdeményezésére a Szovjetunióban — minden más országnál korábban — kezdték meg a dielektrikumok tanulmányozása mellett a félvezetők kutatásait is.

Szovjet tudósok széles körű kutatómunkát végeztek a szilárdság és képlékenység problémaköre területén. Ezek eredményeképpen nagyszámú olyan acélt és ötvözetet dolgoztak ki, amelyekben az előnyös tulajdonságok különböző kombinációi testesülnek meg.

Az anyagok mágneses tulajdonságai terén végzett alapkutatások megteremtették az előfeltételt az elektronika, az elektrotechnika és a rádiófizika különböző ágait szolgáló hatásos mágneses anyagok előállítására, korszerű mérési és ellenőrzési módszerek kidolgozására.

Szovjet tudósok munkássága nagymértékben járult hozzá a rádióhullámok, különösen az ultrarövid hullámok terjedésének vizsgálatához. L. K. Mandeljtam, N. D. Papalekszi kutatásai az önrezgő rendszerek, a véletlenszerű paraméterekkel jellemezhető közegekben végbemenő rádióhullámterjedés és a hőfluktuációk befolyása terén végzett vizsgálatai a rádiófizika új irányja, a statisztikus rádiófizika kialakulásához vezettek. Je. K. Zavojszki 1944-ben felfedezte a paramágneses rezonancia jelenségét, mely a szilárd testek, folyadékok, molekulák szerkezetének új, hatásos fizikai vizsgálati módszeréhez szolgáltat alapot.

A matematikai tudományok jelentősége körünkben napról napra növekszik. A szovjet hatalom éveiben új matematikai iskolák keletkeztek, köztük a nálunk is jól ismert A. N. Kolmogorov valószínűség-elméleti iskolája. Nagy eredményeket ért el a szovjet tudósok a matematikai logika, az algebra, a geometria és a függvényelmélet terén. Továbbfejlesztették a differenciálegyenletek elméletét és az utóbbi évtizedben számos új vonással egészítették ki a függvényanalízis irányát. Ezen a téren nagy segítséget adott az elektronikus számítástechnika, amely a matematika, a kibernetika és az elektronika eredményei alapján fejlődött ki, meggyorsítva a matematikai gondolkodás fejlődését is.

Hasonló a jelentősége a fizikai tudományok fejlesztésének, amelynek érdekében a szovjet állam létezésének első éveitől kezdve igen sokat tett.

Világhíressé váltak A. A. Joffe, Sz. I. Vavilov, L. I. Mandeljtam és L. D. Landau tudományos iskolái.

Elhamarkodott lehet egy-két nevet kiemelni, mégis megkockáztatjuk megemlíteni V. A. Fok nevét, aki az összetett atomi szerkezetek pontos kvantummechanikai számítási módszerét tárta fel, L. D. Landau a kombinált pontosság megmaradási törvényét dolgozta ki. N. N. Boguljov, aki a tér kvantumelméletével kapcsolatos feladatok módszereit dolgozta ki és I. Je. Tamm, aki a kvantummechanika és a tér kvantumelmélete terén ért el sikereket.

A magfizika terén végzett kutatómunkák eredménye nyomán a Szovjetunióban rövid idő alatt igen jelentős atomenergetikai ipar fejlődött ki.

A háború utáni időszak szovjet fizikusainak egyik legszebb eredménye a rádióelektronika új irányának, a kvantumelektronikának a kialakítása. N. G. Bászov és E. M. Prohorov ezért részesült Nobel-díjban. Ők vetették fel a lézerek alap gondolatát és dolgozták ki a lézerek elméletét, majd kísérletileg megvalósították a molekuláris elektromágneses hullámgenerátort (mézer).

A későbbiek során a szovjet fizikusok amerikai kollégáikkal egyidejűleg kifejlesztették a félvezető lézereket, majd lumineszcens közegek, folyadékok és gázok alkalmazásán alapuló lézerek sok típusát.

A matematikai, a fizikai tudományok, de a technikai tudományok területén végzett kutatómunka is elősegítette a gyártási műveletek automatizálási módszereinek kidolgozását.

A szovjet tudósok az irányítástechnika fejlődését előmozdító számos elméleti problémát oldottak meg. Kidolgozták az automatikus nemlineáris irányítási rendszerek elméletét, nagy eredményeket értek el a különféle elektronikus műszerek, mágneses elemek kifejlesztésében, automatikus berendezések felépítési elveinek kidolgozásában, relérendszerek elméletének felállításában.

Nagy szerepet játszik a kémia a szovjet tudomány, de az egész népgazdaság fejlesztésében. Ennek megfelelően a korszerű kémiának egyetlen olyan területe sincs, amelyet a szovjet tudósok ne művelnének.

Ezen a téren talán első helyen kell megemlíteni a kémiai tudomány egyik legfontosabb ágának: a kémiai fizikának a fejlődését. Világhírré tett szert a Nobel-díjas N. N. Szemjonov a kémiai kinetika területén, de ugyanilyen joggal említhetjük meg a reakciók láncelméletének, az égés és robbanás elméletének a kidolgozását is.

Szovjet tudósok munkáinak eredményeképpen új fejezetekkel gazdagodott az elméleti elektrokémia.

A nulltöltésű potenciálok tana, az elektrokémiai reakciók sebességének az elektródaoldalt választóhatár szerkezetétől való függése, a kontakt potenciálkülönbségek és az elektromotoros erők kölcsönhatása jelzik ezen munka ismertebb eredményeit.

A fizikai kémia, a geokémia, a ritka elemek kémiája területén is széles körű kutatótevékenység

volt. Szovjet tudósok kidolgozták és megvalósították egész sor ritka fém kivonásának technológiáját.

Komoly sikereket értek el szovjet tudósok a természetes és mesterséges radioaktív elemek kémiájában. V. I. Vernadszkij és V. G. Hlopin voltak a rádiókémikusok szovjet iskolájának megalapítói.

A szerves vegyületek jelentősége az utolsó évtizedekben hihetetlenül megnőtt, elsősorban felhasználásuk sokféleségén keresztül, amely átszövi a technikai világot, sőt az élet minden területét. Az elemi szerves vegyületek kémiájának fejlődése a Szovjetunióban, de külföldön is elválaszthatatlannul összefügg A. N. Nyeszmejanov nevével.

Szovjet tudósok sokat tettek a kémiai átalakulások elemi reakciói szerkezetének megértése érdekében, ami lehetővé tette a különböző értékes tulajdonságú új polimerek előállítási technológiájának kidolgozását. Meghatározták a távlati jelentőségű polimeranyagok sorát, a természetes kaucsuk tulajdonságait felülmúló szintetikus kaucsukok új típusait.

Jelentősen bővült a kémiai technológia elméleti alapjainak tisztázására irányuló vizsgálatok köre is, és az utóbbi időben egyre gyakrabban alkalmazzák a matematikai modellezés új módszereit.

Fontosságához képest talán a legelső között kellett volna említeni az energiaipar gyorsított fejlesztésére, új energiaforrások keresésére, az energiaátalakítási módszerek hatásfokának növelésére, az energiatovábbítási eljárások tökéletesítésére irányuló széles körű kutató és fejlesztő tevékenységet. Ennek a munkának eredményei is ott vannak a Szovjetunió minden területén, a kibányászott olaj ma már évi 200 millió tonnás nagyságrendjében, a földgáz milliárd m<sup>3</sup>-es mennyiségeit szállító távvezetékek ezer és ezer kilométerében, a gigantikus vízierőrendszerek hálózatában, a nagyteljesítményű atomerőművekben.

Folyik a kutató munka a hőenergiát közvetlenül villamos energiává átalakító berendezések, ilyen típusú magreaktorok kialakítása területén.

Kifejlesztették a vezérelhető erősáramú szilícium egyenirányítókat, melyeket a szovjet ipar ma már sorozatosan gyárt. Az erősáramú félvezető áramátalakítók alapján folyik az elektrotechnika műszaki bázisának átalakítása, az energetika, a közlekedés, a gépipar és számos más népgazdasági ág rekonstrukciója is.

Gazdagodtak a bolygónkra vonatkozó tudományos ismeretek. Ezen a téren nagy jelentőségre tettek szert az új geofizikai és geokémiai kutató módszerek.

Sokat fejlődtek a kőzetek és az ércek abszolút életkorát meghatározó sugárzásos radiológiai módszerek is. Ezek segítségével sikerült tisztázni a magmatikus folyamatok időrendi törvényszerűségeit, sikerült megfejteni a föld őstörténetének vitás kérdéseit, a hasznos ásványok elhelyezkedésének általános törvényszerűségeit.

A szovjet tudósok eredményesen foglalkoznak a hidrológia és a geometria sok időszerű kérdésével. Kazahsztán egyes körzeteiben földalatti víz-

készleteket tártak fel, ezek a vidék gazdasági fejlődése szempontjából rendkívül fontosak, Kamcsat-kában pedig geotermikus erőmű működik.

Oldalakon lehetne még sorolni, mivel járultak hozzá a szovjet emberek a zoológia, a biológia, az orvostudományok területén, a társadalomtudományok, a közgazdaságtan területén, a történelem, a nyelv- és irodalomtudományok területén a fejlődéshez.

Így is nagyon messze távoztunk azonban szűkebb területünkől a szilikátipartól, a szilikátkémiától, a szilikátipari kémiai technológiától. A fejlődés ezen a téren talán nem olyan látványos, mint a felsorolt tudományágak területén.

Ha meggondoljuk azonban, hogy a szovjet hatalom 50 éve alatt több, mint 600 milliárd rubelt fordítottak a szovjet népgazdaság fejlesztésére, hogy több, mint 40 000 állami nagyipari üzem építettek vagy felújítottak és adtak át rendeltetésének, hogy több, mint 800 új várost és sok millió lakást építettek, hogy óriási munkát végeztek a II. világháború éveiben a fasiszta megszállók által szétrombolt gazdaság helyreállítására, akkor azonnal belátjuk, hogy ezek az építési eredmények nem lehettek volna elérhetőek jól fejlett építőanyagipar nélkül, jól szervezett szilikátipar nélkül.

El akartam kerülni a számokat. Egészen mégsem sikerül, mert ezzel talán még jobban aláhúzzhatjuk, amit a hihetetlen fejlődésről mondtunk.

A Szovjetunió cementipara 1966-ban több, mint 79 millió t cementet adott a népgazdaságnak, az 1967. évi feladata 84,5 millió t.

Azbesztcement-palából 1966-ban 4,5 milliárd db egységlemelt állított elő, 1967. évi feladata 7,7 százalékkal több.

Azbesztcement-csővekből az 1967. évi feladat 39 300 egység km; 6,6%-al több mint az előző évben.

Minőségiazbeszt-termelés 1 280 000 t. 1966-ban 1 230 000 t. Előregyártott vasbetonelemekből 1966-ban 61,2 millió m<sup>3</sup>-t adtak a szovjet üzemek az építőiparnak, 1967. évi feladatuk 66,5 millió m<sup>3</sup>.

Kavicstermelési előirányzat 1967-ben 243 millió m<sup>3</sup>, zúzott kő tervük 420 millió m<sup>3</sup>.

A Szovjetunió nagyüzemi téglagyárainak 1967. évi terve 48,2 milliárd kisméretű téglaegység.

A szovjet üvegipar sikküveggyártási terve 210,3 millió m<sup>2</sup> 1967-re.

A jubileumi évben 4,6 millió m<sup>2</sup> kirakatüveget, 4,6 millió m<sup>2</sup> drótbetétes öntöttüveget, 125 000 köbméter üvegpanelt és sok más gyártmányt biztosít az üvegipar.

Sorolhatnánk még tovább a számokat. Beszélhetnénk még tovább azokról az eredményekről, melyeket a szovjet szilikátipar, a cementipar, a durva- és finomkerámiaipar, a tűzállóanyagipar, az üvegipar és azok fejlődését biztosító széles körű kutató és tervező hálózat és gépgyártás elért. Kicsit talán hálátlanok is leszünk saját területünkkel szemben, mikor ezt a felsorolást nem folytatjuk, csak párat megemlítünk azok közül az intézmények közül, melyek ezen fejlődést szolgálták, melyek legtöbbször mi is ismerjük, velük közvetlen és személyes kapcsolataink vannak, melyeket ez alkalommal is szívből köszöntünk.

Cementipari Kutató Intézet, NIICement. Moszkva.

Állami Össz-szövetségi Cementipari Tudományos Kutató és Tervező Intézet, GIPROCEMENT. Leningrád.

Ukrán SZSZK Cementipari Tudományos Kutató és Tervező Intézet, JUZSGIPROCEMENT. Harkov.

Szovjetunió Építőanyagipari Minisztériuma Állami Össz-szövetségi Azbesztcement Tudományos Kutató Intézete VNIIAszbesztcement, Moszkva.

Állami Kerámiai Kutató Intézet. GIKI. Leningrád.

Össz-szövetségi Építőkerámiai Tudományos Kutató Intézet, NIISztojerkeramika, Kucsino.

Tűzállóanyag Intézet, Leningrád.

Mengyelejev-ről elnevezett Kémiai Technológiai Intézet, Moszkva.

A Szovjet Tudományos Akadémia Szilikátkémiai Intézete, Leningrád.

Lenszovjet-ről elnevezett Technológiai Intézet, Leningrád.

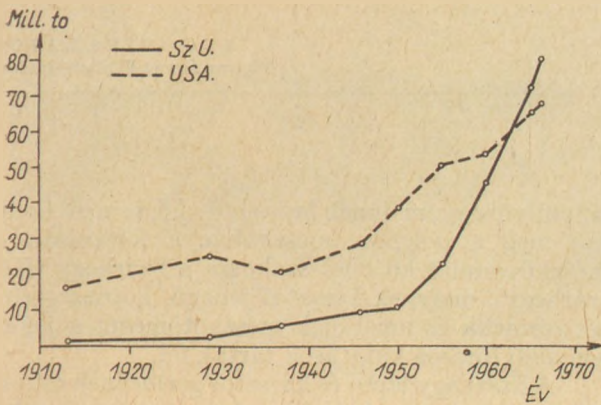
Ugyanígy csak felsorolásszerűen emlékezünk meg ezen intézmények dolgozóiról, kutatóiról, egyetemi tanárokról, akiknek neve munkásságuk révén jól ismert a magyar szilikátiparban.

A. I. Avgusztinik, D. Sz. Beljankin, N. V. Belov, A. Sz. Bereznoj, P. P. Budnikov, Ju. M. Butt, G. N. Duderov, V. N. Jung, I. Sz. Kajnarszkij, I. I. Kitajgorodszkij, I. V. Kravcsenko, Ju. Sz. Lurje, M. A. Maivejev, O. P. Mcsedlov-Petroszjan, Sz. A. Mironov, N. M. Pavluskin, D. N. Polubojarinov, P. A. Rebinder, Sz. M. Rojak, V. J. Szatarin, B. G. Szkramtajev, V. V. Timasev, N. A. Toropov, V. F. Zsuravlev.

A mély tisztelet hangján emlékezünk meg azokról, akik már nincsenek az élők között és el-

Cementgyártás (millió tonna)

Ország	1913.	1929.	1937.	1946.	1950.	1955.	1960.	1965.	1966.
Szovjetunió . . . . .	1,8	2,2	5,5	3,4	10,2	22,5	45,5	72,4	80,0
Egyesült Államok . . . . .	15,9	29,5	20,1	28,1	38,7	50,5	53,3	65,0	67,2
Anglia . . . . .	2,9	4,8	7,4	6,7	9,9	12,7	13,5	17,0	17,6
Franciaország . . . . .	1,9	6,2	4,3	3,9	7,4	10,8	14,4	22,6	24,4
Német Szöv. Közt. . . . .	5,2	5,3	10,0	2,8	11,1	19,1	25,8	34,1	34,6
Olaszország . . . . .	1,6	3,5	4,3	2,4	5,3	10,8	16,0	20,2	21,1
Japán . . . . .	0,7	3,8	6,1	0,9	4,5	10,6	22,5	32,7	36,0



1. ábra

küldjük jókívánságainkat azoknak, akiknek munkássága, tevékenysége még ma is alkotóan járul hozzá a szovjet szilikátipar, a szilikátkémia és a szilikátechológiai tudományág fejlődéséhez.

Ígéretem ellenére mégis számokkal, lenyűgöző számadatokkal fejeztem be vázlatos összefoglalómat.

És ha már ezt a hibát elkövettem, legyen szabad még egy táblázatot és egy diagramot bemutatni a szovjet cementipar fejlődéséről, összehasonlítva a fejlett ipari országokkal, köztük az Egyesült Államokkal.

A táblázat és a diagram is magától beszél.

Az eredmények forrása a Nagy Októberi Szocialista Forradalomban gyökeredzik, melyről megemlékezni, melyet a magyar szilikátipar minden dolgozója nevében őszintén köszönteni volt célja cikkünknek.

Talabér József: Fél évszázad.

Талабер, Йозеф: Пятьдесят лет

Talabér, József: Fünftzig Jahre

Talabér, József: Fifty Years

## AZ ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT KÜLFÖLDI LAPSZEMLÉJE

### STAVIVO

1967. 1. sz.

*Strapec, P.—Horváth, I.: A cementgyári nyerskeverék előállításának irányítása és optimalizálása számítógéppel (p. 3—7, á: 5, t: 1, b: 3.)* A cementgyártásban törekedni kell egyenletes, jó minőségű termékeket előállítani. A nyersanyagokkal szemben támasztott követelmények a múltban és jelenleg. A nyerskeverék előállítási folyamatának három fázisa: 1. alapnyersanyagok és adalékok előkalkulációja az optimalizált ár tekintetbevételével, 2. a nyersanyagok és adalékok előhomogenizálása, 3. a végleges keverék készítése őrléssel és homogenizálással. A program összeállítása és számítási példa URAL 2. számítógép alkalmazásával. A tanulmány irányításának alapelvei a számítógép bevezetésénél a nyersanyagok előkészítésére és a munkamódszer ismertetésére. A digitális számítógép alkalmazása a nyerskeverék előállításának irányítására csak abban az esetben gazdaságos, ha legalább 1000 óra megszakítás nélküli üzemelésről van szó. A nyerskeverék készítése számítógép segítségével az első szakasza a cementgyári üzemeltetésnek számítógéppel való irányítására.

*Slahucka, V.: A cementlisztek finomsága és a granáliák előszárítása a hőstabilitásokra való tekintettel (p. 7—11, á: 3, t: 6, b: 13.)* A klinkerégető aknakemencék részére szolgáló granuláló tányérokban a nyers granulátumok az új előállítási technológia bevezetésekor gyakran szétestek a nyersanyag nem megfelelő ásványi összetétele következtében. A szerző vizsgálja a nedves granulátumok hőstabilitását, az őrlési finomság és hőstabilitás közötti összefüggést és a granulátumok előszárítását. Az előszárításra vonatkozó laborató-

riumi vizsgálatok és eredményeik ismertetése. Megállapították, hogy az előszárítás a tulajdonképeni hőstabilitást és a granáliák fokozatos felmelegítése szükséges. Az elegendően porózus (28—30%) granáliák esetében a felmelegítés sebessége 50°/percet, sőt többet is kitehet. A limitált teljesítmény 50°/perc hevítés részére körülbelül 8,0—8,3 tonna/órát tehet ki.

*Gero, T.: Aszbeszcementanyag előállításának új módszere (p. 12—13, á: 2, t: 1, b: 2.)*

Az új módszer egy örvénylő keverő berendezés alkalmazásán alapul. A „turbomixer”-nek nevezett keverőberendezés és a kiegészítő berendezések és működésének ismertetése. Az új berendezés gazdasági előnyei. A régi holländer és az új turbomixer műszaki jellemzőinek összehasonlítása mutatja, hogy bár az új turbomixer beszerzési költségei körülbelül 20%-kal magasabbak, a különbség megtérül, mivel az elektromos energiaköltségek körülbelül 22—25%-kal, az anyag előállítására szolgáló közvetlen költségek 48—50%-kal kisebbek.

*Hosek, J.: Polimercement-keverékek öregedése külső befolyások általi tartós igénybevétel esetén (p. 14—17, á: 9, t: 2, b: 6.)*

A polivinilacetát hozzákeverésével módosított habarcsok tulajdonságai. A laboratóriumi kutatási munkáknál nyert eredmények ismertetése. A mechanikai szilárdságok, a térfogat- és súlyváltozások közötti összefüggések a szilárdulásnál. Ellenállóképesség a víz hatásával szemben, ciklikus igénybevétel a veterométerben. A polimercement-keverékek gyakorlati alkalmazása. Az eredmények értékelése. Szükséges még megoldani a módosított habarcsok fokozott térfogatváltozásait.

*Komlós, K.: A beton húzószilárdságának meghatározására szolgáló metodika jelenlegi helyzete (p. 18—20, á: 11, b: 19.)*

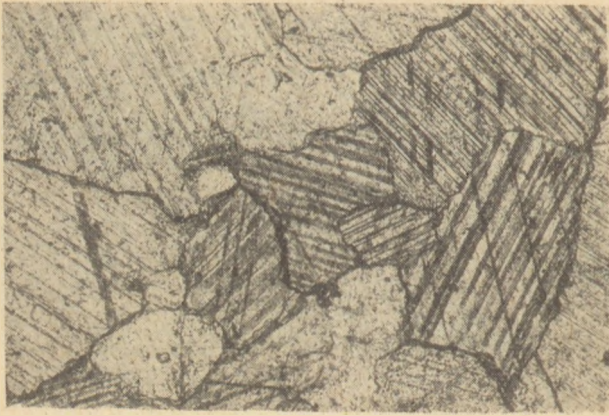
A közvetlen húzásnak igénybevetett beton néhány vizsgálati módszerének áttekintése, a vizsgálati módszerek jellemzői és értékelése. A világon a legutóbbi 10 évben alkalmazott elterjedtebb módszerek ismertetése. A RILEM által javasolt módszerek. Javaslat a vizsgálati módszerek szabványosítására.

*Vleck, M.: A panelek komplettálása és a kizsaluzási szerek (p. 22.)*

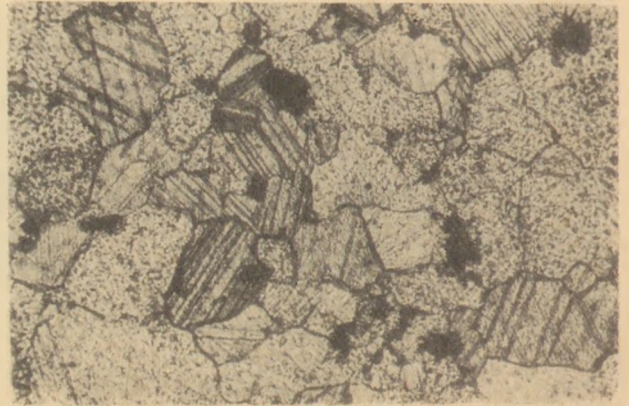
A panelek optimális komplettálásának az a célja, hogy az előregyártott lakásépítésnél csak a szerelési munkákat kelljen elvégezni. A fal-, mennyezet- és közfal-panelek főképpen a felületminőség tekintetében nem felelnek meg a komplettálási követelményeknek. Olyan kizsaluzó szerekre van szükség, melyek nem hagynak foltokat a felületen és megakadályozzák a beton hozzátapadását a formákhoz. A különböző kizsaluzó szerek vizsgálata. A tökéletes felületű panel gyártásának előfeltételei.

*Cerny, M.: Kőblokkok jövesztése nagylyukú robbantással (p. 29—32, á: 6, t: 1, b: 6.)*

A nagylyukú robbantási módszer bevezetésének előfeltételei a kőblokkok termelésénél. A nagylyukú robbantási módszerek különböző fajtái. A furatátmérő megválasztása, a lyuk mélysége. A fő robbantási paraméterek kiszámítása és a töltet tömítése. A robbantó-töltet indítógyújtása. A kísérleti robbantások értékelése. Gazdaságossági számítások. A nagylyukú robbantásokhoz legalkalmasabb robbantóanyag a „VESUVIT TN”. A nagylyukú robbantás esetében a termelést a fúrási munkák olcsóbbításával lehet gazdaságosabbá tenni. (Folytatása a 413. oldalon)



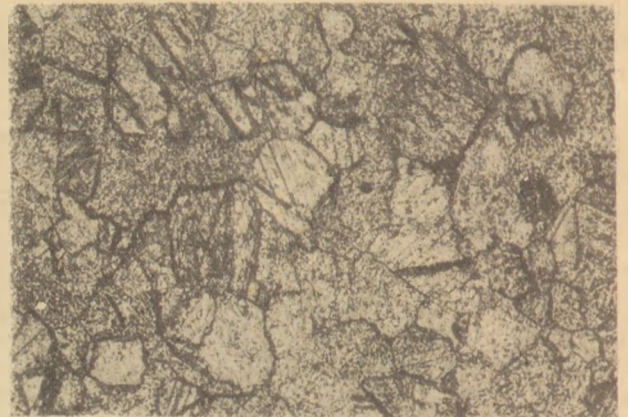
3. ábra. A 2. sz. fúrólukból 100 m-ből felhozott mészkő fúrómag



5. ábra. A 4. sz. fúrólukból 36 m-ből felhozott mészkő fúrómag



4. ábra. A 3. sz. fúrólukból 58 m-ből felhozott mészkő fúrómag

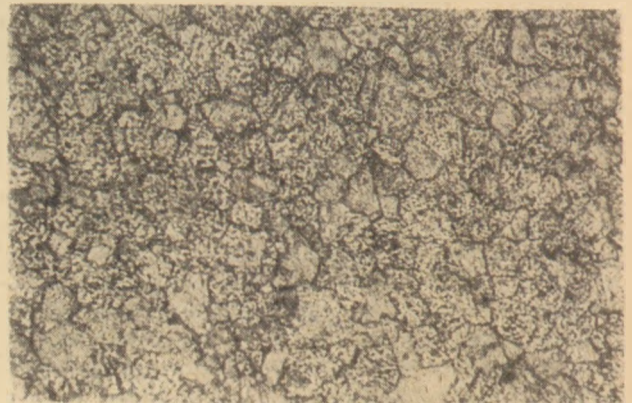


6. ábra. Az 5. sz. fúrólukból 50 m-ből felhozott mészkő fúrómag

muló meszes oldatok kicsapódásából keletkezett kalcitkristályos erek gyakran járják át a kőzetet vagy kristályos bevonatok borítják a hasadékok falait. Egyébként a mészkő tömegében a karsztosodás, vagy kioldásos üregek, hasadékok figyelhetők meg.

A vékonycsiszolatok mikroszkópos vizsgálata alapján megállapítható, hogy ennek a mészkőnek kristályos-szemcsés szövete allotriomorf kalcitkristályokból tevődik össze. A szemcsék nagysága szerint a szövete finomabb, vagy durvább (mezokristályos-makrokristályos). A kalcitkristályok egyazon szinten többnyire egyenletesen nagyok, és irányítottság nélkül helyezkednek el egymás mellett. A kalcitkristályokon általában a poliszintétikus ikerösszenövés a (0112) romboéder lap szerint gyakori. Az egyes kalcitkristályok ebben a mészkőben egyenetlen, cikk-cakkos határokkal találkoznak, néhol újszerűen hatolnak egymásba, ez a szöveti sajáttság egyébként a dinamometamorf márványokra jellemző. Megállapítható egyébként, hogy a Szárhegyi kristályos mészkőve minden szinten, mind horizontális, mind pedig vertikális irányokban tömött szövetű kőzet.

A nagyszámú kémiai elemzés szerint (260 db részelemzés és 27 db teljes elemzés) a szárhegyi gerinc mészkővének  $\text{CaCO}_3$ -tartalma átlag 95,49%, tehát típusos mészkő, viszont a  $\text{MgCO}_3$  tartalma átlagban 2—3%, csak ritkán, néhány szinten ért el



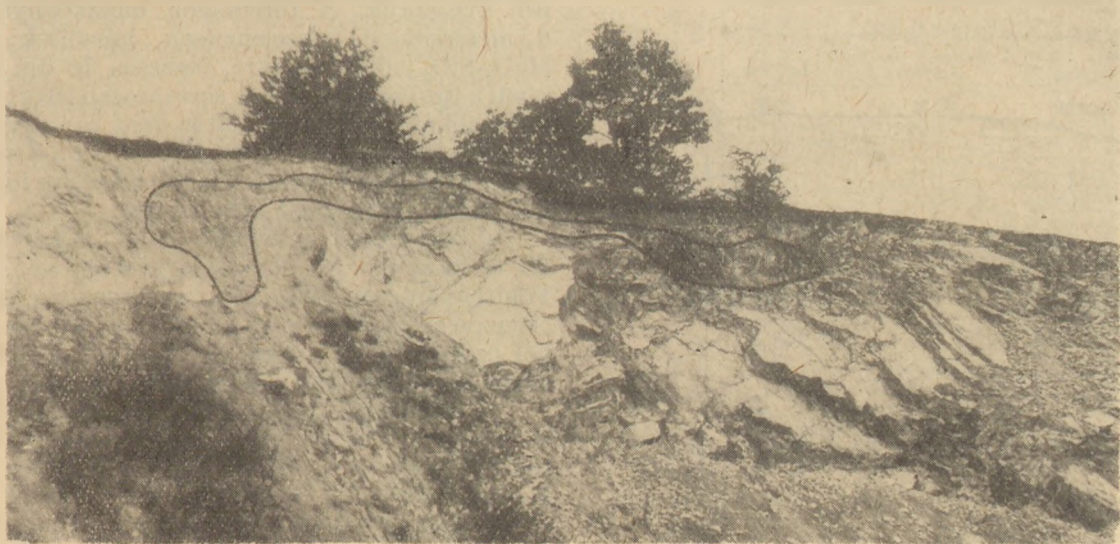
7. ábra. A 6. sz. fúrólukból 15 m-ből felhozott mészkő fúrómag

magasabb százalékot. A  $\text{SiO}_2$ -tartalom átlagban 0,16—1,5% között ingadozik, azonban többnyire 1% alatt marad. Ezek alapján megállapítható, hogy a szárhegyi kristályos-szemcsés szövetű mészkő kémiai összetétele alapján típusos mészkő-márvány.

Átlagos fajsúlya = 2,73, átlagos térfogatsúlya = 2,5, ami a mészkőmárványokra jellemző értékeknek felel meg.

Szárhegyi kristályos mészkőben, mint mellék-elegyrészek: víztiszta kvarcsemmcsék, csillám, tremolit lemezek is ismerhetők fel, helyenként finom





8. ábra. Vulkanai kőzettelér Szárhegy mészkőtömegében. (A T. Sz. kőbánya keleti bányafalában.)

porszerűen elhintett magnetit szemcsék található. Az aktinolit és tremolit-lemezeket, geológiai vizsgálat közben, már a felszíni mészkőben id. Lóczy L. és Vendl A. is megtalálták.

A szárhegyi mészkő itt jellemzett szöveti sajátságait, az ásványos elegyrészek megjelenését a 3—7. ábrákon bemutatott vékonycsiszolatok fotói rögzítik.

A szárhegyi gerinc É-i oldalát a helybeli termelőszövetkezet kiterjedt bányafeltárásban termeli, és mint útépítő kőanyagot értékesíti. Ennek a kőbányának K-i oldalában, a mészkő tömegében sötét, harnásszerű vulkáni-kőzettelér települ kb. 25 m hosszúságban, 2—5 m szélességben. A mészkő tömegébe benyomuló láva valószínűleg az egykori törésvonalakat követte, és itt nagyjában É—D-i irányú telér alakjában merevedett meg. Az érintkezésnél mindkét kőzettípuson észlelhető a kontakthatás. A vulkáni kőzet egész tömegében erősen repedezett, limonitos erekkel átjárt laza tömeg, mely már nyomásra is apró darabokra esik szét. E vulkáni telér andezit-típusú kőzetének itt gyakorlati jelentősége nincsen, kőzettani tudományos vizsgálata folyamatban van (8. ábra).

A vonulat ÉK-i végén, Kőszár-község határában szintén vulkáni kőzettelér (andezit) található. Ennek éretartalmát bányakutatásokkal vizsgálták, de gyakorlati felhasználásra nem került sor, az érckészlet nem elegendő. A Somlyó-hegy mészkőgerincében pedig két gránit-aplit telér maradványait találták a mészkő bányászata közben.

#### Szárhegyi gerinc mészkővének kémiai vizsgálata

Ezen mélyfúrásos kutatások súlypontjában a szárhegyi mészkő kémiai összetételének megkutatása állott; a szabvány-előírta feltételek szerint, a mészkő tisztasága, tehát  $\text{CaCO}_3$ -tartalmának és jelen esetben különösen a  $\text{SiO}_2\%$  mennyiségének meghatározása. Ennek megfelelően összesen 287 db kémiai elemzést végeztünk a fúrásokból felszínre hozott mészkő anyagából. Ebből 260 részelemzés volt, melyek a mészkőnek Ca-Mg-Si-tartalmát mu-

tatták ki, míg 27 db teljes elemzés (14 alkotórészre), a mészkőnek általános összetételét,  $\text{CaCO}_3$  tartalmát, tehát tisztaságát állapították meg.

Az elemzésre felhasznált fúrt anyag mintavétele másképpen történt a porfúrásos, illetve magfúrásos mészkőanyagnál.

#### Szárhegyi porfúrások

A porfúrásokat  $\varnothing 80$  mm rotációs rendszerű, elektromotoros meghajtású, lánctalpas, önjáró fúrógép végezte, melynél az öblítés sűrített levegővel történt. A szükséges energiát agregátorral, illetve mobil légkompresszorral biztosították. A fúrógép lyukanként átlag 30,4 fm mélységet ért el.

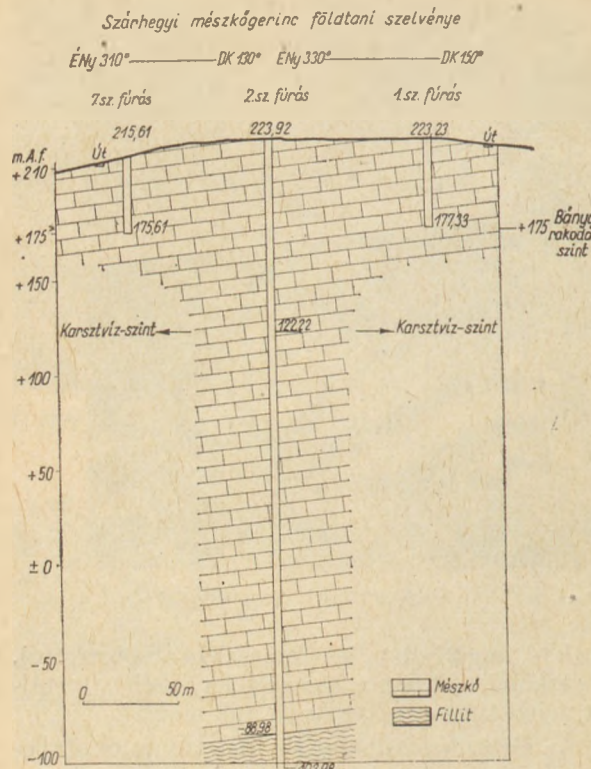
A mintavétel a kihozott törmelékből 1,60 cm-ként történt (ennyi a rudazat hossza), vagyis minden 30,4 fm-es fúrásból 19 db poranyag-mintát gyűjtöttünk be. A nagy gonddal elkülönített és tisztán kezelt poranyagból részelemzés készült:  $\text{CaO}_3$ - $\text{MgO}_3$ - $\text{SiO}_2$  alkotórészek meghatározása céljából. Majd egy-egy fúrólukból felhozott 19 poranyagmintát összekevertük, és ebből a keverékből egy teljes elemzés készült; ezáltal minden 30,4 fm-es fúróluk mészkőanyagának átlagösszetételét is megkaptuk.

A szárhegyi gerincen telepített 18 porfúrásból felhozott mészkőanyag kémizmusáról, az elvégzett részelemzések és a 10 db teljes elemzés értékei adnak áttekinthető képet, melyeket az 1—3. táblázatok foglalnak össze.

#### Szárhegyi magfúrások

Szárhegy mészkőgerincén a porfúrásokon kívül még 7 db magfúrást is telepítettünk. A fúrásokat G—200-as jelzésű kisebb garnitúra, és a ZISz—300-as jelzésű nagyobb garnitúra végezte, átlag 80%-os magkihozattalal.

A kitűzött cél az volt, hogy a magfúrások a 2. sz. fúróluk kivételével, átlag 175 m A. f.-i mélységig harántolják a Szárhegy mészkőréteget; ez ugyanis a jelenlegi rakodók szintje. A 2. sz. fúró-



9. ábra.

ponton azonban, a kőbányászat jövődjét fejlesztését tartva szem előtt, nagyobb mélységig, egészen 100 fm-ig fúrtunk, (ami 123,92 A. f.-i magasságnak felel meg) ez a 100 m-es fúrás kőbányászati szempontból sikeresnek mondható, mert igen jóminőségű kristályos-szemcsés mészkövet harántolt, tehát bebizonyosodott, hogy a fenti 175 m-es szint alatt még komoly „reménybeli mészkőkészlet” található, melynek minősége is jó, mint azt a kémiai elemzések bizonyítják.

A felszínre hozott fúrómagok mészkőanyagá-

nak kémiai és fizikai viszonyait a következőképpen vizsgáltuk. A fúrómagok mészkőanyagából 5 méterenként részlelmzések készültek:  $\text{Ca}_3\text{-MgO}_3\text{-SiO}_2$  alkotórészekre, összesen 70 db. Ezenkívül a fúrómagkészletből sorozatosan letört mészkődarabkák keverékéből 20 m-ként egy-egy teljes kémiai elemzés készült 14 alkotórészre. Összesen 17 db ilyen teljes elemzés rögzíti az egyes fúrólyukak mészkőrétegeinek kémizmusát.

A fúrómagok anyagából 29 db fajtsúly- és 29 db térfogatsúly-meghatározás készült az Állami Földtani Intézet kémiai laboratóriumában. A részlelmzések kiválogatott mészkőminták anyagából pedig vékony metszetek készültek a mikroszkópos vizsgálatokhoz, összesen 70 db.

A szárhegyi gerinc 7 db magfúrásából felszínre hozott mészkőanyag teljes elemzéseit a 2. táblázat, míg az egyéb vizsgálatok eredményeit a 3. táblázat rögzíti.

A 100 m-ig lemélyített és igen jó mészkövet feltárt 2. sz. fúróponton — a Központi Földtani Hivatal utasítására és finanszírozásával — a fúrás tovább folytatódott azzal a célkitűzéssel, hogy most már a Szárhegy mészkőgerincét átfúrva, megismerjük annak rétegvastagságát és fekközvetét. Az így kapott mindkét adat a tudományos geológia szempontjából nézve igen fontos, és ezáltal a geológusok régi óhaja és vágya valósul meg. A szárhegyi 2. sz. fúróponton a fúró 321,90 m mélységben átfúrta a gerincet felépítő kristályos-szemcsés mészkőréteget, és bejutott a fekközvetbe, a fillit-palába, melyben még 14,30 m-t fúrtak tovább, egészen 327,20 fm talppontig.

A szárhegyi fúrás eredményei a geológia részére értékes és fontos adatokat szolgáltatottak: megismertük a szárhegyi gerinc mészkőrétegének vastagságát és fekközvetét, a fillitet. Ezáltal a polgárdi mészkő ó-paleozói kora bebizonyosodott. Megismertük továbbá a karsztvíz-szintet, mely ebben a mészkőrétegben 122,22 m. A. f.

A szárhegyi 2. sz. fúróponton elért eredmények

1. táblázat

Polgárdi—szárhegyi porfúrások pormintakeverékéből készült teljes elemzések

Elemzők: Tolnay Vera és Guzy Károlyné

	I. sz. fúrás	II. sz. fúrás	IV. sz. fúrás	VI. sz. fúrás	VII. sz. fúrás <sup>1</sup>	VIII. sz. fúrás	XI. sz. fúrás	XII. sz. fúrás	XV. sz. fúrás	XVI. sz. fúrás
$\text{SiO}_2$	4,89%	2,09%	0,82%	1,27%	0,33%	0,70%	1,37%	0,59%	0,72%	0,78%
$\text{TiO}_2$	0,07	∅	0,04	∅	0,06	∅	0,04	∅	∅	∅
$\text{Al}_2\text{O}_3$	3,72	1,05	0,55	0,99	2,50	0,89	0,65	0,77	0,52	0,64
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,62	0,42	0,12	0,19	0,32	0,05	0,32	0,09	0,16	0,26
$\text{FeO}$	erős nyom	0,06	0,02	0,04	erős nyom	0,04	nyom	0,04	0,03	0,03
$\text{MnO}$	0,11	0,03	0,03	0,03	0,05	∅	0,14	0,03	0,04	0,02
$\text{MgO}$	0,40	1,81	1,26	0,79	0,39	1,55	1,37	1,04	1,39	1,39
$\text{CaO}$	49,88	51,78	53,71	53,45	53,88	53,73	53,61	54,06	53,74	53,64
$\text{K}_2\text{O}$	0,45	0,20	0,09	0,10	0,07	0,10	0,11	0,08	0,07	0,04
$\text{Na}_2\text{O}$	0,07	0,05	0,08	0,09	0,07	0,10	0,04	0,06	0,08	0,11
$\text{H}_2\text{O}^-$	0,10	0,08	0,07	0,08	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
$\text{H}_2\text{O}^+$	0,67	1,10	0,06	0,37	0,67	0,08	0,43	0,27	0,05	0,21
$\text{CO}_2$	39,22	41,00	42,61	42,10	42,04	42,91	41,59	42,34	42,54	42,24
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
	100,23%	99,69%	99,47%	99,52%	100,43%	100,13%	99,76%	99,46%	99,44%	99,47%
$\text{CaCO}_3 =$	89,04%	92,43%	95,87%	92,52%	96,18%	95,91%	95,69%	96,50%	95,92%	95,75%
$\text{MgCO}_3 =$	0,84%	3,79%	2,63%	1,65%	0,82%	3,24%	2,86%	2,17%	2,91%	2,91%

nemcsak a tudományos geológia, hanem a kőbányászat szempontjából is komoly jelentőségűek. A 9. ábra földtani szelvénye nemcsak a képződmények településére, hanem a mészkő tömegviszonyaira nézve is sokatmondó. A nagyvastagságú mészkő-márvány végig, a fekü fillit-kőzet határáig egyenletes kifejlődésű, és kémiailag is megfelel az adalékanyagtól megkívánt feltételeknek. A közölt geológiai szelvény szerint a mészkőbányászat a mélység felé igen komoly „reménybeli készletekkel” rendelkezik, mert a jelenlegi szárhegyi 194 m A. f. bányaszint alatt még 72 m vastag mészkőréteg tárható fel, a karsztvíz szintjéig. A jelenlegi bányaszinten 20—25 m-es homokfállal termelnek, ha ezt vesszük figyelembe, akkor még 3 bányaszintet lehet a mai bányaudvar alatt kialakítani.

### Szárhegyi mészkő kőzetmechanikai vizsgálata

A Szárhegyi mészkövet két irányban használják fel: a dunaújvárosi vaskohók 15 cm-nél nagyobb darabjait mint adalékanyagot alkalmazzák, míg apróbb darabjait az utépítésben mint zúzott követ használják. Ennek következtében a mélyfúrások fúrómagjain az utépítő kőzetekre vonatkozó szabványok előírása szerint technológiai vizsgálatok is történtek.

A fúrómagok kőzetmechanikai vizsgálatát az É. M. Szilikátipari Központi Kutató- és Tervező Intézetben végezték. Az Intézet „A polgárdi mészkő kutatás mintaanyagának vizsgálata” című jelentésében közölte és részletezte vizsgálatainak eredményeit. Ezek a „szabványos és tájékoztató” jellegű vizsgálatok kiterjedtek:

1. nyomószilárdság-vizsgálatokra,
2. fajsúly- és térfogatsúly-meghatározásokra
3. kristályosítási vizsgálatokra.

Az Intézet vizsgálatainak eredményeit a fúrópontok szerint, és ezen belül a kőzetminták mélysége szerint csoportosítva és táblázatokban állította össze.

Ezen táblázatokból megállapítható, hogy a nyomószilárdsági értékek aránylag nagy ingadozásokat árulnak el, a megvizsgált összesen 174 kőzetminta nyomószilárdsági értékének határértékei:

$$246—1895 \text{ kp/cm}^2$$

átlagértéke tehát:  $1070,6 \text{ kp/cm}^2$ .

Az Intézet a beküldött fajsúly- és térfogatsúly-meghatározásokat a MSz 1991—60 szerint végezte, összesen 79 ilyen kettős vizsgálat értékeit szintén a fúrópontok és azokon belül a magminta mélysége szerint állították össze.

Fajsúlyok határértékei: 2,614—2,819,

átlagérték: 2,716.

Térfogatsúly határértékei: 2,418—2,761,

átlagérték: 2,588.

Az elvégzett kristályosítási vizsgálatok a kőzetek időállóságának megállapítását célozzák. A vizsgálatokat, az előírások szerint, nátriumszulfáthban és magnéziumszulfáthban, 80—80 fúrómag kőzetmintán végezték, és az elért kristályosítási veszteséget táblázatokban, szintén mélység szerint sorakoztatták fel.

2. táblázat

Szárhegyi mélyfúrások fúrómagjainak kémiai elemzése  
Elemzők: Tolnay Vera, Guzy Károlyné, Soha Istvánné, dr. Emszt Mihály

	1. sz. fúrás		2. sz. fúrás			3. sz. fúrás			4. sz. fúrás			5. sz. fúrás			6. sz. fúrás		7. sz. fúrás	
	1—20 m	20—46 m	4,4—20 m	25—45 m	50—60 m	60—80 m	85—100 m	5—30 m	50—58 m	3—20 m	25—36 m	5—20 m	20—40 m	45—55 m	5—20 m	0,—20 m	20—40 m	
SiO <sub>2</sub>	0,89%	0,97%	0,82%	0,69%	0,94%	0,69%	0,92%	0,69%	0,45%	1,54%	1,26%	1,39%	0,82%	0,57%	0,84%	1,27%	0,83%	
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,07	∅	∅	0,01	nyom	nyom	∅	∅	0,01	∅	∅	∅	0,01	nyom	nyom	nyom	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44	0,63	0,38	0,61	0,43	0,79	2,09	0,35	0,36	1,05	0,55	1,14	0,51	1,06	0,61	1,11	0,84	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	0,17	0,20	0,12	0,05	0,17	0,16	0,12	0,03	0,18	0,19	0,24	0,10	0,20	0,10	0,12	0,08	
FeO	nyom	nyom	0,11	0,12	0,11	nyom	nyom	0,11	0,11	0,11	0,17	0,17	0,11	0,11	nyom	nyom	nyom	
MnO	0,14	0,03	0,01	∅	0,01	0,02	0,01	∅	∅	∅	0,01	0,01	0,01	∅	nyom	0,03	0,01	
MgO	0,92	0,36	0,58	0,58	0,58	0,41	1,15	0,18	1,93	1,28	1,42	2,56	2,49	2,16	0,19	0,93	0,19	
CaO	54,48	54,97	54,77	54,86	54,96	54,69	52,78	55,91	53,90	52,84	53,43	51,52	52,55	53,16	55,35	53,22	54,98	
K <sub>2</sub> O	0,10	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,27	0,03	0,07	0,05	0,12	0,06	0,06	0,09	0,08	0,14	0,10	
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,03	0,06	0,08	
H <sub>2</sub> O-	0,02	0,02	∅	∅	0,07	0,04	0,05	∅	∅	∅	∅	0,02	∅	∅	0,03	0,02	0,03	
H <sub>2</sub> O+	0,99	0,73	1,21	2,02	0,73	1,19	1,57	1,88	∅	0,80	0,68	0,93	0,08	0,90	0,60	1,15	0,70	
CO <sub>2</sub>	41,94	42,13	42,12	41,38	42,49	41,98	40,85	41,52	43,78	41,82	41,82	41,67	42,77	42,10	42,50	41,65	42,26	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,01	∅	∅	∅	0,03	0,03	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	0,03	0,03	0,03	
	100,24%	100,22%	100,33%	100,53%	100,55%	100,18%	99,95%	100,86%	100,68%	99,74%	99,70%	99,77%	99,57%	100,43%	100,38%	99,77%	100,13%	
CaCO <sub>3</sub>	97,25%	98,12%	97,76%	97,93%	98,10%	97,61%	94,20%	99,80%	96,21%	94,32%	95,37%	91,96%	93,80%	94,89%	98,78%	94,98%	98,12%	
MgCO <sub>3</sub>	0,29%	0,06%	1,21%	1,21%	1,21%	0,85%	2,40%	0,38%	4,04%	2,68%	2,97%	5,36%	5,21%	4,52%	0,39%	1,94%	0,39%	

## Szarhegyi porfúrások átlag kémiai értékei

Fúrópontok	Rész-elemzés	Teljes elemzés	CaCO <sub>3</sub> határértékei	CaCO <sub>3</sub> átl. ért.	SiO <sub>2</sub> átl. ért.	Megjegyzések
I.	19	1	88,37—97,05%	90,50%	6,09%	
II.	19	1	71,29—97,28	92,12	3,00	
III.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
IV.	19	1	67,72—96,80	93,55	1,01	
V.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
VI.	19	1	81,23—99,28	93,34	1,08	
VII.	19	1	92,49—97,78	96,76	1,54	
VIII.	19	1	82,82—98,71	95,52	0,72	
IX.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
X.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
XI.	19	1	93,62—98,79	97,16	0,80	
XII.	19	1	97,01—100,48	98,55	0,37	
XIII.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
XIV.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
XV.	19	1	93,75—99,10	96,22	0,32	
XVI.	19	1	88,78—97,44	95,45	0,52	
XVII.	—	—	—	—	—	Elemzés nem készült
<i>Szarhegyi magfúrások átlag-kémiai értékei</i>						Fajsúly határért.
1.	9	2	91,09—99,58%	97,87%	0,97%	2,68—2,70
2.	20	5	74,45—100,0	94,10	0,77	2,68—2,87
3.	9	2	70,82—99,37	93,93	0,60	2,69—2,81
4.	8	2	86,26—99,08	95,13	1,28	2,70—2,91
5.	12	3	77,34—98,42	92,63	1,44	2,51—2,81
6.	4	1	96,91—99,89	98,72	0,50	2,66—2,79
7.	8	2	95,43—100,0	98,34%	1,37%	2,66—2,80
Összesen	70 db	17 db				

A szarhegyi mészkő kristályosítási értékei általában 0—1% között ingadoznak. Mindössze 5 olyan fúrómagminta került a sorozatba, amelyeknél ezen értékek 10%-nál magasabbak voltak, ami 80—80 megvizsgált minta között elenyészően csekély; a kimutatott vizsgálati eredmények alapján tehát a szarhegyi kristályos mészkő időállósága jónak mondható.

Összefoglalva a Szarhegyen végzett mélyfúrásos kutatások eredményeit, megállapítható, hogy a

mészkővonulat mintegy 300 m vastag réteget alkot, az alsó részén kristályos palával, fillittel határos.

Kőzettanilag megállapítható, hogy az egész szarhegyi gerinc kristályos-szemcsés, márványszerű mészkőből, tehát metamorf kőzetből áll. A nagyszámú (287 db) kémiai elemzés alapján típusos mészkő-márvány ez, melyben a CaCO<sub>3</sub> átlagos értéke 95,49%. A SiO<sub>2</sub>-tartalma 0,16—1,15% között ingadozik, átlag 1%-nál alacsonyabb.

Megállapítható, hogy a végzett porfúrásos ku-

tatások vizsgálati eredményei, összehasonlítva a magfúrások kőzetanyagán végzett vizsgálatok értekeivel, jól egyeznek. Megállapítható, hogy a szárhegyi kristályos mészkő összetétele eleget tesz az adalékanyagok szabvány-előírta feltételeinek. A szárhegyi kristályos mészkő kőzetmechanikai vizsgálatainak eredményei, a mészkő építőanyagok szempontjából kielégítőek, ennek megfelelően jó építő mészkő.

Kőbányászati szempontból a Szárhegy gerincében található és kitermelhető kristályos mészkőtömeg igen hosszú időre elegendő kőanyagot tartalmaz a szárhegyi kőbánya üzemeltetésére, sőt fejlesztéséhez. Megállapítható, hogy a mészkőtömegben a maihoz hasonló bánya a mélység felé még három szinten alakítható ki, a karsztvíz szintjéig.

#### Jugovics Lajos: A polgárdi mészkő földtani kutatása

Szabadbattyán és Polgárdi között húzódó 2,5 km hosszú keskeny és 50—60 m magas mészkővonulat, geológiailag a Dunántúli Középhegység legrégebbi része; az ősi „Variskuszi-hegységrendszer” magyarországi, szétterjedt roncsa. E vonulat kőzete kristályos-szemcsés szövetű, márványszerű, metamorf mészkő, kora ó-paleozoi.

E vonulat Ny-i szakaszát, a *Somlyóhegyet* bontotta meg a „*polgárdi-kőbánya*” és mészkővet építésre termelte. Az utóbbi években a dunajvárosi vaskohók mint adalékanyagot használták e bánya mészkővet. A megnövekedett termelés nyomán a kőbányászat már e vonulat középső szakaszát, a *Szárhegyet* kezdte termelni. Ennek következtében szükségessé vált e gerinc mészkőanyagának minőségi megkutatása.

A minőségi kutatások elvégzése céljából Szárhegy mészkőgerincén összesen 1087,70 m mélyfúrást telepítettünk. A fúrások által felszínre hozott mészkőanyagot 287 kémiai elemzés vizsgálta, melyből 260 részelemzés volt és a Ca—Mg—Si alkatrészek meghatározását szolgálta; majd 27 teljes elemzés, 14 alkatrésze, e mészkő tisztaságát világította meg. A nagyszámú kémiai elemzés nyomán megállapítható, hogy Szárhegy gerincének kristályos-szemcsés, metamorf mészkőve, típusos *mészkő-márvány*, melynek átlag  $\text{CaCO}_3$ -tartalma: 95,49%, Mg-tartalma átlagban 2% alatt marad, és a  $\text{SiO}_2$ -tartalom 0,16—1,5% között ingadozik.

E mészkő fúrómag-anyagán végzett 108 fajsúly- és térfogatsúly-meghatározás szerint az átlagértékek:

fajsúly = 2,716, térfogatsúly = 2,58.

A mészkő fúrómag-anyagán végzett kőzetmechanikai vizsgálatok eredményei szerint ez a mészkő jó építőkövet.

*Лайош Югович: Геологическое исследование известняка в с. Полгард.*

#### Jugovics, L.: Geologische Erforschung des Kalksteins von Polgárdi

Der sich zwischen den Ortschaften Szabadbattyán und Polgárdi erstreckende, 2,5 Km lange und 50—60 m hohe, schmale Kalksteinzug bildet den geologisch ältesten Teil des Transdanubischen Mittelgebirges; das ist der Rest des ungarischen Teils des alten „variscus-Bergsystems”. Die Gesteine dieses Zuges sind marmorähnliche, metamorphe Kalksteine kristallin-körniger Struktur von altpaläozoischem Alter.

Die Steingrube des Betriebes „Polgárdi Kőbánya” hatte mit dem Abbau der westliche Strecken dieses Zuges gestört, und den Kalkstein zum Straßenbau angewandt. In den letzten Jahren haben die Hochöfen von Dunaújváros den Kalkstein dieses Steinbruches als Schmelzzuschlag benutzt. Im Zusammenhang mit der zunehmenden Forderung begann der Steinbruch schon die mittlere Strecke dieses Zuges abzubauen. Infolgedessen wurde die qualitative und quantitative Untersuchung des Kalksteinmaterials des Zuges nötig.

Um die qualitative Untersuchungen durchführen zu können, wurden Tiefbohrungen auf dem Gebirgsrücken des Szárhegy von einer Tiefe von insgesamt 1087,70 m abgeteuft. Die durch diese Bohrungen zutage gebrachten Kalksteinmaterialien wurden 287 chemischen Analysen unterworfen, davon waren 260 Teil-Analysen zur Bestimmung des Ca-Mg-Si-Gehaltes. 27 Vollanalysen haben die Reinheit des Materials von 14 Komponenten bestimmt. Auf Grund der zahlreichen Analysen kann festgestellt werden, daß der kristallin-körnige, metamorphe Kalkstein des Kammes von Szárhegy ein typischer Kalksteinmarmor ist, mit einem durchschnittlichen  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von 95,49%; der Mg-Gehalt bleibt im allgemeinen unter 2%, der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt wechselt zwischen 0,16—1,5%.

Auf Grund der Angaben der 108 Wichten- und Raumgewichtsbestimmungen des Gesteinmaterials der Bohrungen sind die durchschnittlichen Werte:

Wichte = 2,716, Raumgewicht = 2,58

Laut Angaben der durchgeführten Bestimmungen ist gennanter Kalkstein als geeignet zum Straßenbau anzusehen.

*Jugovics, Lajos: Geological Prospecting of the Polgárdi Limestone*

(Folytatás a 405. oldalról)

### SZTEKLO I KERAMIKA

1966. 11. sz.

*Brahinszkij, K. J.: Számítások az üvegszalag hűtésére a függőleges üveghúzó berendezések gépalatti kamrájában (p. 2—3, á: 1.)*

Függőleges üveghúzásakor a gépalatti kamrában az üvegszalag hűtése a szalag, a hűtők, a kamrafalak és a nyílt üvegolvadéktükör közötti, sugárzás általi hőcseré folyamán megy végbe. Ebből kiindulva dolgoztak ki egy gyakorlati metodikát az üvegszalaghűtés számítására, részben a düzsis, részben pedig a düzsinélküli üveghúzási

módsz. Ez a módszer ugyan elég munkáigényes, de könnyen beprogramozható a gépen való számításához.

*Szlavjanszkij, V. T.—Alekszandrova, L. V.: Az üveg és a gázképzőanyagok reakciója habosításkor (p. 8—12, á: 7.)*

Megvizsgálták az üvegpórhobosítási folyamatát, gázképzőanyagként kalciumkarbonát és szilíciumkarbid felhasználásával. A kalciumkarbonátos vizsgálatához 5 g üvegpórt és 0,5—2 súlyszázalék kalciumkarbonátot vettek. Megállapították, hogy a kalciumkarbonátos keverékekben az üvegolvadék habosodása a szilikátok és a kalciumkarbonát reakciója követ-

kezében megy végbe, széndioxidgáz felszabadulása mellett. Technológiai szempontból igen fontos megállapítás az, hogy a reakció lejátszódása csupán annyit igényel, amennyi alatt az egész maszsa a kemence hőmérsékletére felmelegszik. A szilíciumkarbidos üveghabosítási kísérletet folyamán finom szerkezetű, kis térfogatsúlyú és kielégítő mechanikai tulajdonságokkal rendelkező habüveget nyertek. A szilíciumkarbidnak mint gázképző anyagnak tehát a habüvegyártásban komoly szerepe van, és mivel a szilíciumkarbidos üveghabosításkor lejátszódó folyamatok kemizmusát még nem vizsgálták eléggé, erre több speciális kísérletet végeztek el.

(Folytatás 432. oldalon)

Tanulmányunkban a hőmérték elve alapján vizsgáljuk az égetett anyag, a tüzelőanyag és az égető szerkezet jellemzői közötti összefüggéseket és azok hatását a fajlagos hőfelhasználásra. A nyersanyag vegyi, ill. ásványi összetételét a továbbiakban helyesen beállítottnak és állandónak tételezzük fel. Tehát annak változásával, mint az égetést befolyásoló tényezővel nem foglalkozunk. Célunk a tüzelőanyag fajtája, minősége és a fajlagos hőfelhasználás közötti összefüggésről tisztább képet kapni.

A klinkerégetés ősi kemenceformája az aknás kemence. Később alakult ki a forgókemencés égetés. Újabb keletű a kétlépcsős égetés, vagyis az az égetési technológia, melyben a nyersanyag szárítása és előmelegítése az egyik szerkezetben, az égetés pedig a másik szerkezetben megy végbe.

Az aknakemencét kitöltő anyaghalmazban lejátszódó égetés lényegesen különbözik a többi égetési eljárástól, melyekben az égetett anyag az égetési térnek csak kis részét tölti ki. Utóbbiakban a tüzelőanyag elégeése nem az anyaghalmazban, hanem azon kívül megy végbe. Az égésben és az ezzel szorosan összefüggő hőátadásban mutatkozó alapvető eltérések miatt a két égetési módot együtt vizsgálni nem célszerű. Tanulmányunkban csak a forgókemencékkel és az azokhoz kapcsolt előmelegítőkkel, valamint a klinkerhűtőkkel foglalkozunk.

A klinkerégetés ellenáramú hőfolyamata hőtechnikai szempontból két részre bontható. A hőfolyamat első részében a nyersanyag megszárad, hidrátvizét elveszti és a dekarbonizáció megindulásának hőmérsékletére melegszik.

A folyamat ezen részében a hőátadás viszonylag kicsiny hőmérsékletszinten játszódik le, és a hő konvektív úton adódik át. A hőátadó közeg a turbulens áramlásban levő portartalmú füstgáz. A hőfelvevő anyag a kemence forgása közben annak belső felületén elmozduló gördülő nyersanyag, amelyik részben közvetlenül érintkezik az áramló gázzal, részben a felmelegedett kemencefelületen vesz fel hőt.

A hőkezelés második részében a dekarbonizálás hőmérsékletére hevített anyagban megindul a karbonátok bomlása, a  $\text{CO}_2$  kiválása, majd az anyag tovább melegszik a klinkerásványok keletkezéséhez szükséges hőmérsékletre. Ezt elérve az exoterm átalakulási folyamatok is megindulnak. Az anyagot kb.  $1450^\circ\text{C}$ -on kell tartani a kémiai átalakulás befejeződéséig. Utána gyors lehűtéssel kell megakadályozni meg nem felelő modifikációk keletkezését.

Az égetés második részében a hőfolyamat olyan hőszinten játszódik le, amelyen a hőátadás túlnyomóan sugárzás útján valósul meg.

A jelenleg alkalmazott forgókemencés égetési eljárásokban az égetés hőszükségletét a legnagyobb

hőmérsékletű övezetben elégetett tüzelőanyag szolgáltatja. Az égető övezetben, ahol az anyag  $1450^\circ\text{C}$ -ra melegszik, az anyaggal közölhető hőmennyiség a keletkező láng hőmérsékletétől, sugárzóképeségétől és az anyaghalmaz felületének sugárzáselnyelő képességétől függ.

A keletkező lánghőmérséklet és a láng sugárzási emissziója függ

a tüzelőanyag fajtájától és minőségétől,

az égési levegővel való keveredés intenzitásától,

a tüzelőanyag és a levegő előmelegítésének mértékétől,

végül a kemencefalazat sugárzási tulajdonságaitól és hőszigetelő képességétől.

Az égető övezetben fellépő hőátadásban a hevített anyag felületi tulajdonságainak alárendelt, de nem jelentéktelen a hatásuk.

A klinker hűtése során felmelegedett levegő legnagyobb része az égésben előmelegített levegőként hasznosul, és lényegesen növeli a láng hőmérsékletét.

A tüzelőanyag és az égési levegő keveredése a befúvás áramlási viszonyaitól, intenzitásától függő lényeges tényező a láng hosszának és formájának kialakításában.

A hőkezelés többi övezetének hőszükségletét az égető övezetből átlépő égéstermékek, valamint az általuk elragadott por hőtartalma fedezi.

A forgókemencében lejátszódó bonyolult hőfolyamatok részletesebb elemzéséhez a teljes hőkezelő rendszer hőmérlegének ismerete szükséges, de nem elegendő, mert a hőmérlegben a hőfolyamat egyes részletei nem jutnak kellő hangsúllyal kifejezésre. Részletesebb összefüggések kiderítésére célszerű a rendszert több részre bontani. Az egyes részeket a hőmérleg elve alapján vizsgáljuk, és az így elkülönített szakaszok egymásra hatását tanulmányozzuk.

Ezt a módszert alkalmazta Eigen is [1], amikor a forgókemence hőrendszerét nagy és kis hőmérsékletű részre — fő- és mellékhőrendszerre — bontotta.

Vizsgálódásaiban tüzelőanyagként az NSZK viszonyainak megfelelően  $7000\text{ kcal/kg}$ -nál nagyobb fűtőértékű szénport vett alapul. Ezért megállapításai nem vonatkoztathatók közvetlenül hazai viszonyainkra, lévén nálunk a szárított és őrölt szénpor átlagos fűtőértéke  $4600\text{--}5000\text{ kcal/kg}$  és a szén sem kőszén, hanem viszonylag fiatal gázdús barnaszén. Megállapításai akkor is helyesbítésre szorulnak, ha földgáz- vagy olajtüzelésről van szó.

Eigen a hőviszonyokat erősen leegyszerűsített formában vizsgálja, mindig a két hőrendszer hőmérlegeinek keretében. Lényegében figyelmen kívül maradnak a tüzelőanyag minőségével, égési tulajdonságaival és az egyes övezetekben kialakuló hőátadással összefüggő tényezők.

Kétségtelen, hogy sem a lángsugárzásra vonatkozó akkori ismeretek, sem a hőátadásra vonatkozó adatok nem álltak könnyen értékelhető módon rendelkezésére. Az ismeretek akkori állása mellett ezek számszerű értékeléséről nem lehetett szó. Ma ezekben a kérdésekben mutatkozik némi fejlődés, de még mindig számos nyitott kérdéssel kell a kutatóknak megbirkóznia, ha Eigen megállapításait tovább akarja fejleszteni, illetve a forgókemence hőfolyamataiba mélyebben kíván betekinteni.

A forgókemencén belüli hőfolyamatok beható vizsgálatát az a körülmény teszi időszzerűvé, hogy a hazai klinkerégető kemencék fajlagos hőfelhasználása lényegesen meghaladja az irodalomból ismert értékeket, ami megállapításaink szerint [2] főként az eltérő szénminőség következménye. Időszzerű még azért is, mert megváltozott energia-ellátási viszonyaink lehetővé teszik, hogy a gyenge minőségű szén helyett a jövőben olaj és földgáz használatára térhessünk át.

Az irodalmi közleményekből kitűnik, hogy a 100—1200 t/24 óra teljesítményű, nedves eljárással dolgozó kemencék fajlagos hőfelhasználása 7000 kcal/kg-nál nagyobb fűtőértékű szénporral tüzelve 1500—1300 kcal/kg klinker.

Hazai kemencéinket jobb híján 4000—4500 kcal/kg alsó fűtőértékű barna kőszénekkel kényeszerülünk fűteni. Az ezekből előállítható szárított és őrölt szénpor alsó fűtőértéke 4500—5000 kcal/kg., ami kétségtelenül egyik oka kemencéink nagyobb fajlagos hőfelhasználásának.

Ezzel kapcsolatban két kérdés merül fel:

1. Mennyiben indokolja a nagyobb fajlagos értékeket a szén kisebb fűtőértéke, illetve mekkora fajlagos hőfelhasználást tekinthetünk — egyébként helyes üzemvitel mellett — kielégítőnek?

2. Hogyan csökkenthető a fajlagos hőfelhasználás, illetve milyen módon javíthatók az elégségi és hőátadási viszonyok a tüzelőanyag jobb kihasználása érdekében?

A kérdésekre a hőfolyamatban szerepet játszó tényezők közötti összefüggések tisztázása után feltehetünk.

### Forgókemence fő- és mellékhőrendszere

Eigen a forgókemencében megkülönböztethető két jellegzetes hőszintnek megfelelően a hőrendszert két részre bontja. A főhőrendszerbe foglalja a kalcinálás, zsugorítás és a klinkerhűtés nagy hőmérsékletű övezeteit. A mellékhőrendszerbe pedig a szárítás és előmelegítés kisebb hőszintű övezeteit. A két hőrendszer között éles határ nem lévén, Eigen a rendszerek közötti határt Gygi [3] és Guthmann [4] vizsgálataira támaszkodva oda jelöli ki, ahol a hőkezelt nyersanyag átlagos hőmérséklete eléri a kalcinálódás kezdetének hőmérsékletét. Az említett két szerző szerint vízgőztartalmú környezetben a CaCO<sub>3</sub> és MgCO<sub>3</sub> bomlása 550°C anyaghőmérsékleten indul meg. Ez az eset áll fenn a forgókemencében is. Ezen megfontolás készítette Eigen a rendszerhatárnak arra a meghatározására, hogy a rendszerhatár ott helyezkedik el, ahol a nyersanyag átlagos hőmérséklete eléri az 550°C-ot. Az így értelmezett rendszerhatár adott kemencén nem geometriai fogalom, hanem a hőátadási viszonyokkal változó, eltolódó határvonal.

A hőfolyamat önkényes „fő- és mellékhőrendszer”-re bontása tehát csak a füstgáz és a hevített anyag közötti folyamatosan végbemenő ellenáramú hőátadás-

nak könnyebb tárgyalását lehetővé tevő módszere. Mint a későbbiekben látni fogjuk, Eigen gondolatmenetének továbbfejlesztése jó segítséget nyújt különböző tüzelőanyag-fajták használatára esetén várható üzemviszonyok megítéléséhez.

Eigen megállapításait és következtetéseit a két részre bontott hőrendszer egyes részeire külön felállított hőmérlegről vonja le. Az összefüggéseket az 1. ábrán szemléltetjük. A forrásmunkával való könnyebb összehasonlíthatóság kedvéért megtartjuk Eigen jelöléseit. A hőmérleg egyes tételeit jelölő betűk hőmennyiséget fejeznek ki, amelyek 1 kg klinkerre vonatkoznak (kcal/kg kl.).

A teljes kemenceegység hőmérlege az előmelegítéssel és klinkerhűtéssel együtt a következő:

$$X + a + q + l_p + l_k = N + W_1 + W_2 + K + L + D + d + A_{fg} + S \quad (1)$$

ahol a hőbevételek

$X$  a fajlagos hőfelhasználás a tüzelőanyag elégségéből,

$a$  a tüzelőanyag érezhető hőtartalma (entalpia),

$q$  a nyersanyag érezhető hőtartalma (entalpia),

$l_p$  a primer levegő érezhető hőtartalma (ha nem klinkerhűtő levegő),

$l_k$  a klinkerhűtőbe belépő levegő érezhető hőtartalma;

a hőkiadások

$N$  a klinkerégetés elméleti hőigénye (hasznoshő),  
 $W_1$  a kalcináló-, zsugorító-, klinkerhűtő övezet, valamint a kemencén kívüli klinkerhűtő felületi hővesztesége,

$W_2$  a szárító és előmelegítő övezet, valamint a kemencén kívül elhelyezkedő hasonló rendeltetésű szerkezet együttes felületi hővesztesége,

$K$  a hűtőből kilépő klinker érezhető hőtartalma,

$L$  a hőrendszerből kilépő klinkerhűtő levegő érezhető hőtartalma,

$D$  a nyersanyag víztartalmának elgőzölésére fordított hőmennyiség,

$d$  az agyagásványok víztartalmának kihajtására fordított hőmennyiség,

$A_{fg}$  a távozó összes füstgáz érezhető hőtartalma (égésből, kalcinálásból és szárításból összesen, levegőfelesleggel együtt),

$S$  a rendszerből távozó por érezhető hőtartalma.

A hőmérlegot egyszerűsítés kedvéért nem 0°C-ra, hanem a környezet hőmérsékletére is vonatkoztathatjuk, így a hőmérleg egyes tételei kiesnek, mint például széntüzeléskor  $a$ ,  $q$ ,  $l_p$ ,  $l_k$ .

A kemenceegység egyszerűsített hőmérlege tehát

$$X = N + W_1 + W_2 + K + L + D + d + A_{fg} + S$$

A teljes rendszer hőmérlege a veszteségek nagyságáról tájékoztat anélkül, hogy a belső hőfolyamatba tekintést nyújtana.

Eigen a fő- és mellékhőrendszerre felállított két hőmérlegről von le értékes következtetéseket az égetés hőfolyamatára.

Módszerét hazai viszonyainkra alkalmazzuk és felhasználjuk kiindulásul annak megválaszolására, „mennyiben indokolja a nagyobb fajlagos hőfelhasználást a szén más minősége, kisebb fűtőértéke?”

A főhőrendszer hőmérlege (1. ábra).

$$N + W_1 + K + S_1 + V_{CO_2} + XV_{A_{fg}} + L = X + Q \quad (3)$$

ahol a fentebbi jelöléseken kívül

$S_1$  a főhőrendszerből a mellékhőrendszerbe átlépő por vissza nem térő részének érezhető hőtartalma,

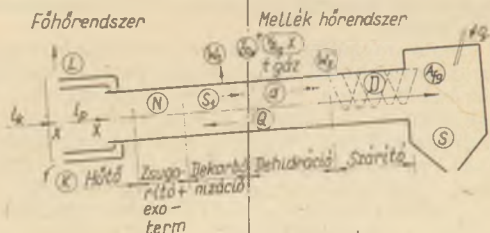
$V_{CO_2}$  a karbonátokból leváló CO<sub>2</sub> hőtartalma a rendszerhatáron,

$V_{A_{fg}}$  a tüzelőanyag elégsége során felszabaduló hőmennyiség egy kalóriájára jutó füstgáz és levegőfelesleg hőtartalma a rendszerhatáron,

$XV_{A_{fg}}$  a tüzelőanyag elégségéből keletkező füstgáz és levegőfelesleg hőtartalma a rendszerhatáron,

$Q$  a főhőrendszerbe átlépő előmelegített nyersanyag érezhető hőtartalma.

A kemence hőmérlege:  
 $X = N + W_1 + W_2 + K + L + D + d + A_{fg} + S$



Rendszerhatár:  
 anyaghőmérséklet  $t_a = 550 \text{ }^\circ\text{C}$

Hőmérleg:  
 $X V_{Ag} + V_{CO_2} + S_1 = Q + D + d + W_2 + A_{fg} + S$

$A_b = V_{CO_2} + X V_{Ag} + S_1$

$A_b = (Q + D + d + W_2 + S) + A_{fg}$

$B = (Q + D + d + W_2 + S)$

$A_{fg} = A_b - B$

$X = \frac{A_b - V_{CO_2} - S_1}{V_{Ag}} = \frac{Z}{V_{Ag}} \left[ \begin{array}{l} \text{mell. hőrend.} \\ \text{tűz. anyagból} \\ \text{fd. hőigény} \\ \text{fg. + Lev} \\ \text{1 kcal} \end{array} \right]$   
 $m = 1 - \frac{Z}{V_{Ag}}$

Hőmérleg:  
 $N + W_1 + K + S_1 + V_{CO_2} + X V_{Ag} + L = X + Q$   
 $(N - Q + S_1) + V_{CO_2} + (W_1 + K + L)$   
 $X = \frac{(N - Q + S_1) + V_{CO_2} + (W_1 + K + L)}{1 - V_{Ag}}$   
 $Y = (N - Q + S_1) + V_{CO_2}$  alaphőigénye  
 $V = (W_1 + K + L)$  „veszteségszorzó”  
 $m = \frac{1}{1 - V_{Ag}}$  vagy tüzelőanyagki-  
 használati tényező  
 $X = mY + mV$  fajlagos hőfelhasználás

1. ábra. Fő- és mellék hőrendszer

A hőmérlegből a fajlagos hőfelhasználást kifejezve

$$X = \frac{1}{1 - V_{Ag}} [(N - Q + S_1) + V_{CO_2} + (W_1 + K + L)] \quad (4)$$

A (4) egyenletben  $(N - Q + S_1)$  a nyersanyag által meghatározott értékek, vagyis a technológiai folyamat anyagjellemzői.  $V_{CO_2}$  is anyagjellemző, de ennek értéke a rendszerhatáron uralkodó gázhőmérséklettől is függ, amelyik már nem anyagjellemző, hanem az elégéstől és a főhőrendszerben fellépő hőátadástól függő érték.

Az átlépési hőmérséklet  $S_1$  értékére is kihat, bár számszerű jelentősége nem nagy.

Eigen  $(N - Q + S_1) + V_{CO_2}$  összeget  $Y$ -nal jelöli és a főhőrendszer alaphőigényének nevezi.

$$Y = (N - Q + S_1) + V_{CO_2}$$

A hőmérlegnek ez a része sem független az elégési és hőátadási körülményektől.

A  $(W_1 + K + L)$  az égetőszerkezet nagy hőmérsékletű részét jellemző veszteségek, melyek összegét  $V$ -vel jelölve

$$V = (W_1 + K + L)$$

Az  $\frac{1}{1 - V_{Ag}}$  kifejezés a hőmérlegnek a tüzelő-

anyagra és a hőátadásra jellemző része, mert ebben fejeződik ki, hogy az elégés során keletkező füstgázok hőtartalma milyen mértékben adódott át a hevítendő anyagnak.

A (4) egyenlet szerint tehát az alaphőigényt és a veszteségek összegét a tüzelőanyag és a hőátadás jellemzőjével szorozva kapjuk a fajlagos hőfelhasználást.

Eigen a tüzelőanyag-jellemzőt  $m$ -el jelöli

$$m = \frac{1}{1 - V_{Ag}}$$

és veszteségszorzónak (Verlustmultiplikator) nevezi, de részletesebb értelmezésével nem foglalkozik.

A főhőrendszer hőmérlegéből kiszámítható fajlagos hőfelhasználás ezek szerint két részből áll

$$X = mY + mV$$

ahol az  $mY$  a technológiai folyamat anyagjellemzőtől függő alaphőigény fedezésére fordított hő és  $mV$  a veszteségekre fordított hő.

Az  $m$  veszteségszorzó nevezőjében szereplő

$$V_{Ag} = v_{Ag} \cdot c_p \cdot t$$

ahol  $v_{Ag}$  a tüzelőanyagból felszabaduló 1 kcal hőmennyiségre számított füstgázmennyiség a levegőfelesleggel együtt, ( $\text{Nm}^3/\text{kcal}$ )  
 $c_p$  a füstgáz közepes fajhője ( $\text{kcal}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ )  
 $t$  a rendszerhatáron kialakuló gázhőmérséklet ( $^\circ\text{C}$ )

A  $v_{Ag}$  érték tüzelőanyag-jellemző, mert a levegőfelesleg nélkül keletkező füstgázmennyiség a tüzelőanyag fajtája és fűtőértéke szerint változik. A jó elégéshez szükséges minimális levegőfelesleg is tüzelőanyag-jellemzőnek tekinthető. A szükségesnél nagyobb levegőfelesleg a tüzelés hibás kezelésének jellemzője.

A rendszerhatáron kialakuló  $t$  hőmérséklet a főhőrendszerben fellépő lánghőmérsékletre és a hőátadás hatékonyságára jellemző érték. Így ebből a hőmérsékletből következtethetünk az égető övezetben végbemenő hőcsere hatékonyságára.

A főhőrendszerbe bevitt 1 kcal hőmennyiségnek ott felhasznált részét  $1 - V_{Ag}$  különbség fejezi ki. Ennek reciproka a főhőrendszerben felhasznált 1 kcal fedezésére szükséges hőmennyiség, amit a tüzelőanyagból kell felszabadítanunk. Ezt a reciprok értéket nevezi Eigen veszteségszorzónak.

Az  $m$  veszteségszorzó nagyobb lesz

1. ha az égés során felszabaduló hőmennyiség több füstgáz keletkezésével jár,

2. ha az égető övezetben kedvezőtlenek a hőátadási viszonyok. Ennek oka lehet a kisebb fűtőértékű tüzelőanyag kisebb lánghőmérséklete; az égéshez felhasznált klinkerhűtő levegő kisebb mértékű előmelegedése; a láng kedvezőtlen sugárzási tulajdonsága; sok felesleges levegő; levegőhiányos égés; a tüzelőanyag és az égési levegő rossz keveredése.

A veszteségszorzó csökkenthető

1. nagyobb fűtőértékű, kevesebb füstgázt adó tüzelőanyaggal,

2. a hőátadás hatékonyabbá tételével az égető övezetben. Ennek lehetőségei:

- a nagyobb lánghőmérséklet elérése,
- a klinkerhűtés során a levegő nagyobb hőmérsékletű előmelegítése,
- a láng sugárzásának megjavítása,
- a levegőfelesleg csökkentése,
- a levegőhiány megszüntetése,
- optimális hosszúságú és alakú láng beállítása.

A mellék hőrendszer hőmérlege (1. ábra)

$$X V_{Ag} + V_{CO_2} + S_1 = Q + D + d + W_2 + S + A_{fg} \quad (10)$$

$Q + D + d + W_2 + S + A_{fg}$ , a mellék hőrendszer hőigényét  $A_b$ -vel jelölve

$$X V_{Ag} + V_{CO_2} + S_1 = A_b \quad (11)$$



ebből

$$X = \frac{A_b - V_{CO_2} - S_1}{V_{A_g}} \quad (12)$$

A számláló a mellékhőrendszer hőigényének az része, amelyet a főhőrendszerben elégetett tüzelőanyag füstgázainak kell áthozniok magukkal. Ezt  $Z$ -vel jelölve

$$X = \frac{Z}{V_{A_g}} \quad (13)$$

A  $V_{A_g}$ -t a veszteségszorzó fentebb ismertetett egyenletéből kifejezve

$$V_{A_g} = 1 - \frac{1}{m} \quad (14)$$

A (13) képletbe helyettesítve

$$X = \frac{mZ}{m-1} \quad (15)$$

A fő és a mellékhőrendszer hőmérségéből levezetett fajlagos hőfelhasználás két kifejezése egymással egyenlővé tehető

$$mY + mV = \frac{mZ}{m-1} \quad (16)$$

Ebből

$$m = 1 + \frac{Z}{Y+V} \quad (17)$$

Ez az összefüggés azt fejezi ki, hogy a mellékhőrendszer hőszükségletének a főhőrendszerből átáramló füstgázok hőtartalmából fedezendő része és a főhőrendszer hőszükséglete közötti viszony lineárisan arányos a veszteségszorzóval.

Minél nagyobb tehát a mellékhőrendszer hőigényének füstgázok hőtartamából fedezendő része és minél kisebb a főhőrendszer hőigénye, annál nagyobb lesz a veszteségszorzó értéke. A mellékhőrendszer hőigénye akkor növeli a veszteségszorzót, ha a főhőrendszerből a mellékhőrendszerbe átlépő hőmennyiség nem fedezné a mellékhőrendszer hőigényét és a hiányt a főhőrendszerben elégetendő tüzelőanyag-többlettel kellene fedezni, vagy messzelegesen kellene akadályozni a főhőrendszer hőkihasználását.

Az elmondottakból következik, hogy mindaddig, amíg a főhőrendszer hőkihasználása egy bizonyos jósági fokot el nem ér, mindig jut annyi hő a mellékhőrendszerbe, hogy annak hőigényét fedezze. A mellékhőrendszer hőigényét meghaladóan átlépő hőmennyiség növeli a füstgázvesztéséget.

A főhőrendszer igen jó hőkihasználása esetén a mellékhőrendszer hőigénye szabja meg a veszteségszorzót, mert a mellékhőrendszerben az átlépő gázok hőtartalma csak olyan mértékben használható ki, hogy a távozó füstgázok a kéményben ne hűljenek harmatpont alatti hőmérséklet alá. Ilyenkor kell a főhőrendszerben többlet-tüzelőanyagot elégetni, tehát az ott fellépő hőigényt meghaladó mennyiségű füstgázról gondoskodni, hogy több hő léphessen át a mellékhőrendszerbe. Bizonyos határok között ugyanez az eredmény érhető el a levegőfelesleg növelésével is.

Az Eigen által levezetett veszteségszorzó részletesen ismertetett értelmezése módot ad a forgó-

kemencében lejátszódó hőfolyamat egyes hőbeviteli és hőkiadási tételei közötti összefüggés számszerű értékelésére. Az összefüggések tisztázása az első lépés a fajlagos hőfelhasználás csökkentését célzó változtatások lehetőségének és módjának kiderítéséhez.

Az ismertetett hőmérlegekben szereplő tételeket anyag-, tüzelőanyag- és berendezésseljellemezők csoportjába oszthatjuk.

*Anyagjellemzőknek tekinthetők*

$N$  a klinkerégetés elméleti hőigénye

$D$  a nyersanyag víztartalmának elgőzölésére fordított hő

$d$  a nyersanyag hidrátvizének kihajtására fordított hő

$V_{CO_2}$  a karbonátokból leváló  $CO_2$  hőtartalma

$Q$  a főhőrendszerbe belépő  $550^\circ C$ -ra felmelegített nyersanyag hőtartalma

$S$  a kemencéből távozó por hőtartalma. Ez a tényező nem tekinthető csak anyagjellemzőnek, mert függ az áramló gáz sebességétől és az áramlás turbulenciájától is.

*Tüzelőanyag-jellemzők*

$A_{fg}$  a távozó füstgáz hőtartalma. Mivel a füstgáz az elpárologtatott nedvesség érezhető hőtartalmát is magában foglalja, ez a tétel sem kizárólagosan tüzelőanyag-jellemző. Csak abban az esetben tekinthető annak, ha a nyersanyag nedvességtartalmát állandónak vesszük.

$V_{A_g}$  a tüzelőanyag 1 kcal fűtőértékére számított elégésből származó füstgáz és levegőfelesleg hőtartalma

*Az égető szerkezet jellemzői*

$W_1$  a főhőrendszer felületi hővesztése

$W_2$  a mellékhőrendszer felületi hővesztése

$K$  a hűtőből kilépő klinker hőtartalma

$L$  a klinkerhűtőből kihasználatlanul távozó levegő hőtartalma.

A jellemzők legtöbbje bizonyos határok között változtatható és így hatása is módosítható. A továbbiakban a lehetőségeken belüli optimum meghatározására törekszünk.

## A fő- és mellékhőrendszer elvének gyakorlati alkalmazása

*Főhőrendszer. Hőkiadások*

1. *Hasznos hő* (a klinkerégetés elméleti hőigénye) Eigen Zur Strassen [5, 6] vizsgálatai alapján  $20^\circ C$ -ra vonatkoztatva az NSZK-ban átlagosnak tekinthető összetételű nyersanyagra 404 kcal/kg kli. hasznos hővel számol.

Az agyagásványok kristályvizének kihajtásához szükséges hőigényt — ami a mellékhőrendszerben lép fel —  $d = -26$  kcal/kg kli.-nek veszi fel.

Az átlagos hazai nyersanyagok égetésének hőigénye ugyancsak Zur Strassen szerint számolva 390 kcal/kg kli.

Az agyagásványok kristályvizének kihajtási hőigényét hazai anyagainkra mi is  $d = -26$  kcal/kg kli.-nek fogadjhatjuk el.

2. *A felületi veszteség*  $W_1$  elsősorban a kemence és klinkerhűtő szerkezeti kivitelétől és hőszigetelésétől függő változó. Átlagértékek csak egyes kemence és hűtő típusokra adhatók meg.

3. A főhőrendszerből a mellék hőrendszerbe átlépő pornak a recirkuláló por által vissza nem vitt hőtartalma  $S_1$ . Ez magában foglalja a por részleges kalcinálására felhasználott hőt és a por érezhető hőtartalmát. Eigen —20 kcal/kg kli.-re becsüli. Gondosabb számítgatást feleslegesnek tart, mert ennek a tételnek a hőmérségben kicsiny a jelentősége.

A hazai kemencék nagyobb porvesztése és feltehetően nagyobb porforgalma miatt ezt a tételt —40 kcal/kg kli.-re becsüljük.

4. A hűtőből kilépő klinker hőtartalma  $K$  kcal/kg kli. a hűtőrendszerből és az üzemviteltől függő változó.

5. A karbonátokból leváló  $CO_2$  mennyisége az anyag összetételétől függ. 1 kg CaO mellett 0,397 Nm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> szabadul fel. Átlagos anyagösszetételre Eigen a leváló CO<sub>2</sub> mennyiséget 0,272 Nm<sup>3</sup>/kg-kli.-re veszi fel, ami megfelel a hazai átlagnak is. Így a CO<sub>2</sub> hőtartalma a rendszerhatáron

$$V_{CO_2} = 0,272 \cdot t \cdot c_k \text{ kcal/kg kl.}$$

ahol  $t$  a gázok hőmérséklete a rendszerhatáron, °C,  
 $c_k$  a CO<sub>2</sub> közepes fajhője (lásd az 1. táblázatot).

6. A tüzelőanyag elégségből keletkező füstgáz és a levegőfelesleg hőtartalma:

Eigen számításában a szénpor alsó fűtőértékét 7279 kcal/kg-nak veszi fel. Ennek elégetéséhez ( $n = 1$  légfelesleg-tényezővel) 7,84 Nm<sup>3</sup>/kg levegő szükséges és a keletkező nedves füstgázmennyiség 8,078 Nm<sup>3</sup>/kg szén.

Ha a levegőfeleslegtényező  $n = 1,05$  a keletkező nedves füstgázmennyiség 8,468 Nm<sup>3</sup>/kg szén. Ebből 1000 kcal fűtőértékre jutó füstgázmennyiség

$$8,468 : 7,279 = 1,1633 \text{ Nm}^3/1000 \text{ kcal.}$$

A hazai cementgyárainkban használt szénpor alsó fűtőértéke 5300—4000 kcal/kg között változik. A keletkező füstgáz értékei  $n = 1,05$  levegőfelesleggel a következők:

Hi, kcal/kg	5300	5000	4700	4400	4000
Füstgáz mennyiség					
Nm <sup>3</sup> /kg	6,60	6,35	6,10	5,85	5,45
Nm <sup>3</sup> /1000 kcal	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36

Az elégségből keletkező füstgázzal és a levegőfelesleggel a rendszerhatáron átlépő hőmennyiség az

$$XV_{Ag} = v_{Ag} \cdot X \cdot t \cdot C_v$$

összefüggésből számítható. Az egyes tüzelőanyagokra alkalmazva a következő képleteket kapjuk.

#### Széntüzelésnél

$H_i$ kcal/kg	A füstgáz hőtartalma kcal/kg kl.
7279	$0,0011633 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
5300	$0,00124 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
5000	$0,00127 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
4700	$0,00130 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
4400	$0,00133 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
4000	$0,00136 \cdot X \cdot t \cdot c_v$

Olajtüzelés esetén az értékek  $n = 1,05$  légfelesleggel:

$H_i$ kcal/kg	11 500	10 500	9500	9000	8500
Füstgázmennyiség					
Nm <sup>3</sup> /kg	13,3	12,2	11,0	10,4	9,9
Nm <sup>3</sup> /1000 kcal	1,17	1,16	1,16	1,16	1,16

$$0,00117 \text{ vagy } 0,00116 \cdot X \cdot t \cdot c_v$$

Gázemű szénhidrogének esetén  $n = 1,05$  légfelesleggel

1. Propán-bután gáz.
2. Erdélyi földgáz.
3. Hajdúszoboszlói földgáz.
4. Dunántúli nedves földgáz.
5. Dunántúli száraz földgáz.

$H_i$ kcal/Nm <sup>3</sup>	1.	2.	3.	4.	5.
Füstgáz mennyiség, Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	27 060	8380	8000	11 000	9050
Nm <sup>3</sup> /1000 kcal	32,30	10,80	10,40	14,20	11,58
	1,195	1,29	1,30	1,29	1,225

A füstgáz hőtartalma a rendszerhatáron

Propán-bután gáz	$0,001195 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
Erdélyi földgáz	$0,00129 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
Hajdúszoboszlói földgáz	$0,001300 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
Dunántúli nedves földgáz	$0,00129 \cdot X \cdot t \cdot c_v$
Dunántúli száraz földgáz	$0,001225 \cdot X \cdot t \cdot c_v$

A nedves füstgáz ( $c_v$ ) és a nyersanyagból kihajtott CO<sub>2</sub> ( $c_k$ ) Eigen által megadott fajhőit az 1. táblázat adja.

1. táblázat

Gázok hőmérséklete, °C	A levegőfelesleg tartalmazó nedves füstgáz köz. fajhője $c_v$ kcal/Nm <sup>3</sup> °C	A karbonátokból kihajtott CO <sub>2</sub> köz. fajhője $c_k$ kcal/Nm <sup>3</sup> °C
550	0,350	0,483
600	0,333	0,489
700	0,358	0,500
800	0,362	0,510
900	0,366	0,520
1000	0,369	0,529
1100	0,372	0,538
1200	0,374	0,543
1300	0,375	0,549

7. A klinkerhűtőből távozó  $L$  levegő hőtartalma a hűtőrendszerből függő tétel.

#### Belépő hőmennyiségek

1. A nyersliszt hőtartalma

Eigen 1,55 kg nyersliszt/kg klinkerrel számol. Mi a hazai kemencék nagyobb porvesztése miatt 1,60 kg/kg-mal számolunk. Így a hidrátvízmentes nyersliszt hőtartalma a rendszerhatáron

$$1,55 \cdot 550 \cdot 0,253 = 216 \text{ kcal/kg kl.,}$$

ill.

$$1,60 \cdot 550 \cdot 0,253 = 222 \text{ kcal/kg kl.}$$

2. A szénport szállító, vagy egyéb primer levegő hőtartalmát csak akkor kell figyelembe venni, ha nem a klinkerhűtőből származik ( $L_p$ ).

3. A tüzelőanyag elégségből származó hő;  $X$  kcal/kg kl., a fajlagos hőfelhasználás.

4. A tüzelőanyag érezhető hőtartalma:  $a$  kcal/kg kl.

#### A főhőrendszer hőmérsége

1. Eigen által felvett értékekkel,  $a$ -t elhanyagolva

$$404 + W_1 + K + L + 20 + 0,272 \cdot t \cdot c_k + 0,0011633 \cdot X \cdot t \cdot c_v = X + 216 \quad (18)$$

2. Hazai viszonyainkra felírva,  $a$ -t elhanyagolva

$$390 + W_1 + K + L + 40 + 0,272 \cdot t \cdot c_k + (0,001195 \sim 0,00136) X \cdot t \cdot c_v = X + 222 \quad (19)$$

A fajlagos hőfelhasználás 1 kg klinkerre Eigen szerint

$$X = \frac{280 + 0,272 \cdot t \cdot c_k + (W_1 + K + L)}{1,000 - 0,0011633 \cdot t \cdot c_v} \quad (20)$$

Hazai viszonyaink között

$$X = \frac{208 + 0,272 \cdot t \cdot c_k + (W_1 + K + L)}{1,000 - (0,001195 \sim 0,00136) t \cdot c_v} \quad (21)$$

A (20) és (21) képletek akkor is érvényesek és pontosak, ha a kalcinálódás a feltételezett 550°C-nál nagyobb hőmérsékleten lép is fel, mert ez a körülmény a nyersliszt 550°C-ra számított hőtartalmára nincs befolyással.

Az (5) és (6) képletek szerint egyszerűsítéseket alkalmazva

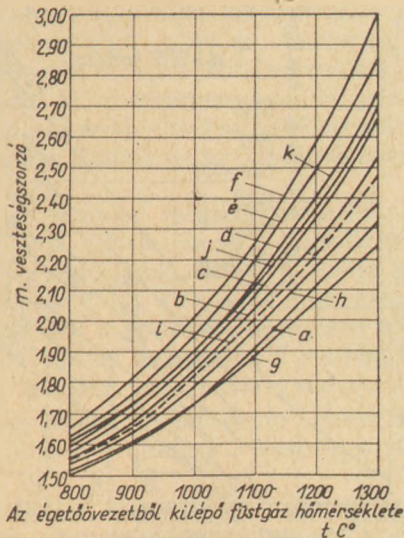
$$Y = 208 + 0,272 \cdot t \cdot c_k \text{ (mindkét esetben)} \quad (22)$$

$$V = W_1 + K + L \text{ (mindkét esetben)} \quad (23)$$

$$1. \quad m = \frac{1}{1 - 0,0011633 \cdot t \cdot c_v} \quad (24)$$

$$2. \quad m = \frac{1}{1 - (0,001160 \sim 0,00136) t \cdot c_v}$$

$$X = mY + mV$$



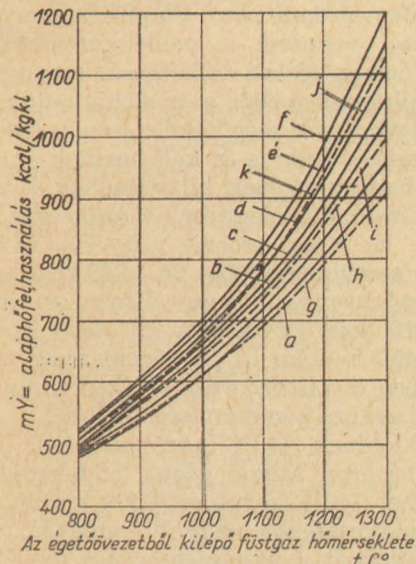
2. ábra. Veszteségszorzó

a — kőszén  $H_i=7279$  kcal/kg szénpor (Eigen), b — barnaszén  $H_i=5300$  kcal/kg szénpor, c — barnaszén  $H_i=5000$  kcal/kg szénpor, d — barnaszén  $H_i=4700$  kcal/kg szénpor, e — barnaszén  $H_i=4400$  kcal/kg szénpor, f — barnaszén  $H_i=4000$  kcal/kg szénpor, g — fűtőolaj  $H_i=11\,500-8500$  kcal/kg, h — PB gáz  $H_i=27\,060$  kcal/Nm<sup>3</sup>, 11 000 kcal/kg, i — Dunántúli száraz földgáz  $H_i=9050$  kcal/Nm<sup>3</sup>, j — Dunántúli nedves földgáz  $H_i=11\,000$  kcal/Nm<sup>3</sup>, k — Hajdúszoboszlói földgáz  $H_i=8000$  kcal/Nm<sup>3</sup> és, Erdélyi földgáz  $H_i=8380$  kcal/Nm<sup>3</sup>.

A veszteségszorzó (m) és az égetőövezetből (főhőrendszer) az előmelegítő övezetbe (mellékhőrendszer) átlépő gázok hőmérséklete (t) közötti összefüggést a 2. ábra szemlélteti. Lévéen a veszteségszorzó mindig egynél nagyobb, jelentékenyen növeli az alaphőigényt.

A 2. ábrából nyilvánvaló, hogy a veszteségszorzó nemcsak a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérsékletével változik, hanem a tüzelőanyag fajtajától és minőségétől is függ.

A görbék sorrendjéből kitűnik, hogy a veszteségszorzó legkedvezőbb olajtüzeléskor alakul. Nem sokban tér el a nagy fűtőértékű kőszén görbéje. Ezt követi sorrendben a PB-gáz és a dunántúli földgáz. A különböző fűtőértékű barnaszének



3. ábra. Alaphő-felhasználás 1 kg klinkerre (Betűjelek azonosak a 2. ábrával)

görbéi közé illeszkednek az erdélyi és a hajdúszoboszlói földgáz görbéi.

Az alaphő-felhasználás és a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete közötti összefüggést a 3. ábrán láthatjuk.

A veszteségszorzó és az alaphő-felhasználás ismeretében a fajlagos hőfelhasználás az  $X = mY + mV$  képlet segítségével a főhőrendszer vesztesége arányában kiszámítható. Az így kapott értékek a 4. ábra szerint szemléltethetők.

Az ábra bal oldala az alaphő-felhasználás és a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete közötti összefüggés görbesávját tünteti fel, ahol az alsó határgörbe az olajtüzelés görbéje és a felső határgörbe a 4000 kcal/kg alsó fűtőértékű barnaszéntüzelés görbéje. A többi tüzelőanyag görbéje a kettő közé esik.

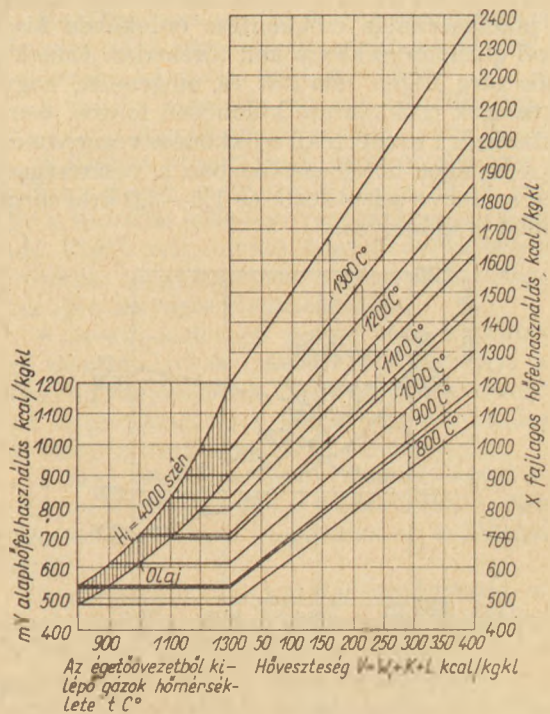
Az ábra jobb oldala a fajlagos hőfelhasználás alakulásának sávjait tünteti fel az azonos átlépő gázhőmérsékletek szerint.

A 4. ábrából a három összefüggő tényező — a főhőrendszer vesztesége, az átlépő gázok hőmérséklete és a fajlagos hőfelhasználás — közül kettő ismeretében a megfelelő görbével jellemzett tüzelőanyag a harmadik leolvasható.

Az ábrából nyilvánvaló, hogy állandónak feltételezett veszteség (pl. 300 kcal/kg kl. és állandónak feltételezett átlépő gázhőmérséklet (pl. 1200°C) esetén a fajlagos hőfelhasználás a tüzelőanyag fajtajától és minőségétől függően igen eltérő lehet (pl. 1400—1750 kcal/kg kl.).

Mivel azonban a veszteségek és a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete is a tüzelőanyag minőségének függvényei, a fajlagos hőfelhasználásban mutatkozó eltérések még nagyobbak lehetnek.

A tüzelőanyag fűtőértéke, égési hőmérséklete és a láng sugárzási tényezője a főhőrendszer hőveszteségére viszonylag kis kihatású, ellenben na-



4. ábra. A fajlagos hőfelhasználás

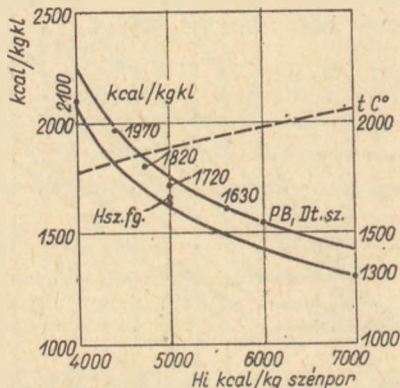
gyobb mértékben befolyásolja a főhőrendszerben a hőátadást. A kisebb fűtőértékű szén és a gázok használatakor azok lángjának a nagy fűtőértékű kőszénpor és az olaj lángjánál kisebb sugárzási tényezője miatt nagyobb lesz a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete, valamint az ettől függő veszteségszorzó. Ezért az azonos veszteségértékekhez tartozó fajlagos hőfelhasználás akkor tekinthető azonos alapra vonatkoztatottnak, ha a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérsékletét a tüzelőanyag minőségével hozzuk összhangba.

A konkrét hőmérlegmérések tapasztalatai szerint első közelítésként felvehetjük, hogy a kiindulási alapul vett 7279 kcal/kg alsó fűtőértékű kőszénhez viszonyítva a szén fűtőértékének 100 kalóriás csökkenésével együttjár az átlépő gázok hőmérsékletének 5–6°C-al való növekedése. Ez az összefüggés akkor érvényes, ha a főhőrendszer vesztesége 300 kcal/kg kl. nagyságrendű. Ezen elgondolás alapján —ha a bázisszén alsó fűtőértéke 7279 kcal/kg és a veszteség  $V = 300$  kcal/kg kl., az átlépő gázok hőmérséklete  $t = 1120^\circ\text{C}$ , — kisebb fűtőértékű szénekre a következő értéksor írható fel:

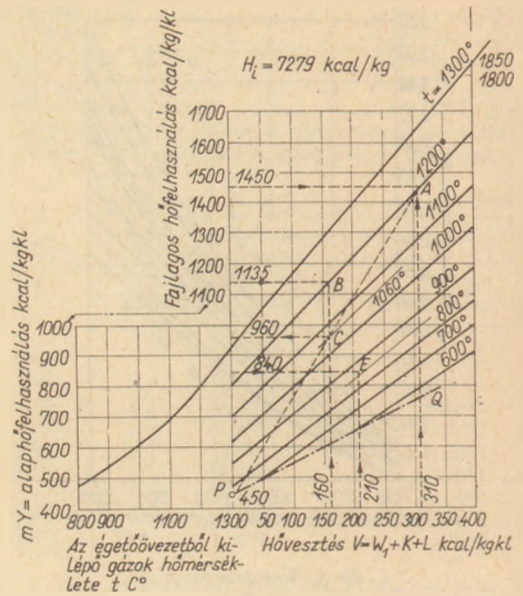
$H_i$	$t$	$X$ kcal/kg kl.
7279	1120	1300
5300	1240	1630
5000	1260	1720
4700	1275	1820
4400	1295	1970
4000	1320	2100

Az így kapott értékek az előbb megjelent (2.) cikkemben közölt ábra határgörbéi közé esnek (5. ábra). Említett cikkemben az égető övezetben várható láng hőmérsékletből és a sugárzási hőátadásból kiindulva mutattam rá a szén minősége és a fajlagos hőfelhasználás összefüggésére.

A 2., 3., és 4. ábrák görbéinek az átlépő gáz hőmérséklet növekedésével erősen emelkedő jellegből kézenfekvő az a megállapítás, hogy a fajlagos hőfelhasználás csökkentése érdekében kisebb átlépő gáz hőmérsékletre kell törekedni. Ennek jelentőségére Eigen rámutat, és megemlíti, hogy a veszteségek csökkentése különösen fontos, mert a veszteségek 1 kcal értékű csökkenése végeredményben a fajlagos hőfelhasználásban a veszteségszorzóval szorozva jelentkezik és 1,5–3,0 kcal megtakarítást eredményez.



5. ábra. A fűtőérték és a fajlagos hőfelhasználás összefüggése. Hsz. fg. = Hajdúszoboszlói földgáz, PB. = Propánbután, Dt. sz. = Dunántúli száraz földgáz



6. ábra. Fajlagos hőfelhasználás

A 4. ábrát az Eigen által alapul vett szénminőségre megrajzolva kapjuk a 6. ábrát.

Amint fentebb már említettük, adott tüzelőanyagra megszerkesztett 4. ábrából a három összefüggő tényező — a főhőrendszer vesztesége ( $V$ ), a gázok hőmérséklete ( $t$ ) és a fajlagos hőfelhasználás ( $X$ ) — közül kettő ismeretében a harmadik érték leolvasható.

Példa a 6. ábrán:

$V = 310$  kcal/kg kl.,  $X = 1450$  kcal/kg kl, akkor  $t = 1200^\circ\text{C}$  (lásd  $A$  pontot).

$V = 210$  kcal/kg kl.,  $t = 850^\circ\text{C}$ , akkor  $X = 840$  kcal/kg kl.

$X = 1135$  kcal/kg kl.,  $t = 1200^\circ\text{C}$ , akkor  $V = 160$  kcal/kg kl. ( $B$  pont).

További megfontolásainkhoz ismernünk kell a fajlagos hőfelhasználás elképzelhető minimumát veszteségmentes esetre. Ez a főhőrendszer hőmérsékletből közvetlenül nem állapítható meg. Figyelembe kell venni a mellék hőrendszerben az anyag-előmelegítéshez szükséges hőmennyiséget is.

A főhőrendszerből a mellék hőrendszerbe átlépő füstgázoknak még tökéletesen veszteségmentes hőátadás esetén is át kell hozniok az agyagásványok kristályvizének kihajtásához és az anyag  $550^\circ\text{C}$ -ra való előmelegítéséhez szükséges hőmennyiséget. Ez Eigen szerint  $216 + 26 = 242$  kcal/kg kl., a mi esetünkben  $222 + 26 = 248$  kcal/kg kl. Így a veszteségmentes hígnyel Eigen szerint  $208 + 242 = 450$  kcal/kg kl. és a mi esetünkben  $208 + 248 = 456$  kcal/kg kl. A tüzelőanyag minőségétől függően is változó veszteségszorzó figyelembevételével ekkora hőmennyiség átviteléhez a füstgáz hőmérsékletének  $740^\circ\text{C}$  körülnek kell lennie. A rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete csak akkor lehet  $740^\circ\text{C}$  körüli értéknél kisebb, ha a főhőrendszer vesztesége nagyobb nullánál, mert csak így vihetnek át a veszteségmentes mellék hőrendszerbe az anyag előmelegítéséhez és kristályvíz kihajtásához szükséges hőmennyiséget.

A 6. ábra ordinátáján feltüntetett  $P$  pont tehát kiemelt jelentőségű, mert az elméletileg elképzelhető legkisebb fajlagos hőfelhasználást képviseli. Innen indul ki az eredményvonallal jelzett vonal, amelyik a legkisebb elméleti hőfelhasználási határt szemlélteti a főhőrendszer veszteségének függvényében.

Ez az egyenes megszerkeszthető, ha a 13. egyenletben  $Z$  helyébe az anyagelőkészítés hőszükségletét helyettesítjük, és  $600^{\circ}\text{C}$  átlépő gázhőmérsékletre kiszámítjuk a fajlagos hőszükségletet. Ezután kijelöljük a  $600^{\circ}\text{C}$ -os egyenesen a hozzátartozó pontot, és ezt összekötve  $P$  ponttal, kapjuk az eredményvonallal jelölt határegyeneset.

Az egyenesen kijelölt egyes pontok abszcisszái a főhőrendszer szükséges veszteségét határozzák meg.

Az ábrából leolvasható hőmérsékletértékek a rendszerhatáron az előmelegített anyag és a gázok közötti hőgradienseket is megadják, ha a gázok hőmérsékletéből levonjuk az előmelegítés  $550^{\circ}\text{C}$ -os értékét.

A 6. ábrából világosan kitűnik, hogy a fajlagos hőfelhasználás a főhőrendszer veszteségeinek csökkentésével és a gázok jobb hőkihasználásával méréselkelhető.

#### *A veszteségek csökkentésének néhány lehetősége*

Eigen szerint:

- a) a primerlevegő előmelegítése füstgázzal,
- b) jobb klinkerhűtés elérése a hűtődob meghosszabbításával,
- c) a hűtődob és a kemencefej hőszigetelése,
- d) a kemence kalcináló övezetének hőszigetelése,
- e) a zsugorító övezetben jól szigetelő védőréteg keletkezése.

Nem említi a veszendőbe menő hűtőlevegőt, ami rostélyhűtőknél igen tetemes lehet.

*A rendszerhatáron az anyag és a gázok közötti hőmérsékletkülönbség* — az átlépő gázok hőmérséklete — a főhőrendszeren belüli jobb hőátadással csökkenthető.

Eigen két lehetőséget említ:

1. intenzívebb hőátadás az anyag  $550^{\circ}\text{C}$ -ról  $700^{\circ}\text{C}$ -ra történő melegítésének övezetében,
2. ezzel egyidejűleg intenzívebbé kell tenni a hőátadást a  $700^{\circ}\text{C}$  feletti anyaghőmérsékletű övezetben, ahol a gázhőmérséklet jóval  $1000^{\circ}\text{C}$  felett van.

Eigen ezen második megállapításával rámutat ugyan az intenzív hőátadás szükségességére a zsugorító övezetben, de nem említi, hogy a hőátadás szorosan összefügg a lángsugárzással. Valószínűleg abból indul ki, hogy nagy fűtőértékű kőszén lángjának sugárzó hatása adott és megfelelő.

Az említett két lehetőség keretében két megoldásra hívja fel a figyelmet. Az egyik a rendszerhatár kihelyezése a forgókemencéből, ahogy ezt a Lepol- és Humboldt-eljárás valósítja meg; a másik lehetőséget a hőcserét elősegítő beépítményekben látja. Kihangsúlyozza annak fontosságát, hogy a forgókemence és a kihelyezett hőcserélő között nem

szabad hamis levegőnek behatolnia a rendszerbe, mert az lerontja a hőcserélő hatékonyságát.

Nem foglalkozik a lángsugárzás kérdésével, pedig ennek fontossága nagyságrendileg megelőzi a kalcinálási és előmelegítési övezet konvektív hőátadásának jelentőségét. A kettő közötti lényeges különbség akkor jelentkezik, amikor nagy fűtőértékű kőszénporról más tüzelőanyagra kell áttérni: pl. barnaszénporra, olajra, vagy földgázra.

A forgókemencékben kialakuló lángok terén végzett legújabb kutatásokról Ruhland számol be két cikkben [7, 8]. Első cikkében a Nemzetközi Lángvizsgáló Bizottság ijmujseni telepén kísérleti égetőkamrában szénporral végzett kísérletekről tájékoztat.

A forgókemence szempontjából a következőkben foglalja össze megállapításait:

1. A forgókemencék tüzelésére használt, szokásos őrlési finomságú szénpor lángja a gázlánghoz hasonló alakú.

2. Minél finomabb őrlésű a szénpor, annál nagyobb a láng sugárzási emissziója.

3. Minél forróbb a szekunderlevegő, annál kedvezőbb a láng gyulladása, ami által a forgókemence hőgazdaságossága javul.

4. Azonos primerlevegő-részarány mellett rövidül a szénporláng a fúvóka átmérőjének szűkítésével, azaz a befúvósebesség növelésével. A szénpornak azonban annyira finomra őrölniük kell lennie, hogy a szemcsék elégését gázszerűnek leheszen tekinteni. Durvább szemcsék nagyobb befúvási sebesség esetén kirepülnek a lángból.

Újabb cikkében már 60 m hosszú 1,7 m belső átmérőjű kísérleti forgókemencén különféle tüzelőanyagokkal végzett kísérleteiről számol be, melyeket a düsseldorfi Cementipari Kutató Intézet keretében végzett [8]. Kísérletei alapján számítási módszert dolgozott ki a láng várható hosszúságának kiszámítására.

Megállapítása szerint a láng hosszúsága a tüzelőanyagtól, a tüzelőszerkezet kialakításától és a tüzelőanyag adagolási módjától függ.

A fúvóka átmérője minden tüzelőanyag mellett hasonló jellegűen befolyásolja a láng hosszúságát. A fúvóka átmérőjének csökkentése egy ideig rövidíti a lángot, majd ismét hosszabbítja, feltéve, hogy a fúvókán kilépő anyagáram mennyisége állandó. Ebből nyilvánvaló, hogy a fúvóka helyes átmérőjének megválasztása a láng hosszúságának egyik igen lényeges meghatározója.

A szekunderlevegő mennyisége a primerlevegő mennyiségéhez igazodik, és függvénye a tüzelőanyag minőségének. Nagy szekunderlevegő-hányad meghosszabbítja a lángot. Ennek hatása főként földgáztüzeléskor döntő jelentőségű.

A láng hosszúságának változtatásával a zsugorító övezet hosszúsága is változtatható. Néhány példán mutatja be a lánghosszúság beállításának módját.

A megindult lángkutatás eredményei a kemencekezelést és -tervezést kiemelik az empirikum színvonaláról, különösen ha a sugárzási viszonyok kutatása is megfelelő előrehaladást ér el.

Adott berendezés fajlagos hőfelhasználásának gyakorlatilag elérhető alsó határát csupán a főhő-

rendszer hőmérségéből nem állapíthatjuk meg, ehhez tanulmányoznunk kell a mellékhőrendszer hőmérségét is.

*Mellékhőrendszer. Belépő hőmennyiségek*

1. A karbonátokból a főhőrendszerben felszabaduló CO<sub>2</sub> hőtartalma

$$V_{CO_2} = 0,272 \cdot t \cdot c_k \text{ kcal/kg kl.} \quad (25)$$

2. A tüzelőanyag elégéséből keletkező füstgáz és levegőfelesleg hőtartalma Eigen szerint

$$0,0011611 \cdot X \cdot t \cdot c_v \text{ kcal kg kl.} \quad (26)$$

Hazai tüzelőanyagainkra

$$(0,001160 \sim 0,00136) \cdot X \cdot t \cdot c_v \text{ kcal/kg kl.} \quad (27)$$

A hőbevitel a rendszerhatáron átlépő gázok hőtartalma (*A<sub>b</sub>*), ami az alábbi egyenletből is adódik

$$A_b = X - V - 208 \quad (28)$$

A mellékhőrendszer hőkiadásai:

1. A nyersliszt hőtartalma a felmelegedés után. Eigen szerint 216 kcal/kg kl. Szerintünk 222 kcal kg.

2. Az agyagásványok víztelenítésére fordított hő *d* = 26 kcal/kg kl.

3. A nedvesség elpárolgotatására fordított hő (*D*) Eigen adatai szerint

$$\frac{940}{\frac{100}{f} - 1} \text{ kcal/kg kl.} \quad (29)$$

Ebben a hidrátvíztartalmú nyersliszt 1,575 kg mennyiségéből eltávozó *f*% nedvességtartalom párolgási hője foglaltatik, vagyis

$$\frac{f \cdot 1,575}{100 - f} = \frac{1,575}{\frac{100}{f} - 1} \text{ kg H}_2\text{O/kg kl.} \quad (30)$$

szorozva 597 kcal/kg víz-zel.

Hazai viszonyaink szerint a hidrátvíztartalmú nyersliszt 1,64 kg/kg kli. A víztartalom párolgási hője

$$\frac{f \cdot 1,64}{100 - f} \cdot 597 = \frac{980}{\frac{100}{f} - 1} \text{ kcal/kg kl.} \quad (31)$$

4. Felületi veszteség: *W<sub>2</sub>* kcal/kg kl.  
5. A füstgáz hőtartalma: *A<sub>f<sub>g</sub></sub>*

*A* mellékhőrendszer hőmérsége:

Eigen szerint

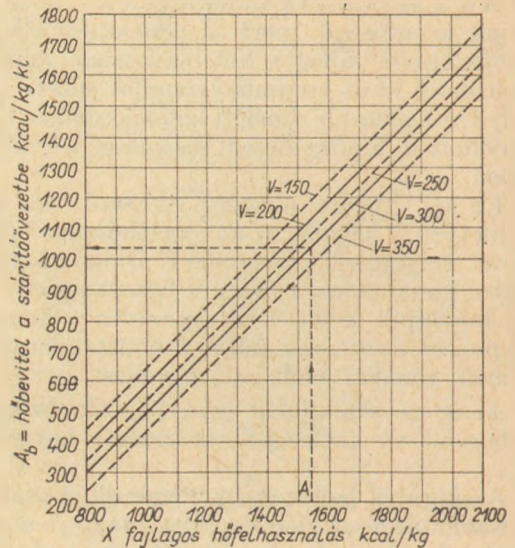
$$\left( 216 + 26 + \frac{940}{\frac{100}{f} - 1} + W_2 \right) + A_{fg} = A_b \quad (32)$$

Hazai értékeinkkel

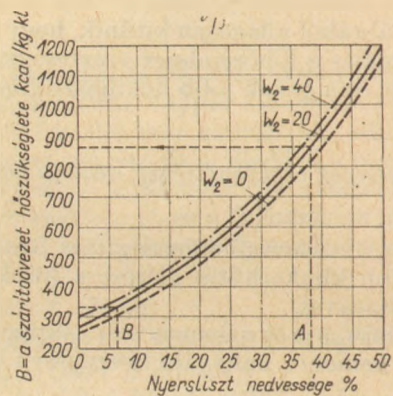
$$\left( 222 + 26 + \frac{980}{\frac{100}{f} - 1} + W_2 \right) + A_{fg} = A_b \quad (33)$$

A mellékhőrendszerbe a fajlagos hőfelhasználásnak a főhőrendszerben fel nem használt része kerül, amit a (28) képlet fejez ki.

Adott fajlagos hőfelhasználás esetén a mellékhőrendszerbe átlépő hőmennyiség a 7. ábráról leolvasható a főhőrendszer veszteségeinek mint paraméternek változó értékei szerint. Ez az összefüggés mindenféle tüzelőanyagra egyformán érvényes.



7. ábra. Hőbevitel a szárító övezetbe



8. ábra. A szárító övezet hőszükséglete

A mellékhőrendszer hőigényét (*B*) a 8. ábra szemlélteti a nyersanyag nedvességtartalma és a mellékhőrendszer felületi veszteségének függvényében. Mivel a mellékhőrendszer hőigénye a 32. és 33. egyenletek bal oldalának zárójelbe tett része, a két egyenlet alapján kiszámított érték nem azonos, a különbség 3%-nyi. Ezért a 6. ábráról leolvasott értékeket, — melyek Eigen egyenletére vonatkoznak — hazai viszonyainkra 3%-al növelni kell. Hazai kemencéinkre a teljes vonallal kihúzott görbe adja a felületi veszteség nélküli hőigényt.

**A füstgázvesztés**

A (32) és (33) egyenletek zárójelbe tett részeit *B*-vel jelölve, a két egyenletből *A<sub>f<sub>g</sub></sub>*

$$A_{fg} = A_b - B$$

Az *A<sub>b</sub>* = *X* - *V* - 208 értékeket a 7. ábráról és *B* értékeket a 8. ábráról leolvasva, a két érték különbsége adja a füstgázvesztés értékét.

Ha sok a mellékhőrendszerbe belépő hőmennyiség és kevés a hőigény — mint pl. a száraz eljárásnál általában — tekintélyes lesz a füstgázvesztés és legalább 120 kcal/kg kl, de sok forgókemencénél sokkal több. Nedves eljárás esetén a *B* hő-

igény nagy, tehát a főhőrendszerből sok hőt kell áthozni, ami rontja a főhőrendszer gazdaságosságát, ha annak nagy hőmérsékletű hőigénye kevesebb tüzelőanyaggal is fedezhető volna.

### A távozó füstgáz hőmérséklete

A füstgázvesztesség  $A_{fg}$  értékét elosztva az 1 kg klinkerre jutó füstgázmennyiséggel megkapjuk 1 Nm<sup>3</sup> füstgáz hőtartalmát, melyet a füstgáz fajhőjével osztva adódik a füstgáz hőmérséklete.

Az 1 kg klinkerre jutó füstgázmennyiséget és annak fajhőjét a tüzelőanyag és a nyersliszt össze-

$$V_{\text{füstgáz}} = \left[ 0,272 + (0,00116 \sim 0,00136 \cdot X) + \frac{(1,575 \sim 1,64)}{100} \cdot 1,24 \right] \text{ Nm}^3/\text{kg kl.}$$

0 ~ 40

A nyersanyagból leváló CO<sub>2</sub> mennyiséget állandónak vehetjük. A CO<sub>2</sub> nyersanyagból elpárolgotatott vízgőz együttes mennyisége a 9. ábráról olvasható le.

A tüzelőanyag elégéséből keletkező füstgázt és levegőfelesleget a fajlagos hőfelhasználás függvényében a 10. ábra adja a tüzelőanyag fajtájára és minőségére jellemző Nm<sup>3</sup>/1000 kcal paramétere szerint.

A 7. és 8. ábrák adataiból leolvasható értékek különbsége a füstgáz hőtartalma. A 8. és 9. ábrákból leolvasható CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O és az égésből keletkező füstgáz együttes értéke a távozó füstgáz mennyisége.

A füstgázzal távozó hőmennyiséget ( $A_{fg}$ ) elosztva a füstgáz együttes mennyiségével kapjuk a füstgáz hőtartalmát ( $i$ ) kcal/Nm<sup>3</sup>-ben, amit a füstgázösszetétel alapján kiszámítható fajhővel osztva adódik a távozó füstgáz hőmérséklete. A hőtartalom és a hőmérséklet összefüggését átlagos összetételű füstgáz fajhőjével számolva a 11. ábra szemlélteti.

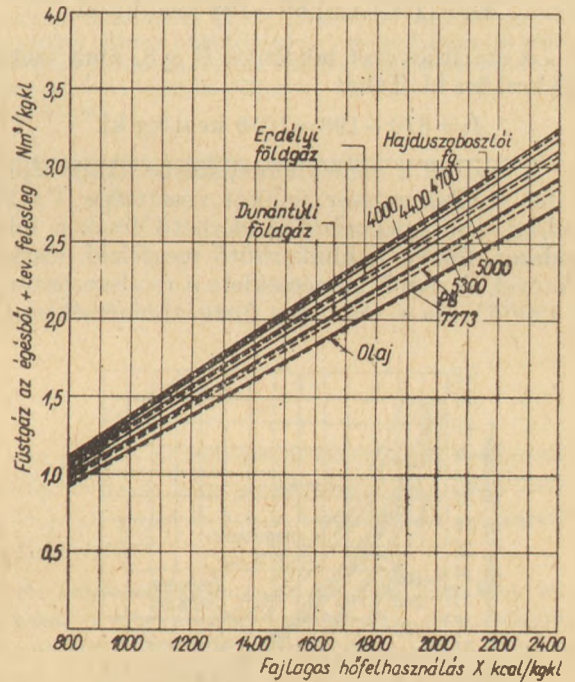
### Adott kemence fajlagos hőfelhasználásának gyakorlatilag elérhető alsó határa

A főhőrendszerből a mellékrendszerbe annyi hőnek kell átlépnie, amennyi a mellékrendszer hőigényét és a 160°C-nak feltételezett minimális

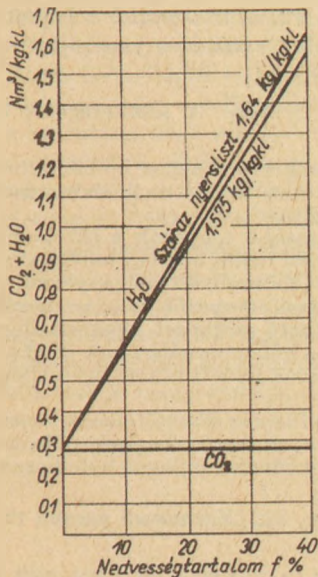
tételéből és nedvességtartalmából kell kiszámítani.

A távozó füstgáz minimális hőmérsékletének azt a hőmérsékletet kell tekintenünk, amely mellett a kéményben a füstgázok nedvességtartalma még nem csapódik le. Ezt a hőmérsékletet általában 160°C-nak vehetjük. A távozó gázok hőtartalma 160°C-on ezek szerint még a mellékrendszer hőigényéhez számítható, és csak az ezen felül távozó hőmennyiség tekinthető olyan veszteségnek, melyet meg lehetne takarítani.

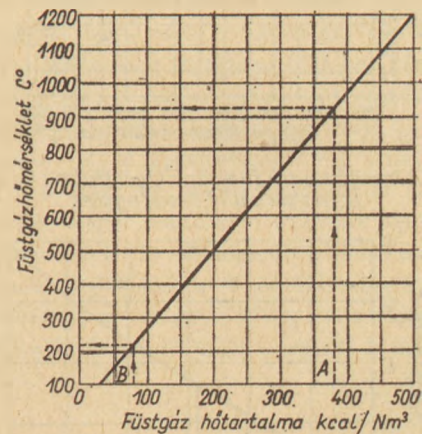
A füstgázmennyiség kiszámítható az alábbi összefüggésből



10. ábra. Az égésből származó füstgáz levegőfelesleggel együtt



9. ábra. Az anyagból felszabaduló CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O Nm<sup>3</sup>/kg kl.



11. ábra. Füstgáz hőmérséklet °C (közelítő érvényű)

füstgáz hőmérsékletéhez tartozó füstgázvesztésedet fedezi.

$$A_b = B + A_{fg} \quad (36)$$

Példaként vegyünk fel egy nedves eljárással dolgozó hosszú forgókemencét:

$f$  = az iszap nedvességtartalma 35%,

a nyersanyagösszetétel a hazai átlagnak felel meg, a távozó füstgáz minimális hőmérséklete  $160^{\circ}\text{C}$ , a mellékhőrendszer felületi vesztesége 10%.

A 11. ábra szerint  $t = 160^{\circ}\text{C}$ -nak  $i = 60 \text{ kcal/Nm}^3$  felel meg. A keletkező  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  a 9. ábra szerint  $1,4 \text{ Nm}^3/\text{kg kl}$ . Az égésből keletkező füstgáz a levegőfelesleggel együtt a fajlagos hőfelhasználástól és a tüzelőanyagtól függő változó. Első közelítésben  $X = 1500 \text{ kcal/kg kl}$ -nek feltételezve a fajlagos hőfelhasználást és  $5000 \text{ kcal/kg}$  fűtőértékű szénporral számolva az égésből keletkező füstgáz 10 ábra szerint  $1,9 \text{ Nm}^3/\text{kg kl}$ .

A füstgázvesztés

$$A_{f_0} = (1,4 + 1,9) 60 = 198 \text{ kcal/kg kl.}$$

A szárítóövezet hőigénye  $B$  a 8. ábra szerint  $820 \text{ kcal/kg kl}$ . Tehát

$$A_b = 820 + 198 = 1018 \text{ kcal/kg kl.}$$

Ennyi hő a mellékhőrendszerbe akkor léphet át, ha a főhőrendszer felületi vesztesége  $V = 290 \text{ kcal/kg}$ , ami gyakorlatilag elérhető érték a főhőrendszer, főként a klinkerhűtő megfelelő hőszigetelésével. A gázok hőmérséklete a rendszerhatáron  $t = 1200^{\circ}\text{C}$ . Ha a tényleges füstgázhőmérséklet  $t =$

$= 300^{\circ}\text{C}$ ,  $i = 120 \text{ kcal/Nm}^3$ . A fajlagos hőfelhasználás közelítő értékét  $X = 1800 \text{ kcal/kg}$  esetén az égésből keletkező füstgáz  $2,2 \text{ Nm}^3/\text{kg kl}$

$$A_{f_0} = (1,4 + 2,2) 120 = 420 \text{ kcal/kg kl.}$$

$$A_b = 820 + 420 = 1240 \text{ kcal/kg kl.}$$

Az átlépő hőhöz  $V = 350 \text{ kcal/kg kl}$ . főhőrendszeri hővesztésig tartozik, ami azt mutatja, hogy a fajlagos hőfelhasználás még csökkenthető, mert a rendszerhatáron átlépő gázok hőmérséklete a 4. ábra szerint  $1300$  volna, ami sok, mert  $X = 1800 \text{ kcal/kg}$  esetén a távozó füstgázhőmérséklet nem lehet  $300^{\circ}\text{C}$ , hanem nagyobbak kellene lennie, vagy a felületi veszteségeknek kellene szokatlanul nagyoknak lenni.

### A fajlagos hőfelhasználás és a füstgáz $\text{CO}_2$ -tartalmának összefüggése

A levegőfelesleg nélküli száraz füstgáz az égésből keletkező gázokból és a karbonátokból levált  $\text{CO}_2$ -ból tevődik össze

$$\text{CO}_2 = \frac{100(0,272 + aX)}{0,272 + bX} \% \quad (37)$$

ahol  $X$  a fajlagos hőfelhasználás

„ $a$ ” a tüzelőanyagból felszabaduló hőegységre jutó  $\text{CO}_2$  mennyisége a levegőfelesleg nélküli égési füstgázban,

$b$  a hőegységre jutó levegőmentes füstgáz.

Az összefüggésből a fajlagos hőszükséglet egyszerűen kiszámítható. A  $\text{CO}_2$  és a fajlagos hőfelhasználás összefüggését a 12. ábra szemlélteti. A kemencék füstgázában a  $\text{CO}_2$  és  $\text{CO}$  értékei levegőmentes állapotra, az  $\text{O}_2$  ismeretében a 13. ábra alapján átszámíthatók.

Képlettel kifejezve a „multiplikátor”:

$$\frac{1}{1,000 - 0,048 \text{ O}_2}$$

Az így nyert  $\text{CO}_2$ -höz hozzáadjuk a  $\text{CO}$ -nak  $\text{CO}_2$ -vé átszámított értékét is.

A levegőmentes füstgázban levő teljes  $\text{CO}_2$  ismeretében a 12. ábra szerint a fajlagos hőfelhasználás leolvasható tüzelőanyag-fajtánként.

**Makoldi Mihály:** A klinkerégetés fajlagos hőfelhasználása.

A klinkerégetés fajlagos hőfelhasználását befolyásoló tényezőket a fő- és mellékhőrendszer hőmérlegei alapján vizsgáltuk.

A legfontosabb tényezők a tüzelőanyag minősége, a főhőrendszeren belüli hőcsere hatékonysága, a mellékhőrendszer és főhőrendszer hőigényeinek viszonya.

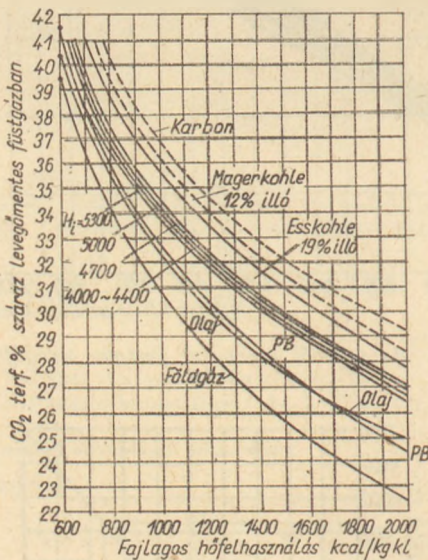
A befolyásoló tényezők alapján megállapítható egy adott klinkerégető szerkezet gyakorlatilag elérhető legkisebb fajlagos hőfelhasználásának értéke.

A diagramok felvett hőmérlegek ellenőrzésére is alkalmasak.

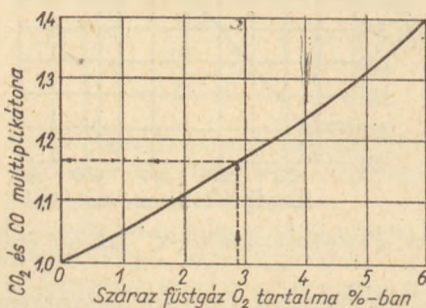
A távozó füstgáz összetételének ismeretében különféle tüzelőanyagok esetén diagramról leolvasható a klinkerégető forgókemence fajlagos hőfelhasználása.

**Макольди, М.:** Удельный расход тепла на обжиг клинкера.

Факторы, влияющие на удельный расход тепла при обжиге клинкера, изучались на основе тепловых



12. ábra. A levegőmentes füstgáz  $\text{CO}_2$ -tartalma és a fajlagos hőfelhasználás összefüggése



13. ábra.  $\text{CO}_2$  és  $\text{CO}$  multiplikátora (Átszámítás levegőmentes állapotra)



балансов главной и вспомогательной тепловых систем. К числу таких факторов относится, прежде всего, качество топлива эффективность теплового обмена внутри тепловой системы, соотношение потребностей тепла главной и вспомогательной тепловых систем.

На основе этих факторов можно определить значение наименьшего удельного расхода тепла для заданного оборудования для обжига клинкера.

Диаграммы пригодны для контроля тепловых балансов. При условии, если известен состав отходящих дымовых газов, можно на основе диаграмм определить удельный расход тепла вращающейся печи для различных тепловых материалов.

#### *Makoldi, Mihály: Spezifischer Wärmeverbrauch des Klinkerbrennens.*

Es wurden aufgrund der Wärmebilanzen des Haupt- und Nebenwärmesystems die Faktoren untersucht, welche den spezifischen Wärmeverbrauch des Klinkerbrennens beeinflussen.

Die wichtigsten Faktoren sind: die Qualität des Brennstoffs, die Wirksamkeit des Wärmeaustausches innerhalb des Hauptsystems und die Wärmeanforderung des Hauptwärmesystems.

Aufgrund der einwirkenden Faktoren kann der

praktisch erreichbare kleinste Wert spezifischer Wärme einer gegebenen Klinkerbrenneinrichtung bestimmt werden. Die erhaltenen Diagramme eignen sich auch zur Kontrolle der Wärmebilanzen.

In Kenntnis der Zusammensetzung des entweichenden Rauchgases läßt sich in den Fällen verschiedener Brennstoffe der spezifische Wärmeverbrauch des Drehofens vom Diagramm ablesen. (S. G.)

#### *Makoldi, Mihály: The Specific Heat Consumption of Clinker Burning.*

Factors influencing the specific heat consumption of clinker burning kilns were investigated according to heat balances of the main- and secondary thermal systems. The most important factors considered are the quality of the fuel, the efficacy of heat exchange within the main thermal system and the ratio between heat demands of the two thermal systems. Starting from these factors the lowest possible specific heat consumption of a given clinker burning furnace can be determined. Some diagrams are presented to facilitate these calculations; these plots at the same time may be used for the control of heat balances too. A second diagram serves the rapid calculation of the specific heat consumption of rotary kilns in case of different fuels from the flue gas composition.

## Egyesületi hírek

*Kő-Kavics Szakosztályunk az ÉVM Kavicsbánya Vállalattal közös rendezésben kétnapos „Kavicstermelési és feldolgozási ankétot” tartott, amelynek első napján, szeptember 6-án három előadás hangzott el a Technika Házában. Szokolai Sándor (ÉVM Kavicsbánya V.) „A kavicstermelés és -előkészítés fejlődése, fejlesztésének tervei és módszerei” címen áttekintést adott állami kavicstermelésünk fejlődésének fázisairól, majd részletesen elemezte a kavicsbányák lefedési és rekultiválási, termelési és elszállítási, valamint feldolgozási és belső szállítási folyamatainál fellépő műszaki és gazdasági kérdéseket. Husarik S. (Nyugatszlovákiai Kő- és Kavicstermelő V., Bratislava) a vállalatánál alkalmazott és a mieinktől eltérő technológiai eljárásokat, gépi berendezéseket ismertette, felhívva a figyelmet arra, hogy éppen ezeknek a különbségeknek mindkét oldali megismerése teszi gyümölcsözővé országaink kő-kavicsiparának immár intézményes együttműködését. Simon Jenő (ÉVM Kő- és Kavicsipari Tröszt) előadásának „Nemzetközi tapasztalatok hazai hasznosítási lehetőségei” címet adott, és ennek keretében feltárta azokat a jelentős eredményeket, amelyek az utóbbi évek folyamán tett külföldi utazások tapasztalatcseréi folytán iparunkat gazdagították. Az előadás részletes képet nyújtott kavics-termelésünk fejlesztésének perspektívájáról.*

Az érdekes és színvonalas előadásokat megbeszélés követte, melynek folyamán *Hajnal Lajos, Bálint Tibor, Dr. Jugovics Lajos* és mások megjegyzései egészítették ki a hallottakat.

Az ankét második napjának délelőttije a délegyházi kavicsbánya új, gépesített, osztályozó- és mosóművel felszerelt üzemének megtekintésével telt el. A rendezés az ankét résztvevőinek egyhangú elismerését érdemelte ki azzal, hogy az üzemszemléhez megfelelő számú, szakavatott vezetőt jelölt ki, akik az érdeklődők kis csoportjaival járták körül az üzem nagy területét. A déli órákban *Sinte Antal* üzemvezető az ankét egybegyűlt résztvevőinek tájékoztatást nyújtott az 1938-ban kézi termeléssel indított délegyházi kavicsbánya történetéről. Az előadást néhány hozzászólás követte, majd az elnöklő *Csala Kálmán* (ÉVM Kavicsbánya V.) zárószavában megállapította, hogy az ankét előadásai és az üzemlátogatás teljes képet adtak kavicsiparunk fejlődéséről, jelenlegi helyzetéről és közeljövőbeli feladatairól; a hozzászólások tárgyilagosak és gondolatébresztők voltak. A rendezés jó munkájáért *Erdély Imre* mondott köszönetet a Kavicsbánya Vállalat központi és üzemi dolgozóinak.

*E. I.*

A Duna-kanyar földtani felépítésében legjelentősebbek a miocén vulkánosság termékeként létrejött andezitek. E kőzetek földtani, kőzettani tanulmányozása nagy múltra tekint vissza (1, 2, 7). Az évtizedekkel ezelőtt megindult nagyarányú kőbányászat fokozatosan jutott el a műszaki kőzettani vizsgálatok igényéig. Az itt kitermelt andezitek vízépítési beton adalékanyagaként való felhasználásának gondolata az utóbbi években merült fel. Az új felhasználási terület a korábbiaktól eltérő követelménnyel lép fel — ez tette szükségessé egy komplex vizsgálatsorozat végzését.

Vizsgálatunk a dunabogdányi, visegrádi és szobi andezitekra, valamint a Rajka, Dunaremete, Nagybajcs és Vác környéki dunai homokos kavicsokra terjedt ki. Ásványkőzettani, kémiai és alak-tani vizsgálataink a BME Építőanyagok Tanszékén készült kőzetfizikai vizsgálatokkal egészültek ki.

## Duna-kanyarbéli andezitek vizsgálata

Gyakorlati szempontból igen fontos a kőzetek tartósságának, időállóságának kérdése. Ennek eldöntése azonban nem egyszerű, tekintettel arra, hogy a magmás kőzetek több komponensűek, heterogén felépítésűek és az egyes ásványok ellenálló-képessége különböző, ez indokolja részletes ásványkőzettani, kémiai vizsgálatok elvégzését.

Mikroszkópi vizsgálattal meghatározható a kőzet ásványosösszetétele, szövete, az egyes ásványok mállottsága, mely az időállóságra jó tájékoztatást nyújt. E vizsgálatok hagyományos módszerrel készültek, a százalékos kimérés elektromos integráló asztallal történt.

A kőzetek kémiai vizsgálata a klasszikus elemzési módszerrel történt. Az elemzésnél alkalmazott gravimetriks módszer előnye, hogy könnyebben vethető össze a korábbi vizsgálatokkal, mint az újabban alkalmazott módszerek.

A vízépítési beton adalékanyagainál fontos kérdés, hogy az adalékanyagok hogy viselkednek a víz és a levegő kémiai bontó hatásával szemben. Ennek tisztázására a Vendl-féle módszer (4, 11) módosított változatát használtuk. E vizsgálatnál a kőzet 0,06 mm  $\varnothing$ -nél finomabb szemcse nagyságú porát élénken forró vízfürdön 2 hétig melegítjük, és a kioldott anyag mennyiségét meghatározzuk. A kőzet súlyvesztése fordítva arányos a kőzet ellenálló képességével. A vizsgálati módszernek ezt a leegyszerűsített formáját hosszú kísérletek előzték meg, amelyek kimutatták, hogy a különböző vegyszerek oldóhatása közül a 3%-os citromsavoldat közelíti meg legjobban a természetben lejátszódó mállási folyamatokat (7, 9). A kioldott anyag mennyiség szerint az alábbi beosztást használjuk:

- 0—10% teljesen ellenálló,
- 10—20% ellenálló,

- 20—30% kevésbé ellenálló,
- 30%— nem ellenálló.

A Duna-kanyarban kedvező szállítási viszonyok mellett, többé-kevésbé gépesítve 3 nagy kőbányában — Dunabogdány, Visegrád, Szob — folyik jelentős mennyiségű termelés. A fejtett kőzet uralkodóan zúzottkő, kisebb mennyiségben faragottkő, terméskő formájában nyer felhasználást az út- és vasútépítésben, illetve a dunabogdányi a vízépítésben.

## Csödihegyi andezit

Dunabogdánytól D-re, a műút mentén emelkedik a lapos, kúp alakú Csödihegy. Az agyag, homokos agyagrétegek alá benyomult andezit lakkolitot formál. A hegy oldalában nyitott nagyméretű kőbányákban jól látható a lakkolit képződésének megfelelően jelentkező központihéjas, pados elválás. A lehűlésből eredő elválások 0,5—2 m-enként jelentkeznek, a fedő felé sűrűsödnek.

Az üde kőzet kékeszürke színű, felülete érdes, kissé porózus. Szabadban a kőzet fokozatosan megváltoztatja színét, helyenként mállásnak indul, és sárgásbarna színűvé változik, ez a jelenség a magasabb szinteken gyakoribb.

A mikroszkópi vizsgálat szerint a kőzetben nagy az alapanyag mennyisége (1. táblázat).

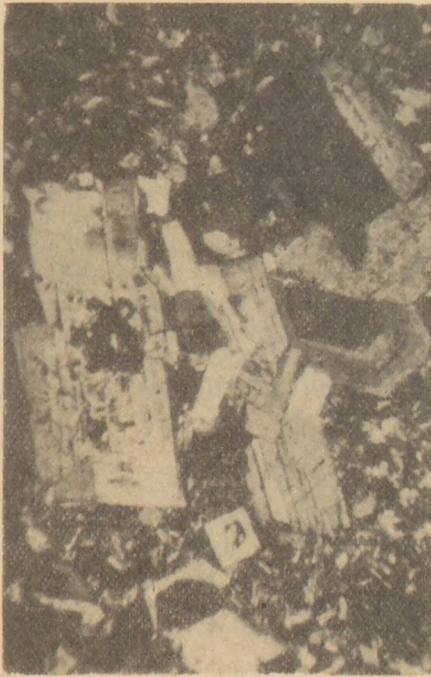
1. táblázat  
Csödihegyi biotit-amfibolandezit mikroszkópi vizsgálata

	Ásványos összetétel, %		Porfirok ásványok mérete, mm	
	alsó szint	felső szint	alsó szint	felső szint
Porfirok kiválás				
plagioklász	24,9	17,3	0,7—2,5	0,4—1,2
biotit	4,2	3,7	0,3—1,6	0,4—1,6
amfiból	0,8	0,5	0,2—0,3	0,2—0,8
gránát	0,5	0,2	0,2—0,3	0,2—0,3
bomlott színes ásv.	1,9	2,2	0,2—0,3	0,1—0,3
hézag	5,4	5,6	0,1—0,4	0,3—1,2
Alapanyag	62,3	70,5		
Összesen	100,0	100,0		

A porfirok ásványok között uralkodó a *plagioklász*, mely a kioltás alapján labrador jellegű. Nagy táblás, ikerlemezes, gyakran zónás kifejlődésű (1. ábra). A földpátok központi, bázisosabb része általában bomlásnak indul, kalcitosodás figyelhető meg.

A színes ásványok mennyisége csekély. Leggyakoribb a *biotit*, mely hatszögös pikkelyek, vagy táblák formájában jelentkezik. Szegélyein beöblösödés, magmás korrózió hatása észlelhető. A kis mennyiségben megjelenő *amfiból* megnyúlt kristályainak szegélyén erős bomlás figyelhető meg.

A nagymennyiségű alapanyagoknak mintegy  $\frac{2}{3}$  részét kisméretű (0,08—0,2 mm) *plagioklász* lécek



1. ábra. Csódihegyi andezit kissé bomlott földpát kristályai. (Keresztezett nikol, 40×-es nagy.)

alkotják, uralkodóan két ikerlemezből állnak, kissé savanyúbbak, mint a porfiros kiválások. Az alapanyagban elszórtan, szabálytalan foltokban *kőzetüveg* figyelhető meg. *Vendl* és *Takáts* korábbi vizsgálatai szerint ez az üveg a kémiai mállási folyamatok megindítója (4, 11). Légköri hatásokra oxidálódik, eredeti kékeszöld színe sárgára változik, átkristályosodás és vízfelvétel megy végbe.

Kisebb mennyiségben *magnetit*, és helyenként apró *kvarc* szemek is előfordulnak a kőzetben, a kvarc főleg a lakkolit pereméről származó andezitban gyakori. A hegy ÉNY-i oldalán levő kőbánya kőzetében a *pirit*, *kalcit* és *zeolitok* is gyakoriak.

A lakkolit képződésének megfelelően érződik a mellékkőzet hatása, így a kőzet összetételében és kristályosodottsági fokában is mutatkozik kismértvű eltérés. A felső szintről származó andezitban a porfiros kiválások mennyisége és a plagioklászok mérete kisebb, a plagioklászok magva erősebben mállott, az oxidáció előrehaladottabb, így a kőzet sárgásbarna árnyalatú.

2. táblázat  
Csódihegyi andezit kémiai vizsgálata

	Alsó szint, %	Felső szint, %
SiO <sub>2</sub> .....	64,82	61,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18,60	16,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,60	3,98
FeO .....	1,96	3,64
CaO .....	4,11	3,12
MgO .....	0,58	3,95
Na <sub>2</sub> O .....	3,20	3,31
K <sub>2</sub> O .....	2,17	2,45
Izzít. veszt. ....	1,98	1,14
Összesen .....	100,02	100,00

A kőzetek kémiai összetételében is jelentkezik kismértvű eltérés (2. táblázat). A kémiai ellenálló képesség vizsgálata szerint a kémiai oldóhatásnak a csódihegyi andezitok álltak leginkább ellen (3. táblázat). Ezt igazolja az ásványtani vizsgálat és a gyakorlati tapasztalat is, a fejtett kőzetet ugyanis a vízepítésben használják fel.

3. táblázat  
Néhány hazai eruptív kőzet kémiai ellenálló képessége

Kőzet Lelőhely	Ki- oldott anyag, %	Kőzet Lelőhely	Ki- oldott anyag, %
Andezit		Bazalt	
Dunabogdány alsó szint .....	13,6	Uzsa	26,0
Dunabogdány felső szint .....	13,8	Fonolit	
Visegrád alsó szint	20,07	Hird	37,9
Visegrád felső szint	21,6	Diabáz	
Szob Malomvölgy	22,0	Tardos	28,9
Szob etage-bánya	20,1	Gabbró	
Dácit		Szarvaskő	23,2
Szob Csákhegyi-b.	14,6		

#### Mátyáshegyi andezit

A Visegrádtól ÉNy-ra emelkedő Mátyáshegy Duna felőli oldalán nyitott nagyméretű kőbánya ugyancsak a miocén vulkánosság során képződött andezitot tárja fel. A kőzetben pados elválás észlelhető.

Az üde andezit kékeszürke, érdes felületű, tömött, a porfiros ásványok bomlottsága szembe-tűnő.

A mikroszkópi vizsgálat szerint a kőzetben közel azonos a porfiros kiválások és az alapanyag mennyisége (4. táblázat). A leggyakoribb porfiros ásvány a *plagioklász*, táblás, ikres megjelenésű. Általában erősen hasadozott, bomlott, helyenként ép és bomlott zónák váltakoznak.

4. táblázat  
Mátyáshegyi amfiból-hiperszténandezit mikroszkópi vizsgálata

	Ásványos összetétel, %		Porfiros ásványok mérete, mm	
	alsó szint	felső szint	alsó szint	felső szint
plagioklász .....	24,4	36,2	0,5—1,8	0,8—2,8
hipersztén .....	8,9	4,4	0,5—1,8	0,4—1,8
amfiból .....	3,4	1,2	0,4—0,9	0,3—0,8
bomlott színes ásvány	15,8	9,5	0,3—0,7	0,3—0,7
hézag .....	1,0	3,9	0,3—0,4	0,3—0,4
Alapanyag .....	46,5	44,8		
Összesen .....	100,0	100,0		

A színes ásványok közül gyakori a *hipersztén*, nyúlt tábláit hasadások járják át, ezek mentén kismértvű bomlás észlelhető. Az *amfiból* meghatározható formában kisebb mennyiségben fordul elő. Általában teljesen elbomlott, csak körvonalai, fosz-



2. ábra. Mátyáshegyi andezit teljesen elbomlott amfiból kristályai. (Keresztezett nikol, 40×-es nagy.)

lányai maradtak a kőzetben (2. ábra). A kiméréssel kapott hézag is részben a kihullott színes ásványok helyén jelentkezik. Az alapanyag jelentős része kisméretű plagioklász. A porfiros kiválásként jelentkező színes ásványok az alapanyagban is jelen vannak, nagyrésztük elbomlott.

Az összetételben és kristályosodottságban itt is jelentkezik eltérés, a felső szinten lényegesen nagyobb a porfiros plagioklászok mennyisége, ugyanakkor a színes ásványok csökkenő tendenciát mutatnak.

A két szintből vett kőzet kémiai összetételében az eltérés jelentéktelen (5. táblázat). A kémiai ellenállóképesség-vizsgálat szerint az oldóhatásnak az alsó szintről származó andezit jobban ellenállt.

5. táblázat

Mátyáshegyi andezit kémiai vizsgálata

	Alsó szint, %	Felső szint, %
SiO <sub>2</sub> .....	59,02	58,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	19,25	19,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,60	2,89
FeO .....	2,84	3,15
CaO .....	6,19	6,17
MgO .....	2,72	2,10
Na <sub>2</sub> O .....	3,02	3,74
K <sub>2</sub> O .....	2,76	0,52
Izzít. veszt. ....	1,42	3,05
Összesen .....	99,72	99,84

Csákhegyi andezit

Szobtól 3,5 km-re É-ra a 121-es közút mentén emelkedik a helvét-torton határon létrejött Csákhegy vulkáni kúpja. A hegy főtömegét sötétszürke hiperszténes biotit-amfibólandezit alkotja, ezt világosszürke, kvarctartalmú kőzet töri át, mely

dácitnak minősíthető (3, 6). Az országút menti Malomvölgyi bányában és a fölötté levő etageszinten a sötétszürke andezitot fejtik, e kőzetek kerültek részletesebb vizsgálatra.

A Malomvölgyi vagy Feketebányában feltárt andezit sötétszürke, tömött, a kőzet pados elválású, helyenként törési zónák jelentkeznek, ezek mentén a kőzetben elváltozás észlelhető. A mikroszkópi vizsgálat szerint a kőzetben közel azonos a porfiros ásványok és az alapanyag mennyisége (6. táblázat). A porfiros ásványok között leggyakoribb a plagioklász, zónás felépítésű, ikerlemezes, központi része általában bomlott, kalcitosodott, helyenként másodlagos képződésű klorit is közbeleptél.

6. táblázat

Csákhegyi biotit hipersztén amfibólandezit mikroszkópi vizsgálata

	Ásványos összetétel, %		Porfiros ásványok mérete, mm	
	alsó szint	felső szint	alsó szint	felső szint
Porfiros kiválás				
plagioklász .....	24,2	28,7	0,5—1,8	0,5—2,8
amfiból .....	2,7	2,1	0,4—1,4	0,5—1,0
biotit .....	3,0	3,7	0,5—1,8	0,4—0,7
hipersztén .....	3,2	2,7	0,5—1,8	0,4—1,2
bomlott színes ásvány	9,8	12,3	0,3—1,2	0,4—0,7
Alapanyag .....	57,1	50,5		
Összesen .....	100,0	100,0		

A színes ásványok közül a hipersztén a legellenállóbb, jól elhatárolt nyúlt táblái ép megtartásúak. A biotit barna pikkelyei ugyancsak kevésbé bomlottak. Az amfiból táblái a legerősebben bomlottak sok helyen teljesen limonittá ércesedett.

Az alapanyagban is uralkodó a plagioklász, mintegy 1/3 része. Feltűnő a parányi hipersztén mennyisége, mely általában nem ép, kloritos, így a kőzet sötét színeződését okozza, ugyanakkor a felhasználásnál kedvezőtlen. Az alapanyagban elszórtan apatit, magnetit mutatkozik. A kőzetrepedések másodlagos kitöltéseként és a porfiros plagioklászok bomlásaként jelentős mennyiségben képződött kalcit.

A kémiai vizsgálatok szerint feltűnően magas a kőzet vasoxidtartalma, mely a színesásványok nagyfokú bomlásának, ércesedésének következménye (7. táblázat). A kémiai ellenállóképesség-vizsgálat szerint a Duna-kanyar andezitjei közül ez állt legkevésbé ellen az oldóhatásnak.

7. táblázat

Csákhegyi andezit kémiai vizsgálata

	Malom- völgy, %	Etage- szint, %
SiO <sub>2</sub> .....	60,24	59,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11,13	18,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,17	2,22
FeO .....	8,18	4,07
CaO .....	5,02	6,31
MgO .....	2,19	2,00
Na <sub>2</sub> O .....	3,89	2,89
K <sub>2</sub> O .....	3,50	2,13
Izzít. veszt. ....	1,14	2,20
Összesen .....	100,00	100,00

Az etage-szinten a kőzet nagyüzemű termelése folyik gépesítve, törőművel. A kőzet itt is pados elválású, a törési zónák lefutása azonos a malomvölgyivel. A kőzet tömött, kékesszürke, elváltozás nagyobb mértékben a bánya törőmű felőli szakaszán észlelhető.

A kőzet a mikroszkópi vizsgálatok szerint lényegében azonos a malomvölgyivel. Az etage-szinten nagyobb a bomlott színes ásványok mennyisége, a porfiros plagioklászok mérete és bomlottsági foka.

A kémiai vizsgálatok szerint a vasoxid mennyisége lényegesen kisebb. A kémiai ellenálló képesség vizsgálata szerint kevesebb a kioldható anyagmennyiség.

\*

Az ásványkőzettani és kémiai vizsgálatok, valamint a felhasználás során szerzett tapasztalatok alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

A *dunabogdányi Csódihegy* andezitja jóminőségű, a kőzet ép, kevés színes ásványnál és földpátnál jelentkezik kismérvű bomlás, a kémiai ellenálló képesség ugyancsak ezeknél a kőzeteknél volt a legkedvezőbb. Időállóságát bizonyítja, hogy a termelt kőzetet a vízpítésben használják fel jó eredménnyel. A sárgásbarna, felső szintről származó kőzet minősége kedvezőtlenebb.

A *visegrádi Mátyáshegy* andezitja mindkét szinten erősen bomlott. Az amfibólok gyakorlatilag teljesen elmállottak, ezek mennyisége a kőzetben eléri a 10—15%-ot. A kémiai ellenállóképességvizsgálat szerint is kedvezőtlenebb a dunabogdányinál. A kőzetet jelenleg útépitésnél használják, de kedvezőtlen tapadása miatt fokozatosan kiszorul.

A *szobi Csákhegy* andezitjét nagyüzemű termeléssel fejtik, felhasználása széles körű. A kőzet jóminőségű, a színes ásványok kevésbé mállottak mint a mátyáshegyi andezitban, eddigi részletes vizsgálatok és nagymennyiségű felhasználás tapasztalata alapján időállónak bizonyult.

### Dunai homokoskavics vizsgálata

Dunai homokoskavics adalékanyagként való felhasználás céljából szükségesnek látszott részletes ásványkőzettani, szemmegoszlás jellemzőinek, a finom szemcsék mennyiségének, valamint az 5 mm-nél nagyobb szemcsék alakjának vizsgálata, illetve meghatározása.

A vizsgálatokat a finom frakció 0,2—0,06 mm nagyságú szemcséin, a durva hordalék esetében pedig az 5 mm és ennél nagyobb szemcséken végeztük el.

#### Finom frakció ásványos összetétele

A vizsgált anyag ásványos összetételében *kvarc* az uralkodó. Koptatottságuk eltérő, a víztiszta kvarc minden esetben szögletes, szilánkos, semmi koptatottságot nem mutat. A tejfehér és rózsás kvarc már koptatott, de nem egyenletesen. Az ásványok jelentős része kristályos palákból való származásra utal, kevesebb a magmás eredetű.

Helyi jelleggel előfordul kis mennyiségű epigén ásvány is. A nehézasványok részesezési aránya a vizsgált anyagban 1,6—6 súlyszázalék.

A vizsgálati eredményeket a 8. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgálatok során megállapíthatjuk, hogy az adalékanyag finom frakciója nem tartalmaz olyan ásványt (opál, pirit, zeolit stb.) ami károsodást okozhat a betonban.

8. táblázat

Felső-dunai homokoskavics finom frakciójának ásványos összetétele (gyakorisági sorrend)

Megnevezés	Rajka homokoskavics	Rajka homokoskavics fedő homok	Nagybajes; homokoskavics
Vizsgált anyag $\varnothing$ , mm	0,20	0,1—0,06	0,20
<b>Könnyűfrakció (%)</b>			
<b>Kvarc</b>			
víztiszta	50	57	37
tejfehér	33	21	51
rózsa	9	5	4
Csillám, földpát	2	15,4	5,3
Összesen	94	98,4	97,3
<b>Nehézasványfrakció (%)</b>			
Csillám	6	1,6	2,7
Gránát	46	1	14
Amfiból	19	19	57
Disztén	19	8	8
Magnetit	4	8	6
Sztaurolit	3	4	7
Epidot	4	—	4
Aktinolit	2	10	—
Klorit	—	13	—
Tremolit	—	11	—
Cirkon	—	4	—
Titanit	—	3	—
Turmalin	—	3	—
Hipersztén	—	2	1
Apatit	—	2	1
Olivin	—	1	—
Karbonát	1	—	—
Kőzettörmelék	6	7	2
	2	4	—

#### Durva hordalék kőzettani összetétele

Az adalékanyag megfelelő kőzettani összetétele fontos követelmény, amelyet a hazai és külföldi tanulmányok előírnak (10, 14). Elsősorban a riolit és andezitfajták, palák, fillitek, valamint a nagyobb mennyiségű opált, kalcedont, tridimitet, krisztobalitet és zeolitet tartalmazó kőzetek azok, amelyek adalékanyagként kétséges kőzetek. Ugyancsak fokozott figyelmet érdemelnek a vulkáni kőzetek között azok, amelyeknek *szöveve-szerkezete* gyengén kristályosodott, üvegszerű, felzites, gömbös kifejlődésű.

A felső-dunai homokoskavics kőzettani összetétele minimális mennyiségben tartalmaz savanyú eruptív kőzetet és annak tüfáit, az adalékanyag tulajdonságát és felhasználási területét így nem korlátozza.

Az 5 mm-nél nagyobb átmérőjű hordalék kőzettani vizsgálatát az előírásnak megfelelően 5000, ill. 10 000 g teljes vizsgálati mennyiségből határoztuk meg, a megfelelő lyukbőségű rostán fennmaradt

	d mm	Kvarc-kvarcit		Magmás		Üledékes				Átalakult		Egyéb	
		db	%	db	%	mészke		homokkő		db	%	db	%
						db	%	db	%				
Rajka .....	15 10 5	68 367 2455	55 68 80	10 31 126	8 6 4	18 60 223	15 11 7	16 52 120	13 9 4	10 25 75	8 5 2	1 5 76	1 1 2,5
Összesen		2890	78	167	4,5	301	8	188	5	110	3	82	2,5
Dunaremete .....	30 15 10 5	5 98 419 5693	50 60 84 90	3 32 38 113	30 20 7 2	2 9 11 69	20 5 2 1	— 15 17 103	— 10 3 2	— — 12 97	— — 2 2	— 8 11 206	— 6 2 3
Összesen		6215	89,3	186	2,7	91	1,3	135	1,9	109	1,6	225	3,2
Nagybajcs .....	15 10 5	55 375 2396	61 82 86	14 24 43	16 5 2	11 22 109	12 5 4	5 13 138	6 3 5	3 18 37	3 4 1	2 5 47	2 1 2
Összesen		2826	85,2	81	2,4	142	4,3	158	4,7	58	1,8	54	1,6
Vác .....	30 15 10 5	3 61 341 4252	100 76 87 91	— 5 21 141	— 6 5 3	— 4 5 51	— 5 2 1	— 7 9 158	— 9 2 4	— — 12 36	— — 3 0,5	— 3 3 17	— 4 1 0,5
Összesen		4657	91	167	3,2	60	1,15	174	3,3	48	0,9	23	0,45

Vizsgálati anyag begyűjtve = 1965.

Mintavétel helye = Dunaártér

anyagrészből. Ezáltal képet kaptunk arról, hogyan változik a kőzettani összetétel a különböző szemcse nagyságokban. E részletes kőzettani vizsgálati eredményeket a 9. táblázatban foglaltuk össze.

A négy vizsgálati anyagban uralkodóan — mintegy 80–90%-ban — kvarc és kvarcit fordul elő. Az adalékanyag kitűnő kőzete. Az üledékes kőzetek közül elsősorban a mészkő és a homokkő számottevő, átlagosan 8%-ban. A vulkáni eredetű kőzetek — mélységi és kiömlési együttvéve — mintegy 3% mennyiségben fordulnak elő. Átalakult kőzetek részesedési aránya 2%.

Az egyéb kőzetek csoportjába soroltuk a vulkáni tufák mállott, szétesett darabjait.

#### Szemmegoszlási jellemzők meghatározása

Az anyag betontechnológiai alkalmasságának tisztázása végett néhány fontosabb vizsgálatot is elvégeztünk. További kísérletek során kerül eldöntésre, hogy a vizsgált dunai hordalék durvább homokoskavics vagy pedig andezit zúzalékkal kerül kiegészítésre a megfelelő szemszerkezet biztosítása céljából. A szemmegoszlási jellemzőket a 10. táblázatban foglaltuk össze.

A szemcsék alakja döntő hatású az adalék betonképző tulajdonságára nézve. A tömegbetonok esetén kívánatos minimális cementtartalmat csak úgy lehet biztosítani, ha az adalékszemesek nemcsak nagyságra, hanem alakra is olyanok, hogy lehetővé teszik a minimális habarstartalom elérését. Az utóbb említett cél érdekében elvégeztük az alakjellemzők meghatározását, amelyet a 11. táblázatban foglaltunk össze. Alakjukat tekintve a

zömök szemcsék a legkedvezőbbek. A kedvezőtlen — hosszúka, lemezes — szemcsék nagymértékben megnövelik a bedolgozási munkát is.

Kőzettani csoportosítást figyelembe véve, az alakjellemzők alakulását a következőkben foglalhatjuk össze:

a) zömök alakúak a kvarc és kvarcitok, a magmás kőzetek,

10. táblázat

#### Szemmegoszlási jellemzők

Megnevezés	Rajka	Dunaremete	Nagybajcs	Vác
Legnagyobb névleges szemcse nagyság, mm .....	20	30	20	20
Legkisebb névleges szemcse nagyság, mm .....	0,25	0,25	0,25	0,25
Finomsági mérőszám	5,15	4,98	5,18	4,22
Térfogatsúly .....	1,72	1,82	1,85	1,68
0,1 mm $\varnothing$ -nél kisebb frakció, % .....	1,6	0,7	0,4	0,7
Szemmegoszlás egyenletessége (súly %)	65	80	73	84
Kavics—homok arány, %				
Összes kavics .....	66	53	59	36
nagyszemű kavics	35	20	27	8
kisszemű kavics	31	33	32	28
Összes homok .....	34	47	41	64
durvaszemű homok	47	36	53,5	34
finomszemű homok	53	64	46,5	66

Homokoskavics alakjellemzőinek összefoglaló táblázata közettani csoportosítás szerint

Kőzet	D, mm $\varnothing$	Rajka		Dunaremete			Nagybajcs		Vác		
		10	15	10	15	30	10	15	10	15	30
Kvarc—kvarcit.....	$l_e$	0,62	0,65	0,68	0,64	0,58	0,67	0,67	0,70	0,61	0,60
	$h_0$	1,28	1,32	1,30	1,32	1,25	1,30	1,31	1,31	1,33	1,04
	$L_i$	1,84	1,80	1,70	1,81	1,95	1,71	1,70	1,65	1,80	1,72
Magmás .....	$l_e$	0,61	0,55	0,59	0,61	0,61	0,66	0,55	0,67	0,67	—
	$h_0$	1,36	1,31	1,38	1,29	1,18	1,34	1,32	1,35	1,26	—
	$L_i$	1,93	2,08	2,04	1,87	1,78	1,78	2,09	1,75	1,68	—
Üledékes mészkő .....	$l_e$	0,44	0,37	0,66	0,61	0,36	0,39	0,40	0,54	0,50	—
	$h_0$	1,30	1,14	1,38	1,29	1,18	1,24	1,42	1,32	1,54	—
	$L_i$	2,62	2,90	1,71	1,85	3,44	2,94	2,98	2,15	2,50	—
Homokkő .....	$l_e$	0,58	0,50	0,57	0,60	—	0,54	0,40	0,59	0,59	—
	$h_0$	1,27	1,39	1,40	1,40	—	1,47	1,27	1,35	1,45	—
	$L_i$	1,94	2,35	2,10	1,98	—	2,29	2,80	2,00	2,07	—
Átalakult .....	$l_e$	0,49	0,64	0,58	—	—	0,56	0,50	0,66	—	—
	$h_0$	1,44	1,54	1,45	—	—	1,42	1,31	1,42	—	—
	$L_i$	2,46	1,99	2,21	—	—	2,16	2,22	1,83	—	—

Egyéb csoportba sorolt kőzetek alakjellemzőit nem mértük.

Jelmagyarázat:  $l_e$  = lemezesség,  
 $h_0$  = hosszúkasság,  
 $L_i$  = laposság index.

b) lemezes alakúak általában az üledékes kőzetek, elsősorban a mészkő,

c) hosszúkás alakúak az átalakult kőzetek.

A hazai műszaki gyakorlatban elterjedt a laposság index ( $L_i$ ) meghatározása. A három egymásra merőleges tengely hosszából a szem körül írható hasáb oldalainak hosszát határozzuk meg. Ideális esetben értéke 1.

A lemezes vagy hosszúkás kőzetek esetében, mint például a mészkő vagy az átalakult kőzetek, 3 vagy ennél nagyobb.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a dunai hordalékban 80—90%-ban kvarc-kvarcit és magmás kőzetek találhatók, alakjellemzőjük a legkedvezőbb, így kiválóan alkalmasak adalékanyagként.

#### IRODALOM

- [1] Szabó J. (1895): Geológiai adatok a dunai trachit-csoport balparti részére vonatkozólag. *Földt. Közl.* 25. 303.
- [2] Takáts T. (1928): Adatok a szentendre—visegrádi hegycsoport andezitjainak ismeretéhez. *Élet* kiadó, Bp. 1.
- [3] Papp F. (1932): A Börzsönyi hegység eruptív kőzetei. *Mat. Term. tud. Ért.* 49. 1.
- [4] Vendl A.—Takáts T. (1933): A Csódi hegy kőzeteinek mállásáról. *Mat. Term. Tud. Ért.* 50. 589.
- [5] Takáts T. (1938): Útburkoló köveink mállása. *Technika*, 1.
- [6] Papp F. (1950): A szobi Csákhegy környékének kőzeteiről. *Építőanyag*. 3. 3.
- [7] Bidló G. (1951): A szob—csákhegyi piroxéndandezit mállási vizsgálata. Akadémiai kut. ösztöndíj jel. *Kézirat*.
- [8] Lengyel E. (1951): A Dunazug-hegységi andezitek zárványai és magmatektonikai jelentőségük. *Földt. Közl.* 81. 119.
- [9] Bidló G. (1953): Két hazai andezit mállási vizsgálata. *Földt. Közl.* 83. 376.
- [10] Horniș E. (1956): A Duna csehszlovákiai szakaszán homokoskavics- és homoklelőhelyek kutatása és laboratóriumi petrográfiai-technológiai vizsgálatai,

tekintettel a dunai vízíní építésére. *Építőtechn. Gép. Kutató Int. Kiadv.* 56. Pozsony.

- [11] Vendl A. (1957): Az eruptív kőzetek mállásáról. *MTA. Műsz. Tud. Oszt. Közl.* 20. 201.
- [12] Cseszkó M. (1958): A szobi Csákhegy környékének kőzetföldtani jellemzése. *Földt. Közl.* 88. 315.
- [13] Pécsi M. (1959): A Duna-völgy magyarországi szakaszának kialakulása. *Akadémiai kiadó*, Bp.
- [14] Építőipari anyagok I—II. (1961). *Magy. Szabványügyi Hiv. kiadv.*
- [15] Török E. (1964): A szobi Csákhegy műszaki-földtani vizsgálata. *ÉKME; Tud. Közl.* 10. 1. 167.

#### Bidló Gábor—Kleb Béla—Török Endre: Vízépítési beton adalékanyagainak vizsgálata.

Megvizsgáltuk a fontosabb Duna-kanyarbeli andezit és felső-duna-i homokoskavics kőzetelfordulások ásványközettani, kémiai ellenállóképesség, valamint az andezit-zúzalék és homokoskavics alakjellemzőit.

A vizsgálatok alapján a dunabogdányi Csódi-hegy andezitje a legellenállóbb, benne a bomlott ásványok mennyisége csekély, (1,9—2,2), míg a visegrádi Mátyás-hegy andezitje mikroszkópos vizsgálatok alapján több, erősen bomlott ásványt tartalmaz (9,5—15,8%) és a kémiai vizsgálatok alapján is kevésbé ellenálló, mint a többi kőzet (21,6%).

A szobi Csákhegy kőzetei közepes minőségűek, bomlott ásványaik ellenére is jól felhasználhatók.

A homokoskavics ásványközettani összetétele alapján alkalmas vízépítési beton adalékanyagként való felhasználásra. A hordalék szemszerkezete a kívánt célra kifogásolható, mivel a maximális szem nagyság (20—30 mm) nem éri el a szükséges nagyságot, ugyanakkor a Duna-kanyarbeli andezitek zúzalékával keverve alkalmas megfelelő szemszerkezetű adalékanyag előállítására.

#### Бидло, —Клеб, —Терек, Э. Испытание заполнителей для гидротехнического бетона.

Были изучены минералогический состав, химическая стойкость песчаного гравия месторождения района Верхнего Дуная и важнейших андезитов месторождения излучины реки Дуная (Дунаканяр), а также характеристики формы андезитовой щебенки и песчаного гравия. На основе испытаний наиболее стойким является андезит горы Чеди (Дунаканяр), в котором

содержание разложившихся минералов незначительно (1,9—2,2), в то время, как согласно микроскопическим испытаниям, андезит вышеградской горы Матиаш содержит большое количество сильно разложившихся минералов (9,5—15,8%), и на основе химических испытаний является менее стойким, чем прочие породы (21,6%). Породы собской горы Чак среднего качества и, несмотря на содержание разложившихся минералов, могут быть хорошо использованы.

На основе минералогического состава песчаный гравий пригоден для применения в качестве заполнителя в гидротехническом бетоне.

Зерновой состав гальки не вполне пригоден для данной цели, так как максимальный размер зерна (20—30 мм) не достигает необходимой величины, в смеси с, дунаканярской андезитовой щебенкой галька может быть применена для приготовления заполнителя соответствующего зернового состава.

*Bidló, Gábor—Kleb, Béla—Török, Endre: Untersuchung der Zuschlagstoffe des Wasserbaubetons.*

Es wurde die mineralogisch-geologische Widerstandsfähigkeit, die chemische Widerstandsfähigkeit der wichtigsten Andesitlager im Donauknie und der Kiesandvorkommen der Oberen-Donau, wie auch die Formcharakteristik des Andesitplitts und des Kiessands untersucht.

Aufgrund der Untersuchungen erwies sich der Andesit des Csódi-Bergs bei Dunabogdány als meist widerstandsfähig, sein Gehalt an zersetzten Mineralien ist gering (1,9—2,2%), während der Andesit des Mátyás (Matthias)-Berges in Visegrád (Plintenburg) — wie es die mikroskopische Prüfung bewiesen hat — mehr mineralischer Zersetzungsprodukte enthält (9,5—15,8%), auch ist er aufgrund der chemischen Untersuchungen als

weniger widerstandsfähig als die anderen Gesteine zu betrachten (21,6%).

Die Gesteine des Csákhegy bei Szob sind hinsichtlich auf ihre Qualität mittelmäßig, sie sind aber trotz ihres Gehalts an Zersetzungsprodukte gut zu gebrauchen.

Der Kiessand ist, wie es die mineralisch-geologische Prüfung bewiesen hat, geeignet zur Anwendung als Zuschlagstoff von Wasserbaubeton. Der Kornaufbau des Treibandes kann im Falle genannter Anwendung beanstandet werden, weil die größte Kornabmessung den Maximalwert (20—30 mm) nicht erreicht, zugleich ist er aber geeignet zur Herstellung von einem Zuschlagstoff entsprechenden Kornaufbaus, namentlich mit dem Splitt der im Donauknie vorkommenden Andesiten vermennt.

(S. G.)

*Bidló, Gábor—Kleb, Béla—Török, Endre: The Examination of Aggregates for Hydro technical Concrete.*

Mineralogical, petrographical, chemical durability as well as particle size and shape properties of andesites from quarries at the Danube Elbow and of gravel from the Upper Danube were determined. Best chemical durability was shown by the andesite from the Csódi-Hill (near Dunabogdány), due to its low content of weathered minerals (1.9—2.2%). The andesite from the Mátyás-Hill (near Visegrád) is the less durable (weathered minerals abt. 9.5—15.8%, citric acid soluble components = 21.6%). The rock from the Csák-Hill (near Szob) is of medium durability, but still may be used as aggregate for hydrotechnical concrete. The chemical-mineralogical composition of the Upper Danube gravel is satisfactory, but its particle size distribution is objectionable, because maximum grain size is as low as 20—30 mm; but may be used as concrete aggregate if large size particles are supplemented by crushed andesite.

(Folytatás a 413. oldalról)

*Aszlanova, M. Sz.—Gordon, Sz. Sz.—Hazanov, V. E.: Kísérleti-statisztikai optimalizálási módszerek alkalmazása az üvegszálátmérő és a formázási viszonyok közötti összefüggés megállapítására (p. 12—16, á: 1, t: 1.)*

Az összövetségi üvegplasztik- és üvegszálkutató intézetben először próbáltak kísérleti-statisztikai optimalizálási módokat alkalmazni és matematikai eljárását adni a bonyolult technológiai folyamatoknak az üvegszálformázásnál azzal a céllal, hogy összefüggést állapítsanak meg az üvegszál átmérője és a technológiai tényezők között. A korszerű statisztikai módszerek lehetőségét adnak arra, hogy a technológiai folyamatok mechanizmusáról — még nem kielégítő elméleti ismeretek mellett is — matematikai modellt készítsenek, amely magában foglalja az összes lényeges variálható tényezőket, fizikai értelműtől függetlenül. A statisztikai optimalizálási módok különösen ott alkalmazhatók nagy hatáskokkal, ahol minimális önköltségű vagy újfajta termék előállításánál egy ismert folyamatban néhány optimális felvétel kialakításának feladatát kell megoldani.

*Fedoszeev, D. V.: Összefüggés az üvegszál átmérője és a formázási viszonyok között (p. 17—18, á: 1.)*

Az üvegszál átmérője, valamint a húzás sebessége, a húzónyílás nagy-

sága és egyéb technológiai tényezők közötti összefüggés megállapítása a termelés szempontjából igen nagy jelentőségű. Ezért a termelési folyamatok olyan képlettel történő leírása, amely a fő paramétereket összekapcsolja, lehetővé teszi, ha nem is az üvegszál-előállítás irányítását, de legalább is a főbb mutatók előre kialakítását.

**SZKLO I CERAMIKA**  
1966. 12. sz.

*Nowotny, W.: Unit Melter típusú üvegvolvastó kemencék (p. 360—362, á: 2, b: 13.)*

Az Unit Melter típusú kemencék szerkezetének kialakulása.

**SZTROITELNŪE MATERIALŪ**  
1966. 8. sz.

*Vinnik, V. G.—Bobul, V. G.—Pluscs, B. A.—Zaporozsec, V. B.: Kötőanyagok aktivitásának növelése akusztikai módszerrel (p. 16—17, a: 2, t: 2, b: 2.)*

A cementek átlagos aktivitásának növekedése. Az ultrahang hatása a cement aktivitására. Berendezés a cement aktivitásának növelésére. A cementpépet sűrített levegő segítségével a kisugárzóba adagolják, ahol a cementaktivizátor hidromechanikai módszerrel dolgozza fel az anyagot. A cement aktivizálására szolgáló berendezés és működésének ismertetése. Az akusztikai cementpép-aktivizálás befolyása a cementkő szilárdulására.

Az aktivizátor lehetővé teszi, hogy azonos cementfelhasználás mellett rövidebb idő alatt érjük el a beton igényelt szilárdságát. Az aktivizálás hatékonysága a keverék víz-cement-tényezőjének növekedésével növekedik. A berendezés alkalmazásával a keverék intenzív keverése és homogenizálása lehetővé teszi színes betonok készítését jelentéktelen mennyiségű színezőanyagok felhasználásával. A berendezés szerkezete egyszerű és könnyen kezelhető. Egy műszakban 30 m<sup>3</sup> betonteljesítményű aktivizátor beruházási költségei 1500—1800 rubelt tesznek ki.

*Samraj, V. N.: Korszerűsített spirális homok-osztályozók (p. 14—15, á: 4, t: 1.)*

A homok feldolgozásánál a legjobban beváltak a spirális osztályozók. A főképpen kis frakciójút 0,005—0,315 min méretű, 60%-ig terjedő mennyiségű frakciók 4—7% anyagszennyeződést tartalmaznak. Az óránként 50 m<sup>3</sup> teljesítményű spirális osztályozó alkalmas a homok tisztítására. A korszerűsített spirális homokosztályozó és működésének ismertetése. A berendezés alkalmazásánál a természetes homokok szemcséméretmodulusa 1,0—2,5. A 0,63 mm-es szitán a maradék 25-ről 50-ig növekedik. 1 m<sup>3</sup> mosott homok önköltségét a berendezés segítségével 1,70% rubelről 0,60% rubelre csökkentették.

(Folytatás 438. oldalón)



Az üveg jellemző tulajdonsága, hogy összetételétől függően bizonyos hőmérsékleti határok között kristályosodásra képes. Ezen hőfoktartomány felső határértéke, az ún. likviduszpont, a gyártás szempontjából nagyon fontos paraméter. Az ipari és kereskedelmi üvegek szempontjából alapvető követelmény, hogy a kidolgozási hőmérséklet a likviduszpont felett, s attól minél távolabb legyen. Ez nemcsak a termék minősége szempontjából, hanem a technológia továbbfejlesztése érdekében is szükséges. Már a felsorolt igények is kellően indokolják azokat a törekvéseket, amelyek az üvegek likvidusz hőmérsékletének csökkentésére irányultak.

A jelenleg alkalmazott üvegösszetételek kialakításában lényeges szerepet játszottak a likviduszpont csökkentését célzó kísérletek. Ezek egy része esetenként egy-egy szilikátrendszeren belül került végrehajtásra. Bizonyos összetételhatárok között megállapították egyes komponensek koncentráció-változásának a likviduszpontra gyakorolt hatását. További előrehaladást jelentettek azok a kísérletek, amelyeknél a  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  rendszerbe újabb oxidot vittek be.

Kitajgorodszkij (1929) nemcsak az egyes üvegalkotók kvalitatív hatását állapította meg, de felismerte azt is, hogy az oxidalkotórészek számának növelésével a kristályosodás lehetősége csökken. Morey (1932 és 1936) a  $\text{B}_2\text{O}_3$  és a  $\text{MgO}$ , Silverman (1939) pedig az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  likviduszpontra gyakorolt befolyását határozta meg a  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  rendszer üvegeinél.

Az üvegalkotók számának növelésével — még szűk összetétel-tartományokon belül is — egyre nehezebbé válik a likviduszpont lefutásának meghatározása, a szükséges mérések mennyiségének rohamos növekedése miatt. Ez vetette fel az összetétel alapján való likviduszpont-számítás igényét. Ohotin (1960) vizsgálati eredményei alapján empirikus képletet állított fel a

$$\begin{aligned} &16\% \text{ Na}_2\text{O}, \\ &64-78\% \text{ SiO}_2, \\ &6-10\% \text{ CaO}, \\ &1-5\% \text{ MgO és} \\ &1-5\% \text{ Al}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

tartalmú üvegek likviduszpontjának számítására. Az adott tartományon belül a szerző mérési és számítási eredményei nagyon jól megegyeztek.

## A likviduszpont matematikai meghatározásának problémái

Az Ohotin által kidolgozott empirikus összefüggés 27, kísérletileg és számítással meghatározott állandót tartalmaz, ezért alkalmazása — bár pontos eredményt ad — hosszadalmas számítást igényel. A vizsgált tartomány az üvegek nagy csoportját foglalja magában, azonban természetes,

hogy minden üveg likviduszpontjának számítására nem lehet alkalmas.

Az üveg szerkezetét rendkívül bonyolult módon befolyásoló oxidoknak a likviduszpont értékére gyakorolt egyedi hatását még kevés alkotó esetén is nehéz matematikailag számszerűsíteni.

Minden szilikátüvegre érvényes általános összefüggés megállapítására pedig nem is gondolhatunk. Az üvegek összetételében levő alkotóknak a likvidusz hőmérséklet szempontjából tekintett fajlagos hatását nem könnyű megállapítani. Ennek okát a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Az üvegek többségében megtalálható néhány oxid —  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  stb. — száma is túl sok ahhoz, hogy azok egyedi hatása kevés számú kísérlettel, tágabb összetételhatárok között megállapítható legyen.

2. Nyomokban, vagy kisebb-nagyobb koncentrációban gyakran található egyéb oxidok —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{PbO}$  stb. — is az üvegekben, melyek a likvidusz hőmérséklet szempontjából szintén nem hanyagolhatók el.

3. Speciális üvegtulajdonságok kialakítása gyakran csak bonyolultabb összetétellel, a komponensek számának növelésével érhető el.

4. Bizonyos tulajdonságok fokozottabb módosítására egyre inkább előtérbe kerülnek a multikomponenses üvegek, amelyek az alkotók számának további, gyakran jelentős számú növelését eredményezik.

A multikomponenses elv (kismennyiségű, de nagyszámú új alkotó beépítése az üvegbe) gyakorlati realizálása általában a kristályosodási tulajdonságok befolyásolása, de különösen a likviduszpont csökkenése terén érvényesül.

A multialkotók száma gyakran 10—15, vagy esetleg még több is, míg összmennyiségük kb. 1—2 súly%-ot tesz ki.

Ilyen üveg multialkotói egyedi hatásának megállapításához már viszonylag sok mérés szükséges.

A kísérletek során figyelembe kell vennünk azt a sajátos helyzetet, hogy az említett adalékanyagok koncentrációit csak kismértékben kell változtatnunk. Ilyen szűk intervallumon belül pedig — amint arra később bővebben visszatérünk — a likvidusz hőmérséklet változását a multialkotók additivitásának feltételezésével számíthatjuk. Az alkotók additív tényezőit mérések alapján határozhatjuk meg. Az ehhez szükséges kísérleteknél arra kell törekednünk, hogy a vizsgált sorozat üvegei lehetőleg közel azonos számú és összmennyiségű multialkotót tartalmazzanak, változatlan alapüvegösszetétel mellett.

A mérések minimális száma ( $v$ ):

$$v = n + 1,$$

ahol  $n$  a multialkotók száma. A mérések között az

alapüveg likvidusz hőmérsékletének meghatározása is szerepel.

Amennyiben a multialkotók fajlagos hatását több, különböző összkoncentrációra is meg akarjuk állapítani, a mérések száma ( $v_k$ ) is nő:

$$v_k = k \cdot n + 1,$$

ahol  $k$  az eltérő összmenyiségű csoportok száma.

Ennek alapján pl. tíz adalénoxid 1-, 1,5- és 2% összmenyisége esetén is minimálisan 31 mérés szükséges az additív tényezők megállapításához. Természetes, hogy ez a szám a párhuzamos vizsgálatok miatt még tovább nő, arról nem is beszélve, ha az alapüveg összetétele is változnék. A rohamosan emelkedő számok azonban bizonyos megfontolások révén várhatóan mérsékelhetők. A lehetőségeket a további vizsgálati és számítási eredmények fogják megmutatni, alapvetően tehát az, hogy miként befolyásolják a különböző üvegek szerkezetét a beépített adalénoxidok.

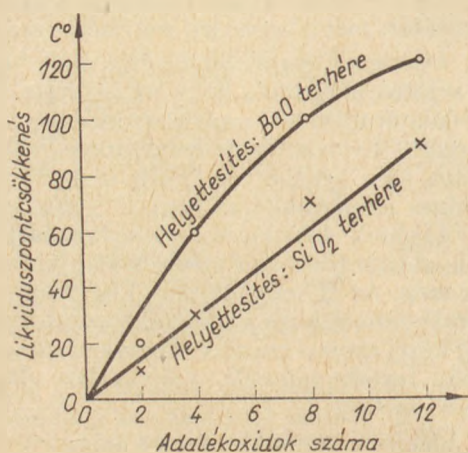
### Az adalékanyagok komplex hatása

A téma vizsgálatánál természetesen csak olyan adalékanyagok jöhetnek számításba, amelyek az alapüvegre nem fejtenek ki mineralizációs hatást. Ezeket ekvimolekuláris helyettesítéssel, vagy additíve használhatjuk fel. Lócsei (1962, 1966) litium-bárium-szilikát üvegek kristályosodását vizsgálta a mikroeutektikus hatás értékelése céljából. Az alapüveg összetétele:

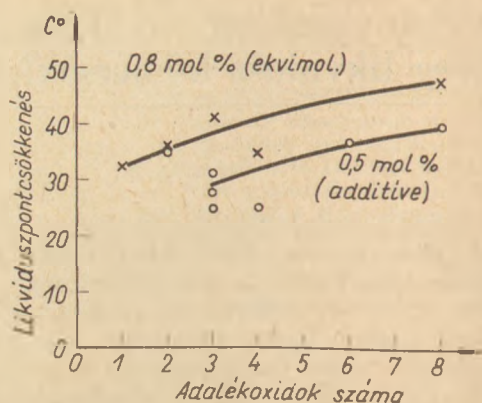
SiO <sub>2</sub> . . . . .	69 mol%
BaO . . . . .	8 mol%
Li <sub>2</sub> O . . . . .	23 mol%

Helyettesítésre a következő oxidokat alkalmazta: B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, CdO, SrO, PbO, ZnO, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Két sorozatvizsgálatot végzett. Az egyiknél az SiO<sub>2</sub>, a másikonál a BaO terhére vitt be, 2, 4, 8 és 12 új alkotót — a felsorolás sorrendjében — minden esetben 1%-nyi összmenyiségben. Az alapüveghez viszonyított likviduszpont-csökkenést a multialkotók számának függvényében az 1. ábrán láthatjuk. Az SiO<sub>2</sub> terhére történő helyettesítés összefüggései közel lineárisak, míg a BaO esetében enyhe parabolikus változás mutatkozik. A helyettesítő



1. ábra. Multialkotók hatása a litium-bárium-szilikát-üvegek likviduszpont-csökkenésére



2. ábra. Multialkotók hatása a húzott síküveg likviduszpont-csökkenésére

oxidok sorrendjének változása, azok eltérő anyagi minőségének következtében, nyilvánvalóan a görbék első szakaszát befolyásolná elsősorban. Ettől függetlenül jól megfigyelhető az új alkotók növekvő számának a likvidusz hőmérsékletre gyakorolt hatása. A maximális eredmény 90-, ill. 120°C-os likviduszpont-csökkenésnek felel meg.

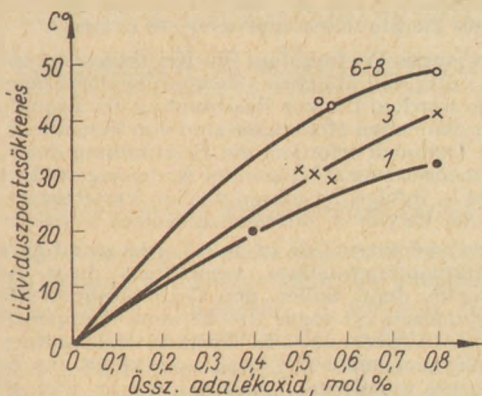
A szerző (1966) húzott síküveg likviduszpontjának csökkenését vizsgálta a multialkotók számának és összmenyiségének függvényében. 71,9% SiO<sub>2</sub>, 1,7% R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7,3% CaO, 3,9% MgO, 14,9% Na<sub>2</sub>O, 0,3% SO<sub>3</sub> összetételű alapüvegbe a következő oxidok kerültek beépítésre: BaO, ZrO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, ZnO, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Az egyik sorozatnál 0,5-, a másikonál pedig 0,8 mol% összmenyiségű új alkotót additíve, ill. ekvimolekuláris helyettesítéssel alkalmaztunk.

A vizsgálat eredményeit a 2. ábra mutatja. A két görbe lefutása közel azonos jellegű. A komponensek számának növekedésével a likviduszpont csökkenése mérséklődik. A bizonytalanság itt is a görbék kezdeténél a legnagyobb, az új alkotók eltérő kvalitatív hatása miatt. A 0,5 mol%-ra vonatkozó összefüggéseket 0,47—0,59 mol%-hoz tartozó értékek lineáris interpolálásával nyertük. A koncentrációk ilyen kis eltérése esetén a változást lineárisnak tekinthetjük.

A likvidusz hőmérséklet 8 új alkotó esetén csökkent maximálisan: 40-, ill. 48°C-ot. A 40°C-os csökkenést eredményező 0,5 mol%-nyi adalénoxid kb. 1 súly%-nak felel meg. Ugyanilyen összmenyiségű 8 új alkotó a litium-bárium-szilikát-üveg likviduszpontját, a helyettesítéstől függően, 62-, ill. 100°C-kal csökkentette (1. ábra). A két eltérő alapüvegbe csak részben kerültek azonos adalénoxidok (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> és Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). A különböző mértékű hatás azonban mégsem ennek, hanem az alapüvegek lényegesen eltérő kristályosodási hajlamának tudható be. A litium-bárium-szilikátüveg kristályosodási hőmérsékletintervalluma 100°C-kal nagyobb, mint a síküvegé (340-, ill. 240°C). Ily módon a multialkotók hatása az előző üvegnél érvényesült fokozottabban.

### Az adalékanyagok fajlagos hatása

A síküveg likviduszpont-csökkenésére végzett vizsgálatok eredményei a 3. ábrán láthatók. Itt az abszcisszán az adalénoxidok összmenyisége szere-



3. ábra. Síkűveg likviduszpont-csökkenése az adalékok számának és össz mennyiségének függvényében

pel, az ordináta változatlanul a likvidusz hőmérséklet csökkenését jelzi.

A görbék az 1, 3 és a 6—8 adalékalkotóra vonatkozó összefüggéseket mutatják. Látható, hogy konstans adalékszám esetén, a koncentráció növekedésével először gyorsabban, majd lassabban csökken a likvidusz hőmérséklet. A bemutatott ábrák görbéinek jellege tehát azonosnak vehető. Ezekből azonban még nem látható az adalékanyagok fajlagos hatása.

Az új alkotók számának emelésével együtt nő azon vizsgálatok száma is, amelyek alapján a multialkotók egyedi hatása meghatározható. Emiatt az eddigi vizsgálati eredmények alapján jelenleg még nincs lehetőségünk arra, hogy a korábban felsorolt összes adalékoxid egyedi hatását megállapítsuk. A számítások a BaO, ZrO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és a K<sub>2</sub>O húzott síkűvegbe való additív beépítése alkalmával nyert mérési eredmények alapján történtek. Az új alkotók össz mennyisége kb. 0,5 mol% (1 súly%) volt. Az adalékoxidok száma 3—4, egyedi mennyiségük 0,10—0,24 mol% között változott. Átlagos koncentrációjuk 0,17 mol%-nak felelt meg.

Az 1. és 2., de különösen a 3. ábra szerint nem követünk el nagy hibát, ha ilyen csekély koncentrációváltozáskor a likviduszpontra vonatkozóan additív sajátosságokat tételezünk fel. Ennek alapján történt az alkotók egyedi hatásának számítása is, melynek eredményei a következők:

Oxid	Fajl. likv. p. csökk. °C/mol %
BaO .....	87,5
ZrO <sub>2</sub> .....	64,6
K <sub>2</sub> O .....	42,2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22,6

Az összeállításban az oxidok fajlagos hatásuk csökkenésének sorrendjében szerepelnek. Ezen tényezőkkel az említett húzott síkűveg likvidusz hőmérsékletének csökkenését számíthatjuk, 3—4 adalékoxid 0,5±0,1 mol%-os össz mennyiségének additív beépítése esetén. Az alkalmazás tehát korlátozott.

Ettől eltekintve a számított értékek több szempontból is tanulságosak. Anélkül, hogy egyetlen sorozat mérési eredményei alapján indokolatlanul általános következtetésre törekednénk, a következő észrevételeket tehetjük:

a) A likvidusz hőmérséklet csökkentésében az adalékanyagok lényegesen eltérő fajlagos hatással is résztvehetnek. A síkűvegnél pl. a BaO additív tényezője kb. négyszerese a B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-énak.

b) Az adalékoxidok koncentrációjának egy adott össz mennyiségben belül történő variálásával lehetőséget nyerhetünk a likviduszpont nagyobb mértékű csökkentésére.

Az additív beépítésénél meghatározott faktorról ellenőrző számításokat végeztem a 0,8 mol% össz mennyiségű, helyettesítéssel bevitt alkotókra vonatkozóan.

Egyik síkűveg 3, a másik pedig 4 adalékot tartalmazott. Figyelmem kívül hagyva az egyébként közel azonos alapoxid-csökkenéseket, a számított likviduszpont-csökkenések közel azonos értékkel tértek el a kísérletileg meghatározottaktól. A 3 adalékoxidot tartalmazó üveg számított likviduszpont-csökkenése 11-, a 4 adalékosé pedig 9°C-kal volt nagyobb, mint a ténylegesen mért érték. Az eltérések nagysága tehát nagyon jól egyezett. A számítás útján nyert nagyobb értékeket — ill. a kísérletileg kapott kisebb likviduszpont-csökkenéseket — megfelelően indokolják a korábban tett megállapítások: az adalékanyagok koncentrációjának növekedésével a likvidusz hőmérséklet csökkenése lassul.

Az adalékanyagok egyedi hatásának számszerűsítésére irányuló jelen törekvés a multialkotók széles körű alkalmazhatóságának csak egy területét érinti. Mind az üvegösszetétel, mind a tulajdonság tekintetében csak egy esetről beszélhetünk. A végzett mérések és számítások azonban arra utalnak, hogy más összetételekre és üvegtulajdonságokra is kiterjeszthető az alkotók egyedi hatásának vizsgálata. Ennek nemcsak az üveg szerkezetére vonatkozó kutatásoknál lehet jelentősége, hanem a multialkotós üvegek termelésének gazdasági mutatóinál is. Az új alkotók egyedi hatása ismeretében koncentrációjuk optimális megválasztásával lehetővé válik a kívánt üvegtulajdonság legkisebb ráfordítással történő kialakítása.

#### IRODALOM

[1] *Kitajgyorodszkij, J. J.*: J. Soc. Glass Techn. 13. 210. (1929).  
 [2] *Morey, G. W.*: J. Am. Ceram. Soc., 15. 457. (1932).  
 [3] *Morey, G. W.*: J. Soc. Glass Technol., 20. 245. (1936).  
 [4] *Silverman, W. B.*: J. Am. Ceram. Soc., 22. 378. (1939).  
 [5] *Ohotin, M. V.*: Sztekló i Keramika 6. 23. 1960., Építőanyag 14. 241. (1962).  
 [6] *Lócsai, B.*: SZIKKI, Tudományos közlemények, 22. 1966.  
 [7] *Wilwenger, F.*: Építőanyag, 18. 416. 1966.  
 [8] *Knapp, O.*: Szilikátüvegek kristályosodása. Akadémiai Kiadó, Bp. 1964.

*Willwerger Ferenc: Adalékanyagok egyedi hatása az üveg likvidusz hőmérsékletére.*

A szokásos üvegalkotók közül eddig már sok oxid kristályosodásra gyakorolt hatása vált ismertté.

Különösen fontosak a likvidusz hőmérséklet meghatározására vonatkozó mérések. A likviduszpont összetételtől függő változásának megállapítása azonban az oxidok nagy variációs lehetősége miatt rendkívül sok mérést igényel.

Az utóbbi időben előtérbe kerülő multikomponenses üvegek tovább bonyolítják ezt a feladatot. Az alapüveg komponensein kívül gyakran 10—15 új alkotó is szerepel az összetételben. Ezeknek a likviduszpontra gyakorolt egyedi hatása általában ma még nem ismert, csak az összes alkotóé együtt. A szerző mérési eredményei alapján kiszámította a BaO, ZrO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O és a B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> egyedi hatásait a húzott síkűveg likvidusz hőmérsékletére. A fajlagos mutatók a felsorolás sorrendjében: 87,5-, 64,6-, 42,2- és 22,6°C/mol<sup>0</sup>).

Közli a faktorok érvényességi tartományát és a vizsgálat tapasztalatait.

*Вильвергер, Ф.: Влияние добавок на температуру ликвидуса стекла.*

В настоящее время уже известно влияние многих окислов среди традиционных составляющих стекла на процесс его кристаллизации.

Особенно важными являются измерения, связанные с определением температуры ликвидуса. Определение изменений, зависящих от состава точки ликвидуса, в связи с возможностью широкого изменения окислов, требует очень много измерений.

Эта проблема стала еще более сложной в связи с тем, что в последнее время большое значение начинают приобретать стекла, содержащие мулит. Помимо компонентов основного стекла, в их составе часто содержится 10—15 новых составляющих. Влияние этих отдельных компонентов на точку ликвидуса обычно неизвестно, а известно только их совместное влияние. На основе результатов измерений было рассчитано влияние BaO, ZrO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на температуру ликвидуса тянутого листового стекла. Удельные показатели соответственно: 87,5-, 64,6-, 42,2 и 22,6°C/моль<sup>0</sup>.

Автор приводит область, для которой действительны эти факторы, а также опыты, накопленные во время испытаний.

*Willwerger, Ferenc: Die Einwirkung der Zuschlagstoffe auf die Liquidustemperatur des Glases.*

Es ist die Wirkung auf die Kristallisation mancher Oxyde unter den üblichen Glaskomponenten bereits bekannt geworden. Die zur Bestimmung der Liquidustemperatur dienenden Messungen sind von besonderer Wichtigkeit. Dennoch erfordert die Bestimmung der von der Zusammensetzung abhängender Änderung des Liquiduspunktes — infolge der mannigfachen Variationsmöglichkeiten der Oxyde — überaus zahlreiche Vermessungen.

Die in letzter Zeit in den Vordergrund gerückten Multikomponenten-Gläser verwickeln diese Aufgabe noch mehr, denn außer den Grundkomponenten des Glases kommen oft sogar 10—15 neue Komponenten in die Zusammensetzung. Die Wirkung der einzelnen jener Komponenten auf den Liquiduspunkt ist zur Zeit zumeist noch unbekannt, man kennt nur ihre gesamt-wirkung. Aufgrund von Vermessungen wurde die spezifische Wirkung des BaO, des ZrO, des K<sub>2</sub>O und des B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auf den Liquiduspunkt des gezogenen Planglases berechnet. Die spezifischen Kennziffer sind — in obgenannter Reihenfolge — 87,5-, 64,6-, 42,2-, und 22,6°C<sup>0</sup>/(mol%).

Gültigkeitsbereich der Faktoren und Erfahrungen der Untersuchung werden bekanntgegeben. (S. G.)

*Willwerger, Ferenc: The Individual Effect of Additives upon the Liquidus Temperature of Glass.*

The effect of many glass constituents upon the crystallization of glass has been disclosed recently. Measurements of the liquidus temperature is of special importance; the determination of liquidus temperatures as a function of composition however requires a very high number of individual tests due to the variation possibilities, especially in the case of the recently developed multicomponent glasses where 10—15 new oxide constituents are added to usual glass compositions. The effect of the individual oxides on the liquidus temperature is usually unknown, only their gross action. From the measurements performed by the author some multiplication factors could be derived describing (within certain limits) the reduction of the liquidus as a function of molar percentage. These factors of BaO, ZrO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O and B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are 87.5, 64.6, 42.2 and 22.6°C per mol.%, respectively.

## Erdért Tarifaszolgálat

Az 1968. január 1-től érvényes vasúti árdíjszabás alkalmazásával, a feladóállomási áron vásárolt faanyagok fuvardíját fizető vállalatok megbízása alapján



a fuvarleveleket felülvizsgálja,  
a fuvardíj-különbözetek visszatérítését lebonyolítja,  
a megbízónak a visszatérített fuvardíjat átutalja,  
szállítási szaktanácsokkal szolgál.

Az ERDÉRT TARIFASZOLGÁLAT előnyös fizetési feltételekkel  
készséggel áll megbízói rendelkezésére.

Levél cím: ERDÉRT Tarifaszolgálat, Budapest V., Akadémia u. 3

## Szilícium-dioxid gyors meghatározása

Ismeretes, hogy a szilikátelemezés során gyakran alkalmazzák a hidrogén-fluoridos feltárást vagy annak valamely változatát. A feltárási célja az anyag  $\text{SiO}_2$ -tartalmának elűzése. A feltárási maradékból a szilikátipari anyagok valamennyi fontosabb komponense — természetesen a  $\text{SiO}_2$ -tartalom kivételével — meghatározható.

A kovasav-tartalmat más módszerekkel kell meghatározni. A jelenlegi kovasav-meghatározási módszerek hagyományos jellegükből eredően azonban csak sok hibalehetőséggel járó műveletsorozat után vezetnek eredményhez, és az eredmény pontossága is sokszor kifogásolható. Jelen közlemény a szilícium-dioxid meghatározására irányuló, a hagyományostól alapvetően eltérő, a feltárást, ill. az oldatbavitelt kiküszöbölő gondolatot ismerteti.

A hidrogén-fluorid gyors és kvantitatív folyamatban reagál a szilikátok  $\text{SiO}_2$ -tartalmával. A reakciótermék gáz alakú szilícium-tetrafluorid. Valamennyi eddig publikált módszernél azonban csak a feltárási szilárd maradékát vizsgálták, és nem vették figyelembe a gáz alakú reakciótermék vizsgálatából adódó analitikai lehetőségeket.

Erre a célra lehet alkalmas eljárás a szilikátanalitikában eddig fel nem használt gázkromatográfia.

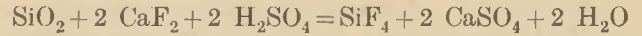
A gázkromatográfias eljárásnál — mint általában a kromatográfias szétválasztási folyamatoknál — a komponenseknek egy nagy felületű álló fázis és egy azon keresztül haladó áramló fázis közötti differenciális szorpciója következtében történik az elválasztás. Ha az áramló fázis gáz, gázkromatográfiról beszélünk. Esetünkben szilárd hordozóra felvitt folyadék képezi az álló fázist, így egy rögzített folyadékfázisban történő szelektív oldódás eredményeképpen megy végbe a szétválasztás. A beadagolt mintamennyiség „áthajtását” az elválasztó oszlopon, egy kevésbé megkötődő gázzal (vívőgáz) való átöblítéssel végezzük.

A minta komponensei az eluáló anyag öblítő hatására szorbeálódó képességüktől függően különböző sebességgel haladnak előre, és megfelelő hossz után teljesen elválva lépnek ki a rendszerből.

Az elemzés eredménye az ún. kromatogram, amelyet az elválasztó rendszerből kilépő gázáram összetevőinek valamely fizikai-kémiai tulajdonsága (pl. a komponensek hővezető képessége) megváltozásakor kapott jelek regisztrálásakor nyerünk. A kromatogramot alkotó jelek (csúcsok) helyéből a komponensek minőségi azonosítása, a csúcsmagasság, vagy a csúcs alatti terület alapján pedig a mennyiségi értékelés végezhető.

Az elemzés igen gyorsan történhet, mivel a gáz és a rögzített fázis közötti anyagátadás nagy sebessége következtében nagy áramlási sebesség valószínűsíthető meg. Egyszerű összetevőkből álló gázok elemzése néhány percen belül is elvégezhető.

A szilícium-dioxid meghatározásának elvi alapját képező egyszerű reakció:



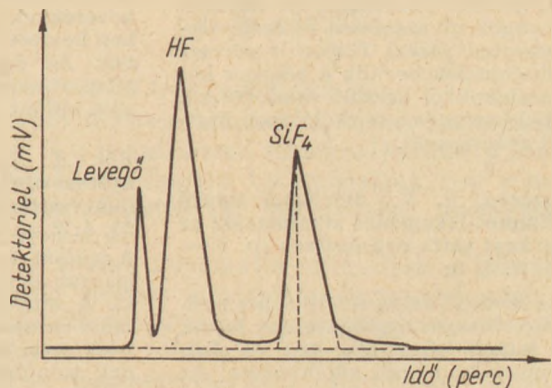
A szilícium-tetrafluorid, mint ismeretes könnyen hidrolizál, hidrogén-sziliko-fluoriddá; ez azonban csak vizes oldatban létezik, bepárláskor elbomlik az alábbi séma szerint:



Mivel a szilícium-tetrafluorid képződése hőközlés hatására történik, ugyanakkor a reakció során keletkező vizet és kisnyomású vízgőzt a kén-sav megkötöi, a szilícium-tetrafluorid mennyiségét befolyásoló mellékreakcióval nem kell számolnunk. A gázállapotú reakciótermékek a következők: szilícium-tetrafluorid, hidrogén-fluorid, (a felesleg), és levegő. E néhány egyszerű összetevő mennyiségi és minőségi elemzése gázkromatográfias eljárással percek alatt elvégezhető. A minta minden komponense a kromatogramon külön csúcsként jelenik meg, mindig ugyanazon sorrendben (1. ábra). A mennyiségi értékelés legegyszerűbb módja a csúcsmagasság mérése. A csúcsmagasság és a komponens koncentrációja között nincs közvetlen egyszerű összefüggés, a tiszta komponenssel végzett kalibráció szükséges a mennyiségi viszonyok meghatározásához.

A fentiekben vázolt szilícium-meghatározási módszer a beméréstől a kiértékelésig mintegy negyedórát igényel, pontossága általánosságban  $\pm 0,5\%$ , a kimutathatósági határ  $10^{-6}$ – $10^{-7}$  g/ml vívőgáz.

A gázkromatográfia további, jelenleg még teljesen elvi szilikátanalitikai felhasználhatóságaként megemlíthető további komponensek (vas, alumí-



1. ábra. Csúcsok a gázkromatogramon

\* Elhangzott az SZTE Szilikátkémiai Bizottságának III. (pécsi) országos ankétján.

nium, titán) organikus reagensek, komplexképzők alkalmazásával történő indirekt meghatározásának lehetősége. A finomkerámia-iparban üzemellenőrző jelleggel a kemenceatmoszféra komponenseiről tájékozódhatunk, nyersanyagoknál, késztermékeknél fajlagos felület, porozitás meghatározására, a fajlagos felülettel kapcsolatos fizikai-kémiai mérésekre, tehát bizonyos alapkutatásokra is alkalmas gázkromatográfias módszer.

A szilícium-dioxid gázkromatográfias meghatározására ismertett elképzelés metodikai megvalósítása folyamatban van, az elért eredményekről későbbi közleményben kívánok beszámolni.

**Kozma Béla:** Kísérletek a gázkromatográfia szilikát-analitikai alkalmazására; szilíciumdioxid gyors meghatározása.

Javaslat szilikátok  $\text{SiO}_2$ -tartalmának gyors meghatározására olyan módon, hogy az anyagot hidrogén-fluoriddal feltárjuk, és a keletkező gázalakú terméket gázkromatográfban szétválasztva a  $\text{SiF}_4$ -tartalmat  $\text{SiO}_2$ -re számoljuk át.

**Козма, Б.:** Эксперименты по применению газовой хроматографии в силикатной аналитике для быстрого определения двуокиси кремния.

Предлагается следующий метод для быстрого определения содержания  $\text{SiO}_2$  в силикатах: материал разлагается плавиковой кислотой; образующиеся газообразные продукты разделяются в газовом хроматографе, с последующим пересчетом содержания  $\text{SiF}_4$  на  $\text{SiO}_2$ .

**Kozma, Béla:** Versuche zur Anwendung der Gaschromatographie in der Silikatanalyse; eine Schnellbestimmung des  $\text{SiO}_2$ .

Es wird eine Methode zur schnellen Bestimmung des Siliziumdioxidgehaltes vorgeschlagen, wobei der Stoff mittels Fluorwasserstoffs aufgeschlossen wird, und man rechnet aus dem entweichenden gasförmigen Produkt — nach erfolgter gas-chromatographischer Trennung — den  $\text{SiF}_4$ -Gehalt auf  $\text{SiO}_2$  um. (S.G.)

**Kozma, Béla:** Experiments for the Application of Gas Chromatography in Silicate Analysis; Rapid Determination of Silica.

A new method of  $\text{SiO}_2$ -determination in silicates is suggested by separating gaseous products of hydrofluoric acid attack of silicates in a gas chromatograph and converting the amount of  $\text{SiF}_4$  into  $\text{SiO}_2$ .

(Folytatás a 432. oldalról)

**Pioro, L. Sz.—Osznacs, A. M.—Olabin, V. M.—Mihajlenko, V. I.—Ruszin, V. I.:** Szilikátanyagok konverteres olvasztása (p. 18—19, á: 5, t: 2.)

A szilikátolvadék és a fáklya közötti hőcsere intenzifikálása a korszerű kádkemencékben a fáklya hőmérsékletének növelésével és a medencében levő olvadék áramlásainak aktivizálásával történik. A fáklya hőmérsékletének fokozását a tűzállóanyag minősége korlátozza. Új berendezés a szilikátanyagok folyamatos olvasztására. A berendezés és működésének ismertetése. Az olvadék hőmérséklete és a levegőfólség együtthatója közötti összefüggés. A vízűtési konverter falain keresztül fajlagos hővesztések és az olvadék hőmérséklete közötti összefüggés. Az olvadék viszkozitása és a hőmérséklet közötti összefüggés. A szilikátanyagok olvasztására szolgáló természetes gázzal fűtött konverter alkalmazása beválik a bázikus kohósalakokból készülő salak-habkó, salak-vatta és a burkolólapok frittjei gyártásánál.

**Vagapova, R. V.:** DSzN-0,5 típusú villamos-ívkemence alkalmazása az ásványi vatta gyártásában (p. 19—21, á: 4, b: 5.)

Az ásványi-vatta előállítására szolgáló olvasztó aggregátumok fajtái. A kupoló-kemencék, kád- és elektromos-kemencék alkalmazása. Az új típusú villamos-ívkemence szerkezete, működése és műszaki jel-

lemzői. Az új ívkemence hőmérsékletéből következik, hogy 1 kg olvadék előállítására 665—668 kcal hő szükséges, míg a kúpuló kemencében történő olvasztáshoz 2000, a kádkemencében 4300 kcal szükséges. Az új villamos-ívkemence hatásfoka 68—69%. Az ívkemence további előnye, hogy a bélést 28—30 óra alatt lehet kijavítani.

**Donszkov, Sz. V.—Tokman, I. A.:** Az építőanyagok lebegő állapotban történő szárítási folyamata szabályozásának hőtechnikai feltételei (p. 22—23, á: 1, t: 1.)

A finomra aprított építőanyagok szárítása lebegő állapotban, függőleges csőben. Az anyag aprítása közvetlenül a szárítócső alatt elhelyezett malomban vagy dezintegrátorban történik. A lebegő állapotban szárított építőanyagok szárítási folyamatának automatizálása. A szárítás levegő- és füstgázkeverékkel, vagy pedig a kaloriferben hevített tiszta levegővel történik. Az építőanyagoknak lebegő állapotban történő szárítására szolgáló különböző berendezések.

**Fedin, A. A.—Birjukov, Sz. I.:** A nyerskeverék homogenizálása a szilikát sejtbetonok gyártásában (p. 24, á: 2, t: 1.)

A szilikát-sejtbeton zsugorodása átlagosan évi 0,6—0,7 mm/m-t tesz ki. A zsugorodás a cementtel készült sejtbetonok zsugorodásának felét teszi ki. A szilikát-sejtbetonok tulajdonságainak állandósága az anyag minőségétől és a gyártási technológiától függ. A homogeni-

záló keverék minőségének javítása homogenizátorok alkalmazásával. Új homogenizáló és működésének ismertetése. A homogenizálás segítségével a nyomószilárdságot 76-ról 83 kg/cm<sup>2</sup>-re növelték. A homogenitási tényező 0,83-ra emelkedett. A homogenizálási művelet ismertetése. Az új homogenizátorok megbízhatóak és beválnak a szilikáttermékek gyártásánál.

**Kameneckik, Sz. P.:** Megadott tulajdonságokkal rendelkező duzzasztott perlit előállítására (p. 25—26, á: 6.)

A hőkezelés befolyása a duzzasztási folyamatra és a duzzasztott termék minőségi mutatójára. Duzzasztott perlitpor előállítására. A portérfogatsúlya. A duzzasztás hőmérséklete és az illó komponensek tartalma közötti összefüggés. Az alacsonyabb hőmérsékleten duzzasztott anyagot rendszerint magasabb duzzasztási-koefficiens jellemzi. Az égetési folyamat szabályozása az egyes frakciók részére, az anyagok fajtái szerint. A finom frakciójú perlitomok égetésére szolgáló kemence. A poralakú duzzasztott termék megadott szemcseméretét az anyagnak égetés előtti előzetes aprításával érik el. A megadott szemcseméretű duzzasztott termék előállítására térfogatsúlyának növekedése nélkül, az égetésre adagolt nyersanyag előkészítése és a késztermék osztályozás útján történik. A Szovjetunióban működő 30 perlitduzzasztó üzem évente körülbelül 500 000 m<sup>3</sup> duzzasztott perlit-terméket termel.

(Folytatás 441. oldalon)

# Golyósmalmok teljesítményviszonyainak gyors meghatározása a termék szemszerkezete alapján

SZIJJ FERENC

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A cementipar őrlési gyakorlatában gyakran szükséges változtatni a nyersliszt vagy késztermék őrlésfinomságát; ez azonban lényegesen befolyásolja a malomteljesítményt. Meglevő nyílt folyamú golyósmalmok korszerűsítések során előre kell megítélni az átalakítás után várható teljesítményviszonyokat. Kívánatos tehát a malomteljesítmény változásának gyors meghatározása. Közelebb juthatunk a feladat megoldásához az őrlés sebességének vizsgálata terén elért eredmények felhasználásával [1].

A gyakorlattal is egyező összefüggések a Rosin—Rammler eloszláshoz hasonló lefutású görbét adnak, amelyet az egyenlet Romadin által átalakított formája tükröz a legjobban.

$$\frac{R}{R_0} = \exp - (t/t_0)^n \quad (1)$$

ahol  $R$  a minősítő szitára vonatkoztatott maradékot,  
 $t$  az őrlési időtartamot jelenti.

Ha 0,09 mm huzalközű minősítő szitát alkalmazunk, akkor  $R_0$  értéke gyakorlatilag 100%, és így a függvény a RRB koordináta-rendszerben egyenlővel ábrázolható.

Itt  $t_0$  a Rosin—Rammler összefüggéssel egyezően a minősítő szita 36,8% maradékához tartozó őrlési időt jelenti.

(1)-ből következik, hogy

$$\ln \frac{100}{R} = \left( \frac{t}{t_0} \right)^n \quad (2)$$

és

$$\sqrt[n]{\ln \frac{100}{R}} = \frac{t}{t_0} \quad (3)$$

Mivel az őrlési teljesítmény az idővel fordítva arányosnak vehető, és ha a teljesítmény ( $T$ ) változását a választott minősítő szitára vonatkoztatott 10% maradékhoz tartozó őrlési teljesítményhez ( $T_{10}$ ) viszonyítjuk, akkor a gyakorlatban jól használható teljesítményszorzót ( $q$ ) kapjuk. (A viszonyszámra való tekintettel 10 alapú logaritmusra áttérve.)

$$q = \frac{T}{T_{10}} = \frac{\sqrt[n_{10}]{\lg \frac{100}{10}}}{\sqrt[n]{\lg \frac{100}{R}}} = \frac{1}{\sqrt[n]{\lg \frac{100}{R}}} \quad (4)$$

A fenti gondolatmenettel kapott összefüggés egyezik a szovjet irodalomból vett, közismert képlettel [2]. Az összefüggés látszólagos egyszerűsége ellenére nehezen kezelhető, mert legtöbbször tört-

kitevőt tartalmaz, és logaritmustábla használatát teszi szükségessé.

A szakirodalomban táblázatok is találunk a teljesítményszorzó meghatározására, de a legtöbb esetben itt is interpolálni kell, ami a számítás pontosságát befolyásolja.

Ha a (4) összefüggést logaritmikusk alakban írjuk fel

$$-n \lg q = \lg \lg \frac{100}{R} \quad (5)$$

összefüggéshez jutunk, amely a Rosin—Rammler eloszlással ellentétes lefutású, és a RRB koordináta-rendszerben az (1; 10) pontból kiinduló görbese-reget ad.

Ebben az esetben a függvény független változója ( $q$ ) számértékileg azonos a szitamarakék eloszlásfüggvényének független változójával ( $x$ ), és a termék egyenletességi tényezőjének figyelembevételével grafikus módszerrel gyorsan meghatározható.

Az eljárás gyorsabbá tétele érdekében célszerű a RRB koordináta-rendszert módosítani. A hagyományos RRB diagramhálóban feltüntetett fajlagos felület és hajlásszög-skálát elhagyhatjuk, és az  $n$  egyenletességi tényező skálájához hasonlóan az abszcisszatengely mentén ( $-n$ ) értékeit, a diagramháló (1; 10) pontjából, mint pólusból ( $P_2$ ) kiindulva, feltüntetjük a mellékelt ábra szerint. Ilyen módon elkerülhető az egyenes transzformációval járó nehézség.

A grafikus módszer használatát az alábbi példán szemléltetjük.

Ha egy malom mért teljesítménye  $T_1 = 26$  t/ó, 20,0%  $R$  (0,09) mellett, egyenletességi tényezője pedig  $n_1 = 0,7$  és a malom  $R(0,09) = 12\%$  finomságú terméket akarunk előállítani, ahol  $n_2 = 0,8$ , akkor az ábra szerint a bázisörlemény teljesítményszorzója  $q_1 = 1,75$ , a gyártandó örlemény pedig  $q_2 = 1,15$ . A kívánt finomság esetén tehát a malomteljesítmény

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{1,15}{1,75}$$

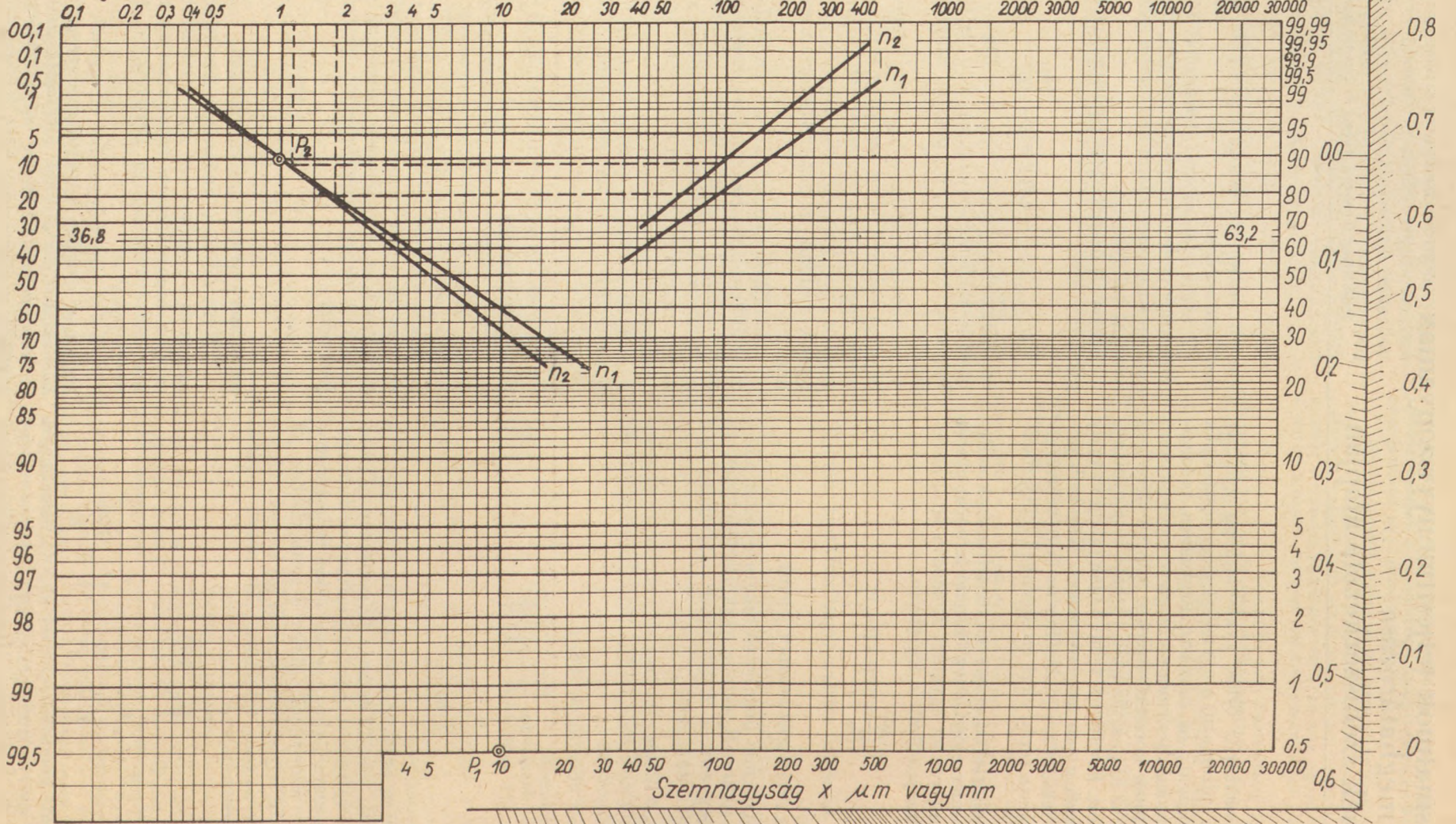
arányban 17,10 t/ó értékre csökken.

Nyílt folyamú malmokon felvett malomdiagramok és a hozzátartozó malomteljesítmény ismeretében hasonlóképpen határozhatjuk meg a malom kettéválasztásával bekövetkező mennyiségi viszonyokat is.

Ha a zárt folyamatra elfogadjuk a Rosin—Rammler eloszlás közelítő érvényességét, amit a használatos osztályozók leválasztásának szokásos élessége miatt többnyire megtehetünk, akkor a grafikus meghatározás zárt őrlőrendszer átmenő teljesítményének megítélésére is használható. A ki-

Egyenletességi tényező  $n = \operatorname{tg} \alpha$

Telj. szorzó (q)



1. ábra. Módosított RRB-diagrambéli



hozatalt azonban az osztályozó hatásosságának ismeretében kell kiszámítani. Az eljárás természetesen csak adott őrlőberendezés mennyiségi viszonyainak megítélésére alkalmazható, mivel a malomteljesítmények a konstrukciós és üzemeltetési tényezők különbözősége miatt egyébként azonos körülmények között sem tekinthetők azonosnak.

A helyes meghatározás feltétele a malomtöltet mennyiségének és méretének, valamint a feladott anyag szem nagyságának állandósága is, amely azonban állandósult üzemállapot és helyes üzemvitel mellett gyakorlatilag állandónak tekinthető, és így nem zavarja a számítás pontosságát.

## IRODALOM

- [1] *Beke Béla: Aprításmélet.* (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1963.)  
 [2] *Talabér József: Cementipari Kézikönyv.* (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.)

*Sziij Ferenc: Golyósmalmok teljesítményviszonyainak gyors meghatározása a termék szemszerkezete alapján.*

Golyósmalmok üzemi viszonyainak megváltozása-kor kívánatos a termék várható szemszerkezetének vagy teljesítményének gyors megítélése. A feladat grafikusán megoldható az RRB diagram-háló módosításával. Ha annak (1:10) pontját pólusnak tekintjük, és ebből kiindulva az abszcisszatengely mentén (-n) értékeit felüntetjük, akkor a szemszerkezeti görbék ismeretében a teljesítményszorzók közvetlenül leolvashatók, amelyek viszonya arányos a malomteljesítménnyel.

(Folytatás a 438. oldalról)

*Krúlov, B. Sz.: Nagyhőmérsékletű szárítószer befolyása a szigetelő-tözegep nedvességtartalmára* (p. 29, b: 3.)

Az utóbbi időben elterjedt szigetelő-tözegepek vízfelvevő képessége a szabvány szerint nem haladhatja meg 24 óra alatt a 180%-ot. A vízfelvevő képesség csökkentése a termékek nedves és száraz állapotban való hőkezelése útján történik. A nagyhőmérsékletű szárítórendszer alkalmazásával nemcsak a nedvesség eltávolításának folyamatát teszik hatékonyabbá, hanem csökkentik a hőszigetelő-tözegepek vízfelvevő képességét. A nagy hőmérsékleten történő szárítás és a hőkezelés alkalmazása a már kiszáradt lapok vízfelvevő képességét 30—50%-kal csökkenti. A hőkezelés rendszerint 150—160°-on 2—3 órán keresztül történik.

*Rozen, O. B.—Szuhoa, I. A.: Bitumenes tetőfedő anyagok* (p. 30—31, á:., t: 3, b: 1.)

A bitumenes tetőfedő anyagokra vonatkozó, Anglia, NSZK, Amerikai Egyesült Államok, Francia- és Olaszország szabványaiban foglalt fő jellemzők ismertetése. A különböző szabványokban foglalt paraméterek és műszaki jellemzők összehasonlítása. Szükséges komplex kutatómunkák végzése, tetőfedő anyagok gyártása, kihasználása területén.

*Суй Ф.: Ускоренный метод определения производительности шаровых мельниц на основе зернового состава продукта помола.*

При изменении эксплуатационных условий шаровых мельниц весьма желательным является быстрое определение ожидаемого зернового состава продукта помола или же производительности мельницы. Эта проблема может быть разрешена графически, путем видоизменения сетки диаграммы РРБ. Если принять за полюс точку (1:10) и исходя из нее нанести значения (-n) по ходу оси абсцисс, то при наличии кривых зернового состава, множители производительности, пропорциональные производительности мельниц, могут быть непосредственно считаны с диаграммы.

*Sziij, Ferenc: Rasche Bestimmung der Produktionsverhältnisse von Kugelmühlen aufgrund der Kornzusammensetzung des Mahlguts.*

Es ist erwünscht bei Änderung der Betriebsverhältnisse von Kugelmühlen den Kornaufbau oder die Produktion rasch zu beurteilen. Die Aufgabe ist — vermöge Modifikation des RRB-Diagrammnetzes — auf graphischem Wege zu lösen. Betrachtet man den (1:10)-Punkt als einen Pol, und verzeichnet von hier herangehend auf der Abszissenaxe die Werte (-n), dann sind in Kenntnis der Kornaufbaukurve die Leistungsmultiplikatoren unmittelbar abzulesen; ihr Verhältnis ist proportional mit der Mühlenleistung. (S. G.)

*Sziij, Ferenc: The Rapid Determination of Ball Mill Output by the Granulometry of the Product.*

If operational parameters of a ball mill are changed, the output or the granulometry of the product get changed too. For the rapid calculation of these changes a modified RRB diagram pattern has been designed. In this modified pattern the values of (-n) are given along the abscissa axis from the pole of point (1; 10). Knowing the granulometry curves, output factors can be easily read off. The ratio of these factors gives actual output.

*Dzsincsaradze, N. G.—Garisvili, B. V.: Alumíniumfoszfát kötőanyag-gal készült tűzálló-perlitbeton* (p. 33—34, t: 2.)

Könnnyű tűzálló beton készítésénél keramzítot, agloporitot, perlitet alkalmaznak alumíniumfoszfát kötőanyaggal. A duzzasztott perlit felhasználása adalékanyagként. A felhasznált perlitkavics térfogatsúlya 370—380 kg/m<sup>3</sup>, míg a perlit-homoké 120—130 kg/m<sup>3</sup>. A perlit-szemcsék mérete 5—10 mm, a homoké 2,5 mm. Kötőanyagként alumíniumfoszfátot használtak és összehasonlítás céljából hidraulikus kötőanyagokat, portlandcementet, aluminát-cementet és alumit-cementet, továbbá vízüveget fluosilikát-nátrummal együttesen. A vizsgálati módszerek és az eredmények ismertetése. A legjobb eredményeket az alumíniumfoszfát kötőanyaggal készült perlitbetonnál találták. A kötőanyag mennyiségétől és a termék térfogatsúlyától függően a szilárdság 8—80 kg/cm<sup>2</sup>-t tett ki. Az alumínátfoszfát-kötőanyag felhasználása lehetővé teszi 600—1000 kg/m<sup>3</sup> térfogatsúlyú, 10—150 kg/cm<sup>2</sup> szilárdságú tűzálló könnyű perlitbeton előállítását. A beton felhasználásának hőhatárai 1100—1200°.

*Dikovszkij, I. A.: Kalciumnitrát adalékanyaggal készült építési habarcsok* (p. 35—36, á: 3, t: 1.)

A Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> adagolása az építészeti

habarcsba meggyorsítja a habarcsok szilárdulási idejét és lehetővé teszi szilárdulásukat hideg időben is. Előnye a kalciumnitrátnak az, hogy nem támadja meg a fémeket. A kalciumnitrát adagolása a habarcsba növeli a képlékenységet, változatlan vízcementtényező mellett. A kötési idő is rövidebbé válik. 7—12% kalciumnitrát-adalék 400—500-as portlandcement alkalmazása esetében már 2—4 óra eltelté után lehetővé tette, hogy a habarcs 50 kg/cm<sup>2</sup> és ezt meghaladó szilárdságot érjen el. A pozitív hőmérsékleten és a fagyponnalatti hőmérsékleten szilárduló habarcsok szilárdsági értékei.

*Nisznevics, M. L.: Betonadalékokról szóló szabványok egységesítése a KGST-tagállamokban* (p. 37—39, t: 1.)

A KGST ÉÁB-szakértői által készített javaslat a betonadalékanyagok szabványosítására vonatkozóan. A szabványok vonatkoznak az ipari hulladékokból (kazánsalak, téglatormelék), az agglomerált ipari hulladékokból (agloporit, pernye), a duzzasztott nyersanyagokból (keramzit, expandit, perlit, vermikulit), a folyékony állapotban habosított (salak, habkő) és az égő anyagokat tartalmazó granulátumokból készült, égetett adalékanyagokra.

Köztudomású, hogy az ipari nagyhatalmak közül Japán mutatja fel az utóbbi két évtized leggyorsabb gazdasági növekedését. A bruttó társadalmi termék évi átlagos növekedése az utóbbi néhány évben is meghaladta az évi 10%-ot, az ipari termelés évi növekedése pedig 12,5% volt az elmúlt 15 év átlagában.

Az 1964—1968 éves időszakra készült és nyilvánosságra hozott japán ötéves terv a nemzeti jövedelem évi növekedését 8,0%-ban irányozza elő, azaz mérsékeltőbb, de a gazdaságilag fejlett kapitalista országok között még mindig egyedülállóan magas gazdasági fejlődéssel számol.

Az 1966. évről közzétett adatok a japán gazdasági élet további gyors ütemű fejlődéséről tanúskodnak. Az ipari termelés 11%-kal haladta meg az előző évit, és így az ötéves terv eltelt három évében az ipar átlagos fejlődése évi 11%-ra alakult. Az átlagos termelésnövekedést meghaladó mértékben fejlődött az acél- és cementtermelés. A 47,7 millió tonnás acéltermelés 15,9%-kal haladja meg az előző évit, (a növekedés 6,5 millió tonna) a cementtermelés pedig viszonylag még ennél is nagyobb mértékben — 16,6%-kal — növekedett. E két — a gazdasági növekedés szempontjából alapvető — termék termelésében Japán a harmadik helyet foglalja el a világtermelésben a Szovjetunió és az Egyesült Államok mögött.

## Termelés

A cementtermelés — mintegy 50 évvel a portlandcement angliai feltalálása és Aspdin által történő szabadalmaztatása után — 1875-ben indult meg. Az első cementgyár Tokio közelében állami kezdeményezésből létesült; ez a gyár 1883-ban ment át magánkézbe. A századfordulóig a japán cementgyártás csak lassan fejlődött, amihez hozzájárult, hogy az ország elszigeteltsége folytán technológiai ismereteik meglehetősen kezdetlegesek voltak. A cementvegyészet és technológia kutatásában Saburo Utsunomiya végzett úttörő munkát, akinek munkássága jelentős mértékben járult hozzá a japán cementiparnak a századforduló után, főként az 1910-es években meginduló gyors fejlődéshez. Ehhez másik fő tényezőként a cementgyártási technológiában a századforduló után bekövetkező forradalmi változás járult hozzá. A századforduló után importálja ugyanis Japán az első forgókemencét az Egyesült Államokból.

A termelés 1910-ben még csak megközelítette a 0,5 millió tonnát, a 10-es években azonban már gyors fejlődésről tanúskodnak a számadatok, és az 1910 és 1920 közötti évtizedben megháromszorozódik a termelés. 1920-ban már 1351 ezer tonna a japán cementtermelés.

Az első világháború után — a japán ipari fejlődéssel párhuzamosan — a cementipar is erőteljesen fejlődött. 1923-ban a termelés már megköze-

líti a 2 millió tonnát; ezzel Japán már számottevő helyet vív ki magának a világ cementtermelésében, a termelésből való részesedése 4,0%.

A gazdasági válságot megelőző 1929. évben a japán cementtermelés 3764 ezer tonna. Japán a világ ötödik cementtermelő országává lépett elő az USA, Németország, Franciaország és az Egyesült Királyság mögött; a világtermelésből való részesedése pedig elérte az 5%-ot. A harmincas években tovább növekedett a japán cementtermelés, és 1938-ban már megközelítette a 6 millió tonnát. Ezzel a termelési mennyiséggel már — Franciaországot megelőzve — az USA, Németország és az Egyesült Királyság mögött negyedik a világon, a világtermelésből való részesedése pedig 7%-ra emelkedik.

Közvetlenül a második világháborút követő években a japán gazdaságban erős visszaesés következik be. Az első békeévben, 1946-ban a termelés még az 1 millió tonnát sem éri el, a háború előtti termelésnek mindössze 15%-a. A háború utáni évek fejlődésére jellemző, hogy még 1950-ben is csak a háború előtti termelésnek mintegy 3/4-ét érik el (4462 ezer tonna). Ezzel a mennyiséggel a hetedik helyre esik vissza a világtermelésben (az USA, az NSZK, a Szovjetunió, az Egyesült Királyság, Franciaország és Olaszország mögött) és a világtermelésből való részesedése is 3,3%-ra csökken.

Ettől az időponttól kezdve azonban a japán cementtermelés páratlanul gyors fejlődésnek indul. 1951-ben Olaszország, 1954-ben Franciaország, 1956-ban pedig az Egyesült Királyság termelési volumenét éri el, és ezzel 1956-ban már ismét a negyedik helyet foglalja el — az USA, a Szovjetunió és az NSZK után — a világ cementtermelő országainak sorában. 1963-ban a japán cementtermelés az NSZK termelését is meghaladja, és ezzel Japán a világ harmadik legnagyobb cementtermelő országává vált. Az elmúlt három év során tovább nőtt a japán és a nyugatnémet cementtermelés közötti különbség; ennek eredményeként a japán cementipar 1966-ban már 10%-kal termelt többet, mint a nyugatnémet, így megszilárdította a három évvel ezelőtt elfoglalt helyét a világ cementtermelésében. Az ázsiai kontinens (a SZU ázsiai területei nélkül) cementtermelésének kerekén felét állítja elő Japán.

Tanulságos ennek a termelési felfutásnak az 1. táblázat szerinti számszerű bemutatása.

A japán cementtermelés növekedésében tehát kiemelkedő helyet foglal el az elmúlt esztendő. A termelés 5,5 millió tonnával haladta meg az előző évit, ennél nagyobb növekedést csak a Szovjetunió ért el a világon. Kettőjükön kívül csak az USA (+3,0 millió tonna) és — az átmeneti visszaesés után az 1964 évi termelési szintre felfejlődő — Olaszország termelésnövekedése haladta meg 1966-ban az 1 millió tonnát.

1. táblázat

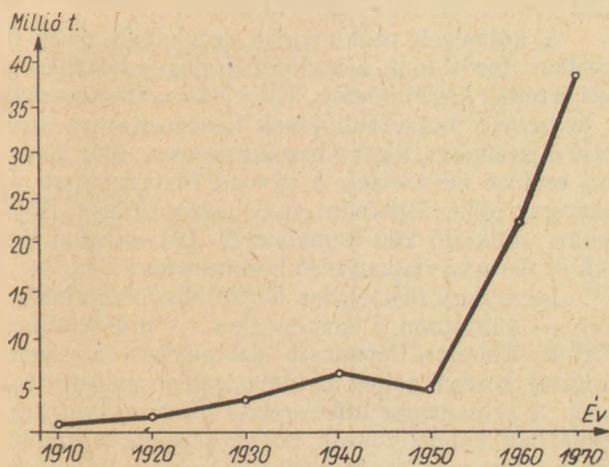
Év	Termelés (millió tonna)	Részesedés a világtermelésből (%)
1910	0,5	.
1920	1,4	4,0
1929	3,8	5,0
1930	3,3	4,5
1938	6,0	7,0
1940	6,1	8,1
1950	4,5	3,3
1951	6,6	4,4
1952	7,1	4,5
1953	8,8	4,9
1954	10,7	5,5
1955	10,4	4,9
1956	13,0	5,6
1957	15,2	6,2
1958	15,0	5,7
1959	17,3	5,9
1960	22,5	7,2
1961	24,6	7,3
1962	28,8	8,1
1963	30,0	8,0
1964	33,0	8,1
1965	32,7	7,6
1966	38,3	8,3

Az egy lakosra jutó cementtermelés tekintetében Japán 385 kg/lakos kvótájával megelőzi az USA-t, de elmarad néhány gazdaságilag fejlett európai kapitalista ország azonos mutatójától (Svájc, NSZK, Svédország, Franciaország, Belgium, Ausztria, Dánia, Olaszország).

Japán cementtermelésének fejlődését elemezve a fejlődés ütemének érdekes jelenségeként állapítható meg, hogy 1930 óta — a második világháborút közvetlenül követő időszakot nem tekintve — 10 évenként a termelés megkétszereződését tapasztalhatjuk (1. ábra).

### Cementexport

A japán cementipar fejlődését tükrözik a japán cementexport adatai is. Már a múlt század 80-as éveiben (1887-ben) megindult a japán cementkivitel, és a második világháború éveitől eltekintve Japán minden évben jelentős cementkivitelt bonyolított le. Már az első világháború végén szá-



1. ábra

mottező külső piaci voltak a japán cementipar-nak; elsősorban Délkelet-Ázsiában és Óceániában, de a későbbiek folyamán eljutott a japán cement Nyugat-Ázsiába, Afrikába, Észak- és Dél-Amerika országaiba is.

A cementexport már a 20-as években is évi 200—400 ezer tonna körüli mennyiséget ért el, a 30-as évek egyes éveiben pedig a 600 ezer tonnát is megközelítette. A második világháború utáni években — a termelés felfutásával párhuzamosan — a japán cementipar hamarosan visszacserezte korábbi külföldi piacait. 1951-ben a cementkivitel már elérte az évi 1 millió tonnát. Ugrásszerűen megnövekedett a cementkivitel 1956-ban, amikor a kivitel megkétszereződött, és meghaladta a 2 millió tonnát. Ezzel Japán a világ legnagyobb cementexportáló országává lépett elő, megelőzve az Egyesült Királyságot, Belgiumot és az NSZK-t. Azóta ugyan a cementkivitel mennyisége nemcsak a termeléshez viszonyítva — azaz relatíve — csökkent, hanem abszolút mennyiségben is; ennek ellenére egyetlen évtől — 1965-től — eltekintve Japán tartja vezető helyét a világ cementexportáló országai között (2. táblázat). A cementexport észrevehető visszaesése nem a belső fogyasztás növekedésére, hanem a külföldi — elsősorban a távolkeleti — piacokon mutatkozó értékesítési nehézségekre vezethető vissza, miután a gazdaságilag kevésbé fejlett országok egymás után építik ki cementiparukat. Az értékesítési nehézségek növekedésére utal egyébként a japán cementipar növekvő kapacitás-kihasználatlanságának ténye is.

2. táblázat

### Japán cementexportjának alakulása

Év	Export	
	1000 tonna	A termelés %-ban
1926	238	8,0
1930	590	18,0
1935	550	10,0
1940	219	3,6
1950	575	12,9
1951	1075	16,4
1952	951	13,3
1953	803	9,1
1954	915	8,6
1955	1234	11,7
1956	2122	16,3
1957	2201	14,3
1958	1602	10,7
1959	1480	8,5
1960	1619	7,2
1961	1823	7,4
1962	1793	6,2
1963	1958	6,6
1964	1722	5,2
1965	1531	4,7
1966	1534	4,0

### Műszaki-gazdaságossági színvonal

A japán cementtermelés növekedését vizsgálva megállapítható, hogy a fejlődés különböző előfeltételei rendelkezésre álltak; mindenképp az egész ország területén található nyersanyagbázis; — a mész- és márga — továbbá a cementgyártás nedves technológiájához nélkülözhetetlen nagy-

mennyiségű víz. E mellett azonban az ország minden területén van a termelésbe bevonható szabad munkaerő is. Energiában ugyan rendkívül szegény ország Japán, bár villamosenergiájának csaknem felét vízierőművek szolgáltatják, fűtőanyagenergia-szükségletének azonban csaknem teljes egészét import útján szerzi be. Az évi 1 milliárd \$-nyi értéket meghaladó fűtőolaj-behozatal teljes behozatali forgalmának mintegy  $\frac{1}{6}$ -át képezi. Ezeknek a termelési tényezőknél megléte tehát elősegítette az üzemek kedvező telepítését. E kedvező adottságok mellett a cementipar fejlődéséhez különösen nagy mértékben járult hozzá a japán gépiparnak és a vegyiparnak az utolsó 2 évtizedben megmutatózó rohamos fejlődése. A gépipar fejlődése tette lehetővé, hogy a japán cementipar zömében hazai gyártású berendezések termelés beállítására tudott rátérni, és ezzel a cementiparban végrehajtott kapacitásbővítések egyúttal a gépipar fejlődésére is visszahatottak. A japán gépipar által előállított cementgyártó berendezések korszerűség tekintetében a világ legismertebb cégeinek gyártmányaival vetekszenek. A japán vegyipar általánosan megmutatózó fejlődése pedig a cementvegyészet tudományos előrehaladását segítette elő.

Japán cementtermelésének műszaki-gazdaságossági színvonalára vonatkozó ismertetésünket 5 témakör kőre csoportosítottuk. Ezek:

- a) Üzemnagyság
- b) Berendezések nagysága és teljesítménye
- c) Tüzelőanyag- és villamosenergia-felhasználás
- d) Termelékenység.

### Üzemnagyság

A japán cementiparban 1955-ben még csak 42 üzem működött, az egy üzemre jutó évi tényleges termelés 250 ezer t volt. 1966-ra az üzemek száma már 61-re nőtt, az egy üzem által előállított évi cementmennyiség pedig 611 ezer tonnára emelkedett. Az egy üzemre jutó cementtermelési kapacitás az 1966. év végi állapot szerint 850 ezer t volt; ez némileg elmarad ugyan a Szovjetunió azonos tartalmú mutatója mögött, (a SZU-ban 1965 végén 865 ezer t/év/üzem volt a cementgyárak átlagos kapacitása) de megelőzi az Egyesült Államokat és az NSZK-t a cementgyárak átlagos nagyságára vonatkozó mutatójával. Ezekben az országokban ugyanis az 1964. évi állapot szerint 450 ezer, illetve 350 ezer t volt az évi átlagos cementgyári kapacitás.

Az üzemek nagyság szerinti megoszlását 1962. és 1966. években a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat

Évi termelés mennyisége	Üzemek száma	
	1962	1966
1 millió tonna felett	6	7
800 ezer—1 millió t	7	14
600 ezer—800 ezer t	7	10
400 ezer—600 ezer t	12	14
400 ezer t alatt	15	16
<b>Összesen</b>	<b>50</b>	<b>61</b>

1962 végén tehát Japán 6 db évi 1 millió tonnán és további 7 db évi 800 ezer tonnán felül termelő cementüzemmel rendelkezett. A cementtermelés kétszeresét adó Egyesült Államokban ugyanekkor 9 üzem termelt évi 1 millió tonnát meghaladó és további 4 üzem évi 800 ezer tonnát meghaladó mennyiséget.

A táblázat adatainak egybevetéséből leszűrhető, hogy az átlagos üzemnagyságot nemcsak az új üzemek nagyságában megmutatózó többlet növeli, hanem a növekedéshez a kisebb üzemek korszerűsítése, termelésemelkedése is hozzájárul.

### Berendezések nagysága és teljesítménye

A japán cementipar műszaki színvonalának emelkedése — a termelés nagyfokú vállalati koncentrációja és az átlagos üzemnagyság emelkedése mellett — a berendezések átlagos teljesítményének növekedésében is lemérhető. Az utóbbi 10 évben — a hazai gépipar gyártása és importberendezések vásárlása révén — nagyteljesítményű berendezéseket építettek be a japán cementiparba.

A gyártási eljárások terén az új létesítményeknél mind a nedves, mind pedig a száraz eljárást alkalmazzák. 1963-ban a száraz, illetőleg a nedves eljárással előállított klinker aránya  $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{3}$  volt. Érdekességként említhető, hogy a világjelenséggént a száraz eljárás irányában mutatózó fejlődési tendenciával szemben Japánban a nedves technológiájú cementtermelés részarányának emelkedését tapasztaljuk. (1947-ben még 25% volt a nedves eljárással előállított cement részaránya.)

A berendezések nagyságának és teljesítményének emelkedése döntően a kemencék átlagos nagyságának és méreteinek növekedésében mutatkozik meg. A kemencekonstrukciók műszaki fejlődésében az alábbi irányzatok mérhetőek le:

Mindenekelőtt a kemenceméretetek növekedése tapasztalható. Nedves eljárású égetés esetén hosszú kemencék létesítésére törekednek. Ilyen kemenceméreteik: az Ube-cég 170 vagonos napi teljesítményű 5,4×196,0 m méretű kemencéje, illetve a Mitsubishi-cég 200 vagonos napi teljesítményű 5,20×185,0 m méretű kemencéje. Száraz eljárásnál leggyakrabban Lepol-kemencéket alkalmaznak 5,0×70,0 m méretben, illetve lebegtetős eljárású kemencéket 5,4×85,0 m méretben.

A költségek csökkentése érdekében nagy figyelmet fordítanak a kedvező fajlagos hőszükségleti értékek kialakítására. Elterjedten alkalmazzák a kemencék hulladék hőjének hasznosítására szolgáló eljárásokat, illetve berendezéseket. Már 20 évvel ezelőtt bevezették a távozó füstgázoknak az anyagok előmelegítésére való hasznosítását. A jelenleg működő 220 kemencéből 191 darabot láttak el füstgáz-visszanyerő berendezéssel.

Igen nagy mértékben látják el a berendezéseket — különösen a kemencéket — műszerekkel. Egyik újonnan létesített üzemükben a nyersőrléstől kezdve teljes automatizálást valósítottak meg. A cementipar műszerezési irányzatával kapcsolatban hangsúlyozzák, hogy a gépesített cementipari folyamatot automatizálás céljára különösen alkalmasnak tartják, és megvalósításának a ce-

mentminőség javításában jelentkező kedvező hatásait értékelik. Egy üzemben a termelésnek elektronikus számítógépek útján történő irányítását vezették be. Általánosságban megállapítható, hogy új berendezéseik műszerezése egyenértékű az USA és az NSZK legmodernebb berendezéseinek műszerezettségi színvonalával.

A malmoknál is a gépnagyság és teljesítmény növekedésére törekcsenek. Az újonnan üzembeállított malmok nagyságára utal, hogy ezek elektromosenergia-igénye eléri a 2000 kW-ot.

A kemencék megoszlására vonatkozó adatokat az 1962., illetve 1966. évek végének megfelelő adatok szerint a 4., illetve 5. táblázatok tartalmazzák.

4. táblázat

A japán cementipar kemencéinek megoszlása 1962-ben

Megnevezése	Kemencék száma	
	db	db
Nedves eljárású .....		59
hosszú forgókemence .....	38	
rövid forgókemence .....	21	
Száraz eljárású .....		114
hosszú forgókemence .....	85	
Lepol-kemence .....	26	
kalcinátoros kemence .....	5	
Forgókemencék összesen .....		173
Aknakemencék .....		15
Összes klinkerégető kemencék ...		188

A forgókemencék tényleges átlagos teljesítménye kb. 52 vagon/nap volt. A kemencék átlagos műszaki színvonalának emelkedése jól lemérhető az 1966. évi adatok, illetőleg a négy év alatt bekövetkezett változások alapján.

5. táblázat

A japán cementipar kemencéinek megoszlása az 1966. évi termelés alapján

Megnevezés	Kemencék száma,		Termelés, % <sup>a</sup>
	db	%	
Nedves eljárású			
hulladék hő-hasznosítóval	21	9,5	7,0
hosszú forgókemence .....	50	22,7	29,3
Lepol-kemence .....	4	1,9	1,2
	75	34,1	37,5
Száraz eljárású			
hulladék hő-hasznosítóval	57	25,9	13,0
Lepol-kemence .....	47	21,4	24,7
lebegtetős kemencék ....	15	6,8	13,5
kalcinátoros kemencék ...	11	5,0	9,9
	130	59,1	61,1
Forgókemencék összesen ....	205	93,2	98,6
Aknakemencék .....	15	6,8	1,4
Összes klinkerégető kemence	220	100,0	100,0

Négy év alatt tehát 32 kemencével növekedett a japán cementipar kemenceállománya. A 32 db többletkemence fele-fele arányban oszlott meg a száraz, illetve nedves eljárású forgókemencék között. A nedves eljárású kemencék nagyobb átlagos teljesítménye következtében a nedves eljárással termelt klinker részaránya azonban tovább növekedett; az 1962. évi 35,0%-kal szemben 37,5%-ra. A forgókemencék átlagos teljesítménye mintegy 14%-kal nőtt.

A termelékenység alakulását befolyásoló különböző cementfajták 1966. évi megoszlási arányát a 6. táblázat szemlélteti.

6. táblázat

Megnevezés	Megoszlási arány, %
Portlandcement .....	86,1
Különleges cementek .....	2,5
Salakportlandcement .....	6,1
Puccoláncement .....	0,5
Pernyeadalékú cement .....	4,8
Összesen .....	100,0

### Kapacitás-kihasználás

A japán cementipar fejlődésének kapcsán a kapacitás bővítésének és a kapacitás-kihasználtság ellentmondásos körülményeire is utalnunk kell. Erősen csökken a meglévő kapacitások kihasználása. A kapacitás-kihasználás foka 1964-ben még 70% felett volt, azonban 1966-ban már csak 62%-os. Ugyanakkor évek óta jelentős beruházások folynak újabb üzemek létesítése és a meglévők korszerűsítése céljából. A hivatalos adatok 1966 végére már 52 millió tonna cementkapacitást mutatnak ki.

Az elmúlt években végrehejtott kapacitásbővítésekben egyaránt szerepel új üzemek létesítése, a meglévő üzemek további kemencékkel történő bővítése, illetve a meglévő berendezések (kemencék) korszerűsítése.

### Tüzelőanyag- és villamosenergia-felhasználás

A japán cementipar az elmúlt években tért rá a gazdaságosabb folyékony tüzelőanyag használatára, és ma már a termelt klinker mintegy 80%-át fűtőolajjal égetik, és csupán a maradék 20%-ot hazai származású kb. 6800 Kcal fűtőértékű fekete-szénnel. A fajlagos hőfelhasználás átlagban 1400 Kcal/kg klinker körül mozog, amely kedvezőbb az USA 1700 Kcal/kg klinker értékénél, de elmarad az NSZK mutatójától.

Az erős gépesítettség következtében magas a japán cementtermelés fajlagos villamosenergia-szükséglete. Az 1 t cementhez felhasznált villamosenergia mennyisége 120—150 kWo, amely az USA mutatóját kismértékben, az NSZK-ét azonban lényegesen meghaladja. A villamosenergia-felhasználás magasabb fajlagos értékeihez azonban az a körülmény is hozzájárul, hogy Japánban a cementet finomabbra őrlik, mint Európában; 4900-as szitán a szitamaradék általában 3—4%.

### Termelékenység

Az elmúlt 10 év során a japán cementipar termelékenységében számszerűen mérhető, jelentős fejlődés mutatkozik. 1 t cement előállításához 1957-ben átlagosan még 1,75 óra volt szükséges, ez 1962-re 1,17 óra értékre csökkent, azaz öt év alatt mintegy 35%-kal emelkedett a termelékenység. A különböző üzemek termelékenységi színvonalában természetesen jelentős eltérések vannak; a régi üzemek 1,8 óra/t mutatójával szemben az új üzemekben már csak 0,4—0,6 óra szükséges 1 t cement előállításához. A termelékenység javulását mutatja, hogy 1961. és 1965. között 32%-os termelésnövekedés mellett a létszám csak 1%-kal növekedett.

A japán cementiparban 1964-ben 16 500 munkás és 8041 alkalmazott dolgozott, s így az egy foglalkoztatottra jutó cementtermelés mennyisége 1328 t/fő. Ez nemcsak Kanada és az USA termelékenységi szintjétől marad el, hanem a gazdaságilag fejlett európai kapitalista országok többségének termelékenységi szintjétől is. (Hollandia, Svájc, Svédország, Egyesült Királyság, Franciaország, NSZK, Belgium.) Összehasonlításként említjük meg, hogy a Közös Piac tagországainak ugyanezen időszakokra vonatkozó és azonos tartalmú termelékenységi mutatója 1395 tonna/fő volt.

A kapacitások növekedésére jellemző, hogy 1963-ban és 1964-ben 35 új kemencét állítottak üzembe részben a régi kemencék kicserélésével. Az 1965. és 1966. években megvalósított kapacitásbővítésekről pontos adatok még nem állnak rendelkezésre, de az ismeretes, hogy ezekben az években is üzembe léptek új kemencék, illetve üzemek. Ezt egyébként alátámasztják azok a hírek is, amelyek szerint 1967-ben egy új gyár lép üzembe 810 ezer t kapacitással, további 2,0 millió tonna kapacitásnövekedést várnak a meglévő üzemek bővítése révén. Szó van egy újabb cementgyár létesítéséről, illetve beruházásának beindításáról is. A beruházások megvalósításával kapcsolatban a rendkívül gyors átfutási időt tartjuk megemlítendőnek; a Saitamában felállított 1680 ezer tonnás évi teljesítményű új cementgyár kivitelezési ideje a két évet sem érte el.

Az új üzemek nagyságukban is meghaladják a meglévőket, de különösen a gépegységek teljesítményének növekedése figyelemre méltó. Míg az 1962. évi állapot szerint a kemencék átlagos teljesítménye 52 vagon/nap volt, addig az 1964. évben üzembe helyezett kemencék teljesítménye a 100 vagon napi teljesítményt is meghaladta. A kemence teljesítmények között megemlíthetők az Ofunato-ban, 1961-ben végrehajtott kemencekorszerűsítések révén létrehozott 2 db, egyenként napi 250 vagonos teljesítményű kemence, valamint a Hikonében, az IHI-cég által felállított 5,40×85,0 m méretű, ugyancsak 250 vagonos teljesítményű kemencék.

\*

Jelen ismertetéssel a teljesség igénye nélkül kívántuk bemutatni a világ egyik legnagyobb és a fejlődésben a legdinamikusabbak közé tartozó ország cementiparát. Úgy véljük, hogy ennek a túllünk távol levő, kevésbé ismert, de a cementipar műszaki fejlődésében és színvonalában az elsők közé tartozó ország cementipara sok hasznos ismerettel szolgálhat.

### FORRÁSOK

- [1] Konstruktion, Tokyo, 1963.
- [2] Cement Industry, 1964.
- [3] Silikattechnik, 1965. 5. szám.
- [4] Biki, 2. VII. 1966.
- [5] Biki, 20. XII. 1966.
- [6] Neue Zürcher Zeitung 9. I. 1966.
- [7] Statisztikai Havi Közlemények, 1967/4.
- [8] DIM-Eilinformation, Nr. 070. vom 13. 4. 1967.
- [9] Világgazdasági idősorok, 1860—1960.
- [10] Zement-Kalk-Gips. 9/1964.
- [11] The cement industry, in Japán, 1967.
- [12] Stavivo, 1965. 5. szám.

*Szántai János: A japán cementipari termelés technikai színvonalának fejlődése.*

*Сантaи Янош: Развитие технического уровня цементного производства в Японии.*

*Szántai, János: Die Entwicklung des technischen Niveaus in der Zementproduktion Japans.*

*Szántai, János: The Development of the Technical Level of the Japanese Cement Industry.*

Az üvegolvasztás folyamán a szulfát igen fontos szerepet játszik a tisztulás, gáztalanítás és a szintisztaság szempontjából. Az erre a célra alkalmazandó szulfátsó kiválasztásakor azonban bizonyos szempontokat kell figyelembe venni. Az egyes szulfátsók elméleti izzítási vesztesége, — amit az 1. táblázat foglal össze — nem irányadó, mert, miként a később ismertetett kísérleti adatok igazolják, izzításkor bizonyos szulfátoknál a veszteség a hőmérséklet függvényében kisebb, mint az elméleti veszteség.

1. táblázat  
Szulfátok elméleti izzítási vesztesége

Szulfát	Veszteség, %			
	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Összes
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	53,2	13,3	—	66,5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	45,0	11,3	—	56,3
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	37,2	27,9	2,3	67,4
SrSO <sub>4</sub> . . . . .	34,8	8,7	—	43,5
BaSO <sub>4</sub> . . . . .	27,4	6,9	—	34,3

A szulfátok bomlásakor a keletkezett gázok, az SO<sub>2</sub> és az O<sub>2</sub> hatása nem attól függ, hogy mennyi azok stöchiometrikus mennyisége, hanem attól, hogy azok olyan megfelelő hőmérsékleteken fejlődnek-e, amikor gáztalanítás és oxidálás szempontjából a leghatásosabbak. Az üvegolvasztásnál használt szulfátsónak a következő követelményeket kell kielégíteni:

a) Bomlása olvadáspontjának hőmérséklete alatt befejeződik.

b) Bomlása abban a hőmérsékletszakaszban történjék, amelyben gyors és erélyes gáztalanítást és oxidálást tud kifejteni.

c) A só minél több tisztulást segítő SO<sub>2</sub>-gázt és oxidálást előidéző O<sub>2</sub>-gázt adjon le.

Azt a kérdést, hogy a szulfátsók közül melyik elégíti ki a fent megszabott követelményeket, laboratóriumi kísérletekkel döntötték el, amelyeknek eredményét a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat  
Szulfátok izzítási vesztesége a hőmérséklet függvényében

Szulfát	Olvadási pont, °C	Veszteség, %					
		1100	1150	1200	1250	1300	1350
°C							
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	1120	7	42	66	—	—	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	884	—	1	2	38	45	45
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	1510	20	21	22	23	35	66
SrSO <sub>4</sub> . . . . .	1400	—	2	4	8	11	23
BaSO <sub>4</sub> . . . . .	1580	1	1	1	1	1	1

A kísérletek arra is kiterjedtek, hogy a különböző szulfátok miként viselkednek egy redukáló szer, FeS jelenlétében. Az eredményeket a 3. táblázatban látjuk.

3. táblázat  
Szulfátok izzítási vesztesége redukáló szer jelenlétében a hőmérséklet függvényében

Szulfát	Elméleti veszteség, %	Veszteség, %					
		1100	1150	1200	1250	1300	1350
°C							
MgSO <sub>4</sub> . . . . .	57,1	34	50	57	—	—	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	49,9	20	20	41	48	50	—
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	55,0	20	20	21	21	35	53
SrSO <sub>4</sub> . . . . .	40,2	—	1	2	5	13	22
BaSO <sub>4</sub> . . . . .	32,5	1	1	1	1	1	1

A kísérleti eredmények alapján a különböző szulfátok relatív hatékonyságára az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

Habár a magnéziumszulfát gázleadása mennyiségileg kedvező, hátránya az, hogy a gázleadás túlságosan kis hőmérsékleteken fejeződik be, és a tisztulás hőmérsékletein ez a szulfát már nem hatásos. Ez a hátrányos tulajdonság redukáló szer jelenlétében is jelentkezik. A nátriumszulfát gázleadó képessége kedvező, és a gázleadás nagy, kellő hőmérsékleten fejeződik be, miért is tisztulásra alkalmas. Van azonban hátránya is, ugyanis az olvadáspontja bomlási kezdeti hőmérsékleténél kisebb, a folyékony állapotú só szegregálódik, az üvegolvadék felszínére jut, ahol egyrészt a tűzálló követ roncsolja, másrészt hólyagosodást és inhomogenitást okoz. Ezt a káros hatást, az epeképződést nem ellensúlyozza az a kedvező tulajdonsága, hogy a habképződést csökkenti.

A gipsz gázleadása a nátriumszulfátéval azonos, redukáló szer jelenlétében pedig csak kissé kevesebb. Nagy előnye azonban az, hogy teljes gázleadása kedvező, nagy hőmérsékleteken játszódik le, és az, hogy ez a hőmérséklet olvadáspontja alatt van. Nem fordulhat tehát elő, hogy folyékony állapotba jusson az olvasztás folyamán, és az üvegolvadék felszínére emelkedjék. Az olvasztás folyamán az üvegolvadék alkáliájával redukcióba lépve keletkezik ugyan nátriumszulfát, de oly csekély mértékben, hogy az epeképződést nem okoz.

A stronciumszulfát gázleadása a tisztulási hőmérsékletig aránylag igen csekély. Magas beszerzési ára miatt sem alkalmas gyakorlati alkalmazásra.

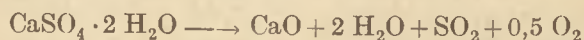
A báriumszulfát gázleadó képessége rendkívül csekély, gáztalanító hatást ezért nem tud kifejteni.

Ezen adatok alapján tisztulási és oxidálási célokra a gipsz viselkedik a legkedvezőbbben. Szerepe az üvegolvasztásnál háromszoros, hatását mint gáztalanító, tisztulást előidéző szer, mint oxidáló szer és mint a felületi habot gátló szer fejt ki.

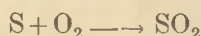
Gyakorlati megfigyelések azt bizonyítják, hogy tiszta, buborékmentes kész üveget akkor nyerünk, ha abban csak kis mennyiségű SO<sub>2</sub> van jelen.

Ez a mennyiség nátronmészüvegekben 0,2%. Ennek a mennyiségnek a jelenlétét leginkább a gipsz biztosítja, mert gázleadása nagy hőmérsékleteken fejeződik be. Ha az olvadékban 0,2%-nál több  $\text{SO}_2$  marad oldva, az kedvezőtlen, mert újrahevítés vagy hűlőkés esetében utógázosodás lép fel.

Bizonyos körülmények között, mint például ha nagy a kemenceterhelés, ha az áramlási viszonyok kedvezőtlenek, vagy a keverék homokja durva szemcséjű, az olvadék felületén, a válaszfal, a híd közelében hab jelenik meg, és a felület nem tükörsima. Ez a hab egyrészt a tűzálló köveket jobban támadja meg, mint az üvegolvadék, másrészt huzalossá teszi az üveget. Gipsz jelenlétében annak egy része a keverékszóda tartalmával reakcióba lép, a keletkezett nátriumszulfát a felszínre kerül, a habbal reakcióba lép, és a habot csökkenti vagy eltünteti. Habár ezt a hatást a nátriumszulfát is kifejti, annak mennyisége a kelletténél több, és a felesleges epe alakjában úszik a felszínen. Ha redukáló közegben olvasztott keverékbe gipszet adagolunk — mint például amberüveg olvasztásakor — akkor, mint minden szulfát, az alábbi reakció szerint bomlik:



A fejlődő oxigén szabad állapotú vagy redukált ként a



reakció alapján kéndioxidá alakít. Ha tehát a keverékgipszet tartalmaz, a szulfiddal vagy kénnel színezett üveg annál világosabb árnyalatú lesz, minél több a keverékgipsz tartalma. A gipsz ezenkívül oxidáló hatását annak is köszönheti, hogy kristályvize igen kis hőmérsékleten, 163°C-on felszabadul. A víz egy része kénnel reagálva  $\text{H}_2\text{S}$ -sé alakul, ami a felszabaduló oxigénnel  $\text{SO}_2$ -t képez. Ez a reakció is hozzájárul ahhoz, hogy a gipsz oxidáló hatást fejt ki. A gipsz oxidáló hatása lényeges szerepet játszik az amberüveg olvasztásánál. Ennek az üvegnek az olvasztása folyamán fellépő hólyagosodás mechanizmusát csak néhány évvel ezelőtt ismerték fel. Ezeket az ismereteket tudatosan alkalmazva, sikerült hólyagmentes amberüveget olvasztani. A hólyagosodás mechanizmusa igen bonyolult, lényegében azonban abban áll, hogy a színezésre használt  $\text{FeS}_2$  és C anyagokból bizonyos mennyiségben kén szabadul fel, ami a nátriummal egyesül. A  $\text{Na}_2\text{S}$  oxigén jelenlétében nátriumszulfáttá alakul az üvegeképződés késői folyamatában. A hő hatására a nátriumszulfát megbomlik, amikor  $\text{SO}_2$  keletkezik, ami az üvegolvadék hólyagoságát okozza. Ez a káros jelenség elkerülhető, ha a felszabadult ként eloxidáljuk, hogy ne legyen alkalom  $\text{Na}_2\text{S}$  keletkezésére. A gipsz az oxidálásra igen alkalmasnak mutatkozott.

Az amberüveget kénnel és szénnel nem célszerű színezni. Ennek a színezésnek a mechanizmusa ugyanis az, hogy a ként a nyersanyagok vastartalma vagy szándékosan adagolt vasvegyület vasszulfiddá alakítja. A szén szerepe az, hogy a redukciót elősegítse. Az így színezett üveg azonban erősen hajlamos a hólyagosodásra, ami elkerülhető, ha a keverék ként nem tartalmaz és a színezésre piritet használunk. A keverékbe adagolt gipsz

mennyisége síküvegyártásnál általában 1—5 rész, szintelen göngyölegüveg olvasztásakor 0,7—18 rész, ólomüveg esetében 0,7—4,5 rész 100 rész homokra. A legmegfelelőbb mennyiséget azonban minden adott esetben kísérletileg kell megállapítani. Technikai, laboratóriumi üvegek olvasztására gipszet a keverékbe nem ajánlanak.

Néhány példaként szolgáló üvegek keverékét a 4. táblázat ad meg. A keverékbe adagolt nefelin összetétele 60%  $\text{SiO}_2$ , 25%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 15%  $\text{R}_2\text{O}$ , az apilité 60%  $\text{SiO}_2$ , 24%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 6%  $\text{CaO}$  és 10%  $\text{R}_2\text{O}$ . A megadott keverékekből az 5. táblázatban megadott üvegek olvaszthatók.

4. táblázat  
Üvegek keverékek gipsz adagolásával

Keverékalkotórész	Tábla	Göngyöleg	Zöld	Amberüveg
	keveréke			
Homok	100	100	100	100
Szóda	36	34	40	35
Dolomit	28,5	15	15	—
Márványliszt	3,5	—	—	26
Földpát	9	—	5,5	—
Szén	0,5	—	—	0,28
Nefelin	—	7,5	—	—
Folypát	—	0,5	—	0,6
Vaskromát	—	—	0,65	—
Kén	—	—	0,1	—
Aplit	—	—	—	15
Pirit	—	—	—	0,28
Gipsz	3,5	8,5	0,7	1,0

5. táblázat  
A 4. táblázatban megadott keverékekből olvasztott üvegek százalékos összetétele

Üvegalkotó	Tábla	Göngyöleg	Zöld	Amberüveg
$\text{SiO}_2$	71,19	72,60	71,92	72,64
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,20	1,50	0,90	2,18
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,04	0,04	0,18	0,19
$\text{CaO}$	8,60	6,66	6,29	20,50
$\text{MgO}$	4,00	4,35	4,20	1,10
$\text{Na}_2\text{O}$	14,30	14,30	16,21	14,20
$\text{K}_2\text{O}$	0,27	0,25	0,11	0,09
$\text{SO}_3$	0,40	0,20	—	—
$\text{F}_2$	—	0,10	—	0,10
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	—	0,19	—

A gipsz használatára vonatkozólag a külföldi üvegipar tapasztalatai igen kedvezőek. Célszerűnek mutatkozik, hogy ezeket a tapasztalatokat, különösen a barna, ámbraüveg olvasztásával kapcsolatban a hazai üvegipar kikísérletezze és átvegye, amivel hozzájárulna ahhoz, hogy hazai üvegyártásunk termékeinek minőségét javítsa.

*Knapp Oszkár:* A gipsz alkalmazása az üvegolvasztásnál.

*Knapp, Оскар:* Применение гипса при стекловании.

*Knapp, Oszkár:* Die Anwendung von Gips beim Glasschmelzen.

*Knapp, Oszkár:* Gypsum as a Glass Batch Material.



A vállalati gazdálkodás eredményessége, a termelékenység emelése  
és az önköltség csökkentése szempontjából alapvető fontosságú  
az anyagmozgatás és csomagolás fejlesztése

A különböző ágazatok sokrétű igényeinek megfelelő

## legfrissebb szakmai információkat

szolgáltatja e téren a MTESZ Központi Anyagmozgatási Bizottsága  
és az Anyagmozgatási és Csomagolási Intézet közös gondozásában megjelenő  
műszaki-gazdasági folyóirat, az

# *Anyagmozgatás — Csomagolás*

**Nélkülözhetetlen minden érdekelt gazdálkodó szerv számára!**

Megjelenik kéthavonta, 48 oldal terjedelemben

Előfizetési ára:	fél évre	24,— Ft
	egy évre	48,— Ft
	egy példány ára	8,— Ft

Előfizethető a Posta Központi Hírlap Iroda 61066 közületi csekkszámlán vagy átutalható  
az MNB 8. egyszámlájára

A

# MŰSZAKI ÉLET

márciustól újabb kedvezményt nyújt előfizetőinek: minden szám mellékletet tartalmaz, amelyben az

## **Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság**

keretében kidolgozott komplex fejlesztési elgondolásokat (konceptiókat) ismerteti

A

# MŰSZAKI ÉLET

melléklete, a

## **MŰSZAKI FEJLESZTÉS**

nagy segítséget nyújt a szakemberek számára, hogy megismerjék az egyes termelési ágazatokban várható fejlődést, a legkorszerűbb technikai-tudományos irányzatokat és ezek gazdasági összefüggéseit.

**Ezt a mellékletet díjmentesen bocsátják a Műszaki Élet előfizetőinek rendelkezésére,**

s továbbra is megmarad a kedvezményes előfizetési díj: félévre mindössze 26,—, egész évre 52,— Ft.

Egyéni előfizetéseket felvesz Budapesten minden kerületi kézbesítő postahivatal, vidéken minden postahivatal, valamint a levélkézbesítők. Közületek továbbra is a Posta Központi Hírlap Iroda 61,066 sz. csekkszámjára, vagy MNB 8 egyszámjára utalhatják át előfizetéseiket.