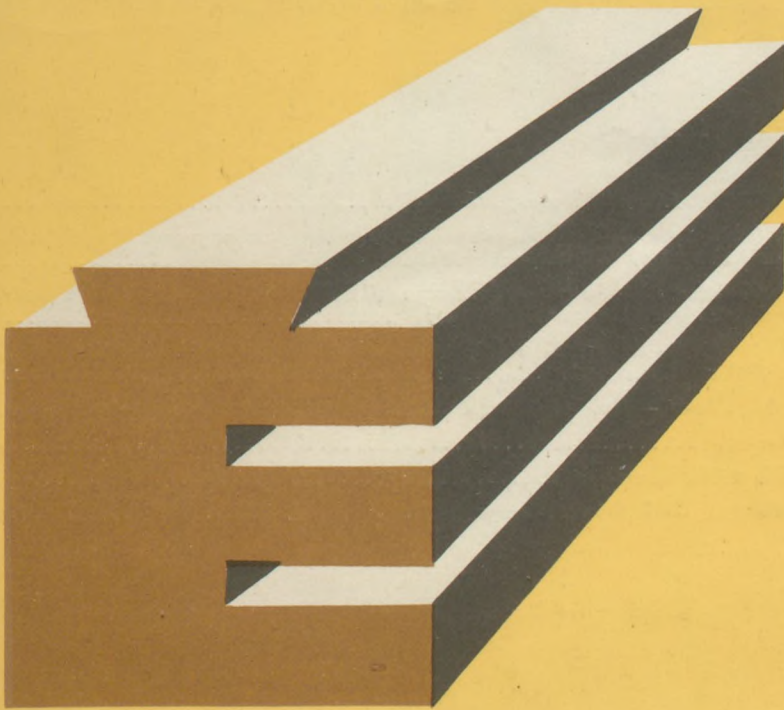


✓ 3.02 9351



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

## 12

XXIX. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST 1977. DECEMBER  
EPITAA 29 (12) 481-520 (1977)



A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép- és kő-kavicsipar, a szigetanyagok ipara tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztő bizottság

elnök:

Dr. Talabér József

felelő szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

### TARTALOM

<i>Beke Béla</i> : A finomórlés perspektívája .....	481
<i>Nagy Géza</i> : Lakóépületek kéményeihez használt építőanyagok kémiai elhasználódásának vizsgálata és a korrózió csökkentésének lehetőségei .....	489
<i>Wojnárovitsné, Hrapka Ilona</i> : A szervesetlen szálanyagok, ezen belül a bazaltgyapot szerkezeti jellemzőinek vizsgálata. I. ....	498
<i>Medgyesi Iván – Amrich László</i> : A betonkorrozió-kutatás új vizsgálati rendszere és az elért eredmények. I. ....	504
<i>Udvardy János – Urbán Zoltán</i> : A homokoskavics halmazsúlyának vizsgálata .....	510
Lapszemle .....	509, 516
A világ szilikátiparából .....	488, 497
Építőanyag 1977. évi tartalomjegyzéke .....	517

### СОДЕРЖАНИЕ

<i>Beke, B.</i> : Перспективы тонкого помола .....	841
<i>Надь Г.</i> : Испытание химической изнашиваемости строительных материалов, применяемых для изготовления дымовых труб жилых зданий, и возможности снижения коррозии .....	489
<i>Войнаровитиче, Храпка Илона</i> : Испытание структурных характеристик неорганических волокнистых материалов, в том числе базальтового волокна I. ....	498
<i>Медьеси, И. – Амрих, Л.</i> : Новая система испытания коррозии бетона и полученные результаты I. ....	504
<i>Удварди, Я. – Урбан, З.</i> : Измерение насыпного веса песчаного гравия .....	510

### INHALT

<i>Beke, Béla</i> : Perspektiven der Feinmahlung .....	481
<i>Nagy, Géza</i> : Untersuchung der chemischen Abnutzung und der Korrosionsschutzmöglichkeiten von Baustoffen der Wohnhausschornsteine .....	489
<i>Frau Wojnarovits, Hrapka, Ilona</i> : Untersuchung der strukturellen Charakteristiken anorganischer Faserstoffe, darunter jener von Basaltfaser. I. ....	498
<i>Medgyesi, Iván – Amrich, László</i> : Neues System der Betonkorrosionsforschung und damit erreichte Ergebnisse. I. ....	504
<i>Udvardy, János – Urbán, Zoltán</i> : Untersuchung des spezifischen Haufwerksgewichtes von Kiessand .....	510

### CONTENTS

<i>Beke, Béla</i> : Perspectives of Fine Comminution .....	481
<i>Nagy, Géza</i> : Chemical Deterioration and possibilities to Improve the Corrosion resistance of Building Materials Used for Chimneys .....	489
<i>Wojnarovits – Hrapka, Ilona</i> : Structural Examination of Inorganic Fibrous Materials I. ....	498
<i>Medgyesi, Iván – Amrich, László</i> : A New Testing System for Concrete Corrosion and some Results I. ....	504
<i>Udvardy, János – Urbán, Zoltán</i> : Determination of Bulk Weight of Gravel .....	510



## A finomörlés perspektívája

BEKE BÉLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

### 1. Bevezetés

Az elmúlt 2–3 évtizedben az alapanyagok iparának fejlődésével összhangban a finomörlő berendezések gyors fejlődésének lehettünk tanúi. E fejlődést elsősorban a méretek növelésével elért kapacitásnövekedés jellemezte, alapvető, rendszerbeli változás nem következett be. A fejlődés folyamatos, az irányzatot jól jellemzi a Tiggesbäumker és Blascyk által cementörlő malmok kapacitására közzétett diagram [1]. Az ezidő szerint gyártott legnagyobb cementörlő malmok kb.  $5 \text{ } \varnothing \times 17 \text{ m}$  főméretekkel, 450 t töltettel és 7000 kW hajtóenergiával 200 t/h kapacitásúak, ami a klinkerégető berendezések már elért kb. 400 t/h teljesítményétől messze elmarad.

A jóval mérsékeltebb finomságot követelő nedves ércörlésnél a 15 000 kW hajtóteljesítmény már elérték, 12 m vagy még nagyobb átmérőjű autogén malmokkal.

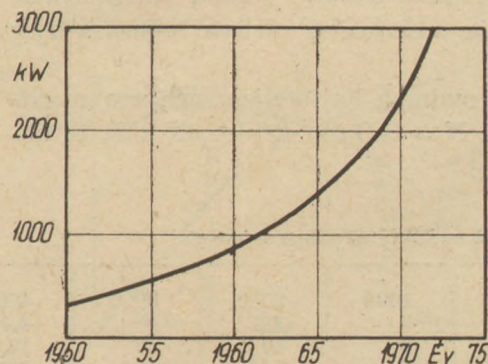
E nagy méretek további növelése gépgyártási szempontból nem támaszt nehézséget, további kapacitásnövelés a jelenleg is alkalmazott rendszerekkel elérhető, az óriás méretek kísérő jelenségei azonban megfontolásokra készítenek.

A következőkben a nagyipari finomörlés túlnyomóan alkalmazott három rendszerének, a go-

lyós, görgős és röpítő malmoknak fejlődési lehetőségeit fogjuk elemezni, majd szemügyre vesszük a fejlődés egyelőre kezdeti szakaszában levő, újszerű malomtípusokat is.

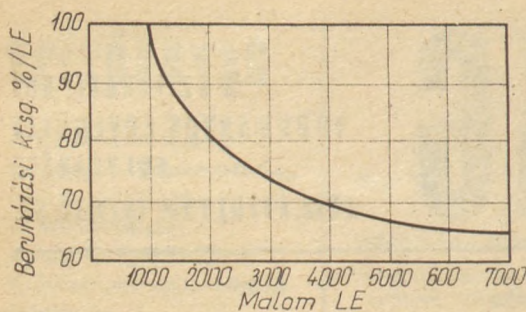
Vizsgálatainkban a következő szempontokat tartjuk szem előtt:

- a fajlagos, 1 kW-ra eső beruházási költségek,
- energiatakarékosság,
- minőségi és technológiai előírások teljesítése,
- karbantartási igény, illetve üzemkészségi mutató.



1. ábra. Eladott cementmalmok átlagos hajtóteljesítménye (Polysius [1])





2. ábra. Fajlagos beruházási költség a hajtóteljesítmény függvényében [3]

## 2. Beruházási költségek

Golyós malmok tekintetében amerikai adatok alapján Dettmer szemlélteti a nagyobb teljesítményű egységek kisebb fajlagos beruházási költségét [2]. Hasonló adatokat találunk Duda kézikönyvében is (2. ábra) [3]. A japán gyártervezésben ezzel összhangban az

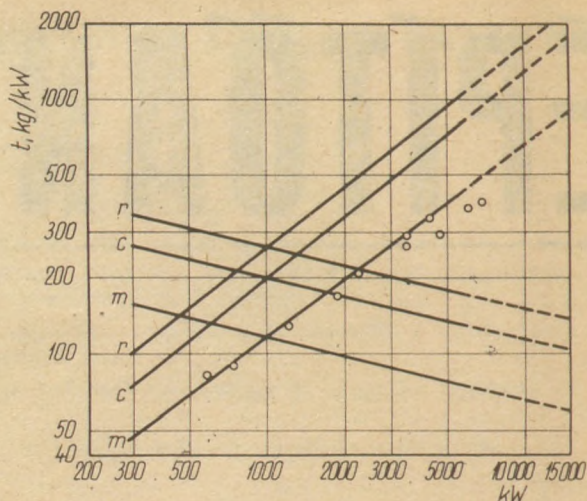
$$I = c N^{0,73} \quad (1)$$

képlet használatos [4] (I a beruházási költség, N a hajtóteljesítmény, c arányossági szorzó). E képlet pl. hatszoros teljesítményre 62% fajlagos beruházási költséget ad.

Dettmer tanulmányában golyós malmok helyszükségletére és vele a fajlagos építési költségekre is hasonló arányok vannak kimutatva.

Különböző cégek katalógusok adatainak felhasználásával felrajzoltuk a hajtóteljesítmény és a gépsúlyok összetartozó értékeit, ami kétszer logaritmikus léptékben egyenessel közelíthető. Az ezt bemutató 3. ábrán a hajtómű súlya nincs figyelembevéve; az ábrát kiegészítettük a töltéssúllyal (30% töltési fokot felvéve) és körfolyamatos működés esetére a recirkulációs rendszer súlyával, ez utóbbit a malomsúly felének felvéve. Berajzoltuk a fajlagos, kg/kW értékeket is, ennek javulása a teljesítménynövekedéssel szembeszökő. A szakadozott vonalú extrapoláció 15 000 kW-ig, a távlatilag várható teljesítményig terjed.

A golyós malmok hajtóteljesítményére vonatkozó ismert  $N = C G \sqrt{D}$  képlet (N kW, G töl-



3. ábra. Golyós malmok súlya és fajlagos súlya a hajtóteljesítmény függvényében. m = malom, c = töltet, r = recirkuláció

tetsúly t, D m)  $L/D = 3$  és 30% töltési fok mellett az

$$N = 22,8 D^{3,5} \quad (2)$$

alakot nyéri. Ennek megfelelően pl. cementörülő malmokra, 35 kWh/t fajlagos fogyasztással számolva az 1. táblázat adatait nyerjük.

$$\text{A mérsékelt őrlési finomságú } L/D = \frac{1}{3} - \frac{1}{5}$$

méretarányú nedves ércőrölő autogén malmok fajlagos gépsúlya mintegy másfélszerese a finomőrölő malmokénak, de természetesen a töltetsúly elesik (félaautogén malmoknál jórészt elesik).

A 3. ábrához hasonlóan készült a görgős malmokra vonatkozó 4. ábra is, ahol a malomsúly mellett a hajtómű és a malommal egy testbe épített osztályozó is szerepel. A fajlagos gépsúly 300 kg/kW körüli állandó értékű, vagyis kb. 1000 kW felett a golyós malom fajlagos gépsúlya már kedvezőbb.

Helyszükséglet és a velejáró építési költség tekintetében viszont a görgős malmok előnye szembeszökő. Az Ube Co. katalógusa pl. az általa gyártott Loesche rendszerű malmokra a következő helyszükségleti adatokat közli:

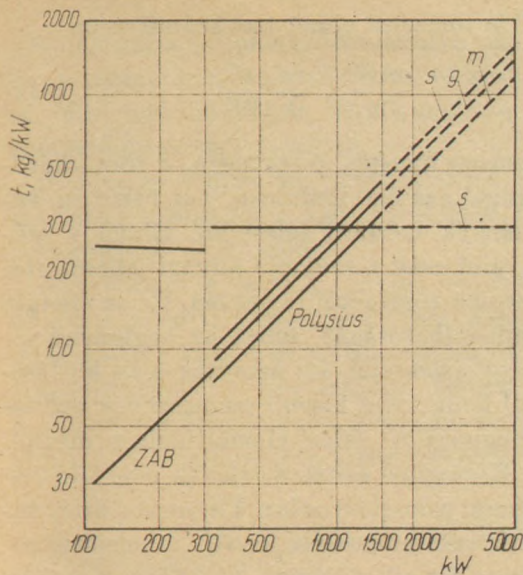
LM 28 1200 kW  $6,6 \times 6,6$  m<sup>2</sup> alapterület, 11,4 m magasság

Golyós malmok hajtóteljesítménye és méretei

N kW	1000	2000	3000	4000	5000	6000	10 000	12 000	15 000
D m	3	3,6	4	4,4	4,65	5	5,7	6	6,5
L m	9	10,8	12	13,2	14	15	17,1	18	19,5
G t	84	152	216	280	330	410	610	710	900
P t/h	28,5	57	86	114	143	171	285	342	428

1. táblázat



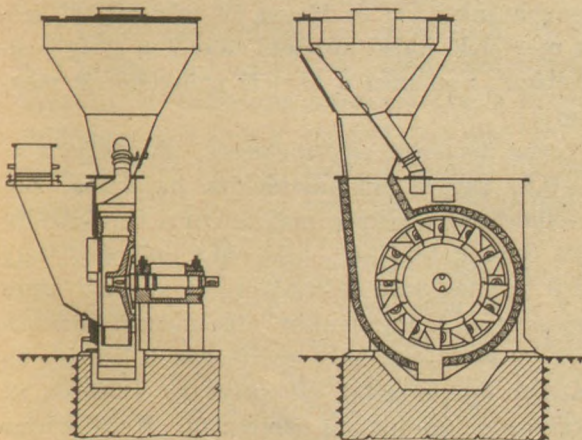


4. ábra. Görgős malmok súlya és fajlagos súlya a hajtóteljesítmény függvényében. *m*=malom, *g*=hajtás, *s*=osztályozó

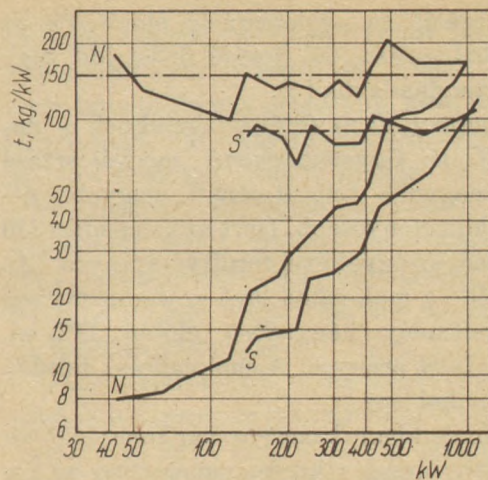
LM 36 2100 kW 8,5 × 8,5 m<sup>2</sup> alapterület, 14,7 m magasság  
 LM 50 5000 kW 12 × 12 m<sup>2</sup> alapterület, 17,5 m magasság

Golyós malom hossza ugyanezen teljesítményekre 9,5, 11 és 14 m, amihez a hajtás és elevátorok tekintélyes alapterülete és a felsőbb szinten elhelyezett osztályozó magassága járul.

Röpítő rendszerű nagyüzemi malmok közül a villamos erőművekben túlnyomóan elterjedt *verőlapátos malmokat* vonjuk be az összehasonlításba (5. ábra, EVT Stuttgart). Jellemző az egyoldali csapágyazás, ami gyors lapátcserét tesz lehetővé. A 6. ábrán a cég nehéz (N) és könnyű (S) sorozatú malmainak az egybeépített osztályozót is magában foglaló súlya és fajlagos súlya van feltüntetve. 1000 kW-nál pl. a súly 100–170 t,



5. ábra. Verőlapátos malom (EVT Stuttgart)

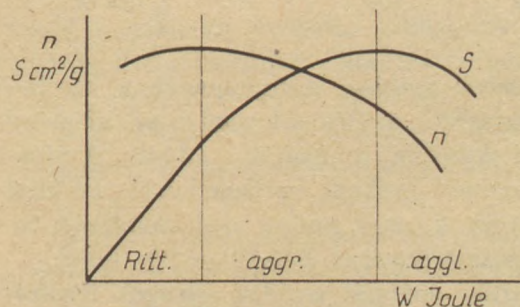


6. ábra. Verőlapátos malmok súlya és fajlagos súlya a hajtóteljesítmény függvényében

ugyanaz golyós malomra 265 t, görgős malomra 300 t. Az egyelőre elért legnagyobb teljesítmény kb. 1000 kW, ami a cementgyártás vagy ércelőkészítés jelenlegi és főleg távlati igényeitől messze elmarad. E malmok helyszükséglete – jóval kisebb fajlagos gépsúly mellett – a görgősmalmokéval kb. egyező.

### 3. Energetika és technológia

Minden finomórlési folyamat lerontója a már megőrölt szemcsék újbóli összetapadása (aggregáció), sőt összehegedése (agglomeráció). Az aggregáció kezdetét az RR eloszlás *n* egyenletességi tényezőjének lassú csökkenése – vagy, ami ugyanaz –, az eloszlás szórásának növekedése jelzi. Ettől kezdve további finomodás (felületnövekedés) már csak a Rittinger féle arányossági törvény szerintinél egyre nagyobb energiafogyasztással érhető el. Az agglomeráció tartományában pedig további energiaráfordítás már méretnövekedést, felületcsökkenést okoz az egyenletességi tényező gyors csökkenése kíséretében. E folyamatot a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra. Az aggregáció és agglomeráció kialakulása



Az aggregáció és agglomeráció előidézője az energia túladagolása, túl hosszú őrlési idő vagy túl nagy energiaadagok [5].

Golyós malmoknál az őrletesméreteknek a malomátmérőt is figyelembevevő megválasztása mellett a nagyobb teljesítményű, nagyobb átmérőjű malom előnyösebb, mert az áthaladási idő az átmérő négyzetgyökével fordítva arányos. (Az áthaladási idő a malomban levő anyagmennyiség és a teljesítmény hányadosa, előbbi  $D^2L$ -l, utóbbi  $D^{2,5}L$ -l arányos. A malomhossz feltűnő módon nem határos.)

Golyós malomban bizonyos agglomeráció elkerülhetetlen: minden keresztmetszetben az őrlemény a törvényszerű szemese méret-eloszlásban van jelen, az őrletest a legnagyobb szemcséhez igazodik, a kisebbekre túlméretezett. A golyós malom legnagyobb energiátékozlója azonban az őrletestek haszontalan ütközése.

Nagyteljesítményű görgős malomban a méteres méretű, tonnás tömegű görgők túladagolt energiával sajtolják a szemcséket az anyagágyba, a tartózkodási idő viszont másodpercekben mérhető. A görgők súrlódásmentes gördülése energetikailag kedvező körülményeket teremt. Mérsékelt őrlési finomság esetén (pl.  $R(0,09) = 12 - 15\%$ ) a golyós malmokhoz képest érdemleges energiamegtakarítás érhető el. Klovers közleményében [6] az összehasonlításra két értéksor szerepel: energiatakarékos nagyobb és beruházástakarékos kisebb malmokkal (2. táblázat). Szigorúbb finomsági előírások és nagyobb teljesítmények esetén (pl. cementörlés) az agglomeráció aligha kerülhető el.

2. táblázat

Golyós és görgős malmok összehasonlítása

	Golyós malom	Görgős malom	
		beruházás	energia
takarékos			
utótörő malom	0,5	—	— kWh/t
ventillátor	14,3	8,1	7,9 kWh/t
osztályozó	—	6,2	4,5 kWh/t
összesen	2,1	0,4	0,4 kWh/t
viszonylag	16,9	14,7	12,8 kWh/t
	100	87	76. %

Verőlapátos malmok energiagénye a mechanikai veszteségek mellett a levegő és az őrlemény kihordási (kifúvási) munkájából adódik. A villamos erőművek malmai verőkerékének kerületi sebessége kb. 80 m/s, amivel csak mérsékelt őrlési finomságot érnek el,  $R(0,09) = 20 - 40\%$ .

Az aprítási energiát a rideg anyagok ütközésekor megsemmisülő mozgási energia szolgáltatja,

a Kick-féle térfogati elmélettel számítva ez

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m}{\delta} \frac{\sigma^2}{2E} \quad (3)$$

( $m$  a szemcse tömege,  $\delta$  sűrűsége,  $\sigma$  törőszilárdsága,  $E$  rugalmassági modulusa,  $v$  az ütközési, vagyis járókerék kerületi sebesség). Ebből  $v$  számítható, ami csak a szemcse anyagi jellemzőitől függ és annak tömegétől független. Ez az energia pontos adagolhatóságát, tehát az agglomerációmentességet jelentené. Ez azonban csak korlátozottan áll fenn, mert kisebb szemcséknek tudvalevőleg nagyobb az őrlési ellenállásuk,  $\sigma$  megnövekszik. Kívánatos tehát a feladás nem tág határok közötti előosztályozása. Finomabb őrlés nagyobb ütközési sebességet kíván, a velejáró növekvő áramlási ellenállással. (A tárgyalásunkon kívül eső igen nagy, mikrométeres rendű finomságokhoz forgógépek helyett ezért alkalmaznak sugármalmokat.)

Energiaadagok szempontjából érdekesnek tűnik a golyós és a verőlapátos malmok összehasonlítása: 2,5 m esési magasság mellett 30 mm  $\varnothing$  golyó becsapódási energiája 2,7 J, 80 m/s sebességű 1 mm méretű, 3 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű szemcse becsapódási energiája  $5 \times 10^{-3}$  J.

Gyártástechnológiai követelmények tekintetében példaként csak a legnagyobb nagyipari jelentőségűeket vesszük szemügyre.

Cementörlésre a kívánalom a mintegy 3–30  $\mu$ m-es középfrakciók minél nagyobb hányada, ami nagy egyenletességi tényezőjű őrleménnyel érhető el [7] [8]. A finomsági és szórás követelmények egyidejű teljesítésére csakis golyós malmok felelnek meg, amelyeknél az őrletestösszetétel megfelelő megválasztásával az egyenletességi tényező befolyásolható. Kapacitásban, vagyis méretekben felső korlátot jelent az őrlemény 110°C-ban határolt melege, minthogy a kapacitás  $D^{2,5}L$ -l, a hűlő felület  $DL$ -l arányos. Tiggesbäumker [1] és Reuss [9] vizsgálatai szerint megfelelő külső hűtéssel akár 7 m  $\varnothing$ -ig is elmehetünk, ami még a távlati igényeket is meghaladja.

Cement nyersliszt egyenletességi tényezője  $n = 0,6 - 0,8$ , vagyis agglomerációra hajlamos. Ennek elkerülésére golyós malomban a tartózkodás idejét csökkenteni kell, célszerű a kalapács vagy röpítő törőben való előtörés, mert azoknál nincs szemcseágy. A mindenkor alkalmazott szárítóörleést jól szolgálja, ha a szárítógázok a nagy ellenállású malomtestet elkerülve az előtörőn és osztályozón áramlanak keresztül. Kedvezőtlen nyersanyagelőfordulás esetén hatásos lehet az



Aerofall autogén malom biztosította szelektív őrlés, a nehezebben őrlhető összetevő kiosztályozása. Mint fentebb láttuk, görgős malmok kedvező energiafogyasztást érnek el.

*Nedves ércőrlésnél* az autogén őrlés (hidrofall rendszer) uralkodóvá válik, esetleges előőrlésre rudasmalom jöhet szóba.

*Szénőrlésnél* a golyós, görgős és verőlapátos rendszer közötti választásra főleg a szén tulajdonságai és a kívánt őrlési finomság az irányadók. Kazántüzelésnél a verőlapátos, kemencetüzelésnél (nagyobb hőmérséklet, nagyobb őrlési finomság) a golyós malom lesz többnyire előnyösebb.

#### 4. Üzemkészségi mutató

Az üzemkészségi mutató a hasznos és teljes időtartam viszonyozása:

$$a = \frac{\ddot{u}}{\ddot{u} + k} = \frac{1}{1 + k/\ddot{u}} \quad (4)$$

( $\ddot{u}$  üzemidő,  $k$  karbantartási idő). Bár a hosszú, zavartalan üzemidő fontossága magától értetődő, a (4) képlet szerint az üzemkészségi mutatót a karbantartási és üzemeltetési idő hányadosa határozza meg. Az üzemidőre kopásálló szerkezeti anyagok használata, a karbantartási – javítási időszükségletre a malom szerkezete irányadó.

Golyós malmok kapacitását és hatásfokát a megfelelő őrlőtesttöltet határozza meg. Ennek fenntartása érdekében az utóbbi években a korábban mangánötvözésű őrlőtestek és páncclok helyett martensites szövetszerkezetű Cr-Ni ötvözetekre tértek át, igen figyelemreméltó eredményekkel: cementőrlésnél a korábbi 1000 g/t helyett 50 g/t őrlőtestkopást sikerült elérni. Részletes adatok Duda kézikönyvében található [3]. Gyors tájékoztatást nyújt a Brinell keménység, ennek értéke legalább 600 legyen.

A kopás kiegyenlítésének szokásos módja: a hiány pótlása a legnagyobb méretű golyókkal. Ez azonban az összetétel eltorzulására, a kisméretű őrlőtestek túlsúlyára vezet [10], a malom kiborítása, a töltet osztályozása, a malom újratöltése elengedhetetlen és ez még megfelelő gépesítéssel is több napi üzemállásra kényszerít.

A jövőre való tekintettel vizsgáljuk az 1. táblázat szerinti 15 000 kW-os malmot. Ha a fajlagos kopás két szélső értékét, 50 ill. 1000 g/t-t vesszük figyelembe, ha továbbá 180 napos megszakítás nélküli folyamatos üzemvitelt kívánánk fenntartani, akkor a kezdeti 900 t töltetsúly kopása 90 t (10%) ill. 1800 t (200%). Ha 5% töltethiányt

tartunk megengedhetőnek, akkor kb. 100 ill. 4 naponként kell utántölteni. Végül: 5%-os hiányt követő 5-szöri utántöltés után az összetétel [10] szerint már annyira eltorzul, hogy teljes újratöltés esedékes. Ennek időköze 50 g/t mellett több mint egy év, 1000 g/t mellett 20 nap. 20 naponként 900 t őrlőtest mozgatása, osztályozása munkaerővel megoldhatatlan, következmény a malom kapacitásának és hatásfokának tűrhetetlen leromlása.

Görgős malmoknál e tekintetben jóval kedvezőbbek a tapasztalatok, az elkopott görgők pánccélköpenye és a tányér pánccél szegmensei megfelelő gépesítéssel Klovers szerint [6] 4 óra alatt kicserélhetők. Ily módon az üzemkészségi hányad átlagosan 95%-ra tehető, kiváló szerkezeti anyagokkal még 99% is elérhető.

*Verőlapátos malmok* tekintetében szénőrlésre a villamos erőművekben bőséges tapasztalatok állnak rendelkezésre. A legtöbb nehézséget a kvarc benövések okozzák (kétszeres fajsúly, nehezebb őrlőhetőség), a malomban a kvarc bedúsul. Homogén anyagoknál ez a nehézség elesik, maga a verőkerék néhány óra alatt kicserélhető, esetleg kiszerezés nélkül felhegeszhető.

Üzemkészségi hányad tekintetében a golyós malmok hátrányos helyzete egyértelmű.

#### 5. Új, fejlődésben levő malomrendszerek

Láttuk az eddigiekben, hogy a perspektivikusan felmerülő őrlési feladatok a három elterjedt malomtípus legalább egyikével célravezető fejlesztéssel megoldhatók. A fejlesztés alapvetően méretnövelésben áll, az ezzel járó megoldatlan kérdések a következők:

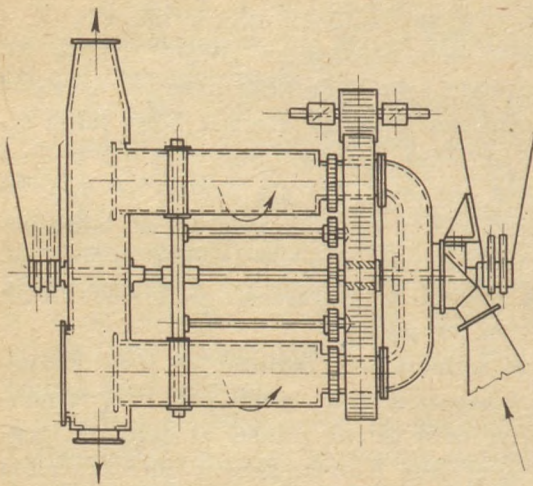
- golyós malmoknál a nagy töltet tömeg és annak kezelése,
- görgős malmoknál nagy őrlési finomság elérése,
- verőlapátos malmoknál nagy kapacitások és nagy őrlési finomságok elérése.

E nehézségek gyökeres kiküszöbölésének feltétele a nagy méretek elkerülése és ennek módja az energiakoncentráció növelése.

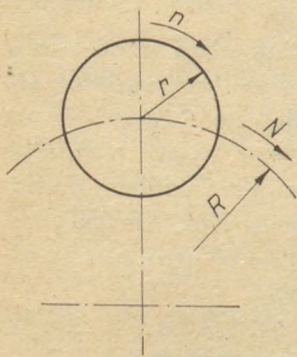
A következőkben három, ezt az elvet követő, a nagyipari bevezethetőség szintjét még el nem ért malomrendszerrel foglalkozunk.

A golyós malmok energiakoncentrációjának növelését a golyómozgást létrehozó nehézségi gyorsulás befolyásolhatatlansága akadályozza meg. Nem újkeletű a gondolat a malomdobot centri-





8. ábra. Bolygóedényes malom [3]



9. ábra. Bolygóedényes malom kinetikai vázlata

fugális erőterben forgatni. Ez a bolygóedényes malom elve.

Bolygóedényes malmot mutat be a 8. ábra, a kinematikai elvet a 9. ábra szemlélteti. Itt  $r$  ill.  $R$ ,  $n$  ill.  $N$  a malomdob, ill. a keringés sugara és fordulatszáma,  $z$  a fogaskerékáttétel mérőszáma.

E témát Duda [3], Joisel [11] és Bradley [12] munkái nyomán ismertetjük.

A forgódob saját (relatív) fordulatszáma  $zN$ , az abszolút fordulatszám a keringés következtében 1-gyel több:

$$n = (z + 1)N \quad (5)$$

ahol a forgásértelem szerint  $z$  pozitív és negatív is lehet.

Golyósmalmok forgási sebességének felső határa tudvalevőleg a kritikus fordulatszám, ahol a nehézségi és centrifugális erő egyensúlyt tart. Centrifugális erőterben a „lefelé”-vel a „kifelé” egyenértékű, kritikus állapotban tehát

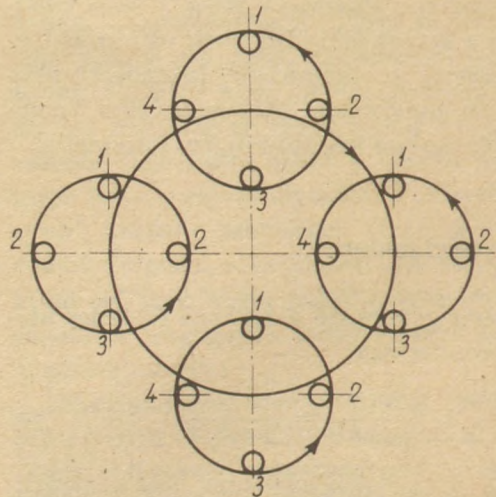
$$R \left( \frac{N\pi}{30} \right)^2 = r \left( \frac{n\pi}{30} \right)^2 = r \left[ \frac{(z + 1)N\pi}{30} \right]^2 \quad (6)$$

A fordulatszám a számításból kiesik, a kritikus állapotot a keringési és a forgási sugár aránya,

vagyis a fogaskerékáttétel mérőszáma határozza meg:

$$z_{kr} = -1 \pm \sqrt{\frac{R}{r}} \quad (7)$$

$z = -1$  esetén pedig kritikus állapot egyáltalán nem fordul elő (10. ábra).



10. ábra.  $z = -1$  áttétellel jellemzett bolygóedényes malom kinetikai vázlata

Joisel és Bradley eltérő gondolatmenettel bárde arra az azonos eredményre jut, hogy a bolygó, edényes malom kapacitása a keringési fordulatszám köbével arányos. Minthogy pedig (6) és (7) szerint a fordulatszám az őrlési folyamat szempontjából tetszőlegesen növelhető, kis malomméretekkel igen nagy kapacitások érhetők el. Joisel számításai szerint pl. egy 30 t/h teljesítményű hatékony cementmalom főbb adatai:  $L = 1$  m,  $r = 0,15$  m,  $R = 0,3$  m,  $N = 320/\text{min}$ , a helyigény mindössze  $1 \text{ m}^3$ . Ilyen teljesítményű golyós malom fő méretei  $3\text{Ø} \times 10$  m!

Bradley beszámol egy aranybányáról, ahol a teljes előkészítőberendezés a fejtés közelében a mélyszerint volt elhelyezhető.

A fordulatszám növelésének természetesen megvannak a nem őrléstechnikai határai: a gépelemek szilárdsági terhelhetősége, a nagy energia-koncentráció miatti kopás és melegedés.

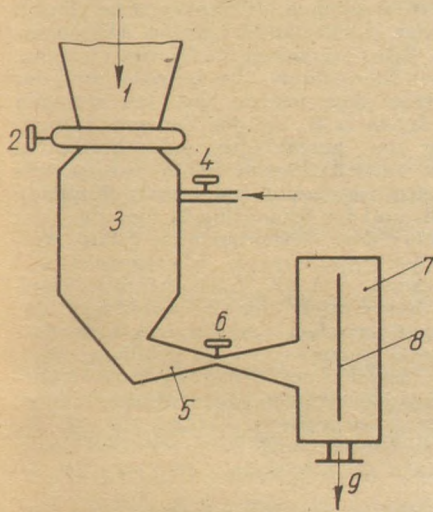
Bradley nedves kvarcitőrlésnél  $4 \text{ kg/t}$  őrlőtestkopást állapított meg. A természetesen kisméretű őrlőtesteknek mindkét szerző folyamatos átáramoltatását, illetve utántöltését javasolja. A pánccépkopást acélbéléssel Bradley  $1 \text{ kg/t}$  értékben és 12 órás élettartamban adja meg, a dobcsere 3 órát vett igénybe. Gumipánccélozással a kopás már csak  $0,13 \text{ kg/t}$  volt és még jobb eredmények várhatók az újszerű légpárnás (pneumatik) pán-



célozástól. Szerinte a 95%-os kihasználhatóság elérhetőnek látszik.

Melegedésre szárazórlésnél nem állnak rendelkezésre számszerű adatok. De feltehető, hogy a nagy sebesség jó hőátadást ad, bordázással és vízpermetezéssel ez bizonyára elfogadható mértékre szorítható.

A verőlapátos malmok energiakonzentrációjának emelését szolgálja Planiol javaslata [13], a lapátkerék vákuumban járatása. Ezáltal a röpitett



11. ábra. A Snyder malom elvi vázlata

1. adagoló tartány, 2. adagoló tolattyú, 3. nagynyomású tartány, 4. prés lég- vagy gőzbeömlés, 5. feszítelenítő vezeték, 6. gyors szelep, 7. fogadó tartány, 8. ütközőlap, 9. őrlemény kifolyás

szemcsék lefékeződése elmarad, nagyobb becsapódási sebesség és jelentősen kisebb energiafogyasztás várható. Félüzemi kísérletek eredményei állnak rendelkezésre.

Az eddigiektől teljesen eltérő elvű a Snyder féle, *szakítóerővel működő malom*. Rideg anyagok szakítószilárdsága csak kis hányada a nyomótörő szilárdságuknak. Szakító igénybevétel nyomás alatt levő térbe helyezett anyagban hirtelen feszítelenítés hatására keletkezik. Erre alapítva fejlesztette ki Snyder a 11. ábrán vázolt malomberendezést. A nagynyomású tartány hirtelen feszítelenítése után az anyagot a pórusokban megmaradt nyomás szakítással aprítja. Az aprítás második fokozata: a feszítelenítést követően az anyag a közeggel (Snydernél 6–30 atü vízgőz) szonikus vagy szuperszonikus sebességgel áramlik a fogadó tartányba, ami egy rövid sugárórlési szakasszal egyenértékű, végül a fogadó tartányban még egy ütközőlapot is elhelyeznek. A berendezés mértékadó része a 20 ms alatt nyitó, a gépelemek tanában ismeretlen gyors szelep.

A szakító periódusban az anyag a fázishatárok mentén szakad fel, kristályméretű szemcsék ke-

letkeznek, a következő sugárórlés és ütközés hatása alárendeltebb. Így az őrlemény 0,2–0,3 mm szemcseméretűnek adódik, a flotálást megelőző szelektív ércórlésnek hatásos eszköze, de pl. a cementórlés finomsági előírásait aligha elégíti ki.

## 6. Következtetések

Az egyre növekvő kapacitású golyós malmok méretei a töltetkezelést rendkívül munkaigényessé teszik.

Görgős malmok nagy méretei mellett a finomsági követelmények kielégítése nehezebb meg.

Verőlapátos malmokra főleg szénórlési tapasztalatok állnak rendelkezésre, az elért 1000 kW kapacitás és az őrlési finomság más technológiákhoz elégtelen. Vákuumban való működtetés ígéretes.

A bolygóedényes malmok a fejlődés korai szakaszában vannak kecsegtető kilátással a golyós malmok folyamatainak igen kis méretekké való megvalósíthatóságára.

A szakítóigénybevételt gáznyomás feszítelenítéssel megvalósító malmok szintén a fejlődés kezdeti szakaszában vannak és szelektív ércórlésre látszanak alkalmasnak.

Megállapítható, hogy az elkövetkező 10–20 évben a nagyiparban alkalmazott őrlési rendszerekben forradalmi változások nem várhatók.

Minden fejlesztés alapja hagyományos és perspektivikus szerkezeteknél egyaránt a kopásálló szekezeti anyagok alkalmazása vagy még jobbak kifejlesztése.

## I R O D A L O M

- [1] *Tiggesbäumker, K. – Blascyk, G.*: Einige Gesichtspunkte beim Betrieb grosser Mahlanlagen. 4. Symp. „Zerkleinern” 1975. Preprint 269–279.
- [2] *Dettmer, P. B.*: Trends in the Design of Large Grinding Mills. Mining Engineering 1965, ápril 57–63, máj 68–71.
- [3] *Duda, W. H.*: Cement Data Book. Bauverlag GmbH Wiesbaden 1976.
- [4] *Nakasima, Y. – Tamura, K. – Tanaka, T.*: Wo liegen die Grenzen beim Bau grosser Rohrmühlen? Zement – Kalk – Gips 24 (1971) 420–424.
- [5] *Beke, B.*: Őrlési folyamatok lefolyása és egyensúlyi állapota. Építőanyag 13, (1961) 241–252. – Le processus du broyage et son état d'équilibre. Revue des Matériaux de Construction 1962, 76–82, 115–121.
- [6] *Klovers, E. J.*: Performance of Large Roller Mills. Rock Products 9th International Cement Industry Seminar Chicago 1973.
- [7] *Beke, B.*: Őrlőtestnagyság és a cement szilárdulása. Építőanyag 25, (1973) 201–207 – Grinding Body Size and the Hardening of Cement. Cement Technology 1973, 47–56.



- [8] *Locher, F. W. - Sprung, S. - Korf, P.*: Der Einfluss der Korngrößenverteilung auf die Festigkeit von Portlandzement. Zement-Kalk-Gips 26, (1973) 349 - 355.
- [9] *Reuss, A. K.*: Die thermische Belastungsgrenze bei der Zementvermahlung. Zement-Kalk-Gips 27 (1974) 321 - 329.
- [10] *Kolostori, J.*: Golyósmalmok őrlőtest kopásfüggvénye és annak gyakorlati megállapítása. Építőanyag 26 (1974), 93 - 99 - Verschleissfunktion der Kugelmühlengattung und ihre Feststellung in der Praxis. Silikattechnik 26 (1975) 205 - 209.
- [11] *Joisel, A.*: Broyeurs a satellites. Revue des Matériaux der Construction 1956, 234 - 250.
- [12] *Bradley, A. A. - Freemanite, A. J. - Lloyd, P. J. D.*: Developments in Centrifugal Milling. Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. 1974, 379 - 387, 1975, 78 - 80.
- [13] *Planiol, R.*: Les broyeurs centrifuges et le vide. Symp. Zerkleinern, Verlag Chemie - VDI Verlag 1962, 503 - 514.
- [14] *Cavanaugh, W. J.*: Snyder Process - a Breakthrough in Comminution. Mining Congress Journal 1972. dec. 30 - 36.

#### Beke Béla: A finomőrlés perspektívája

Az állandóan növekvő kapacitásigényeket a hagyományosan alkalmazott malomtípusokkal csak az igen nagy méretek okozta nehézségek áthidalásával lehet kielégíteni. A beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségek elemzése azt mutatja, hogy szigorú finomsági követelményeknél (pl. cementőrlés) a golyósmalom uralkodó helyzete megmarad, mérsékeltebb finomsági előírások esetén a golyós (vagy autogén), görgős és verőlapátos malmok mellett való döntés a három szempont együttes mérlegelésével lehetséges.

A bolygóedényes és vákuum-vezetőlapátos malom finomőrlésre, a gáznyomás-feszíteléses rendszer a szelektív ércőrléshez biztató kilátásokkal kecsegtet, de ezek kifejlesztéséhez még valószínűleg több évtized szükséges.

Minden további haladás előfeltétele nagy kopásállóságú szerkezeti anyagok alkalmazása, sőt kifejlesztése.

#### Beke, B.: Перспективы тонкого помола

Традиционные типы мельниц, применяемые в настоящее время, только путем преодоления больших трудностей могут удовлетворять постоянно растущие требования в отношении повышения мощностей. Анализ затрат на капитальное строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание показывает, что в тех областях, где имеются строгие требования в отношении тонкости помола (например, помол цемента), и в будущем господствовать шаровая мельница, в случае же более умеренных требований в отношении тонкости

помола выбор измельчающего оборудования шаровая мельница (или автогенная), бегунковая или же ударно-лопастная - зависит от трех основных факторов, которые необходимо учитывать совместно.

Перспективными с точки зрения тонкого помола являются планетарные и вакуумно-ударнолопастные мельницы, а также системы, работающие на спаде давления, применяемые для селективного измельчения руд, однако их развитие и распространение потребует очевидно много десятков лет.

Предпосылкой дальнейшего развития является применение и развитие конструкционных материалов высокой износостойкости.

#### Beke, Béla: Perspektiven der Feinmahlung

Die ständig wachsenden Durchsatzleistungsansprüche können mit den herkömmlichen Mühlentypen nur durch die Überbrückung der, durch die sehr großen Abmessungen verursachten Schwierigkeiten befriedigt werden. Aus der Analyse der Investitions-, der Betriebs- und der Instandhaltungskosten geht hervor, daß bei strengen Mahlfineheitsansprüchen (z.B. bei der Zementmahlung) die Bevorteilung der Kugelmühle aufrechterhalten bleibt, während im Falle mäßigerer Feinheitsansprüche die Wahl zwischen der Kugelmühle (oder Autogenmühle), der Walzenschüssel- und der Schlagflügelmühle, unter der Berücksichtigung aller drei Gesichtspunkte gefällt werden muß.

Die Planetentrommel- und die Vakuum-Schlagflügelmühlen scheinen hinsichtlich der Feinmahlung, das Gasdruck-Entspannungssystem bzgl. der selektiven Erz-mahlung ermutigende Perspektiven zu eröffnen, doch wird die weitere Entwicklung dieser Systeme wahrscheinlich noch einige Jahrzehnte in Anspruch nehmen.

Die Vorbedingung jedes weiteren Fortschrittes ist die Anwendung, ja die Entwicklung sehr verschleißfester Werkstoffe.

#### Beke, Béla: Perspectives of Fine Comminution

Increased demands on capacity require very large unit sizes if conventional equipment is used. An analysis of investment, operational and maintenance costs show that where strict fineness requirements exist (e. g. cement grinding) the ball mill will remain as the principal unit. If fineness is subordinate, ball-, rod-, autogenous or impact-type mills may be selected by analysing all the three cost factors simultaneously. Planetary-vessel and vacuum impact mills and gas pressure release mills might be applied in the future for fine grinding and selective ore grinding, respectively, but the final development of these mills may still require several decades. The prerequisite for the solution of all grinding problems is the application or development of new, highly wear-resistant structural materials.

## Lapszemle

### BETON I ZSELEZOBETON, Moszkva, 1977. 5. sz.

Rozsdesztvenszkij, V. N. - Szmoljaninov, Ju. M. - Doktorov, E. K.: *Öntött kohósalak adalékos beton szerkezeti tulajdonságai.* 30 - 32. old.

A Glavlpecksztroj vállalatánál a messziről szállított zúzottkő helyett a betonba stabilizált öntött kohósalak zúzalékot használnak, amivel 2,5 rubel/m<sup>3</sup> átlagos megtakarítást értek el. A felhasznált

salakzúzalék tulajdonságai, a vele készített betonok jellemzői. Ezek a betonok nemcsak kielégítik a szabvány követelményeit, de hasábszilárdságuk, húzószilárdságuk, homogenitási indexük, betonacélhoz való tapadásuk tekintetében felül is múlják a természetes zúzottkő adalékanyaggal készített betonokat.

Akszel'rod, E. Z. - Folomejev, A. A.: *A csoportszalus formázási technológia korszerűsítése.* 16 - 18. old.

A szovjet házgyárakban jelenleg kb 4000 ilyen berendezéssel évente több mint 7 millió m<sup>3</sup> panelt gyártanak. A még tapasztalható minőségi hibák kiküszöbölhetőek a jelenleginél nagyobb intenzitású és magasabb amplitúdójú, a formázás teljes folyamata alatt egyenletes vibrálást biztosító korszerű vibrátorok (IV - 76, IV - 82) alkalmazásával. A vibrátorok legmegfelelőbb elhelyezése: a két véglapon I - 1, a lap felső, nem befogott részének középpontjában. Ezzel javult a termék minősége, megszűnnek a nagy pórusok, ill. fészkek, egyenletesebb a szilárdság, a kizsaluzási szilárdság pedig 15%-kal nő.



# Lakóépületek kéményeihez használt építőanyagok kémiai elhasználódásának vizsgálata és a korrózió csökkentésének lehetőségei

NAGY GÉZA

Nehézipari Műszaki Egyetem, Tüzeléstani Tanszék, Miskolc

A fűtőberendezések füstgázainak elvezetésére szolgáló kémények korróziós állagromlása régóta ismert probléma. A kéményszerkezetek korróziós tönkremenetele szinte mindenféle tüzelőanyag felhasználása esetén felléphet, de a károsodás és az ezzel együttjáró kellemetlen mellékhatások erőteljes szaporodása egyértelműen a szénhidrogén tüzelőanyagok térhódításával függ össze. Ez megállapítható mind a külföldön, mind a belső szerzett tapasztalatok alapján.

A probléma felfedezése, felvetése hazánkban is elsősorban a Kéményseprő Vállalat szakembereitől származik és a már megépített kémények nagy számú és éppen ezért a lakosság igen jelentős részének is nagy gondot okozó meghibásodásával függ össze. Nem véletlen tehát, hogy mind a Kéményseprő Vállalat, mind pedig a kéményelemeket gyártó, felhasználó vállalatok és a probléma megoldásában szóba jövő intézmények szakemberei fokozott figyelmet fordítanak e kérdés vizsgálatára és a megoldási lehetőségek felkutatására.

Általában elmondható, hogy a korszerű tüzelesi módoknál tapasztalható nagymennyiségű kondenzvíz megjelenésével és ennek a kéményfalon történő lefolyása során bekövetkező füstgázoldódás és az ezáltal kifejtett kémiai korrózióval függ össze. [2, 3, 4] A hazai megoldást és az erre irányuló kutatást sürgető cikkek és tanulmányok (főleg a kéményseprők országos tanácskozásain elhangzott előadásokra gondolunk) mellett vannak már javaslatok és elvégzett kísérletek is.

Általában megállapítható, hogy a védekezés lehetséges módzatai között az alábbi megoldásokat említik:

1. Lehetőleg forró füstgázt kell a kéménybe vezetni, hogy a kéményből távozó gázelegy hőmérséklete a harmatpont felett legyen.

2. A légellátási és (vagy) az égéstermék hígítási tényezőnek a növelése a füstgázok harmatpontjának csökkentése érdekében.
3. Áramlásbiztosító nélküli és tartaléküzemű fűtőberendezések (főleg gáz) gyűjtőkéménybe történő bekötésének megtiltása.
4. Korrózióálló kéményfal kialakítása és kondenzátum elvezetésének megoldása.

Mint az elmondottakból is kitűnik, az első három megoldás a korróziót okozó kondenzátum keletkezését, míg az utolsó a maró hatású oldatnak ellenálló kémény kialakítását kívánja biztosítani.

Megértjük, hogy ma, amikor a legnagyobb gondot a megrongálódott kémények felújítása és a még részben sérültek állagromlásának lefékezése okozza, a legtöbb kutató az első három megoldás valamelyikére, illetve a negyedik megoldásnak a már megépített kéményekre való alkalmazhatóságának vizsgálatára összpontosította figyelmét. Ugyanakkor kihangsúlyozzuk, hogy megítélésünk szerint minden tekintetben alkalmas, tehát: a fogyasztónak kényelmes, egyszerű, gazdaságos, az építő és az épített számára könnyen kivitelezhető, biztonságos, ugyanakkor a jelenleginél sokkal nagyobb és speciálisabb szakképzettséget nem igénylő, szállítási, beszerzési és tárolási problémát nem jelentő, korrózióálló, ugyanakkor megfelelő szilárdságú, hőszigetelő, hőálló, gázzáró előregyártott kéményelemek vagy kéményszakaszok alkalmazása jelenthet csak hosszútávra is megnyugtató megoldást.

Kihangsúlyozzuk, hogy az eddigi tapasztalatok és megállapítások figyelembevételével mellett szükségesnek tartjuk a korróziós folyamat elemzését, a feltételezett hatások laboratóriumi ellenőrzését és a komplex hatásoknak ellenálló anyagminőség kikísérletezését, továbbá a ké-



ményszerkezetekre vonatkozó előírás korszerűsítését és kiegészítését.

Jelen munkánkban az utóbbiak szellemében kívánjuk kifejtetni véleményünket a kéménykorrozíót kiváltó okokról, az elhasználódási folyamat mechanizmusáról és legfontosabb tényezőiről, valamint a hazánkban alkalmazott egyesítettfalú előregyártott gyűjtőkéményelemek alkalmazásáról és célszerű átalakításáról vagy helyettesítéséről, felhasználva a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Tüzeléstani Tanszékén végzett kísérletek tapasztalatait.

### A tüzelőanyagok minőségének hatása a füstgáz mennyiségére, hőmérsékletére és összetételére

Közismert, hogy szén és fa eltüzelésére alkalmas igen sokféle háztartási fűtőberendezésben rossz hatásfokú eltüzelés folyt. Erre a nagy hamu és salakmaradványból, a nagy levegőtényezőből (2 körüli érték), valamint a nagy hőmérsékletű (500–800 °C) és sok elégetlen (szilárd karbon) vagy tökéletlenül elégett (CO) alkotót tartalmazó és éppen az utóbbiak miatt jelentős koromképződéssel járó füstgázból lehetett következtetni.

Ezzel szemben a kis levegőtényezővel (1–1,2 körüli érték) eltüzelhető szénhidrogének felhasználása nagy változást hozott a fűtőberendezések konstrukciójában és a füstgázok hőtartalmának kihasználtsága területén is. Ezek a változások vezettek oda, hogy a kéménybe lépő füstgázok hőmérséklete még direkt bekötés esetén, maximális terhelés mellett sem éri el a 300 °C-ot, de a gyakorlatban kialakult bekötési távolságokat, a hődobokat és tartaléküzem lehetőségeit is figyelembe véve ez az érték még kisebbre adódik. Amíg a szilárd tüzelőanyagokból származó nagy mennyiségű és hőmérsékletű füstgázok tudták pótolni a kémények falveszteségét és a füstgáz hőmérsékletet a harmatpont felett tartva a füstgázalkotók (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) gáz, illetve gőz halmazállapotban távoztak el a levegőbe, addig a szénhidrogének esetében a kéményből kilépő füstgázok sokszor a harmatpontjuk (55–65 °C) alá hűlve csak részben távoznak az atmoszférába, mert a kondenzálódó vízgőz (H<sub>2</sub>O) végigfolyik a kémény falán, közben oldja a füstgáz egyes gázhalmazállapotú (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) alkotórészeit, amely jelenség környezetvédelmi szempontból roppant jelentős. A szénhidrogének tökéletes égése miatt szinte egyáltalán nem kerül korom a kéménybe és ami esetleg ott volt, fokozatosan kimosódik és így szabad marad az út a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> és H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> számára az építőanyag póru-saiba való hatoláshoz.

Itt jegyezzük meg, hogy a vanádiumtartalmú (szinte minden fűtőolaj tartalmaz nyomokban vanádiumot) tüzelőanyagok füstgázában található vanádiumpentoxid katalizálja a 2SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 2SO<sub>3</sub> reakció lejátszódását, és így a jelenlevő kéntrioxid a vízben a H<sub>2</sub>O + SO<sub>3</sub> = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reakció szerint nyelődik el és kénsav keletkezéséhez vezet, mely csatlakozva a korrozíót okozó kénsavhoz és szénsavhoz, az építőanyag-alkotókkal reagálva fejt ki roncsoló hatását. Ha abból indulunk ki, hogy a szilárd tüzelőanyagok általában 2 körüli levegőtényezővel, míg az olaj és gázalakú tüzelőanyagok 1 körüli levegőtényezővel égethetők el, akkor könnyen kiszámítható, hogy nem a keletkező vízgőz fajlagos mennyisége, hanem az a valóságban is tapasztalt tény okoz problémát, hogy míg szilárd tüzelés esetén a vízgőz csak kis hányada kondenzálódik, addig ez szénhidrogén tüzelésnél tetemes mennyiség. A kondenzvízképződésnek kedvez a már elmondottakon túl az is, hogy azonos kalóriamennyiség felhasználása esetén a földgázból és olajból megközelítően 1,5-ször kevesebb füstgáz képződik, amely változatlan kéményméret mellett a harmatpont növekedéséhez és elégtelen hőtartalom esetén a szilárd energiahordozóból származó füstgáz a másfél-, kétszeres, illetve, ha a hatásfokot is figyelembe vesszük, esetleg két és fél-, háromszoros mennyiségével szemben igen gyorsan lehűl és hőtartalma döntő részben, vagy teljes egészében a kémény falán elvezetett hő utánpótlására fordítódik. Jóllehet vannak kezdeményezések a kondenzátum képződésének visszaszorítására, megítélésünk szerint ezt abszolút kizárni még kémények belső szelvényének racionálisabb kialakításával sem lehet.

Éppen ezért fontos, hogy a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-at tartalmazó kondenzátum korróziós hatásával számoljunk és a kéményanyagok megválasztásánál, minősítésénél és értékelésénél figyelembe vegyük.

A kémények állagromlásának másik jelentős oka a betonszerkezet „hőöregedése”, amely a becsatlakozások tartományában megy végbe. Ez a folyamat szilárd fázisú reakció, amely lényegében meghatározott entalpia szinten dehidratáció, vagyis a kalciumhidroszilikát és kalciumhidroaluminát víztelenedése, azaz a kötőfázis teljes szerkezeti károsodása [5]. A pórusok és kapillarisok mennyisége bizonyos határon túl a hőszigetelő képesség fokozódása ellenére alkalmatlanná teszi az egyesített falú kémények állapotát.



## A kísérleti eljárások és berendezések leírása

### A hőokozta szerkezeti roncsolódás vizsgálata

Tekintettel arra, hogy a kémények funkcionális működésének két legfontosabb feltétele a megfelelő hőszigetelőképeség mellett gáztömörség és mechanikai szilárdság, kísérleteket végeztünk különböző hőmérsékleten történő hőkezelés, gázáteresztőképességre és nyomószilárdságra gyakorolt hatásának megállapítására. A termofor kémények anyagát képező és az elgondolásaink szerint szóabajvő szerkezetek több alternatívát képeznek [6].

A vizsgálatok során alkalmazott minták jelei és minősége (az ábrákon is ezeket a jelöléseket alkalmaztuk):

#### 1. jelű minta:

A BVM által, az Építésügyi Minisztérium Műszaki Fejlesztési Osztálya által 1963-ban jóváhagyott IME 60–63-ban foglaltak szerint meghatározott módon a hőérleléssel készített, 100 mm Ø-jű és 100 mm magasságú próbatest, össze:

0–7 mm-es bodrogkeresztúri riolit tufa	60 súly %
7–15 mm-es habosított kohósalak	40 súly %
600-as portlandcement	250 kg/m <sup>3</sup>
testsűrűsége:	1,70 kg/dm <sup>3</sup> .

#### 2. jelű minta:

Az 1. jelű mintával egyébként azonos módon kötésgyorsító adagolásával készített henger.

testsűrűsége: 1,50 kg/dm<sup>3</sup>.

#### 3. jelű minta:

A kémények építésénél alkalmazott, cement-mész-homok adalékból készült, henger alakú próbatest (fc/250ö/H25 jelű falazóhabarcs).

testsűrűsége: 1,90 kg/dm<sup>3</sup>

#### 4. jelű minta:

Hőérleléssel készített hengeres próbatest összetétele:

64 súly %	0–3 mm-es folyami homok
34 súly %	600-as portland cement
2 súly %	kereskedelmi minőségű vízüveg.

testsűrűsége: 2,15 kg/dm<sup>3</sup>

#### 5. jelű minta:

Hőérleléssel készített hengeres próbatest, összetétele:

73 súly %	0–3 mm-es folyami homok
25 súly %	S54-es cement
2 súly %	kereskedelmi minőségű vízüveg.

testsűrűsége: 2,10 kg/dm<sup>3</sup>

#### 6. jelű minta:

Hőérleléssel készített hengeres próbatest, összetétele:

75 súly %	0–3 mm-es folyami homok
25 súly %	854-es cement

testsűrűsége: 2,15 kg/dm<sup>3</sup>

#### 7. jelű minta:

Hőérleléssel készített hengeres próbatest, összetétele:

66 súly %	0–3 mm-es folyami homok
34 súly %	600-as portland cement.

testsűrűsége: 2,15 kg/dm<sup>3</sup>

#### 8. jelű minta:

A Tüzeléstani Tanszék kérésére a Selypi Cementgyár által rendelkezésre bocsájtott adalékanyagok (azbeszt és S54-es cement) felhasználásával a tanszéken a gyári receptura alapján készített és szabadon érlelt hengeres próbatest.

testsűrűsége: 1,65 kg/dm<sup>3</sup>.

#### 9. jelű minta:

A Tüzeléstani Tanszék kérésére az Északmagyarországi Tégl- és Cserépipari Vállalat Mátraderecskei üzeméből rendelkezésre bocsájtott prés-masszából a tanszéken 100 kp/cm<sup>2</sup> nyomással készített és 950 °C-on hőkezelt hengeres próbatest.

testsűrűsége: 1,63 kp/dm<sup>3</sup>

#### 10. jelű minta:

A 9. jelű mintával azonos módon készített hengeres próbatest 900 °C-on beolvadó oxidmázzal bevont változata.

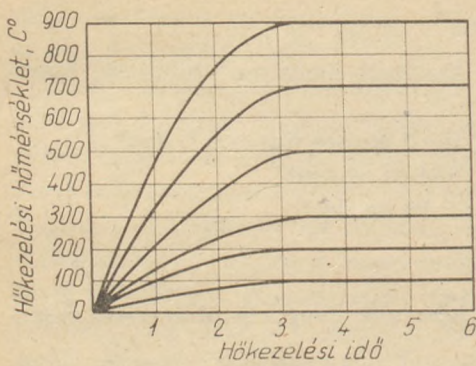
Itt jegyezzük meg, hogy a kémiai vizsgálat során felhasználásra került még további három féle (1K, 2K, 3K) megkülönböztetett jelzéssel ellátott minta, amelyek az 1,2, 3-as minták kőszénkátrány szurokba impregnált változatai.

A hőöregedési vizsgálat célja: azonos körülmények között hőkezelt (1. ábra) anyagok gázáteresztő képesség és nyomószilárdság változásának hőmérséklet függvényében történő meghatározása.

A szilárdságvizsgálat eredményének összefoglalása és értékelése: a ±10% szórásstartományba eső kísérleti adatokat a 2. ábrán foglaltuk össze és az alábbiakat emeljük ki:

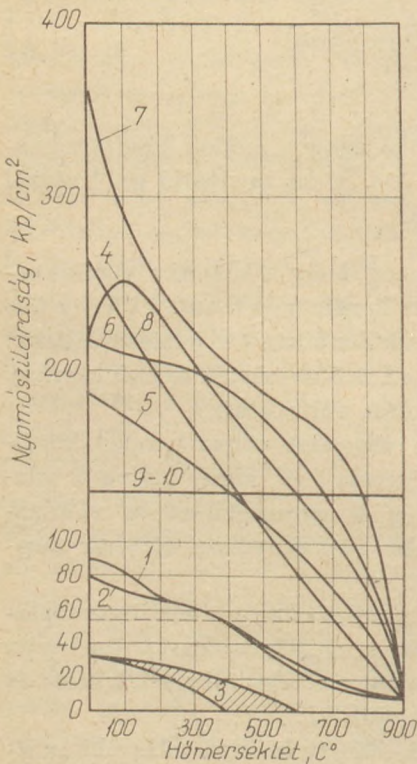
Az MSZ 14 799–67 értelmében a II. jelű „tűzpróba” elvégzése után az elemek szilárdságcsökkenése nem haladhatja meg a 25%-ot. Tekintettel arra, hogy kéményelemek betonanyagára





1. ábra. Hőkezelési görbék

vonatkozó legkisebb szilárdság (IME 4.22.4 szerint  $70 \text{ kp/cm}^2$ , a megengedhető legkisebb maradékszilárdság ez esetben  $52,5 \text{ kp/cm}^2$  kell, hogy legyen. (Ez az előírás a habarcsra természetesen nem vonatkozik, bár az ábrán ezt is feltüntettük.) Ezt az értéket szaggatott vonallal jelöltük az ábrán. Megállapítható, hogy a vizsgált anyagok, az égetett és mázazott téglá kivételével – érthető módon – nem felelnek meg ennek a követelménynek. Természetesen ez a megállapítás hátaresetre vonatkozik, mivel a kész elemek igénybevétele esetén, azoknak csak belső palást rétege érintkezik a  $900 \text{ °C}$ -os füstgázzal.



2. ábra. A vizsgált próbák hidegnyomószilárdságának alakulása a hőkezelési hőmérséklet függvényében. (A görbéket a szövegben ismertetett minták corszámával jelöltük.)

Megállapítható továbbá, hogy a jelenlegi minőség (1,2) nem károsodik a megengedettnél nagyobb mértékben  $350-400 \text{ °C}$ -ig, valamint az, hogy általunk összeállított receptúra szerint készített beton minőségek (4, 5, 6, 7, 8) kiinduló szilárdsága és hőállósága messze meghaladja az előbbi (1, 2) minőségeket és  $700 \text{ °C}$ -os igénybevételig 1,5–2,5-szeres értékkel múlja felül a szabványban megengedett legkisebb értéket ( $52,5 \text{ kp/cm}^2$ ). Figyelemre méltó megállapításra juthatunk a 3-as jelű minta (habarcs) szilárdsági értékeinek alakulását vizsgálva. Kitént, hogy  $\sigma_B$  értékei rendkívül alacsonyak és  $400-600 \text{ °C}$ -on történő hőkezelése után nullára csökkennek. E jelenség a habarcsba adagolt oltott mész hidratávesztésével és újr hidratálódásával függ össze, amelyet a tárolás során megfigyelt szétporlás is alátámaszt.

#### A mérésből levonható következtetések

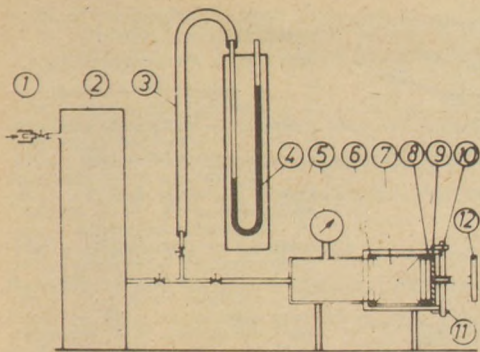
A jelenlegi kéményelemek biztonságosan – hőállósági szempontból – a kéménycsatlakozásnál legfeljebb  $400 \text{ °C}$ -os hőmérsékletű füstgáz esetén alkalmazhatók. A habarcs minősége szilárdsági szempontból nem felel meg a követelményeknek. Bármely kimért kísérleti anyag betétgyűrűként történő alkalmazása javítaná a kémények hőállósági tulajdonságait, a szabvány követelményeinek azonban csupán a téglá és mázazott téglá (9, 10) minőség felelhetnek meg.

#### Gázáteresztő képesség vizsgálata

A vizsgálandó darabok összehasonlítására speciális módszert dolgoztunk ki és elkészítettük a vizsgálat végrehajtását biztosító – megítélésünk szerint közel azonos szerkezetű anyagok üzemi vizsgálatára is alkalmas – berendezést. A 3. ábrán bemutatott elvi felépítésű berendezésen a gázáteresztőképességre jellemző nyomáskiegyenlítődesnek idejét lehet mérni. Lényege abban van, hogy a berendezés puffertartályát praktikusán megválasztott nyomásra kell feltölteni, majd a nyomáscsökkenés idejét kell mérni két jól meghatározható érték között. A mért eredmények összevetéséből a különböző anyagok gázáteresztőképességének viszonyára, illetve azonos anyagok esetén a szerkezeti módosulást előidéző igénybevételek gázáteresztőképességre gyakorolt hatására lehet következtetni.

Munkánk során minden esetben a jelenlegi kéményelemek anyagának vizsgálatából indultunk ki, így ez esetben is ennek megfelelően határoz-

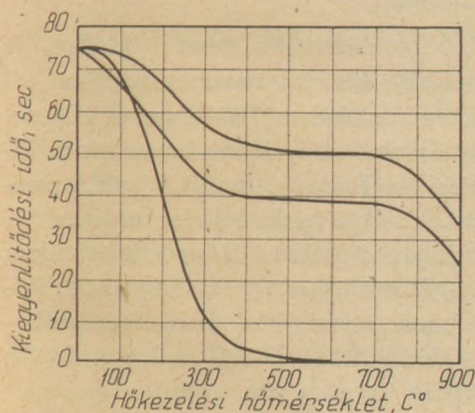




3. ábra. A gázáteresztőképesség vizsgálatára épített berendezés szerkezeti vázlat.

1 - kompresszor csatlakozó; 2 - puffer tartály; 3 - gumi csatlakozó; 4 - U-csöves manométer; ( $\Delta p_{\max} = 400 \text{ mm.v.o.}$ ) 5 - rém manométer; ( $\Delta p_{\max} = 10 \text{ atm.}$ ) 6 - gumigyűrű; 7 - próbahenger; ( $\varnothing = 100$ ;  $l = 100$ ) 8 - acélgyűrű; 9 - acélkereszt; 10 - feszítő pánt; 11 - ellentámasz a feszítő pánthoz; 12 - leszorító csavar

tuk meg az optimális mérési tartományokat. Erre legalkalmasabbnak a 300 és 20 mm.v.o. nyomásértékek közötti kiegyenlítődési idő mérése látszott. A 4. ábrán az 1, 2, 3-as anyagok hőhatásra bekövetkező áteresztési idejének változását mutatják be. A korábban már említett egyéb anyagminőségeket szintén alávetettük hasonló vizsgálatoknak, de meg kellett állapítanunk, hogy e mérési tartományban hőigénybevétel előtti állapotban csupán a tégl (9) kiegyenlítődési ideje volt ésszerű határon belül mérhető. Ez (280 mm.v.o. nyomáskülönbség esetén) 1140 másodpercre, ill. 19 percre adódott. A 4-5 jelű minták kiegyenlítődési ideje 27, illetve 35 perc volt, míg a 6-7, valamint a 8, 10 jelű minták 30 percen belül a mérési tartomány felét sem érték el. Ugyanakkor megállapítottuk, hogy a 600 °C feletti tartományban a  $\sigma_B$  értékkel arányos módon csökken az áteresztési idő, 900 °C-nál pedig 30-50 s ( $\Delta 280 \text{ mm.v.o.}$ ) értékre csökken vissza. Kívételt képez ez alól a 9,10 jelű tégl (9) és máza-



4. ábra. A vizsgált próbák kiegyenlítődési idejének alakulása a hőkezelési hőmérséklet függvényében

zott tégl (9) minta, amelyek áteresztési ideje nem változott. Ez a 950-1050 °C-on égetett kerámiai szerkezet stabilitásából adódik.

A mérésből levonható következtetések:

A kötőgyorsító alkalmazásával gyártott (2) betonpróbatetek gáztömörsege sokkal rosszabb, mint a kötőgyorsítót nem tartalmazóké (1).

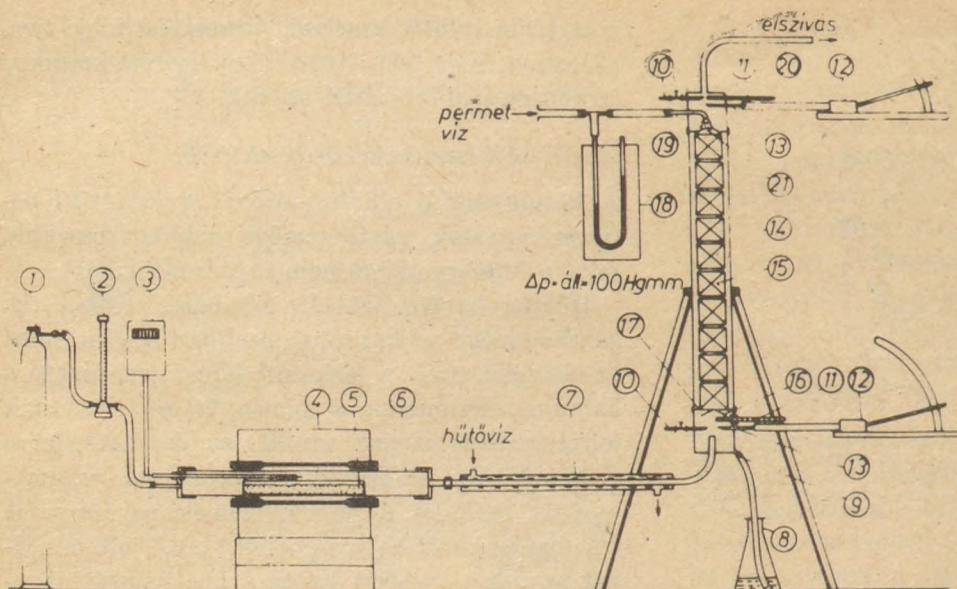
Hőigénybevétel hatására a habarcs próbatetek gáztömörsege sokkal rohamosabban romlik, mint az elemeké, ezért a felépített kémények esetén a habarcs alkalmazása a kéményfal sértetlenségét feltételezve is jelentős problémát okozhat, illetve a kémények minősítésénél félrevezető eredményekre vezethet a kéményelemek rovására. A jelenleg használt habarcs helyett a 6,7 jelű mintával azonos minőségű habarcs használatát javasoljuk.

#### A kémiai korrózió okozta szerkezeti károsodás vizsgálata

Arra törekedtünk, hogy a szakirodalom tapasztalatai, valamint tüzelésméleti megfontolások alapján meghatározzuk azokat a tényezőket, amelyek a kémiai korróziót okozhatják, illetve ezen igénybevételek többszörösének alávetett anyagok szerkezeti károsodását vizsgáljuk, könnyen reprodukálható laboratóriumi feltételek mellett. A munka első fázisa az alkalmazott tüzelőanyagok, valamint füstgázai összetételének tanulmányozása, amely a tüzelési mód változásának, illetve kémiai összefüggések ismeretében jó alapot szolgáltat a kéményfal alkotóelemei, továbbá a füstgáz és annak kondenzálódott részével kialakuló kémiai kölcsönhatás megállapítására. Mivel a kémiai korrózió laboratóriumi vizsgálatát, a kéményszerkezetek minősítését tartalmazó az MSZ 14 799-67. is figyelmen kívül hagyja, szükségessé vált egy erre alkalmas, a zavaró és vitatott hatású mellékkörülmények kizárását biztosító berendezés megtervezése és megépítése. Az NME Tüzeléstani Tanszékén készült berendezés elvi vázlatát az 5. ábra szemlélteti.

Tekintettel arra, hogy a kémiai korrózió okát elsősorban a kishőmérsékletű füstgázból kicsapódó vízben elnyelt füstgázalkotók kéményfalba jutásában, illetve az ott lejátszódó - kötőanyagot kioldó - kémiai folyamatokban látjuk, kísérleti feltételeinket úgy állítottuk össze, hogy az említett folyamatok hatását minél rövidebb idő alatt reprodukálható módon tudjuk vizsgálni.





5. ábra. A kémiai korrózió vizsgálatához készített berendezés szerkezeti vázlatja.

1 -  $O_2$  palack; 2 - rotaméter; 3 - hőmérsékletmérő és szabályozó; 4 - szilitrudas kemence; 5 - C+S+(FeV)-ot tartalmazó porceláncsónak; 6 - kerámiacső; 7 - hűtőszakasz; 8 - vízfelfogó vízzár; 9 - vízlevezető; 10 - gáz-mintavevő csomók; 11 - hőmérő; 12 - mikromanométer; 13 - nyomásmérő csatlakozás; 14 - vizsgáló oszlop; 15 - hengeres próbatetek ( $\varnothing = 100$  mm,  $h = 100$  mm); 16 - vízelterelő lemez; 17 - próbatet alátámasztó; 18 - U-csőves manométer; 19 - permetvíz elvezetés; 20 - szabályozható füstgáz élszívás; 21 - óraüveg

### A vizsgálat elve és fő paraméterei

Az előzőekben mondottak konkrét megvalósítására olyan, közel zárt rendszert hoztunk létre, ahol azonos mennyiségben adagolt oxigénáramban, közvetett fűtéssel izzított, illómentes karbon és kén 80 : 20 (súly %) elegyét égettük el, majd a füstgázát 20 °C-ra hűtve érintkeztettük az előre meghatározott program szerint nedvesített felületű próbahengerekkel.

A vizsgálati hőmérsékletnek ilyen alacsonyra való választását az indokolta, hogy a víz gázoldó képessége a hőmérséklet csökkenésével nő. A szilárd karbon és kén alkalmazását a reprodukálhatóság, a víz adagolását pedig az előzőek víz-

mentessége és az a cél tette szükségessé, hogy a gyakorlatban előforduló igénybevételnél sokkal drasztikusabb körülményeket kívántunk teremteni. Így tudtuk ugyanis a gyakorlatban 1-3 évre kiterjedő folyamatot lerövidíteni és megállapítani feltételezésünk helyességét.

### A vizsgálat fő paraméterei:

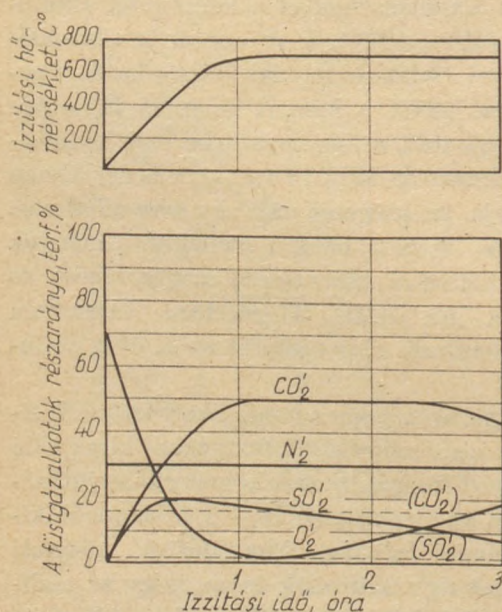
A vizsgált anyagokat két, egymástól egyetlen paraméterben különböző vegyi hatásnak vetettük alá. Az 1. típusú mérés során a karbon-kén elegyben katalizátorként elhelyeztünk mért mennyiségű FeV-ot, míg a 2. típus esetén nem.

### A mérés lefolytatása:

Minden mérés 3, egyenként 24 órás, teljesen azonosan lefolytatott ciklusból állt. Ezért csupán egyetlen ciklus ismertetését tartjuk célszerűnek (az 5. ábra alapján).

0 - 3 óra a 80 : 20 arányban bemért karbon és poralakú kén (5), zárt rendszerben (6) történő felfűtése (750 °C-ra) és hőntartása közben a 6. ábrán bemutatott felfűtési és füstgázösszetételi görbe alakult ki. A 3 órás izzítás minden félórájában 2 percen át nedvesítettük a vizsgálóoszlopba (14) helyezett különböző összetételű hengeres próbateteket ( $\varnothing 100$ , H 100), a huzat értéke közben 0,2 mm. v. o. volt.

3 - 5 óra közötti intervallumban a rendszert ventillációs hűtésnek vetettük alá.



6. ábra. A füstgázösszetétel alakulása az 5. ábrán bemutatott rendszer felfűtésének és hőntartásának időszakában



5 – 8 óra közötti intervallumban megismételtük a 0–3 óra közötti időszakban alkalmazott kezelést.

8 – 24 óra közötti időszakban a rendszert atmoszferikus nyomáson hagytuk, időt engedve ezzel a kémiai reakciók kiteljesedésének.

Az előzőekben megjelölt 6. ábrán (szaggatott vonallal) bejelöltük a fűtőolaj száraz füstgázának  $\text{CO}_2$  és  $\text{SO}_2$  összetételét ábrázoló egyeneseket is.

#### A vizsgálat értékelése:

A vizsgálatok hatását a szerkezeti rongálódásra leg jellemzőbb szilárdsági értékek meghatározásával és a kezelhetetlen szilárd próbatestek szilárdsági értékeivel történő összevetéssel állapítottuk meg.

A kémiai hatás további értékelésére mikroszkópi vizsgálatot végeztünk, amely az 1. táblázatban kimutatott eltérést támasztja alá és megállapítható volt, hogy a portlandcement tartalmú minták mindegyikének felületi rétegeiből kioldódott a kötőanyag.

1. táblázat

A vizsgált minták szilárdságának alakulása a korróziós vizsgálat előtt és után

Próbák jele	A próbák eredeti szilárdsága $\text{kp/cm}^2$	A próbák kezelés utáni szilárdsága $\text{kp/cm}^2$	
		kezelés: $\text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	kezelés: $\text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{FeV}$
1	90	77	49
2	80	71	51
3	30	17	9
4	208	177	120
5	187	133	105
6	218	191	192
7	372	370	177
8	240	–	184
9–10	130	–	130
1 K.	90	54,5	–
2 K.	70	51,0	–
3 K.	30	20,0	–

#### A vizsgálatból levonható következtetések:

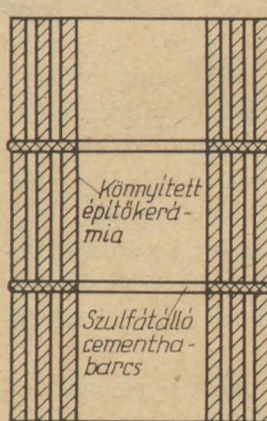
A téglaprobatestek (9,10) kivételével minden anyag szerkezete károsodott ( $\sigma_B$  csökkent). A vanádiummentes kezelés esetén a portlandcement kötésű (1, 2, 7) minták feltűnően jól bírták a kémiai hatást. A kátrányba mártott próbatestek (1K, 2K, 3K) vanádiummentes kezelés esetén is jelentősen károsodtak ami azt jelenti, hogy a kátrány alkotói elősegítik a vegyi korróziót.

Olajtüzelés esetén (vanádium jelenlétében) a betonok közül (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8) csupán a 6-os jelzésű minta mutat jó ellenállást (S54-es cement miatt).

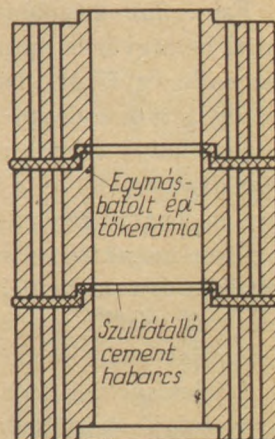
#### A kísérletek átfogó értékelése, javaslatok:

A kísérletek bebizonyították, hogy mindenképpen szükség van a korrózióálló munkafelület kialakítására, a kéményszerkezeten belül. Ez a megállapítás azonban megmaradna a kutatók gondolatában, ha nem keresnék a gyártókkal és felhasználókkal közösen a gyakorlatba való átvitel lehetőségét. Tulajdonképpen ez a szándék már a kutatás során is meghatározta a kísérletezők vizsgálati területét, amikor az állagromlás megakadályozására szolgáló korrózióálló belső bevonatok és fémcsővek új kéménybe történő behelyezhetőségét nem vitatva és nem vizsgálva abból indultak ki, hogy olcsó, a jelenlegi gyártási és építési technológiától jelentős eltérést nem mutató megoldást javasoljanak. Figyelembe véve a szállíthatóság és a vonatkozó (éppen a fentiek miatt átdolgozás alatt álló) szabvány követelményeit is. A normál méretű falazótéglaiból ( $250 \times 125 \times 65$ ) történő, S54-es cementből készült habarcs felhasználása esetén készítenő kémény korrózióállóság szempontjából megfelelne, de építőipari kapacitás hiánya miatt ez nem javasolható. A tisztán kerámia elemekből történő kialakításnak két változata képzelhető el, az egyik (7. ábra), amikor a könnyített szerkezetű (hőszigetelés miatt ez elkerülhetetlen) blokkokat S54-es cementhabarccsal kötik egymáshoz, vagy csak sajtolással előállítható, egymásba tolnakó elemeket (8. ábra) szintén S54-es cementhabarccsal építik.

Az előbbi ajánlásától a habarcsnak a téglaréseibe történő bepergése miatt (megszűnik a gázzáras, romlik a hőszigetelő képesség) az utóbbi-tól pedig kistermelékenységű, költségesebb technológia miatt tekintünk el.



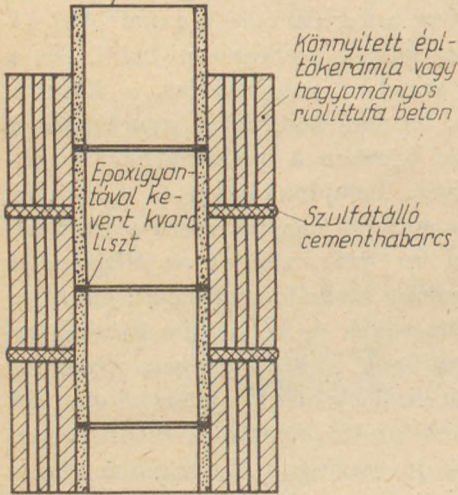
7. ábra. Azonos szelvényű építőkerámia-blokkok összeépítésének sémája



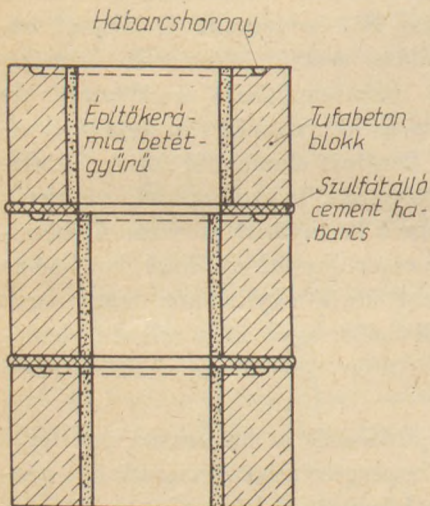
8. ábra. Azonos szelvényű egymásbatolt építőkerámia-blokkok összeépítésének sémája



Építőkerámia vagy tűzálló-kerámia vagy azbeszt cement betétgyűrűk



9. ábra. Különböző anyagú (tégla, beton) tartóelemekből készült kémények korrózióálló betétgyűrűs változata

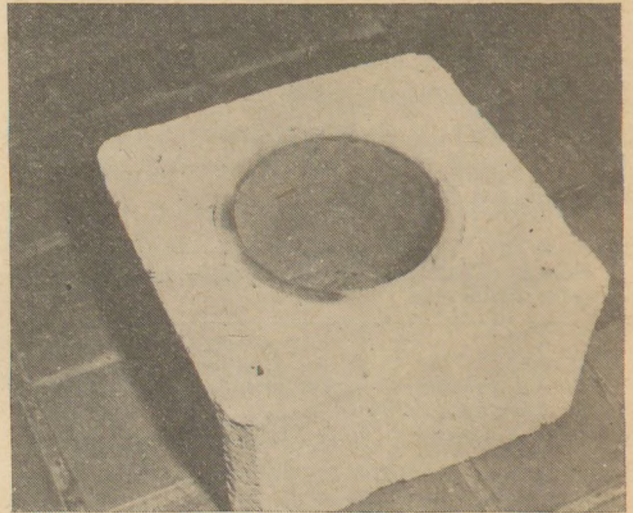
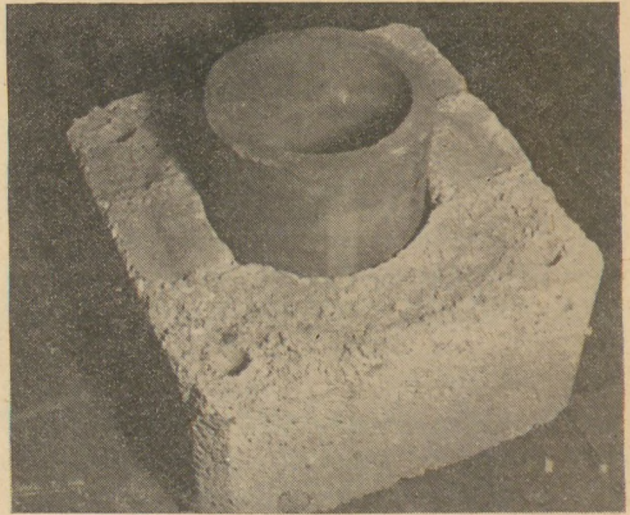


10. ábra. Bővülő szelvénnel is építhető, betétgyűrűvel ellátott riolittufa blokkokból készült kéményszakasz metszete

Ésszerűbb megoldásnak tűnik az eltolt kerámiai betétgyűrűs megoldás (9. ábra), ahol mind az eddig gyártott betonelemek, mint pedig a könnyített és szalagprésszel gyártott építőkerámiák használhatók teherhordó és hőszigetelő kéményrész gyanánt, mivel a füstgázzal csak az egymáshoz ragasztott kerámiaagyűrűk érintkeznek.

Ezen megoldás hátránya, hogy az építést bonyolítja és nem teszi lehetővé a hazai gyakorlatban még mindig meglévő, szintenként bővülő kéménykialakítási módot.

A jelenlegi riolittufa gyűjtőkéményelemek előnyös tulajdonságainak átmentésére szolgál és a belső szelvények méretezésével kapcsolatos vita eredményétől függetleníthető megoldást jelent, ugyanakkor az épület típusstervek és építési tech-



11. ábra. A munka eredményének figyelembevételével javasolt optimális megoldást jelentő kéményelem, melynek külső része a BVM által készített riolittufa blokk, a betétgyűrű pedig a NME Tűzeléstani Tanszéke által kikísérletezett és az ÉTCSV által készített téglá

nológiában sem igényel változtatást a kerámiai betétgyűrűs riolittufa blokk gyártása és felhasználása (10. ábra). Ebből fakad, hogy előregyártott blokkokból való építés esetén javaslatunk e megoldásra esik. Egy betétgyűrűvel ellátott elemről készült felvételt mutatunk be a 11. ábrán.

#### IRODALOM

- [1] Dr. Doszlop Sándor: A korszerű gáz- és Olajtűzelés okozta épületszerkezeti károsodások és a károsodás oka. Kéményseprő Vállalatok I. Országos Tanácskozása, 1970.
- [2] Klím István: Gáz-, olaj- és fatűzelés következtében jelentkező kéményszerkezeti károsodások megszüntetésének lehetőségei. Kéményseprő Vállalatok I. Országos Tanácskozása, 1970.
- [3] Somlai Gyula: Víz a kéményben. Élet és Tudomány, 1973. IX. 23. p. 2226 – 2229.
- [4] Meszléry Celesztin: Gázkészülékek égetéstermék-elvezetése. METI előadásai, Budapest, 1973.



- [5] *Budnyikov-Güntling*: Szilárd fázisú reakciók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968. p. 338–347.
- [6] Egyesített falú gyűjtőkéményelemek vizsgálata. Kutatási zárójelentés, 1974. NME Tüzeléstan Tan-szék
- [7] *Dr. Nagy Géza – Korompai Iván – Viszokai Tibor*: A szénhidrogén tüzelőanyagok előtérbe kerülésének égésméleti vonatkozásai, valamint a füstgázok összetételének és mennyiségének megváltozásával összefüggő kéménykorrozós problémák vizsgálata, fejlesztési lehetőségek. Kéményseprő és Tüzelés-technikai Vállalatok Országos Műszaki-Gazdasági Konferenciája. Szolnok, 1976.

**Nagy Géza: Lakóépületek kéményeihez használt építőanyagok kémiai felhasználásának vizsgálata és a korrózió csökkentésének lehetőségei.**

A lakó- és kommunális épületek kéményanyagai a szénhidrogéntüzelés elterjedésével ugrásszerű állagromlás szenvedtek. A jelenség a szilárd tüzelőanyagok esetén megszokottnál sokkal kisebb füstgázhőmérsékletből fakadó agresszív kondenzátum keletkezésével függ össze. A cikkben ismertetett munka során megvizsgáltuk az felhasználás folyamatát, erre a célra tervezett és épített laboratóriumi berendezések segítségével.

Megállapítottuk, hogy a korróziós folyamat megszüntetése vagy kiküszöbölése az új kémények esetén stabil kerámiai betétgyűrű alkalmazásával és szulfátálló cementhabarcs felhasználásával érhető el.

**Надь, Г.:** Испитание химической изнашиваемости строительных материалов, применяемых для изготовления дымовых труб жилых зданий, и возможности снижения коррозии

Материалы дымовых труб жилищных и коммунальных зданий с распространением углеводородного топлива подверглись очень быстрой коррозии.

Это явление связано с образованием при температуре дымовых газов, намного меньшей, чем в случае твердого топлива, агрессивного конденсата. Автоном

было исследован процесс изнашиваемости материала с помощью лабораторного оборудования, спроектированного и созданного специально для этой цели.

Было установлено, что предотвращение или же устранение коррозионного процесса в случае новых дымовых труб может быть достигнуто за счет применения керамических кольцевых прокладок и сульфатостойких цементных растворов.

**Nagy, Géza: Untersuchung der chemischen Abnutzung und der Korrosionsschutzmöglichkeiten von Baustoffen der Wohnhausschornsteine**

Die Baustoffe der Schornsteine von Wohnhäusern und kommunalen Gebäuden wurden durch die Verbreitung der Heizungen mit Kohlenwasserstoffen, einer sprunghaft erhöhten Abnutzung ausgesetzt. Diese Erscheinung ist auf die Entwicklung eines aggressiven Kondensates zurückzuführen, das einer wesentlich niedrigeren Rauchgas-temperatur entsteht als bei festen Heizstoffen. Der Prozeß der Abnutzung wurde anhand der zu diesem Zweck entwickelten und hergestellten Laborgeräten untersucht.

Es wurde festgestellt, daß die Beseitigung oder Verhinderung des Korrosionsprozesses bei neuen Schornsteinen durch die Anwendung stabiler keramischer Einsatzringe und von sulfatbeständigem Zementmörtel erreicht werden kann.

**Nagy, Géza: Chemical Deterioration and possibilities to Improve the Corrosion Resistance of Building Materials Used for Chimneys**

Chimneys of living are rapidly deteriorating after the introduction of hydrocarbon fuelling instead of the conventional wood or coal fuels. This is due to the lower temperature of the flue gases and a consequent condensation of aggressive vapours. To study this process a model equipment was studied with anebled the laboratory simulation of operational conditions in chimneys. Corrosive processes can be eliminated or at least reduced by inserting ceramic linings into the inside of chimneys, applied with sulfate resisting cement mortar

## Lapszemle

**SZTROITEL'NÜE MATERIALÜ,**  
Moszkva, 1977. 5. sz.

Lemesev, V. G.: *Foszfát habarcsok és betonok égetőkemencék és kocsik beléséhez.* 18–19. old.

Kör- és forgókemencék beléséhez és alagútkemence kocsik fugázásához legjobb az alumíniumkrómfoszfát kötőanyagú habarcs, alagútkemence kocsik belésanyagához a foszfátos tűzállóbeton blokk. Az utóbbit plasztikus formázással vagy vibrodöngöléssel lehet készíteni. A kocsibélés nagy termikus és mechanikai terhelést bír el élettartama sokkal nagyobb mint a samottbélésé.

Mihajlova, O. K. – Povaljaev, M. I.: *Nedvességszigetelő keverék tetőhöz.* 20. old.

A tető élettartam-növelése a bitumenes anyagok modifikálása útján. Bitumen és klórszulfonált polietilén alapú nedvességszigetelő keverék kidolgozása, alkalmazása és tulajdonságainak (lágylási hőmérséklet, viszkozitás stb.) vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok szerint a keverék ellenáll agresszív közeg hatásának, kellően szilárd, rugalmas negatív hőmérsékleten, tulajdonságai az idő folyamán stabilak maradnak.

Knigina, G. I. – Koledin, V. V.: *Ásványi szál előállítás dolomitodott kőzetekből.* 27–29. old.

Dolomitodott mészkő komplex kutatása, ásványgyapot előállítás céljából. Különböző kőzetminták kémiai összetétele, fizikai-kémiai vizsgálata; olvasztási keverékek vizsgálatának, tulajdonságainak (savállósági modulus, viszkozitás, aktivitás stb.) számított eredményei. Adott méretű kupolókemencén olvasztás, szálhuzás eredményei, mely szerint adott kőzettípus önmagában, másik adalékanyaggal együtt használható szabvány szerinti ásványi szál előállítására.



# A szervetlen szálanyagok, ezen belül a bazaltgyapot szerkezeti jellemzőinek vizsgálata

I. rész

WOJNÁROVITSNÉ, HRAPKA ILONA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

## Bevezetés

A szakirodalomból megállapítható, hogy a szervetlen szintetikus szálanyagok termelése világviszonylatban nagy ütemben fejlődik és egyre fokozottabb igények merülnek fel minél jobb hő-, mechanikai, kémiai stabilitásukkal stb. szemben. E tulajdonságok beható tanulmányozásának és javításának első feltétele az előállított szálak szerkezeti jellemzőinek ismerete.

E témakörrel foglalkozó szálszerkezeti kutatások nagyrésze kapcsolódik az üvegszál szilárdsági szintjének tanulmányozásához. Ez jól érthető, mivel az azonos összetételű üveg és üvegszál viselkedésének eltérése ezen a területen a legszembetűnőbb.

Szálhúzásnál, metszeti irányban létrejövő szerkezeti különbséget Bartenyev és munkatársai kísérletekkel igazolták [1, 2]. Az alumoboro-szilikát üvegszálak (ibolyántúli tartományban végzett) fényabszorpciós, valamint szilárdsági vizsgálatai során bizonyították egy kb. 0,01–0,02 mikron vastagságú felületi struktúraréteg jelenlétét. Megállapították, hogy az abszorpciós együtt-ható és az üvegszál szilárdsági szintje a felületi réteg kémiai maratással való eltávolítása során erősen csökkent, viszont 0,01–0,02  $\mu\text{m}$  maratási mélység elérése után tovább nem változott. A tömör üveg teljesen másképpen viselkedett: az abszorpciós együtt-ható a maratás során változatlan maradt, szilárdsági szintje pedig növekedett.

A szerzők munkájukban kiemelték, hogy az üvegszál nagy szilárdságának alapja a valóságos üvegstruktúra nagy szilárdságában, a felületi réteg jelenlétében és az olyan gyártástechnológiában keresendő, mely a veszélyes felületi hibák kialakulását megakadályozzák. Míg a viszonylag „hibamentes” üvegszálak szilárdságát a felületi

struktúraréteg szilárdsága határozza meg, addig a tömör üveg szilárdságát, a leggyengébb tartományok (pl. repedések), ahonnan a roncsolódás kiindulhat. Így a hibamentes üvegszál szilárdsága a HF-os maratás után csökken és nem növekszik, mint a tömör üvegeknél általában.

Az üvegszál felületi rétegének nagy szilárdságára egyértelmű okot nem találtak. Ezt főként az üvegszál felületén, a magasabb hőmérsékletnek megfelelő homogénebb üvegszerkezettel, illetve a szálhúzásnál fellépő szerkezeti rendeződéssel való színűsítették [3–4].

Az optimális gyártástechnológia során kialakult szál felületi rétegének hibamentessége és a vékony üvegszálak nagy szilárdsága egyes kutatók szerint jól magyarázható a hőkezeléssel edzett üvegeknél fellépő jelenségek analógiájára. Vagyis a szál felületi rétegeinek gyorsabb lehűlése következtében a szál felszíne nyomóerők, míg belseje húzóerők hatása alatt áll [5].

Számos irodalmi utalás alapján az ilyen értelmezés nem jöhet szóba, mivel a szál tengelyének hőmérséklete a szál felületéhez viszonyítva a relaxációs időnél rövidebb idő alatt egyenlítődik ki [6–7].

Murgatroyd megállapítása szerint a finom üvegszálat nem szabadna üvegeknek nevezni, mert ez csak igen kismértékben emlékeztet arra az anyagra, amelyből készítették. Arra a következtetésre jutott, hogy a szál anizotróp szerkezetű, ami feltételezhetően összetételváltozással is összefügg. Szálhúzásnál a legerősebb kötések láncszerkezet formájában húzásirányba rendeződnek, a leggyengébbek pedig erre merőlegesen a láncot összetartó kötésekkel biztosítják [8].

Feltételezhetően ez a láncszerkezet az üveg eredeti szerkezetében is jelen van, de ezek a „láncok” csak a vékony szálak húzásánál válnak párhuzam-



mossá. A láncszerkezet keletkezése azon alapszik, hogy az üveg hálószerkezetében a kötéseerősség különböző variációi fordulnak elő. Ennek következtében a szálhúzásnál a gyengébb kötések elszakadnak és így lehetővé válik az erősebb kötések (vagyis a hálózatalakotó anionpoliéderek) húzásirányban való rendeződése [9].

Slyter kb. 0,2 mikron átmérőjű savval maratott üvegszálak 120 000-szeres elektronmikroszkópos vizsgálatánál száltengelyirányban szinuszszerűen futó, láncszerű szerkezeteket figyelt meg. Feltételezte, hogy ezek a láncok lényegében  $\text{SiO}_4$  tetraéderekből állnak. Megfigyelte, hogy a szál kb. 180 °C-os hőkezelése után ez a jellegzetes szerkezet eltűnik, kis aggregátumokká, illetve homokká tömörödik. A tömb üveg felületéről levett rétegek vizsgálata során is ilyen jellegű „feltekereselt láncokból” álló 20–100 Å átmérőjű részecskéket, illetve csomókat figyelt meg. Ez alapján arra a következtetésre jutott, hogy a szálhúzásnál valójában az eredeti üvegben is jelenlevő lánchalmazok egyenesednek ki [10].

Egyes kutatók Griffithnek azt a megállapítását, hogy a szálak szakítószilárdsága a szálátméréő csökkenésével rohamosan növekszik, a szálak láncszerkezetének tökéletesebb száltengelyirányú párhuzamosságával magyarázzák. Ugyancsak erre vezetik vissza a magasabb hőmérsékleten húzott szálak nagyobb szilárdságát is [11].

Más szerzők viszont munkájukkal látszólag a láncszerkezettel ellentmondó eredményeket hoztak ki. Otto és Preston [12] röntgendiffrakciós mérései, valamint Brannan [13] üvegszálak Poisson együtthatójára kapott eredményei, egyaránt a rendezetlen szerkezet jelenlétére utalnak.

Deeg és Dietzel szerint a szálszerkezet a nagy lehülési sebesség következtében nagyon hasonló az üvegolvadék szerkezetéhez, ezért mikroszkópos tartományban is erősen isotrop. Ebből adódóan a frissen előállított üvegszál belsejében nincs, vagy legfeljebb csak lappangó „bevágási” helyek, illetve repedések vannak. A kialakult szerkezetet a kisebb hálózatképződés mellett, a Si-O nagyobb kötéstávolsága – ebből adódóan a kötés ionos jellegének fokozódása, tehát szilárdabb szerkezet – jellemzi. E tényezőknek tulajdonítják a szálak szokásos üveghez képest kisebb sűrűségét, rugalmassági modulusát, nagyobb szilárdságát. Vizsgálataik alapján a szálátméréő függvényében változó lehülési sebesség, a szál tulajdonságok ezzel analóg változását eredményezik [14].

Összefoglalóan megállapítható, hogy a szálasanyagok szerkezeti felépítésére vonatkozó irodal-

mak ellentmondásosak. Máig sem teljesen tisztázott, hogy az üvegszálak metszetileg homogén vagy heterogén szerkezeti felépítésűek. Slyter által megfigyelt láncszerű szerkezetek valójában láncszilikátokból állnak-e? A vizsgált szálaknál vastagabbak mutatnak-e ilyen jellegű szerkezeti felépítést? E rendkívül érdekes témakör tanulmányozására a bazaltgyapot részletes vizsgálatával párhuzamosan, más előállítási körülményű üveggyapottal is összehasonlító vizsgálatokat végeztünk.

Kísérleti munkánk első részében az alapszálak elektronmikroszkópos megfigyelésén túlmenően savhatásnak kitett mintákat is tanulmányoztunk. A megfelelő információt szolgáltató savas kezelés körülményeit kísérleti úton határoztuk meg.

### Vizsgáló módszer

A morfológiai vizsgálatokat JEOL JSM-35 típusú scanning és UEMV-100 típusú transzmissziós elektronmikroszkópokkal végeztük.

A scanning elektronmikroszkópos leképezéshez a különböző módon előkészített anyagokból szálakat vezető ezüstrétegbe ágyaztunk és a szokásos előkészítési módszer után vizsgáltuk.

A transzmissziós elektronmikroszkópi leképezéshez először a mikrorostélyon kialakított kolloidum hártýára vákuumgőzöléssel szénréteget (300–400 Å vastagságú) párologtattunk. Erre a hordozórétegre kaes segítségével vittük az achátmozsárban porított, alkoholban szuszpendált mintából. A szálprofil morfológiai vizsgálatához a mintát csak egészen durván porítottuk, éppen annyira, hogy a 2 mm-es mikrorostélyra preparálható legyen. A szálasanyag elektrondiffrakciós tanulmányozásához viszont, elektronsugarakkal átvilágítható méretű (max. 1000 Å), finomra porított anyagot használtunk.

A  $\text{HCl} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 3$  3 perces kezelés során a bazaltszálból kioldott főbb oxidok mennyiségét analitikai módszerrel meghatároztuk. Ennél a scanning elektronmikroszkópos vizsgálatnál alkalmazott kezelési körülményeknek megfelelően 0,400 g anyagot bemértünk, majd 16 ml 1 : 3 hígítású sósavban 3 percig állni hagytuk. Ezután az oldattól szűréssel elkülönítettük és desztillált vízzel mérőlombikba alaposan átmostuk, majd a vizsgálandó oldat térfogatát 100 ml-re egészítettük ki. Áttekinthetőség kedvéért az egyes komponensek kioldott mennyiségét – a bemérés és eredeti oxidos összetétel ismeretében számított – eredeti mennyiségükre vonatkoztattuk.



A vizsgált szálhalmazok jellemzői

Bazaltgyapot	Üveggyapot	
Szálátmérő eloszlása		
Szálátmérő méretosztály határok ( $\mu\text{m}$ )	Relatív gyakoriság (%)	Relatív gyakoriság (%)
0,45 – 2,45	16,0	15,8
2,45 – 4,45	30,4	22,5
4,45 – 6,45	20,2	15,7
6,45 – 8,45	12,1	11,2
8,45 – 10,45	9,2	11,2
10,45 – 12,45	5,0	8,8
12,45 – 14,45	3,8	6,7
14,45 – 16,45	1,6	4,6
16,45 – 18,45	1,0	2,2
18,45 – 20,45	0,7	1,3
Átlagos szálátmérő ( $\mu\text{m}$ )	5,79	7,01
Átlagos szálhosszúság ( $\mu\text{m}$ )	$21 \times 10^3$	$9 \times 10^3$
Sűrűség ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2,7	2,5

A szálanyagok átlagos szálhosszúságát száz; szálátmérő eloszlását, illetve ez alapján számított átlagos szálátmérőit pedig ezer szál MP 2 típusú Lanaméteren végzett mérése alapján határoztuk meg.

A sűrűségértékeket piknométeres módszerrel állapítottuk meg.

### Kísérleti eredmények és értékelésük

#### Felületi likvációs cseppek és kristályzárványok vizsgálata

Az üvegszerkezeti inhomogenitások lehetnek az alapüveg statisztikus összetétel-ingadozásával összefüggő (pl. zárványok, helyi feldúsulások stb.) és attól független heterogenitások [15–16].

Az elektronmikroszkópia, a kis szórásszögű röntgenanalízis, valamint az üvegek fényszórása alapján bizonyították, hogy a legtöbb üveg cseppalakú szételegyedési tartományok formájában amorf szerkezetű mikroheterogenitásokat tartalmaz [17–18]. A vizsgálatok arra utalnak, hogy ezeknek a szételegyedési tartományoknak a jelenléte nem a statisztikus üvegösszetétel-ingadozással függ össze, hanem összetételük definiált kémiai vegyület összetételének felel meg [19].

A kétfajta szálanyag oxidos összetételét és a szálhalmazok szálátmérő eloszlását, illetve egyéb jellemzőit az 1–2. táblázatok tartalmazzák.

A bazaltgyapotról készített 1. felvételen megfigyelhetők a cseppformájú kiálló alakzatok, az ún. likvációs cseppek, melyekről a transzmissziós elektronmikroszkópi vizsgálat további értékes információt szolgáltat. E leképezési módszerrel készített 2/a képen a sötét rész a vastag, átvilágíthatatlan bazaltszálát jelöli, mely szélén, illetve mellette a felületről levált likvációs csep-

pek láthatók. Ezek mérete kb. 300–400 Å. A vizsgálatot megelőző preparáció során az anyagot achát mozsárban csak egészen durván porítottuk, így a kis méretű szabályos gyöngyalakú (tehát a környező mátrixhoz képest nagyobb felületi feszültséggel rendelkező) szételegyedések leválását, a különböző felületi feszültségű rétegek között ébredő feszültségek magyarázzák. A likvációs cseppek amorf szerkezetét elektrondiffrakciós vizsgálatok bizonyították.

Egyébként a röntgenamorf, olvadékgyöngytartalomtól mentesített bazaltszálak elektrondiffrakciós vizsgálatával kalciumferrát ( $\text{CaFe}_2\text{O}_4$ ) kristályok jelenlétére következtettünk (2/b felv.). Ezek valószínűleg a nyersanyag tökéletlen olvasztásából maradtak vissza. Ezt a feltételezést kristályosodási modellkísérleteink is megerősítették, melyek eredményéről későbbi munkánkban számolunk be.

Az üveggyapot felületi morfológiáját a 3. felvétel szemlélteti, melyen szintén megfigyelhetők a likvációs cseppek jelenléte. A szálanyagban elektrondiffrakciós módszerrel kristályzárványokat nem tudtunk kimutatni.

#### Savas kezelés hatásának vizsgálata

A szálanyagok mikrostrukturális jellemzőinek további vizsgálatára savas kezelést alkalmaztunk, remélve, hogy a savbehatás morfológiai tanulmányozásával újabb információkhoz jutunk. Ennek során desztillált vízzel különböző mértékben hígított HCl és HF, illetve 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 3% HF

1. táblázat  
A vizsgált szálanyagok oxidos összetétele

Komponensek	Bazaltgyapot oxidos összetétele (mól %)	Üveggyapot oxidos összetétele (mól %)
$\text{B}_2\text{O}_3$	—	6,158
$\text{SiO}_2$	43,210	64,706
$\text{Al}_2\text{O}_3$	9,228	2,126
$\text{TiO}_2$	1,523	0,037
Összes Fe, $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ban	6,035	0,086
CaO	25,678	8,076
MgO	9,729	4,939
$\text{K}_2\text{O}$	1,453	1,078
$\text{Na}_2\text{O}$	3,084	12,543
$\text{SO}_3$	0,070	0,251
Összes:	100,000	100,000

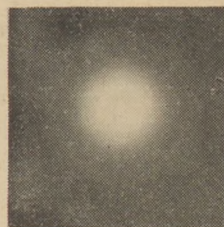




1. felvétel: Bazaltgyapot szál SEM felvétele



2/a. felvétel: Bazaltgyapot szál TEM felvétele



d Å	hkl index
4,59	200
2,66	040, 320
2,30	031
2,16	311, 150, 420
2,03	231
1,75	—
1,52	—
1,27	—
1,15	—

2/b. felvétel: Bazaltgyapotról készített elektrondiffrakciós felvétel

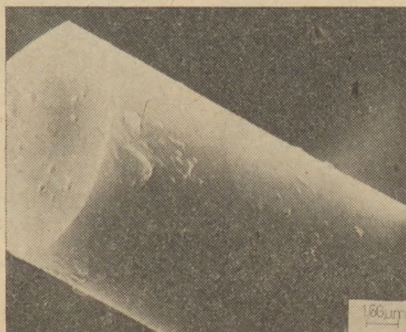
oldatokkal, különböző idejű kezeléseket végeztünk.

Több kutató (főként HCl, HNO<sub>3</sub> és H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oldatokkal végzett) vizsgálatai alapján a sav az üveg hídállású oxigén kötéseit egyáltalán nem, de a felület közelében elhelyezkedő ≡Si-O-Na, illetve ≡Si-O-Ca-O-Si≡ stb. kötéseket mind megbontja. A kioldott módosító kationok a sav anionjával sót képeznek és helyükre hidroxonium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) ionok lépnek [20–21].

A savkezelt mintákról készített scanning felvételekből megállapíthatók:

– A bazaltgyapotnál alkalmazott sósavas maratás hatása a zömében 0,5–20 mikron átmérőjű szálakból álló halmaznál a szálátmérő függvényében tendenciaszerűen differenciálódott. A HCl : H<sub>2</sub>O = 1 : 3 1 perces kezelés során általános jellemző a szálfelület feldurvulása, azaz porózussá válása volt (4. felvétel). Különösen a likvációs cseppek kerülete maródott könnyen (5. felvétel). Esetenként, főleg a nagyobb átmérőjű szálaknál (15–20 mikron) üregszerű, szabályos bemélyedések létrejöttét is megfigyeltük (6. felvétel).

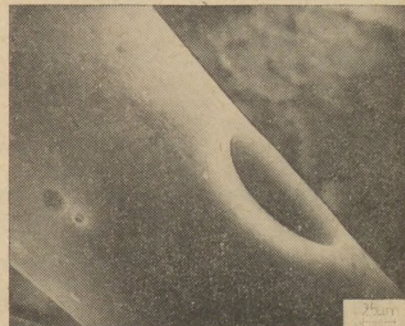
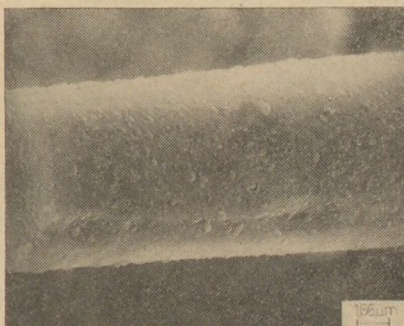
A sósavas kezelés időtartamának növelésével (HCl : H<sub>2</sub>O = 1 : 3, 3 pere) a szálfelület fokozottan differenciált oldódását legjellemzőbben a 7–10. felvételek szemléltetik. A felületen kialakuló helyi behatások mentén, a viszonylag stabil



3. felvétel: Üvegyapot szál SEM felvétele

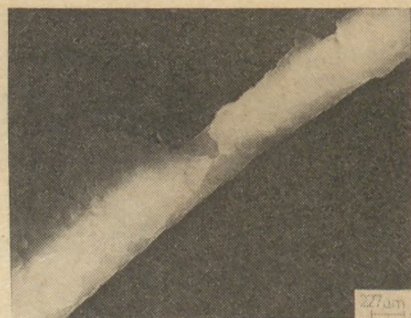
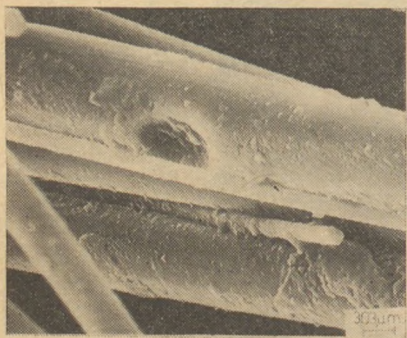
felületi réteggel szemben a szál belseje erősebben oldódott. A 9. felvételen már megfigyelhető a külső kéreg szál belsejétől való elválása. Egyes esetekben követhető volt a már levált felületi rétegek alatti részek nagymértékű oldódása (10. felvétel). Az analitikai vizsgálatok alapján is ezek a változások a módosító kationok fokozott kioldásával függnek össze (3. táblázat). Mivel az üvegyapot legerősebb sósavas kezelése után sem figyelhetünk meg felületén helyi behatások kialakulását, ezért feltételezzük, hogy ez a bazaltgyapot esetén a kúpolókemencés olvasztásból eredő összetételi inhomogenitásokat jelzi.

– Nagyon értékes információt szolgáltat a HF-ös, lényegében szerkezeti maratásnak kitett



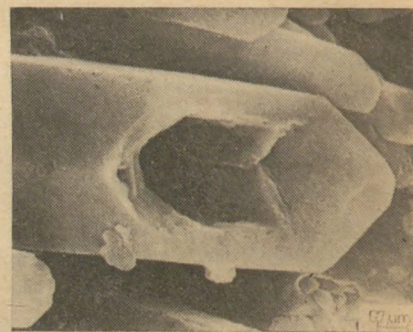
4–6. felvétel: HCl : víz = 1:3 1 perces kezelés után a bazaltgyapot szálak jellegzetes morfológiája



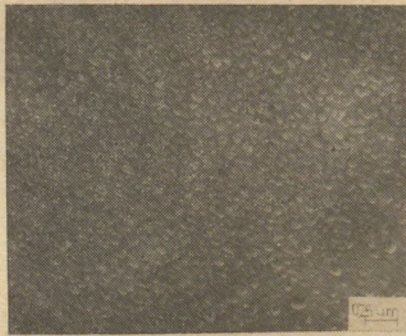
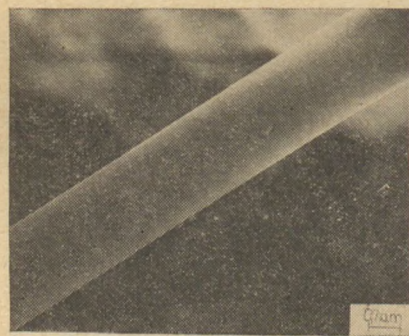


11. felvétel: HF: víz = 1:1 1 perces kezelés után a bazaltgyapot szál morfológiája

7–10. felvétel: HCl: víz = 1:3 3 perces kezelés hatására a bazaltszálak differenciált oldódását szemlélteti



12. felvétel: HF: víz = 1:1 5 sec kezelés után az üvegyapot szálak jellegzetes morfológiája



13–16. felvétel: HF: víz = 1:3 5 sec kezelés után az üvegyapotszálak morfológiája



17. felvétel: 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 3% HF oldattal melegen végzett 1 perces kezelés után a bazaltszál morfológiája

bazaltszál morfológiája. Az egész üveget oldó kezelés során a felületi réteg repedezetté vált, de a szál belsejének erősebb oldódása következtében a tömör szál csővé alakult (11. felvétel). A kezelés során keletkező reakciótermékek miatt ezzel kapcsolatos analitikai vizsgálatokat nem végeztünk.

Az üvegszál HF-es kezelése során is hasonló csőszerű alakzatokat figyeltünk meg (12. felvétel), azzal a különbséggel, hogy sikerült a „csővé-alakulás” közbenső lépcsőjét is megfogni. Láthatóvá váltak a szál belső zónájára jellemző láncszerű szerkezetek (13–14. felvétel).



## Kémiai elemzések eredményeinek összefoglalása

Eredeti bazaltgyapot oxidos összetétele (mól %)	HCl:víz = 1:3 3 perces kezelés során kioldott komponensek		
	eredeti mennyiségükre vonatkoztatott (mól %)	átlagtól való eltérés (mól %)	
SiO <sub>2</sub>	43,21	35,61	- 4,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,23	31,34	- 8,53
TiO <sub>2</sub>	1,52	26,14	- 13,73
Összes Fe, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ban	6,03	44,35	+ 4,48
CaO	25,68	45,66	+ 5,79
MgO	9,73	49,48	+ 9,61
K <sub>2</sub> O	1,45	39,73	+ 0,06
Na <sub>2</sub> O	3,08	46,69	+ 6,82
SO <sub>3</sub>	0,07	-	
Összes:	100,00	átl.: 39,87	

A behatás szálátmérőtől való függését jelzi, hogy az egészen vékony szálaknál (<2 mikron), csak a likvációs cseppek kiemelkedése, azaz a mátrix oldódása volt jellemző (15–16. felvétel).

– A 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 3% HF oldattal melegen végzett 1 perces maratás után készített 17. felvételen a kb. 12 mikron átmérőjű bazaltszál nagyjából három metszetileg jól elkülönülő zónája vált láthatóvá.

Kísérleti munkánk összegezeként megállapítható, hogy a röntgenamorf bazaltszál – feltehetően a nyersanyag tökéletlen olvasztása következtében kristályzárványokat és az olvadék statisztikus összetételingadozásával összefüggő – felületi inhomogenitásokat tartalmaz. Mivel az üvegyapot vizsgálata során hasonlót nem észleltünk, ezért feltételezhetően ezek a jellemzők a kúplokemencés olvasztásból adódnak. Mindkét fajta szálanyag felületén likvációs cseppek voltak megfigyelhetők. A HF-os, illetve 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 3% HF oldatokkal végzett kezelés során egyaránt kitűnt, hogy a vizsgált szálanyagok metszetileg elkülönülő rétegekből épülnek fel. Ennek további vizsgálatával munkánk II. részében foglalkozunk.

*Wojnarovitsné, Hrapka Ilona: A szeretlen szálanyagok, ezenbül a bazaltgyapot szerkezeti jellemzőinek vizsgálata.*

Munkánkban a bazaltgyapot mikrostrukturális jellemzőinek tanulmányozásával párhuzamosan összehasonlításképpen más előállítási körülményű üvegyapotot is vizsgáltunk.

Megállapítottuk, hogy minkét szálanyag inhomogén mikrostrukturával rendelkezik. Ennek jellegét az oxidos összetétel és előállítási körülmények nagymértékben befolyásolják.

A röntgenamorf bazaltgyapot az üvegyapottal ellentétben, feltehetően a nyersanyag tökéletlen olvasztása kö-

vetkezéiben, kristályzárványokat és az olvadék statisztikus összetételingadozásával összefüggő felületi inhomogenitásokat tartalmaz. Általános jellemzőként adódott viszont – az alkalmazott lúgos kezelés során –, hogy a külső rétegek viszonylag rendezetlen szerkezetével szemben, a legbelső zónák száltengellyel közelítően párhuzamosan futó, láncszerű felépítést mutattak. Feltételezhető, hogy ez a szerkezetkülönbség esetleg összetételváltozással is együttjár.

*Wojnarovitsné, Hrapka Ilona: Испытание структурных характеристик неорганических волокнистых материалов, в том числе базальтового волокна*

В ходе исследований было проведено сравнение микроструктурных характеристик базальтового волокна со стекловатой, полученной в других условиях.

Было установлено, что вида волокнистых материалов обладают яеднородной микроструктурой, на характер которой существенное влияние оказывают окосный состав и условия изготовления волокна.

Рентгеноаморфное базальтовое волокно в отличие от стекловаты содержит кристаллические включения, образовавшиеся в результате несовершенного расплавления сырьевого материала, а также поверхностные неоднородности, связанные со статистическими колебаниями состава расплава. Как общая характеристика было отмечено в ходе обработки щелочью что внешние слои имеют относительно неупорядоченную структуру, в то время как наиболее внутренние зоны показывают ценное строение, и имеют напразление примерно параллельное оси волокон. Можно предположить, что разницы структурного строения ведут за собой разницы состава этих слоев.

*Frau Wojnarovits, Hrapka, Ilona: Untersuchung der strukturellen Charakteristiken anorganischer Faserstoffe, darunter jener von Basaltfaser.*

Parallel mit der Beobachtung der mikrostrukturellen Charakteristiken von Basaltfaser, wurden zum Vergleich auch unter anderen Bedingungen hergestellte Glasfaser untersucht.

Es wurde festgestellt, daß beide Faserstoffe über eine inhomogene Mikrostruktur verfügen. Deren Charakter wird durch die oxydische Zusammensetzung und die Herstellungsbedingungen weitgehend beeinflusst. Die röntgenamorphe Basaltfaser enthält gegenüber der Glasfaser, wahrscheinlich zufolge unvollständigem Schmelzen des Rohstoffes, Kristalleinschlüsse und eine, mit statistischen Zusammensetzungsschwankungen der Schmelze zusammenhängende Inhomogenität der Oberfläche. Als allgemeine Charakteristik ergab sich jedoch – im Laufe der angewandten basischen Behandlung – daß die inneren Zonen, gegenüber der verhältnismäßig ungeordneten Struktur der äußeren Schichten, einen, mit der Faserachse annähernd parallel verlaufenden kettenartigen Aufbau zeigen. Es ist anzunehmen, daß diese unterschiedliche Struktur evtl. auch mit einer Verschiedenheit der Zusammensetzung verbunden ist.

*Wojnarovits-Hrapka, Ilona: Structural Examination of Inorganic Fibrous Materials*

Basalt and glass fibres were comparatively examined. Both materials have an inhomogeneous microstructure, the characteristics of which depend on their compositional and manufacturing conditions. Basalt fibres are not completely amorphous, with some crystalline inclusions and surface inhomogeneities (due to incomplete melting and homogenising, resp.). A general rule, observed after an alkaline dissolution test, that only the external layers of the fibres are disordered; innermost zones show a chainlike arrangement, being parallel to the fibre axis. It is assumed that compositional changes may also accompany these structural changes.



# A betonkorrózió-kutatás új vizsgálati rendszere és az elért eredmények, I.

MEDGYESI IVÁN

Építőipari Korrózióvédelmi Tanácsadó Szolgálat, Budapest  
(a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat keretében)

AMRICH LÁSZLÓ

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

## Bevezetés

Magyarországon a beton alkalmazásának széleskörű elterjedése után a kutatók számos korróziós problémával kerültek szembe, mert a hazai talajok, talajvizek betonagresszivitása jelentős. A betonkorrózió problémája tehát nemcsak az iparosodás következtében fokozódó talajvíz elszennyeződéssel, illetve az ipari üzemekben közvetlenül bekövetkező károkkal jelentkezett.

A módszeres kutatás az 1930-as években kezdődött meg, amikor Szabó (1935) tanulmányban számolt be a csatornaszerkezetek károsodásainak okairól. Az 1940-es évek kutatása elsősorban a cementfajták szulfátállóságának osztályozására terjedt ki (Gáspár 1943).

Az 50-es évek elejétől kezdődően Biczók (1968) a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnál a talajvízbe kerülő betonszerkezetek kutatásával foglalkozik és igen eredményes tevékenységet végez a betonkorrózió szerteágazó anyagának rendszerezése terén. Ettől függetlenül vizsgálja Talabér (1961) az aluminátcement korrózióját.

Több mint egy évtizede a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat fogja össze a hazai betonkorrózió kutatást. Foglalkoznak a betonra ható agresszív környezet osztályozásával, a különböző agresszív közegek hatásának vizsgálatával és irányítják a betonok kitéti terepvizsgálatait.

Jelentős szerepet játszik jelenleg hazánkban a betonkorrózió kutatásában a Veszprémi Vegyipari Egyetem, a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet és az Építéstudományi Intézet.

A következőkben áttekintést kívánunk nyújtani néhány hazai eredményről, részletesebben ismertetve a kidolgozott vizsgálati eljárásokat, utalva a vizsgálatokból levonható egyes következtetésekre.

## A betonkorrózió-vizsgálat elvei

A betonkorrózió-vizsgálat módszereinek nemzetközi egységesítése sajnálatosan még kezdeti stádiumban van. A nagy számban alkalmazott, egymástól eltérő elvek alapján kidolgozott módszerek következtében az irodalomban ismertett eredmények csak közelítő összehasonlítása történhet meg.

Vizsgálati eredményeink kialakításánál arra törekedtünk, hogy eljárásaink általánosíthatók legyenek a különböző agresszív vegyületek vizsgálatára. Az eredmények felhasználhatóak legyenek a károsító hatások összehasonlítására, továbbá alapot adjanak a korrózióvédelem előírásainak kidolgozására.

Az esetben, ha a vizsgálatok *egy cementfajta*ra terjednek ki, a vizsgálatok eredményei alapján elemezni szükséges:

- a hatóion jelentőségét;
- a hatóion koncentrációjának befolyását;
- a kísérő ionok hatását.

*Több cementfajta* vizsgálatánál, az előbbieken túlmenően a cementfajták relatív ellenállóképességét is szükséges meghatározni (elemző vizsgálatok). A gyakorlati követelmények kielégítésére szükséges meghatározni a korrózióállóság *minősítési* feltételeit is, ill. ki kell alakítani az e célt kielégítő speciális célvizsgálati módszert is (minősítő vizsgálatok).

A továbbiakban csak a folyadékközegben lejátszódó kémiai korrózióval foglalkozunk. Ez esetben a bekövetkező károsodás mértékét az agresszív közeg tulajdonságai, a beton és a közeg kölcsönhatásának módja, intenzitása határozza meg.



Az alkalmazásra kerülő vizsgálatokat úgy alakítottuk ki, hogy a vizsgálati eredmények a kémiai kölcsönhatások két olyan *határállapotát* tükrözzék, melyek közé esik a gyakorlati igénybevétel.

E határállapotok a folyadékközegben lejátszódó korróziós reakciók során:

- a) a betonnal érintkező, álló hatóanyag-rendszer – *egyensúlyi* határállapot,
- b) a betonnal érintkező, azon átszivárgó, állandóan cserélődő hatóanyag-rendszer – *kilúgozási* határállapot.

A kitűzött vizsgálati célokat egyértelműen ki-elégítő vizsgálati rendszer az ismert eljárások között nem található. Legátfogóbb *Greschuchna és Hendgen* (1967) vizsgálati rendszere, aki szintén a hatások általánosítására törekszik, de vizsgálatait nem határállapot feltételek mellett végzi. Az egyensúlyi állapot követelményeit *Wittekindt* (1935), míg a kilúgozást *Kühl* és munkatársai (1934), *Bereczky* (1954), *Parissi* és munkatársai (1961) vizsgálatai közelítik meg legjobban. Ezért az eljárások módosításával, ill. újak kidolgozásával alakítottuk ki, egyrészt a két határállapot meghatározására szolgáló egyensúlyi vizsgálatot és a nyomás alatti kilúgozási vizsgálatot, másrészt a speciális hatások vizsgálatára, ill. a cementfajták összehasonlítására alkalmas módszereket, valamint a minősítő vizsgálati eljárásokat.

A kutatómunka megtervezése során vizsgálni szükséges: a választott vizsgálati eljárás helyességét, ill. mikor fogadhatók el a vizsgálati eredmények.

Elsősorban bizonyítandó a vizsgálati eredmények reprodukálhatósága – azaz egyértelműek és elégségesek-e az eljárást meghatározó körülmények. A reprodukálhatóság önmagában azonban nem igazolja a vizsgálati eredmény felhasználhatóságát. Abból a tényből kiindulva, hogy a valóság, az igen sok változó miatt, semmiképpen sem modellezhető, abszolút értékek nem, csak relatív eredmények nyerhetők. *Elemző vizsgálatoknál* a relatív eredmények csak egymástól független vizsgálati eljárások hasonló eredményei esetén fogadhatók el tendencia jellegűeknek.

Az elemző vizsgálatoknál – elsősorban a változók kiküszöbölése érdekében egy-egy kémiai folyamat, reakció típus pontosabb megismerésére alkalmazhatók az olyan eljárások, amelyeket bírálói a valóságos állapottól elszakadtnak minősítenek. (Az úgynevezett mesterséges vizsgálatok, mint pl. az Anstett eljárás, vagy a porított cement kővel végzett Virgin-féle vizsgálatok.)

A *minősítő vizsgálatok* célja egy-egy minősítési paraméter meghatározása, mint pl. a szulfátállóság. E vizsgálatok eredményeinek megítélésénél a gyakorlati tapasztalatokkal való összehasonlítás a kiindulási alap. Ismert egyes cementek szulfátállósága. A minősítésre javasolt vizsgálati eljárásokat e cementfajtákkal elvégezve, a vizsgálat mértékadónak fogadható el, ha a vizsgálati eredmények a várt, a gyakorlatban igazolt sorrendet adják. De a minősítésnél is célszerű két egymástól független vizsgálati eljárás alapján dönteni.

A minősítő vizsgálatok jellegüknél fogva „gyorsvizsgálat”-ok. Ezeknél legtöbbször nem a gyakorlatban előforduló koncentrációkat szükséges alkalmazni, tehát a vizsgálati módszerek a mesterséges vizsgálatok kategóriájába sorolhatók. Ezek a vizsgálatok – egy meghatározott célra – tehát nem általános következtetések levonására fogadhatók el.

### Laboratóriumi vizsgálatok

A következőkben ismertetjük a leginkább alkalmazott vizsgálati módszereket és eredményeikből levonható egyes következtetéseket.

#### *Egyensúlyi vizsgálat*

Előkísérletek eredményei alapján a kombinált (elemző és minősítő) vizsgálati rendszernél az  $1 \times 1 \times 6$  cm-es hasáb alkalmazása tűnt a legcélravezetőbbnek. Azonos próbatest méretet alkalmaz *Koch* és *Steinegger* (1960), a Merrimann (*Miller és Snyder* 1946) féle vizsgálati eljárásból kifejlesztett szulfátállósági – minősítő vizsgálatnál. A kombinált vizsgálati eljárást az 1969. évi RILEM konferencián ismertettük (*Medgyesi és Toroczky* 1969).

A vizsgálati eljárások reprodukálhatóságát és értékelhetőségét befolyásoló paraméterek összességét egy eljárás kialakításánál végig kísérni lehetetlen. Ezért egyes tényezőket állandónak vetünk, míg mások hatását, az eredmények értékelhetősége szempontjából, az elővizsgálatok keretében állapítottuk meg.

Az elővizsgálatoknál szulfátoldatok (0,035 és 0,35 molos  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -  $\text{MgSO}_4$ - telített  $\text{CaSO}_4$ -oldatok) és ismert szulfátállóságú cementek, és pedig gyakorlatilag  $\text{C}_3\text{A}$  mentes portlandcement, 11,8%  $\text{C}_3\text{A}$  tartalmú portlandcement, valamint 20% kohósalaktartalmú portlandcement került alkalmazásra.



A próbatetek 1 : 3 cement-kvarchomok arány-  
nyal, 0,5 vízcement tényezővel készültek.

A vizsgálatok szempontjából optimális p o r o z i t á s kiválasztására 10%, 15%, 20% számított porozitású próbatetek készültek, ami az adalékanyag frakciók relatív mennyiségének változtatásával érhető el. Az 1 : 10 próbatest: oldat térfogatarány mellett, 10 – 15%-os pórustérfogat esetén volt észlelhető a legnagyobb relatív különbség a három cementfajtából készült próbatetek vizsgálati eredményei között. Ezért a vizsgálatoknál 10% számított porozitású próbatetek alkalmazása mellett döntöttünk. Ez gyakorlatilag 2 rész 0,74 – 1,39 mm közötti, és 1 rész 0,09 – 0,20 mm közötti homokfrakcióból állítható elő. Számított porozitás alatt csak a levegő által és nem a levegő + kötésvíz által kitöltött térfogatot értjük.

A próbateteket nem fektetjük, hanem a – készítéskor behelyezett – fémdrót horgok segítségével belógatjuk az oldatba (lebegtetés). Ez meg-  
egyezően Koch és Steinegger (1960) megállapításával az intenzívebb érintkezést és a reakciótermékek felületről való leváltását biztosítja.

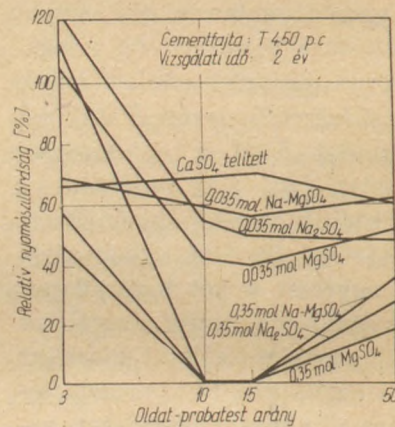
Az igénybevételi időtartamot a próbatetek mértékadó változása határozza meg. Ez elemző vizsgálatok során 1, 3, 6, 12, esetenként 24 hónap, vizsgálati időnként 3 – 6 db próbatestet vizsgálva.

A hatóoldat összetételének és koncentrációjának megfelelő megválasztásánál szem előtt kell tartani, hogy elemző

vizsgálat esetén nem elégséges a hatóion hatásának meghatározása egy sója oldatából, mert a kísérő ion befolyásolhatja egyrészt a reakciósebességet, másrészt magát a folyamatot is. Hasonlóképpen nem elégséges egy vizsgálati koncentráció alkalmazása, mert a koncentráció változása a folyamat irányát, jellegét befolyásolja.

A különböző sóoldatok hatása, vagy eltérő eljárások összehasonlítása érdekében célszerű, hogy a vegyületek vizsgált oldatainak molaritása meg-  
egyező legyen.

Meg kell határozni a hatóoldatok kezelését a vizsgálat alatt. Miután az oldat összetételváltozását, ill. a reakciótermékek vizsgálatát is fel kell, vagy lehet használni az értékeléshez, az



1. ábra. Egyensúlyi vizsgálat;  
Oldat-próbatest térfogatarány hatása a cement relatív nyomósúlárdságára

Laboratóriumi korróziós vizsgálatok — Kation-anion hatás

1. táblázat

Anion \ Kation	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	acetát <sup>-</sup>	SiF <sub>6</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	oxalát <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>	LPV				LPV	LP	LPN		L
K <sup>+</sup>									L
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	LPG	LGN	LG		LG	LG	LPG	LG	
Ca <sup>++</sup>	LPV				LPVN ivóvíz				
Mg <sup>++</sup>	LP	L	L	L	L	L	LPN		
H <sup>+</sup>	N	N	LN					L	ionmentes víz
Na <sup>+</sup> – Mg <sup>++</sup>							LN		

Vizsgálati eljárás: L = egyensúlyi vizsgálat  
P = nyomás alatti kilúgozás vizsgálat  
V = átszivárgatásos extrakció

G = gázfelszabadulási vizsgálat  
N = nagy hasáb vizsgálat



oldatcserét el kell vetni, és a párolgását meg kell akadályozni.

Az oldat-próbatest térfogatarány meghatározásának különös jelentősége van, elsősorban akkor, amikor a reakciótermék oldékonysága korlátozott (pl. szulfáthatás). Kis oldatmennyiség esetén a keletkező reakciótermék a próbatestben dúsulhat fel, míg nagy oldatmennyiség esetében a reakciótermék oldódik a közegben.

A 3 : 1, 10 : 1, 15 : 1, 50 : 1 oldat – próbatest térfogatarány befolyását vizsgálva az eredményekből (pl.  $C_3A$  tartalmú cement esetében 1. ábra) bizonyítható volt, hogy a 0,035 és 0,35 molos nátrium- és magnézium-szulfát-oldatokban a korróziós hatás a 10 : 1–15 : 1 oldat – próbatest arány esetében a legjelentősebb. Telített  $CaSO_4$ -oldat hatása esetén a térfogatarány nem játszik jelentős szerepet.

A korróziós folyamatok értékelésére alkalmas vizsgálatok:

Vizuális vizsgálatok:

Fizikai-mechanikai vizsgálatok: súly- és méretváltozás, nyomószilárdság, hajlítószilárdság vizsgálata.

Szerkezeti vizsgálatok: derivatográfia, röntgendiffrakció.

Kémiai vizsgálatok: a próbatest összetételváltozása, reakciótermék vizsgálata, a hatóoldat összetételváltozása.

Az elvégzett vizsgálatokat, összehasonlításukppen, a koncentráció adatok feltüntetése nélkül 1. táblázat tartalmazza.

A vizsgálati eredményekből kiemelve a különböző klorid-vegyületekkel végzett vizsgálatokat (2. ábra) megállapítható; hogy egyensúlyi határállapotban – 20 g/l  $Cl^-$ -koncentrációig a  $NaCl$  – és a  $CaCl_2$ -oldat nem okoz, míg az  $NH_4Cl$ -,  $MgCl_2$ -,  $AlCl_3$ -oldat jelentős korróziót

okoz: a kationok határozzák meg a bekövetkező folyamatokat.

– 20 g/l koncentráció felett a  $CaCl_2$ -oldatban megindul, az  $MgCl_2$ -oldatban ugrásszerűen meggyorsul a korrózió.  $NaCl$ -oldatnál a vizsgált legnagyobb koncentráció értéknél még – a kimutatott kloridion-megkötés ellenére sem következik be jelentősebb károsodás.

– 20 g/l koncentrációig a kloridion nem közvetlen korróziós hatású, de a korróziós folyamatok kialakulásában – közvetett – jelentősége van. A reakciótermékként keletkező kalcium-klorid oldékonysága jelentős, könnyen kioldódik, így a korróziós folyamatokat nem gátolja, sőt elősegíti.

Tehát a koncentráció növekedésével – előtérbe kerül a kloridion specifikus hatása.

*Szulfátállósági minősítő és gipszduzzadás vizsgálat*

Az egyensúlyi vizsgálat, az előbbieken meghatározott körülmények szigorú betartása esetében olyan reprodukálható vizsgálati eredményeket biztosít, amelyek alkalmasak a különböző cementfélések szulfátállóságának értékelésére és minősítésére.

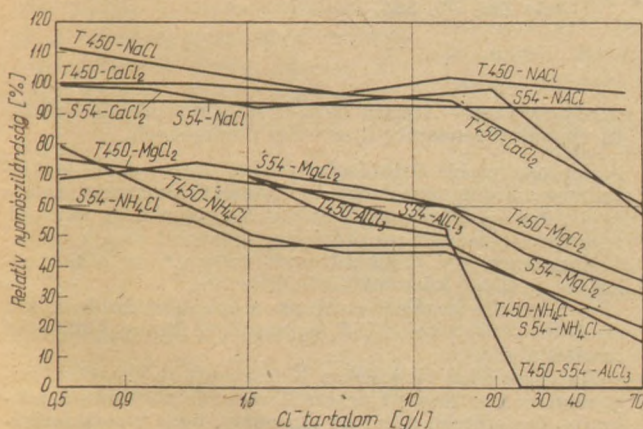
A hatóoldat – nátrium-szulfát + magnézium-szulfát 0,35 molos ekvimoláris (5% kalcium-szulfátoldattal ekvivalens) oldata. Vizsgálati idő 6 hónap, közbülső 3 hónapos vizsgálat. Egy-egy vizsgálati időhöz 9–12 próbatest készítése szükséges. A szilárdsági eredmények csapvízben tárolt próbatestek szilárdsághoz viszonyítandók.

A minősítés a 2. táblázat szerint történik, meg kell jegyezni, hogy a 110%-nál nagyobb relatív nyomószilárdsági érték a duzzadási korróziós folyamat kezdetét jelzi.

2. táblázat

Cement szulfátállóság értékelése

Szulfátállósági kategória	Relatív szilárdság	Minősítés
„A”	110 – 91	Szulfátálló (relatív ellenállóképesség)
„B”	71 – 90	Mérsékelten szulfátálló
„C”	51 – 70 > 110	Nem ellenálló
„D”	< 50	Nem ellenálló



2. ábra Klorid-ion hatása cementek relatív nyomószilárdságára  
Nyomószilárdság változás

Jelenleg a kutatók a vizsgálat továbbfinomításán dolgoznak, cél a relatív különbségek növelése, a szilárdsági értékelés mellett a térfogatváltozás



mértékének figyelembevétele és nem utolsósorban a vizsgálati idő csökkentése 28 napra.

Az eredmények kedvezőnek tűnnek: Az adalékanyag szemszerkezetének további változtatása, és a gőzölés érlelés bevezetése látszik célravezetőnek. (Kovács és munkatársai 1977)

A szulfátállóság minősítése egyensúlyi vizsgálattal kielégítő eredményeket ad, de szükségesnek láttuk párhuzamos vizsgálati mód kialakítását, más vizsgálati elvek felhasználásával.

A megoldást térfogatállósági vizsgálatok irányából közelítettük meg. Az ASTM C-452-63 szabványban lerögzített szulfátállósági vizsgálat a cementhabarcs szulfátérzékenységét a kötőanyag szabályozó gipsz túladagolásával vizsgálja, abból a kísérletileg igazolt megállapításból kiindulva, hogy a szulfátálló cement meghatározott mértékű gipsztúladagolás esetén nem, a nem szulfátálló cement pedig változtatja lekötés után térfogatát.

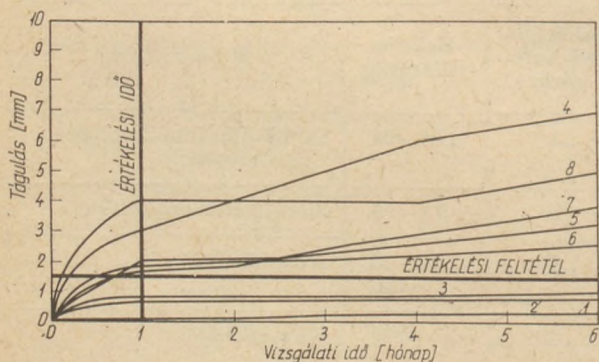
Az eljárás adaptálása során kis méretváltozásokat is jól érzékelő le Chatelier-tűt alkalmaztuk.

Elővizsgálatok után, alapfeltételként a vizsgált cement  $SO_3$  tartalmának - 0,02 mm-es szitán átszitált gipszkövel - 7%-ra való felemelését határoztuk el.

Cementpép, cementhabarcs próbatetek vízben, és különböző összetételű szulfátoldatokban való tárolása után megállapítottuk, hogy a legmegbízhatóbb eredmények a vízben tárolt cementpép próbatet vizsgálatával nyerhetők.

Az elkészült próbateteket 24 óráig nedves térben kell tárolni, majd az alapmérés elvégzése után víz alá helyezni úgy, hogy a víz a próbateteket 0,5 cm-es rétegben fedje el.

Az eredmények alapján



3. ábra. Különböző cementek duzzadása gipsz bekeveréses módszerrel vizsgálva

- 1, 2, 3 Szulfátálló (Ferrari típus) portlandcement
- 4, 5 10 % pernyetartalmú cement
- 6 20 % kohósalaktartalmú cement
- 7 40 % kohósalaktartalmú cement
- 8 normál portlandcement

1 hónap alatti max. 1,5 mm-es relatív tágulás határozható meg a szulfátállóság alapkritériumaként a portlandcementeknél. (Az eljárás kohósalak-portlandcementeknél nem alkalmazható.)

Ez esetben a vizsgált cement szulfátállósága kielégíti az egyensúlyi minősítő eljárás alapján meghatározott „A” vagy „B” kategóriát (3. ábra).

## IRODALOM

- [1] BEREZKY, E. (1954): Kutatási jelentés a Budapesti Metró korrózióvizsgálatáról. Veszprém.
- [2] BICZÓK, I. (1968): Betonkorrosion-Betonschutz. Bauverlag. Wiesbaden.
- [3] GÁSPÁR, G. (1942): Káros hatások a betonra. Mérnöki Továbbképző Intézet. 15. füzet. Budapest.
- [4] GRESCHUCHNA, R. - HENDGEN, F. (1967): Labormethode zur Korrosionsuntersuchung an Mörteln und Betonen. Baustoffindustrie 10. 236.
- [5] KOCH, A. - STEINEGGER, H. (1960): Ein Schnellprüfverfahren für Zemente auf ihr Verhalten bei Sulfatangriff. Zement Kalk Gips. 49. 317.
- [6] KOVÁCS, R. - MEDGYESI I. - RÉVAY M. (1977): A cementek szulfátállósági vizsgálatának kérdéséhez. Építőanyag, megjelenés alatt.
- [7] KÜHL, H. - PARGA-FONDAL, J. - BAENTSCH S. (1934): Der Wasserdurchgang als Mittel zur Untersuchung von Korrosionserscheinungen an Mörtelmassen. Zement. 23. 69.
- [8] MEDGYESI, I. - TOROCZKAY G. (1969): Essais de laboratoire rapides de la résistance au sulfate de ciments. Durabilité des bétons. Vo. IV. 135. Praha.
- [9] MILLER, D. G. - SNYDER, G. G. (1946): Report on comparative short-time tests for sulfate resistance of 121 commercial cements. Proc. ASTM. 46. 165.
- [10] PARISSI, F. - BARONE, P. - MAROTTA, R. (1961): Prove dilavamento dei cementi siderurgici idratati e induriti. Industria Italiana del Cemento, 31. 127.
- [11] SZABÓ J. (1935): A főváros újabb csatornaépítései, különös tekintettel az agresszív talajvizekre. Magyar Mérnök- és Építészegylet Közölnye, 23-26. sz.
- [12] TALABÉR, J. (1961): Resistance á la Corrosion des ciments alumineux. RILEM International Symposium Durability of Concrete Vo. II. 28. Praha.
- [13] WITTEKINDT, W. (1935): Untersuchungen an Zementen in betonschädlichen Lösungen. Tonindustrie Ztg. 59. 584.

## Medgyesi Iván - Amrich László: A betonkorrózió-kutatás új vizsgálati rendszere és az elért eredmények.

A betonkorróziós kutatások jelenlegi szakaszának lezárásaképpen kidolgoztunk egy új vizsgálati rendszert, amely egyértelműen alkalmas a betonra ható agresszív anyagok károsító hatásának megítélésére, valamint annak eldöntésére, hogy egy meghatározott cementfajta alkalmazható-e a fellépő károsító hatások esetén.

A korrózióvizsgálati rendszer a károsító hatások két határállapotát tételezi fel (egyensúlyi, illetve kilúgozási határállapot).

Az egyensúlyi vizsgálatra kidolgozott módszertan szigorúan meghatározott paramétereket ír elő mind a próbatet összetétele, mind az agresszív oldat vonatkozásában, a korróziós folyamatok kinetikája követhetősége érdekében.

Külön vizsgálati eljárások szolgálnak a cementek szulfátállóságának meghatározására.



Medvesi, I.—Amrich, L.: **Новая система испытания коррозии бетона и полученные результаты**

В качестве заключения настоящего периода исследований, проведенных в области исследования коррозии бетона, была разработана новая система испытаний, которая может быть однозначно использована для определения вредного влияния агрессивных материалов, действующих на бетон, а также для того, чтобы решить пригодность того или иного типа цемента в случае возникающего вредного влияния.

Система испытания коррозии предполагает наличие двух пограничных состояний вредных влияний: равновесного и состояния выщелачивания.

Методика, разработанная для испытания состояния равновесия, содержит строгие предписания как в отношении состава образцов, так и в отношении агрессивного раствора, в интересах возможности прослеживания кинетики коррозионного процесса. Особые предписания имеются для испытания сульфатостойкости цемента.

Medgyesi, Iván — Amrich, László: **Neues System der Betonkorrosionsforschung und damit erreichte Ergebnisse.**

Als Abschluß der gegenwärtigen Betonkorrosionsforschungen wurde ein neues Untersuchungsverfahren entwickelt, das dazu geeignet ist, schädigenden Auswirkungen aggressiver Stoffe auf den Beton eindeutig zu beurteilen und zu entscheiden, ob eine bestimmte Zementart im Falle

der auftretenden schädigenden Einflüsse verwendet werden kann.

Das Korrosionsuntersuchungsverfahren setzt zwei Grenzzustände der schädigenden Einwirkungen voraus (den Gleichgewichts-, bzw. den Auslaugungs-Grenzzustand).

Die zur Untersuchung des Gleichgewichtszustandes ausgearbeitete Methodologie schreibt streng bestimmte Parameter sowohl bzgl. der Zusammensetzung der Probestoffe, als auch der aggressiven Lösung, im Interesse der Verfolgbarkeit der Kinetik des Korrosionsprozesses, vor.

Besondere Untersuchungsverfahren dienen zur Bestimmung der Sulfatbeständigkeit der Zemente.

Medgyesi, Iván — Amrich, László: **A New Testing System for Concrete Corrosion and some Results**

A novel examination process was developed for testing concrete corrosion, enabling, both the determination of whether a particular agent is corrosive or not, or whether a particular sort of cement can be applied under the given conditions or not. The testing system supposes two limiting conditions of corrosion: the equilibrium and the leaching conditions, respectively. The equilibrium testing prescribes strictly regulated conditions for the sample and the agent, because only this would enable the cognition of corrosion kinetics. Special tests are required for the sulfate resistance of cements.

## A világ szilikátiparából

**Újdonságok a szálás szilikátanyagok körül**

A kerámiai és üvegyipar wüzburgi szakmai egyesülésének vizsgálatai szerint az üvegszál ellentétben az azbesztszállal, ahol ez a veszély jelentős mértékű, annál két tizedessel nagyobb koncentrációban sem káros hatású az egészségre. Az üvegszál nem képez  $1 \mu\text{m}$  alatti és  $3-10 \mu\text{m}$  hosszú részecskékből álló port. Ezenkívül az üveg és ásványgyapotszálak nem hasadnak.

Az NSZK környezetvédelmi hivatala kutatási programot indított be szálás porok (üveg, ásvány, kerámia) mérés-technikai epidemiológiai és biológiai kérdéseinek vizsgálatára.

Hollandiában kimutathatóan az azbeszt által okozott foglalkozási megbetegedések csökkentésére megtiltották az azbeszt megmunkálását, tárolását, szórásos szigetelésre való felhasználását. Kivételes egyedi engedélyek megadása esetén szigorúan biztonsági előírások érvényesek.

Először használtak kalciumkarbidkemence meleg füstgázainak

tisztítására üvegszálból gyártott porszűrőzsákokat.

A PPG Industries Inc. cement szilárdítására alkalmas üvegszál gyártását kezdte meg.

Az amerikai Bell Telephone Laboratories vizsgálata szerint, a náluk gyártott optikai üvegszál húzószilárdsága meghaladja a  $4\text{kN}/\text{mm}^2$  értéket és ezzel felülmúlja a rugóacélt. A gyártáshoz tűzi fényezésű szintetikus kvarcüvegből indulnak ki, amelyet lézersugárban hevítve szállá húznak és szerves műanyaggal vonnak be. Így több kilométer hosszú optikai vezető-üvegek állíthatók elő.

A mainzi Schott a Német Szövetségi Posta berlini igazgatósága megbízásából  $4,4 \text{ km}$  hosszú kísérleti távközlővezeték épít üvegszálból. Egyetlen üvegszál  $15\,000$  telefonbeszélgetést, vagy  $15$  tévé-műsort tud egyidejűleg közvetíteni. A Corning cég angol telefonközpont részére szállít optikai üvegszálkábelt  $8 \text{ Mbit}/\text{sec}$  teljesítménnyel.

(Glastechnische Berichte, 1977. júl, aug. American Ceramic Society Bulletin 1977. máj.)

**Neodymtartalmú üveg a plazmatechnikához**

A maghasadásnál a plazma előállításához szükséges üveget állított elő a mainzi Schott cég. A fluorfoszfátalapú lézerüveg  $2\%$  neodym-et tartalmaz. Az új üveget LG 802 jelzéssel hozták piacra.

(Glastechnische Berichte 1977. aug.)

**1,7 mm vastag üsztatott üveg az NSZK-ból**

A nyugatnémet Vereinigte Glaswerke GmbH, Aachen floatüveg üzemében sikerült jó optikai tulajdonságú  $1,7 \text{ mm}$  vastag üveget nagyobb mennyiségben előállítani. A közeljövőben  $1,5 \text{ mm}$  vastagság gazdaságos elérését is tervezik.

Ezt a vékony üveget az ún. aszimmetrikus biztonsági autóüveg gyártásához használják. Ennél a típusnál a belső vékonyabb üvegréteg azt eredményezi, hogy az ütődés következtében bekövetkezett fejsérülések mértéke sokkal kisebb.

(Glastechnische Berichte, 1977. aug.)



## A homokoskavics halmazsúlyának vizsgálata

UDVARDY JÁNOS – URBÁN ZOLTÁN

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Hazánkban is felmerült az igény, hogy a homokoskavics mennyiségének mértékegységét – a fejlett ipari országok gyakorlatához hasonlóan –  $\text{m}^3$ -ról tonnára módosítsák, vagyis a közelítő becslés következtében gyakran pontatlan térfogati mennyiség meghatározásról a számos előnnyel járó, korrektebb súly szerinti mérésre térjenek át.

A tanulmányban az egységnyi halmaztérfogatú ( $1 \text{ m}^3$ ) homokoskavics súlyának jelölésére – az MSZ 1991–67 szabványnak megfelelően – a gyakorlatban általánosan elterjedt halmazsúlyt használjuk  $\text{kg}/\text{dm}^3$ , ill.  $\text{t}/\text{m}^3$  dimenziókkal, az újabban kidolgozott MSZ 4713–T(1976. X.) MSZ 4720–T(1976. X.) MSZ 18 293–T(1976. VI.) szabványtervezetekben, ill. az ÉSZKMI 19–77 műszaki irányelvben szereplő szabatosabb tömeg és halmazsűrűség helyett.

A mértékegység megváltoztatásának előkészítése céljából a Kavicsbánya Vállalat megbízta a SZIKKTI Betonosztályát a homokoskavics halmazsúlyának különböző befolyásoló tényezők (nedvességtartalom, szemmegoszlás, tömörítés) melletti vizsgálatával, hogy különböző kavicsstermékeinek térfogati és súly szerinti mennyiségei között megbízható, számszerű összefüggések álljanak rendelkezésre az átszámításhoz [1].

### Az adalékanyag halmazsúlyának és minőségének összefüggése

A túlnyomó részben betonadalék-anyagként felhasznált homokoskavics halmazsúlyának vizsgálatával már az ötvenes évek elején foglalkozott az Építéstudományi Intézetnek egy jelentése [2]. Ennek célja egy olyan egyszerű eszközökkel elvégezhető módszer kidolgozása volt, melynek segítségével az építéshelyeken szitaelemzés nélkül, a halmazsúly alapján minősíthető az adalékanyag.

A téma keretében részletes kísérleteket végeztek, melyek során különböző nedvességtartalmú mintákon vizsgálták

- az adalékanyag szemmegoszlásának hatását a halmazsúlyra,
- különböző minőségű (I., II. és III. osztályú) adalékanyagok halmazsúlyát,
- az adalékanyag maximális szemnagyságának és halmazsúlyának összefüggését.

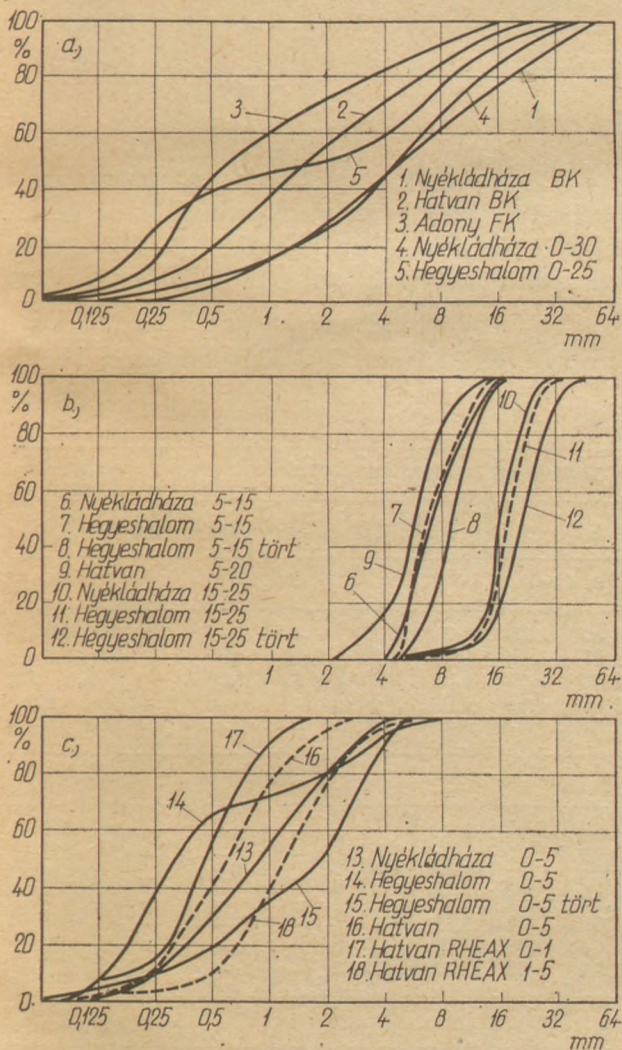
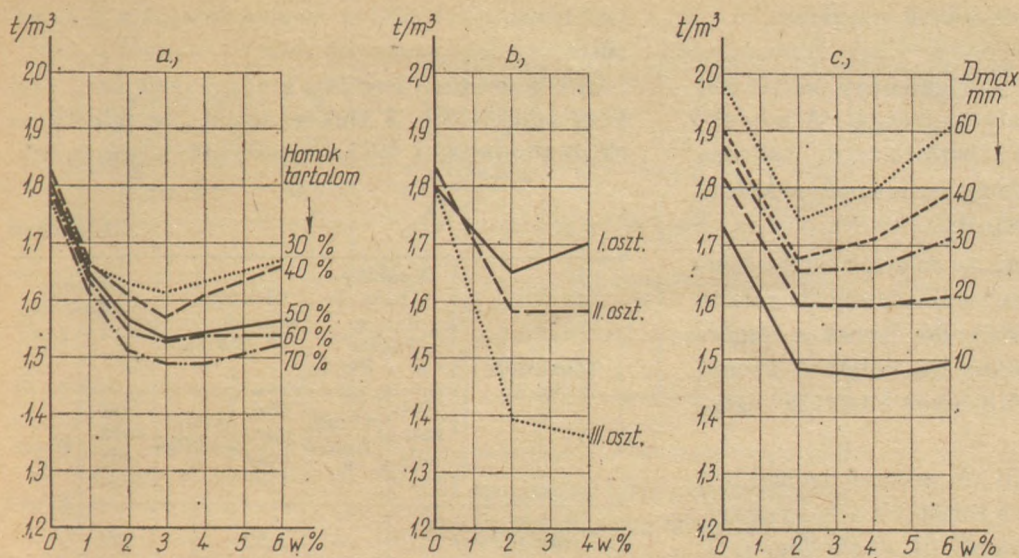
A kísérleteket 8 literes mérőedénybe lazán töltött homokoskavics mintákkal végezték. A vizsgálati eredmények alapján készített diagramokat az 1. ábra szemlélteti. A diagramokból megállapítható, hogy a homoktartalom csökkenésével, ill. a maximális szemnagyság ( $d_{\max}$ ) növekedésével a halmazsúly növekszik, és általában a magasabb halmazsúlyú adalékanyag jobb minőségű.

### Halmazsúly vizsgálatok a nedvességtartalom függvényében

A különböző kavicsstermékek térfogata és súlya közötti összefüggések megállapítása céljából, a Kavicsbánya Vállalat nyékládházi, hegyeshalmi, hatvani és adonyi üzemében vett összesen 18 mintán részletes vizsgálatokat végeztünk. A minták között a KBV valamennyi termékfajtája: bányakavicsok, 0–25 és 0–30 mm-es minőségi kavicskeverékek, osztályozott homok- és kavicsfrakciók, tört kavics és Rheax finom homok termékek szerepeltek.

A minták víztartalmát az MSZ 1991–67 szabvány 5.1 pontja szerint mértük, a szemnagysági megoszlás vizsgálatokat pedig ugyanannak a szabványnak 9.11 pontja szerinti száraz szitaelemzéssel végeztük. A vizsgált anyagok szemmegoszlását a 2. ábra szemlélteti.





A halmazsúly vizsgálatok céljából a lemezre terített teljes (kb. 100 kg-os) mintamennyiségeket természetes száradással, ill. 105 °C-os szárítószekrény segítségével súlyállandóságig szárítottuk.

A száraz mintát lazán egy pontosan 0,04 m<sup>3</sup> térfogatú edénybe (d = Ø380 mm, h = 353 mm) lapátoltuk és vonalzó segítségével a fölös anyagot lehúztuk. Ezután 200 kg méréshatárú ± 0,1 kg pontosságú mérlegen megmértük a súlyát. A mérlegről levéve a homokoskavicsal telt edényt, a közepébe helyezett tűvibrátorral, az anyagot – utántöltés közben – teljesen betömörítettük. Vonalzóval lehúztuk, majd súlyát így is megmértük. Ezután egy 50 l-es szabadesésű betonkeverőbe tettük az anyagot és 2% nedvességtartalomnak megfelelő víz hozzáadásával három percig kevertük. Ezt követően megismételtük a súlymérést az anyag lazán belapátolt, ill. betömörített állapota mellett.

Mérés után hiánytalanul visszalapátoltuk az edény tartalmát a betonkeverőbe és hozzáadtuk a további 2%-nak megfelelő vizet.

Ezt az eljárást homok és homokoskavics esetében addig folytattuk, míg az anyag laza betöltés esetén is fel nem adta a vizet (20–24%). Az 5 mm feletti kavicsfrakciókhoz első lépésként 1% vizet adtunk és a nedvességtartalmat 10%-ig emeltük, bár a gyakorlatban már a 10%-os nedvességtartalom sem fordul elő az osztályozott kavicstermékek esetében.

A kg-ban kapott súlyértékekből a mérőedény súlyát levonva, majd az edény 40 dm<sup>3</sup>-es térfogatával osztva kaptuk a különböző nedvességtartalmakhoz tartozó halmazsúly értékeket kg/dm<sup>3</sup>-ben, azaz t/m<sup>3</sup>-ben.



## A homokoskavics tömörödésének vizsgálata

A homokoskavics tömörsége igen nagy mértékben befolyásolja a halmazsúly nagyságát. A homok- és kavicstermékek lazán betöltött, ill. teljesen betömörített állapotban mért halmazsúlyai között 20–25% eltérések is előfordultak.

Az üzemi gyakorlatban – az értékesítés szempontjából – az „abánya” szállítóeszközbe rakott termék tömörsége a mértékadó. Ennek a tömörségi állapotnak meghatározása céljából üzemi, majd laboratóriumi körülmények között is végeztünk vizsgálatokat.

A nyékládházi, hatvani, és adonyi üzemekben a 40 dm<sup>3</sup>-es mérőedénybe töltöttük a bányakavicsot a vasúti rakodószalagról, ill. a rakodógépből. Az edényben felpúpozódott anyagot vonalzóval lehúztuk, és a 40 dm<sup>3</sup> anyag súlyából számítottuk a bányában járműbe rakott anyag tömörségi állapotának megfelelő halmazsúlyt.

A laboratóriumi tömörödési vizsgálatokat a fenti három bányakavics eredeti nedvességtartalmú mintáival végeztük.

A vasúti rakodószalag magasságának megfelelően 2,5 m magasban 45° dőlésű surrantót helyeztünk el. A surrantóra lapátolt anyagot az alá helyezett mérőedénybe öntöttük, majd az előzőek-

ben ismertetett módon meghatároztuk a halmazsúlyt.

A tömörödés vizsgálati eredményeit az 1. táblázat tünteti fel. A tömörödési %-ot mindig az előző tömörödési fokhoz viszonyítva számoltuk.

1. táblázat

Tömörödés mértéke	Nyékládháza bányakavics w = 3%		Hatvan bányakavics w = 11%		Adony folyami-kavics w = 7%	
	Halmazsúly t/m <sup>3</sup>	tömörödési %	Halmazsúly t/m <sup>3</sup>	tömörödési %	Halmazsúly t/m <sup>3</sup>	tömörödési %
1. Lazán töltve	1,72	–	1,59	–	1,60	–
2. 2,5 m-ről töltve	1,79	4,1	1,72	8,2	1,66	3,8
3. Üzemi rakodás	1,82	1,6	1,75	1,7	1,73	3,0
4. Tömörítve	1,95	7,1	1,91	9,1	1,90	9,8

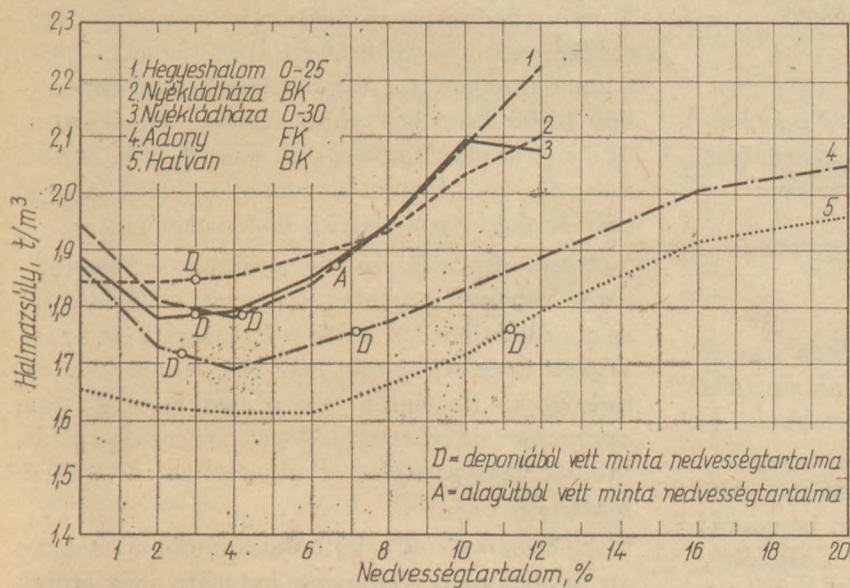
A 2,5 m-es surrantással adódott laboratóriumi tömörödés értékek jól megközelítették az üzemi rakodás állapotát, bár valamivel kisebb tömörséget eredményeztek. Az 1. táblázatban szereplő

2. táblázat

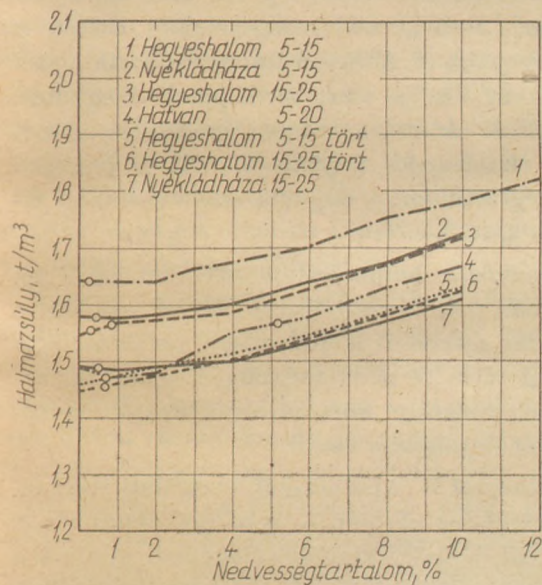
Kavicstermékek halmazsúlya közepes tömörítéssel (abánya) t/m<sup>3</sup>-ben

Megnevezés	Nedvességtartalom %										Minta nedv.-tart. w %	
	0	2	4	6	8	10	12	16	20	24		
<b>I. Osztályozatlan és egy frakcióra osztályozott homokoskavics (3. ábra)</b>												
1. Nyékládháza BK		1,84	1,84	1,85	1,89	1,93	2,03	2,10	–	–	–	3,0
2. Hatvan BK		1,65	1,62	1,61	1,61	1,66	1,71	1,79	1,91	1,96	–	11,3
3. Adony. Foly. K.		1,87	1,73	1,69	1,73	1,77	1,83	1,88	2,00	2,05	–	2,6 7,2
4. Nyékládháza	0–30	1,89	1,78	1,79	1,85	1,94	2,09	2,07	–	–	–	3,0
5. Hegyeshalom	0–25	1,94	1,81	1,78	1,84	1,94	2,08	2,22	–	–	–	4,2 6,6
<b>II. Osztályozott kavics (OK) (4. ábra)</b>												
6. Nyékládháza	5–15	1,58	1,58	1,60	1,64	1,67	1,72	–	–	–	–	0,4
7. Hegyeshalom	5–15	1,64	1,64	1,67	1,70	1,75	1,78	1,82	–	–	–	0,2
8. Hegyeshalom	5–15 tört	1,46	1,49	1,51	1,55	1,55	1,59	1,63	–	–	–	0,1 0,8
9. Hatvan	5–20	1,49	1,48	1,55	1,58	1,63	1,67	–	–	–	–	5,2
10. Nyékládháza	15–25	1,49	1,49	1,50	1,54	1,57	1,61	–	–	–	–	0,5
11. Hegyeshalom	15–25	1,55	1,57	1,59	1,63	1,67	1,72	–	–	–	–	0,3
12. Hegyeshalom	15–25 tört	1,45	1,48	1,50	1,54	1,59	1,63	–	–	–	–	0,6
<b>III. Osztályozott homok (OH) (5. ábra)</b>												
13. Nyékládháza	0–5	1,73	1,60	1,58	1,54	1,56	1,61	1,66	1,86	1,93	–	4,7
14. Hegyeshalom	0–5	1,81	1,57	1,56	1,54	1,57	1,62	1,75	1,89	1,93	–	6,0 14,5
15. Hegyeshalom	0–5 tört	1,61	1,52	1,49	1,50	1,62	1,72	1,79	1,88	1,90	–	5,5
16. Hatvan	0–5	1,67	1,55	1,53	1,50	1,54	1,58	1,62	1,73	1,80	1,86	3,8
17. Hatvan RHEAX	0–1	1,57	1,42	1,37	1,34	1,39	1,42	1,47	1,55	1,65	1,70	3,2
18. Hatvan RHEAX	1–5	1,61	1,54	1,52	1,50	1,54	1,60	1,67	1,74	1,82	1,90	2,7





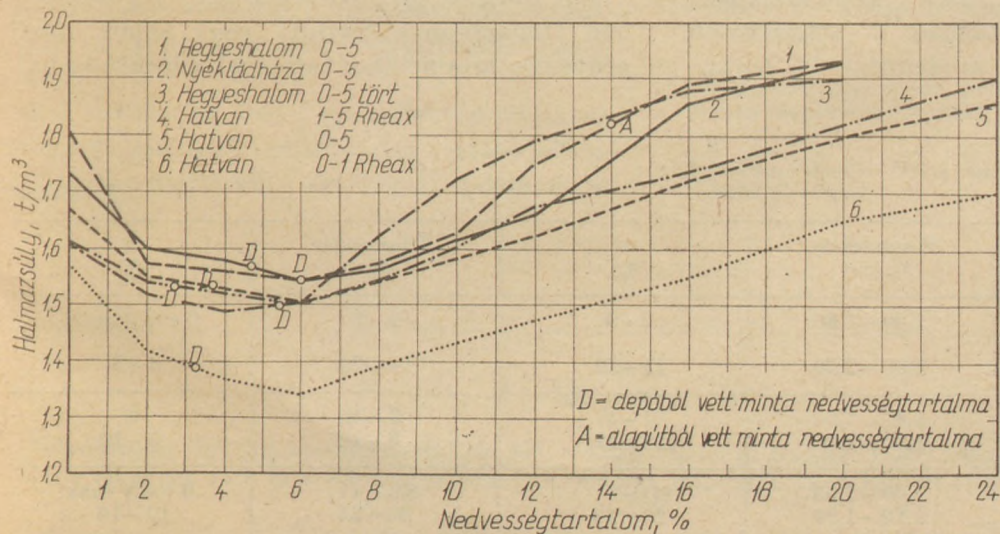
3. ábra. Osztályozatlan és egy frakcióra osztályozott homokoskavics-halmazsúlya átlagos tömörséggel



4. ábra. Osztályozott kavicsfrakciók halmazsúlya átlagos tömörséggel

értékek alapján megállapítható, hogy az üzemi rakodásnak megfelelő tömörödés jól megközelíti a laza és teljesen betömörített állapothoz tartozó értékek számtani közepét. A hosszabb közúti vagy vasúti szállítás után azonban a kavicsstermékek tömörsége már a teljesen betömörített állapotnak felel meg.

A tömörödési vizsgálatok eredményei alapján – az üzemi rakodás utáni tömörségi állapotnak megfelelően – a tonna –  $m^3$  átszámítás alapját képező mértékadó halmazsúly értéket laza és betömörített állapothoz tartozó halmazsúlyok számtani közepeként számítottuk és a 2. táblázatban foglaltuk össze, feltüntetve az üzemi nedvességtartalmakat is. A különböző kavicsstermékek átlagos halmazsúly értékeit a nedvességtartalom függvényében diagram formában szemlélteti a 3. 4. és 5. ábra.



5. ábra. Osztályozott, ill. tört homokosfrakciók halmazsúlya átlagos tömörséggel



## A homokoskavics halmazsúlyát befolyásoló tényezők elemzése

A vizsgálati eredmények elemzése alapján megállapítható, hogy a homokoskavics halmazsúlyát három főbb tényező befolyásolja alapvetően:

- a szemmegoszlás,
- a nedvességtartalom és
- a tömörödés.

A *szemmegoszlás* olyan összefüggésben van a halmazsúllyal, hogy minél folyamatosabban tölti ki az anyag a teret, vagyis minél közelebb áll az I. osztályú adalékanyag összetételéhez, annál nagyobb az egységnyi térfogat súlya (1/b ábra). Ebből következik, hogy az osztályozatlan bányakavicsok, ill. kavicskeverékek halmazsúlya nagyobb, mint a homok- vagy kavicsfrakcióké. Ez az összefüggés érvényesül az ÉTI 1951-es vizsgálati eredményeiben [2] is: a homokoskavics halmazsúlya a kavicshányad, ill. a maximális szemnagyság emelkedésével növekszik (1/a és 1/c ábra). Ezzel a tendenciával magyarázható a nagy finomhomokot tartalmazó hatvani és adonyi kavicsminták átlagosnál alacsonyabb halmazsúlya is. (3. ábra.)

A Kavicsbánya Vállalat termékeit halmazsúlyuk és azok nedvesség hatására bekövetkező változása alapján három fő csoportba soroltuk:

- I. Osztályozatlan és egy frakcióra osztályozott homokoskavicsok,
- II. Osztályozott kavicstermékek,
- III. Osztályozott homoktermékek.

Az I. csoportba tartoznak a bányakavicsok, folyami kavicsok és minőségi kavicskeverékek. A homokoskavicsok kevés nedvesség (0–6%) hatására fellazulnak, térfogatuk a légszáraz állapothoz képest növekszik, ennek következtében halmazsúlyuk csökken: általában 3–5% nedvességtartalomnál érik el a minimumot (3. ábra).

További nedvesség hatására a halmazsúly növekszik egészen a vízzel telített állapotig (12–20%, a homokhányad nagyságától függően). A depóniában tárolt homokoskavics átlagos nedvességtartalma a minták tanúsága szerint 2–7% között változik, ezen a szűk tartományon belül halmazsúlyuk csak viszonylag kis eltéréseket mutat.

A *kavicsfrakciók* csak jelentéktelen vízmennyiséget képesek megkötni, a minták nedvességtartalma általában 1% alatt volt, és a zárt edényben végzett kísérletek során már 10% víztartalomnál telítődtek. Halmazsúlyuk a nedvességtartalom arányában növekszik (4. ábra), szárazanyag tartalmuk viszont ezalatt gyakorlatilag változatlan marad.

A *homokfrakciók* a homokoskavicsokhoz hasonlóan viselkednek. Nedvesség hatására még erőteljesebb térfogatnövekedés lép fel. Halmazsúlyuk általában 5–6% nedvességtartalom esetén a legalacsonyabb (5. ábra). A finomrész tartalomtól függően 20–28% vizet is képesek megkötni. Depóniában tárolva azonban természetes (gravitációs) víztelenedés folytán 3–8% a jellemző nedvességtartalom, a depónia alatti szalagon viszont 14%-ot is elér.

A *tömörödés* halmazsúlynövelő hatásáról az előzőekben már beszámoltunk. Mivel azonban a tömörödés mértékét is jelentősen befolyásolja a szemmegoszlás és nedvességtartalom, a halmazsúlyok elemzésekor mindhárom tényezőt együttesen kell figyelembe venni.

A 3. táblázat – a halmazsúlyvizsgálati eredmények értékelése alapján – a bányakavicsokra, a kavics-, ill. homokfrakciókra jellemző minimális és maximális halmazsúly és tömörödés értékeket tünteti fel, mindkét esetben megjelölve a nedvességtartalom (W) értékeit is.

A 3. táblázat jól érzékelteti, hogy a gyakorlatban általánosan előforduló, vagy ahhoz közeli nedvességtartalmakhoz tartoznak a legkisebb hal-

3. táblázat

Termékcsoport	Halmazsúly t/m <sup>3</sup>	w %	Tömörödés %	w %
I. Bányakavicsok, homokoskavics keverékek	min.	1,60 – 1,80	2 – 4	0 vagy max.
	max.	2,00 – 2,20	12 – 20	6 – 8
II. Osztályozott kavicsfrakciók	min.	1,45 – 1,60	0 – 1	0
	max.	1,60 – 1,80	10 – 12	6 – 10
III. Osztályozott homokfrakciók	min.	1,50 – 1,55	(4) – 6	0 vagy max.
	max.	1,80 – 1,93	20 – 24	10 – 16



Termék megnevezése	Nedvesség tartalom %	Halmazsúly, $\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>				Száranyag tartalom $\gamma_{sz}$ t/m <sup>3</sup>			
		min.	max.	átl.	kerekített átlag	min.	max.	átl.	kerekített átlag
Bányakavics, kavicskeverékek	2	1,73	1,84	1,79	1,80	1,70	1,80	1,75	1,70
	5	1,71	1,87	1,79		1,63	1,78	1,71	
	7	1,75	1,91	1,83		1,64	1,79	1,72	
Osztályozott kavics 5–15 mm	0	1,58	1,64	1,61	1,60	1,58	1,64	1,61	1,60
	1	1,57	1,64	1,61		1,55	1,62	1,59	
Osztályozott kavics 15–25 mm	0	1,49	1,55	1,52	1,50	1,49	1,55	1,52	1,50
	1	1,48	1,57	1,53		1,47	1,55	1,51	
Törtkavics 5–25 mm	0	1,45	1,46	1,46	1,50	1,45	1,46	1,46	1,50
	1	1,46	1,47	1,47		1,45	1,46	1,46	
Osztályozott homok 0–5 mm	3	1,50	1,60	1,55	1,60	1,50	1,57	1,54	1,50
	8	1,54	1,62	1,58		1,43	1,50	1,47	
	14	1,68	1,84	1,76		1,47	1,62	1,54	

mazsúlyok, míg a telített víztartalom közelében fellépő maximális halmazsúlyok gyakorlatilag alig fordulnak elő, legfeljebb a szállítóeszközök megengedett terhelésének figyelembe vétele szempontjából van jelentőségük.

A 3. táblázatban szereplő tömörödés értékek a vizsgált anyagok laza és tömör állapota között %-ban kiszámított különbségek.

Mivel az üzemi gyakorlatban a laza állapot nem fordul elő – hiszen a járműbe rakott anyag tömörségének közelítően a laza és betömörített állapot számtani közepe felel meg –, a gyakorlatilag számításba veendő tömörödés a táblázatban megadott értékeknek csak mintegy felét éri el. A vizsgálati eredmények értékelésének célja, hogy a mértékegység megváltoztatásához szükséges térfogati és súly szerinti egységek között számszerű összefüggéseket szolgáltatson, melyek segítségével a m<sup>3</sup>–tonna átszámítás kellő pontossággal elvégezhető. Ennek érdekében meghatároztuk a különböző kavicstermékek köbméterenkénti szárazanyag tartalmát is a nedvességtartalom függvényében.

A 4. táblázat az üzemi gyakorlatban általában előforduló nedvességtartalmakhoz tartozó jellemző átlagos halmazsúly értékeket, valamint az

ezekből számított szárazanyag tartalmakat tünteti fel.

Összefoglalva megállapítható, hogy a homok- és kavicsminták különböző befolyásoló tényezők függvényében végzett vizsgálata lehetővé tette az üzemi állapotnak megfelelő nedvességtartalom és tömörödés melletti halmazsúlyok kielégítő pontosságú meghatározását, a vizsgálati eredmények tehát megbízható alapot szolgáltatnak a különböző kavicstermékek térfogatának és súlyának átszámításához, a homokoskavics mértékegységnek m<sup>3</sup>-ről tonnára változtatásához.

#### IRODALOM

- [1] Udvardy J. – Urbán Z.: Homokoskavics mértékegységnek változtatása m<sup>3</sup>-ről tonnára SZIKKTI V – 4657/76. sz. kutatási jelentés; Bpest, 1977. június  
 [2] Székely Ádám: Építéshelyi vizsgálati módszerek ÉTI jelentés kézirat. Bpest, 1951.

Удварди, Я.—Урбан, З.: Измерение насыпного веса песчаного гравия

Udvardy, János—Urbán, Zoltán: Untersuchung des spezifischen Haufwerksgewichtes von Kiessand

Udvardy, János—Urbán, Zoltán: Determination of Bulk Weight of Gravel

#### Helyreigazítás

Folyóiratunk 1977. 8. számának 343. és 344. oldalán Ádámosi György: Gyári betonok szilárdságellenőrzése című cikkében az 1. és 4. ábra rajza sajnálatos módon felelerőződött. A hibáért elnézést kérünk.



# A világ szilikátiparából

## Angol segítséggel öblösüveggyár épül Nigériában

Az angol Metal Box Ltd., London cég Nigériában 10 millió £ ráfordítással öblösüveggyárat épít. A konszern ezzel bizonyítja, hogy a fémdobozba való csomagolás mellett az üvegben is lát jövőt. A beruházástól igen gyors megtérülést várnak. (Glastechnische Berichte 1977. szeptember)

## Berendezés hulladéküveg feldolgozására

Az üveghulladék és üvegcserep újrafeldolgozásával kapcsolatos viták ellenére újabb berendezéseket kínálnak hulladéküvegnek üveggyári feldolgozásra való előkészítésére. A Zippe KG., Marktheidenfeld nyugatnémet gyár 20 t/h át-bocsátású feldolgozó gépsort kínál, melyben az üveggel beérkező alumínium (kupakok) 98%-át és a vas (kupakok, csatok stb.) 99%-át különválasztják az üvegtől. A színes és fehér üveg szétválasztására mindenesetre csak a kézi válogatást tudják ajánlani, ami a nyugati nagy órabérek mellett elég kérdésessé teszi a berendezés gazdaságos üzemeltetését.

(Glastechnische Berichte 1977. szeptember)

## Új síküveggyár épül Kanadában

A PPG Industries Inc. és a Canadian Pittsburgh Industries (CPI) a kanadai Owen Sound (Ontario állam) környékét választották új síküveggyáruk telephelyéül. Az 1978 második felében induló gyár kapacitása 600 t/nap, több mint ötszáz

dolgozót foglalkoztat és beruházási költsége 30 millió \$. (American Ceramic Society Bulletin 1977. július)

## Szilikátipari folyóirat megszűnése az NSZK-ban

1977 május/június-i számával befejezte működését a „Tonindustrie-Zeitung und Keramische Rundschau” A megszűnés oka dr. Hans Lehmann professzornak, a lap társulajdonosának súlyos betegsége.

Ezzel a kerámiai szakirodalom jó, időszerű cikkeket hozó szakfolyóirattal lett szegényebb. (Glastechnische Berichte 1977. szeptember)

## Bizakodó a nyugatnémet üvegipar

A DELOG-DETAG, Gelsenkirchen elhatározta, hogy az oberpfalzi Weiherhammerban megépíti harmadik úsztatottüveg gyárát ugyan- csak 600 t/nap kapacitással.

A Gerresheimer Glas AG. az 1975/76. elszámolási évben elhagyta a veszteséges zónát. A folyó üzleti év első felében 5%-al emelkedett az öblösüvegtermelés.

A svéd PLM konszernhez tartozó Glashütte Münder GmbH. erősen küzd a konkurenciával. Ennek ellenére 1976-ban 5,3 millió DM-t fordított beruházásra, amiből 3,6 milliót használtak fel kemencék felújítására. 1977-ben 3 millió DM beruházási összegből 1 milliót fordítanak kemencefelújításra.

A Grünzweig-Hartmann AG., Ludwigshafen cég 1976-ban 18,1 millió DM-et biztosít az üvegszálgártás korszerűsítésére. (Glastechnische Berichte 1977. szeptember)

## Fejlesztési irányzat a CSSR, RNK és LNK cementiparában

Mindhárom KGST országban jelentősen fejlesztik a cementipart, hogy a tervelőirányzatokban rögzített építőipari feladatokat maradéktalanul teljesíteni lehessen.

### CSSR

Turna-ban (Szlovákia) 1974 évben 770 et/év kapacitású cementgyár indult, beruházási költsége 800 millió cseh korona volt. Ezzel az ország cementtermelése 1974-ben 8,97 millió tonnára emelkedett.

1975-ben kezdték el a Prachovice-i gyár építését, az üzembehelyezést 1980-ra tervezik. Teljes termelési kapacitása 1,2 millió t/év lesz. Ezzel Csehszlovákia cementben önállóvá válik. Az új gyár száraz eljárással dolgozik.

### RNK

A román cementtermelés az 1970–75-ös tervidőszakban 41,8%-al nőtt. 1975-ben a termelés elérte a 11,5 millió tonnát. 1974 évben lépett üzembe a Floghiz-i építőanyagkombinát 2,5 millió t/év cementgyártási kapacitásával. Az üzem száraz eljárással dolgozik. 1975-ben indult a Targul Jiu-i gyár 320 et/év kapacitással.

A Fieni-i gyárat az 1976–80-as tervidőszakban új 800 t/nap teljesítményű kemencével bővítik, továbbá 3000 t/nap teljesítményű kemence építése is kezdődik.

Románia tervezett cementgyártási kapacitása 1980-ra évi 20 millió t lesz.

### LNK

A lengyel cementtermelés 1975-ben 52%-al volt magasabb az 1970 évi termelésnél és 18,6 millió tonnát ért el. Az 1971–74 éves tervidőszakban 6 új gyárat helyeztek üzembe.

1975-ben szovjet segítséggel elkezdődött a kb 2,5 millió t/év kapacitású Gorazdze-i gyár építése (száraz eljárással üzemel). Eddig csak Noviny II. és Malogoszcz gyárjai dolgoztak száraz eljárással. Ugyan- csak száraz eljárással üzemel majd az 1977-ben induló 2,5 millió t/év kapacitású Ozarov-i gyár is.

1980-ra a lengyel cementtermelés a tervek szerint eléri a 30 millió tonnát.

(Silikattechnik 1977. 7–8. sz.)



## ÉPÍTŐANYAG 1977. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

## 1. szám

Szentmártony Gusztáv: Az építőanyagipari termelés fejlesztési feladatai 1977-ben .....	1
Konferencia hírek .....	4
Mátrai József: Habüveg granulátum előállítása perlitből és pumicitből .....	5
<b>Dr. Grofcsik János</b> .....	12
Tóth Árpád – Fehér István: Építőanyagok természetes radioaktivitásának gammaspektrometriás vizsgálata .....	13
Lenkei Mária – Wojnárovits Lászlóné: Kaolinitbázisú nyersanyagok diszpergálásának scanning elektronmikroszkópos vizsgálata .....	18
Kónya Calvin József – Földesi János: Kőbányászati robbantások tervezése nagytérű nyújtott töltetekkel .....	22
Hlavay József – Inczedy János: Szilikát, ásványok mechanokémiai aktivitásának vizsgálata infravörös spektroszkópiás módszerrel. I. rész .....	29
<b>Mészáros Zoltán</b> .....	35
Woldemar A. Weyl díj .....	35
A világ szilikátiparából .....	37
Lapszemle .....	36, 39
Egyesületi élet .....	40
Könyvszemle .....	40

## 2. szám

Lenkei Mária: Atomizerporból készített korongos masszák reológiai vizsgálata .....	41
Hlavay József – Inczedy János: Szilikátásványok mechanokémiai aktivitásának vizsgálata infravörös spektroszkópiás módszerrel II. rész .....	45
Mattyasovszky Zsolnay Tamás: A szárítási sebesség hatása a száraz termék tulajdonságaira .....	50
Kolostori János: Optimális golyótöltés cementipari körfolyamatos őrlés esetén .....	53
Csutor János: A hengerelt vasbetoncsövek gyártástechnológiájának mechanikája .....	56
Kohányi István: Földgáztüzelésű fazekaskemencék .....	66
Angliai Intereramex '76 kiállítás .....	69
Egyesületi élet .....	52, 78
A világ szilikátiparából .....	49, 68, 78
Gyárexport 45 millió rubelért .....	76
Lapszemle .....	72, 79
XI. Szilikátkémiai ankét .....	73
Szabó Erzsébet kiállítása .....	74

## 3. szám

Trefil István: Előszó .....	81
Székely István – Kolostori János: A cement-, mész- és azbesztcementipar fejlesztési tendenciái .....	82
Csekme István: Új korszerű téglaiipari gyártmányok .....	98
Karacs Gábor: A Finomkerámiaipari Művek műszaki- és gazdasági célkitűzései az V. ötéves terv időszakában .....	108
Szalontay Károly: Az Üvegipari Művek fejlesztési célkitűzései az V. ötéves tervben .....	115
Fehér Antal – Czeiner Nándor – Császár Zoltán: Számítógépes mozgó laboratórium a szilikátiparban .....	127
Gecsényi Gyula: Fejlesztési célkitűzések a Beton- és Vasbetonipari Műveknél az V. ötéves terv időszakában .....	130
Hámos Gusztáv: A betonkavics termelés fejlődése .....	143
Fekete László: Az RMK 120/80 típusú röpitőtörőről szerzett üzemi tapasztalatok .....	150

Daragó István – Mészáros István: Az Északmagyarországi Kőbánya Vállalatnál megoldott és az V. ötéves tervben megoldásra váró automatizálási problémák .....	156
Egyesületi élet .....	160
Konferencia hírek .....	B/3

## 4. szám

Szilikátipari Tudományos Egyesület X. Közgyűlése .....	161
A SzTE X. Közgyűlésének határozatai .....	171
Lőcsei Béla: ZrO <sub>2</sub> koncentráttummal öntött kádkövek Kitüntettjeink .....	175
Svoboda Vilmos: Konduktív szárítás a nagyfeszültségű porcelán szigetelőgyártásban .....	176
Boszilkov Vladimir: Az ipari hulladékanyagok felhasználhatóságának vizsgálata padlóburkolólapok gyártására .....	185
Moser Miklós: Alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszöveve .....	189
György Józsefné: Szilikátok bóroxidtartalmának gyors meghatározása .....	194
Együttműködési megállapodás .....	197
Egyesületi élet .....	184, 188, 198
Lapszemle .....	193, 200

## 5. szám

Tamás Ferenc – Sarkar, A. K. – Roy, D. M.: Változó hatása megszilárdult cement szililezési termékeire .....	201
Nagy Mihályné: A portlandcement gipsztartalma és egyes tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata .....	209
Gyarmati Györgyi: Dolomit tűzállóanyag előállítása hazai ércekből különös tekintettel a konverteres acélgártás követelményeire .....	216
Konferencia hírek .....	220
Bálint Pál: Majolika nyersgyártmányok gyors-szártásának lehetőségei .....	221
Egyesületi élet .....	224
Moser Miklós: Alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszöveve .....	225
Könyvismertetés .....	230
Puchner Ferenc: A Dorogi Szénbánya Vállalat gépei a kavicsbányászatban .....	231
Grosch Béla: A porcelánszigetelők mechanikai szilárdságának növelése .....	236
Lapszemle .....	238

## 6. szám

Kacsalova Lídia: A bayerit hevítésekkel keletkező alumínium-oxid modifikációk kristályosodásának és textúrájának összefüggései .....	241
Mátrai József: A proton téglák gyártástechnológiájáról és műszaki jellemzőiről .....	246
Pethő Szilveszter – Ortutay Miklós: A szétválasztási műveletek minősítése .....	254
Juhász Zoltán: Szilárd építőanyagok csoportosítása, belső-morfológiájuk alapján .....	259
Balláné Csáki Ida: Téglagyagok reológiai vizsgálata az agyagok plaszticitásának jellemzésére .....	270
Csetényi József: Néhány szempont az őrlőtestek helyes megválasztásához .....	274
Palotás László: Hozzászólás Juhász Zoltán „Szilárd építőanyagok csoportosítása a belső-morfológiájuk alapján” c. cikkéhez .....	278
A világ szilikátiparából .....	253, 280



## 7. szám

<i>Tóth Kálmán – Losonczy Géza</i> : A hőszigetelőanyaggyártás és felhasználás új tendenciái . . . . .	281
<i>Danjusevszkij, V. Sz. – Csao Pin-Huan – Karimov, N. H. – Gubkin, N. N.</i> : A cementpép duzzadásának vizsgálata a szilárdulás korai szakaszában . . . . .	289
<i>Lukács András</i> : Égetési folyamat és massaösszetétel összefüggései a kőanyag padlóburkolólap gyártásánál . . . . .	292
<i>Gallyas Miklós – Wagner Endre</i> : Reaktív máz és alapmáz közötti diffúzió tanulmányozása radioizotópos módszerrel . . . . .	299
<i>Kolostori János</i> : Összefüggés az örlemény átlagos tartózkodási ideje és a malmok főbb jellemzői között . . . . .	305
<i>Moser Miklós</i> : Alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszövege . . . . .	309
<i>Molnár László</i> : A Hollóházi Porcelángyár technológiai és művészeti fejlődése . . . . .	376
Konferencia hírek . . . . .	291
Lapszemle . . . . .	298, 308, 315, 320
Könyvismertetés (dr. Sikota Győző) . . . . .	B/3

## 8. szám

<i>Pethő Szilveszter</i> : Körfolyamatos golyósmalmok előre- csatolásos folyamatirányítási rendszere . . . . .	321
<i>Juhász Zoltán – Timár Miklós – Adamis Zoltán</i> : Me- chanikai energiával aktivált szilikátásványok ha- tása makrográfok TTC-redukciójára . . . . .	327
Egyesületi élet . . . . .	332
<i>Kertész Pál</i> : A kő- és kavicsipari nyersanyagok kutá- tásának története a felszabadulásig . . . . .	333
<i>Ádámosi György</i> : Gyári betonok szilárdságellenőr- zése . . . . .	340
Pályázati felhívás . . . . .	347
<i>Baksutov, V. Sz. – Csao Pin-Huan – Tolsztyh, I. F. – Al-Vardi, H.</i> : Az őrlés minőségének ellenőrzése kü- lönleges mélyfűrési cementek gyártásakor . . . . .	348
<i>Ligetfi Imre</i> : A nemzetközi mértékegységrendszer ha- zai bevezetése . . . . .	352
<i>Gálos Miklós</i> : Az építési kőanyagok új szabványrend- szere . . . . .	355
Kitüntetettjeink . . . . .	326, 358
A világ szilikátiparából . . . . .	359
Lapszemle . . . . .	357, 360

## 9. szám

<i>Talabér József</i> : A szilikátipar energiakérdései . . . . .	361
<i>Déri Márta</i> : Vizsgálati módszerek jelentősége a szili- kátiparban . . . . .	368
<i>Kacsalova Lidia – György József</i> : Szerkezeti változá- sok az alumínium-hidroxidban a fizikailag adszor- beált víz eltávolításakor . . . . .	373
<i>Talabér József – Zakar Pál – Träger Tamás</i> : Bitumen szerkezeti vizsgálatok elektronmikroszkóppal . . . . .	378
Pályázati felhívás . . . . .	381
<i>Kiss Róbert – Beidek András</i> : Durvakeramiai ipari kamrás műsárító üzemeltetésének javítási lehető- ségei . . . . .	382

<i>Sztankovics László</i> : A kalcinálási körülmények hatása az alumínium-oxid őrlhetőségére és zsugorodására . . . . .	386
<i>Ujhelyi János</i> : Ankét az ÉSZKMI 19 – 77 számú új betonkészítési irányelvekről . . . . .	394
Egyesületi élet . . . . .	372, 393
Konferencia hírek . . . . .	377, 400

## 10. szám

<i>Vogel Ruprecht</i> : Új termelőeszközök kihasználható- sága a felfutás időszakában . . . . .	401
<i>Kolostori János</i> : Az őrlhetőségi tulajdonságok ha- tása a golyósmalmok őrlőtestösszetételére . . . . .	407
<i>Lizák József – Schäffer József</i> : Cementipari őrlőgo- lyók mechanikai vizsgálata . . . . .	413
<i>Göll, G. – Helfricht, R.</i> : Kőzetek aprításának folya- matmodelljezése . . . . .	416
<i>Horovitz János</i> : Kísérletek betonfolyósítóval . . . . .	428
<i>Kápolnai Iván</i> : A francia kerámiai ipar . . . . .	431
Egyesületi élet . . . . .	406
Ütibeszámoló . . . . .	412
A világ szilikátiparából . . . . .	430, 439
Lapszemle . . . . .	440

## 11. szám

<i>Kovács Róbert</i> : A szovjet cementipar 60 éves fejlődése . . . . .	443
<i>Heggyiné, Pakó Júlia – Wojnárovits Lászlóné</i> : Dolomi- tok scanning elektronmikroszkópia vizsgálata . . . . .	453
<i>Nagy Mihályné – Udvardi Miklós</i> : Természetes gipsz- kövek szennyező ásványainak mennyiségi megha- tározás röntgen diffrakciós fázisanalízissel . . . . .	457
<i>Bodócs János</i> : Kromit téglák előállítására és üvegipari alkalmazása . . . . .	461
<i>Buszta, Andrej</i> : Betonadalékanyagok száraz osztá- lyozásának új módszere . . . . .	466
<i>Kalmár Istvánné – Puskás Béláné</i> : Keménypadlók koporétegének adalékanyaga . . . . .	468
<i>Földesi János</i> : Robbantólukátmérő és fajlagos jö- vesztési költség összefüggése kőbányászatban . . . . .	475
A világ szilikátiparából . . . . .	452, 479
Konferencia hírek . . . . .	460, 480
Lapszemle . . . . .	467
Ütibeszámoló . . . . .	474

## 12. szám

<i>Beke Béla</i> : A finomörlés perspektívája . . . . .	481
<i>Nagy Géza</i> : Lakóépületek kéményeihez használt épí- tőanyagok kémiai elhasználódásának vizsgálata és a korrózió csökkentésének lehetőségei . . . . .	489
<i>Wojnárovitsné, Hrapka Ilona</i> : A szervesetlen szálas- anyagok, ezenkívül a bazaltgyapot szerkezeti jel- lemzőinek vizsgálata. I. . . . .	498
<i>Medgyesi Iván – Amrich László</i> : A betonkorrózió- kutatás új vizsgálati rendszere és az elért eredmé- nyek. I. . . . .	504
<i>Udvardy János – Urbán Zoltán</i> : A homokoskavics hal- mazsúlyának vizsgálata . . . . .	510
Lapszemle . . . . .	488, 497
A világ szilikátiparából . . . . .	509, 516

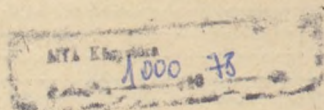


# NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Adamis Zoltán – Juhász Zoltán – Timár Miklós	anyagvizsg.	8	327
Al-Vardi, H. – Baksutov, V. Sz. – Csao Pin-Huan, – Tolsztüh, I. F.	cement	8	348
Amrich László – Medgyesi Iván, I.	anyagvizsg.	12	504
Ádámosi György	beton	8	340
Baksutov, V. Sz. – Csao Pin-Huan, – Tolsztüh, I. F. – Al Vardi, H.	cement	8	348
Balláné Csáki Ida	durvakerámia	6	270
Bálint Pál	finomkerámia	5	221
Beidek András – Kiss Róbert	durvakerámia	9	382
Beke Béla	őrléstechnol.	12	481
Bodócs János	üvegipar	11	461
Boszilkov Vladimir	anyagvizsgál.	4	185
Buszta, Andrzej	kő-kavicsipar	11	466
Czeiner Nándor – Császárs Zoltán – Fehér Antal	anyagvizsg.	3	127
Csao Pin-Huan, – Karimov, N. H. – Gubkin, N. N. – Danjusevszkij, V. Sz.	cement	7	289
Csao Pin-Huan, – Tolsztüh, I. F. – Al-Vardi, H. – Baksutov, V. Sz.	cement	8	348
Császárs Zoltán – Fehér Antal – Czeiner Nándor	anyagvizsgál.	3	127
Csekme István	durvakerámia	3	98
Csetényi József	őrléstechnol.	6	274
Csutor János	beton	2	56
Danjusevszkij, V. Sz. – Csao Pin-Huan, – Karimov, N. H. – Gubkin, N. N.	cement	7	289
Daragó István – Mészáros István	kő-kavicsipar	3	156
Déri Márta	szilikátkémia	9	368
Fehér Antal – Czeiner Nándor – Császárs Zoltán	anyagvizsg.	3	127
Fehér István – Tóth Árpád	anyagvizsg.	1	13
Fekete László	kő-kavicsipar	3	150
Földesi János – Kónya Calvin József	kő-kavicsipar	1	22
Földesi János	kő-kavicsipar	11	475
Gallyas Miklós – Wágner Endre	anyagvizsg.	7	299
Gálos Miklós	kőbányászat	8	355
Gecsényi Gyula	beton	3	130
Göll, Gerd – Helfricht, Rolf	kő-kavicsipar	10	416
Grosch Béla	finomkerámia	5	236
Gubkin, N. N. – Danjusevszkij, V. Sz. – Csao Pin-Huan, – Karimov, N. H.	cement	7	289
Gyarmati Györgyi	tűzállóanyag	5	216
György József – Kacsalova Lídia	anyagvizsgálat	9	373
György Józsefné	anyagvizsgálat	4	194
Hámos Gusztáv	kő-kavicsipar	3	143
Hegyiné Pakó Júlia – Wojnárovits Lászlóné	anyagvizsgálat	11	453
Helfricht, Rolf – Göll, Gerd	kő-kavicsipar	10	416
Hlavay József – Inczedy János I.	anyagvizsgálat	1	29
Hlavay József – Inczedy János II.	anyagvizsgálat	2	45
Horovitz János	beton	10	428
Inczedy János – Hlavay József I.	anyagvizsgálat	1	29
Inczedy János – Hlavay József II.	anyagvizsgálat	2	45
Juhász Zoltán	anyagvizsgálat	6	259
Juhász Zoltán – Timár Miklós – Adamis Zoltán	anyagvizsgálat	8	327
Kacsalova Lídia	anyagvizsgálat	6	241
Kacsalova Lídia – György József	anyagvizsgálat	9	373
Kalmár Istvánné – Puskás Béláné	beton	11	468
Karacs Gábor	finomkerámia	3	108
Karimov, N. H. – Gubkin, N. N. – Danjusevszkij, V. Sz. – Csao Pin-Huan	cement	7	289
Kápolnai Iván	finomkerámia	10	431
Kertész Pál	kőbányászat	8	333
Kiss Róbert – Beidek András	durvakerámia	9	382
Kohányi István	finomkerámia	2	66
Kolostori János	őrléstechnol.	2	53
Kolostori János – Székely István	cement	3	82
Kolostori János	őrléstechnol.	7	305
Kolostori János	őrléstechnol.	10	407
Kónya Calvin József – Földesi János	kő-kavicsipar	1	22
Kovács Róbert	cement	11	443
Lenkei Mária – Wojnárovits Lászlóné	anyagvizsgál.	1	18
Lenkei Mária	anyagvizsgál.	2	41
Ligeti Imre	szabványügy	8	352
Lizák József – Schäffer József	őrléstechnol.	10	413
Losonczy Géza – Tóth Kálmán	szigetelőanyag	7	281
Lőcsei Béla	tűzállóanyag	4	172
Lukács András	finomkerámia	7	292
Mattyasovszky Zsolnay Tamás	finomkerámia	2	50
Mátrai József	üvegipar	1	5



Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Mátrai József	durvakerámia	6	246
Medgyesi Iván – Amrich László I.	beton	12	504
Mészáros István – Daragó István	kő-kavicsipar	3	156
Molnár László	finomkerámia	7	316
Moser Miklós	anyagvizsgálat	4	189
Moser Miklós	anyagvizsgálat	5	225
Moser Miklós	anyagvizsgálat	7	309
Nagy Géza	anyagvizsgálat	12	489
Nagy Mihályné	cement	5	209
Nagy Mihályné – Udvardi Miklós	anyagvizsgálat	11	457
Ortutay Miklós – Pethő Szilveszter	órléstechnológ.	6	254
Palotás László	építőanyagipar	6	278
Pethő Szilveszter – Ortutay Miklós	órléstechnológ.	6	254
Pethő Szilveszter	órléstechnológ.	8	221
Puchner Ferenc	kő-ka.csipar	5	231
Puskás Béláné – Kalmár Istvánné	beton	11	468
Roy, D. M. – Tamás Ferenc – Sarkar, A. K.	anyagvizsgálat	5	201
Sarkar, A. K. – Roy, D. M. – Tamás Ferenc	anyagvizsgálat	5	201
Svoboda Vilmos	finomkerámia	4	176
Schäffer József – Lizák József	órléstechnológ.	10	413
Szalontay Károly	üvegipar	3	115
Szentmártony Gusztáv	építőanyagipar	1	1
Székelly István – Kolostori János	cement	3	82
Sztankovics László	anyagvizsgálat	9	386
Talabér József	szilikátipar	9	361
Talabér József – Zakar Pál – Träger Tamás	anyagvizsgálat	9	378
Tamás Ferenc – Sarkar, A. K. – Roy, D. M.	anyagvizsgálat	5	201
Timár Miklós – Adamis Zoltán – Juhász Zoltán	anyagvizsgálat	8	327
Tolsztüh, I. F., – Al-Vardi, H. – Baksutov, V. Sz. – Csao Pin-Huan	cement	8	348
Tóth Árpád – Fehér István	anyagvizsgálat	1	13
Tóth Kálmán – Losonczy Géza	hőszigetelőanyag	7	281
Träger Tamás – Talabér József – Zakar Pál	anyagvizsgálat	9	378
Trefil István	előszó	3	81
Udvardi Miklós – Nagy Mihályné	anyagvizsgál.	11	457
Udvardy János – Urbán Zoltán	kő-kavicsipar	12	510
Újhelyi János	beton	9	394
Urbán Zoltán – Udvardy János	kő-kavicsip.	12	510
Vogel Ruprecht	közgazdaság	10	401
Wagner Endre – Gallyas Miklós	anyagvizsg.	7	299
Wojnarovits Lászlóné – Lenkei Mária	anyagvizsg.	1	18
Wojnarovits Lászlóné – Hegyiné Pakó Julia	anyagvizsg.	11	453
Wojnarovitsné Hrapka Ilona I.	anyagvizsg.	12	498
Zakar Pál – Träger Tamás – Talabér József	anyagvizsg.	9	378





# PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

## a Szilikátipari Tudományos Egyesület „Petrik Lajos” pályadíjára

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alábbi témakörökben:

1. A termelékenység növelése az üzem és munkaszervezés útján. Különös súllyal az anyag- és árumozgatás terén elérhető létszám-megtakarításra.
2. A gazdaságos termékszerkezet kialakítását elősegítő technológiai fejlesztésre vonatkozó javaslat.
3. Anyag- és energiatakarékosságra vonatkozó javaslat.
4. Hazai nyersanyagok fokozottabb mérvű használata a tőkés import csökkentése érdekében.
5. A termékek minőségét javító, esztétikai megjelenését növelő technológiai változásokra vonatkozó javaslat.
6. Javaslatok kidolgozása a jelenlegi technikai felkészültségünk mellett gazdaságosan alkalmazható folyamatszabályozási és automatizálási módszerekre.
7. Környezetvédelmet szolgáló javaslatok.

Az Egyesület elnöksége az alábbiakra hívja fel a pályázók figyelmét:

1. A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.
2. Pályázni csak „Petrik Lajos” pályázatra készített, önálló, eddig nem publikált munkával lehet.

3. A publikálás elsődleges joga az Egyesületet illeti meg.

4. Pályázni mind egyéni, mind csoportosan (kollektíva által) kidolgozott pályaművekkel lehet.

A pályamunkákat két példányban kell a szabványnak megfelelő (25 soros) ritkán gépelt oldalakon – ábrajegyzékkel – beküldeni az Egyesület titkárságára.

A pályamunkán fel kell tüntetni a pályázó nevét, címét, munkahelyét.

Pályadíjak:

kiemelkedő teljesítményért	10 000, – Ft
I. fokozat	6 000, – Ft
II. fokozat	4 000, – Ft
III. fokozat	3 000, – Ft

A díjazásban nem részesülő pályaművek közül a bíráló bizottság a legjobbakat pénzjutalomban részesítheti. Az egyes vállalatok, intézmények a számukra értékes tanulmányokat külön díjazhatják.

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát visszatartsa vagy megossza.

A pályamű beküldési határideje:

**1978. augusztus hó 15.**

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

1368 Budapest VI., Anker köz 1 – 3.

Telefon: 226-497

*Felelős kiadó:*

Siklósi Norbert

*Kiadja:*

Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11.

Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Postafiók 223.

77/5138. Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírap Irodánál (KHI. 1900 Budapest, V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215 – 96 162 postaforgalmi jelzőszámára. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P.O.B. 140. Budapest, 62. Előfizetési díj: negyedévre: 22,50 Ft, félévre: 45, – Ft, egyesszámok ára: 7,50 Ft.

Index: 25 250



