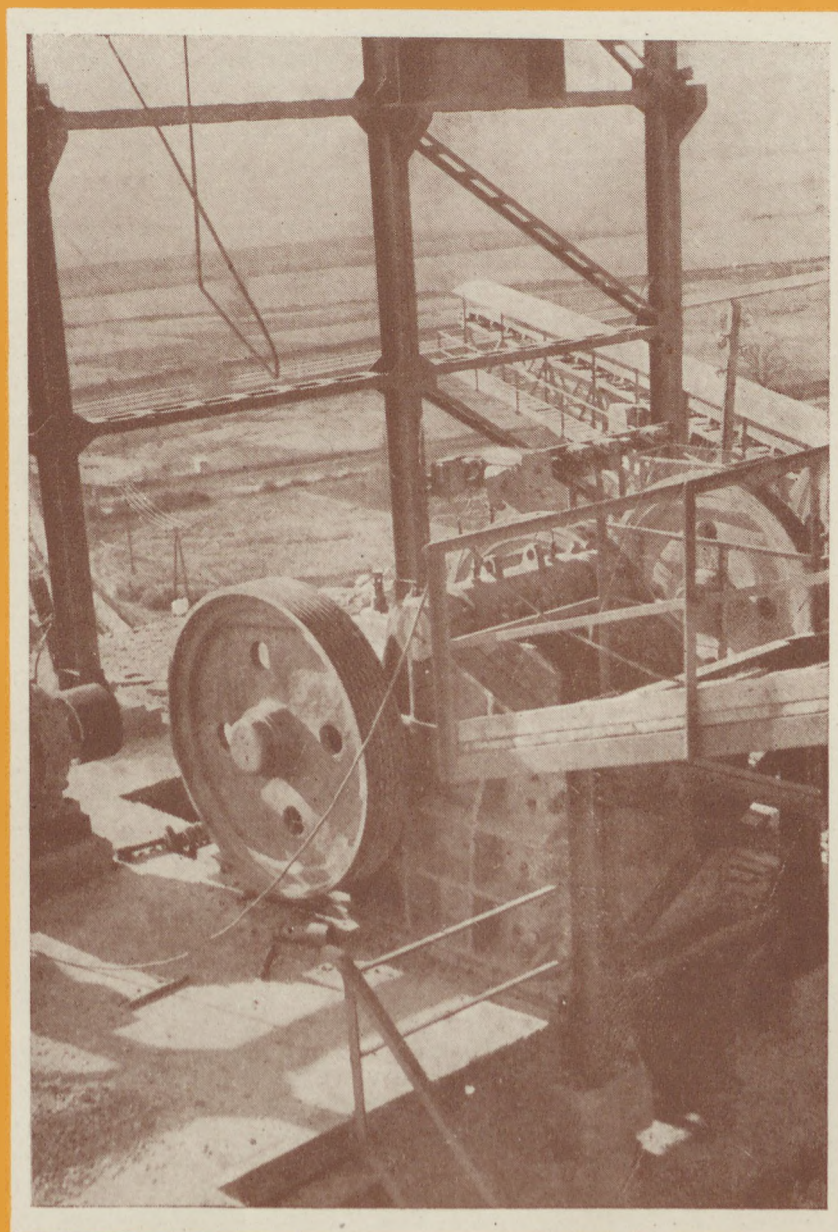


302.935

# ÉPÍTŐANYAG



**CEMENT, MÉSZ  
TÉGLA, KERÁMIA  
ÜVEG ÉS KŐIPAR**

**11.** SZÁM

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,  
az üvegipar, a finom-  
kerámia-, a téglá-, cserép-  
és kőbányaipar tudományos  
szakirodalmi folyóirata

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

dr. Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság

tér 17

Telefon : 124-438

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

Felelős kiadó :

Solt Sándor

## TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Grofcsik János és dr. Tamás Ferenc</i> : Újabb adatok a kaolinit hevítési viselkedésének ismeretéhez .....	401
<i>Lócsai Béla</i> : Nagytűzállóságú hőszigetelő kemenceszerkezeti anyag előállítása .....	405
<i>Dr. Jugovics Lajos</i> : A nemesgulácsi és diszeli bazaltbányák egyesítése a diszeli Halyagos hegyen, különös tekintettel a természetvédelmi és gazdasági vonatkozásokra .....	413
<i>Bali Anna — Gál László</i> : A normatív kalkuláció lehetősége a beton-elemgyártásnál .....	415
<i>György István, Szepesi Károly, Mayer János, Kókay Lajos</i> : Állandó minőségű aktivált bentonit finomkerámiai célokra .....	425
<i>Kovács Pál</i> : Kerámiai masszák és mázak nedves őrlésénél fellépő pH-változások tanulmányozása .....	433
Kutató intézetek tudományos ülészaka .....	436

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
<i>Др. Янош Грофчик и д-р Ференц Тамаш</i> : Новые данные о поведении каолинита при нагреве .....	401
<i>Лечеи Бела</i> : Производство огнеупорного материала для печных конструкций .....	405
<i>Д-р Югович Лайош</i> : Объединение немешгулачких и дизельских базальтовых карьеров на дизельском горе Хаягош, имея в виду экономические соображения и предпосылки природы .....	413
<i>А. Бали—Л. Гал</i> : Возможность нормативной калькуляции у фабрикации бетонных элементов .....	415
<i>Дьердь Иштван—Сепеш Кароль—Майер Янош—Кокай Лайош</i> : Применение активированного бентонита постоянного качества для тонкерамических пелей .....	425
<i>П. Ковач</i> : Исследование видоизменении п.-Х. у влажного помола керамических масс и глазуров .....	433

## I N H A L T

	Seite
<i>Dr. J. Grofcsik und Dr. F. Tamás</i> : Neue Angaben zum Verhalten des Kaolinitis beim Erhitzen .....	401
<i>Béla Lócsai</i> : Herstellung eines feuerfesten, wärmeisolierenden Baumaterials für Glashütten .....	405
<i>Dr. Ludwig Jugovics</i> : Die Vereinigung der Basaltbergwerke von Nemesgulács und Dissel am Halyagosberg, mit besonderer Rücksicht auf den Naturschutz und die Wirtschaftlichkeit .....	413
<i>A. Bali — L. Gál</i> : Die Möglichkeit der Normativ-Kalkulation in der Betonelementenfabrikation .....	415
<i>I. György, K. Szepesi, J. Mayer, L. Kókay</i> : Aktiviertes Bentonit von ständiger Qualität für feinkeramische Zwecke .....	425
<i>P. Kovács</i> : Die Untersuchung der bei dem nassen Mahlen der keramischen Massen auftretenden pH-Änderungen .....	433

Ólmkép : Nagyharsányi előtörő (Foto: Ferenczy Pál)

# ÉPÍTŐANYAG

13. ÉVFOLYAM II. SZÁM

## Újabb adatok a kaolinit hevítési viselkedésének ismeretéhez

Dr. GROFCSIK JÁNOS és Dr. TAMÁS FERENC

### Bevezetés

Régi megfigyelés, hogy hevítés hatására a kaolinban és általában a kaolinittartalmú agyagokban különböző jellegzetes átalakulások történnek. A klasszikus és ősrégi kerámiai ipar éppen ezeket a változásokat használja.

Az átalakulások első, valóban tudományos jellegű vizsgálója *LeChatelier* [1] volt, aki már a XIX. század végén megállapította a termikus átalakulások legfontosabb törvényszerűségeit. Azóta igen nagyszámú kutató foglalkozott a kérdéssel; a hőokozta reakciókat azonban olyan sok tényező befolyásolja és maguk a folyamatok annyira bonyolultak, hogy olyan eredmények, melyek a kérdést véglegesen eldöntենék, mind a mai napig nem ismeretesek.

### Kísérleti rész

#### Anyag

Kísérleteinkhez iszapolt zettlitzai kaolint használtunk fel, mert irodalmi adatok és saját vizsgálataink alapján a zettlitzai kaolin ásványtani szempontból csaknem kizárólag kaolinitet tartalmaz agyagásványként. A jelenlevő többi anyag, szennyezés 1% alatt marad.

#### Módszer

A kaolinit hőokozta folyamatainak tanulmányozására alkalmazott legfontosabb módszer a differenciális termikus elemzés volt. A vizsgálatokat gyorsműködésű készülékkel végeztük.

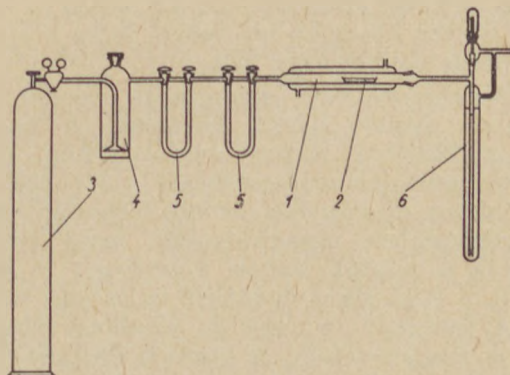
A röntgenográfiai vizsgálatokat általában a Debye—Scherrer-féle porfelvételi eljárás segítségével, fotografiai filmen történő regisztrálással végeztük, de ellenőrzésképpen sor került több diffraktométeres vizsgálatra is.

A kémiai, vízfelvételi stb. kísérletek során a szokásos analitikai módszereket használtuk fel. A szárítási vizsgálatok azonban igen erősen eltérő eredményeket adtak. E hiba okát vizsgálva

megállapítottuk, hogy szárítószekrényben történő szárítás esetében a szárítási paraméterek olyan nagy mértékben változnak, mely az értékelést lehetlenné teszi. Számos kísérlet után végül sikerült olyan készüléket konstruálnunk, melyben a szárítás legfontosabb paraméterei könnyen és tetszés szerint beállíthatók. E készülékünk segítségével jól reprodukálható és megbízható eredményeket nyertünk.

Az új készülék arra alkalmas, hogy segítségével levegő- vagy más, tetszés szerint választott gáz egyenletes áramában és a gázáramlás előre beállított és állandóan tartható nedvességtartalma mellett, pontosan szabályozható hőmérsékleten történjen a szárítás. Fűthető szárítóberendezésünk elrendezését az 1. ábra mutatja.

A szárítóberendezés legfontosabb alkatrésze a fűthető szárítócső (1), melynek belső csővében üvegsónak rejti a mintát (2). A szárítócső külső hengergyűrűjében áramlik a fűtésre szolgáló folyadék, melyet ultratermosztát áramoltat és tart állandó hőmérsékleten. A mintát a szárítócső végén kell elhelyezni, hogy az áramló gáz a szárítócső kezdeti szakaszán kellőképpen fel-



1. ábra. Fűthető szárítóberendezés: 1 fűthető szárítócső, 2 minta, 3 gázpalack, 4 mosópalack, 5 U-csövek, 6 reométer

melegedhessék. A szárítógázt nagynyomású palackból (3) nyerjük és — amennyiben szükséges — a (4) mosópalackokban tisztítjuk meg a nemkívánatos szennyezésektől. Ezután következik a gáz nedvességtartalmának szabályozása. Rend szerint vízmentes gázáramlással dolgoztunk; ez esetben U-csövekben (5) elhelyezett vízmentes kalciumkloriddal szárítottuk a gázt. Amikor ismert nedvességű gázáramlásra volt szükség, mosópalackban elhelyezett, ismert töménységű kénsavoldatot használtunk fel. A gázáramlás sebességét a (6) reométerrel mértük és a gázpalack finombeállító szelepeivel, kézi szabályozás útján tartottuk állandó értékben.

#### A hőkozta reakciókat befolyásoló körülmények

##### Rehidráció

Több szerző (2—6) észrevette azt, hogy az előzetesen kiizzított kaolin igen könnyen rehidrálódik. Régi megfigyelés az is, hogy az izzítás hőmérséklete a rehidráció során megkötött vízmennyiséget igen erősen befolyásolja: mind az alacsony, mind pedig a túlságosan magas izzítási hőmérséklet előnytelen a rehidrációs képesség szempontjából. *Schachtschnabel* [2] szerint a legnagyobb a 700°-on égetett kaolinit reakcióképessége.

E régóta felismert jelenség ellenére a kaolinit hőkozta folyamatainak vizsgálata során e szempontot nem vették kellőképpen figyelembe. Nyilvánvaló, hogy az apró részecskék rehidrációja könnyebben bekövetkezhet, mint a nagyobbaké. Vizsgálataink során számos esetben észrevettük azt, hogy az egyébként teljesen azonos körülmények közt kiizzított kaolinit-minták röntgen-diagramja több alkalomszerű változást mutatott, elsősorban az egyes vonalak erősségében. Ugyanaz a minta, gondosan ellenőrzött hőmérsékleten izzítva hol jól felismerhető röntgenreflexiókat adott, hol pedig csaknem teljesen üres diagramot. E jelenség oka nem lehetett az egyenetlen izzítás (és erre bizonyos határok közt az anyag nem is kényes); ha azonban az anyagot még forró állapotban benzolban szuszpendáljuk, minden esetben amorf diagramot kapunk. A kiizzított mintát levegőn tárolva azonban csaknem mindig jelentkezik a felvételen néhány gyenge reflexió. E reflexiók erőssége fokozódik, ha az izzítás és vizsgálat közben hosszabb idő telt el és ha a levegő nedvessége ezalatt nagy volt.

Összehasonlítható eredmények nyérése céljából az alábbi eljárást követtük. A kaolinit 700°-on kiizzítva vízben szuszpendáltuk, majd fűthető szárítóberendezésünkben különböző hőmérsékleten, de állandóan azonos sebességű száraz nitrogénáramban megszártítottuk, majd meghatároztuk a minták izzítási veszteségét és megmértük a DTA-görbe endoterm csúcsának területét. A kísérletet benzolos és alkoholos ülepítés után is megismételtük. A kísérleti eredményeket az 1. táblázat adja meg.

Feltűnő, hogy a benzolban ülepített próbatetek csak adszorpció útján kötött nedvességet

1. táblázat

A szárítási hőmérséklet hatása 700°-on izzított és utókezelt zettlitzai kaolinitminták víztartalmára

A minta jele	Szárítási hőmérséklet (°C)	Izzítási veszteség (%)	Endoterm csúcssterület (Eredeti = 1,00)
<i>Vízben szuszpendált próbatetek</i>			
ZK i 1	60	3,1	0,08
ZK i 2	70	2,7	0,07
ZK i 3	80	2,5	0,08
ZK i 4	90	2,1	0,06
ZK i 5	100	1,5	0,07
ZK i 6	105	1,0	0,08
ZK i 7	110	0,4	0,08
ZK i 8	115	0,3	0,06
ZK i 9	120	0,3	0,07
ZK i 10	125	0,2	0,06

##### Benzolban szuszpendált próbatetek

ZK i 11	50	4,2	0,00
ZK i 12	60	2,8	0,00
ZK i 13	70	1,5	0,00
ZK i 14	80	0,7	0,00
ZK i 15	85	0,3	0,00
ZK i 16	90	0,0	0,00

##### Abszolút alkoholban szuszpendált próbatetek

ZK i 21	50	3,7	0,02
ZK i 22	60	3,0	0,01
ZK i 23	70	1,7	0,02
ZK i 24	80	0,6	0,02
ZK i 25	85	0,2	0,01
ZK i 26	90	0,1	0,01
ZK i 27	95	0,1	0,01

##### Két héten át levegőn tartott próbatetek

ZK i 31	70	0,11	0,03
ZK i 32	90	0,09	0,04
ZK i 33	100	0,09	0,03
ZK i 34	105	0,07	0,03

tartalmaztak; erre utal az, hogy már 90°-os szárítás után az izzítási veszteség zérusra esik. Az anyag endoterm DTA-csúcsot egyáltalán nem mutatott. Az abszolút alkoholban vagy vízben ülepített minták illóanyag-tartalma ezzel szemben pusztán szárítással nem távolítható el; néhány tized százalékos izzítási veszteség mindenképpen marad, még messze a szuszpendáló közeg forráspontja felett is, mely csak lényegesen magasabb hőmérsékleten távozik. Ez a víz, illetőleg alkohol a rácsba épült be; ezt bizonyítja az is, hogy e minták aránylag kis, de határozott endoterm csúcsot mutattak, melynek területét a szárítás hőmérséklete nem befolyásolja.

A minden kezelés nélkül, csak 2 héten át nedves levegőn tartott próbatetek ugyancsak rehidrálódtak. Izzítási veszteségük ugyan a tized százalékos is alig éri el, de ennek mennyiségét a szárítási hőmérséklet nem befolyásolja és a minta kicsiny, de határozott endoterm csúcsot ad.

Ez volt tehát az a jelenség, mely korábbi kísérleteink értékelése során oly sok félreértést okozott az ellentmondó kísérleti adatok következtében: a kiizzított kaolin tehát röntgenográfiai szempontból gyakorlatilag amorfnak tekinthető, azonban már rányag rövid idő alatt, pusztán a

levegő nedvességének hatására rehidrálódik és ezzel néhány határozottan felismerhető röntgen-vonalat ad. Az ilyen módon rehidrálódott mintát a kezeletlen kaolinhoz hasonló DTA-görbe jellemzi.

#### A szemcsenagyság hatása

A szemcsenagyság, mint ismeretes, a röntgenográfiai vizsgálatok eredményét nagy mértékben befolyásolja. Igen apró, kolloid méretű szemcsék ugyanis elmosódott sávokat adnak, mintegy átmenetet képezve a nagyobb szemcsenagyságra jellemző éles, határozott vonalak és az amorf anyagokra jellemző gyűrűk között. Durva szemcsés anyagok, az előbbivel ellentétben, nem vonalakat adnak a Debye—Scherrer felvételen, hanem a vonalak helyén megjelenő durva pontokat (a durva szemcsenagysággal együttjáró kis szemceszám és ennek következtében a kedvező reflexiók helyzetben levő szemcsék mennyiségének csökkenése folytán). A diagram vonalainak pontokká való felbomlásából a preparátum szemcsenagyságára vonatkozó következtetések is levonhatók [Mándy 7].

A finom szemcseméret következtében fellépő elmosódott sávok és a durva szemcsészet következtében fellépő pontok pozíciója azonban minden esetben megfelel az eredeti vonalak helyzetének.

Megvizsgáltuk a zettlitzai kaolin különböző szemcsEFRAKCIÓINAK röntgendiagramját. Vizsgálataink eredményeit a 2. táblázat foglalja össze. Valamennyi vizsgálathoz az eredeti kaolint szárítószekrényben 105-on szárítottuk, majd szétdörzsölve, abszolút alkoholban üleptítettük. Az üle-

2. táblázat

#### A szemcsenagyság hatása a zettlitzai kaolin Debye—Scherrer diagramjára

A minta jele	Kezelés	Átlagos szemcsé- átmérő 2 r (nm)	A röntgen- diagram jellege
ZK ü 1	20-os absz. alkoholban 8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> időn át üleptített minta	0,002	Éles kaolinit-vonalak
ZK ü 2	20-os absz. alkoholban 35 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> időn át üleptített minta	0,001	Éles kaolinit-vonalak
ZK ü 3	20-os absz. alkoholban 5 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> időn át üleptített minta	0,0005	Elmosódott sávok a kaolinit reflexiók helyén
ZK ü 4	20-os absz. alkoholban 35 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> időn át üleptített minta	0,0002	Gyenge amorf gyűrű

pítőhengert 20°-ra beállított és ultratermosztáttal szabályozott hőmérsékletű vízfürdőbe állítottuk. A különböző idő alatt ülepedő frakciókról Debye—Scherrer felvételt készítettünk. A finom frakciók nyeréséhez meglehetősen nagy mennyiségű kiindulási anyagot kellett felhasználni. Órlést (az összeragadt szemcsék elválasztását célzó rövid dörzsöléstől eltekintve) nem alkalmaztunk, hogy az esetleges felületi elváltozások hatását kiküszöböljük. Az üleptési időt a Stokes—Oseen képlet vízre vonatkozó adataiból az abszolút alkohol fajsúlyának és viszkozitásának figyelembevételével számítottuk ki.

Azt tapasztaltuk, hogy a legrövidebb idő alatt ülepedő, aránylag durva szemcsék tiszta, éles, a kaolinitra jellemző pozíciójú vonalakat, a közepes frakció hasonló helyzetű sávokat adott, míg a legfinomabb frakció röntgendiagramja gyakorlatilag üres volt, néhány nagyon halvány, értékelhetetlen helyzetű gyűrűtől eltekintve. Mindezek a tapasztalatok az előre várttal egyeztek; felmerült azonban az a kérdés, hogy e különböző frakciók a hevítés során azonosan viselkednek-e. E vizsgálatokat is elvégeztük; az eredményeket a 3. táblázatban adtuk meg.

3. táblázat

#### A szemcsenagyság hatása kaolínásványok DTA-görbéjére és 1020-os hevítési termékére

A minta jele	Átlagos szemcsé- átmérő 2 r (nm)	Endoterm csúcs hőmérsék- lete (°C)	Exoterm csúcs hőmérsék- lete (°C)	1020-os hevítési termék
ZK ü 1	0,002	595 ± 3	960 ± 3	mullit
ZK ü 2	0,001	590 ± 3	961 ± 3	mullit
ZK ü 3	0,0005	581 ± 3	956 ± 3	mullit ?
ZK ü 4	0,0002	560 ± 3	959 ± 3	γ — Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Megállapítottuk, hogy gondosan ellenőrzött körülmények (pontosan 10 percenkénti fűtési sebesség, mindig azonos súlyú és azonos módon tömörített minta, azonos készülék azonos termoelem-elrendezéssel) között a különböző ideig üleptített kaolin-frakciók DTA-görbéje hasonló ugyan, de az endoterm csúcs hőmérséklete szabályosan csökken a növekvő szemcséfinomsággal. Az exoterm csúcs hőmérséklete ezalatt nem változik.

A különböző szemcsEFRAKCIÓJÚ mintákat 1020-ra való hevítés után kivettük a DTA-készülékből és röntgendiffrakciós felvételt készítettünk róluk. Azt tapasztaltuk, hogy a durva frakciójú minta hevítési terméke a határozott vonalakkal jelentkező mullit volt, mint ezt egyikünk [8] már régebben bebizonyította; a legfinomabb frakció reflexiói azonban már inkább γ-alumíniumoxidra engedtek következtetni. Lehet ugyan, hogy ez utóbbi fázis azonos a Brindley és Nakahira [9] által leírt szilícium-alumíniumspinellel, Semmiféle olyan reflexiót nem találtunk, mely a SiO<sub>2</sub> valamely módosulatának lett volna tulajdonítható.

## IRODALOM

- (1) *Le Chatelier, H.*: De l'action de la chaleur sur les argiles. *Bull. Soc. Franc. Minér.* 10, 208 (1887).
- (2) *Schachtschnabel, P.*: *Chemie der Erde* 4, 395 (1930).
- (3) *Berkelhammer, L. H.*: Rehydration study of clays. *J. Amer. Ceram. Soc.* 26, 227 (1934).
- (4) *Bertetti, I.*: Contributio allo studio della reidrazione dell'argilla cotta. *Ann. Chim.* 46, 328 (1956).
- (5) *Hill, R. D.*: Rehydrated and refired kaolinite minerals. *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 55, 441 (1956).
- (6) *Roy, R.—Brindley, G. W.*: Study of the hydrothermal reconstitution of the kaolin minerals. *Proc. IV. Natl. Conference of Clays* p. 125 (1956).
- (7) *Mándy T.*: Kristályszemcsenyagyság meghatározása röntgenanalitikai úton. *Földt. Közl.* 84, 209 (1954).
- (8) *Grofcsik J.*: A mullit keletkezési körülményeinek vizsgálata. *Disszertáció a „kémiai tudományok doktora” fokozat elnyerésére* (1958).
- (9) *Brindley, G. W.—Nakahira, M.*: The kaolinite-mullite reaction series III. The high-temperature phases. *J. Amer. Ceram. Soc.* 42, 319 (1959).

**Dr. Grofcsik János és dr. Tamás Ferenc: Újabb adatok a kaolinit hevítési viselkedésének ismeretéhez**

Háromfajta vizsgálatot végeztünk: megvizsgáltuk a rehidráció hatását izzított kaolin viselkedésére, valamint a kaolin eredeti szemcsenyagyságának hatását a nyers és az izzított termék röntgenográfiai jellemzőire. A 700°-on kiizzított és még melegen benzolban üleptített kaolinit amorf röntgendiagramot és endoterm csúcs nélküli DTA-görbét ad; a vízben üleptített vagy nedves levegőn tárolt izzított kaolin ezzel szemben nem teljesen amorf röntgenográfiai szempontból és DTA-görbéjén határozott endoterm csúcs van. Minél finomabb a kaolinit eredeti szemcsenyagysága, annál kevésbé élesek a röntgendiagram kaolinitvonalai. A durva kaolinit-frakció 1020°-ra hevítve határozott mullit-reflexiókat, a legfinomabb frakció hasonló kezelés után éleetlen  $\gamma$ -alumíniumoxid-reflexiókat ad.

**Dr. Янош Грофчик и д-р Ференц Тамаш: НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОВЕДЕНИИ КАОЛИНИТА ПРИ НАГРЕВЕ**

Нами были проведены при испытании: исследование влияния регидратации на поведение нагретого каолина и влияния исходной зернистости каолина на рентгенографические характеристики сырого и нагретого изделия. Каолинит, нагретый при температуре 700° и осажденный в нагретом состоянии в бензоле, дает аморфную рентгенодиаграмму и кривую ДТА без эндотермического пика; в то же время осажденный в воде или сохраненный на мокром воздухе нагретый каолин является неполностью аморфным в рентгенографическом отношении и на его кривой ДТА находится эндотермический пик. Чем тоньше исходная зернистость каолинита, тем меньше выражены каолинитные линии рентгенодиаграммы. При нагреве до 1200° крупная фракция каолинита показывает определенные рефлексы мullита в то же время, когда тончайшая фракция — после подобной обработки — дает невыраженные рефлексы  $\gamma$ -оксида алюминия.

**Dr. J. Grofcsik und Dr. F. Tamás: Neue Angaben zum Verhalten des Kaolinitis beim Erhitzen**

Es wurden dreierlei Prüfungen unternommen: Die Wirkung der Rehydration auf das Verhalten des geglühten Kaolinitis, die Wirkung der Original-Korngröße des Kaolinitis auf die röntgenographischen Kennzeichen des rohen resp. des geglühten Produktes. Der bei 700° geglühte und in warmem Zustand in Benzol sedimentierte Kaolinit gibt amorphes Röntgendiagramm und DTA-Kurve ohne endotherme Spitze; dahingegen zeigt das in Wasser sedimentierte oder in feuchtem Luftraum gelagerte Produkt ein nicht völlig amorphes Röntgendiagramm und auf seiner DTA-Kurve ist eine gutdefinierte endotherme Spitze festzustellen. Je feiner die Original-Korngröße des Kaolinitis, umso weniger scharf werden die Kaolinitlinien des Röntgendiagrammes. Die grobe Kaolinitfraktion gibt auf 1020° erhitzt Mullit-Reflexionen, die feinste Kornfraktion aber — nach gleicher Behandlung — unscharfe  $\gamma$ -Aluminiumoxyd-Reflexionen.

# Nagy tűzállóságú hőszigetelő kemenceszerkezeti anyag előállítása

Dr. LŐCSEI BÉLA

## I. Bevezetés

A kísérleti munka során a kitűzött feladat zsgorított mullitermékek előállításának kidolgozása volt azoknak az eredményeknek alapján, amelyeket az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid reakciókinetikájának vizsgálata kapcsán értünk el. (1) Megállapítást nyert ugyanis, hogy az alumíniumfluorid a szilíciumdioxiddal reakcióba lépve a diszperzitásfoktól függő sebességgel viszonylag alacsony hőmérsékleten (1050—1100 °C) rövid idő alatt mullitot képez. Ennek alapján felvetődött az a gondolat, hogy nagy alumíniumoxid tartalmú alumíniumhidroszilikátokból, illetve alumíniumszilikátokból nagy mullittartalmú anyagot kedvezőbb viszonyok között lehet előállítani alumíniumfluorid segítségével, mint alumíniumoxiddal.

A kísérletek folyamán vizsgáltuk annak a lehetőségét, hogy kaolintartalmú agyagokból előállítsunk legalább 90% mullitot tartalmazó terméket, hogy ezzel igazoljuk annak a lehetőségét, hogy ily módon közel 100% mullittartalmú anyag is előállítható.

A kaolin és alumíniumfluorid keverékéből előállított tűzállóanyag szűkebb értelemben véve a szilíciumdioxid-alumíniumoxid kétösszetevős rendszerbe (2. 3. 4. 5) tartozik. Az ilyen típusú tűzállóanyagok minőségét az alábbi tulajdonságok határozzák meg:

1. tűzállóság (S.K.)
2. nyomószilárdság (kg/cm<sup>2</sup>, 20 °C-on)
3. térfogatállóság
4. terhelés alatti lágyuláspont (Ta)
5. hővezetőképesség
6. hőlökésállóság
7. korrozióállóság
8. gázáteresztőképesség
9. térfogatsúly
10. hőtágulási együttható.

Ezek közül elsődlegesnek tekinthetjük a tűzállóságot, nyomószilárdságot, térfogatsúlyt és terhelés alatti lágyuláspontot. Mind a négy minőségi mutató alakulása főleg az anyag kémiai, ill. ásványtani összetételétől függ. Természetesen az anyag-előkészítési és egyéb technológiai tényezők el nem hanyagolhatók, de ezek jelenleg nem képezték a kutatási munka tárgyát. A technológiai tényezők modifikációs hatása az előző tényezők vizsgálatánál azonos szintre való beállításukkal eliminálható.

Mind a samot, mind a mullitdús tűzállóanyagok eme tulajdonságainak elsődleges hordozója a szilárd és üvegfázis mennyiségének aránya; az utóbbi fizikai, kémiai tulajdonságai, elsősorban a viszkozitása. Az arány az egyensúlyi helyzettől is függ: ami főleg a tűz-, térfogat-, és hőlökésállóságra gyakorol jelentős befolyást. A terhelés

alatti lágyuláspont csak az egyensúlyi viszonyok figyelembevételével ad teljesen tiszta képet, mert a tűzállóanyagoknak ellentétben egyéb kerámiai termékekkel, használat közben megvan a lehetőségük az egyensúlyi helyzet elérésére is. Így mindig figyelembe veendő az egyensúlyi állapothoz tartozó likvidusz hőmérséklet. A mullit és üvegfázis arányának egyrészt a tűzállóanyag alumíniumoxid, másrészt az alkáli-, földalkáli-, titán-, és vasoxid tartalma a meghatározója.

A természetes alapanyagok: a tűzálló agyagok, továbbá a nagy mullittartalmú anyagok előállítására használható andaluzit, disztón, szilimanit (6) előfordulásoknak az előbb említett viszkozitáscsökkentő járulékos anyagtartalma dönti el még azt is, hogy a rendszer egyensúlyi viszonyai hogyan alakulnak. Vagyis ezeknek a mennyisége szabja meg, hogy az alumíniumoxid tartalomból egy adott (üzemi) hőmérsékleten mennyi kerül az üvegfázisba és mennyi mullitkötésben szilárd fázisba. A tűzállóságra vonatkozó mutatószám az oxidos összetételből, tehát az alumíniumoxid és a földalkáli-, alkáloxid stb. tartalomból képezhető. Az utóbbi anyagok csökkentése azonos alumíniumoxid tartalom esetén a terhelés alatti lágyuláspont fokozódását, a mullittartalom növekedését jelenti. Megjegyzendő természetesen, hogy az üvegfázis mennyiségének csökkenése, viszkozitásának növekedése a tömörre égetési időtartamot növeli. Számos esetben van szükség a tűzállóság és a terhelés alatti lágyuláspont emelésére, ami egyértelműen a mullittartalom fokozását, az üvegfázis mennyiségének csökkentését, viszkozitásának emelését jelenti. Ezek ugyanis a kémiai jellegű alapfeltételei annak, hogy a tűzállóanyagok minőségi mutatói javuljanak. Az égetési hőmérséklet és időtartam, valamint összetétel határozza meg az előállítás folyamán azonos előkészítési feltételek mellett a termékben az egyensúlyi feltételek megközelítésének fokát. A teljes megközelítés nem feltétlenül szükséges, hanem csak egy olyan mérték, ami a felhasználási előfeltételeket jelentő minőségi mutatók elérését biztosítja.

A mullitképződés sebességének és mértékének növelése, ill. az egyensúlyi helyzet jobb megközelítése mit jelenthet a technológia számára?

Ha csak egy bizonyos fokig kell az egyensúlyi helyzetet megközelítenünk a kielégítő felhasználási minőség elérése érdekében, a reakciókinetikai feltételek kedvezőbb beállítása a minőség javítását, emellett vagy azonos minőség elérése mellett az égetési hőmérséklet és időtartam csökkentését eredményezi. Az ismertetésre kerülő kísérletek célja elsődlegesen elvi lehetőség kialakítása, a tűzállóság fokozására kedvezőbb mullitképződési kinetika megvalósítására, illetve másodlagosan nagy tűzállóságú szigetelőanyag előállításának kidolgozása közel mullit, illetve korund összetételben.

\* Építőanyagipari Központi Kutató Intézet, Veszprémi Vegyipari Egyetem.

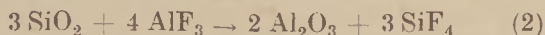
## II. Agyakok dúsítási kísérletei

### 1. Dúsítás alumíniumoxiddal, illetve alumíniumhidroxiddal

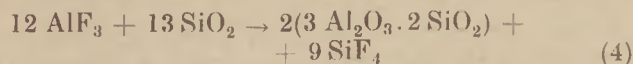
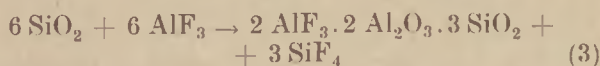
Ismeretes, hogy a tűzállóság fokozására az agyakokhoz alumíniumoxidot vagy alumíniumhidroxidot szokás keverni. Vizsgálat tárgyát képezte az egyensúlyi helyzet elérése annak függvényében, hogy a dúsítás céljára szolgáló alumínium ion milyen ionhoz kapcsolódik. Korábbi kísérletek folyamán megállapítást nyert, (7) hogy kedvezőbb a mullitképződés sebessége, ha az alumínium ion bevitele hidroxilhoz kötött állapotban történik. Ezt igazolja például az 1300 C°-on 6 órán át izzított 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al, illetve ezzel sztöchiometrikusan ekvivalens mennyiségű Al(OH)<sub>3</sub>-al dúsított grossalmerodi agyag Dobyé—Sherrer felvétele. Az Al(OH)<sub>3</sub>-al dúsított, hőkezelt agyag röntgenfelvételében, ellentétben az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al dúsítottéval, korund vonal nem jelentkezik, jelölül annak, hogy az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mullitkötésbe került, vagyis adott összetétel mellett egyensúlyi helyzetnek megfelelő formába került.

### 2. Alumíniumfluoridos dúsítás

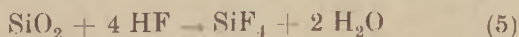
A továbbiakban vizsgálat tárgyát képezte az AlF<sub>3</sub>-al történő dúsítás lehetősége. Az agyag és alumíniumfluorid reakció mechanizmusát egyrészt az alumíniumfluorid és az agyag kötött víztartalmának (8) továbbá az alumíniumfluorid és az agyag szilíciumoxid tartalmának (9) a reakciója jellemzi. A két reakciós sémája:



Ezek szerint az alumíniumfluorid egy része reagál a hőkezelés folyamán felszabaduló vízzel: a hidrogénfluorid pedig reakcióba lép az agyag szilíciumdioxid tartalmával, másrésze pedig közvetlenül lép reakcióba a szilíciumdioxiddal. A szilárd gázfázisú reakció nem kvalitatív. A vízzel nem reagált alumíniumfluoridnak a szilíciumdioxiddal lezajló reakciója fluortartalmú alumíniumszilikát fázison és mullitig vagy az (10.11) alumíniumfluorid és a szilíciumdioxid mennyiség arányától függően korundig halad. A 2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2 AlF<sub>3</sub> · 3 SiO<sub>2</sub> (topáz) és a mullitreakciók kvalitatív menete a következő:



az (1) egyenlet értelmében végbemenő reakció mellett jelentkezik az (5) jelű reakció is (16):



A hidrogénfluorid és szilíciumoxid reakciója a további folyamatok végbemenetelét rendkívül erősen katalizálja (12, 13, 18, 19).

Ahhoz, hogy egy alumíniumszilikátot, vagy hidroszilikátot mullittá alakítsunk, a (4) reakció értelmében figyelembe kell vennünk, hogy az agyag alumíniumoxid tartalmának megfelelő mul-

litmennyiség keletkezésére már meg van a lehetőség, tehát a sztöchiometrikus alumíniumfluorid szükségletet az alábbi egyenlet szerint annak figyelembevételével kapjuk meg, hogy az agyag szilíciumdioxid tartalmából az alumíniumoxid által mullit kötésbe kerülő mennyiséget levonásba kell hozni:

$$\left( A - \frac{282}{718} \cdot B \right) \cdot \frac{1008}{781} = C,$$

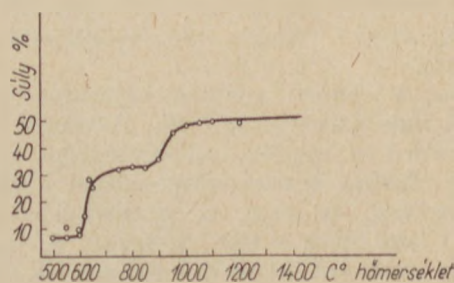
ahol A az agyag SiO<sub>2</sub> tartalma, B az agyag alumíniumoxidtartalma, C a mullitösszetétel kialakításához szükséges elméleti alumíniumfluorid mennyiség.

Az elméleti mennyiségnél valamivel több alumíniumfluorid adagolandó az agyakok kötöttvíz tartalmával részben lefolyó (1) reakció miatt. Ha az adagolt alumíniumfluorid a mullit keletkezéséhez szükséges mennyiségnél több, a (2) reakció értelmében korund is keletkezik. A (3) reakció értelmében alacsony hőfokon keletkező alumíniumszilikofluorid termikusan bomlik. Az összetételben azonban már alumíniumfluorid többlet van, vagyis a 3 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2 SiO<sub>2</sub> arány kielégítéséhez nincs elegendő SiO<sub>2</sub>, így a többlet Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at részben a mullit szilárd oldat formájában veszi fel, illetve az részben korundként található meg a végtermékben.

Az AlF<sub>3</sub> és SiO<sub>2</sub> arányától függően keletkezik tehát az alumíniumfluorid-kaolin rendszerben topáznak tekinthető hidroxilmentes alumíniumfluorszilikát, mullit illetve, korund. Az AlF<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> modulus a fenti sorrendben 1,4, 1,29, 1,84 illetve a molekuláris modulus 1,0, 0,92, 1,33.

A szilíciumdioxid és alumíniumfluorid reakció termikus lefolyását 1,29 AlF<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> modulus esetén az 1. ábra jellemzi. Ez mutatja, hogy a hőmérséklet függvényében 600—650 C°-on alumíniumfluorszilikát képződik és stabilitási zónája 850—900 C°-ig tart. Ez az állapot megfelel a (3)-as reakciónak, amit pl. 800 C°-on hőkezelt anyagnak a röntgenfelvételi adatai igazolnak (alumíniumfluorszilikát: 2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2 AlF<sub>3</sub> · 3 SiO<sub>2</sub>; vagy Al<sub>2</sub>F<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>).

A topáz átalakulása mullittá újabb vizsgálatok szerint ellentétben a korábbi (11., 20., 21.) eredményekkel szilíciumtetrafluorid fejlődés mellett már 1000 C° körül befejeződik (10). Ahhoz, hogy ez végbemenjen, újabb aktiválódásra van szükség. A mullitot szolgáltató szilárdfázisú reakció túlnyomórészt felületi reakcióként fogható fel. A szilíciumtetrafluorid fejlődése percek alatt



1. ábra. Kvarcit — AlF<sub>3</sub> reakciója a hőmérséklet függvényében. Hőkezeltési idő 2<sup>h</sup>



végbemegy. A reakció 96—98%-ban lejártszódik, a fluor tartalom 1300 C°-os hőkezelés hatására 2 óra alatt 1% alá csökken.

### III. Mullit előállítása nagy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmú anyagokból

Kiindulási anyagul 40% feletti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmú anyag, szilimanit, andaluzit, disztén stb. választható. A kísérletek zetlitzai agyaggal folytak, melynek összetételét az 1. táblázat tünteti fel.

Figyelembe véve az agyag alumíniumoxid tartalmát, megállapítható, hogy az agyagban égetés hatására keletkező mullit mennyisége 71,8%-os Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 28,2%-os SiO<sub>2</sub> összetétellel számolva 61,5%. A zetlitzai agyag alumíniumoxid tartalma 15,3% SiO<sub>2</sub>-t köt le mullit kristályrácsban. Az agyag összetételének teljes (96%-nál

1. táblázat

#### A zetlitzai agyag összetétele

Oxid	Nyersanyag súly %	Vízmentes agyag molekuláris %	Vízmentes agyag súly %
SiO <sub>2</sub>	46,87	65,68	53,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,94	32,17	44,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,24	0,51
TiO <sub>2</sub>	0,58	0,61	0,65
CaO	0,61	0,92	0,70
Na <sub>2</sub> O	0,06	0,08	0,07
K <sub>2</sub> O	0,33	0,30	0,38

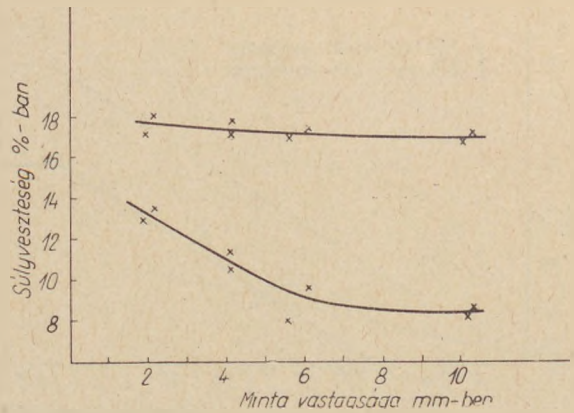
nagyobb) mullit tartalomra való kiegészítéséhez még 80,4 súlyrész Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> szükséges, számításba véve a 15,3% SiO<sub>2</sub>-n túlmenően az agyagban jelenlevő 31,6% SiO<sub>2</sub>-t. A számításnál elhanyagolásra került a járulékos anyag, annál is inkább, mert AlF<sub>3</sub>-as kezelés kapcsán az agyag vas- és alkalioxid tartalma is csökken: különösen jelentős mértékben az előzőé.

A (4) reakció értelmében viszont az AlF<sub>3</sub> szükséglet 40,7 súlyrész. Ténylegesen ennél valamivel több AlF<sub>3</sub>-ra van szükség a szintén jelentkező AlF<sub>3</sub>—H<sub>2</sub>O reakció miatt, és így a sztöchiometrikusnál kevesebb AlF<sub>3</sub> reagálhatna az SiO<sub>2</sub>-vel, vagyis a vízgőzzel reagált AlF<sub>3</sub>-al arányos mennyiségű SiO<sub>2</sub> felesleg marad vissza.

Valamely tűzállóanyag mullittartalmának növelését ily módon két módszerrel lehet megvalósítani, az eddig ismert eljárásokon túlmenően. A kívánt mullittartalomra kiegészíthető az összetétel (4) reakció sztöchiometrikus arányának figyelembe vételével. A másik módszernél az (1) reakcióból indulunk ki, azzal a módosítással, hogy a dúsítást ekvivalens mennyiségű alumíniumhidroxiddal és alumíniumfluoriddal végezzük. Az adalékanyagoknak a tűzállóanyaggal való együttörlése igen célszerű, például kollerjáraton a tökéletes, bensőséges elegyedés biztosítása érdekében.

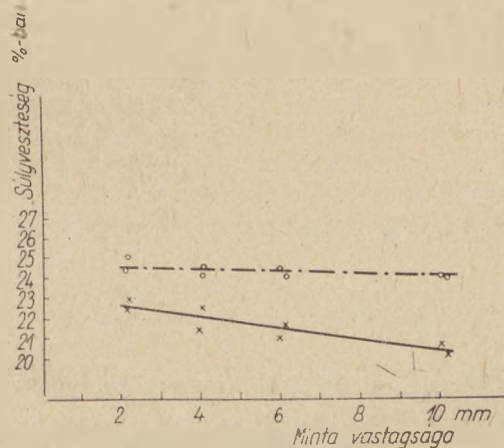
A 2., 3. és 4. ábra a zetlitzai agyag, alumíniumhidroxid és az alumíniumfluorid reakciójának előrehaladását mutatja különböző hőmérsékleten az idő függvényében.

Az Al(OH)<sub>3</sub> + AlF<sub>3</sub> → Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3 HF reakció sebességének alakulását 2, illetve 10 mm vastagság-



2. ábra. 5' és 895'-es súlyvesztés alakulása a minta vastagságának függvényében 350 C° Al(OH)<sub>3</sub>AlF<sub>3</sub>-as tűzállóanyag dúsítás

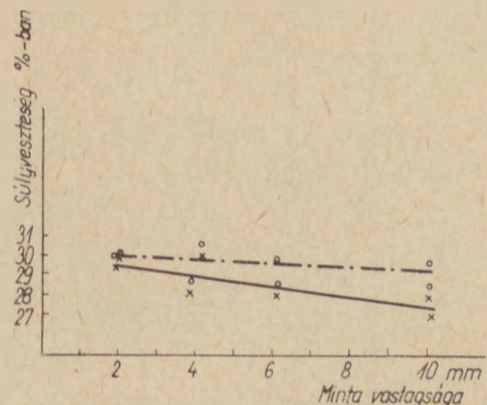
méret esetében az 5. ábra mutatja. A súlyvesztés az idő logaritmusának függvényében lineáris összefüggést mutat az egyensúlyi helyzet eléréseig.



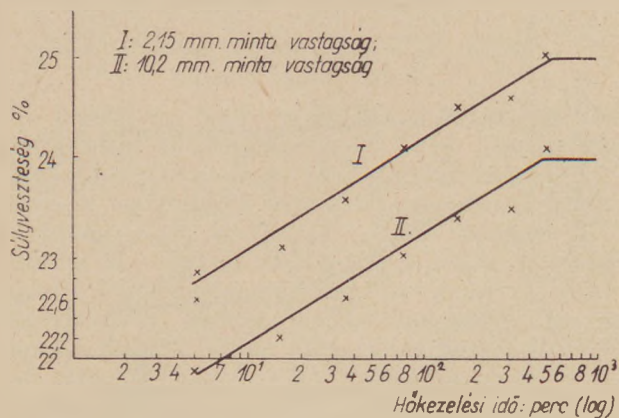
3. ábra. 5' és 30'-es súlyvesztés alakulása a minta vastagságának függvényében 680 C° Al(OH)<sub>3</sub> + AlF<sub>3</sub>-as tűzállóanyag dúsítás

Jellemző a reakció sebességi viszonyainak alakulása. Az első 5 perc alatt lejártszódik a szilárdfázisú felületi reakció, jellemezve a nagy reakciósebességgel, amint az a 6. ábrán megfigyelhető.

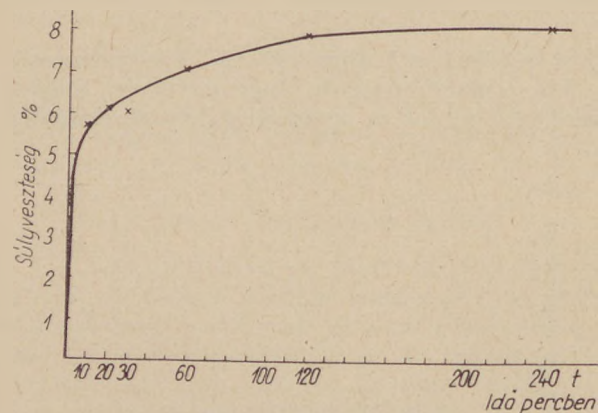
Majd a diffúzió kerül előtérbe, ennek sebessége az idő logaritmusának függvényében lineáris, ami a 7. ábrán ellenőrizhető.



4. ábra. 5' és 10'-es súlyvesztés alakulása a minta vastagságának függvényében 1150 C° Al(OH)<sub>3</sub>AlF<sub>3</sub>-as tűzállóanyag dúsítás



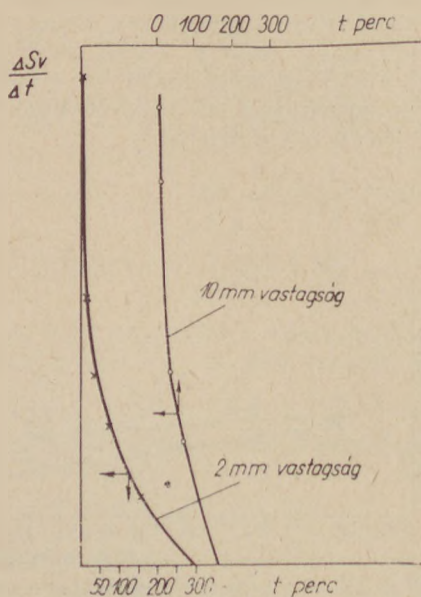
5. ábra.  $Al(OH)_3AlF_3$  reakciója kaolinnal 680, C°-on



6. ábra. Grossalmerodi agyag és  $AlF_3$  reakciója 450 C°-on a hőkezeltési idő függvényében

IV. Az  $AlF_3$ -al dúsított agyakok tulajdonságai

Áttérve az alumíniumfluoriddal dúsított tűzállóanyag tulajdonságainak vizsgálatára, kérdés, hogyan alakul a termék térfogatsúlya, az összetétel függvényében. Kiindulási anyagként nagy  $SiO_2$  tartalmú anyagot választottunk. A grossalmerodi agyag összetétele a 2. táblázatban látható.



7. ábra

2. táblázat

A grossalmerodi agyag összetétele

Oxid	Izzított	Nyers
$SiO_2$ .....	74,22	72,0
$Al_2O_3$ .....	20,45	18,2
$Fe_2O_3$ .....	1,69	1,2
$TiO_2$ .....	1,84	1,04
CaO .....	0,25	0,22
MgO .....	0,20	0,18
$Na_2O$ .....	—	—
$K_2O$ .....	1,0	1,0
Izz. veszt. ....	—	6,2

A vizsgálat folyamán úgy jártunk el, hogy változatlan mennyiségű agyaghoz alumíniumfluoridot, majd alumíniumfluorid és alumíniumoxid keverékét adagoltuk úgy, hogy az alumíniumfluoridot ekvivalens mennyiségű alumíniumoxiddal helyettesítettük (3. táblázat).

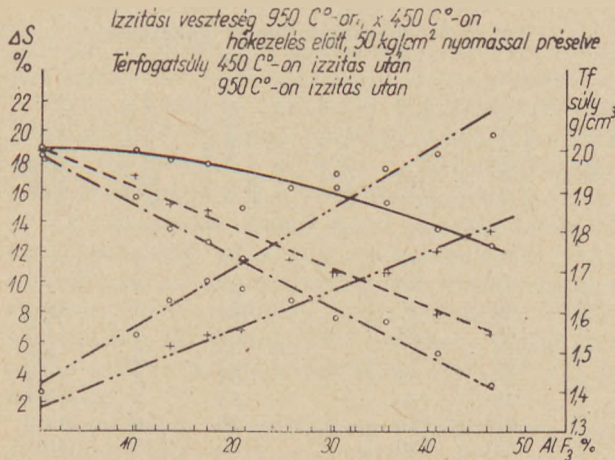
3. táblázat

95 g grossalmerodi agyaghoz bemért  $Al_2O_3$  és  $AlF_3$  mennyisége

	$Al_2O_3$	$AlF_3$ szükséglet
1.	17,38	96,74
2.	34,76	88,92
3.	52,14	80,10
4.	69,52	71,29
5.	86,90	62,62
6.	104,28	53,66
7.	212,66	44,84
8.	139,04	36,03
9.	156,42	27,21
10.	173,8	—

Így a vizsgált agyag összetételében az alumíniumfluorid mennyisége állandó  $SiO_2$  tartalom mellett 0 és 50% között változott. Az anyagot 450 és 950 C°-os hőmérsékleten hőkezeltük 2 órán keresztül.

A 8. ábrán látható a térfogatsúly alakulása a hőkezelés hatására 450 és 950 C°-on az alapanyag alumíniumfluorid tartalmának függvényében. Az összefüggés lineáris, minél nagyobb a hőmérséklet, a térfogatsúly annál inkább csökken. A későbbiek folyamán az is látható, hogy 1000 C° felett a térfogatsúly csökkenése még rohamosabb. Az ábrán a baloldali ordinátához tartozó két egyenes, ami az (1), (3) és (4) reakcióegyenletek értelmében fellépő súlyvesztést mutatja, szintén lineáris összefüggést jelent az alumíniumfluorid tartalom függvényében. Ez a körülmény összhangban van az  $SiO_2$  és  $AlF_3$  keverék súlyvesztésének termogrammjával (1. ábra). Az alumíniumfluorid tartalom és a térfogatsúly között fennálló lineáris csak addig érvényes, míg a kiindulási összetételben nem lépjük túl a (3) egyenletnek megfelelő ekvivalenciát az  $AlF_3$  és  $SiO_2$  között. A 450 C°-os vizsgálat eredménye viszont azt mutatja, hogy az (1) reakció már ezen a hőmérsékleten végbemegy részben, amely egyébként vízgőz atmoszférában 500 C°-nál indul. A súlyvesztés alakulásában szerepet játszik egyrészt



8. ábra. Dúsított grossalmerodit agyag térfogatsúlyának és súlyvesztésének alakulása az alapanyag  $AlF_3$  %-ának függvényében

az agyag dehidroxilációja, az (1) reakció értelmében hidrogénfluorid keletkezése, és az ezzel párhuzamosan (5) reakció értelmében lefolyó szilíciumtetrafluorid fejlődése.

A súlyvesztés valamint térfogatsúly és az  $AlF_3$ , illetve az agyag  $SiO_2$  tartalma közötti összefüggés még egy másik módon is vizsgálat tárgyát képezte. Állandó agyag és  $AlF_3$  mennyiség mellett növekedett az  $Al_2O_3$  mennyiség. A kísérleti anyag összeállítását a 4. táblázat tünteti fel.

Az anyagok keverékéből  $50 \text{ kg/cm}^2$  nyomással hengeres pasztillákat készítettünk és ezeket  $950$  és  $1150 \text{ C}^\circ$ -on hőkezeltük 2 órán keresztül. A 9. ábra szerint ebben az esetben is lineáris az összefüggés.

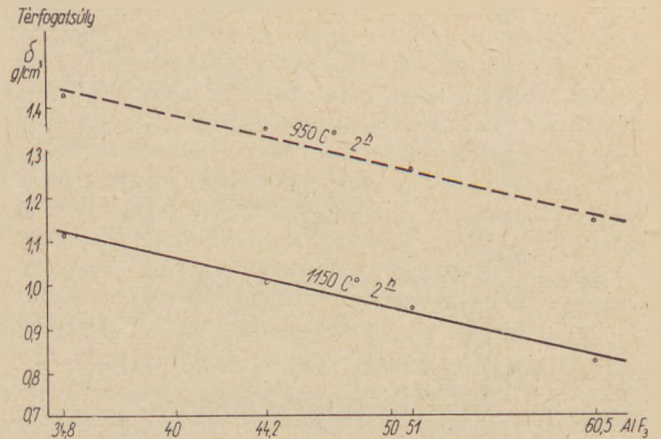
4. táblázat  
A sorozatvizsgálathoz bemért anyag összetétele

	Grossalmerodit agyag sr.	$AlF_3$ sr.	$Al_2O_3$ sr.
1.	95	145,6	—
2.	95	145,6	45,5
3.	95	145,6	89,0
4.	95	145,6	178,0

Tömör termék előállítására 5–10% alumíniumfluorid adagolása célszerű. Ebben az esetben az (1) és (5) reakciók mineralizációs hatását használhatjuk ki és a kívánt tűzállóságot az eddig is alkalmazott adalékanyag alkalmazásával érjük el. Az alumíniumfluorid és szilíciumdioxid reakcióját porózus, nagy tűzállóságú termékek előállítására alkalmazhatjuk. Ebben az esetben jelentősen fokozható a porozitás vízgőz atmoszférában történő előhőkezeléssel, de igen jó eredményt szolgáltat az agyag kötött víztartalmával bekövetkező reakció is.

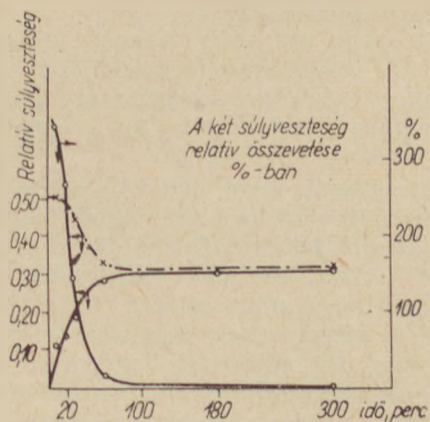
Ennek igazolását a következő kísérlet adja, ami egyben az (1) és (5) reakciók erős mineralizációs effektusának is bizonyítéka:

Az alapanyag 100 súlyrész zetlitzi kaolinnak és 145 súlyrész  $AlF_3$ -nak a keveréke, amely mennyiség az (1) reakció szerint kaolin  $SiO_2$  tartalmával ekvivalens mennyiség.



9. ábra. A térfogatsúly alakulása az  $AlF_3$  és a hőmérséklet függvényében

A 10. ábra zetlitzi kaolin és alumíniumfluorid reakciójának alakulását mutatja  $500$ – $600 \text{ C}^\circ$ -os vízgőz atmoszférában lefolytatott hőkezelés idejének függvényében. A 11. ábra azonos anyagkeverék reakciójának alakulását mutatja  $700$ – $750 \text{ C}^\circ$ -os vízgőz kezelés hatására. A súlyvesztés a gőzkezelés időtartamával növekszik, és 300 perc alatt megközelítőleg egyensúlyi állapotot ér el. Jellemző a különböző ideig vízgőz atmoszférában hőkezelt anyag súlyvesztésének alakulása  $1000 \text{ C}^\circ$ -on lefolytatott utóhőkezelés hatására. Az 5–10 perces kezelt minták izzítási vesztesége meghaladja az 50%-ot, a 300 percesé viszont alig növekszik. A jobboldali ordináta-hoz tartozó görbe jelzi, hogy mennyi  $1000 \text{ C}^\circ$ -on a súlyvesztésnek a vízgőzös kezelés hatására bekövetkezett veszteségre vonatkozó relatív növekedése. A rövid ideig tartó hőkezelés aktivizálja a (1) és (5) reakciók következtében az  $SiO_2$ -t. Huzamos hőkezelés hatására az (1) reakció annyira előre halad, hogy korund képződés játszódik le, a rövid vízgőz atmoszférában lefolytatott hőleadás után 95%-ban korundból álló termék jön létre, amelynek térfogat súlya,  $0,9 \text{ g/cm}^3$ , és ez a térfogatsúly  $1600 \text{ C}^\circ$ -ig nem változik. A rövid ideig hőkezelt anyagból nagymennyiségű szilíciumtetrafluorid távozik. Az előkezelés a reakciót aktivizálja, de még relatíve kismennyiségű alumíniumfluorid alakul át az (1) reakció értelmében alumínium-

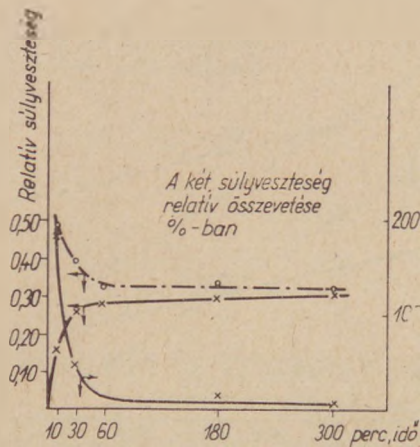


10. ábra. A két súlyvesztés relatív összetétele %-ban

5. táblázat

Agyag és alumíniumfluorid hőkezelése  
600 és 750 C°-on

Tárcsa jele	Szárítás utáni súly g	Előízzítási idő perc.	Előízzítási hőmérséklet C°	Súly az előízz. után g	Súlyvesztés g	Súlyvesztés %
1	33	10	600	28	5	15,1
2	35	10		31	4	11,5
3	40	30		36	4	10,0
4	36	30		32	4	11,1
5	35	60		32	3	9,6
6	38	60		34	4	10,1
7	39	180		34	5	12,8
8	42	180		36	6	14,3
9	28	300		25	3	10,1
10	43	300		38	5	11,6
11	40	10	750	35	5	12,4
12	36	10		31	5	13,8
13	35	30		30	5	14,5
14	35	30		30	5	14,5
15	37	60		32	5	13,5
16	39	60		24	5	12,8
17	38	180		31	7	18,3
18	36	180		30	6	16,8
19	31	300		25	6	19,3
20	37	300		30	7	18,8



11. ábra. A két súlyvesztés relatív összevetése %-ban

oxidá. A 700—750 C°-on lefolytatott hőkezelés hatására előbbre haladt az AlF<sub>3</sub> és H<sub>2</sub>O reakciója, minek következtében kisebb az 1000 C°-on bekövetkező relatív súlyvesztés növekedés. A rövid vízgőz kezeléssel készült termék 1550 C°-os égetés után 0,9 g/cm<sup>3</sup> térfogatsúllyal rendelkezik. A reakció 1000 C°-on 98%-ban befejeződik. Az 1550 C°-os égetés hatására 0,1% alatt van a súlyváltozás az 1000 C°-on hőkezelt anyaghoz viszonyítva. Az 1000 és 1400 C°-on hőkezelt minták térfogatsúlya nem változik, csak a szilárdsági érték növekszik. Vízgőz atmoszférában történő hőkezelés nélkül 1400 C°-on égetett termék térfogatsúlya 1,1 g/cm<sup>3</sup>.

Ez utóbbi kísérlet kisebb alumíniumoxid tartalmú grossalmerodi agyaggal folyt le, és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmát alumíniumhidroxid egészíti ki kb. a zetlitzai kaolin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmának szintjére. A hőkezelésnek alávetett 50 mm átmérőjű 6—8 mm vastag tárcsák az alábbi nyersanyagbemeréssel készültek :

- égetett grossalmerodi agyag ... 30 sr.
- nyers grossalmerodi agyag ..... 50 sr.
- Al(OH)<sub>3</sub> ..... 60 sr.
- AlF<sub>3</sub> ..... 60 sr.

A 8% nedvességgel, 50 kg/cm<sup>2</sup> nyomással készült tárcsák 105 C°-os 5 órás, súlyállandóságig végzett szárítás után hőkezelésre kerültek a következő módon. Előhőkezelés alkalmazása 600 és 750 C°-on 10—300 percig.

Ennek célja az aktív állapot kialakítása, illetve az (1) és (5) reakció különböző mértékű lefolytatása a végtermék alakulására gyakorolt hatás vizsgálatá érdekében. Az eredményeket a 5. és 6. táblázat tartalmazza.

Megállapítható, hogy 600 C°-on a súlyvesztés az idő függvényében állandónak tekinthető, vagyis a kaolin dehidroxilációja rövid idő alatt befejeződik, 750 C°-on már a hőkezelési időnek erősen függvénye a súlyvesztés. A tovább izzításnál, bár a súlyvesztés ingadozás elég nagy, az eredmények azt mutatják, hogy minél alacsonyabb az előkezelési hőmérséklet és minél rövidebb az időtartam, annál nagyobb az utánhőkezelés hatására bekövetkező hővesztés. Ez összhang-

6. táblázat

Grossalmerodi agyag-alumíniumfluorid-alumíniumhidroxid reakciójának vízgőz kezelés nélküli aktivizálása

Tárcsa jele	Súly 5 órás 1000 C°-os izzítás után g	Súlyvesztés		Tárcsa jele	Súly 5 órás 1140 C°-os izzítás után g	Súlyvesztés	
		g	%			g	%
1	25	10	32,0	2	25	10	28,6
3	29	11	27,6	4	26	10	27,8
5	25	10	28,6	6	29	9	23,7
7	27	12	30,8	8	30	12	28,6
9	20	8	28,6	10	33	10	23,3
11	30	10	25,0	12	27	9	25,0
13	25	10	28,6	14	26	9	25,8
15	27	10	27,1	16	28	11	28,3
17	28	10	26,4	18	25	11	30,7
19	25	6	19,4	20	28	9	24,4

ban áll a zetlitzai kaolinnal vízgőz atmoszférában lefolytatott kísérlet eredményével, de ott az eredmény sokkal határozottabban jelentkezik. A kaolin kötöttvíz tartalma reakcióba lép tehát az alumíniumfluoriddal, de a folyamat nem kvantitatív.

A kísérleti anyag röntgenvizsgálata azt mutatja, hogy az egyensúlyi helyzet már 1140 C°-on elérhető.

Ugyanezt bizonyítják a kísérletek kapcsán sorozatban végzett egyéb röntgenvizsgálatok és a diffrakciós felvételek. Ezeknek a röntgenvizsgálatoknak az eredményét összevetve az 1300 C°-on 6 órán át hőkezelt 9,9% alumíniumoxiddal dúsított grossalmerodi agyagról kapott röntgenfelvételi adatokkal igazolva láthatjuk az alumíniumfluorid nagy reakciósebességét és az (1) reakció aktiváló hatását.

### V. Az eredmények elemzése

Az ismertetett vizsgálatok eredménye alapján elsősorban két megállapítás szögezhető le:

1. A tűzálló anyagok mullittartalmának fokozása 5–10% alumíniumfluorid adalékkal hatásosan gyorsítható, ami az egyensúlyi helyzet elérésének fokát is nagymértékben javítja.

2. Nagyobb mennyiségű alumíniumfluorid alkalmazásával az agyag szilíciumdioxid tartalmának és az alumíniumfluorid mennyiségének függvényében csökkenő térfogatsúlyú tűzálló szigetelőanyag előállítható, melynek mullit tartalma illetve korund tartalma 90–98%-ig fokozható.

Igen nagy jelentőségű az a körülmény, hogy az alumíniumfluorid nagy reakció sebessége és a reakció kapcsán jelentkező aktiválódás következtében az alumíniumfluorid-szilíciumdioxid rendszer egyensúlyi állapota alacsony, 1100–1200 °C-os hőmérsékleten elérhető. Az alumíniumfluorid nagy reakciósebességének magyarázatát reakció felületi jellege magyarázza elsősorban. A szilárd fázis határát szabad kötéseiről jelenléte jellemzi. Ezek telítődhetnek kémiai reakció közben új kötések keletkezése útján, vagy az átkristályosodásban megnyilvánuló anyagátrendeződés kapcsán (a felület csökkenése a felületi szabad kötések számát is csökkenti, a térfogategységre vonatkoztatva). Így a felületi réteg és a belső szerkezet lényeges eltérést mutat. Mindez nem érvényesül, míg a felületi réteg aránya a tömör részre vonatkoztatva kicsi. Minél inkább növekszik azonban a felületi réteg szerkezeti tulajdonságainak determináló hatása — az arány eltolódásával —, annál inkább érvényesül a felületi réteg aktivált állapota. Még sokkal kihangsúlyozottabbak a felületi tényezők, ha molekuláris repedések, rések, idegen zárványok találhatóak a szerkezetben. A felület nagyságának függvényében négyzetesen növekszik a felületi tényezők jelentősége. Ennek a felületi rétegnek a szerkezetét bizonyos szempontból metastabil állapotoknak is tekinthetjük.

Az alumíniumfluoridnak a mullitképződésre kifejtett akcelerátor hatását avval is magyarázhatjuk, hogy növeli a különböző reakciók következtében kialakuló reagáló felületet, új fázis-határokat hozva létre és a szilíciumdioxid jelentős részét is aktív állapotba hozza.

Minél nagyobb a fajlagos felület, minél kisebb a fázishatár görbületi sugara, illetve minél nagyobb a térfogategységre eső érintkezési pontok száma különböző anyagok között, illetve ennek kialakulási valószínűsége, annál kedvezőbb a szinterelődés vagy egyéb szilárdfázisú reakció végbemenetele. Az eljárás létjogosultságánál figyelembe veendő tényező, hogy a fluoridos kezelés melléktermékként szilíciumtetrafluoridot szolgáltat, ami számos célra használható fel. Közvetlenül aktív kóvasav állítható elő pl. belőle és a hidrogénfluorid is visszanyerhető és alumíniumfluorid előállítására ismét felhasználható.

A kis térfogatsúly kialakulásának magyarázata az, hogy 600–900 °C között végbemelegy a hidroxil mentes topáz ( $2 \text{AlF}_3 \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_2$ ,

vagy  $\text{Al}_2\text{F}_2\text{SiO}_4$ ) szintézise és szinterelődése. A kis térfogatsúly ellenére már ebben az állapotban jelentős szilárdság alakul ki. A 800 °C-on egyensúlyi állapotig hőkezelt terméknek jelentős, 200–400 kg/cm<sup>3</sup> nyomószilárdsága van. A hőkezelés későbbi fázisában a topáz termikus dekompozíciója megy elsősorban végbe, valamint a még esetleg többletként jelenlevő alumíniumfluorid reakciója a szilíciumdioxiddal. Ez a folyamat lényeges térfogatváltozás nélkül megy végbe, tehát a súlycsökkenés függvényében csökken a hőkezelt anyag térfogatsúlya.

A természetes topáz hőkezelés hatására miként a Stockey és Amero (12) kimutatta 800–900 °C között jelentős mértékben duzzad a természetes topáz tömör szerkezete következtében.

A szintetikus terméknek, melynek alapanyaga porított kaolin és alumíniumfluorid, illetve alumíniumoxid és alumíniumhidroxid keveréke, térfogata 800–900 °C feletti hőkezelésnél már nem változik, az eltérés 1% alatt van, mivel a 800 °C-on kialakuló főtömegében szintetikus alumíniumfluorid szilikát már 50% körüli porozitással rendelkezik. Ebben az állapotban alakul ki tehát az a szilárd váz, amely a topáz dekompozíciója közben is megmarad mullittá alakulva. Egyben ez biztosítja a termék speciális szerkezetét, mert a dekompozíció következtében részben mikroporozus szerkezet jön létre.

A dekompozíció közben a szilárdság átmenetileg csökken, a 800 °C-os állapothoz viszonyítva. Ennek az az oka, hogy az alumíniumfluorid szilikátból a mullitösszetételhez viszonyítva alumíniumoxid felesleg keletkezik, amely anyagtranszport keretében reagálhat a szilíciumdioxiddal és képez mullitot. A szilárdság 1000 °C felett ismét növekszik. A szilárdsági érték 850–1000 °C között 30–60 kg/cm<sup>3</sup> értékre csökken, majd ismét meghaladja a 200 kg/cm<sup>2</sup> értéket.

A speciális, túlnyomórészt mikroporozus szerkezet, a jelentős szilárdság és az egyensúlyi helyzetnek alacsony hőmérsékleten történő bekövetkezése a tűzállóanyag előállítás terén komoly jelentőségre tehet szert.

### VI. Összefoglalás

Alumíniumhidroszilikátok, illetve alumíniumszilikátok és alumíniumfluorid reakciójából

$$12 \text{AlF}_3 + 13 \text{SiO}_2 = 2/3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + 9 \text{SiF}_4$$

reakcióegyenlet sztöchiometriája alapján mullit,

$$3 \text{SiO}_2 + 4 \text{AlF}_3 = 2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{SiF}_4$$

alapján pedig korund keletkezik.

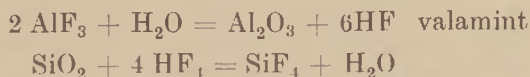
Az összetételnek mullitra való beállítása esetén az elméleti alumíniumfluorid szükségletet az alábbi összefüggés figyelembevételével kapjuk:

$$\left( \text{SiO}_2 - \frac{282}{718} \text{Al}_2\text{O}_3 \right) \cdot \frac{1008}{781} = \text{AlF}_3$$

A mullitra érvényes  $\text{AlF}_3/\text{SiO}_2$  arányt túlhaladva, korund és mullit egymás mellett keletkezik.

A kaolin és alumíniumfluorid reakciója 600—900 °C között alumíniumfluorszilikát képzésénél halad, amely 900 °C felett dekompozíció és anyagtranszport útján alakul mullittá.

Kaolin és alumíniumfluorid egymásra hatásából porozus mullit, illetve korund termék keletkezik. A porozitás az alapanyag SiO<sub>2</sub> tartalmának és az alumíniumfluorid mennyiségének függvénye. Víz jelenlétében 300 °C felett lejátszódik a



reakció is.

A hidrogénfluorid jelenléte a mullitképződés folyamatát erősen katalizálja.

Agyag és alumíniumfluorid reakciója útján 0,4—2,0 g/cm<sup>3</sup> térfogatsúlyú mullit-korund termék állítható elő. Az egyensúlyi helyzet (SiO<sub>2</sub> = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 1100 °C körüli hőmérsékleten elérhető, a termék a vizsgálatok szerint 1600 °C-ig térfogatállók, tűzállósága 1750—1800 °C.

#### IRODALOM

1. Lőcsei, B.: Mullitképződés az AlF<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> rendszerben. ÉaKKI 1960. 165. sz. jelentés. Budapest.
2. Bowen, N. L., Greig, J. W.: J. Amer. Ceram. Soc. 7. 238—410. (1924).
3. Roy, R.: J. Amer. Ceram. Soc. 39. 145. (1956).
4. Toropov, N. A., Galakhov, P. Ya.: Dokl. Akad. Nauk USSR. 78. 299 (1951).
5. Roy, N., Aramaki Sh.: J. Amer. Ceram. Soc. 42. 644—645. (1959).
6. Grofcsik, J.: A kerámia elméleti alapjai. Akadémiai Kiadó Budapest, 1956.
7. Sövegjártó, J.: Bázikus kohászati tűzállóanyagok. Akadémiai Kiadó, 1960.
8. Lőcsei, B.: Építőanyag (1961) No. 5.
9. Gmelin, A.: Handbuch der anorganischen Chemie, No 35. Aluminium und Fluor.
10. Eitel, E.: The Physical Chemie of Silicates.
11. Lőcsei, B.: Nature (1961). Megjelenés alatt.
12. Stuckey, J. L., Amero, F. F.: J. Amer. Ceram. Soc. 24. (1941) 82—92.
13. Stone, N. L.: J. Amer. Ceram. Soc. 35. 90—99. (1952).
14. Murray, P., White, J.: Trans. brit. Ceram. Soc. 54. (137—187) 1955.
15. Hedvall, J. A.: Einführung in die Festkörperchemie. Braunschweig. 1952. Frisdr. Vieweg ot Sohn.
16. Brindley, O. W., Nakahira, M.: Clays and Clay Minerals. 266—278. (1958).
17. Foerst, W.: Ullmanns Encyklopädie der techniseben Chemie 3. Eand (1953) Urban et Schwarzenberg München—Berlin.
18. Hüttig, G. F.: Kolloid Zeitschrift 99. 262—277. (1942).
19. Fenner, Cl. N.: Amer. J. of Sciences 35. 36—47 (1938).
20. Schober, R., Thilo, E.: Ber. d. deutschen chemischen Ges. 74 1232—1236. (1941).
21. Bradley, R. S., Schröder, F. W., Keller, W. D.: J. Amer. Ceram. Soc. 23, 265—270 (1940).

#### Lőcsei Béla: Nagytűzállóságú hőszigetelő kemence-szerkezeti anyag előállítás

Alumíniumszilikátok, alumíniumhidroszilikátok és alumíniumfluorid reakciója segítségével, mely szilíciumtetrafluorid fejlődésével jár, nagytűzállóságú hőszigetelő kemenceszerkezeti anyag előállítása oldható meg. Megfelelő sztöchiometriai arány beállítása esetén gyakorlatilag tiszta mullit, vagy korund termék nyerhető. A kaolin vagy szillimanit stb. és alumíniumfluorid reakciója alumíniumfluorszilikát fázison át halad, amely 600—900 °C között alakul ki. 900 °C felett a fluortopáz bomlásából és diffúzió útján alakul ki a porozus végtermék. A mullitképződés viszonylag alacsony hőfokon 1100—1200 °C-on rövid idő alatt befejeződik. A termék porozítása az alumíniumhidroszilikát, vagy alumíniumszilikát szilíciumdioxid tartalmának és az alumíniumfluorid mennyiségének függvénye. Ezen a módon 0,4—2,0 g/cm<sup>3</sup> térfogatsúlyú termék állítható elő, melynek térfogatállósága 1600 °C felett van, tűzállósága mullit esetében 1750, korundnak minősíthető anyagnál 1900 °C feletti érték.

#### Лечеу Беа: ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕУПОРНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Получение огнеупорного теплоизоляционного материала для печных конструкций может быть осуществлено с помощью реакций силикатов алюминия, гидросиликатов алюминия и фторида алюминия, сопровождающихся образованием четырехфтористого кремния. При удовлетворительном стехиометрическом соотношении получается практически чистый мullит или корунд. Реакция каолина или силлиманита и т. д. и фторида алюминия пройдет через фазу алюмофтористого силиката, который образуется при температуре в пределах 600—900 °C. Окончательный пористый продукт получается при температуре выше 900° за счет распада фторотопаса и диффузии. Образование мullита происходит в короткий срок при относительно низкой температуре, 1100—1200 °C. Пористость изделия зависит от содержания двуокиси кремния в гидросиликате алюминия или алюминиевом силикате и от количества фторида алюминия. Таким образом получается продукт с объемным весом 0,4—2,0 г/см<sup>3</sup>, постоянностью объема выше 1600 °C и огнеупорностью 1750 °C в случае мullита и выше 1900 °C в случае материала, считаемого корундом.

#### Béla Lőcsei: Herstellung eines feuerfesten, wärmeisolierenden Baumaterials für Glashütten

Durch die Reaktion von Aluminiumsilikaten, Aluminiumhydrozilikaten und Aluminiumfluorid, bei welcher Siliciumtetrafluorid entsteht, ist die Herstellung von hochfeuerfesten Baumaterialien für Ofenkonstruktionen möglich. Bei einer Einstellung des entsprechenden stöchiometrischen Verhältnisses kann ein Produkt, bestehend aus reinem Mullit oder Korund erreicht werden. Die Reaktion des Kaolins oder Silikates mit Aluminiumfluorid spielt sich durch die Phase Aluminiumfluorsilikat ab, welche sich bei 600—900° bildet. Das Endprodukt bildet sich bei einer Temperatur über 900° C bei dem Zerfall von Fluortopaz, durch Diffusion als ein poröses Material. Die Mullitbildung wird bei einer relativ niedrigen Temperatur von 1100—1200° in einer kurzen Zeit beendet. Die Porosität des Produktes hängt von dem Siliciumdioxidgehalt des Aluminiumhydrozilikates, oder Aluminiumsilikates, ferner von der Menge des Aluminiumfluorides ab. In dieser Weise kann ein Produkt mit einem Raumgewicht von 0,4—2,0 g/cm<sup>3</sup> hergestellt werden, dessen Raumbeständigkeit über 1600° ist, und ein Feuerfestigkeitswert von 1750° bei Mullit und 1900° bei einem Material, das als Korund zu betrachten ist, erreicht.



*A diszei bazaltbánya egyik részlete*

## A nemesgulácsi és diszei bazaltbányák egyesítése a diszei Halyagoshegyen, különös tekintettel a természetvédelmi és gazdasági vonatkozásokra

JUGOVICS LAJOS

Ezen folyóirat 1960. évfolyamának 10-ik füzetében, e sorok írója: *A gulácshegyi bazaltbányászati áttelepítése a Balaton partjáról a diszei Halyagoshegyre* címen ismertette azokat az elgondolásokat és terveket, amelyeknek a célja az, hogy a Balaton partján emelkedő, pompás alakú bazaltvulkán, a Gulácshegy mentesüljön a kőbányászat pusztítása alól. Az egész nemzet régi természetvédelmi vágya valósulna meg ezáltal, hogy ez a vulkáni kúp, legalább a mai formájában maradjon meg és a Balaton-környék csodás panorámáját emelje, tovább ékesítse.

Az említett dolgozatban az Építésügyi Minisztérium Iparigazgatóságának terveit ismertettük, melyek szerint a nemesgulácsi kőbányaüzemnek, a nemesgulácsi vasúti állomás mentén telepített zúzó, osztályozó, illetve rakodója, tehát a feldolgozó üzemé, a mai helyén maradna és csak a termelő kőbánya kerülne a Diszel fölött emelkedő Halyagoshegyre. Ezen a bazalthegyen, annak déli végében, megnyitott kőbánya bazaltanyagát, azután 6,5 km hosszú drótkötélpályán szállítanák át a nemesgulácsi feldolgozó üzembe.

Ezeket az elgondolásokat követő bejárások és vizsgálatok nyomán azonban újabb, kőbányászatiág kedvezőbb megoldási lehetőségek is felvetődtek. Bizonyos szállítástechnikai szempontok, majd kőbányászati és termelési kérdések mérlegelése alapján újabb és népgazdaságilag is előnyösebb megoldások kerültek előtérbe, melyek már

a kőbányászat kérdéseim túlmenően, még a Balaton-környék vasúti közlekedési kérdéseit is előnyösen befolyásolják. Az alábbiakban ezeket az elgondolásokat igyekszünk ismertetni és megvilágítani.

Az újabb elgondolások szerint, a mai „Nemesgulácsi-bazaltbánya” teljesen megszűnik, tehát nemcsak a Gulácshegy oldalain termelő bazaltbányákat zárják le, hanem az állomás közelében telepített üzemi részlegeket is leszerelik. — A *Nemesgulácsi bazaltbányát a diszei kőbánya üzemével egyesítik, mégpedig az utóbbi, Diszel község határában telepített üzemével, természetesen megfelelő bővítés és átalakítás alapján.*

Az így kialakult és teljesen gépesített kőbányaüzemnek a várható kapacitása akkora lenne, hogy nemcsak a két kőbánya mai termelési átlagát fedezné, hanem azon túlmenően jóval nagyobb kőbányákat is eredményezne, tehát fejleszhető üzem lesz.

Az egyesített új kőbányaüzem termelési kapacitását, és termelésének gazdaságosabbá tételét azonban nemcsak a teljes gépesítéssel, hanem azonkívül az itteni kőszállítás átszervezése és bizonyos fokú egységesítése által érhetik el. — Nevezetesen a mai diszei-kőbánya anyagát, a Halyagoshegy lábától Tapolca állomásig 0,76 m nyomtávú kisvasút szállítja, az állomáson, annak mentén kialakított utózúzó, osztályozók és emelkedő rakodókra. A két kőbányaüzem egyesítésével

azonban az eddigi szállítás is átalakul; a kisvasút megszűnne és a Halyagoshegy lábától a tapolcai állomásra, rendes nyomtávú iparvasutat vezetnének.

Az egyesített és teljes mértékben gépesített diszeli-nemesgulácsi üzemnek termelő részei, bányái a Halyagoshegyen, a mai bányaüregek kibővített feltárásai lennének. Az előtörők a bányaüregek szélén nyernének elhelyezést, ahonnan az egyszer tört anyag szállítószalagon jutna el a hegy lábánál felállított utótörőkbe, puffertárolókba, osztályozókba.

A tapolcai állomásról idevezetett, rendes nyomtávú iparvasúton, a hegy lábánál történne a bazalt rakodása, a kővonatok bepakolása és összeállítása. Ilyen módon a Halyagoshegy lábánál, Diszel község határából elindított kővonatok egyszerűen csak áthaladnak a tapolcai állomáson és annak forgalmát különösen nem terhelnék. Viszont a tapolcai állomás mentén telepített utótörő-osztályozó berendezés megszűnne.

Vizsgáljuk meg ezeketán, hogy *kőbányászati* lag mit jelent a diszeli és nemesgulácsi bazaltbánya üzemek egyesítése.

A teljes mértékben gépesített, tehát markolókkal és dömperekkel végzett termelés nyomán az emberi-kézierő felhasználása csökken, a belső szállítás egyszerűbb lesz, tehát a termelés nemcsak olcsóbb, hanem gyorsabb lesz. A külső szállítás költségei azáltal csökkennek, hogy a vagonberakás közvetlenül a hegy lábánál, az osztályozókból történik, tehát elmarad a kőanyag többszöri átrakása.

*Közvetlenül* ebből a halyagoshegyi bazaltból, mely főtömegben szintén oszlopos elválású, ugyanúgy készíthetünk zúzottkővet és faraghatunk kockát, főleg kis-kockát, mint a gulácshegyi bazaltból, sőt a kettőnek aránya is ugyanolyan marad.

A halyagoshegyi bazaltnak, az útépités szempontjából fontos „*kőzetmechanikai sajátosságai*” is hasonlóak a Gulácshegy bazaltjához, ez a bazalt is jónak mondható, ezt különben ennek hosszú évtizedes használata is megerősíti, alátámasztja.

A kőfeldolgozás tekintetében egyébként a halyagoshegyi egyesített kőbányában, egy külön feltárást — bányaüreget kell majd fenntartani, a faragottkő, a kocka előállítására. Ugyanis a teljesen gépesített és nagy kapacitású kőbányákban, ahol nagyerejű robbantásokkal termelnek, a szétrobbantott bazalt mikroszöveve elroncsolódik, úgyhogy azt faragni már nem lehet. Azonkívül a faragásra használható kötömegeket külön ki kell választani, ami a teljesen gépesített kőbányákban nem lehetséges, hiszen a lerobbantott kőanyaghoz emberi kéz már nem nyúl, — azt a markoló szedi fel és a dömperbe önti. — A diszeli és gulácsi kőbányák eddigi kockakő-kapacitását viszont fenn kell tartani, hiszen az ország bazaltkocka-szükséglete nő, míg a termelés inkább esökken. Ez a tény parancsolólag írja elő, hogy a nagy kapacitású, tehát nagy erővel termelő kőbányákban külön, kisebb kockakövet előállító kőfejtőket különítsenek el. Ez az elv valósul meg az újabb, Kovács-hegyen kialakítandó kőbányában is.

Halyagoshegyen az egyesített kettős kőbányának *elegendő kőtartalék áll* rendelkezésre, mely annak fejlődését hosszú időre biztosítja.

A Halyagoshegyen létesített kettős kőbányaüzem *természetvédelmi szempontból is elfogadható*, mert ez a hegy lapos, majdnem takarószerű bazaltvulkán és a Balatontól 13 km-re emelkedik. Ebből a 320—340 m t. sz. feletti térszínből a kőbányászat átlag 35—50 m vastag bazaltreteget termelhet le, ami annak morfológiai viszonyait nem igen változtatja meg.

A nemesgulácsi és diszeli egyesített kőbányaüzem erősen megnövekedett kapacitásával teljesen pótolná, sőt túlszárnyalná az eddig külön működő két kőbánya termelését. Tehát az *útépités kiszolgálásában* semmi hátrány sem lesz; hiszen a tapolcai medencében ezekután 3 teljesen gépesített, nagy bazaltbánya fog termelni: uzsai Láz-, Haláp- és Halyagoshegyeken. Jelenleg még a negyedik a „Badacsonytomaji bazaltbánya” is ott termel, de ennek néhány év múlva való áttelepítése, a vindornyaszőllősi Kovács-hegyre elkerülhetetlen, mert Badacsonyhegyet a kőbányászat pusztítása elől a legsürgősebben meg kell védeni.

A nemesgulácsi és diszeli bazaltbányák egyesítése a Halyagoshegyen kőbányászatiilag megoldható és termelés tekintetében is kielégítő eredményekre vezet, mert az itteni bazalt minősége jó, zúzott és kockakő-anyag. Az itt kialakuló és teljesen gépesített nagyobb kőbánya, egységes műszaki berendezésével olcsóbban termelhet. Halyagoshegy bazalttömege viszont kielégítő kőtartalék a nagyobb kőbányaüzem fejlődésére is.

A kőszállítás tekintetében is előnyösebb helyzet adódik; mert a Halyagoshegy lábához kivezetett, rendes nyomtávú iparvasút a szállítást és kőkezelést egyszerűsíti, olcsóbbá teszi, sőt jelenkényen meggyorsítja.

Az állomáson lévő diszeli kőbányához tartozó terület így felszabadul és a MÁV rendelkezésére fog állani.

Végül a nemesgulácsi — diszeli bazaltbányák. Halyagoshegyen való egyesítése által, a *természetvédelem* is jelentékeny haladást ért el, a „balatonparti-bazaltbányászat” megszüntetése érdekében: Gulácshegyen megszűnik minden kőbányászati tevékenység! Igaz, hogy Gulácshegy szép formájú bazaltkapujának Ny—É-i oldalait, a bányaüregek egész sora ékteleníti, de e pusztítás sivárságát majd az erdészet igyekszik enyhíteni e kopár, hánnyókkal borított hegyoldalak erdősítésével.

Dr. Jugovics Lajos: A nemesgulácsi és diszeli bazaltbányák egyesítése a diszeli Halyagoshegyen, különös tekintettel a természetvédelmi és gazdasági vonatkozásokra

Д-р Югович Лайош: ОБЪЕДИНЕНИЕ НЕМЕСГУЛАЦКИХ И ДИСЕЛЬСКИХ БАЗАЛЬТОВЫХ КАРЬЕРОВ НА ДИСЕЛЬСКОМ ГОРЕ ХАЯГОШ, ИМЕЯ В ВИДУ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИРОДЫ.

Dr. Ludwig Jugovics: Die Vereinigung der Basaltbergwerke von Nemesgulács und Diszel am Halyagosberg, mit besonderer Rücksicht auf den Naturschutz und die Wirtschaftlichkeit



## A normatív kalkuláció lehetősége a betonelemgyártásban

BALI ANNA és GÁL LÁSZLÓ

Az utóbbi évek folyamán iparvállalatainknál — így a betonelemgyártó ipar vállalatainál is — a számvitel munkája a műszaki alaphozonylatok tartalmi javulása következtében lényeges fejlődést mutat. A pontosabb alaphozonylatok lehetővé tették a költségek pontosabb nyilvántartását. A számviteli dolgozóknak az alapadatszolgáltatás javítása érdekében tett erőfeszítését nyomon követte a vállalatvezetés és a műszaki irányítók érdeklődése a termelés gazdaságossági vonatkozásai iránt. A műszaki dolgozók most már mind nagyobb mértékben el is várják a számviteltől munkájuk alaposabb kiértékelését, a hibák és a lehetőségek feltárását.

Számvitelünk ezt a munkát a jelenleg szokásos határidőkre el is látja és megbízható adatokat bocsát az érdekeltek rendelkezésére.

Mondhatjuk tehát, hogy a műszakiak megértették a számviteli dolgozók törekvését az adatszolgáltatás pontosabbá tétele érdekében, a számviteliek pedig szívesen szolgálják ki az irányítást végző műszakiakat a termelés gazdaságosságára vonatkozó adatokkal.

Nem állítjuk, hogy ez az adatszolgáltatás és kiértékelés most már a legpontosabb és hogy e téren nincs már tennivaló. Közös — műszaki-számviteli — feladat lesz folyamatosan továbbra is a még fennálló hibák kiküszöbölése. Állíthatjuk azonban, hogy vállalatainknál az adatok ma már elég pontosak ahhoz, hogy kellő alapot biztosítsanak a termelés gazdaságosságának részletes elemzéséhez.

A számvitel ma túlnyomó részben a termelő tevékenység regisztrálását végzi, hiszen jelenlegi módszerei következtében csak kismértékben alkalmas arra, hogy a termelés vezetőinek az irányításhoz szükséges operatív adatokat is megadja, pedig a vezetés mind fokozottabb mértékben igényli a számviteli adatokat, mint az irányítás eszközt.

Nagy fejlődést és minőségi változást jelentene a számvitel munkájában, ha a gazdasági események regisztrálása mellett ezt az instrumentális szerepet is betöltené, azaz a jelenlegi leíró módszere mellett az operatív irányításnak is fontos eszköze lenne. A számvitel regisztráló munkája ma már olyan megbízható alap, amelyből kiindulva fokozatosan ki lehetne építeni instrumentális feladatkörét is. E munkakör, esirájában már jelenleg is fennáll és egyben megszabja számvitelünk fejlődésének irányát. Jelenleg is figyelemmel kísér számvitelünk bizonyos normákat és kimutatja a gazdálkodás adatainak eltérését a normáktól. Egyelőre ez az értékelés csak az alapanyagokra, valamint a termelés teljesítménybéreire vonatkozik és negyedévenként az utókalkuláció által készített kimutatásokban jelenik meg.

E két költség ilyen vonatkozású ellenőrzése és elemzése — fontosságukat tekintve — nagy

jelentőségű lépés volt, de ezt a módszert tovább kell fejleszteni.

A normákban — mint a gazdálkodás kereteit megszabó előírásokban — nagy szervező, irányító és ellenőrző erő rejlik. Ezt az erőt a termelés gazdaságosságának emelése érdekében felszínre kell hoznunk és fel kell használnunk. Ezt úgy érhetjük el, ha a költségnormákat a legszélesebb területen alkalmazzuk, a költséggazdálkodást a normákra tervezzük, normákkal irányítjuk és ellenőrizzük. Ezt a célt szolgálná a *normatív kalkuláció*.

Ahhoz, hogy a normatív kalkulációt megvalósíthassuk, néhány lényeges kérdést kell megoldani.

*Fel kell mérni a jelenlegi helyzetet* abból a szempontból, hogy ez mennyire alkalmas alap a normatív kalkuláció kialakítására akár a tervezés, akár a költségek elszámolása tekintetében. Valószínű, hogy ha számvitelünk feladatait ilyen mértékben meg kell változtatnunk, úgy számvitelünk, de tervezésünk módszertanában is bizonyos változásokat kell végrehajtani. Meg kell tehát teremtenünk a szervezés elvi feltételeit.

*Ki kell terjeszteni a tervezést, megfigyelést és elemzést a költséggazdálkodás teljes körére.* Ennek érdekében az egyes költségekre vagy tételes normákat, vagy ha ez nem lehetséges, statisztikai normákat kell megállapítani. A teljes költség-gazdálkodásra vonatkozó normák rendszeréből kell mind a költségtervezés, mind a beszámolás módszerét kialakítani. *Erre alkalmas alap a terr-kalkuláció és az utókalkuláció rendszere,* ha célunknak megfelelően alakítjuk át.

*A jelenleginél kisebb időszakokban kell a költséggazdálkodás adatait megfigyelni.* Ma az utókalkuláció az egyes gyártmányokra fordított költségeket a kalkulációs tényezőknek megfelelő bontásban a lezárt negyedév után kb 3—4 héttel állapítja meg. Az egyes költségek ellenőrzését — azok természetének megfelelően — rövidebb időszakokban kell végezni, ha azt akarjuk elérni, hogy a költségek nyilvántartása és elemzése a menetközbeni operatív intézkedések eszköze legyen.

Ahhoz, hogy a költséggazdálkodást hatékonyan irányítani és ellenőrizni tudjuk, szükséges, hogy az *utólagos*, akár napi, — dekad — havi, vagy negyedéves ellenőrzés mellett az egyes költségeket a normák alapján előre tervezzük meg, *előre utalványozzuk* és előre jelöljük ki azokat a személyeket, akik az egyes költségek alakulásáért felelősek.

\*

Vizsgáljuk meg a költséggazdálkodás jelenlegi tervezési és elszámolási rendszerét abból a szempontból, hogy mennyire alkalmas a normatív kalkuláció céljaira, illetve a normatív kalkuláció követelményeinek megfelelően milyen módosításokra van szükség.

Nézzük először a közvetlen költségek csoportját.

A betonelemgyártó ipar jelenlegi utókalkulációs rendszerében a következő költségeket számoljuk el közvetlenül:

1. az alapanyagok és hulladékai,
2. a termelés teljesítménybérei,
3. a sablonfelhasználás (gyártási különköltség),
4. a minőségi vizsgálatok próbatörései (gyártási különköltség),
5. a gyártási selejt,
6. a műszaki fejlesztési költség,
7. az értékesítő vállalat kezelési költsége,
8. a késztermék raktári selejtje és hiánya.

1. Az alapanyagok felhasználásának megtervezésére rendelkezésre állnak a felügyeleti hatóság által jóváhagyott felhasználási és beszerzési normák, amelyek a megengedhető hulladékot is magukban foglalják. A korábbi időszakok adataiból az értékesíthető hulladék mennyisége és egységára ismeretes, tehát a nettó anyagköltség tervezhető.

A tényleges felhasználást illetően bizonyos pontatlanság jelentkezik egyes szabadon tároló alapanyagok, mint pl. a betongömbvasak elszámolásában, mivel a legtöbb vállalat mérés nélkül vételezi ki és felhasználásukat a normák szerint számolja el. Az anyagok leltározása során állapítják meg az eltérést az elszámolt felhasználástól és ennek alapján történik a helyesbítés. Szükséges tehát, hogy a vállalatok rátérjenek a mérés szerinti kivételezésre. A viszonylag csekély értékű kavicsfelhasználás pontos mérését — mivel ez több nehézségbe ütközik — nem tartjuk szükségesnek; ez történhetik továbbra is a jelenlegi eljárás szerint.

2. A termelési teljesítménybérek tervezésére bérnormák állnak rendelkezésünkre. A műveletek normáiból az egyes termékek összesített darabére — az iparágunkban szokásos bontás szerint

betonkeverés,  
vasas munkák,  
betonozás —

pontosan megállapítható. Ugyanilyen bontásban gyűjtjük ki a bérelszámolás adataiból az egyes termékek összes, illetve egységre eső tényleges közvetlen bérköltségét.

Az anyagnormák viszonylag állandóak, változásukra ritkábban kerül sor. Ezzel szemben a bérnormák gyakrabban változnak. Ezzel most különösen számolhatunk, mivel a teljesítmények ala-

kulását állandóan szem előtt kell tartani és a normákat ennek megfelelően változtatni. Jelentős munkaigénnyel járna, ha a tényleges bérfelhasználás normától való eltérésének kiértékelése céljából az időszak folyamán történt normaváltozások alapján időarányos normákat kellene kimunkálni. Lényegesen egyszerűbb egy időszakon belül a tervezés alkalmával érvényes normát tekinteni az összehasonlítás alapjául és az időközi normaváltozást csak a kiértékelés alkalmával venni figyelembe.

Jelenlegi előírásaink szerint az alapanyag bruttó költségét anyagfélésegenként, a közvetlen bérköltséget pedig az említett háromféle bontásban mutatjuk ki. A termékre eső fajlagos anyag- és bérfelhasználást szembe kell állítani az egységre érvényes normákkal. Az utókalkulációs lapok ezen adataival egyezően negyedévenként ki kell mutatni az utókalkulált termékek mennyiségére vonatkozóan globálisan és a termékegységre az anyag-, illetve bérnormától való eltéréseket az alanti példa szerint. [1. sz. táblázat]

Ilyen kimutatások készülnek valamennyi alapanyagra, valamint a közvetlen bérekre az említett bontásban. (A kiértékelés csak az utókalkulált mennyiségek közvetlen anyag és bérköltségeire vonatkozik. Nincs figyelemmel a gyártási selejt mennyiségére eső anyag- és bérköltségekre.)

Nézzük a további költségek helyzetét a tervezés és az elszámolás szempontjából.

3. A sablonfelhasználási költség előkalkulált összeg, amelyet az árjavaslat alapján az ár megállapító hatóság hagy jóvá. Ezt az összeget kell mind a tervezés során, mind pedig az utókalkulációban közvetlenül elszámolni.

4. A próbatörési költségre vonatkozólag az iparági számlakeret közli termékenként a termelt mennyiség százalékában megállapított normát. Ezt kell a tervezés során alkalmazni. A tényleges költséget bizonylatok alapján közvetlenül számolja el az utókalkuláció. (A próbatörési költség a próbatörött mennyiség eladási áron számított értéke. Erre az elszámolási módra későbbiekben a készáru raktári hiány és selejtköltség tárgyalása során még visszatérünk.)

5. A gyártási selejt normáját (a türt selejtet) a felügyeleti hatóság közli az iparági számlakeretben. A gyártási selejt ugyancsak a termelt mennyiség százalékában van kifejezve. Az eladási áron jelentkező próbatörési költséggel szemben a gyártási selejtköltség „önköltségen” jelentkezik, azaz csak a selejtmennyiségre eső közvetlen anyag, bér és sablonköltség, valamint a ráeső üzemi

#### Cementfelhasználás

196... n. év.

1. táblázat

Gyártmány	Term. menny., db	Egységre, q		Össz. term.-re, q		Eltérés, q		Felhaszn. ért., (F)		Eltérés, Ft		
		norma	tény	norma	tény	+	-	norma	tény	előlép.	megtak.	
A	14 628	0,8840	0,8520	12 931,2	12 472,4	—	458,8	943 978	910 485	96,1	—	33 493
B	2 166	4,9702	4,9816	10 765,5	10 790,1	24,6	—	785 882	787 677	100,2	1795,0	—
C	2 285	2,9115	2,9359	6 653,1	6 709,1	56,3	—	485 676	480 786	100,9	4110,0	—
D	640	3,6598	3,7332	2 342,3	2 389,3	47,0	—	170 988	174 119	102,0	3431,0	—
E	350	5 3225	5,2072	1 863,4	1 823,0	—	40,4	130 028	133 070	97,8	—	2 949
Össz.:	—	—	—	34 555 5	34 184,2	—	371,3	2 522 552	2 495 446	98,0	—	27 106

általános költség terheli. A gyártási selejt normáját tehát a fent felsorolt tervezett költségek diktált százaléka határozza meg.

A közvetlen anyag és bérköltségek tárgyalása során említettük, hogy itt csak az ún. „jó” gyártmányokra eső költségeket mutatja ki az utókalkuláció, a gyártási selejtre eső költségeket viszont bontás nélkül, csökkentve a selejtkár megtérüléssel egy összegben. Így ez a költség az utókalkuláció legnehezebben elemezhető tétele. Helyes lenne ezt az ömlesztetten jelentkező költséget elemeire bontani egyrészt azért, hogy ezáltal az utókalkulációban a termelésre fordított összes közvetlen anyag és bérköltséget kimutassuk (anyagféleségenként bontva), másrészt hogy a selejtkalkuláció alapján e jelentős veszteségforrást utókalkulációinkban valóban fel tudjuk tárni és elemezni. Mivel a költségek elsődlegesen kalkulációs tényezőként jelentkeznek, a selejtvesztés ilyen részletes kimutatása alig jelent munkatöbbletet, viszont megteremtenék a selejtkalkuláció alapját. (Példánkban ezt a bontást nem hajtottuk végre.)

Emellett az elemzés mellett nem hanyagolható el továbbra sem a selejtvesztés keletkezési okok szerinti elemzése.

#### 6. A műszaki fejlesztési költség és

7. az értékesítő vállalat fenntartási költsége a termelési érték százalékában van megállapítva, így kell tehát a tervezett és a közvetlenül elszámolt tényleges költséget is megállapítani.

8. A raktári késztermék hiány és selejtköltség normáját az iparági előírások a termelt mennyiség százalékában állapítják meg. A tervezett költség tehát a megállapított norma, a tényleges költség pedig a vállalati általános költségen belül közvetlenül elszámolt késztermék-hiány és selejt-darabok értéke.

(Az elszámolás — miként a próbatörési költségé is — eladási áron történik. E két költséggel tér el az utókalkuláció összes költsége a termelés összes költségétől és az utókalkulált mennyiség a statisztikában jelentett teljes termelt mennyiségtől.)

Az eddigiekben felsorolt közvetlen költségeken kívül is vannak még költségek, amelyeket jelenlegi előírásunk — bár közvetlenül elszámolhatóak, — az általános költségek csoportjaiba sorol és így közvetett módon pótlékolással kerülnek a gyártmányok önköltségébe. Ilyen jelentős költségek a kavics és az ömlesztett cement közúti fuvarja, valamint a közvetlen bérköltségek 25%-át jelentő közteher és ilotmányadó. (Az épületelemgyártáknál a vetítési alap az anyag + bérköltség, tehát a közterheket közvetlen költségként kellene tervezni és elszámolni.)

A normatív kalkuláció megbízhatósága szempontjából különösen fontos, hogy minden olyan költséget, amely közvetlenül elszámolható, valóban így számoljuk el, mert növelni kell azon költségek körét, amelyekre megbízható normákat tudunk megállapítani és amelyek a termelés mennyiségével egyenes arányban változnak. Ilyen természetű, de mégis közvetve elszámolt költség

pl. a sablonok kenésére szolgáló olaj, amely a termék sablonjának felületével arányos költség, tehát termékegységre megállapítható norma alapján tervezhető.

Nem akarunk további példákat felsorolni, de szükségesnek tartjuk, hogy az ilyen természetű rezsiköltségeket is normák alapján tervezzük meg és a tényleges igénybevételnek megfelelően osszuk fel, tehát csökkentjük azon költségek összegét, amelyeket csak statisztikai adatok alapján tudunk tervezni, a tényköltségeket pedig, mint valóban általános költséget, valamilyen vetítési alap segítségével elszámolni.

A közvetlen — és a közvetlenül elszámolható rezsiköltségek vizsgálata után nézzük a valóban közvetett költségek helyzetét a normatív kalkuláció szempontjából.

Ezek közül külön kell foglalkoznunk azokkal a jelentős költségekkel, amelyek ha nem is nevezhetők arányosan változó költségeknek, de jelzőszámok alkalmazásával normalizálhatóak. Ilyenek elsősorban a szén és áramköltségek. Ezek a rendelkezésre álló számvetési és műszaki adatok alapján a tervezett mennyiségek  $m^3$ -re, mint költségjellemzőre, elég pontosan meghatározhatóak és így tervezhetőek. A tényleges költség felosztását is helyesebb a termékek  $m^3$ -re arányában elszámolni, mint a közvetlen anyag + bérköltségre, vagy különösen csak a bérköltségre vetíteni, hiszen az anyagköltséget a vasigény nagymértékben befolyásolja, amihez sem a szénköltségnek, amely a termék gőzöléséhez, sem az áramköltségnek, amely elsősorban a termék vibrálásához szükséges, nincs kapcsolata.

A szén- és áramköltségek nem alakulnak a termelés változásával egyenes arányban, hanem degresszíven. Műszaki és számvetési adatok alapján, bizonyos határok között mozgó termelés-változás esetén elfogadhatónak látszik adott esetünkben a 20 : 100 arány, azaz a kiértékelés során abból kell kiindulnunk, hogy a termelési tervtől való minden 1% eltérésnek megfelelően a szén, valamint az áramköltség 0,2%-kal változik.

Az üzemi és vállalati általános költségek csoportjába tartozó többi költséget a vállalati számlarendnek megfelelő költség helyi részletezésben kell megtervezni és elszámolni. Ezek a költségek túlnyomórészt viszonylag állandó költségek. A rendelkezésre álló számvetési adatok alapján a tervezés szempontjából eléggé megbízható statisztikai normákat képezhetünk számukra. A későbbiekben az összetett költségekre is alkalmazhatunk — a bennük foglalt anyag, bér, stb. költségek alakulásának megfelelően — degresszív jelzőszámokat (variátorokat), amelyekkel kifejezhetjük, hogy a költségjellemző változására e költségek milyen százalékban reagálhatnak.

Az általános költségek vetítési alapja iparágunk területén nem egységes. Az épütelelemgyártáknál az üzemi általános költség vetítési alapja a közvetlen anyag + bérköltség, a vállalati általános költségé a selejtmentes gyártási önköltség, a cementáruipari vállalatoknál pedig mindkét általános költséget kizárólag a közvetlen

2. táblázat

Vetítési alapok gyártmányonként százalékos arányban

Gyártmány	Termelési érték	Term. mennyiség, m <sup>3</sup>	Közvetlen ag. + bér	Közvetlen bér	Selejtmentes önköltség	Felhaszn. kavics	Saldonfelület, m <sup>2</sup>
A	35,4	33,9	40,0	33,0	39,6	33,4	31,6
B	23,5	21,8	19,9	25,3	20,2	22,0	23,8
C	10,7	10,8	9,7	11,3	9,8	11,1	11,4
D	26,1	29,2	26,2	26,4	26,3	29,3	29,0
E	4,1	4,1	4,0	3,6	4,0	4,0	3,9
F	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3
Összesen . . . . .	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

bérre kell vetíteni. A normatív kalkuláció megkívánhatja, hogy a költségek pontosabb felosztása érdekében — a költségre jellemző — többféle vetítési alappal dolgozzunk.

Megvizsgáltuk a 2. sz. Épületelemgyárnál egy időszakra vonatkozóan, hogy mit eredményez a költségek különféle vetítési módja, hogy megállapítsuk, valóban szükség van-e erre a lényeges munkatöbbletre (1. 2. sz. táblázat).

A kimutatásból az állapítható meg, hogy a különböző vetítési alapok alkalmazása kisebb-nagyobb mértékben pontosabbá tenné az egységönköltséget.

Ezért meggondolás tárgyává kell tenni, hogy a jövőben ne alkalmazzuk-e az egyes költségek alakulására jellemző különböző vetítési alapokat.

\*

Vizsgáltuk a költségek tervezhetőségének és elszámolásának módját a normatív kalkuláció szempontjából. Nézzük, hogyan tudjuk a költségeket tervezésünk és utókalkulációink egységes rendszerbe foglalni, hogyan lehet a költségeket megszabott keretekben utalványozni és a ténytiszszámokat az előíránnyal szemben kiértékelni.

Mindenekelőtt szükséges, hogy a tervekalkuláció az előbbieken vázolt költségbontásban épüljön a normákra. Ennek a költségbontásnak egyben meg kell felelnie annak a követelménynek is, hogy a gazdálkodásért felelős személy kijelölhető, a költség tehát előre utalványozható legyen. Ugyanilyen bontásban kell az utókalkulációnak a költséget kimutatni, hogy a felelős a tervtől való eltérés esetén beszámoltatható legyen.

Nem volna teljes és ellenőrizhető munkánk, ha a kalkulációkat csak termékekre (termékcsoportokra) készítenénk el. A teljesség ellenőrzése, de az elemzés szempontjából is szükséges, hogy elkészítsük a termékek tervekalkulációinak összesítését, amely az utókalkulációk összesítésének megfelelően, de a megtárgyalt bontásban, vállalati szinten is lehetővé teszi az elemzést. Különösen szükséges ez a közvetett költségek elemzésére vonatkozólag, mert ezek termékenkénti elemzése célszerűtlen.

A gazdálkodás ténytiszszámainak elemzéséhez, illetve a normától való eltérés kimutatásához nem elegendők a tervekalkulációnak a tervidőszak előtt megállapított adatai, hiszen a termelt mennyiség a tervezett mennyiségtől legtöbb esetben eltér. A kiértékeléshez szükségünk van arra is, hogy a tervekalkuláció adatait a *tényleges termelésnek megfelelő szintre hozzuk*.

Nézzük egy elszámolási időszak normatív terv- és utókalkulációjának felépítését, szembeállítását és kiértékelését.

Példánkban egy termékre vonatkozó és a vállalati összesített adatokkal foglalkozunk. Ennek megfelelően kétféle nyilvántartásra van szükségünk.

„A” nyilvántartólapon vezetjük az adatokat *termékenként* (termékcsoportonként). E nyilvántartólaphoz tehát annyi szükséges, ahány termékre (csoportra) készül kalkuláció.

„B” nyilvántartólapon vezetjük a vállalat *összesített* adatait. E nyilvántartólap sorai azonosak a termékenkénti lap soraival, de fejrovatai ettől értelemszerűen eltérnek (1. 3—4. táblázat).

A lapok kitöltésének menete a következő:

A tervidőszak előtt, a termelési terv ismeretében kitöltjük az „A” lapok felső adatait, tehát a kalkulálandó mennyiségeket.

Itt jegyezzük meg, hogy tervekalkulációink a múltban nem voltak helyesek, ugyanis a termelési tervben szereplő mennyiségekre készültek és nem vették figyelembe a tervezett próbatörésre kerülő és a normális raktári selejtként tervezhető darabokat. Ugyanúgy miként az utókalkulációban, a tervekalkulációban is számolnunk kell ezen „technikai” mennyiségek értékével és költségével. (A „technikai” mennyiség kifejezést a technikai megtérülés fogalmának megfelelően használjuk.) A termelési tervben szereplő, + a „technikai” mennyiségekre készítjük el a *tervekalkulációt*, azaz

1. a normák alapján kitöltjük a termékenkénti („A”) lapokon a *közvetlen költségeket* termékegységre (e. oszlop) természetes mértékegységben (kg, m<sup>3</sup>, óra, stb.), majd (az f. oszlopban) forint értékben. Ezután az egységköltségeket szorozva a kalkulált mennyiséggel kitöltjük a g. és h. oszlopokat, amelyekben így megjelennek a kalkulált mennyiségre tervezett közvetlen költségek. (Az értékeket itt már 1000 Ft-ra kerekítjük.)

2. Ugyanígy járunk el azokkal a — ma még közvetetten elszámolt — költségekkel, amelyeket megfelelő normák alapján tudunk termékenként megtervezni (pl. közvetlen bérek közterhei, közúti fuvar, stb.). A degresszív költségeket (pl. szén, áram) a jelzőszámok alapján számítjuk ki.

3. Az „A” lapok g. és h. oszlopainak sorait összesítjük. Az összesített mennyiségeket és értékeket felvezetjük a vállalati összesítő („B”) lap g. és h. oszlopainak megfelelő soraira. (A „B” nyilvántartólap oszlopait az „A” lap oszlopainak megfelelő betűvel jelöljük.)

A „B” lapra felvezetett — tehát vállalati szinten jelentkező — közvetlen és közvetlenül elszámolt közvetett költségek összesítése után állítjuk be azokat az általános költségeket, amelyeket gyártmánynormák vagy jellemzők hiányában csak *üzemi és vállalati szinten* tudunk megtervezni. Ezen összegek megállapítására még visszatérünk.

E költségek kitöltése után a „B” lapon rendelkezésünkre áll a vállalat tervezett teljes kalkulációs költsége. Ez az összeg a tervezett önköltségnél annnyival nagyobb, mint amennyi a tervezett „technikai” költség.

4. A „B” lap tervekalkulációs adatainak kitöltése után a „B” lapon szereplő és csak vetítéssel felosztható költségeket a vetítési alapok alkalmazásával felosztjuk az egyes termékek „A” lapjainak megfelelő soraira.

5. Ezek után mind a termékenként vezetett „A” lapok, mind pedig a vállalati összesítő „B” lap tervekalkulációs adatait kitöltöttük. Megterveztük mind a termékenkénti, mind pedig a vállalati tervezett kalkulációs költséget, amit szembeállítva a lapok 70. sorában szereplő kalkulált termelési értékkel, a tervezett eredmény is rendelkezésünkre áll.

(Megjegyezzük, hogy a tervezett termelési értékek is — ugyanúgy, mint a termelési költségek — a technikai megtérülés összegével magasabbak, mint a termelési tervben szereplő termékenkénti, illetve vállalati termelési értékek.)

6. Most már csak az egyes tételek megoszlási százalékát kell az i. oszlopban kiszámítanunk (h. oszlop 70. sor = 100%).

\*

A tervekalkuláció egyes tételeinek megállapításait megelőzően kell történnie a költségfelelősök kijelölésének.

A költségek felelőseinek megállapítása a költség természetéből adódik. A közvetlen anyag- és bérköltségek és a gyártási selejtvesztés felelőse a termelési osztályvezető, illetve az egyes termelő üzemek vezetői. A közvetlen költségek utalványozott értékeit a normák határozzák meg. A felelősség — a termelés bármilyen alakulása esetében — e normák termékenkénti betartására vonatkozik.

Ugyanilyen módon — a szállítási tarifa előírásai alapján — felel az anyagbeszerzés a kavics és ömlesztett cementfuvar normájának betartásáért vállalati szinten, tehát a „B” lapon feltüntetett értékben.

A szén és áramköltségek gazdája az energetikus, aki a megállapított degresszív szorzó figyelembevételével felelős a tényleges gazdálkodás alakulásáért.

Példánkban szerepel a 32. soron a termelésben előforduló állásidőkre fizetett bér. Ezért az illetékes művezető lehet felelős és helyes, ha ezt az elkerülhetetlen költséget időszakonként a közvetlen bérek százalékában írjuk elő.

Nem tartjuk szükségesnek, hogy e cikk keretében minden költség-tétellel foglalkozzunk a felelős kijelölése és a felelősség kérdése szempontjából.

de fontosnak tartjuk a viszonylag állandó költségekről bővebben szólni.

A viszonylag állandó (fix) költségek megállapítása számára egyelőre nincsenek normáink. Ezeket csak a rendelkezésre álló számvetési adatok alapos vizsgálatával tudjuk előírni. Az ilyen költségekben rejlő bizonytalanság miatt szükséges, ha tervezésüket az illetékes felelőssel megtárgyaljuk, mert e vállalati szinten megállapított tervszám lesz egyúttal a számára utalványozott költségkeret, amelynek betartásáért felelősséggel tartozik. Ide soroljuk példánkban a termelésben dolgozó időbéresek bérét (30. sor), valamint a javítóműhely saját fenntartására fordított költségeit (36 sor), mivel a társüzemek részére történő szolgáltatásai példánkban már a társüzemek költségei között szerepelnek.

\*

A tervidőszak előtt megtörtént tehát a költségfelelősök kijelölése és a tervekalkulációk elkészültek a nyilvántartólapokon. A tervidőszak után néhány nappal — tehát jóval az utókalkuláció elkészítése előtt — megtörténhetik az egyes tervezett költségtételeknek a termelés tényleges alakulása szerinti „szintre” számítása. Ezeket a szintre emelt adatokat kell a tényleges költségekkel, tehát az utókalkulációval összehasonlítani.

A tervekalkuláció tételeit a következőképpen hozzuk a tényleges termelés szintjére. Ismerjük termékenként a tervteljesítés százalékát. Ennek megfelelően számítjuk át termékenként a tervekalkuláció közvetlen, illetve közvetett, de arányos költségeit (az „A” nyilvántartólapok g. és h. oszlopainak egyes sorából) a vonatkozó „A” lapok k. és l. oszlopainak megfelelő soraira.

A viszonylag állandó költségek — a tényleges termelésnek a tervtől való eltérése esetén is — változatlan összegekkel kerülnek a „szintre hozott” oszlopokba. Az „A” lapok k. és l. oszlopainak kitöltése után a sorokat felösszesítve kitöltjük a „B” lap azonos oszlopainak sorait. Ezen tehát megterveztük a termelési szintnek megfelelő vállalati költségek normáit.

\*

Az utókalkuláció adatai — a tervekalkulációval azonos bontásban — az előzőekben vázolt felosztási elvnek megfelelően jelennek meg a nyilvántartólapokon.

A „B” lap o. oszlopában jelentkező összes utókalkulált költséghez — a vállalati adatok teljességének ellenőrzése céljából — még hozzászámítjuk a befejezetlen állományváltozásra eső költségeket (z. oszlop) és így — mivel iparágunkban az utókalkulációt valamennyi termékre (csoportra) és szolgáltatásra el kell készíteni, tehát 100%-os — a költségfelosztó ív, illetve a negyedéves mérleg-beszámolóval egyező adatokat kell kapnunk (x. oszlop).

Ezután történhetik a tényleges költségek összehasonlítása a termelés szintjére hozott tervezett költségekkel.

Példánkban a t. oszlop soráiban feltüntetjük az l. és o. oszlopok különbözeteit (1000 Ft-ban)

Termelési terv .....	15 000 db
Normál próbatörés (0,2%) .....	30 db
Normál rakt. selejt (0,2%) .....	30 db
Tervkalkulált menny. össz. ....	15 060 db

„A”

Normatív kalku-

196... év.....

Sorsz.	Könyvelési számla	K ö l t s é g	Költség felelős	T e r v k a l k u l á c i ó				
				norma egységre		tervkalkulált mennyiségre		
				menny.	Ft	menny.	m/Ft	%
a	b	c	d	e	f	g	h	i
1.	711	Alapanyag: A .....	Üz. vez.	13,12	148,78	1 076	2241	31,0
2.		B .....	Üz. vez.	4,18	22,18	630	334	4,6
3.		C .....	Üz. vez.	1,24	0,02	187	136	1,9
4.		D .....	Üz. vez.	79,40	57,96	11 958	873	12,0
5.		E .....	Üz. vez.	0,2380	4,12	3 584	62	0,9
6.		F .....	Üz. vez.	16,40	27,30	246 984	411	5,7
7.								
8.								
9.								
10.								
11.		Btlo ag. felh. össz. ....	—	—	269,36	—	4057	56,1
12.		Le: hulladék 1% .....	—	—	2,70	—	41	0,5
13.		Ntto ag. felh. össz. ....	—	—	266,66	—	4016	55,6
14.								
15.		Bér: vasas .....	Üz. vez.	—	3,46	—	52	0,7
16.		betonkeverés .....	Üz. vez.	—	3,46	—	52	0,7
17.		betonos .....	Üz. vez.	—	13,46	—	203	2,8
18.								
19.		Közvetlen mbér. össz. ....	—	—	20,38	—	307	4,2
20.								
21.		KÖZVETLEN KTG. ÖSSZ. ....	—	—	287,04	—	4323	59,8
22.								
23.		Sablonköltség .....	—	—	11,00	—	211	2,9
24.		Próbatörési ktg. ....	MEO v.	—	0,96	—	14	0,2
25.								
26.	611	Betonkeverő ktg. hely .....	*—	—	—	—	73	1,0
27.	615	Fűzsem: olaj .....	—	—	—	—	39	0,5
28.		áram .....	—	—	—	—	41	0,6
29.		elektróda .....	—	—	—	—	11	0,1
30.		időbér .....	*—	—	—	—	61	0,8
31.		kieg. fiz. ....	—	—	—	—	46	0,6
32.		É óra .....	—	—	—	—	15	0,2
33.		Közvetlen közteher .....	—	—	—	—	77	1,1
34.		Egyéb költségek .....	*—	—	—	—	167	2,4
35.		Term. üz. ktg. hely össz. ....	—	—	—	—	457	6,3
36.	621	Javitóműhely* .....	—	—	—	—	47	0,6
37.	624	Kazánház: szén .....	Energ.	—	—	—	180	2,5
38.		egyéb* .....	Energ.	—	—	—	84	1,2
39.		Kazánház összesen .....	—	—	—	—	264	3,7
40.	625	TMK* .....	—	—	—	—	93	1,3
41.	626	Sablonjavítás* .....	—	—	—	—	18	0,3
42.								
43.		ÜZEMI ÁLT. KTG. ÖSSZ. ....	—	—	63,20	—	952	13,2
44.		Sel. ment. gyárt. önk. ....	—	—	365,20	—	5500	76,1
45.	77	Gyárt. sel.: anyag .....	Üz. vez.	—	—	—	104	1,4
46.		bér .....	Üz. vez.	—	—	—	11	0,2
47.		sablon .....	Üz. vez.	—	—	—	6	0,1
48.		üz. ált. költs. ....	Üz. vez.	—	—	—	31	0,4
49.		váll. ált. költség .....	Üz. vez.	—	—	—	24	0,3
50.		Megtérülés .....	—	—	—	—	—	—
51.		Selejtvesz. összesen .....	—	—	11,68	—	176	2,4
52.								
53.		Gyárt. önköltség .....	—	—	376,88	—	5676	78,5
54.	64	Váll. ált. ktg.-ekből:	—	—	—	—	—	—
55.		sóderfuvar .....	—	—	—	—	128	1,8
56.		érték. ktg.* .....	—	—	—	—	141	2,0
57.		rakt. sel. ....	Száll. ov.	—	—	—	14	0,2
58.		egyéb váll. ált.* .....	—	—	—	—	592	8,1
59.								
60.		VÁLL. ÁLT. KTG. ÖSSZESEN .....	—	—	58,10	—	875	12,1
61.		ÖNKÖLTSÉG .....	—	—	434,98	—	6551	90,6
62.								
63.		Műsz. fejl. alap ktg. ....	—	—	1,92	—	29	0,4
64.		Készletező váll. ktg. ....	—	—	2,40	—	36	0,5
65.								
66.		Elszámolóár különb. ....	—	—	—	—	—	—
67.								
68.		TELJES ÖNKÖLTSÉG .....	—	—	439,30	—	6616	91,5
69.		EREDMÉNY .....	—	—	10,70	—	612	8,5
70.		TERMELESI ÉRTÉK .....	—	—	480,00	—	7228	100,0

\* Fix költségek.

termékenként és vállalati szinten. Az elemzés más-más szempontból történik a termékenkénti „A” és az összesített „B” lapokon.

A termékenkénti lapokon a közvetlen költségeket vizsgáljuk. Az alapanyag és a közvetlen bérek elemzése során figyelemmel kell lenniünk arra, hogy a gyártási selejt soron jelentkező adatok is tartalmaznak anyag és bérköltségeket. Az egyes anyagok összes felhasználási költségét és a közvetlen bérek összes költségét („B”

lapon) csak úgy tudjuk egyeztetni az anyagkönyvelési adatokkal, illetve a bérallappal, ha a gyártási selejt sorain jelentkező ilyen költségeket is tekintetbe vesszük.

Az általános költségek elemzésére a „B” lap, tehát a vállalati összesítés alkalmas. Itt figyelhetjük különösen a fix költségek alakulását. Módszerünkkel megállapíthatjuk azt az eredményt, amit a termelési volumen változásától független költség kihatása jelent.

3. táblázat

lap.

Termelési értéként számbavehető ..... 16 183 db  
 próbatörött menny. .... 40 db  
 raktári selejt .....  
 Utókalkulált mennyiség ..... 16 223 db

laciós lap  
 termék (termékcsoport)  
 ..... n. év

Termelési szintre hozott kalkuláció			Utókalkuláció					Eltérés a szintre hozott tervtől m/Ft-ban	
mennyiség	m/Ft	megoszl., %	összesen		egységre		megosztási %	+	-
			menny.	m/Ft	menny.	Ft			
k	l	m	n	o	p	r	s	t	u
2 129	2414	31,0	2 150	2441	13,31	150,46	31,3	27	
678	360	4,6	652	346	4,02	21,33	4,4		14
201	146	1,9	179	130	1,10	8,01	1,7		16
12 881	940	12,0	14.607	1066	90,03	65,71	13,7	126	
3 861	67	0,9	3 861	67	0,2380	4,12	0,9		
266 065	443	5,7	266 065	443	16,40	27,30	5,7		
—	4370	56,1	—	4493	—	276,93	57,7	123	
—	44	0,5	—	43	—	2,63	0,6	1	
—	4326	55,6	—	4450	—	274,30	57,1	124	
—	56	0,7	—	57	—	3,51	0,7	1	
—	56	0,7	—	50	—	3,08	0,6		6
—	218	2,8	—	203	—	12,52	2,7		15
—	330	4,2	—	310	—	19,11	4,0		20
—	4656	59,8	—	4760	—	293,41	61,1	104	
—	227	2,9	—	227	—	14,00	2,9		
—	15	0,2	—	19	—	1,17	0,2	4	
—	73	0,9	—	68	—	—	0,9		5
—	42	0,5	—	39	—	—	0,5		3
—	44	0,6	—	42	—	—	0,5		2
—	12	0,1	—	11	—	—	0,1		1
—	61	0,8	—	66	—	—	0,9		5
—	49	0,6	—	34	—	—	0,4		15
—	16	0,2	—	13	—	—	0,2		3
—	82	1,1	—	79	—	—	1,0		3
—	167	2,2	—	106	—	—	1,4		61
—	473	6,1	—	390	—	—	5,0		83
—	47	0,6	—	51	—	—	0,7		4
—	192	2,5	—	192	—	—	2,5		
—	84	1,1	—	92	—	—	1,2		8
—	276	3,6	—	284	—	—	3,7		
—	93	1,2	—	79	—	—	1,0		14
—	18	0,2	—	8	—	—	0,1		10
—	980	12,6	—	880	—	54,24	11,4		100
—	5878	75,5	—	5887	—	362,82	75,6	9	
—	112	1,4	—	50	—	—	0,6		62
—	12	0,2	—	3	—	—	0,0		8
—	6	0,1	—	3	—	—	0,0		3
—	33	0,4	—	12	—	—	0,2		21
—	26	0,3	—	10	—	—	0,2		16
—	189	2,4	—	78	—	4,80	1,0		111
—	6067	77,9	—	5965	—	367,62	76,6	102	
—	138	1,8	—	123	—	—	1,6		15
—	141	1,8	—	126	—	—	1,6		15
—	15	0,2	—	—	—	—	—		15
—	592	7,6	—	592	—	—	7,6		
—	886	11,4	—	841	—	51,84	10,8		45
—	6953	89,3	—	6806	—	419,46	87,4	147	
—	31	0,4	—	31	—	1,92	0,4		
—	39	0,5	—	39	—	2,40	0,5		
—	—	—	—	39	—	2,40	0,5		39
—	7023	90,2	—	6915	—	426,18	88,8	108	
—	764	9,8	—	872	—	53,82	11,2		
—	7787	100,0	—	7787	—	480,00	100,0		

Az 5. táblázatból láthatjuk, hogy a terv 4,4%-os túlteljesítéséből kifolyólag a fixnek nevezhető költségek viszonylagos állandósága 297 m/Ft eredményjavulásnak felel meg. Ezen túlmenően ezek a költségek ténylegesen még további 197 m/Ft-tal csökkentek.

A fix költségek végleges kialakítása és a helyes jelzőszámok megállapítása csak több időszak adatainak elemzése alapján történhetik meg.

\*

Példánk ismertetésével nem kívánunk e vita-indításnak szánt cikk keretében többet foglalni, bár tudjuk, hogy az elemzési lehetőségeket még távolról sem merítettük ki, de célunk nem is ez volt, hanem az, hogy rámutassunk a normatív kalkuláció fontos szerepére és alkalmazásának lehetőségére a betonelemgyártó ipar vállalatainál.

Az eddigiekben a szokásos negyedéves időszakra vonatkozó kalkulációs rendszerbe tartozó kérdésekkel foglalkoztunk.

Tervezett term. érték .....	40 000 m/Ft
Tervezett próbatörés .....	280 m/Ft
Tervezett raktári hiány + selejt .....	280 m/Ft
Kalkulálható term. ért. ....	40 560 m/Ft

B'

Normatív kalku-  
196... év .....

Sorsz.	Könyvelési száma	K ö l t s é g	Költség felelős	T e r v k a l k u l á c i ó		
				mennyiség	ezer Ft	megoszlási %
a	b	c	d	g	h	i
1.	711	Alapanyag : A .....	Term. ov.	8 877	9 943	24,5
2.		B .....	Term. ov.	4 668	2 474	6,1
3.		C .....	Term. ov.	395	288	0,7
4.		D .....	Term. ov.	65 869	4 809	11,9
5.		E .....	Term. ov.	20 763	362	0,9
6.		F .....	Term. ov.	246 984	411	1,0
7.		G .....	Term. ov.	23 590	361	0,9
8.		H .....	Term. ov.	2 306	1 153	2,8
9.						
10.						
11.		Btto anyagfelh. össz. ....	—	—	19 801	48,8
12.		Le : hulladék .....	—	—	148	0,3
13.		Ntto anyagfelh. össz. ....	—	—	19 653	48,5
14.						
15.		Bér : vasas .....	Term. ov.	—	427	1,1
16.		betonkeverés .....	Term. ov.	—	259	0,6
17.		betonos .....	Term. ov.	—	1 026	2,5
18.						
19.		Közvetlen munkabér össz. ....	—	—	1 712	4,2
20.						
21.		<b>KÖZVETLEN KÖLTS. ÖSSZ. ....</b>	—	—	21 365	52,7
22.						
23.		Sablonköltség .....	—	—	1 198	2,9
24.		Próbatörési költség .....	MEO vez.	—	280	0,7
25.						
26.	611	Betonkeverő ktg. hely* .....	Üzemv.	—	410	1,0
27.	615	Fűzemi ktg.-ből : olaj .....	Üzemv.	—	225	0,6
28.		áram .....	Energ.	—	218	0,5
29.		elektróda .....	Üzemv.	—	21	0,1
30.		időbér* .....	Üzemv.	—	342	0,8
31.		kieg. fiz. ....	—	—	256	0,6
32.		E óra .....	Üzemv.	—	68	0,2
33.		közvetlen közteher .....	—	—	428	1,1
34.		egyéb költségek* .....	Üzemv.	—	1 034	2,5
35.		Fűzemi költségek összesen .....	—	—	2 592	6,4
36.	621	Javítóműhely* .....	Gép. vez.	—	237	0,6
37.	624	Kazánház szén .....	Energ.	—	1 050	2,5
38.		egyéb* .....	Energ.	—	470	1,2
39.		Kazánház összesen .....	—	—	1 509	3,7
40.	625	TMK* .....	TMK ea.	—	305	1,0
41.	626	Sablon javítás* .....	Gép. vez.	—	50	0,1
42.						
43.		<b>ÜZEMI ÁLT. KTG. ÖSSZESEN</b> ....	—	—	5 193	12,8
44.		Selejtmentes gyárt. önk. ....	—	—	28 036	69,1
45.	77	Gyárt. sel. ktg.-ből : anyag .....	Term. ov.	—	318	0,8
46.		bér .....	Term. ov.	—	32	0,1
47.		sablon .....	Term. ov.	—	20	0,0
48.		üz. ált. ktg. ....	Term. ov.	—	94	0,2
49.		váll. ált. ktg. ....	Term. ov.	—	70	0,2
50.		Megtérülés .....	—	—	—	—
51.		Selejtvesztés összesen .....	—	—	534	1,3
52.						
53.		Gyártási önköltség .....	—	—	28 570	70,4
54.		Vállalati ált. ktg.-ből :				
55.		közúti fuvar .....	Any. besz.	—	737	1,8
56.		értékesít. ktg.* .....	Száll. o.	—	752	1,9
57.		Készáru rakt. sel. ....	Száll. o.	—	280	0,7
58.		egyéb váll. ált.* .....	Bontva többben	—	3 087	7,6
59.						
60.		<b>VÁLL. ÁLTALÁNOS KTG. ÖSSZ. ....</b>	—	—	4 856	12,0
61.		Önköltség .....	—	—	33 426	82,4
62.						
63.		Műsz. fejleszt. alap ktg. ....	—	—	162	0,4
64.		Készletező váll. ktg-e .....	—	—	203	0,5
65.						
66.		Elszámolóár különbözet .....	—	—	—	—
67.						
68.		<b>TELJES ÖNKÖLTSÉG</b> .....	—	—	33 701	83,8
69.		EREDMÉNY .....	—	—	6 769	16,2
70.		TERMELESI ÉRTÉK (kalkulált) .....	—	—	40 560	100,0

\* Fix költségek.

Bevezetőnkben mint elérendő célt jelöltük meg, hogy a költséggazdálkodást minél rövidebb időszakoként ellenőrizzük. Ezt a feladatot egységes rendszer alkalmazásával nem tudjuk megoldani. Minden további nélkül lehetséges egyes költségeket havi időszakra utalványozni és a könyvelés havi adataival ellenőrizni. De lehetséges ennél rövidebb időszakokat is megállapítani, pl. a bérutalványozásban, amit dekádonként lehet

ellenőrizni, a cementfelhasználást pedig pl. a 2. sz. Épületelemgyár naponként — sőt műszakonként — hasonlítva össze a normával.

A költségek ellenőrzésére vonatkozólag nem ajánlatos tehát az időszakot egyöntetűen megállapítani, hanem a költség fontossága, nagyságrendje, a tervezés, utalványozás és gazdálkodás lehetőségeinek mérlegelésével. Szem előtt kell tartani azt, hogy az eltérés jelentkezése már nagy-



lap.

4. táblázat

Befejezett term. érték .....	42 019 m/Ft
Befejezett próbatörés .....	242 m/Ft
Raktári sel. + hiány .....	83 m/Ft
Utókalkulált term. ért. ....	42 344 m/Ft
Tervteljesítés %-a .....	104,4

Laciós összesítő

..... n. .... év

Term. szintre hozott kalkuláció			U t ó k a l k u l á c i ó			Eltérés a szintre hozott tervtől 1000 Ft-ban		Összes költségből		Összes költ. mérlegbesz. III/1.
mennyiség	ezer Ft	megoszlási %	mennyiség	ezer Ft	megoszlási %	+	-	selejt	befejezetlen áll. vált.	
k	l	m	n	o	s	t	u	v	z	x
9 800	10 977	25,9	9 720	10 888	25,7		89			
4 614	2 446	5,8	4 443	2 355	5,6		91			
402	293	0,7	381	278	0,7		15			
69 882	5 102	12,1	71 361	5 210	12,3	108				
21 568	375	0,9	21 568	375	0,9					
266 065	443	1,0	266 065	443	1,0					
24 705	378	0,9	24 705	378	0,9					
2 408	1 204	2,8	2 224	1 112	2,6		92			
—	21 218	50,1	—	21 030	49,7		179	460	211	21 710
—	159	0,4	—	149	0,4	10		2	2	153
—	21 059	49,7	—	20 890	49,3		169	458	209	21 557
—	442	1,1	—	438	1,1		4			
—	269	0,6	—	267	0,6		2			
—	1 074	2,5	—	1 062	2,5		12			
—	1 787	4,2	—	1 767	4,2		20	39	30	1 836
—	22 846	53,9	—	22 657	53,5		189			
—	1 252	3,0	—	1 252	3,0			28		1 280
—	292	0,7	—	242	0,6		50			242
—	410	1,0	—	372	0,9		38	6	4	382
—	235	0,6	—	233	0,5		2	7	4	244
—	226	0,5	—	227	0,5	1		8	4	239
—	23	0,1	—	21	0,1		2			21
—	342	0,8	—	370	0,9	28		9	6	385
—	266	0,6	—	194	0,4		72	3	2	199
—	71	0,2	—	71	0,2					71
—	447	1,1	—	442	1,0		5	10	8	460
—	1 034	2,4	—	964	2,3		70	19	8	991
—	2 644	6,3	—	2 522	5,9		122	56	32	2 610
—	237	0,6	—	241	0,6	4		6	3	250
—	1 068	2,5	—	1 064	2,5		4	24	13	1 101
—	479	1,1	—	428	1,0		51	13	8	449
—	1 547	3,6	—	1 492	3,5		55	37	27	1 550
—	395	0,9	—	387	0,9		8	9	6	402
—	50	0,1	—	53	0,1	3				53
—	5 283	12,5	—	5 067	11,9		216	114	66	5 247
—	29 673	70,1	—	29 218	69,0		355	639	305	30 162
—	331	0,8	—	458	1,1	127				
—	33	0,1	—	39	0,1	6				
—	21	0,0	—	28	0,1	7				
—	98	0,2	—	114	0,2	16				
—	73	0,2	—	100	0,2	27				
—	—	—	—	—	0,0		10	—10		—10
—	556	1,3	—	729	1,7	173				
—	30 220	71,4	—	29 947	70,7		282	629	305	30 252
—	765	1,8	—	694	1,7		71	17	7	718
—	752	1,8	—	663	1,6		89	17	8	688
—	292	0,7	—	83	0,2		200			83
—	3 087	7,3	—	3 111	7,3	24		60	31	3 208
—	4 896	11,6	—	4 551	10,8		345	100	46	4 697
—	35 125	83,0	—	34 498	81,5		627	729	351	34 849
—	169	0,4	—	169	0,4					169
—	212	0,5	—	212	0,5					212
—	—	—	—	212	0,5	212				212
—	35 506	83,0	—	35 091	82,9		415	729	351	35 442
—	6 838	16,1	—	7 253	17,1					
—	12 344	100,0	—	12 344	100,0					

részt a hiba kiküszöbölését is jelenti, hiszen ha ismerjük az eltérést, azonnal tudunk intézkedni.

Sok problémát okoz a normatív kalkuláció bevezetése azoknál a vállalatoknál, amelyeknél egyenértékszámú osztókalkuláció is van. Az egyenértékszámú — akár az iparági átlagköltségek, de különösen ha helytelenül az eladási árak alapján történt megállapítások. — sok pontatlanságot tartalmaznak. Meggondolandó, hogy a normatív

kalkulációtól megkívánt pontosság megengedhető annyi bizonytalanságot, mint amennyit az egyenértékszámú osztókalkuláció magában foglal. Vegyük mindenkor figyelembe, hogy az illetékes vezetők a normatív kalkuláció adatai alapján intézkedni akarnak. Pontatlan adatok alapján viszont az intézkedés nem érheti el célját.

A normatív kalkuláció alkalmazása növeli az adminisztráció munkáját. Nem csak a negyed-

5. táblázat

## Fix költségek

„B” lap sor- száma	M e g n e v e z é s	Költségek			Megtakarítás		
		Terv- kalkuláció	Tervtelj. szintjére hozva (104,4%)	Tény- költség	Volumen- emelke- désből	Költség csökke- nésből	Összes
26.	Betonkeverő költséghely . . . . .	410	428	372	— 18	— 38	— 56
30.	Időbér . . . . .	342	357	370	— 15	+ 28	+ 13
34.	Főüzemi egyéb költség . . . . .	1,034	1,079	964	— 45	— 70	— 115
36.	Javitóműhely . . . . .	237	247	241	— 10	+ 4	— 6
38.	Kazánházi egyéb költség . . . . .	479	500	428	— 21	— 51	— 72
40.	TMK költség . . . . .	395	412	387	— 17	— 8	— 25
41.	Sablonjavítási költség . . . . .	50	52	53	— 2	+ 3	+ 1
56.	Szállítási költség . . . . .	752	785	663	— 33	— 89	— 122
58.	Vállalati általános egyéb költség.	3,087	3,223	3,111	— 136	+ 24	— 112
	Fix költség összesen . . . . .	6,786	7,083	6,589	— 297	— 197	— 494

éves terv- és utókalkulációk okozta többletmunka jelentkezik, hanem az időközi adatok gyűjtése, nyilvántartása és kiértékelése is igen sok munkával jár. A többletmunka létszámot is kíván, de véleményünk szerint ez a bérköltség elenyésző azokhoz az előnyökhöz képest, amelyek a normatív kalkulációból származnak.

\*

Összefoglalva az elmondottakat: a normatív kalkuláció bevezetése a betonelemgyártó ipar vállalatainál az elvi és gyakorlati alapok biztosítása után, a vállalatok belső sajátosságainak figyelembevételével bizonyos fokozatossággal megvalósítható. De — legalábbis egyelőre — nem lehet normatív számvitelről, mint a könyvvitel zárt rendszerébe beilleszkedő rendszerről beszélni, hanem csak normatív kalkulációról, amelyek teljességét a terv- és utókalkuláció ellenőrzi.

További cél a normatív kalkulációnak a könyvelés zárt rendszerébe való beillesztése. Gondolunk itt a 76. önköltségelszámolási számlacsoport számláinak tervezett önköltségen történő nyilvántartására, amely számlákon a termékek szintre hozott tervkalkulációit — megfelelő bontásban — könyvelnék le. De ez a jelenlegivel szemben rendkívül nagy munkatöbbletet jelentene.

A normatív kalkuláció bevezetése szükségessé teszi számviteli szemléletünk felülvizsgálatát. Ha

a munka súlypontjának a költséggazdálkodásért érzett felelősséget tekintjük, úgy mérlegelni kellene, helyes-e a merev költséghelyi szemlélet, és nem lenne talán megfelelőbb, hogy nagyobb mértékben jelentkezzen a költségek felosztásában a gazdálkodásért való felelősség gondolata és hogy nem kell-e általában a vállalati főkönyvelőnek a költségek vetítése és felosztása terén nagyobb szabadságot biztosítani.

Ismertettük véleményünket a normatív kalkulációra vonatkozólag. Mint cikkünkben több alkalommal, itt is megemlítjük, hogy a lényegében előnyös rendszer bevezetése és alkalmazása csak akkor hozhatja meg a várt eredményt, ha a vállalat vezetősége, a műszaki és számviteli dolgozók ennek jelentőségét felismerik, az üzemszervezést ennek megfelelően folytatják és teljes mértékben támogatják egymást az eredmény elérése érdekében.

*Bali Anna, Gál László: A normatív kalkuláció lehetősége a betonelemgyártásban.*

*A. Bali, L. Gál: Die Möglichkeit der Normativkalkulation in der Betonelementfabrikation*

*А. Бали — Л. Гал: ВОЗМОЖНОСТЬ НОРМАТИВНОЙ КАЛЬКУЛЯЦИИ У ФАБРИКАЦИИ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ*

# Állandó minőségű aktivált bentonit finomkerámiai célokra

GYÖRGY ISTVÁN, SZEPESI KÁROLY, MAYER JÁNOS, KÓKAY LAJOS

## Bevezetés

A bentonitokat a kerámiai iparokban, így főképpen a finomkerámiában a kőedény és porcelán masszánál plasztifikáló adalékként használják. Bentonitok alkalmazásával a soványabb agyagokból összeállított öntőmasszák öntéstechnológiai sajátságai is lényeges mértékben javíthatók. Bentonitos kerámiai masszák előnyös alkalmazásáról a szakirodalomban számos közlemény található (1—5, 7, 10).

Hazánk rendelkezik nagy mennyiségű, feltárt bentonit nyersanyagokkal, amelyekből alkalmas ipari eljárással nagy plaszticitású bentonitok állíthatók elő. Ilyen nagy plasztikus tulajdonságú bentonitokkal sovány kaolinféleseink, mint a bombolyi is, finomkerámiai célokra jól felhasználhatók.

Ismeretes, hogy kerámiai célokra, mint plasztikus ásványi adalékok csak a nagy viszkozitású bentonitok jöhetnek tekintetbe. Ilyen nagy viszkozitású bentonit adalékokkal még nagyon sovány — nem, vagy csak gyengén plasztikus anyagokat tartalmazó, — kerámiai masszák is plasztikus sajátságokat mutatnak.

A bentonit sajátságok, így a nagy plaszticitás hordozója a bentonit fő agyagásványa, a montmorillonit, ennél fogva a nagyobb montmorillonit tartalmú bentonitok alkalmas állapotban nagyobb fokú kolloid sajátságokkal, így plaszticitással rendelkeznek, mint a kisebb montmorillonit tartalmú bentonitok. Az előbbi aktivált bentonit típusok kisebb mennyiségével (1—3%) az egyébként sovány, nem plasztikus kerámiai masszák is megfelelően plasztikussá tehetők, míg a kisebb montmorillonit tartalmú bentonitokból nagyobb mennyiség szükséges, hogy a kellő plasztikus állapot a sovány masszánál bekövetkezzék. Ez utóbbi megoldást — a hazai viszonyokat figyelembe véve — elsősorban nem annyira gazdasági okokból, hanem inkább más minőségi megfontolások alapján kell kizárni. Ugyanis hazai előfordulású bányabentonitjainkban mind a montmorillonit, mind a bentonit más járulékos ásványai viszonylag jelentős mennyiségben, 2—3,5%-ban tartalmaznak vasat. Ennél fogva nagyobb mennyiségű bentonit a kerámiai masszának — sokszor egyébként is a megengedhető határhoz közelálló — vastartalmát előnytelenül megnövelné, s ezen felül a bentonit egyéb járulékos ásványai is károsan hatnának ki az egyébként megfelelő masszára.

## Általános elméleti áttekintés a bentonitokról

A bentonit legáltalánosabb meghatározásban olyan üledékes kőzet (agyag), amelynek uralkodó ásványa a montmorillonit.

A montmorillonit tulajdonképpen alumínium hidroszilikát, kémiai képlete leegyszerűsített formában:  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$ , ahol az Al

egyenértékben részben helyettesíthető  $Fe^{+++}$  és  $Mg^{++}$ -vel. Ilyen jellegű helyettesítése az Al-nak több százalékban is lehetséges, különösen  $Fe^{+++}$ -vel s e helyettesítések mennyiségi és minőségi mértéke nincs számottevő kihatással önmagában a montmorillonit, illetve a bentonit sajátságaira (12). Az  $n \cdot H_2O$  változó mennyiségű adszorpciós víz, amely nem tartozik szorosan a montmorillonit kristályba és 300 °C-ig legnagyobb része eltávozik. A bentonitok a montmorillonit kísérő ásványai-ként még rendszerint kvarcot, kristobalitot, tufát, vagy más agyagásványokat (kaolinit, illit stb.) tartalmaznak.

A bentonitok ásványtani összetétel, illetve morfológiai felépítés szerint előfordulási helyek, így genetikai körülményeik miatt általában különböznek egymástól. Kerámiai tulajdonságok, s így a bentonit sajátságok szempontjából a bentonit legértékesebb ásványa a montmorillonit, míg a kísérő ásványok minősége alárendeltbb szerepet játszik. A bentonitok kolloidkémiai sajátságai, amelyek miatt a bentonitok előnyös kerámiai alkalmazást találnak, egyedül az ásványtani összetétellel azonban még nem nyernek egyértelmű meghatározást. A bentonitok ugyanis, mint más agyagok, azonos ásványtani összetétel mellett morfológiai felépítésben, ennél fogva kolloidkémiai sajátságokban nagy mértékben különböznek egymástól. Ennek oka, hogy az agyagásványok, s ezek közül különösképpen a montmorillonit kicserélhető kationokat tartalmaz (S érték = 100—120 mg e. é.), s ezek minőségétől és mennyiségétől függ az agyagásvány, s így az agyag (bentonit) morfológiai szerkezete, mint pl. a szemcseméret, s vizes közegben a kolloid rendszerekre jellemző sajátságok mértéke. Az agyagásványok, különösképpen a montmorillonit kimagasló mértékben ezeket a kolloid sajátságokat, mint a nagyfokú duzzadás, plaszticitás, viszkozitás, tixotropia, kolloidméretű diszpergálhatóság stb. csak akkor mutatják, ha a kicserélhető kationként túlnyomólag nátriumot tartalmaznak, s ha más sók, savak, lúgok (elektrolitok) nincsenek számottevő mennyiségben a rendszerben. Ilyen értelemben a bentonit, vagy bármely üledékes kőzet, amely agyagásványokat tartalmaz (agyag), tehát nemcsak kőzettani, hanem egyúttal morfológiai fogalom is. Így az egyes bentonit (agyag) tulajdonságok megnyilvánulásában a morfológiai állapotnak döntő szerepe van.

A természetes előfordulású agyagok, s így a bentonit is, nem rendelkeznek általában ilyen kedvező morfológiai állapottal, minthogy kicserélhető kationként főleg Ca, Mg-t tartalmaznak, ugyanis a természetes vizekben a nátrium sókkal szemben túlnyomó a calcium sók mennyisége. Ennél fogva ezek a bentonitok (agyagok), kerámiai célokra a mérsékelt kolloid sajátságok miatt nem mutatnak megfelelő alkalmas állapotot. Ezért ezeket a jóval nagyobb mértékszámú kolloid

sajátságok elérése miatt — mint pl. a plaszticitás, viszkozitás, tixotrópia, kolloid diszpergálhatóság stb. — valamilyen nátrium sóval kationcsere (kationadszorpció) útján nátriumbentonitokká (nátriummagyagokká) kell átalakítani. Ez a művelet az aktiválás, amely rendszerint ipari úton történik.

A különböző bentonitok aktív anyaga a montmorillonit, különböző mennyiségű lehet (kb. 40—90%), azonkívül ezek különböző morfológiai felépítésben is lehetnek. Ez utóbbi sajátság kihathat adott aktiválási eljárásnál a kationcsere folyamatának sebességére, s így végső fokon a kationcsere mértékére, illetve ezzel egyértelműen az aktiváltság fokára. Ennek értelmében tehát a kicserélhető Ca, Mg kationoknak csak egy része cserélődik át adott aktiválási eljárásnál, ennél fogva az ilyen bentonitok kolloid sajátságai nem lesznek maximálisak még nagyobb montmorillonit tartalmú bentonitoknál sem, hanem valamilyen közbülső helyet foglalnak el az eredeti földalkáli (Ca, Mg bentonitok) és a nátrium kationnal teljesen átcsereelt bentonitok sajátságai között.

A finomkerámiai célokra megfelelő bentonit nagy montmorillonit tartalmú (legalább 60%), maximális kolloidkémiai sajátságokkal, stabilitással és egyúttal minimális tixotrópiával rendelkező nátrium bentonit.

Az istenmezeji, így a roszkutetői bentonit földalkáli bentonit, amelyet kationcserével lehet nátrium bentonittá alakítani. E bentonit előfordulás az aktiválás szempontjából meglehetősen előnytelen morfológiai felépítést mutat, minthogy e bentonit típusnál a kationcsere sebessége — itt nem részletezhető okok miatt — viszonylag kicsi, más hazai bentonitokhoz (Mád—Koldu, Komlóska) képest, azaz egyszerű szóda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

hozzákeveréssel vizes közegben a montmorillonit Ca, Mg ionjai csak kis részben cserélődnek át Na-ra, ennél fogva az ún. klasszikus bentonit aktiválási eljárással nem nyerhető belőle, dacára nagy montmorillonit tartalmának, nagy duzzadó-képességű és viszkozitású nátrium bentonit. Egyes hazai szakembereink ezen sajátsága miatt egy időben nem is tekintették bentonitnak, hanem ún. derítőföldként (fullerföld) kategorizálták. Ilyen és hasonló bentonitok aktiválására Szepesi Károly dolgozott ki eljárást még 1953-ban, amely eljárás elméleti megfontolások alapján energia (hő és mechanikai energia) közléssel emeli a kationcsere és hidratáció sebességét, ami által közel maximális kationcsere, illetve maximális rheológiai sajátságok érhetőek el (13).

A bentonitok aktiválásánál a nagyobb hőmérsékleten (80—90 °C) való gyúró-keverő műveletek a teljesebb értékű kationcsere, és a nagyobb mérvű hidratációs folyamatok sebességét fokozzák. Ugyanis a teljes értékű kationcseréhez (adszorpcióhoz) elegendhetetlen, hogy a montmorillonit másod és harmadrendű felületein is bekövetkezzék a Ca, Mg ionoknak a Na ionokkal való cseréje, amely műveletet rendszerint mechanikai okok is akadályozzák azáltal, hogy a montmorillonit ezen felületeit sok esetben járulékos amorf anyagok, mint kovasav, alumínium és vas-hidroxid gélek, org. anyagok stb. eltömik. Ezekre a magasabb hőmérsékletű, viszonylag kisebb viszkozitású, lúgos hatású szódaoldat és a mechanikai hatások (gyúrás) *lazítólag* hatnak, s így ezek a felületek nagyrészt szabaddá válnak. Ugyanakkor a gyúrással — más gélszerkezetű rendszerekhez hasonlóan — a finomszerkezetek közé a Na ionokkal egyidejűleg víz is kerül be, amiáltal a hidratáció, illetve a duzzadás is nagyobb sebességgel következik be, mint mechanikai műveletek

1. táblázat

Különböző hazai bentonitjaink kolloidkémiai jellemzői

L e l ő h e l y	Mont- morillonit tartalom %	Viszkozitás		Tixotrópia	
		Optimális szódatart. %	Lefolyási idő mp	Hígítási arány	Dermedési idő perc
Mád—Koldu: fehér színű bentonit .....	18	2,0	23,2	1 : 5	15
Zöld színű bentonit .....	48	3,0	43,1	1 : 14	40
Minta a papír kaolin fekűjéből, XVI <sup>1</sup> akna ..	50	3,0	39,0	1 : 14	40
1. telep vágataiból 1. sz. minta, sárga .....	51	3,5	42,6	1 : 14	90
2. sz. minta sárgásbarna .....	51	3,5	43,6	1 : 14	90
3. sz. minta fehér .....	43	3,0	38,0	1 : 14	90
4. sz. minta fehér .....	41	3,5	39,2	1 : 14	90
5. sz. minta sárga .....	47	3,5	34,7	1 : 14	90
6. sz. minta fehér .....	34	2,5	38,5	1 : 14	90
7. sz. minta sárga .....	37	2,5	34,5	1 : 9	120
Komlóska : sárgászöld széteső bentonit, új altáró 62 m .....	50	5,5	27,4	1 : 14	60
Új altáró 62 m. É-i oldal, talpmagasság 1 m .....	55	5,5	34,3	1 : 14	60
Hófehér széteső új altáró É-i oldal 70 m .....	51	5,5	32,4	1 : 14	3
Zöld bentonit, új altáró, bejáratától 109 m .....	66	5,5	46,3	1 : 19	75
Hófehér bentonit, szét nem eső Mária-táró .....	42	6,0	28,6	1 : 9	13
Budatétény : felső szint átlag .....	81	6,5	49,8	1 : 19	3
Középső szint átlag .....	57	5,5	29,4	1 : 19	15
Alsó szint átlag .....	86	8,5	53,5	1 : 19	2
Istenmezeje : felső szint átlag .....	66	4,5	35,0	1 : 14	30
Alsó szint átlag .....	84	5,0	48,0	1 : 14	1

(gyúras) mellőzésével. Ezért sem a hidegen való gyúras, vagy csupán a meleg hatás külön-külön nem vezet teljes értékű eredményhez.

Az istenmezeji, illetve a roszkutetői és egyébként nehezen aktiválható, más Ca bentonitoknál az egyes rétegeknél megnyilvánuló hátrányos morfológiai különbségek, dacára az azonos minerológiai összetételnek, ezzel az aktiválási eljárással jól kiküszöbölhetők és állandó minőségű, maximális rheológiai sajátságú nátrium bentonitok állíthatók elő.

A közölt táblázatok — amelyek közül az 1. és 2. sz.-t a (8) és (9) számú irodalmi hivatkozás tartalmazza — adataiból jól kitűnnek az ugyanazon előfordulású bentonitnak részben montmorillonit tartalomában, részben morfológiai felépítésben megnyilvánuló különbségei (1., 2., 3. táblázat). Ugyanakkor az is kitűnik, hogyha teljesen azonos ásványtani összetételű, de külön-

böző morfológiai bentonitokból indulunk ki, amelyek az ún. hideg aktiválási eljárás mellett különböző rheológiai sajátságú (viszkozitás, tixotrópia, vízleadás stb.) bentonitokat eredményeznek, ugyanannyi elektrolittal aktiválva a meleg aktiválás után ezen sajátságaik maximálisak és egyenlők lesznek (4. táblázat).

Az 1., 2. és 3. táblázatok a hazai bentonitjaink részletesebb kolloidkémiai adatait, mint viszkozitás, tixotrópia értékek, nagyobb mérvű mechanikai megmunkálás (gyúras) mellőzésével, meleg úton való kationcsere eszközése mellett sorolják fel. E táblázatok egyúttal feltüntetik az egyes bentonitok montmorillonit tartalmát is.

A 4. táblázat az istenmezeji bentonitnak üzemi, hideg úton, mechanikai keverés mellett aktivált rheológiai és más fontos tulajdonságait tünteti fel, szembeállítva ugyanezen bentonit melegen átgyúrt (aktivált) adataival.

2. táblázat

## Az istenmezeji bentonitelőfordulás felső és alsó rétegéből vett minták összefoglaló vizsgálati eredményei

Minta jele	Viszkozitás			Tixotróp megszilárdulás (opt. szódatartalommal)						Montmorillonit tartalom %-ban
	Hígítási arány	Optimális szódatartalom: %	Maximális lefolyási idő, mp	H í g í t á s						
				1 : 9		1 : 14		1 : 19		
				idő perc	jelleg	idő perc	jelleg	idő perc	jelleg	
Átlag :	1 : 35	4,5	53,7	1	+	30	+			66
1 f	1 : 40	4,5	51,7	1	+	2	+	45	—	
3 f	1 : 35	3,0	38,2							
4 f	1 : 35	4,5	52,8	1	+	35	+			
5 f	1 : 30	7,0	29,0	60*	—					60
6 f	1 : 35	4,5	54,6							
7 f	1 : 33	4,5	46,6							
8 f	1 : 30	4,0	37,0	14	+					
9 f	1 : 35	4,0	35,2	8	+					
11 f	1 : 30	4,0	37,4	6	+	90	—			
14 f	1 : 30	4,5	41,0							
22 f	1 : 30	5,5	45,1							
35 f	1 : 50	6,5	52,5	1	+	1	+	1	+	77
39 f	1 : 25	6,0	41,8	35	+					
51 f	1 : 35	4,5	43,3							
65 f	1 : 35	5,0	32,4							
72 f	1 : 30	5,0	38,5	1,5	+	90	+			
84 f	1 : 45	5,5	51,7							
111 f	1 : 35	5,0	48,6							
* Kétszer aktiválva 40 perc után tixotróp.										
Átlag :	1 : 50	5,0	48,0	1	+	1	+	8	+	84
1 a	1 : 50	4,5	51,1	1	+	1	+	5,5	+	
3 a	1 : 40	4,5	46,6	1	+	1,5	+	5	+	
4 a	1 : 50	4,5	49,0	1	+	1	+	5	+	
5 a	1 : 50	5,5	46,9	1	+	2	+	7	+	85
6 a	1 : 50	4,5	50,8	1	+	1	+	5	+	
7 a	1 : 50	5,5	66,4	1	+	1	+	1,5	+	94
8 a	1 : 50	5,0	38,1	1	+	7	+	90	+	
9 a	1 : 30	7,0	41,2	60*	—					66
11 a	1 : 35	5,0	63,5	1	+	2	+	15	+	
14 a	1 : 30	6,0	66,0	1	+	6	+	90	—	
22 a	1 : 50	5,0	48,1	1	+	1	+	4	+	
35 a	1 : 45	5,0	64,4							
39 a	1 : 50	5,5	48,5							
51 a	1 : 50	5,5	46,4							
72 a	1 : 45	5,5	49,8							
111 a	1 : 25	5,0	47,6							

„f” jelzésű minták felső réteg, szürke bentonit.

„a” jelzésű minták alsó réteg, világos vagy sötétzöld bentonit.

\* Háromszor aktiválva 45 perc után tixotróp.

3. táblázat

Istenmezeji bányabentonitból  
külalak (szín) szerint kiválogatott minták  
1. és 2. táblázat szerinti analizise

Minta jele	Viszkozitás			Tixotrop megszilárdulás			Montmorillonit %
	Hígítási arány	Szódatart. %	Lefolyási idő mp	Hígítás			
				1:9 idő	1:14 idő	1:19 idő	
A	1:50	1	31,0	10'	—	—	80,7*
	1:50	2	38,5	20''	—	—	
	1:50	3	43,6	7''	30'	75'	
	1:50	4	57,2	1''	4'	26'	
	1:50	5	54,2	1''	5'	35'	
	1:50	6	50,5	10''	35'	120'	
B	1:50	1	20,0	—	—	—	51,1
	1:50	2	25,5	24h	—	—	
	1:50	3	30,1	30'	—	—	
	1:50	4	32,4	2'30''	72'	180'	
	1:50	5	35,0	2'20''	75'	300'	
	1:50	6	32,0	10'25''	120'	—	
C	1:50	1	28,0	—	—	—	64,6
	1:50	2	35,6	15'	12h	—	
	1:50	3	43,8	3'	60'	—	
	1:50	4	47,2	51''	13'	62'	
	1:50	5	46,0	1'20''	18'	78'	
	1:50	6	42,0	2'5''	38'	—	
D	1:50	1	25,0	—	—	—	55,0
	1:50	2	26,5	—	—	—	
	1:50	3	34,4	12'	—	—	
	1:50	4	39,2	1'50''	45'	120'	
	1:50	5	38,8	2'22''	65'	240'	
	1:50	6	38,0	9'	—	—	

\* = 4-szer centrifugálva.

A viszkoziméter vízértéke 17'2'' 25 C°-on.

„A”: Krémzöld színű, kagylós törésű.

„B”: Világos sárga, rideg, színező szennyeződéstől mentes.

„C”: Szürkés-kék, gyengén kagylós törésű.

„D”: Szürke, rideg, gyengén erezett.

A táblázatokban szereplő montmorillonit meghatározások a Buzágh—Szepesi eljárás alapján történtek (6), (15).

Ezekből az adatokból igen jó igazolást nyertek a korábban részletezett megállapítások a bentonitok morfológiájával, illetve aktiválhatóságával kapcsolatban. Ezek szerint a legnagyobb montmorillonit tartalmú istenmezeji (roszkutetói) zöld színű bentonitok bányaállapotban különböző morfológiai felépítést mutatnak, s ennél fogva belőlük sem meleg, sem hideg úton mechanikai megmunkálás (gyúrás) nélkül állandó, maximális rheológiai sajátosságokkal rendelkező bentonit nem aktiválható. Ezzel szemben melegen átgűrva, az egymástól nagymértékben eltérő, hideg úton aktivált bentonitok a legfontosabb sajátosságokban meglepő megegyezést mutatnak átlagos 48 cP-os értékkel, s alacsony vízleadásokkal együtt. A 48 cP-os viszkozitás érték 10—12 ml szabadvíz értékkel igen kiváló bentonitra mutat, amilyenhez hasonló nem lehet a külföldi bentonit márkák között sem találni. Az összehasonlítások közel azonos akti-

4. táblázat  
Üzemi, hideg úton, mechanikai keverés mellett aktivált istenmezeji bentonit legfontosabb kolloidkémiai paraméterei, szembeállítva a melegen átgűrűt bentonit adataival

Az anyag megnevezése	Tixotropia						Viszkozitás			Mozgásellenállás			Vízleadás (7 atm. 30'-ig)		Izszapleány mm-ben	
	eredeti anyagnál		átgűrűt anyagnál		hígítás		Ostwald-féle 20 C°-on		Stormer-féle 25 C°-on		eredeti anyagnál		átgűrűt anyagnál		eredeti anyagnál	
	1:9	1:14	1:14	1:19	1:14	1:19	eredeti anyagnál	átgűrűt anyagnál	eredeti anyagnál	átgűrűt anyagnál	eredeti anyagnál	átgűrűt anyagnál	eredeti anyagnál	átgűrűt anyagnál	eredeti anyagnál	átgűrűt anyagnál
	1:9	1:14	1:14	1:19	1:9	1:14	perc, perc,	perc, perc,	perc, perc,	perc, perc,	ml	ml	ml	ml	ml	ml
I/1955 febr.-ban aktivált . . . . .	4'	1h	Ø	Ø	1''	5'	1h	11,2	48	0	0	0	0	19	10	2
II/1956. júl.-ban aktivált . . . . .	Ø	Ø	Ø	Ø	1''	30'	++	2,6	19,2	0	0	0	0	23	16	2
III/1958. febr. . . . .	10''	7'	7'	20'	1''	1'	5'	26	48	0	0	0	0	13	10	2
IV/1958. márc. . . . .	10''	7'	7'	20'	1''	1'	5'	25	48	0	0	0	0	12	10	2
V/1958. febr. 24.	1''	20''	7'	7'	1''	20''	7'	15,8	48	5	45	130	10,5	14,5	10,5	2
VI/1958. márc. 3—8.	1''	20''	7'	7'	1''	20''	7'	16	46	3	45	70	10	16	10	1,5

\*\* 8 óra után: igen.

A bentonit tulajdonságainak változása a szóda koncentráció függvényében

5. táblázat

Szóda mennyisége %	Kócseső tixotrópia			Mozgás ellenállás		Viszkozitás 20 C°-on		Vízlea- adás 7 atm. 30' ml	Izszapleány vastagság mm
	H í g í t á s			0' g	10' g	Stormer 600 f/p cP	Ostwald Vízérték 27'' 20 C°''		
	1 : 9	1 : 14	1 : 19						
1	5'	Ø	Ø	0,0	0,0	4,10	33	23	1,2
1,5	2'	2h	2,5h	0,0	0,0	6,65	38	18	1
2	1''	15'	1h	0,0	4,4	10,20	40	14,5	1
2,5	1''	10'	1h	0,0	5,5	4,65	41	14	1
3	1''	5'	30'	0,0	6,5	16,15	46	14	1
3,5	1''	1'	15'	4,5	20,5	18,20	56	13,3	1 alatt
4	1''	35''	12'	6,0	30,5	24,10	61	13	1 alatt
5 Üzemben készült	1''	1''	1'	45,0	70,0	51,40	64	13	1 alatt

A táblázat adatai csak közelítő értékben és így csak jellegében mutatják meg az egyes bentonit sajátságok, reológiai értékek változását az aktiváló elektrolit (szóda) mennyiségének függvényében. Az egyes szóda értékekhez tartozó abszolút viszkozitási értékek alacsonyabbak az üzemi viszonyok mellett elérhetőkhöz képest. Ennek oka az a körülmény, hogy a laboratóriumi aktiváló berendezésben nem tudtuk a szükséges aktiválási viszonyokat (magas hőmérséklet, megfelelő gyúrási effektus) biztosítani.

Üzemi viszonyok mellett azonban tapasztalatunk szerint 20 C°-on 16—18 cP-s érték, nulla vagy még megengedhető minimális mozgásellenállási értékek mellett (tixotrópia) elérhető. Az ide tartozó maximális elektrolit (szóda) mennyiségének számértéke 2—3% között lesz.

v l si időkre vonatkoznak, míg alkalmasabb be-  
ren czésben, vagy hosszabb időn át való aktiválás-  
sal ( yúrással) a bentonit viszkozitása és más  
kolloidkémiai tulajdonságai lényegesen fokoz-  
hatók.

A 4. táblázat egyetlen kiugró adata a 2,6  
cP-ról 19,2 cP-ra való viszkozitás növekedés.  
A viszonylag alacsony hidegúti, illetve melegúti  
viszkozitások oka, hogy ez a bentonit ún. *alá-  
aktivált* bentonit volt, 5% szóda helyett csupán  
2,5% szódát tartalmazott. De a relative nagy  
viszkozitás növekedés a meleg átgyúrási hatására  
így is jelentős mértékben szembevetendő. Az egyes  
bentonitok aktiválásának módját, illetve a meleg  
mechanikus aktiválás elméleti alapjait részletesen  
kifejti Szepesi Károly szabadalmi leírásában (13).

Finomkerámiai bentonitnak nagy viszkozitás-  
sal és igen alacsony tixotropikus sajátságokkal  
rendelkező bentonit a legmegfelelőbb. Ugyanis a  
bentonitok, tixotróp sajátsága igen előnytelenül  
hat mind a sajtolt, mind a korongos masszák-  
nál (lepuhulás), de különösen az öntőmasszáknál.  
Ez utóbbiaknál nemcsak az öntési idő tolongik ki  
emiatt igen előnytelenül, de gyakran — ha a tixo-  
trópia érték egy bizonyos határnál nagyobb —  
a megfelelő minőségű cserépképződés sem követ-  
kezik be még hosszabb idő múlva sem.

Emiatt az egymással paralellben álló bentonit  
sajátságok közül a tixotrópiát meg kell szüntetni.  
Ugyanis a bentonitok viszkozitásával általában  
párhuzamosan nőnek a tixotróp sajátságok. Ilyen  
típusú bentonitok kizárólag csak kis aktiváló  
elektrolit koncentrációval, nedves, melegúti me-  
chanikai megmunkálás (gyúrási) mellett érhetőek  
el (aláaktiválás). Ebben az esetben az istenmezeji

(roszkutetői) bentonitból mintegy 18—20 cP  
viszkozitású bentonit (6%-os szuszpenzióban) ál-  
lítható elő igen kis tixotrópia, illetve nulla mozgási  
ellenállási értékkel 0 és 10 perc mellett. Az ilyen  
tulajdonságú bentonit 1—3% mellett nagy mér-  
tékben emeli a sovány masszák plaszticitását  
anélkül, hogy számottevő tixotróp jelenségek lép-  
nének fel, akár a korongos, akár az öntőmasszáknál.

A fenti értelemben meghatározott kerámiai  
bentonit üzemi előállításának sematikus technoló-  
giáját az alábbiakban lehet jellemezni: *Nyers-  
anyag*: istenmezeji (roszkutetői) nagy montmo-  
rillonit (80%) tartalmú bentonit. E bentonit típus  
montmorillonit tartalom tekintetében állandónak  
vehető, s a változó morfológiai sajátságokat az  
aktiválási eljárás kompenzálja, illetve kiküszöböli.  
A nyersanyag ilyen értelmű egyenetlenségét ellen-  
őrizni nem szükséges műszeres módon, ugyanis  
ez csupán a bentonit színéből (sötét-, vagy vilá-  
goszöld) egyszerűen ellenőrizhető, illetve a kívánt  
minőség megállapítható.

*Technológiai folyamatok*: A bányanedves ben-  
tonit, amelynek nedvességtartalma 25—30% kö-  
zött mozog 110 C°-nál nem magasabb hőmérsék-  
leten mintegy 6—10% nedvességtartalomra szá-  
rításra kerül. A szárítás előtt célszerű a gazdasá-  
gosabb szárítás érdekében az anyagot néhány  
mm-re aprítani. Ez az aprítás egyszerűen bármely  
törő, aprítógép típusal végezhető, minthogy a  
bányanedves bentonit kemény, rideg, tehát nem  
kenődik. Az aprított és megszáritott bentonit  
ezután gyúró-keverő berendezésbe kerül. Ez a  
keverő típus lehet Werner—Pfleiderer, de még  
jobb a nagyobb kapacitás és könnyebb üríthető-  
sége miatt az 500 literes Eirich keverő. A Werner—

Pfleiderer nálunk használatos típusaiban 110 kg bentonit aktiválható egyszerre. Ez utóbbi keverő típust alkalmazva, 110 kg néhány mm-re aprított és szárított bentonitot adagolunk a keverőbe, majd a bentonitot kb. 25—30% nedvességtartalomra nedvesítjük meg állandó keverés mellett csapvízzel, vagyis ezen 10% nedvességtartalom mellett még 15—20 liter vizet adunk hozzá. Néhány percnyi gyúró-keverés után a bentonit szemcséi szétessenek és egyenletes masszát adnak. Ezután 5—8 liter meleg vízben 2,5—3 kg kristályvizmentes szódát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) feloldunk és állandó keverés mellett egyenletes lassú áramban a bentonithoz csurgatjuk, majd megnyitva a keverőbe alkalmasan benyúló atmoszférikus gőzvezetékkel kb. 10—15 percig keverjük a bentonitot, miközben annak hőmérséklete 85—95 °C-ra emelkedik. Fontos, hogy ilyen hőmérséklet mellett a bentonit legalább 10 percen át a berendezésben erőteljes gyúrásnak legyen alávetve.

Ezen idő alatt a bentonit nagymértékben duzzad, a vizet felveszi és erősen plasztikus állapotba kerül 35—40% összes víztartalom mellett. Az egész művelet a beadagolástól kezdve mintegy 15—20 percet vesz igénybe. Ha a bentonit a keverés folyamán túlságosan viszkózus volna, ami esetleg a gép leállítását vonná maga után, 4—6 liter víz adagolható egyenletesen a bentonithoz. A művelet befejezése előtt néhány perccel a gőzt el kell zárni, majd a keverőt üriteni kell. Ezután a bentonitot téglaprésen megfelelő szájnnyílás mellett — a gazdaságosabb szárítás miatt is — célszerű granulálni, majd 100 °C-nál nem magasabb hőmérsékleten szárítani, s esetleg durvára letörni. Meg kell jegyezni, hogy a bentonit granulálás, szárítás és törés, őrlés nélkül is azonnal felhasználható. Ez utóbbi műveleteket csupán a massa feladása, illetve a kész bentonit tárolása miatt célszerűbb eszközölni.

A szóda mennyiségének meghatározását empirikus úton az átlagmintából (szárított, letört bentonit) kísérleti úton kell meghatározni. Ez utóbbit eszközölhetjük 200—300 g mintából is, amelyet az üzemi módhoz hasonlóan porcelántálban, vízfürdőn melegítve megfelelő víztartalommal előkészítünk 2, 2,5 és 3% szóda mellett és kisebb húsdarálón, megfelelő konzisztenciában melegen háromszor-ötször átengedjük, majd az így nyert bentonitot szárítjuk, aprítjuk és az átlagmintából az előírt módon a bentonit specifikációját a laboratóriumban meghatározzuk.

Az üzemi aktiváláshoz a legkedvezőbb értékhez tartozó elektrolit (szóda) mennyiség irányadó. Ily módon célszerű nagyobb mennyiségű átlagosított és előkészített nyersanyagból elvégezni a próba aktiválást, illetve a szóda számítását.

A kész bentonit minőségét meghatározó vizsgálatok :

#### Nedvességtartalom meghatározás

A bentonit őrlemények nedvességtartalma általában a környező levegő nedvességtartalmától, a tárolási időtől is függ, s általában 6—12% között mozog. Minőségi szempontból alárendelt

szerpe van a nedvességtartalomnak. A 6%-nál kisebb nedvességtartalom bentonit esetleges túlszáritottságára mutat, s ez a körülmény már ronthatja a bentonit kolloidkémiai sajátosságait (viszkozitás, tixotrópia). A bentonit nedvességtartalmát a szokásos 105 °C hőmérséklettől eltérőleg 150 °C-on az ismert módon kell meghatározni. Az összes további vizsgálatoknál az előírt mennyiségű beméréseknél figyelembe kell venni a bentonit nedvességtartalmát, azaz ennek megfelelően kell végezni a bemérését.

#### Kémhatás : pH

A nátrium, illetve az aktivált bentonitok vizes szuszpenziói lúgos kémhatásúak. A bentonit szuszpenziók szüredékeik 8—9 közötti pH. értéke mellett nagyfokú stabilitást mutatnak, ha más elektrolitok (sók) nagyobb mértékben nincsenek jelen a rendszerben. A lúgos kémhatás phenolftalein indikátorral a bentonit 1—6%-os desztillált vizes szuszpenziójában egyszerűen a jellegzetes liláspiros színeződés beállításával kvalitatíve észlelhető.

A pH kvantitatív meghatározását 1%-os szuszpenzióban jó közelítéssel univerzál indikátorral is meg lehet állapítani, míg pontosabb meghatározását a MNOSZ 1746-53 R. 5.12. szerint a 6%-os szuszpenzió szüredékéből kell elvégezni.

A stabil bentonitok 1—6%-os szuszpenzióinak, illetve ezek szüredékeinek pH. értéke 8—9 között van.

#### Viszkozitás

A finomkerámiaipari bentonitok értékes és igen fontos sajátossága a szerkezeti viszkozitás. A bentonitok belső sűrűlódását, szerkezeti viszkozitását 25 °C-on 6%-os szuszpenzióban (6 g bentonit 100 ml desztillált vízben diszpergálva) kell meghatározni. A szerkezeti viszkozitás meghatározására általában rotációs viszkozimétert alkalmaznak és a 600 ford/perc értékek irányadók. A finomkerámiaipari bentonitok viszkozitásának a meghatározására a Stormer típusú viszkozimétert kell alkalmazni, s e meghatározást a mélyfűrési bentonitokkal megegyezőleg a MNOSZ 1746—53 R. 5.08. szerint kell elvégezni. Jó minőségű finomkerámiaipari bentonitoknál a 6%-os szuszpenzióban 25 °C-on a 600 ford/perc mellett 24<sup>h</sup> után mért viszkozitás minimum 16 cP.

#### Mozgásellenállás. tixotrópia

A vizes bentonit diszperziókra jellemző a montmorillonit kristályok lemezes, anizodimenziós alakja miatt az a sajátosság, hogy mint kolloidoldatok (szólok) megfelelő koncentrációban állandó hőmérsékleten való nyugodt állás közben elvesztik folyékony jellegüket, gélekké, kocsonyás rendszerekké alakulnak át (megszilárdulnak), amelyek azonban mechanikai hatásokra, mint rázásra, keverésre újból elfolyósodnak, újból szólokká alakíthatók vissza. Ezt a jelenséget nevezzük tixotrópiának. A tixotrópiát számszerűen a gélállapot beállításához, azaz a megdermedéshez



szükséges időtartalommal az ún. tixotróp megszilárdulás idejével jellemezhetjük, illetve mérhetjük. De felhasználható a tixotrópia számszerű jellemzésére a belső sűrűlódás (viszkozitás) növekedésének sebessége is, minthogy a tixotróp megszilárdulás egyúttal a belső sűrűlódás (viszkozitás) időbeli növekedésével is jár. Ez utóbbi alapján történik az ún. mozgásellenállás meghatározása, amely nem más, mint a belső sűrűlódás időbeli növekedésének mérése. A mozgásellenállás meghatározását a viszkozitásméréssel kell összekapcsolni és ezt ugyancsak Sotormer viszkoziméterrel 6%-os szuszpenzióból 25 °C-on kell végezni a MNOSZ. 1746-53 R. 5.072. szerint, a 0 és 10 perces értékeket kell meghatározni.

A bentonitok tixotrópia értékét, a dermedési idő meghatározását szokásos még kevésbé műszerigényes módon 8—9 mm belső átmérőjű, kb. 22—24 ml-es laboratóriumi kémcsövekben is meghatározni. Az így nyert szilárdulási időértékek jó összhangban vannak a pontosabbnak mondható mozgásellenállási értékekkel.

Finomkerámiai bentonitoknál a mozgásellenállási értékek 6%-os szuszpenzióban

0' után	0 g
10' után legfeljebb	5 g.

Megszilárdulási idők kémcsőben:

1 : 14 vízben legkorábban	10 perc
1 : 19 vízben legkorábban	1 óra.

#### Stabilitás

A finomkerámiaipari bentonitok igen fontos sajátsága az ún. stabilitás, ami alatt az a tulajdonsága értendő a bentonitoknak, hogy elektrolitmentes vízben szuszpenzióik még kis koncentrációkban sem ülepednek, illetve a kolloid diszperziók nem koagulálnak. Hasonlóképpen 2%-os diszperzióban 15 német összkeményességű vízben sem következhet be koagulálás 24 órai állás után sem. Ez az érték egyúttal a bentonitok aktiváltsági fokára is jellemző.

#### Duzzadás

Igen fontos követelmény a finomkerámiaipari bentonitoknál a bentonitnak vízzel való megfelelő mértékű duzzadása.

Meghatározásánál 2 g bentonitot achát mossaiban finomra elporítva kb. 10 egyenlő részre osztunk, s e részmennyiségeket (kb. 0,2 g) részenként 6 perc alatt 100 ml-es mérőhengerbe, 100 ml desztillált vízbe egyenletesen beleszórjuk. Az egész művelet ennél fogva egy órát vesz igénybe.

Az ily módon egyenletesen vízbe szórt 2 g bentonit megduzzad és ennek térfogatát az utolsó részlet bejuttatása után közvetlenül, illetve 24 óra után kell leolvasni.

A jó minőségű bentonitok duzzadási értéke ily módon meghatározva legalább 16 ml, illetve 24<sup>h</sup> után 19 ml.

#### Víztartóképeség

(szabad víz) és az iszaplepleny vastagság

A vizes bentonit diszperziók, gélek a bentonit tartalomtól, illetve ezen belül a bentonit minőségétől függően nagymértékben hidratálva vannak, s a vizet mint diszperziós közeget nagyrésztben, elsősorban közvetlenül a bentonit (montmorillonit) részecskéinek felületén adszorbeálják és nagy erővel megkötik. E kötő erők diffúz jellegű eloszlásban kisebb mértékben a részecskék közvetlen környezetében elhelyezkedett vízmolekulákra is hatnak. Ez a vízmegkötő sajátság mértékszámára arányos többek között adott viszonyok mellett a bentonit montmorillonit tartalmával, s ezen belül ennek diszperzitás fokával, illetve magával az ún. aktiváltsági fokkal is. Nem stabil, ülepedő bentonit diszperziók vízmegkötőképessége kisebb, vagy nagyon csekély, az ugyanolyan összetételű, jól aktivált, kolloid diszperzitásfokú stabil bentonit diszperziókkal szemben. Ennélfogva a vízmegkötőképesség, vagy másképpen víztartóképeség (szabad víz) mértékszámára egyúttal a bentonit minőségét is kifejező, jellemző adat.

A bentonit víztartóképesége (szabad víz) alatt az a vízmennyiség értendő ml-ben kifejezve, amelyet 500 ml 6%-os bentonit szuszpenzióból 30 perc alatt 7 atü nyomás mellett 76 mm átmérőjű, megfelelően kiképzett szűrőfelület mellett nyerünk. A víztartóképeség ilyen értelmű meghatározását a MNOSZ. 1746—53 R. 5. 10. alapján kell végezni. A víztartóképeséget szokás még 6 perc után is megadni.

Az iszaplepleny a víztartóképeség meghatározásánál a szűrőfelületen a nyomás hatására kialakult szilárdabb bentonit gél, amelynek vastagsága ugyancsak jellemző a bentonit minőségére, azaz minél vékonyabb a 30, illetve 60 perc alatt kialakult bentonit iszaplepleny, annál víz-záróbb a bentonit a fent leírt körülmények mellett, s ennél fogva annál jobb minőségű. Bentonit szuszpenzióknál a szűrőfelületeken eltávozó víz mennyisége állandó nyomás mellett az iszaplepleny kialakulásával az időben állandó csökkenést mutat, így pl. a 60 perc alatt távozó víz mennyisége adott körülmények mellett csak mintegy 50%-kal több, mint a 30 perc alatt távozotté.

Jó minőségű finomkerámiaipari bentonitoknál a 30 perces vízleadás (szabad víz) értéke 16—22 ml 7 atü mellett.

A felsorolt minőségi jellemzők egyrészt kevésbé műszerigényes módon egyszerű eszközökkel a helyszínen is meghatározhatók. Az egyszerűbb eszközökkel végrehajtott vizsgálatok is jó megközelítéssel, jellemző értékeket adnak a bentonit minőségére vonatkozólag. A bentonitoknak vizes rendszerekben való tulajdonságait általában 24<sup>h</sup> után szokásos mérni. Ennek oka az a körülmény, hogy a bentonitok hidratációja (vízadszorpció) viszonylag rövid idő alatt nem következik be, s 24<sup>h</sup> után azonban már számos tulajdonság szempontjából a hidratációs folyamat közel befejezettnek tekinthető. Ezért ugyanazon bentonit egyes tulajdonságainak mértékszámai vizes rendszerekben kisebb-nagyobb mértékben különbözhetnek

egymástól. Stabil nátrium-bentonitoknál a 24<sup>h</sup> utáni értékek, mint viszkozitás, tixotrópia, szabad víz, duzzadás stb. nem mutatnak jelentős eltéréseket az ún. azonnali (pl. 10 perces) állapotokétól. Ennélfogva a legtöbb tulajdonsága a bentonitos vizes rendszernek meghatározható a minta elkészítése után közvetlenül is. Műszeres vizsgálatok esetén a viszkozitás, tixotrópia és a víztartóképeség méréseket a minták elkészülte után 24<sup>h</sup> múlva is el kell végezni, illetve meg kell adni.

Az egyes kerámiai masszákhoz adagolandó, meghatározott minőségű bentonit mennyisége külön megállapítást kíván, s ez a mennyiség természetesen a bentonit minőséggel függ össze, amely elsősorban a bentonit viszkozitálásában nyer kifejezést. Amennyiben az előírt viszkozitás helyett a bentonit kisebb viszkozitásúnak adódna, pl. 18 cP helyett csak 16 cP értékű bentonitot kapunk, akkor ebből egyszerűen számított arányban kell többet adni a masszához. A számítást célszerű kísérleti próbával ellenőrizni.

#### IRODALOM

- (1) *Déribéré M.—Esmé A.*: La bentonite. 1951.
- (2) *K. Endel és C. Wens*: Berichte der deutschen Keramischen Gesellschaft. 1934. VI. 271—280. oldal. A plaszticitás növelése bentonit adagolással.
- (3) *P. P. Budnikow*: Technologie der Keramischen Erzeugnisse einschliesslich der Feuerfesten Baustoffe. 1953. 417. old.
- (4) *P. P. Budnikow—CH. O. Gevorkján*: Farfor. 1955. 32—33. old.
- (5) *Leon Schätzer*: Keramik. 1954. 52—56. old.
- (6) *György István*: Hazai nyersanyagok alkalmazásának kibővítése a fehérserépgyártásban. 1955. Intézeti jelentés.
- (7) *Richter Vladimír*: Hazai bentonitok felhasználása finomkerámiai masszákban. Épitőanyag 1956. 1. sz. 24—26. old.
- (8) *Szepesi Károly*: A bentonitok építőipari alkalmazhatósága. Intézeti zárójelentés. 1955.
- (9) *Csajághy Gábor, Emszt Mihály, Szepesi Károly*: Az istenmezejei bentonit. Földtani Intézet évi jelentése az 1954. évről. 1956. 35—43. old.
- (10) *Csajághy Gábor, Emszt Mihály, Szepesi Károly*: A hazai bentonitokról. Földtani Közlöny LXXXVII. kötet, 3 füzet 1957. IX. 274—283 old.
- (11) *V. Székely—Fruz*: Angaben zur hydrothermalen Genese des Bentonits auf Grund von Untersuchungen in Komlóska. Acta Geologica Tomus IV. Fasciculi 3—4. 1957. 361—382. old.
- (12) *Csajághy Gábor, Emszt Mihály, Szepesi Károly*: Chemical Composition of Montmorillonite. Acta Geologica Tomus V. Fasciculi IV. 1958.
- (13) *Szepesi Károly*: 1192942 francia szabadalom, 59755 indiai szabadalom, 21780 jugoszláv szabadalom, 1767 magyar szabadalom, 1062683 nyugat-német szabadalom, 577109 olasz szabadalom.
- (14) *Szepesi Károly*: Építőipari bentonit. Házi Szabvány Tervezet. 1958.
- (15) *Buzágh, A.—Szepesi, K.*: Über eine kolloid-chemische Methode zur Bestimmung des Montmorillonits in Bentoniten. Acta Chim. Acad. Sci. Hung. 5, 287—98, 1955.

*György István, Szepesi Károly, Mayer János, Kókay Lajos*: Állandó minőségű aktivált bentonit finomkerámiai célokra

Dolgozatukban a szerzők általános áttekintést adnak a finomkerámiai célokra szolgáló bentonitok tulajdonságairól és a bentonit előkészítési eljárásokról. Meghatározzák a finomkerámiai bentonit minőségi jellemzőit, amely szerint finomkerámiai célokra nagy montmorillonit tartalmú, maximális kolloidkémiai sajátosságokkal, stabilitással és viszkozitással, de egyúttal minimális tixotrópiával rendelkező nátriumbentonit szükséges. Továbbá részletesen tárgyalják még a nyersbentonit morfológiája és aktiválhatósága közötti összefüggéseket és az ezekből adódó gyakorlati eredményeket.

*Дьердь Иштван, Сепеш Кароль, Майер Леош, Коккай Лайош*: ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО БЕНТОНИТА ПОСТОЯННОГО КАЧЕСТВА ДЛЯ ТОНККЕРАМИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

В статье приводится общий обзор свойств тонко-керамических бентонитов и методов их подготовки. Определяются качественные показатели тонкокерамического бентонита и на основании этого устанавливается, что для тонкокерамических целей требуется натриевый бентонит, содержащий большое количество монтмориллонита и обладающий максимальными коллоидно-химическими свойствами, стабильностью и вязкостью, но вместе с тем минимальной тиксотропией. Подробно излагается связь между морфологией и активационной способностью сырого бентонита, а также вытекающие из этого практические результаты.

*I. György, K. Szepesi, J. Mayer, L. Kókay*: Aktiviertes Bentonit von ständiger Qualität für feinkeramische Zwecke

Die Autoren bieten einen allgemeinen Überblick über die Eigenschaften der für die feinkeramischen Zwecke dienen, den Bentonite und über das Vorbereitungsverfahren derselben. Sie bestimmen die qualitativen Charaktereigenschaften des feinkeramischen Bentonits, nachdem für feinkeramische Zwecke ein grosser Montmorillonitgehalt, maximale kolloidchemische Eigenschaften, Stabilität und Viskosität, aber gleichzeitig minimale Tixotropie aufweisendes Natriumbentonit erforderlich ist. Sie erörtern ferner ausführlich den Zusammenhang zwischen der Morphologie und Aktivierbarkeit des Rohbentonits und die daraus entstandenen praktischen Resultate.

# Kerámiai masszák és mázak nedves őrlésénél fellépő pH-változások tanulmányozása\*

KOVÁCS PÁL

A kerámiai nyersanyagok, mázak, festékek, masszák nedves őrlése igen elterjedt eljárás a kerámiában és számos esetben, főleg a finomkerámiában nélkülözhetetlen is. Ez az eljárás szakaszos üzemet jelent, éppen ezért a folyamatos üzemenetbe való beillesztése nehézségekbe ütközik. Az őrlési időtartam meghatározása a gyakorlati tapasztalatok alapján történik, ami elég hosszú idő-intervallumot jelent, általában 40—50 órát. A nedves őrlés is, mint általában a finom-őrlések, igen energiaigényes munka és hatásfoka rossz. Ezért célszerű megvizsgálni, hogy vajon a őrlési idő megváltoztatásával megjavítható-e a művelet hatásfoka? Ebből a célból érdemes vizsgálat alá venni különböző kerámiai nyersanyagoknak az őrlési időtartamtól függő granulometriai átalakulását. E tanulmány keretében végzett kísérletek során csak az őrlési időtartam befolyását vizsgálom — a granulometriai átalakulásra, — a többi jellemző pedig, az őrlőmalom mérete, az őrlőtestek nagysága és súlya, az őrlési sebesség, a terhelés stb. mind állandó értéken maradnak. Az, hogy ezek a különböző tényezők állandó értéken maradtak, nem zárja ki, hogy ezek egyikének-másikának megváltoztatásával is befolyásolni tudjuk a nedves őrlés hatásfokát. Megállapítható úgy laboratóriumban, mint üzemben, hogy a kerámiai szuszpenzió pH-ja az őrlés folyamán az időben változik. Ezt a jellemzőt tanulmányozom, mert ennek segítségével egy olyan gyakorlati eljárást kaphatunk, amellyel rendkívül gyorsan ellenőrizni lehetne az őrlést azon az alapon, hogy a pH és a granulometriai átalakulás összefüggésben vannak. A granulometriai átalakulás mérésére vannak megfelelő eredményeket szolgáltató módszerek, de mind rendkívül körülményesek és időtrablók (több napot vesznek igénybe) és ezért az üzemi gyakorlati életben használhatatlanok.

A nedves őrlésnél fellépő pH változást az őrlendő anyagban levő, lazán kötött alkáli ionok (mint pl. a földpátokban) oldódása okozza, ezért a pH lúgos tartományba tolódik el. A rácsban levő, stabilan kötött ionok nem oldódnak, mivel a rácsszerkezet 50 órás őrlés alatt nem roncsolódik el jelentős mértékben. Az oldódás úgy következik be, hogy a malomtöltelék ütő és súrlódó hatása következtében az anyag fujlagos felülete állandóan nő, és az állandó mozgásban levő víz oldó hatást fejt ki az alkáliakra, miáltal a pH értéke 7-nél magasabb lesz. Kézenfekvő az a kérdés, hogy ha állandó értéken marad a pH, a granulometriai átalakulás továbbra is folyik, vagy ez a folyamat is befejeződik?

Amennyiben befejeződik a granulometriai átalakulás és a pH tovább nem változik, ennek a jellemzőnek mérésével igen gyorsan tudnánk ellenőrizni egy adott kerámiai anyag őrlési stá-

diumát. Ezzel a módszerrel sok időt és energiát takaríthatunk meg, ami népgazdasági szinten — tekintettel nagy kerámiai iparunkra — jelentős mértékű. Másrészt egyes anyagoknál, főleg mázknál hátrányos is a hosszantartó őrlés, mert például egy máz 30 órás őrlés után fényesebb, mint 50 órás őrlés után.

Kísérleteim során a következő feladatokat végeztem el:

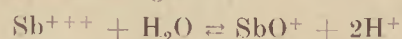
Nedves őrlés 5 kg-os golyós malomban. A malom fordulatszámát a szárazőrlésnél használatos optimális fordulatszámot megállapító

$$n = \frac{34}{\sqrt{D}}$$

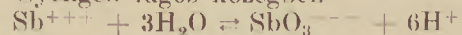
képletből számítottam ki. Az őrlőgép minden esetben az így megállapított fordulatszámmal működött. Valamennyi esetben állandó volt a szárazanyag és a víz súlya. Az őrlések 50 óra hosszát tartottak, 10 óránként, tehát 5 esetben mintavétel történt. Egy-egy mintavételkor 50 ml-t vettem ki oly módon, hogy közelítőleg átlagmintát kaptam.

pH mérés. A mintavétel után azonnal mértem a szuszpenzió pH értékét. A pH mérést kompenzációs módszerrel, Feussner kompenzátorral végeztem. A kompenzálást először durván egy mikroampermérőn, majd finoman egy  $10^{-7}$ -en érzékenységi tükrös galvanométerrel érzékelttem. Összehasonlító elektródnak kalomel elektródot, indikátor elektródnak antimon elektródot használtam. Az oldatban valószínűleg több egyensúly lép fel, ezek nem kellőképpen definiált volta miatt a potenciál érték nem azonos és az összefüggés a potenciál és a hidrogénion aktivitása között nem teljesen arányos. A feltételezett egyensúlyok:

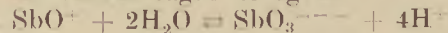
Savas közegben



Gyengén lúgos közegben



Erősebben lúgos közegben



Ezen okok miatt normál potenciálja nem tisztázott, ezért ismert pH-jú oldatokkal mérő-görbét készítettem. Minden mérés előtt az elektródok 15 percig álltak a mérendő, illetve a telített KCl oldatban, hogy állandó értéket vegyen fel az elektromotoros erő.

A szemesenagyság meghatározását ülepítéssel, Robinson—Köhn-féle ülepítő készülékben végeztem. A szemesenagyságot az esési sebességből, az Oseen képlet segítségével számítottam ki.

$$v = \frac{3\gamma}{r} \cdot \frac{9\gamma}{r^2} \frac{3D_2(D_1 - D_2)gr}{9 - D_2}$$

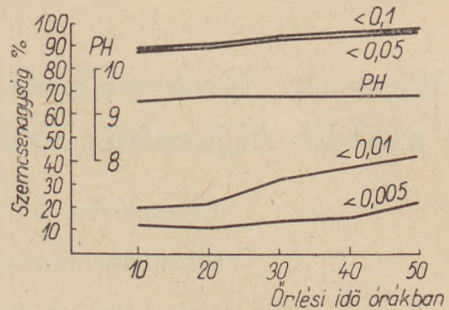
\* A Műszaki Élet pályázatára beküldött munka.



A diagramból megállapítható (4. ábra), hogy 20 órás őrlés után az 50 mikron feletti szemcsék már nem aprítódnak nagy mértékben, ugyanis 20 órás őrlés után a szemcsék 90%-a már 50 mikron alatt van és 50 órás őrlés után is csak 5%-os az emelkedés. Megállapítható továbbá, hogy amennyiben 50 mikronnál nem kell finomabbra őrlni, úgy az őrlést ennél a máznál be lehet fejezni 20 órai őrlés után. A pH már 20 órás őrlés után gyakorlatilag állandó marad.

Az előbbieken leírt kísérletsorozaton kívül még egy ún. „áztatási”-próbát is végeztem a következőképpen: meghatározott mennyiségű anyagot, meghatározott mennyiségű vízben áztattam 25 órán keresztül. A vízzel való leöntés után azonnal felkevertem, hogy minden szemcse nedvesítve legyen. 25 órai áztatás után mértem a szuszpenzió pH értékét. Ebben az esetben egészen más pH értékeket kaptam, mint őrléskor és a kezdeti és a végső pH érték között minimális eltérés mutatkozott. Ebből megállapítható, hogy a pH változás feltétlen kapcsolatban van a granulometriai átalakulással.

Méréseimből megállapítható, hogy egyetlen esetben sem lehet egy abszolút pH értéket meg-



4. ábra

határozni, azonban ha meghúzzuk a pH-nak az őrlési időtartamtól függő görbét, az őrlés gyakorlatilag befejezettnek tekinthető attól a perctől fogva, ahogy a pH görbe nem változik.

*Kovács P.: Kerámiai masszák és mázok nedves őrlésénél fellépő pH-változások tanulmányozása*

*П. Ковач: ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЙ Г-Х ВЛАЖНОГО ПОМОЛА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС И ГАЗУРОВ*

*P. Kovács: Die Untersuchung der bei dem nassen Mehlen der Keramischen Massen auftretenden pH-Änderungen*

## Kutatóintézetek tudományos ülészaka

Az Építésügyi Minisztérium kutatóintézetei és az építési kutatással foglalkozó intézmények f. évi november hó 27—29 napokban tartják meg az országos konferencia jellegű II. tudományos ülészakot.

Az építőipari kutatás fejlesztése és egybehangolása céljából az ülészak munkájában nemcsak az Építésügyi Minisztérium hatáskörébe tartozó kutatóintézetek és kutatással foglalkozó intézmények, hanem a hazai építési kutatással foglalkozó intézmények és egyetemek is részt vesznek.

Az ülészak 1961. november 27-én reggel 9 órakor plenáris üléssel kezdődik. Az ülészak megnyitása után dr. Szabó János miniszterhelyettes előadásában ismerteti az építési kutatás helyzetét és távlati tervét, majd Bretz Gyula az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet igazgatója ismerteti az Építésügyi Minisztérium kutatással foglalkozó intézményeinek 1962. évi közös kutatási tervjavaslatát. A plenáris ülést vita zárja be az építési kutatással foglalkozó intézmények 1961. évi építési kutatási tevékenységéről, melynek keretében az intézmények igazgatói választ adnak az esetleges kérdésekre és hozzászólásokra.

November 28-án az ülészak nyolc szekcióban és egy munkacsoportban folytatja munkáját. Az építésgazdasági, épületszerkezeti, építéstechnikai, építőanyagipari, épületgépészeti, minősítő, mélyépítési és tervezési szekciókban tartandó előadásokon az egyes kutató és kutatással foglalkozó intézmények előadói beszámolnak az 1960—1961. években elért kutatási eredményekről. Ugyanakkor a munkacsoport az 1962. évi kutatási tervet és a tervben foglalt kutatási témákat megtárgyalja és egyeztet.

November 29-én délelőtt folytatják a szekciók előadásait és a munkacsoport munkáját, míg délután 14 órakor kezdődő plenáris záróülésen a munkabizottság vezetője beszámol az 1962. évi kutatási terv javaslatáról, illetve a javasolt módosításokról. Az ülés résztvevőinek hozzászólása és a vita eredménye alapján állítják össze az Építésügyi Minisztérium intézményeinek 1962. évi végleges kutatási tervjavaslatát.

Az ülészakot az Építő- Fa és Építőanyagipari Dolgozók Szakszervezete Székházának előadótermeiben tartják meg.

## **A Műszaki Könyvkiadó hirdetésekét felvesz az alábbi díjszabás szerint:**

Egészoldalas hirdetés ára ..... 1440,— Ft

Féloldalas hirdetés ára ..... 720,— „

3. vagy 4. borítékoldalon az egész oldal 1872,— „

3. „ 4. „ a fél oldal... 938,— „

HIRDESSEN AZ

## **É P Í T Ó A N Y A G B A N**

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

**MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22**

Telefon: 113-450

Befizetéseket az MNB 46 egyszámlára kérjük

## **HELYREIGAZÍTÁS**

Folyóiratunk 8-as számában a 282. oldalon levő táblázat helyes felirata:

**„Szénporhamúfajták vízzoldható sótartalma”**

## **É P Í T Ó A N Y A G**

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 740 példányban

61-8138-630/2 - Révai-nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P. O. B. 149. Budapest 62

Előfizetési díj: 1/4 évre 18.—Ft., félévre 36.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkszámlaszám: egyéni: 61.252. közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára



# *Felhívjuk szíves figyelmét a Műszaki Könyvkiadó kiadványaira !*

Székely—Barkóczai—Cristofoli: <b>Padlóburkolás</b>	fűzve 13,— Ft
Rudnai Gyula: <b>Könnyűbeton</b>	kötve 54,— Ft
Zakar Pál: <b>Bitumen zsebkönyv</b>	kötve 49,— Ft
Sikota Győző: <b>Hollóházi kerámia</b>	fűzve 20,— Ft
ÉTÉGI—ÉÁKKI: <b>Építés helyi anyaggal</b>	fűzve 17,50 Ft
Sárosi—Soha—Kelemen: <b>Bentonit az építőiparban</b>	fűzve 14,50 Ft
Knapp Oszkár: <b>Építészet és üveg</b>	kötve 53,— Ft
Endrényi—Márkus—Toókos: <b>Szállítás az építőiparban</b>	kötve 39,80 Ft
Preisich—Reischl—Vadász: <b>A városi családi ház</b>	kötve 41,— Ft
Berendi György: <b>Festés — mázolás</b>	fűzve 17,— Ft
Sebestyén Gyula: <b>Nagyelemes lakóházak</b>	kötve 60,— Ft
Volf: <b>Üvegipari táblázatok és számítások</b>	kötve 62,— Ft
Tóbiás László—Tóbiás Lóránd: <b>Ácsszerkezetek</b>	fűzve 32,50 Ft
Cziráki—dr. Filló—Lázár: <b>Fa és fahelyettesítő anyagok</b>	fűzve 25,50 Ft
Sághelyi—Szilasi: <b>Üvegezés</b>	fűzve 16,50 Ft
Rácz István: <b>Méret és nagyságrend</b>	kötve 20,40 Ft
Szász László: <b>Építőipari biztonságtechnikai kézikönyv</b>	kötve 50,— Ft
Gyengő—Menyhárd: <b>Vasbetonszerkezetek</b>	kötve 93,— Ft
Róth Gyula: <b>A felvonó</b>	fűzve 31,20 Ft
Kismarty Lechner Ödön—dr. Hajas József: <b>Házunk tája</b>	fűzve 15,— Ft
Tóth János: <b>Népi építészetünk hagyományai</b>	kötve 65,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN**

**SZAKBOLT:**

**TECHNIKUS KÖNYVESBOLT**

**Budapest, XI., Bartók Béla út 25.**