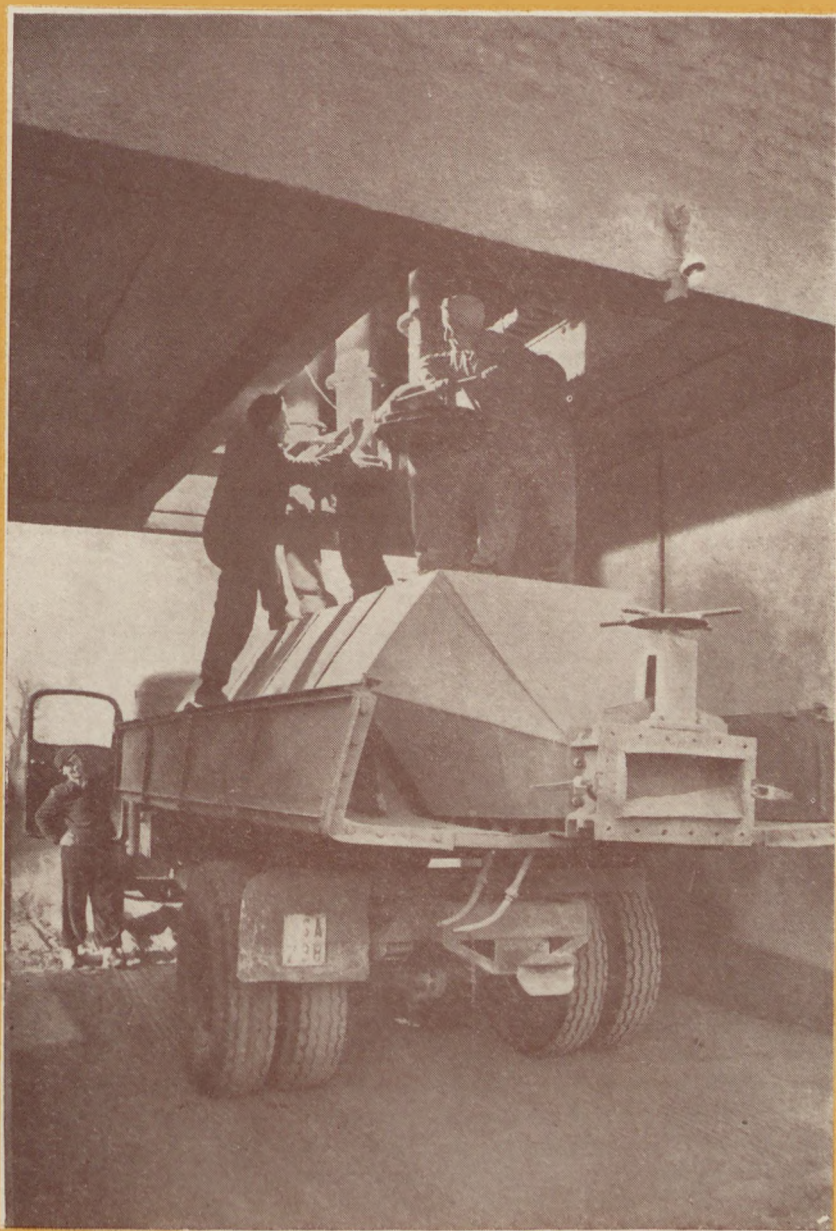


302.935

ÉPÍTŐANYAG

CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR



5. SZÁM

2

ÉPÍTŐANYAG

9. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

Duzzasztott agyagkavics

DR. ALBERT JÁNOS

Az agyagkavics könnyübeton-adalékanyag. Gyártása olyan alacsony olvadáspontú, közönséges agyagokból vagy agyagpalákból történik, melyek gyors felhevítés hatására lyukacsos szerkezetűvé válnak és térfogatuk a duzzadás következtében az eredeti térfogat többszörösére növekszik.

A duzzadó agyagok a mészkarbonátban szegény, sok agyagásványt tartalmazó agyagok csoportjába tartoznak.

Az agyagok duzzadását előidéző legfontosabb reakció a vasoxidnak szerves anyagok hatására végbemenő redukciója, mely már aránylag alacsony hőmérsékleten megindul.

A duzzadás mechanizmusa igen jól jellemezhető az agyagokból formázott és lassú felhevítéssel kiégetett próbatestek pórusterfogatának, száradási és égetési zsugorodásának vizsgálati adataival, továbbá a zsugorodásnak és pórusterfogatnak az égetési hőmérséklet függvényében megszerkesztett görbéivel. A duzzadó agyagok pórusterfogata már a kiindulási, száraz állapotban is kicsi és az égetés $900-1100^{\circ}$ -os szakaszában, ahol a vasoxid redukációjával egybekötött gázfejlődés igen intenzívvé válik, a pórusterfogat egyre csökken. A piropasztikussá váló anyag egyre fokozódó tömörsége megakadályozza a gázok távozását, a duzzadás ezért szükségképpen bekövetkezik. Ezzel szemben a nem duzzadó agyagokból az agyagnak már eredetileg is nagy és 1100° -ig alig csökkenő pórusterfogata, vagyis lyukacsos szerkezete következtében a $900-1100^{\circ}$ között fejlődő gázok eltávoznak és így nem idézhetnek elő duzzadást. A pórusterfogat csökkenését különböző tényezők gátolhatják. Így az agyag szemcseösszetételében résztvevő durva szemcsék, pl. homok nagy mennyisége, vagy a magas mészkarbonát tartalom, mely pórusképző anyagként szerepel, az égetésnél széndioxid fejlődése közben végbemenő bomlása következtében.

Az agyagok duzzadóképesége az expandált termék és a kiindulási anyag térfogatának hányadosával, a duzzadás mértékszámával jellemezhető. A legkedvezőbb térfogatonövekedés a nyersanyag minőségétől függően kísérletek alapján meghatározott expandálási hőmérséklet és idő alatt következik be. Az égetési atmoszférának a duzzadás mértékére számottevő befolyása nincs.

I.

Az agyagkavics és építőipari alkalmazása

Mióta felismerték, hogy az építőanyagok hőtechnikai tulajdonságai térfogatsúlyuk csökkentésével megjavíthatók és ennek következtében az épületszerkezetek kevesebb anyag- és munkabérléssel jobban kihasználás mellett kisebbre méretezhetők, a könnyű építőelemeknek egyre nagyobb a térhódításuk.

A kis térfogatsúlyú építőanyagok között igen nagy jelentősége van a lyukacsos adalékanyagokkal előállított könnyübetonnak. Belőle egyszerű eljárással nagyméretű építőelemek állíthatók elő. A könnyübetonnak két fajtája van. Az egyik a $800-1600 \text{ kg/m}^3$ térfogatsúlyú teherbíró könnyübeton, mely teherbíró volta mellett még jó hőszigetelő is. A könnyübeton másik fajtája a 800 kg/m^3 -nél kisebb térfogatsúlyú hőszigetelő könnyübeton; ez elsősorban jó hőszigetelő és alkalmazásánál a teherbíróképeség csak másodrendű követelmény. Megfelelő anyagtulajdonságú pórusos adalékanyaggal mindkét fajta könnyübeton előállítható. Ilyen adalékanyag az agyagok duzzasztása útján előállított agyagkavics.

Az agyagkavics gyártása és betonadalékanyagkénti alkalmazása Amerikából származik. Haydenak 1917-ben bejelentett szabadalma alapján az első gyár Kansas Cityben létesült. Az agyagpalából előállított terméket Haydit néven hozták forgalomba. Európában 1939-ben Dániában létesítettek először gyárat s a képlékeny agyagból készült termék Leca (Lightweight Expanded Clay Aggregate) néven vált ismertté. Az agyagkavics gyártás a negyvenes évek óta világszerte elterjedt, különösen Amerikában, ahol ma már 200-nál több üzem működik és évi 170 millió m^3 -t állítanak elő (1).

II.

A duzzadó agyagokra vonatkozó eddigi kutatások.

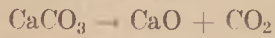
A gyártás technológiájának irányelvei

Az agyagkavics nyersanyagai laza szerkezetű közönséges képlékeny agyagok és a tömött szövetű nem képlékeny palás agyagok és agyagpalák. E nyersanyagok legfontosabb jellemzője, hogy gyors

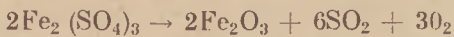
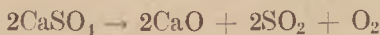
felhevítéskor pórússzerű szerkezetűvé válnak és térfogatuk a duzzadás következtében az eredeti térfogat többszörösére megnövekszik. Az eddigi kutatások eredményeit a következőkben foglaljuk össze.

Az agyagok duzzadását az égetésük folyamán felszabaduló gázok okozzák. A közönséges agyagok mindig tartalmaznak olyan alkatrészeket, melyek magas hőmérsékleten gázképződéssel járó reakciókat idéznek elő. A leggyakrabban előforduló ilyen reakciók a következők:

a) karbonátok bomlása



b) szulfátok bomlása

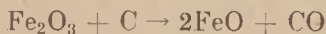


c) szerves vegyületek, karbonium, szénhidrogének, huminanyagok stb. oxidációja és bomlása

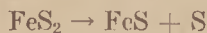
d) ferrioxid termikus disszociációja ferriferrooxidá



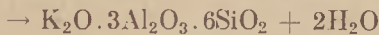
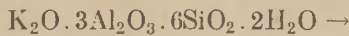
e) ferrioxid redukciója ferrooxidá



f) szulfidok bomlása



g) víztartalmú vegyületek, pl. csillám bomlása



A gázképző alkatrészek azonban egymagukban nem elegendők ahhoz, hogy az agyag az égetésnél felduzzadjon. Wilson (2) a duzzadás tételeit két pontban foglalja össze:

1. az agyagnak a gázképződés hőmérsékletén piropasztikus állapotban kell lennie és pórússait üveglvadéknak kell kitöltenie,

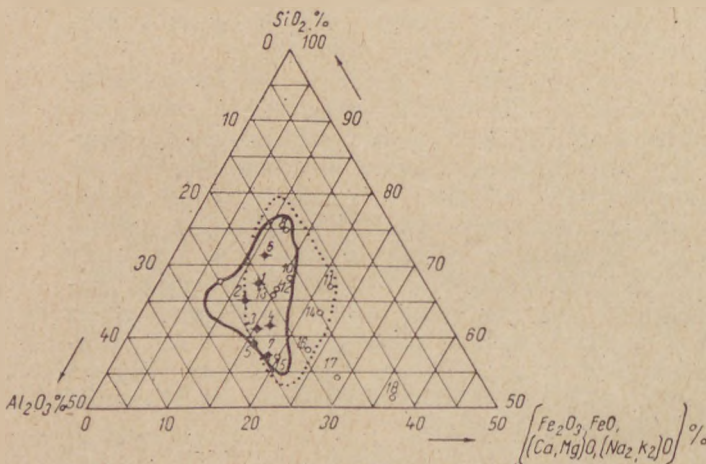
2. az üveglvadéknak egyidejűleg eléggé viszkózusnak kell lennie ahhoz, hogy a gázokat visszatartsa.

Hogy az agyag piropasztikus állapotának hőmérsékletén a pórússok eltömődjenek és a gázok visszatartásához feltétlenül szükséges nagy viszkózitású üveglvadék képződjék, a nyersanyag oxidos összetételében az alumíniumoxid, kovasav és az üvegesedést előidéző vasoxid-, alkáli- és alkáliföldfémoxidok (ömlesztő fémoxidok) mennyisége meghatározott értékhatárok közé kell essék. Clews (3) az értékhatárokat a kiizzított anyagra számítva a következőkben adja meg: Al_2O_3 : 15–30%; SiO_2 : 50–75%; Fe_2O_3 , FeO , Na_2O , K_2O , CaO , MgO : 10–20%.

Riley és Wilson (4) természetes agyagok és szintetikus anyagkeverékek vizsgálata alapján az 1. ábrán feltüntetett háromszögdiagrammban szemléltetik a gázképző alkatrészeket tartalmazó duzzadó agyagok tartományát. Megállapításait azonban csak fenntartással fogadhatjuk el, mert a duzzadó agyagoknak a szerzők által a háromszögdiagrammban elhatárolt területére számos hazai nem duzzadó agyag is esik.

A duzzadó agyagok összetételének és anyagtulajdonságainak jellemzésére értékes adatokat szolgáltatnak a Leca Ltd cég vizsgálati eredményei (5), melyeket kísérletei alapján Onackij (6) is megerősített. Eszerint agyagkavics előállítására olyan összetételükben egynemű, köves szennyeződésekől mentes, mészkarbonátban szegény ($\text{CaCO}_3 < 5\%$), vasoxidban dús ($\text{Fe}_2\text{O}_3 > 6\%$) agyagok vagy agyagpalák alkalmasak, melyek kis mennyiségben huminsavat vagy más szerves alkatrészt is tartalmaznak és alacsony olvadáspontúak. 1200–1300°-nál magasabb hőmérsékleten olvadó agyagok felhasználása már nem gazdaságos.

Az agyagkavics gyártása kétféle technológiai eljárás szerint történik. Az egyik eljárásnál az érc pörkölésére alkalmazott láncrostélyos zsugorítógépet, a másikonál a vegyiparból ismert forgó csökemencét alkalmazzák az anyag expandálására. Üzemi adatok összehasonlítása alapján a két eljárást a következőkben jellemezhetjük (7). A zsugorítógépes rendszernél a beruházási költség lényegesen nagyobb, viszont az energiafogyasztás, munkabérből és ezzel összefüggésben a késztermék előállítási költsége is lényegesen kisebb, mint a forgó csökemencés rendszernél. A kavics minősége szempontjából a forgó csökemencés eljárás az előnyösebb, mert a kemence égetőteréből kikerülő termék pórússzerkezete homogén, a szemcséket többé-kevésbé tömör üvegszerű hártya vonja be. Ezzel szemben a zsugorítógépből tömbökből összesült anyag nem expandált, vagy csak tökéletesen expandált részeket is tartalmaz; ezért a tömbökből aprítás útján előállított termék szövetszerkezete kevésbé homogén és a szemcsék felületének nyitott pórússait nem zárja le tömör üveghártya. Tanulmányunkban csak a forgó csök-



1. ábra. Duzzadó agyagok tartománya az Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3 , FeO , Na_2O , K_2O , CaO , MgO rendszer háromszögdiagramjában, — Wilson és Riley szerint. + Duzzadó agyagok, ○ nem duzzadó agyagok

Az agyagok települési helye: 1. Mályi, 2. Kisgyőr, 3. Mezőtúr, 4. Tiszabercel, 5. Kerecsend, 6. Pécs (fekete), 7. Sárvár, 8. Debrecen, 9. Mád-Koldu, 10. Szentés, 11. Kecskemét, 12. Zalamegye, 13. Szombathely, 14. Békéscsaba, 15. Mátradereske, 16. Óbuda (kiscelli), 17. Rákos, 18. Pécs (fehér)

kemencében előállított agyagkavicsal foglalkozunk.

A nyersanyagot az expandáláshoz száraz vagy nedves úton készítik elő. Száraz eljárásnál a kiszáritott agyagból vagy agyagpalából aprítás útján pormentes darát állítanak elő. Nedves eljárásnál az agyag egynemű képlékeny masszájából hengeres testeket formáznak és azokat granuláló készülékben többé-kevésbé legömbölyítik. Az így előkészített féltermék a forgó csőkemencébe jutva kiszárad és 1100—1250°-ra felhevítve expandálódik. Az anyag áthaladásának ideje a kemencében 30—50 perc és ebből az időből mindössze 5—10 percig van a magas hőmérsékleti zónában, ahol az anyag térfogatnövekedése, a duzzadás folyamata végbemegy.

Tanulmányunk az előzőkben vázolt vizsgálatokhoz kapcsolódik. Foglalkozik a duzzadó agyagok kémiai összetételével, ásványi felépítésével és anyagtulajdonságaival, a duzzadást előidéző fontosabb kémiai reakciókkal és a felhevítésnél végbemenő folyamatokkal. Az elvégzett kísérletek eredményeképpen újabb összefüggéseket állapít meg az anyagok összetétele, fizikai tulajdonságai és duzzadóképesége között. A továbbiakban az expandálás időtartamának és hőmérsékletének rendszeres vizsgálata alapján ismerteti a duzzadás mértékszámának vagy fokának és a duzzadás optimális feltételeinek meghatározásmódját. Végül közli a laboratóriumi és félüzemi kísérletekkel előállított agyagkavicsal készített hőszigetelő és teherbíró könnyűbeton próbatestek szilárdsági és hőtechnikai vizsgálatának eredményeit.

III.

A duzzadó agyagokkal végzett kísérleteink eredményei

1. A duzzadó agyagok összetétele és anyagtulajdonságai A duzzadást előidéző reakciók

Vizsgálatainkat a mezőtúri, tiszaberecei és mályi lazaszerkezetű agyagokkal és a kisgyőri tömött szövetű agyagpalával végeztük.

A nyersanyagok összetételének és a duzzadás szempontjából fontos anyagtulajdonságainak vizsgálati adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A duzzadás okainak felderítése céljából kísérleteinkhez nem duzzadó, vagy kevésbé duzzadó agyagokat is használtunk. Ezeknek vizsgálati adatait a 2. táblázat tartalmazza.

a) A duzzadó agyagok vasoxid és szervesanyag-tartalma

Az 1. táblázatban közölt elemzési adatok megerősítik azt a régóta ismert megállapítást, hogy a duzzadásra hajlamos agyagok magas vasoxid-tartalmúak és kis mennyiségben — többnyire huminsavas sók alakjában — szerves anyagot is tartalmaznak. Az agyagok összetételének közelebbi vizsgálatából következik, hogy a vasoxid az a legfontosabb alkatrész, mely termikus disszociációja, vagy szerves anyagok jelenlétében redukciója következtében magas hőmérsékleten gáz-

képző reakciók előidézésére alkalmas. Egyéb, többnyire szennyeződések formájában jelenlevő alkatrészeknek, mint szulfidoknak, szulfátoknak stb. az agyagok duzzadásánál különösebb jelentősége nincs.

A vasoxidnak gázképződés közben végbemenő két reakciója közül a duzzadás okozójának a szerves anyagok jelenlétében végbemenő redukciót kell tekintenünk. Az 1000—1250° hőfokhatárok közé eső expandálási hőmérsékleten és normális nyomáson a termikus reakció számottevő mértékben nem indul meg (8), ezzel szemben a redukciós folyamat szerves anyagok hatására nagymértékben lejátszódik, sőt be is fejeződhet (9). Kísérleteink szerint pl. a mezőtúri duzzadó agyagban levő 6,8% Fe_2O_3 -ból 1100° expandálási hőmérsékleten 4,8% alakul át FeO -vá, vagyis az eredeti Fe_2O_3 -tartalomnak 70,5%-a, miközben az anyag eredeti térfogatának megközelítőleg négyszeresére duzzad.

Az anyag térfogatnövekedésével kapcsolatban meg kell említenünk, hogy a vasoxid redukciója közben fejlődő szénmonoxidnak aránylag csak kis része vesz részt az agyag duzzasztásában, nagyrészt hatástalanul a környezetbe távozik. Ez minden valószínűség szerint azzal van összefüggésben, hogy a gázképződés még az üvegesedés, illetve a pórusok eltömődése előtt megindul, másrészt azzal, hogy piropasztikus állapotában az anyag gázdifúzióval szembeni ellenállóképessége aránylag nem nagy. Az



reakció egyenlet értelmében 160 g Fe_2O_3 -ból 22,4 normál liter CO képződik. A mezőtúri agyag 1 ml = 2,05 g-nyi mennyiségéből kiindulva és 6,8% Fe_2O_3 tartalmának 70,5%-os átalakulását véve alapul, az expandálásnál képződő CO mennyisége 14 normál ml. Az alkalmazott 1110° expandálási hőmérséklet mellett a gáz térfogata $v_T = v_0 \frac{T}{T_0} =$

$$= 14 \frac{1383}{273} = 71 \text{ ml.}$$

Mint hogy az expandálásnál a térfogatnövekedés a kiindulási anyag térfogatának megközelítőleg négyszerese, vagyis 1 ml anyag 4 ml-re duzzad és ebből a gáz mennyisége megközelítőleg 3,2 ml, kitűnik, hogy a vasoxid redukciója következtében fejlődő szénmonoxidnak mindössze 4,5%-a vesz részt az anyag felduzzasztásában.

Hogy a vasoxidnak és kevés szerves anyag jelenlétének az agyagok duzzadásánál döntő jelentősége van, az alábbi kísérletekből is megállapítható. Az agyag, vagy nyersanyagkeverék nedves, képlékeny masszájából 7—10 mm átmérőjű golyóalakú próbatesteket formáztunk, azokat kiszáritottuk és 350—400°-on kalcináltuk, majd az expandálási hőmérsékletre felhevített gázfűtésű próbakemence égetőterébe helyeztük. Az expandálás hőmérsékletét az anyag minőségének megfelelően állítottuk be, az expandálás időtartama öt perc volt. A kísérlet végén meghatároztuk a próbatest térfogatnövekedésének nagyságát, azaz az expandált termék és a kiindulási anyag térfogatá-

1. táblázat

Duzzadó agyagok összetétele és anyagtulajdonságai

M e g n e v e z é s	Mályi agyag		Mezőturi agyag		Tiszaberceli agyag		Kisgyőri agyagpala	
	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva
1. Kémiai összetétel								
Izz. veszt. %	6,9	—	7,2	—	6,3	—	3,9	—
SiO ₂ %	62,1	66,7	56,0	60,3	57,9	61,8	23,3	64,8
Al ₂ O ₃ ·TiO ₂ %	19,1	20,5	21,7	23,4	20,4	21,7	22,0	22,9
FeO (Fe ₂ O ₃ -ban kifejezve) %			0,8					
Fe ₂ O ₃ %	6,8	7,3	6,8	8,2	8,7	9,3	7,1	7,4
CaO %	1,5	1,6	1,3	1,4	1,0	1,1	0,7	0,7
MgO %	0,2	0,2	0,3	0,3	—	—	0,1	0,1
K ₂ O, Na ₂ O és maradék %	3,4	3,7	5,9	6,4	5,7	6,1	3,9	4,1
Szerves anyag C-ben kifejezve %	0,4	—	0,8	—	1,0	—	0,6	—
CaCO ₃ tartalom %	2,7	—	2,4	—	1,8	—	1,2	—
2. Az agyagásványok minősége...	illit, fireclay		illit, montmorillonit		illit, montmorillonit		illit, fireclay	
3. Kationkicserélőképesség mg ekv/100 g	35		39		48		7	
4. Atterberg-képlékenységi szám	19		22		26		—	
5. Fajsúly g/ml								
nyersen	2,55		2,59		2,57		2,61	
kiégetve	2,59		2,61		2,60		2,64	
6. Szemcseösszetétel								
>200 μ %	1		—		—		—	
200—40 μ %	8		5		7		—	
40—25 μ %	8		5		—		—	
25—10 μ %	17		10		3		—	
<10 μ %	66		80		85		—	
7. Olvadáspont fok	1190		1170		1170		1210	
8. A próbatetek vizsgálati adatai								
a) a kiszáritott próbatest								
zsugorodása %	8,0		9,2		10,9		—	
térfogatsúlya g/ml	2,0		2,1		2,1		2,1	
pórustérfogata %	21,6		18,9		18,3		19,5	
b) a lassú felhevítéssel kiégetett								
próbatest égetési ideje, ó	10		12		14		—	
zsugorodása %								
950°-on	8,2		9,4		11,2		—	
1000°-on	9,5		10,1		11,5		—	
1100°-on	11,8		12,9		13,7		—	
1150°-on	12,6		14,6		16,0		—	
pórustérfogata %								
950°-on	23,0		20,1		19,2		—	
1000°-on	21,1		18,4		17,3		—	
1100°-on	12,0		11,0		10,3		—	
1150°-on	6,3		5,3		4,1		—	
vízfelvevőképessége %								
950°-on	11,4		9,5		9,0		—	
1000°-on	9,8		8,3		7,8		—	
1100°-on	5,2		4,5		4,2		—	
1150°-on	2,5		2,0		1,5		—	
c) a gyors felhevítéssel kiégetett								
próbatest expanziójának ideje, p	5		5		5		5	
expanziójának hőmérséklete, fok	1110		1110		1110		1110	
térfogatnövekedésének mértékszám	2,6		4,1		4,4		3,2	
pórustérfogata %	69		82		88		75	
térfogatsúlya, g/ml	0,72		0,46		0,45		0,65	
litersúlya, g	470		300		290		430	
vízfelvevőképessége, %	91		165		172		106	

A kísérletekhez felhasznált kevésbé duzzadó és nem duzzadó agyagok összetétele és anyagtulajdonságai

2. táblázat

M e g n e v e z é s	Kerecsendi agyag		Mád-koldui bentonit		Debreceni agyag		Kiscelli agyag	
	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva	nyersen	kiizzítva
1. Kémiai összetétel								
Izz. veszt. %	6,7	—	8,1	—	7,3	—	12,8	—
SiO ₂ %	54,9	58,8	62,3	67,8	68,9	74,4	50,6	58,0
Al ₂ O ₃ .TiO ₂ %	23,5	25,2	22,9	24,9	12,3	13,3	16,2	18,6
Fe ₂ O ₃ %	7,6	8,2	1,7	1,9	5,9	6,3	5,2	6,0
CaO %	1,1	1,2	1,6	1,7	2,5	2,7	9,7	11,1
MgO %	0,2	0,2	1,2	1,3	nyomok	nyomok	2,9	3,3
K ₂ O, Na ₂ O és maradék %	6,0	6,4	2,2	2,4	3,1	3,3	2,6	3,0
Szerves anyag C-ben kifejezve %	0,02	—	—	—	0,2	—	0,4	—
CaCO ₃ tartalom %	2,0	—	—	—	4,5	—	17,3	—
2. Az agyagásványok minősége ...	illit, montmorillonit		montmorillonit, kaolinit, illit		illit		illit	
3. Kationkicserélőképesség, mg ekv/100 g	44		68		15		22	
4. Atterberg-képlékenységi szám .	23		56		4		17	
5. Fajsúly, g/ml								
nyersen	2,57		2,53		2,65		2,62	
kiégetve	2,59		2,56		2,66		2,64	
6. Szemcseösszetétel								
>200 μ %	—		—		3		1	
200—40 μ %	4		1		27		19	
40—25 μ %	6		4		20		8	
25—10 μ %	16		5		21		18	
<10 μ %	74		90		29		54	
7. Olvadáspont fok	1210		1350		1190		1210	
8. A próbatestek vizsgálati adatai								
a) a kiszáritott próbatest								
zsugorodása, %	12,0		11,1		4,0		5,6	
térfogatsúlya, g/ml	2,0		1,9		1,8		1,9	
pórustérfogata, %	22,1		24,4		32,0		28,0	
b) a lassú felhevítéssel kiégetett								
próbatest égetési ideje, ó ..	12		14		10		10	
zsugorodása, %								
950°-on	15,5		14,0		3,7		6,0	
1000°-on	17,3		14,2		3,9		6,0	
1100°-on	18,7		15,8		4,9		7,4	
1150°-on	21,5		11,0		12,2		14,2	
pórustérfogata, %								
950°-on	25,1		14,8		34,9		33,2	
1000°-on	13,9		14,6		34,6		32,8	
1100°-on	4,2		8,0		32,7		29,1	
1150°-on	1,8		19,8		14,3		12,0	
vízfelvevőképessége, %								
950°-on	13,0		6,8		20,1		19,4	
1000°-on	6,2		6,7		19,6		19,3	
1100°-on	1,7		3,4		18,1		16,3	
1150°-on	0,7		9,6		6,2		5,2	
c) a gyors felhevítéssel kiégetett								
próbatest expanziójának ideje, p	5		5		5		5	
expanziójának hőmérséklete, fok	1200		1250		1160		1110	
térfogatnövekedésének mértékszámja	1,5		1,2		—		—	
pórustérfogata, %	55		41		—		—	
térfogatsúlya, g/ml	1,16		1,51		—		—	
litérsúlya, g	760		980		—		—	
vízfelvevőképessége, %	41		26		—		—	

nak hányadosát. Az így kapott értéket a duzzadás mértékszámának nevezzük.

1. A jól duzzadó mezőtúri agyag (1. táblázat) térfogatnövekedésének mértékszámát 1110° expandálási hőmérséklet és öt perc expandálási időtartam mellett 4,1. Ha az agyagban levő elemi szénben kifejezet 0,8% szerves anyagot az expandálást megelőzően a próbatestekből 900° -ot meg nem haladó hőmérsékleten 12 óráig tartó lassú felhevítéssel kiegészítjük, a duzzadás gyakorlatilag nem megy végbe, a térfogatnövekedés mértékszámát mindössze 1,3-ban volt megállapítható.

2. A mezőtúri agyagból a vasoxid 82%-át n HCl-lel vízfürdőn 12 óráig tartó melegítéssel kioldottuk, miáltal az 7,6%-ról 1,4%-ra csökkent. E folyamat alatt nyilván a le nem kötött, szilikátokba be nem épített vasoxid oldódott ki. A kioldás következtében az anyag fontosabb tulajdonságai, így szemcseösszetétele, képlékenysége, a kiformázott próbatestek száradási és égetési zsugorodása lényegesen nem változtak meg, kiégetési színük azonban nem vörös, hanem sárgászürke volt. Az 1110° -on, öt percig tartó expandálási folyamat alatt a térfogatnövekedés mértékszámát alig érte el az 1,2 értéket.

3. A kerecsendi agyag (2. táblázat) oxidos összetételében és anyagtulajdonságaiban csak annyiban különbözik a mezőtúri agyagtól, hogy szerves alkatrészeket nem tartalmaz. Utóbbiak mennyisége elemi szénben kifejezve mindössze 0,02%. Öt percig tartó expandálási idő mellett 1110° és 1160° -on nem duzzad és még 1200° expandálási hőmérséklet esetében sem nagyobb a térfogatnövekedés mértékszámát 1,5-nél. Ha azonban az agyaghoz 1% hansági tőzgeből extrahált huminsavat (0,6% C) keverünk, a duzzadás mértékszámát 1100° expandálási hőmérséklet mellett 5,6-ra, 1160° mellett 8,8-ra emelkedik.

4. A mádkoldui bentonit (2. táblázat) oxidos összetétele és kerámiai tulajdonságai annyiban térnek el a duzzadó agyagokétól, hogy a vasoxid mennyisége mindössze 1,7% és ennek is nagy része az anyag főtömegét alkotó montmorillonit kristályrácsába van beépítve (10) és szerves alkatrészeket nyomokban sem tartalmaz, azonkívül olvadáspontja 1350° , a közönséges agyagokénál lényegesen magasabb. Még 1200° -on sem duzzasztható. 1250° -on a duzzadás mértékszámát 1,2. Ha a nyersanyag képlékeny masszájához 5% vaskloridoldatból ammóniával leválasztott finomeloszlású vasoxidot és 1% tőzgeből extrahált huminsavat keverünk, a kiformázott próbatestek duzzasztathatóvá válnak. 1160° -os expandálási hőmérséklet alkalmazása mellett a duzzadás mértékszámát 3,6-ban, 1250° alkalmazásánál 5,6-ban állapítottuk meg. Csak vasoxid, vagy csak huminsav alkalmazása egymagában nem bizonyult elegendőnek a duzzadási folyamat megindítására.

b) *Az agyagok ásványi felépítése, szemcseösszetétele és kationkicszerelőképesége*

A kísérleteinkhez felhasznált duzzadó agyagok ásványi összetételét Röntgen-, differenciáltermoanalitikai- és dilatációs vizsgálatok és

számítások alapján (11) a következőkben jellemezhetjük.

Az agyagok sok agyagásványt tartalmaznak. Sokkal többet, mint a közönséges téglagyagok. A mezőtúri és tiszaberceli agyagok agyagásványai illit és montmorillonit; mennyiségük meghaladja a 65%-ot; a kísérő ásványok a mezőtúri agyagban főképpen kvarcból, kis részben földpáttól állanak, ezzel szemben a tiszaberceli agyagban a földpát mennyisége aránylag nagy, a kvarc kevés. A mályi agyagban és a kisgyőri palában az agyagásványok minősége illit és fireclay, mennyisége több, mint 50%. A kísérőásványok főtömegükben kvarcból állanak, ehhez viszonyítva a földpát-tartalmuk csekély. Az ásványi alkatrészek között mind a négy nyersanyagban sok a le nem kötött szabad vasoxid és elenyészően csekély az alkáliföldfémkarbonátok mennyisége.

Az agyagok magas agyagásványtartalmával hozható összefüggésbe a szemcseösszetételükben túlsúlyban levő finom szemcsék mennyisége. A $10\ \mu$ -nál kisebb alkatrészek mennyisége a duzzadó agyagok mindegyikében eléri a legtöbbször lényegesen meghaladja a 65—70%-ot, a $25\ \mu$ -nál nagyobb szemcsék mennyisége elenyészően csekély.

Az agyagok ásványi összetételére jellemző értékszám a kationcserelőképeség is. A táblázat a kationkicszerelőképeség ammóniumkloridos eljárással meghatározott φ értékeit tünteti fel vizsgálataink alapján. A tömött szövetű agyagpala aránylag kicsi kationkicszerelőképeségétől eltekintve, mindhárom laza szerkezetű duzzadó agyag kationkicszerelőképesége szokatlanul nagy és a duzzadóképesség a kationkicszerelőképeség emelkedésével növekszik. A három agyag közül azonos expandálási feltételek mellett a duzzadás mértékszámát legnagyobb a 49 mg ekv/100 g kationkicszerelőképeségű tiszaberceli agyagnál, legkisebb a mályi agyagnál, melynek kationkicszerelőképesége 35 mg ekv/100 g. A nagy kationkicszerelőképeséggel van összefüggésben a laza szerkezetű duzzadó agyagok nagy képlékenysége is. A közönséges téglagyagokkal összehasonlítva különösen a mezőtúri és tiszaberceli agyagok Atterberg-képlékenységi száma feltűnően nagy.

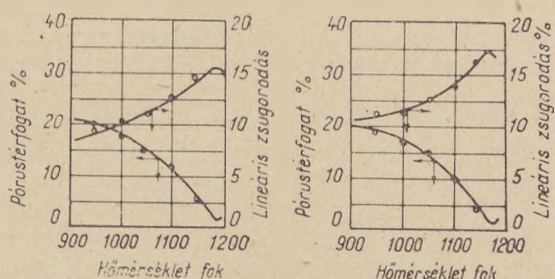
c) *A duzzadás okainak felderítése próbatestekkel végzett vizsgálatok alapján*

A duzzadóképesség okainak felderítése és jellemzése szempontjából fontos következtetéseket vonhatunk le a nyersanyagokból előállított próbatesteknek az 1. és 2. táblázatban közölt vizsgálati adataiból. Vizsgálataink kiterjedtek:

a) a kiszáritott próbatest zsugorodásának, térfogatsúlyának és pórustérfogatának meghatározására,

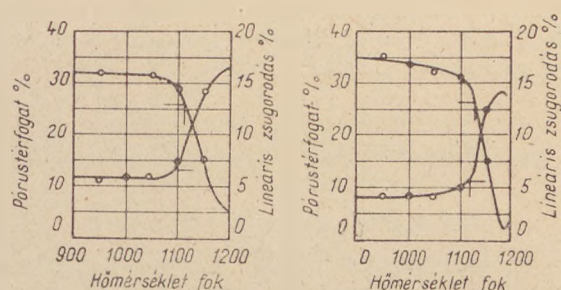
b) a lassú felhevítéssel különböző hőmérsékleteken kiegészített próbatest zsugorodásának, pórustérfogatának és vízfelvevőképességének meghatározására,

c) a gyors felhevítéssel kiegészített próbatest térfogatnövekedés-mértékszámának, továbbá pórustérfogatának, térfogatsúlyának, litersúlyának és vízfelvevőképességének meghatározására. Az



2. ábra. Duzzadó agyakok zsugorodása és pórustérfogata az égetési hőmérséklet függvényében

1. mezőtúri agyag, 2. tiszabereceli agyag



3. ábra. Nem duzzadó agyakok zsugorodása és pórustérfogata az égetési hőmérséklet függvényében

1. Óbuda-kiscelli agyag, 2. debreceni agyag

expanzió időtartama minden esetben öt perc volt, az expansió hőmérséklete az agyag minőségétől függően különböző.

Kísérleteinknél az agyagokból képlékeny masszát állítottunk elő és abból az *a*) és *b*) vizsgálatokhoz $6,5 \times 3,5 \times 0,8$ cm méretű hasábalakú, a *c*) vizsgálatokhoz 7—10 mm átmérőjű golyóalakú próbatesteket formáztunk, a palából az összes vizsgálathoz 15—20 mm-es zúzalékot használtunk.

A táblázatokban feltüntetett vizsgálati eredmények összehasonlításából a következőket állapíthatjuk meg.

A duzzadó vagy gázképző anyagokkal duzzadóvá tehető agyakok mindegyikének nagy a száradási zsugorodása, a nem duzzadó téglagyagok többnyire 6%-ot meg nem haladó értékével szemben 8%, vagy annál magasabb. Pórustérfogatuk alacsony, többnyire a 20%-ot sem éri el, de a 25%-ot nem haladja meg, szemben a nem duzzadó agyakok 28—32%-os értékével.

A duzzadó agyakok lassú felhevítéssel kiégetett próbatestjeinek égetési zsugorodása is szokatlanul nagy, pórustérfogata és vízfelvevőképessége pedig kicsi a nem duzzadó agyakokéval szemben, amennyiben az égetési hőmérséklet 1100°-nál alacsonyabb. Például az 1000°-on kiégetett próbatestek zsugorodása duzzadó agyakok esetében 9,5—17,3%, szemben a nem duzzadó agyakok 32,8—34,6% értékkel, végül vízfelvevőképessége 6,2—9,3%, szemben a 19,3—19,6% értékkel.

A 2. ábra grafikonjai feltüntetik a duzzadó mezőtúri és tiszabereceli agyakok zsugorodásának és pórustérfogatának értékeit az égetési hőmérséklet függvényében, a 3. ábra grafikonjai a nem duzzadó Óbuda—kiscelli és debreceni agyakokét. Jól látható, hogy a duzzadó agyakoknál a zsugorodás változása az égetési hőmérséklettel folytonosan nő, pórustérfogat-változása pedig egyenletesen eszik, egészen az 1170—1190°-on bekövetkező olvadáspontig. Ezzel szemben a nem duzzadó agyakoknál 1100°-ig a zsugorodás változása az égetési hőmérséklettel alig nő, a pórustérfogat-változás alig eszik, 1100°-tól kezdve azonban a zsugorodásváltozás rohamosan nő, a pórustérfogat-változás rohamosan eszik az 1190—1210° olvadáspontig.

A nem duzzadó agyakok zsugorodás- és pórustérfogat-görbéiből következik, hogy a vasoxidnak

szerves anyagok hatására meginduló és 900—1100° között intenzíven végbemenő redukcója folytán fejlődő gázok az anyag 1100°-ig alig csökkenő nagy pórustérfogata, vagyis lyukaesos szerkezete következtében eltávoznak és így nem idézhetnek elő duzzadást. A duzzadó agyakok görbéiből viszont az következik, hogy az intenzív gázfejlődés szakaszában, vagyis 900—1100°-on az agyagnak már eredetileg is kicsi és egyre csökkenő pórustérfogata, illetve egyre fokozódó tömörsége megakadályozza a gázok távozását a piropasztikusá váló anyagból.

A debreceni agyag — melynek oxidos összetétele a duzzadó mályi agyagéhoz hasonló — pórustérfogata az égetésnél azért marad nagy, mert kevés agyagásványt tartalmaz, szemcseösszetételében túlsúlyban van a 10 μ -nál nagyobb alkatrészek mennyisége és ez gátolja a pórustérfogat csökkenését.

Az aránylag több agyagásványt és sok 10 μ -nál kisebb alkatrészt tartalmazó márgás kiscelli agyag eredetileg is nagy pórustérfogata azért nem csökken az égetésnél, mert a benne levő 17,3% finom eloszlású mészkarbonát az égetés folyamán széndioxid fejlődése közben meghomlik és ez a folyamat — mint ismeretes — pórusképződéssel van egybekötve. Ezt a megállapításunkat igazolja a mezőtúri duzzadó agyaggal végzett kísérletünk is. Az agyag 1110° expandálási hőmérséklet mellett meghatározott 4,1-szeres térfogatnövekedése fokozatosan eszik és meg is szüntethető, vagyis nem duzzadó agyaggá válik, ha 5—20% finomeloszlású mészkarbonátot keverünk hozzá. 17% kalciumkarbonát adagolás mellett a mezőtúri agyag oxidos összetétele a kiscelli agyagétól alig különbözik.

Wilson és Riley a duzzadó, vagy gázképző anyagokkal duzzadóvá tehető agyakok tartományát — mint tanulmányunk bevezető részében ismertettük — az agyakok oxidos összetétele alapján az $(Al_2O_3) - (SiO_2)$ (ömlesztő fémoxidok) rendszer háromszögdiagrammjában szemléltetik. Az előzőkben közölt megállapításaink szerint a márgás agyakok, mint az óbuda—kiscelli agyag, az ömlesztőanyagként szereplő magas kalciumoxid-tartalmuk ellenére a duzzadó agyakok tartományába nem sorozhatók be, mert a mészkarbonátot duzzadást gátló alkatrésznek kell tekinteni. De kiesnek a duzzadó agyakok tartományából a mész-

szegény, kevés agyagásványtartalmú sovány agyagok is, mert összetételükben sok a durva szemese, ami ugyancsak duzzadást gátló alkatrész.

d) A duzzadás mértékszám
az expandálás hőmérsékletétől
és időtartamától függően

Az égetési atmoszféra befolyása

Vizsgálatainkat gázfűtésű próbakemencében végeztük és ugyanolyan próbatesteket használtunk, mint az előzőkben vázolt expandálási kísérleteknél. Az agyagokból 7—10 mm átmérőjű, nedvesen formázott és kiszáritott golyóalakú testeket, a palából aprítással előkészített 15—20 mm-es zúalékot. A kísérletek lefolytatásánál is hasonló módon jártunk el. A próbatesteket kovaföld-, vagy kvarehomokliszttel beszórt samottlapra helyeztük, 350—400°-ra, esetleg 500°-ra előhevítettük és ebben az állapotban az expandálási hőmérsékletre felfűtött kemence égetőterébe toltuk, majd az expandálási idő elteltével az égetőtérből kivéve, óvatosan lehűtöttük. Az égetési atmoszféra oxidáló volt.

A mályi, mezőtúri és tiszaberceli agyagok és a kisgyőri pala duzzadási mértékszámainak a különböző expandálási hőmérsékletekhez tartozó értékeit, továbbá a duzzasztott termék térfogatsúlyát és litersúlyát az expandálás időtartamától függően a 4. ábra grafikonjai szemléltetik.

A görbékéből megállapíthatjuk, hogy az expandálási hőmérséklet fokozásával a térfogatnövekedés mértékszámja fokozatosan emelkedik és

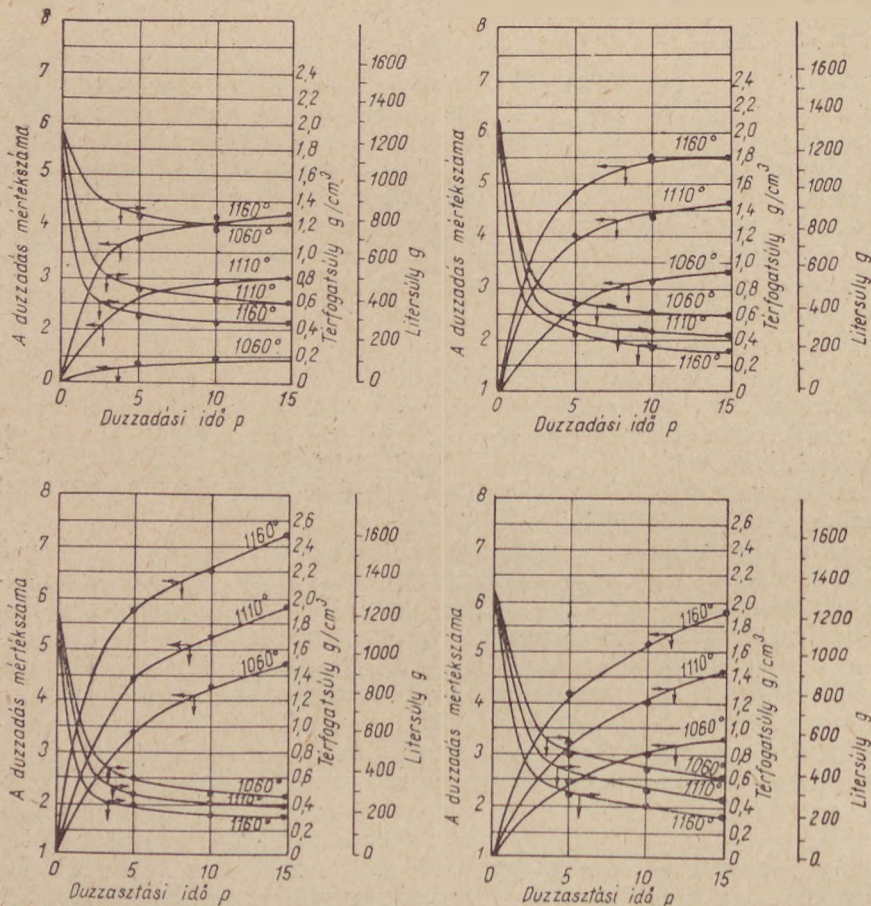
annál nagyobb, minél jobban megközelítjük az anyag olvadáspontját. Növelhetjük a duzzadás mértékszámát az expandálás időtartamának meghosszabbításával is. A túl magas expandálási hőmérséklet és túlhosszú expandálási időtartamot azonban a gyakorlatban nem lehet megvalósítani. Egy bizonyos hőmérséklettől kezdve a felduzzadt szemcsék egymáshoz és a samottlaphoz tapadnak, sőt egymásba is olvadhatnak. Ugyanez a jelenség tapasztalható akkor is, ha az expandálás időtartamát túl hosszúra nyújtjuk.

Megfigyeléseink szerint a legmegfelelőbb expandálási hőmérséklet és időtartam:

A mályi agyagnál	1110° és 10 p
A mezőtúri agyagnál	1110° és 5 p
A tiszaberceli agyagnál	1110° és 5 p
a kisgyőri agyagpalánál	1160° és 10 p

Az égetési atmoszférának a duzzadás mértékszámára gyakorolt befolyását a mezőtúri agyaggal végzett duzzasztási kísérletekkel állapítottuk meg.

A kísérleteket különben azonos feltételek mellett végeztük oxidációs és redukciós tűzben 1110° expandálási hőmérsékletre beállított térben. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a duzzadás mértékszámát az égetési atmoszféra lényegesen nem befolyásolja. A kétféle atmoszférában duzzasztott termék minőségileg nem különbözik egymástól, csupán abban, hogy a redukciós atmoszférában duzzasztott termék égetési kérgének színe piros helyett szürke.



4. ábra. Agyakok duzzadási mértékszám, a duzzasztott termék térfogatsúlya és litersúlya az expandálási hőmérséklet és időtartam függvényében

1. mályi agyag, 2. mezőtúri agyag, 3. tiszaberceli agyag, 4. kisgyőri agyagpala

2. Félüzemi kísérleteink

Az üzemszerű kísérleteinkhez használt félüzemi berendezés vázlatos rajzát az 5. ábra szemlélteti.

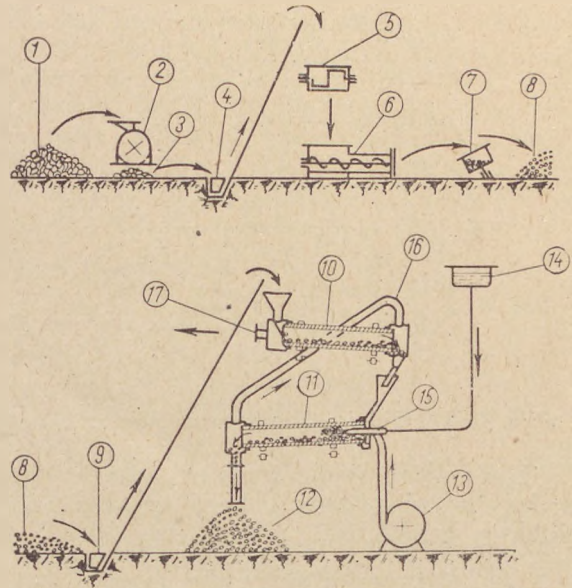
A kiszáritott és kalapácsolmalomban 3 mm-nél finomabbra őrölt agyag (1, 2, 3) puttonyos felvonó segítségével (4) Z-karos keverőbe (5) jut és abban megfelelő vízmennyiséggel egynemű képlékeny masszát állítunk elő. A képlékeny masszát csigasajtón (6) 10 és 6 mm átmérőjű lyukakkal ellátott szájnnyíláson sajtoljuk. A szájnnyílásra szerelt vágókészülék a kiszajtott agyagszalakat 5—20 mm hosszú hengeres testekre vágja. Ezek legömbölyítés céljából granuláló készülékbe (7) jutnak. A granuláló készülékbe egyidejűleg kb. 8% magas olvadáspontú kovaföldlisztet adagolunk. A kovaföldliszt a legömbölyített testeket vékony réteggel vonja be és ez megátalja az agyag összetapadását és összesülését a duzzadás folyamata alatt. A granulátumot (8) felvonó (9) a szárító-kalcináló (10) és expandáló (11) részből álló forgó csőkemence adagoló tölcserébe szállítja.

A kemence fűtése gázolajtűzeléssel történik. A gázolaj magasan elhelyezett tartályból (14) a kemence homlokfalába szerelt égőfejbe folyik (15). Az olaj szétporlasztása az expandáló térben az égést tápláló levegővel történik, amit nagynyomású ventilátor (13) szállít. Az anyag a felső dobban ellenáramban, az alsóban egyenáramban halad a füstgázokkal, melyek az alsó dobból összekötőcsövön (16) át jutnak a felsőbe és innen a kéménybe (17). A duzzasztott termék az expandáló dob kiömlőfejen keresztül fokozatos lehűlést biztosító hűtőcsövön át haladva távozik. (12) A kihűlt anyagot a továbbiakban különböző lyukbőségű rostán szemcse nagyság szerint osztályozzuk és 5 mm-nél kisebb szemcseméretű zúzalékot is állítunk elő.

Az anyag áthaladási sebessége a forgókemencében az alsó- és felsődob fordulatszámának és lejtésszögének beállításával szabályozható. A dobok fordulatszáma 3—5/perc, lejtése 2—6% értékhatárok között változtatható.

Az agyagok duzzasztását eredeti elgondolásunk szerint, már a jobb hőkihasználás érdekében is, ellenáramban kívántuk végezni. Ezirányú kísérleteink azonban nem jártak sikerrel. A magas expandálási hőmérséklet megvalósítása érdekében ugyanis az égőfejben aránylag nagy gáznyomást kell kifejteni. A nagy nyomás a kemence kis keresztmetszetű expandáló terében olyan nagy füstgázsebességet idéz elő, melyet a kis térfogatsúlyú, nagy fajlagos felületű expandált termék legyőzni nem tud. Ezért anyagunk az expandáló térben feltorlódott, összesült, a kemence samottbéléséhez tapadt és gyűrű képződött, végeredményben a duzzasztást folyamatosan és zavartalanul lefolytatni nem lehetett. A rendelkezésre álló kemencében ezért szükségképpen egyenáramra kellett áttérni.

Egyenáramú duzzasztásnál azonban a szárításból, kalcinálásból és expandálásból összetevődő hármas munkafolyamat egy menetben nem végezhető el. A több, mint 30% nedvességet tartalmazó



5. ábra. A kísérleti berendezés vázlatja

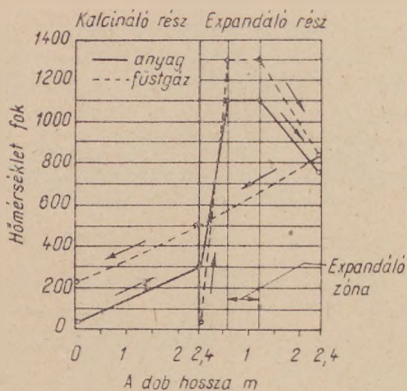
1. Száritott nyers agyag, 2. Kalapácsolmalom, 3. őrölt agyag, 4. Puttonyos felvonó, 5. Z-karos keverő, 6. Csigasajtó, 7. Granulátor, 8. Granulált agyag, 9. Puttonyos felvonó, 10. Forgó csőkemence szárító és kalcináló része, 11. Forgó csőkemence expandáló része, 12. Agyagkavics, 13. Ventilátor, 14. Gázolaj, 15. Olajégő, 16. Összekötőcső, 17. Távozó füstgáz

nyers granulátumot előzetesen ki kell szárítani és csak ilyen állapotban adagolhatjuk a forgó csőkemence felső részébe; a szárítást tehát egy különálló munkafolyamatban kell elvégezni. Nedves granulátum adagolása esetében az anyag tekintélyes része az expandáló térben a nedvességnek túl gyors elpárolgása, illetve távozása miatt szétesik vagy szétporlik. Ez annak a következménye, hogy egyrészt a füstgáz visszavezetésére szolgáló összekötőcsőben nagymennyiségű hőenergia megy veszendőbe, amit különben az anyag szárítására lehetne felhasználni, másrészt a kemence expandáló részében alig marad előhevítőrész, a csőnek több, mint kétharmad részében nem előhevítés, hanem az expandált termék hűlése megy végbe.

Kísérleti kemencénk hőmérsékleti görbéit a 6. ábra szemlélteti.

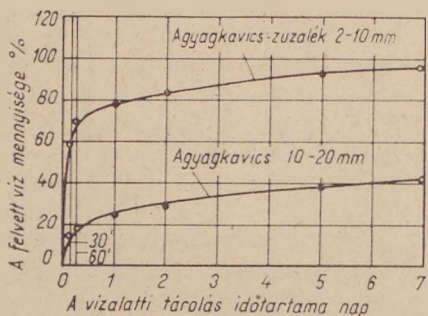
Az ábrán leolvasható, hogy a beadagolt száraz granulátum a 2,4 m hosszú kalcináló dobban 20°-ról 300°-ra melegszik fel. Ebben az állapotban jut az expandáló térbe. Az ugyancsak 2,4 m hosszú expandáló dobban hirtelen 1050—1150°-ra felhevül, ezen a hőmérsékleten végbemegy az expanszió, utána az expandált anyag fokozatosan 750°-ra lehül és a rendszerből távozik. Az égést tápláló levegő 20°-kal lép a kemencetérbe. A láng hőmérséklete kb. 1300°. A füstgázok 820°-kal távoznak az összekötőcsövön át a kalcináló csőbe, miközben 500°-ra hűlnek. A kéménybe távozó füstgázok hőmérséklete 220°.

A kemence többi, kísérleteink alapján megállapított adatait a 3. táblázat tartalmazza. E táblázatban, összehasonlításképpen, a pozsonyi Keramzítgyár és az amerikai Georgia Light weight Aggregate Co. (12) 1953-ban létesített gyára kemencéjének üzemi adatait is közöljük.



6. ábra. A kísérleti forgó csökemence hőmérséklet-görbéi

Kísérleteink és az irodalmi adatok alapján azt megállapítanunk, hogy agyagkavics előállítására hűtődobbal ellátott, egy esőből álló,



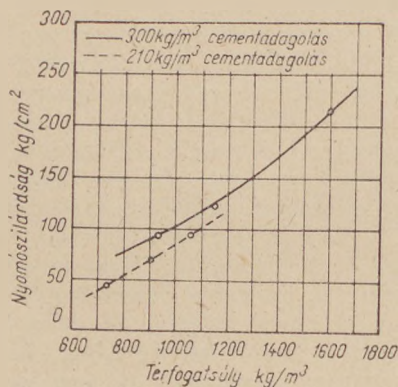
7. ábra. Mezőtúri agyagból duzzasztott agyagkavics és agyagkavics-zúzalék vízfelvévőképessége a térfogatsúly függvényében

végig azonos keresztmetszetű, ellenáramú forgó csökemence a legalkalmasabb. A kemencének két részre osztása, vagy egyes szakaszainak különböző keresztmetszetű kialakítása, pl. bővítése az ex-

pandáló térben abból a célból, hogy a térkitöltés az égetés folyamán végig azonos maradjon, nem előnyös, sőt káros. A forgósó megosztása vagy keresztmetszetének változtatása az egyes szakaszokban nemcsak a kemence kivitelezését nehezíti meg és növeli annak előállítási költségét, de az anyag égetési folyamatát is kedvezőtlenül befolyásolja, mint azt Kühl (13) több évtizedes tapasztalatok alapján megállapította. Üzemi méretű kemence tervezésénél az elmondottakat feltétlenül figyelembe kell venni.

3. Agyagkavics adalékanyaggal előállított beton próbatestek vizsgálati adatai

Megfelelő szemcseösszetételű agyagkavicsból, vagy agyagkavics, folyami homok és kavics keverékből 210 és 300 kg/m³ cementadagolással a vízmennyiség helyes megválasztásával különböző beton próbatesteket állítottunk elő. A 20 cm élhosszúságú próbatestek gyengén képlékeny keverékből készültek bedolgozásukat 3000—3500/perc



8. ábra. Agyagkavics adalékanyaggal előállított beton próbatestek nyomószilárdsága a térfogatsúly függvényében

Agyagduzzasztó forgó csökemencék üzemi adatai

3. táblázat

	Félüzemi berendezésünk	Pozsonyi kísérleti gyár	Rockmarti gyár (USA)
A kemence méretei			
hasznos átmérője, m	0,27	0,85	2,2
hossza, m	4,8	16,0	37,5
térfogata, m ³	0,28	9,1	138,0
A kemence teljesítménye			
m ³ /24 óra	1,68	28,8	230,0
m ³ /óra	0,07	1,2	9,6
m ³ /perc	0,001	0,02	0,16
A nyersanyag áthaladási ideje a kemencében, perc	felsődobban 11 alsódobban 13	45	45
A kemencében lévő összes anyag mennyisége, m ³	0,028	0,9	7,2
A kemence térkitöltése expandált anyagra számítva, %	10,0	9,9	5,2
Felhasznált energia, kcal/m ³	1 000 000	328 000	720 000
Az előállított termék litersúlya, g	300	400	620
Áthaladási sebesség, m/perc	0,2	0,36	0,83
Fordulatszám percenként	felsődob 3 alsódob 5	0,8—2,0	1,5
Lojtésszög,	felsődob 3,5 alsódob 2,0	3	2,5

rezgésszámú vibráló asztalon végeztük. A vibrálás időtartama 40—50 mp volt.

A keverék víztartalma, vagyis a látszólagos víz-cementtényező a beton cementtartalmán kívül nagymértékben függ az adalékanyag összetételétől, az agyagkavics, agyagkavics zuzalék, folyami homok és kavics viszonylagos mennyiségétől is. Értéke 0,50 és 1,25 határok közé esik.

A próbatesteket elkészítésük után szobahőmérsékleten egy napig a formában, majd hat napig állandóan nedvesített ruhával letakarva, tehát nedvességgel telített térben, végül 21 napig 60—70% relatív nedvességtartalmú légtérben tároltuk. A hét napig tartó nedves tárolásra a beton kötéseinek és szilárdulásának elősegítése és biztosítása érdekében van szükség. A nagy pórustérfogatú

4. táblázat

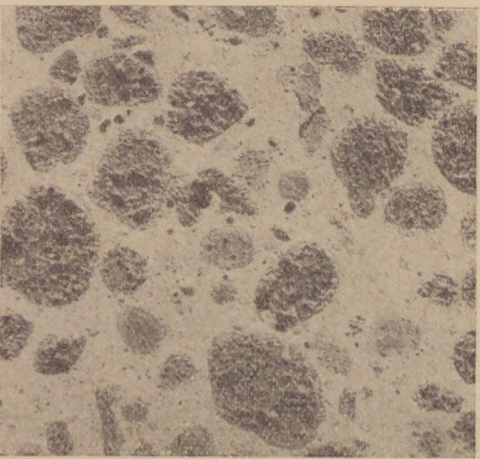
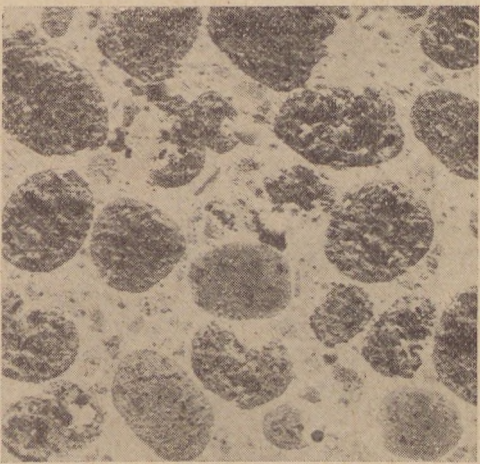
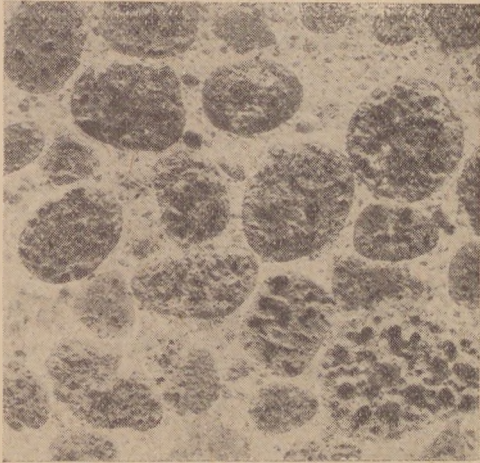
A könnyűbeton készítéséhez felhasznált adalékanyagok jellemzői

M e g n e v e z é s	Szemcse- méret mm	Litersúly, g		Ellenállóképesség fagyhatásokkal szemben
		lazán	berázva	
1. Folyami homok	0—3	1470	1510	—
2. Folyami kavics	3—5	1610	1670	—
3. Agyagkavics zuzalék	0—3	820	860	A kilencedik fagyasztási ciklustól kezdve a 165% vízzel telített szemesék fokozatosan szétmállanak.
	3—5	330	400	
4. Agyagkavics	5—10	310	350	
	10—20	240	275	
	20—40	225	245	

5. táblázat

Mezőtúri agyagkavicsal előállított könnyűbeton összetétele és anyagtulajdonságai

M e g n e v e z é s	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.	
1. Cementtartalom kg/m ³	210		210		210		300		300		300		300	
2. Adalékanyag kg/m ³	490		650		820		580		820		970		1250	
3. Az adalékanyag összetétele <i>t</i> = térfogat %, <i>s</i> = súly %	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s</i>
0—3 mm folyami homok	—	—	—	—	25	65	—	—	25	65	30	65	30	50
0—3 mm agyagkavics zuzalék ..	30	60	30	55	—	—	30	60	—	—	—	—	—	—
3—5 mm folyami kavics	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	35
3—5 mm agyagkavics zuzalék ..	—	—	20	15	25	15	—	—	25	15	20	10	—	—
5—10 mm agyagkavics	—	—	30	20	—	—	20	15	—	—	30	15	30	10
10—20 mm agyagkavics	50	30	20	10	50	20	50	25	50	20	20	10	20	5
20—40 mm agyagkavics	20	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Látszólagos víz-cement-tényező ...	1,10		1,25		0,95		0,83		0,60		0,55		0,50	
5. Bedöngölési tényező	1,11		1,20		1,10		1,14		1,12		1,12		1,13	
6. Térfogatsúly légszáraz állapotban, kg/m ³	736		900		1070		920		1150		1300		1600	
7. Nyomószilárdság 28 napos vegyestárolás után, % ..	48		72		97		95		121		152		215	
8. Vízfelvevőképesség 4 napos vízalatti tárolás után, %	52		36		33		34		26		18		15	
9. Ellenállóképesség fagyhatásokkal szemben (fagyállóság) 4 napig tartó vízalatti tárolás után	fagyálló		fagyálló		fagyálló		fagyálló		fagyálló		fagyálló		fagyálló	
10. Hővezetési tényező $\lambda = \text{keal/m}^\circ$.	0,22		—		—		0,26		0,37		—		0,59	
11. 25 cm vastag falazat hőátbocsátó- képessége és hőtárolóképessége														
a) Hőátbocsátási tényező, $k = \text{kal/m}^2\text{ó}^\circ$	0,75		—		—		0,87		1,08		—		1,62	
b) Tárolt hőmennyiség $H = \text{keal/m}^2\text{ó}^\circ$	18,7		—		—		23,7		28,4		—		37,4	
c) Hőtárolóképesség $T = \frac{H}{k}$ ó ...	24,8		—		—		27,4		26,4		—		23,0	
d) Azonos hőtárolóképességű ége- tett agyagtégla falvastagság, cm	23,7		—		—		25,1		24,6		—		22,8	



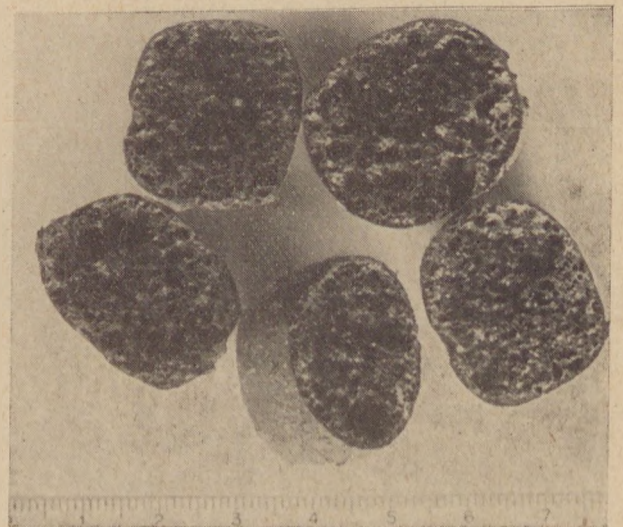
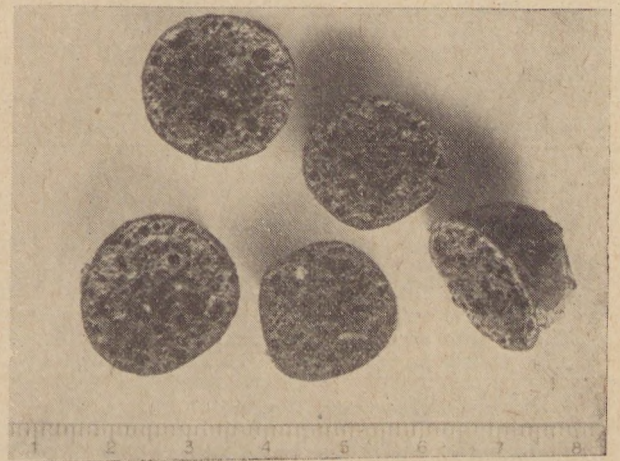
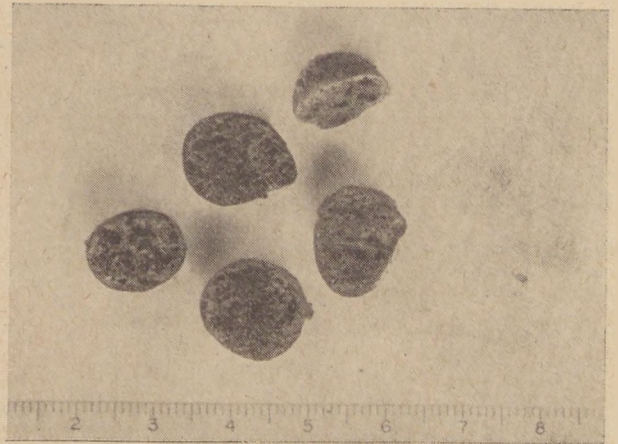
9. ábra. *Agyagkavics adalékkal készült könnyűbeton próbatestek metszete. Természetes nagyság*

a) Hőszigetelő könnyűbeton. Térfogatsúly 730 kg/m^3 , nyomószilárdság 48 kg/cm^2 . b) Teherbíró könnyűbeton. Térfogatsúly 1150 kg/m^3 , nyomószilárdság 121 kg/cm^2 . c) Teherbíró könnyűbeton. Térfogatsúly 1300 kg/m^3 , nyomószilárdság 152 kg/cm^2

agyagkavics és a belőle készített zúzalék ugyanis a betonkeverék készítésénél nem telítődik kellőképpen vízzel. A vízfelvétel a beton bedolgozása után is folytatódik és csak napok múlva lassul le. Ezért, ha a könnyűbeton készítésénél a nehézbetonnál szokásos száraz tárolást alkalmazzuk, vagyis a kifomázott testeket egy nappal elkészítésük után a formából kiszedve mindjárt $60\text{--}70\%$ rela-

tív nedvességű száraz légtérben tároljuk, előfordulhat, hogy az agyagkavics a vizet a cementből elvonja. Ennek következtében a kötés és szilárdulás folyamata nem lesz tökéletes. A beton szilárdsága a várható érték $50\text{--}60\%$ -át sem éri el.

A $10\text{--}20 \text{ mm}$ szemcseméretű mezőtúri agyagkavics és a belőle aprítással előállított $2\text{--}10 \text{ mm}$ -es zúzalék teljes vízfelvévőképessége, amint azt 12 órai vízben történő főzés útján megállapítottuk, 165% .⁵ Közöséges hőmérsékleten, normális viszo-



10. ábra. *Mezőtúri agyagból duzzasztott agyagkavics*

nyok között azonban a vízfelvétel igen hosszúra nyúló folyamat, a telítődés 45 nap alatt sem fejeződik be. A kavics és zúzalék vízfelvételi görbéit a folyamat első hétnapos szakaszában a 7. ábra tünteti fel. A vízzel érintkező szemcsék — a közönséges építőanyagokkal, pl. égetett agyagtéglákkal szemben — még kezdetben sem szívják túl gyorsan a vizet magukba. Az első hat órában az agyagkavics vízfelvétele kb. 18%, a zúzaléké kb. 70%, ami 11% és 40% telítettségi foknak felel meg. Hét nap elteltével a telítettségi fok értékszámai 25% és 50%-ra emelkednek. Ezután a telítődés folyamata teljesen lelassul és valószínűleg aszimptotikusan közeledik a teljes telítettséghöz.

A legnagyobb szilárdság elérése érdekében folytonos és nem folytonos szemszerkezetű adalékanyaggal egyaránt végeztünk kísérleteket. 1000 kg/m³-nél nagyobb térfogatsúlyú betontesteknél a legjobb eredményeket az esetben kaptuk, ha az adalékanyag 5 mm-nél kisebb szemeseffrakcióit részben vagy egészben folyami homokkal, vagy kavicsos homokkal helyettesítettük. Ekkor ugyanis a kis térfogatsúlyú, nagyméretű és kicsiny szilárdságú agyagkavics szemcsék anélkül, hogy egymással érintkeznének, kis szemcséjű, nagy térfogatsúlyú és nagy szilárdságú habarcsanyagba vannak beágyazva. A könnyűbeton próbatestek metszetének és az agyagkavicsnak fényképfelvételeit a 9. és 10. ábrák szemléltetik.

A betonkészítéshez felhasznált adalékanyagok fizikai adatait a 4. táblázatban, a könnyűbeton készítéshez szükséges adatokat és a beton próbatestek anyagtulajdonságainak vizsgálati eredményeit, térfogatsúlyát, nyomószilárdságát, vízfellevőképességét, fagyhatásokkal szembeni ellenállóképességét, végül a hővezetési tényezőre és hőtárolóképességre vonatkozó mérési adatokat az 5. táblázatban foglaltuk össze. A 210 és 300 kg/m³

cementadagolással készített beton próbatestek nyomószilárdságát a térfogatsúly függvényében a 8. ábra tünteti fel.

A vizsgálati eredményekből biztonsággal megállapíthatjuk, hogy az agyagkavics adalékanyaggal előállított beton mind a hőszigetelő, mind a teherbíró könnyűbetontól megkívánt követelményeket a legmesszebbmenő mértékben kielégíti. A beton kísérletileg meghatározott szilárdsági értékei az irodalomban közölt adatokkal megegyeznek, sőt azoknál egyes esetekben kedvezőbbek.

Irodalom és utalások

- (1) Wilson H. S.: The British Clayworker. 1955. 331—332. lap.
- Smithwick C. S.: Rock-Products. 1955. 136. lap.
- (2) Wilson H. S.: The British Clayworker. 1954. 377—378. lap.
- (3) Clews F. H.: Heavy Clay-Technology. London. 1955. 167—168. lap.
- (4) Riley C. M.: Journal of the Americ. Ceram. Society. Vol. 34. 1951. 121—128. lap.
- Stedham M. E. C.: Transactions of the British Ceram. Society. Vol. 55. 1956. 123—124. lap.
- (5) Leca Ltd Katalógus. 1947.
- Braun G.: Betonsteinzeitung. 1951. 235—237. lap.
- (6) Onackij Sz. P.: Keramzitkavics. Moszkva. 1953. 7—18. lap.
- (7) Wilson H. S.: The British Clayworker. 1954. 377. lap.
- Meyer K.: Tonindustrie Zeitung. 1952. 2—8. lap.
- (8) Hostetter I. C., Sosman R. B., Roberts H. S.: Journal Americ. Ceram. Soc. 1921. 4. 931. lap.
- Wilson H. S.: Ceramics. Clay Technology. New-York. 1927. 161—162. lap.
- (9) Ullmann's Enzyklopedie d. Techn. Chemic. VI. 1955. 202. lap.
- (10) Barna J.: Bányászati Kutató Intézet jelentése a mád-koldui bentonitról. 1952.
- (11) EakKI. Szilikátkémiai és Analitikai Osztályának vizsgálati eredményei. 1957.
- (12) Lenhart W. B.: Rock Products. 57. 1954. 92—98. l.
- (13) Kühl H.: Zement-Chemie. II. 1951. 399. lap.

Fém-fémoxid egyensúlyok a kerámiai iparban

KONCZNÉ DR. DÉRI MÁRTA

Kerámiai termékek az általános kerámiai technológia következtében szilárd fázisban lejátszódó folyamatok során jönnek létre.

A szilárd fázisban lejátszódó folyamatok kialakítását és sebességét az alábbi adatok szabják meg:

1. Az egyes fázisok határán végbemenő reakciók.
2. Diffúzió az egyes fázisok közti határon át, vagy annak mentén.
3. A keletkező termékek termodinamikai stabilitása.
4. A keletkező fázisok kristályszerkezete.
5. Gócképződés, és annak sebessége.

Ezenkívül Hauffe (1), még megkülönböztet egy, a kerámiai anyagok között aránylag ritkábban előforduló jelenséget:

6. Anyagvándorlás a vékony felületi rétegekben elektromos terek hatására.

A kerámiai ipar termékei közül legáttekinthetőbbek a viszonyok az egyetlen tiszta oxidból felépített termékek esetében. Ezek szöveti szerkezete belső kristályosodás és diffúziós folyamatok útján alakul ki (2). A hőmérséklet növekedésével az oxidot alkotó kristályok között először megnövekszik az adhézió, ezt követően új kristálygócok keletkeznek, majd az égetési folyamatot ezek növekedése fejezi be. Ezek az egyes jelenségek természetesen nem különülnek el egymástól élesen, hanem részben fedik egymást.

Az égetési hőmérsékleten kívül nagyon nagy szerepe van az égetési atmoszférának is. Fémoxid keletkezése, illetve disszociációja heterogén fázisban lejátszódó folyamat, és így egyensúlyát az oxigén nyomás szabja meg.

Az oxid-oxigén, szilárd-gáz fázishatáron végbemenő reakciók mechanizmusa az alábbi részfolyamatok útján írható le:

a) A molekuláris oxigénnek atomokra történő disszociációja és az oxigén atomok chemisorpciója a felületen, vagy az oxigénnek oldódása a szilárd fázisban.

b) A chemisorpció útján megkötött, vagy oldott oxigénnek a rácsba való beépülése.

c) Az így kialakuló felületi réteg és változatlan fémoxid közti határfelületen lejátszódó reakciók.

Ezen részfolyamatok természetesen az oxigén nyomás függvényében megfordíthatók. (Disszociáció, deszorpció stb.) A teljes oxidációs egyensúly kialakulását az a részfolyamat szabja meg, melynek legkisebb a sebessége.

a) A



egyensúlyra vezető folyamatok mechanizmusát az oxigén elnyelés sebességével szokás leírni. Az oxigén adszorpciónak időbeli lefolyására vonatkozóan sok, és egymásnak gyakran ellentmondó adat található az irodalomban.

Az oxidáció körülményeitől függően egyes megfigyelések szerint

az elnyelt oxigén mennyisége az időnek lineáris függvénye (3),

az elnyelt oxigén mennyisége az idő logaritmusával változik lineárisan (4, 5),

az elnyelt oxigén mennyisége az idő négyzetgyökével változik lineárisan, ez az úgynevezett parabolikus időtörvény (5).

Az oxigén adszorpció sebességét a keletkezett réteg tulajdonságai szabják meg. Vékony, összefüggő oxidréteg képződése esetén a mechanizmus a parabolikus törvénnyel írható le (5, 6):

$$x^2 = k \cdot t$$

ahol k az oxidképződés sebességét megszabó állandó, dimenziója $g^2 \text{ cm}^{-4} \text{ h}^{-1}$, x az elnyelt oxigén mennyiségét jelenti grammokban, t az adszorpció idejét órákban. b) Fémoxid-oxigén egyensúly az oxidkerámiai termékek vezetőképességének alakulásában döntő fontosságú. Wagner munkái nyomán a tiszta fémoxidok a vezetőképességnek az oxigén nyomástól való függvényében különbözőképpen viselkednek (7).

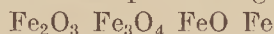
Disszociációra hajlamos fémoxidok rácsában fémfülösleg jön létre. A szabad fématom elektronjai elektromos térben vezetést eredményeznek. Az oxigén nyomás növelése ezt a vezetőképességet csökkenti, mert a disszociációt szorítja vissza. Így viselkedik pl. a ZnO és CdO.

A fémoxidoknak egy másik csoportjában az oxigén nyomás növelése fokozza a vezetőképességet. Itt oxigén lép be a rácsba. Az oxigén-ion kialakulásához szükséges két elektront a rácsot alkotó fémionoktól veszi el, és azoknál vegyérték változást okoz. A vezetés a fémionoknál hiányzó elektronok következtében lép fel. (Lyukvezetés.) A lyukvezetés mechanizmusa olyan rácsban figyelhető meg, melyet alacsonyabb vegyértékű alakjukban jelenlévő, könnyen oxidálható fémionok alkotnak: Cu₂O, NiO, FeO, CoO stb.

Az elektron, illetve lyukvezetés kialakulása kerámiai félvezetők előállításánál szempontjából renkívül fontos. Elektronhiány létrejöttét egy rácsban nemcsak az oxigén nyomás változtatásával, hanem a rácsot alkotó fémionoktól eltérő vegyértékű idegen kation hozzáadásával is el lehet érni. Így pl. NiO-ban Li⁺ segítségével Ni⁺⁺⁺ hibahelyek hozhatók létre (8). Ily módon a lítium mennyiségével a vezetőképesség szabályozható. Ugyanez a helyzet spinell szerkezetű anyagok esetében, ahol a rács oktaéderes szimmetriájú helyein lévő kationok között lehetséges elektronsere, mint kristálytanilag egyenértékű helyzetek között. Ha ezeken szándékosan pl. Fe⁺⁺ és Fe⁺⁺⁺ ionokat hozunk létre, a vezetőképesség tetszés szerint változtatható. Ilyen spinellek keletkeznek, ha γ -Fe₂O₃ rácsába Zn⁺⁺, illetve Ti⁺⁺⁺⁺ ionok épülnek be. Az ilyen spinellek fajlagos vezetőképessége 10^{-1} — $10^{-8} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ közt változtatható (9).

c) A felületi réteg és a változatlan belső fázis határán végbemenő folyamatokat elsősorban a diffúzió szabja meg. A diffúzió történhet a fázis határon keresztül, vagy annak mentén és pórusaiban.

Oxigénnel többféle fénoxidot alkotó fémek oxidációjakor a különböző oxidok úgy követik egymást, hogy az oxigénben leggazdagabb van kívül, az oxigénatmoszféra felé, míg befelé következnek az oxigénben szegényebb rétegek (10). Vas-oxigén rendszeren pl. a rétegek: (11)



Az oxidált réteg növekedését a Fe^{++} ionoknak az oxidrétegen keresztül történő diffúziója okozza. Az egyes fázishatárokon végbemenő reakciók:



Az egyes rétegek határán a kationok, illetve anionok viszonyszáma ugrásszerűen változik, míg a rétegen belül ez a változás folyamatos.

Az oxidrétegeknek ugyanilyen változása található meg a réz-oxigén (13), ólom-oxigén (13), titán-oxigén (6, 14) rendszerekben is.

Ez utóbbi két rendszer esetében a körülmények bonyolultabbak az oxigénnek a fémbe történő elég nagymértékű oldódása miatt, melynek következtében fém-oxigén, illetve fénoxid-oxigén szilárd oldatok keletkeznek a fém, illetve fénoxid rácsának folyamatos tágulása kíséretében.

Az oxidrétegben végbemenő folyamatokat Wagner (14) szerint a fémion diffúziója szabja meg. Az anion diffúzióját nem tartja valószínűnek.

Titán-oxigén rendszeren végzett legújabb vizsgálatok (6) azonban arra engednek következtetni, hogy ellentétes irányú anion, kation diffúzió van az oxidrétegen keresztül.

A fénoxid kristályszerkezete és annak állandósága az oxidkerámia egyik legfontosabb problémája. (Pl. a SiO_2 módosulátváltozásai.) A hőmérsékletváltozásoknak kitett kerámiai anyagok esetében a kristályszerkezet stabilizálhatósága az alkalmazás lehetséges voltát dönti el. Fedőréteggént használt oxidok esetében a módosulátváltozások lepattozást eredményeznek, teljes tömegükben oxidból álló kerámiai termékek pedig összepepedeznek.

Jellegzetes példa erre az ZrO_2 stabilizálása. Cirkondioxid nagy hőállósága miatt kiváló tűzálló anyagot szolgáltatna, de 1000° körül kristályszerkezete monoklinból tetragonálissá változik. Ezt a változást nagy fajlagos térfogatváltozás is kíséri (15). Szennyezések hatására stabilizálható a cirkondioxidnak egy szabályos módosulata, melyet 1900° -on zsugorítanak, és onnan lehűtve állandó. Rendszeres vizsgálatokból kitűnik (16), hogy szennyezések szándékos adagolása következtében magas hőmérsékleteken milyen a cirkondioxid kristályszerkezetének megoszlása az egyes

módosulatok között. A szabályos kristályformát tartóan kalciumoxiddal lehet stabilizálni.

A kristályszerkezet stabilizálása kerámiai dielektrikumok esetében is nagy szerepet játszik. Így pl. steatit termékeknél az előnyös elektromos tulajdonságokat okozó protoenstatit kristályforma stabilizálása kis mennyiségű üveg segítségével történik (17). Ez az üveg természetesen alkáli fémeket nem tartalmazhat.

Termodinamikai szempontból a kerámiai termékeknek párolgáskor, disszociációkor és kémiai reakciókban való részvételkor tanúsított viselkedését szokás felülvizsgálni. Ezekből az irodalomban számos közlemény jelent meg, tárgyalásuk ezen a helyen körülményes és hosszadalmas lenne (18, 19).

Fénoxid-oxigén egyensúlyoknak a jelentősége nemcsak a fentebb részletezett területeken nyilvánul meg, hanem kutatásuk még sokkal szerteágazóbb és a korszerű kerámiai ipar szempontjából döntő fontosságú. Itt csak utalunk arra, hogy teljesen analóg módon vizsgálható és írható le minden olyan folyamat, amelyben fémborid, -carbid, -szilicid, -nitrid, -szulfid, -szelenid és -halogenid keletkezik. Ezzel viszont eljutottunk a cermetek problémájához. Ha viszont a rétegek közti folyamatokat, elektron, vagy lyukvezetés kialakulását vizsgáljuk, akkor az oxid egyensúlyok révén az egyenirányítók problémaköréhez jutunk el.

Mindezek alapján látható, hogy az oxid egyensúlyok szerepe a kerámiai iparban döntő fontosságú, és e téren még számos komoly, felderítésre váró feladat van.

IRODALOM

- (1) K. Hauffe: Reaktionen in und an festen Stoffen. 412. Berlin, 1955.
- (2) E. Ryschkewitsch: Oxydkeramik. Berlin, 1948.
- (3) M. H. Davies: C. E. Birchenall Trans AIME 1951. (Oct) 877.
- (4) W. A. Alexander: L. M. Pidgeon Canad J. Research 1950. (B) 28. 60.
- (5) N. F. Mott L'oxydation des métaux. Réactions dans l'état solide. 64. Paris. 1948.
- (6) J. Konec—Mrs. M. Konec—Déri Periodica Polytechnica. 1. 68. 1957.
- (7) W. Kleber Angewandte Gitterphysik. 1941.
- (8) F. Stockmann: Naturwiss. 38. 1951. (1951)
- (9) M. Déri—J. Müllner: Acta Chim. Hung. 5. 215. 1955.
- (10) P. Ehrlich: Z. anorg. Chem. 247. 53. 1941.
- (11) J. Bénard: Reactions dans l'état solide. 73. Paris 1948.
- (12) Wagner—Hammen: Z. phys. Chem. B 40. 197. 1938.
- (13) T. Katz—R. Fouvre: Reactions dans l'état solide 95. Paris 1948.
- (14) Wagner felületi reakciók kongr. Pittsburg 1948. 77.
- (15) W. E. Hauth: Am Ceramic Soc. Bull. 30. 165. 1951.
- (16) B. C. Weber, H. J. Garrett, F. A. Mauer, M. A. Schwartz: J. Am. Ceramic Soc. 39. 197. 1956.
- (17) W. R. Foster: J. Am. Ceram. Soc. 34. 255. 1951.
- (18) Déri Márta: Korszerű oxidkerámiai szerkezeti anyagok. MTI 1954. 2910.
- (19) J. F. Wygant—W. D. Kingery: Ceram. Bull. 31. 165. 213. 251. 294. 344. 386. 1952.

A kő durva megmunkálása

ERDÉLY IMRE

Az ország kőbányáiban évente több mint 200 000 m² köfelületet nagyolnak kézíerővel. Évek sora óta számos újítási javaslat és kísérlet próbálkozik ennek a munkának gépesítésével. Szerző a kézi megmunkálás dinamikájának levezetése után kimutatja, hogy a jelenlegi légkalapácsok és vibrált szerszámok miért alkalmatlanok a durva-megmunkálás gépesítésének megoldására és milyen irányban kell fejlődniük a megoldás eléréséhez.

Kőbányáink termékei közül azok, amelyek valamilyen szabályos idom alakjában kerülnek értékesítésre, általában durva felületi megmunkálással készülnek. Legnagyobb jelentőségük e tekintetben az útburkolati idomköveknek és a magasépítési díszítőmunkák céljaira előállított tömbköveknek van. Az előbbieket anyaga nálunk általában bazalt és andezit, az utóbbiaké mész- és kvarchomokkó. A megmunkált felület eszidő szerint jóval túlhaladja az évi 200 000 m²-t, a ráfordított évi munkabér a 3 millió forintot. A megmunkálást kéziszerszámokkal: hegyesvasal, vésővel és kézikalapáccsal végzik.

Durva felületi megmunkálás alatt olyan eljárást értünk, amelynek eredményeképpen a köfelületről cm³ nagyságrendű kidudorodásokat távolítunk el cm² nagyságrendű kőkeresztmetszetek leszakításával vagy lenyírásával — szembeállítva ezt a finommegmunkálás egyik hasonló folyamatával, amelynél ezek a nagyságrendek: mm³ és mm². Amíg a kövek finommegmunkálásánál mind a művészi szobrászmunkák, mind az ipari kőfaragómunkák területén már jóideje és jelentős mértékben gépesített eljárásokra tértünk át, addig a bányabeli durva megmunkálás gépesítésére csak a legutóbbi években merültek fel gyakorlati elgondolások és indultak meg kísérletek. Teljes sikertelenséggel zárultak azok a kísérletek, amelyek a megoldást sűrített levegővel meghajtott könnyű fejtő-

kalapácsok alkalmazása útján vélték megtalálni. A legújabbban felmerült hazai javaslatok és a vonatkozó külföldi kísérletek dokumentációja arra mutatnak, hogy a kő durva megmunkálásának gépesítését mindinkább a magas rezgésszámmal és kis amplitudóval vibrált könnyű véső megkonstruálásával látják megvalósíthatónak.

Mindez szükségessé teszi ennek a technológiai területnek gondosabb áttanulmányozását. A következőkben sorra vesszük az említett háromféle módszert, hogy vonatkozó megállapításainkat megtehessek.

A kézi megmunkálás

A köfelület durva megmunkálásánál (nagyolás, hegyezés, spiccelés, boszirozás) a munkás az egyik kezébe fogott hegyesvas, vagy laposvéső vágó végét ráilleszti a köfelület egy domborulatának tövére és a másik kezében tartott kalapácsot lendületbe hozva ráver a véső fejére. A kalapács kinetikus energiáját a véső részben visszaadja a kalapácsnak, részben átveszi és a kőre közvetíti. A véső vágó vége roncsoló hatás kifejítése közben addig hatol a kőbe, amíg előtte a kőzetellenállás olyan R értékre növekedik, amely vagy megállítja a vésőt, vagy megfelelő kőkeresztmetszeten eloszolva annak leszakadását vagy elnyíródását okozza.

Első megközelítésben idealizáljuk a folyamat első szakaszát a véső és kalapácsfej rugalmas ütközésévé. Legyen a kalapács tömege m_1 , sebessége a vésőre való felütődés előtt v_1 , ütközés után v_1' . Ugyanezek az adatok a vésőre:

$$m_2, v_2, v_2'$$

Centrális ütközést feltételezve és eltekintve az ütközéssel járó hő-, hang- és egyéb energiavesztésegektől írjuk fel a mozgásmennyiség és az energia megmaradását kifejező egyenleteket:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2} \quad (2)$$

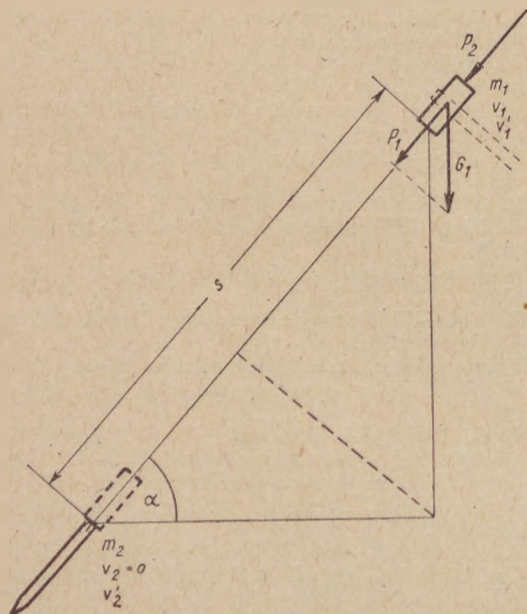
Mivel a véső ütközés előtti sebessége $v_2 = 0$, az (1) és (2) egyenletekből:

$$v_2' = \frac{m_1}{m_2} (v_1 - v_1') \quad (1')$$

$$v_2'^2 = \frac{m_1^2}{m_2^2} (v_1^2 - v_1'^2) \quad (2')$$

Ha az (1') egyenlet jobboldalát négyzetre emeljük, egyenlő lesz a (2') egyenlet jobboldalával. Az így nyert kvadrátikus egyenlet megoldása összefüggést ad a kalapács ütközés előtti és ütközés utáni sebességei között:

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 \quad (3)$$



1. ábra. Kézi nagyolóvéső és kalapács munkahelyzete

Ezt az eredményt felhasználjuk az (1') egyenlet jobboldalán, hogy összefüggést nyerjünk a véső ütközés utáni sebessége és a kalapács ütközés előtti sebessége között:

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 \quad (4)$$

A 3. és 4. egyenletekből a következő tények olvashatók ki:

a) ha $m_1 > m_2$, vagyis a kalapács tömege nagyobb a vésőnél, akkor az ütközés után a kalapács — bár kisebb sebességgel — továbbhalad eredeti, ütközés előtti irányában; a véső azonos irányú, de a kalapácsnál nagyobb sebességet nyer. Azonban v_2' maximuma mindenesetre kisebb $2v_1$ -nél;

b) ha $m_1 = m_2$, akkor ütközés után a kalapács megáll, a véső pedig átveszi a kalapács felütődés előtti sebességét;

c) ha $m_1 < m_2$, akkor felütődés után a kalapács visszapattan a véső fejről, a véső pedig v_1 -nél kisebb sebességet vesz fel. A kalapács ellenirányú sebessége is mindig kisebb marad (abszolút értékre) a felütődés előtti sebességénél és a véső sebessége sohasem süllyedhet zérusig.

A véső ütközés utáni kinetikus energiája

$$E_2' = \frac{m_2 v_2'^2}{2}$$

a (3) igénybevételével:

$$E_2' = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_1 \quad (5)$$

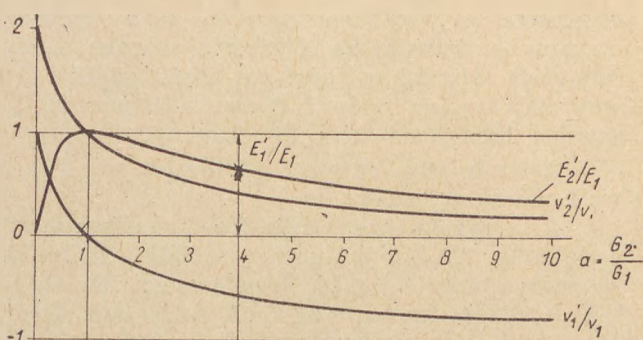
ahol $E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$ a kalapács felütődés előtti kinetikus energiája. A véső által felvett E_2 energiának akkor van maximuma, ha $m_1 = m_2$; ilyen esetben $E_2' = E_1$, vagyis a véső átveszi a kalapácsnak felütődés előtti teljes kinetikus energiáját: a rendszerbe beadott összes energiát.

Hasonló számítással a kalapács ütközés utáni energiája:

$$E_1' = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 \cdot E_1 \quad (6)$$

Nyilvánvalóan zérus értékkel minimuma van, ha $m_1 = m_2$.

Most a kalapács és véső idealizált együttműködésének szemléletét elhagyva tegyünk egy lépést a valóság felé. Kísérjük meg figyelembe venni azt hogy a kalapácsnak nyele is van és mind ezt, mind a vésőt a munkás marokra fogja. Ugyanez a véső éle a kőn áll, bizonyos mértékig belevonva a kő tömegét is a munkaegyüttesbe. Ezek a körülmények figyelembe vehetők a kalapács és véső m_1 és m_2 tömegének redukálásával valamilyen m_1' és m_2' értékekre úgy, hogy fenti képleteink a redukált tömegértékek alkalmazásával is érvényben maradjanak. További lépésként bevezetjük a redukált tömegek m_2'/m_1' a viszonyszámát, ami egyenlő azok redukált súlyának G_2/G_1 viszonyszámával. Végül alakítsuk át (3)—(6) képleteinket



2. ábra. A kézi nagyolás szerszámainak sebesség- és energiagrafikonjai

ennek megfelelően és térjünk át bennük a sebességek, illetve energiák viszonyszámaira is:

$$\frac{v_1'}{v_1} = \frac{1 - a}{1 + a} \quad (3')$$

$$\frac{v_2'}{v_1} = \frac{2}{1 + a} \quad (4')$$

$$\frac{E_2'}{E_1} = \frac{4a}{(1 + a)^2} \quad (5')$$

$$\frac{E_1'}{E_1} = \left(\frac{1 - a}{1 + a} \right)^2 \quad (6')$$

Ezek a képletek alkalmasak arra, hogy segítséggükkel a teljesen bizonytalanná vált és széles skálán változható „a” paramétert kísérletileg megállapíthassuk, de még inkább arra, hogy általuk a kézi nagyolás energiatéjét megértsük.

Mindenek előtt megállapítható, hogy $v_1'/v_1 = v_2'/v_1 - 1$, tehát grafikus ábrázolásnál a 3'. és 4'. vonalak párhuzamosak és az ordinátatengely egységszakaszával vannak eltölve egymástól. Mivel továbbá az 5'. és 6'. egyenletek összege: $E_1'/E_1 + E_2'/E_1 = 1$ azért az abszcisszatengely és vele párhuzamos 1 ordinátájú egyenes között vonuló E_2'/E_1 görbe felett az említett párhuzamosig mért ordinátaszakaszok az E_1'/E_1 értékeket reprezentálják. A (3')—(6') képletek grafikonait a 2. ábrán mutatjuk be.

Nyilvánvalóan abból, hogy a kalapács — felütődése után — visszapattan-e a véső fejről és ha igen, milyen lendülettel, a munkás minden ütésénél megérzi, hogy energiakifejtése megfelelő-e? Ha a kalapács felütődés után a vésőt követve mozog tovább, a munkás tudja, hogy a kalapácsnak túl nagy lendületet adott, illetve a vésővel túl kis fogást vett: fölös energiát pazarolt a kőfelület kidudorodásának leverésére. Akkor viszont, ha a kalapács visszapattan a vésőről, érzi, hogy kevés energiát közölt a kalapácsal, illetve túl nagy fogást vett: a kőzet okozta ellenállás olyan mértékben megnövelte a véső redukált súlyát, hogy $a > 1$ lett. Ebben az esetben a következő ütésnél vagy nagyobb lendületet véve nagyobb v_1 sebességet és így nagyobb E_1 energiát közöl a kalapácsal, vagy a vésőt közelebb emeli a kődoborulat csúcsához. Egy-egy ütésével teljes mértékben csak akkor lehet elégedett, ha

kalapácsa a felütődés után megáll: ilyenkor ugyanis a kalapácsba fektetett minden izom-energiája átment a véső-kéz-kőzet együttesbe, megvalósítva az ütéssel éppen alkalmazott E_1 energia kihasználásának maximumát.

A rendszerbe fektetett E_1 energia számítását az 1. ábrához fűzzük:

A hegyzőkalapács 1,0—1,5 kg súlyú, amit redukálva $G_1 = 2$ kg-nak vehetünk. Redukált tömege a műszaki mértékrendszerben $m_1 = G_1/9,81 = 0,204$ kg. $\text{mp}^2 \cdot \text{m}^{-1}$. A véső feje felett $h = s \cdot \sin \alpha$ magasságra emelt kalapácsra két erő hat: a kalapács G_1 redukált súlyának $P_1 = G_1 \sin \alpha$ nagyságú, „s” löketirányú összetevője és a munkás által kifejtett P_2 erő. Ez utóbbit átlagértéknek kell felfogni, tekintettel arra, hogy a munkás erő kifejtése az „s” úton korántsem egyenletes. A vésőre felütődő kalapács így

$$E_1 = (P_1 + P_2) s = \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (7)$$

munkát halmozott fel tömegében kinetikus energia alakjában. Legyen $\sin \alpha = 0,75$, $P_1 = 2 \cdot 0,75 = 1,5$ kg és a munkás munkaerejének egyenletes kihasználása érdekében ugyancsak $P_2 = 1,5$ kg, a lökethossz pedig $s = 1,0$ m. Ebben az esetben ugyanis a munkás a kalapács megemelésével ugyanolyan $M = 1,5 \cdot s = 1,5$ mkg munkát fejt ki, mint a kalapács lesújtásakor. Ezeknek a számoknak felhasználásával a (7) egyenletből:

$$E_1 = (1,5 + 1,5) 1,0 = 3 \text{ mkg} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

és ebből:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 E_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{0,204}} = 5,42 \text{ m/mp.}$$

Amint tudjuk, ennek a 3 mkg energiának maximális kihasználása akkor következik be, amikor az egyébként 0,5 kg súlyú véső redukált tömege G_1 -el egyenlő, tehát $G_2 = 2$ kg. Ez azonban a legritkább esetben valósul meg és abból, hogy a kalapács általában visszapattan a vésőről, arra kell következtetnünk, hogy az ütések többségénél $a > 1$. Legyen pl. $a = 4$. Ebben az esetben a (3')—(6') képletekből számítva:

$$v_1' = 5,42 \frac{1-4}{1+4} = -3,25 \text{ m/mp}$$

$$v_2' = 5,42 \frac{2}{1+4} = 2,17 \text{ m/mp}$$

$$E_2' = 3 \frac{16}{25} = 1,92 \text{ mkg}$$

$$E_1' = 3 \left(\frac{-3}{5} \right)^2 = 1,08 \text{ mkg}$$

A kalapács tehát 3,25 m/mp sebességgel és 1,08 mkg kinetikus energiával pattan vissza a véső fejről, míg a véső 2,17 m/mp sebességgel és 1,92 mkg energiával feltöltve hatol a kőbe. Ezek az energiák azonban a valóságban nem állnak rendelkezésre, mert hang-, deformációs-, hő- és a kőzetben fellépő morzsolódási, valamint a szerszámok

anyagán előálló kopási stb. veszteségek lényegesen csökkentik azokat.

A véső vágóvégén teljesített munkát durva közelítéssel az alábbiak szerint írhatjuk le:

A kalapács felütődése után a véső a felvett E_2' kinetikus energiával behatol a kőzetbe. A vágóélnek l előhaladása közben a kőanyag morzsolódik és a képződő fészkekben egy zérus értéktől R értékig növekedő reakcióerő támad a véső ellen. Az így teljesített, közelítően

$$L = \frac{R \cdot l}{2} \text{ mkg munka}$$

elvész ugyan, de a keletkezett R erő vagy megállítja a vésőt, vagy egy

$$f_1 = R/\tau \text{ cm}^2$$

felületen eloszolva lenyírja a kődomborulatot (τ a kő nyírószilárdsága), vagy pedig a véső ékhatása következtében n -szeres értékkel figyelembevéve egy

$$f_2 = n \cdot R/\sigma \text{ cm}^2$$

felületen leszakítja a kőforgácsot (σ a kő szakítószilárdsága) és a még feleslegben maradt munkaképességgel elhajítja. Valószínű, hogy a roncsolás, nyírás és szakítás a forgácsleválasztás többségénél együttesen, egyidejűleg valósul meg. Abból, hogy pl. a bazalt nyírószilárdsága 100 kg/cm² körül van következik, hogy 1 cm³ bazaltforgács lenyírásához az R erőnek mintegy 200 kg-ig kell felnövekednie.

Ezeknek a számításoknak teljes bizonytalansága miatt a következőkben csupán az E_1 felütési energia kimutatásáig fogunk elmenni: ennek a kézi nagyolásnál talált kb. 3 mkg értéke szolgál majd léptékül a gépektől nyert felütési energiák megítélésénél.

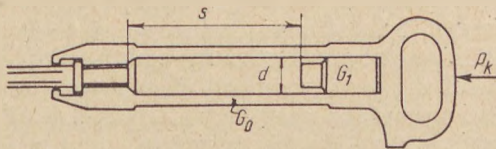
A légkalapács alkalmazhatósága

A pneumatikus szerszámok közül a szénbányászatban általánosan használt fejtőkalapács közelíti meg legjobban a durva kőmegmunkálás igényeit. A légkalapács szabadlökötű dugattyúja viszi a kézikalapács szerepét, a fejtőnyárs a vésőét. A használatos fejtőkalapácsok 6—12 kg súlyúak és percenként 700—1500 ütéset adnak, ütésenként 2,5—5 mkg felütési energiával.

Következő számításainkat egy közepes súlyú fejtőkalapáchoz fűzzük, amelynek adatai az alábbiak:

a kalapáctestest súlya ...	$G_0 = 8$	kg
a dugattyú súlya	$G_1 = 0,8$	kg
a henger furata	$d = 34$	mm
lökethossz	$s = 160$	mm
levegő túlnyomása	$p = 4$	atm
ütések száma	$n = 970$	perc

A gép levegőellátását csőtollatlyú szabályozza. A 3. ábra szerint ütő löketre kész, szélső helyzetben álló dugattyú jobboldalról kapja a sűrített levegőt, balfelé indul és — mivel teljes töltéssel dolgozik — útján folyton növekedő sebességet nyer. Végül is jelentékeny mozgási energiával felütődik a nyárs fején. Visszafelé vezető útjához lényegesen keve-



3. ábra. Fejtőkalapács vázrajza

s = lökethossz, d = hengerátmérő, G_0 = kalapácstest (fogantyúrész), G_1 = dugattyú, P_k = külső nyomóerő

sebb sűrített levegőt kap és a csőtollatytús levegővezérlés gondoskodik arról, hogy kiindulási pontjához visszaérve ne ütődjék neki a hengerfejnek, hanem lendületét egy légpárna lefékezze.

A dugattyút gyorsító légnomás indikátor-diagrammal ellenőrizhető. Ebből megállapíthatóan az ütőlöklet folyamán rendelkezésre álló levegőtúlnomásnak csak 75%-a érvényesül a megfelelő lökethossz átlagában. Így a gép belsejében az ütőlökletnél a dugattyúra ható erő:

$$P_b = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 0,75 \cdot p = 27,2 \text{ kg}$$

Az ütőlöklet folyamán a P_b erő a kalapácstestre is hat, de ellenkező irányban, kissé elemelve a kalapácstestet a kőzetre támaszkodó nyársról. Ezt a játékot a kalapács nyárs befogadására szolgáló végének kiképzése megengedi. A kalapácstestnek ezt az elmozdulását *visszaütésnek* nevezzük és ellensúlyozására a munkás a gép fogantyúrészére

$$P_k = 15 - 25 \text{ kg}$$

külső nyomóerőt fejt ki.

Feltéve, hogy a légkalapácsot a vízszinteshez mért α szög alatt üzemeltetjük és pozitívnak a fogantyútól a nyárs felé mutató irányt vesszük, az ütőlöklet folyamán a dugattyúra löketirányban ható erő:

$$P_1 = G_1 \sin \alpha + P_b \tag{8}$$

figyelmelen kívül hagyva a jelentéktelen súrlódási ellenállást. Ugyanekkor a kalapácstestre

$$P_0 = G_0 \sin \alpha + P_k - P_b \tag{9}$$

erő hat, eltekintve a légvezetékesatlakozás és a kalapácsot tartó munkászekek behatásától, de tekintetbe véve ezt, hogy a löket folyamán a visszaütés leemeli a kalapácstestet a nyársról, amely tehát nem vonja be a kőzet tömegét is az erőjátékba.

Most számításba véve azt, hogy a két géprész gyorsulása:

$$a_0 = 9,81 \frac{P_0}{G_0}; \quad a_1 = 9,81 \frac{P_1}{G_1};$$

a két géprész elmozdulása:

$$s_1 - s_0 = s,$$

tekintve, hogy s_0 kalapácstest elmozdulás negatív irányú; számításba véve továbbá, hogy a löketidő mindkét géprész adataiból kiszámítható:

$$t = \sqrt{\frac{2s_0}{a_0}} = \sqrt{\frac{2s_1}{a_1}},$$

amely összefüggésből:

$$s_0 : a_0 = s_1 : a_1;$$

mindezek segítségével kiszámítható a két géprész elmozdulása az ütőlöklet folyamán:

a kalapácstest elmozdulása:

$$s_0 = \frac{G_0 \sin \alpha + P_k - P_b}{\left(1 + \frac{G_0}{G_1}\right) P_b - P_k} s \tag{10}$$

a dugattyú elmozdulása:

$$s_1 = \frac{G_0 \sin \alpha + \frac{G_0}{G_1} P_b}{\left(1 + \frac{G_0}{G_1}\right) P_b - P_k} s. \tag{11}$$

Tekintve, hogy az ütő löket végén a géprészek mozgási energiája: $E_0 = P_0 s_0$ és $E_1 = P_1 \cdot s_1$, kiszámíthatók ezek az energiák is:

a kalapácstesté:

$$E_0 = \frac{(G_0 \sin \alpha + P_k - P_b)^2}{\left(1 + \frac{G_0}{G_1}\right) P_b - P_k} s, \tag{12}$$

a dugattyúé:

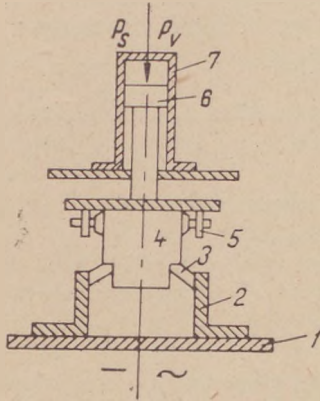
$$E_1 = \frac{\frac{G_0}{G_1} (G_1 \sin \alpha + P_b)^2}{\left(1 + \frac{G_0}{G_1}\right) P_b - P_k} s \tag{13}$$

Az áttekintés érdekében az 1. táblázatban összeállítottuk a fejtőkalapácsunknál fellépő elmozdulásokat és kinetikus energiákat néhány jellemző kalapácshelyzetre és különböző P_k külső erőre.

1. táblázat

Géphehelyzet	Külső erő P_k kg	Ütőlöklet			
		hossza s_1 mm	felületi energiája E_1 mkg	visszaütés	
				hossza s_0 mm	energiája E_0 mkg
$\sin \alpha = 0$ vízszintes	0	145,4	3,95	-14,6	0,397
	5	147,9	4,02	-12,1	0,269
	10	150,5	4,09	-9,5	0,164
	15	153,2	4,16	-6,8	0,084
	20	155,9	4,24	-4,1	0,030
	25	158,7	4,32	-1,3	0,003
$\sin \alpha = 1$ függőleges	0	149,7	4,19	-10,3	0,198
	5	152,3	4,26	-7,7	0,109
	10	155,0	4,34	-5,0	0,046
	15	158,1	4,43	-1,9	0,008
	20	160,0	4,48	0	0
$\sin \alpha = 0,75$ nagyoló helyzet	0	148,7	4,13	-11,3	0,240
	5	151,2	4,20	-8,8	0,143
	10	153,8	4,28	-6,2	0,070
	15	156,5	4,35	-3,5	0,022
	20	159,3	4,43	-0,7	0,001
	25	160,0	4,45	0	0

A kép azonban még nem teljes, mert a visszaütés s_0 és E_0 ismertetői még nem szerepelnek teljes értékükkel. A visszaütés ugyanis nem az ütőlöklettel kezdődik, hanem már előbb, akkor, amikor az ellenlökletben levő dugattyú mozgási energiáját az említett légpárnába fékezve átadja a kalapácstestnek. Ezt az energiát és a vele járó,



4. ábra. Laboratóriumi kísérleti vibrátor vázrajza

1. vibrálóasztal, 2. vágóéltartó, 3. vágóél (véső), 4. vizsgált kőminta, 5. körögzítő keret és csavarok, 6. hidraulikus prés dugattyúja, 7. hidraulikus prés henger

s_0 -hoz adandó s_0' visszaütést a légalapács indikátordiagrammjából ki lehet számítani, azonban itt egy újabb komplikáció lép fel: a kézikalapács szerepét játszó dugattyú, felütődése után, a 6. képlet szerint olyan E'_1 kinetikus energiával pattan vissza, amelynek nagysága 0 és E_1 között minden értéket felvehet. Ha semmi mást nem veszünk figyelembe, csak ezt, akkor is meg kell állapítanunk, hogy a visszaütés — a dugattyú felütődésének sikere szerint — a (10) és (12) képletekből számítható és a táblázatban kimutatott értékek sokszorosát is felveheti. Ennek következménye, hogy a légalapács rángatása még viszonylag nagy P_k külső nyomóerő alkalmazásánál is jelentékeny maradhat.

Fentiek alapján a légalapácsnak durva kőmegmunkálásra való alkalmasságát illetően az alábbi következtetésekre jutottunk:

a) A vizsgált fejtőkalapács — 4—4,5 mkg felütési energiájával — bőségesen fedezi a kő durva megmunkálásához szükséges energiát. A kézi megmunkálás maximálisan 3 mkg felütési energiáját egy 5—6 kg-ra redukált súlyú kalapáccsal is el lehet érni.

b) A kalapács helyzete (a működtetés α szöge) csak kevéssé befolyásolja a felütési energiát. Függőlegesen lefelé működtetve a kalapácsot, a felütési energia a legnagyobb.

c) A felütési energiát a kalapácsra ható külső nyomóerő sem befolyásolja lényegesen. Ezt az erőt a (10)—(13) képletek értelmezése szerint csak addig érdemes növelni, amíg — a kalapács test önsúlyának megfelelő komponensével kiegészítve — eléri a P_b belső erő nagyságát. Tovább növelve ugyanis a nyárnsnál olyan reakcióerőt kelt, amely többletértékét hatálytalanítja.

d) A légalapács visszaütésének löketenkénti alkalmi nagysága olyan változó, hogy a kalapács a) pont szerinti kapacitáscsökkentése mellett sem lehet a P_k külső erő lényeges csökkenésére számítani. Annál kevésbbé, mert a kalapács önsúlyának egyidejű csökkentésével rontjuk az önsúlynak segítőhatását a P_k erő mellett.

e) Mindezek alapján kimondhatjuk, hogy a légalapács még az esetleg 5 kg-ra redukált súlyá-

val is túl nehéz ahhoz, hogy kezelője olyan finom megérzéssel irányíthassa, mint a 0,4—0,5 kg súlyú kézivésőt és az 1—1,5 kg-os kézikalapácsot. Ezen felül a gép visszaütését ellensúlyozó 15—25 kg külső nyomást a nagyolási munkánál általában nem lehet a test súlyával segíteni, mint a fejtőkalapács alkalmazásának egyéb területein. A légalapács tehát mai alakjában a durva kőmegmunkálás céljaira alkalmatlan.

f) A kő finommegmunkálásánál használt könnyű légalapácsoknál a P_k külső erőt és a visszaütést kis felütési energiára való szerkesztéssel lehetett elviselhető mértékig csökkenteni. A kis felütési energia azonban együtt jár a mm^3 nagyságrendű forgácsolással. Ezeknek a légalapácsoknak másodpercenkénti ütésszáma azonban olyan alacsony, hogy cm^3 nagyságrendű felületi egyenetlenségeket a kézi nagyoláshoz viszonyítva túl lassan koptatnak le.

g) Alkalmatlanná teszi a légalapácsot egyébként a durva megmunkáláshoz a kézi megmunkáláshoz viszonyított nagy ütésszáma is, tekintve, hogy a kézi nagyolásnál a munkás minden ütés után mérlegeli a következő ütés körülményeit és ennek megfelelően a véső felfektetésénél és az ütés energiájának változtatása érdekében kisebb, finomabb módosításokat hajt végre.

A fentiek ellenére meggyőződésünk, hogy a légalapács alkalmazásának a kő durva megmunkálása területén jelenleg fennálló akadályai idővel el lesznek háríthatók. Erre egyrészt a gépnek a különleges technológiához simulóbb rekonstrukciójával, másrészt a nehézségek ötletes megkerülésével kell törekedni.

A vibrált véső

A legutóbbi években a kő durva megmunkálására számos esetben javaslatba hozott vibrált szerszámra térve át mindenekelőtt el kell oszlatnunk azokat a kődös elképzeléseket, amelyek a vibráló hatástól valami különleges, újszerű fizikai teljesítményt várnak. Az a másodpercenként 50—200 rezgés, amelyet a kőmegmunkálásnál alkalmazni kívánnak, igen távol áll azoktól az atomfizikai frekvenciaszámoktól, amelyek a szilárd anyag kohéziójára hatással lehetnének. Esetünkben a kőanyagban rezonancia folytán fellépő energiahalmozódás esetleges kiaknázásáról sem lehet szó, tekintve, hogy a kő megmunkálását egyetlen frekvenciára beállított szerszámmal kell elvégeznünk az alakjuk és nagyságuk különbözősége miatt számtalan önrezgésszámú kődarabokon. Így a vibrált szerszám működésének megértését ugyanolyan dinamikai és szilárdságtani alaprak kell fektetnünk, mint az eddig tárgyaltakét.

Vibrált vésővel végzett kőfelületi megmunkálás értékes kísérleti eredményeit ismerteti K. A. Mndzsojan a *Mehanizacija Sztroitelsztva* 1955. XI. számában „Természetes kövek vibrációs vágásának határfoka” címmel. A kísérleti berendezés elektromotorral hajtókar útján rezgésbe hozott vibrátorpadra szerelt vésőpárból és a kőmintát befogó és hidraulikusan előhajtó berendezésből áll, természetesen a szükséges mérő-

műszerekkel felszerelve. A vibrálást 1335—8360 rezgés/perc, a rezgés amplitudóját 0,1—1,35 mm, az előtolás sebességét 18,6—27,5 mm/mp értékhatárok között lehetett változtatni. Az összehasonlítás érdekében a kő forgácsolását vibrálás nélkül, P_s statikai erőhatással, utána vibrált padon P_v erővel végezték. A kísérleteknél gondosan rögzítették a vizsgált kőzetek térfogatsúlyát, hézagterfogatát és törőszilárdságát, a fémkerámiai ötvözetű betéttel készült vágószerszám szélességét, a kőfelülettől mért homlokszögét, rezgésszámát és rezgési amplitudóját, az előtolás sebességét, valamint a leválasztott kőforgács vastagságát. Figyelemmel kísérték a vágószerszám kopását és a megmunkált kőfelület minőségét is.

A kísérletek első eredményei alapján optimálisnak találták és rögzítették a

$\nu = 3070$ percenkénti rezgésszámot (51 rezgés/mp), az

$A = 0,7$ mm rezgési amplitudót és a

$V = 23,45$ mm/mp előtolási sebességet

és eredményeiket ezek alapján állították össze. Meggyőződésünk szerint azonban ezek a rögzített értékek nem annyira a kőmegmunkálásnak, mint inkább a kísérleti berendezésnek jellemzői.

A közölt anyagból szempontunkból az 5. ábrán reprodukált, grafikusán feltüntetett kísérleti eredmények különösen érdekesek.

Ezekből a grafikonokból és a referátum egyéb adataiból megállapítható, hogy a vibrált szerszámra ráhárítandó külső nyomóerő átlag 1/6 része a P_s statikai forgácsolóerőnek:

$$P_k = P_v = \frac{P_s}{6} \quad (14)$$

Megállapíthatjuk továbbá, hogy az 1 cm széles vésővel 1 mp alatt leréselt anyagmennyiség:

$$0,2 \cdot 1,0 \cdot 2,345 = 0,469 \text{ cm}^3,$$

a vibrált véső egy ütésére leválasztott forgács köbtartalma pedig:

$$0,469/51 = 0,009 \text{ cm}^3 = 9 \text{ mm}^3.$$

Az egy ütésre végzett forgácsolás tehát milliméter nagyságrendű és a berendezés csupán kb. 2 mp alatt, 100 ütéssel éri el a durva megmunkálás cm^3 nagyságrendjét.

A kísérleti berendezés szűkös leírásából valószínű, hogy a vibrálóasztal kényszerlökötű és harmonikus, vagy közel harmonikus mozgást végez. Így a vésők kilengése

$$y = \frac{A}{2} \sin 2 \pi \nu t \quad (15)$$

alakban írható fel. A vésők sebessége és gyorsulása:

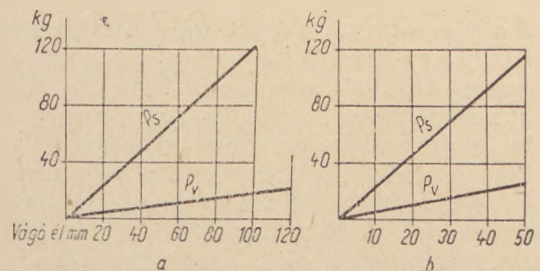
$$v = \frac{dy}{dt} = \pi \nu A \cos 2 \pi \nu t =$$

$$= 3,14 \cdot 51 \cdot 0,0007 \cdot \cos 2 \pi \nu t = 0,112 \cos 2 \pi \nu t \quad (16)$$

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -2 \pi^2 \nu^2 A \sin 2 \pi \nu t =$$

$$= -36 \sin 2 \pi \nu t. \quad (17)$$

A rezgő tömeg által képviselt erő: $P_b = m \cdot a$, ahol a rezgő tömeg: $m = G/9,81$ — G = a rezgő



5. ábra. Nyomóerők a vésőszélesség függvényében

Kőzet neve	a) Felzit	b) Trachit
Térfogatsúly	1,81	2,11 t/m ³
Hézagterfogat	27,6	17,8 %
Törőszilárdság	436	713 kg/cm ²
P_s/P_v átlag	6,66	4,80
Forgácsvastagság	2	2 mm
Véső homlokszöge	80	80 fok

anyag súlya — és így $P_b = -3,67 G \sin 2 \pi \nu t$. Ez az erő pozitív és maximális, ha $\sin 2 \pi \nu t = -1$. A megfelelő időpontokban

$$P_b = 3,67 G.$$

Ez a belső erő a P_v vibrációs nyomóerővel együtt teljesíti a P_s statikai erő forgácsolási munkáját:

$$P_s = 3,67 G + P_v$$

Innen a (14) figyelembevételével:

$$G = 0,227 P_s. \quad (18)$$

A rendelkezésre álló adatok szerint a kísérletezők P_s értékénél 180 kg-ig mentek fel. Ha a berendezés által megengedett felső határnak $P_s = 200$ kg-ot fogadunk el, akkor a (18)-ból

$$G = 45,4 \text{ kg} \quad (19)$$

adódik a kísérleti berendezés vibrált részének súlyára.

A kísérleteknél használt berendezés tehát több mázsa súlyú és így egyáltalában nem alkalmas arra, hogy lerögzített alapadataival gépesített nagyolászerszámként kialakítva munkás kezébe adhassuk.

Számítsuk még ki, milyen energiát képvisel a kísérleti gép vibrált részének egy-egy felütése? A (16) alól v maximális értéke 0,112 m/mp. A felütési energia

$$E_1 = \frac{mv^2}{2} = \frac{G}{9,81} \frac{0,112^2}{2} = 0,029 \text{ mkg} \quad (20)$$

ha G -nek a (19) alatt kimutatott súlyt vesszük. Ez a felütési energia megfelel az egyes ütések kis forgácsolási teljesítményének. Mint fentebb, ezúton is kiadódik, hogy ennek a nehéz laboratóriumi gépnek 2 mp alatt teljesített kb. 100 ütése adja ki a kézi nagyolás egyetlen ütésének 3 mkg energiáját.

Amint a (16) és (20) egyenletekből könnyen kiszámítható, a harmonikus rezgést végző vibrátor egy-egy felütésének maximális energiája közelítőleg:

$$E_1 = 0,5 G \nu^2 A^2 \quad (21)$$

A rezgő rész G súlyának csökkentését tehát az A emplitudó és a ν rezgésszám növelésével lehet hatásosan ellensúlyozni. Ezt az utat választotta a Kömvetlen Vállalat 1956-ban javaslatba hozott, közvetlen elektromotor-meghajtású kézi vibrátoránál.

A gépbe épített villanymotor percenként 2800 fordulattal egy tárcsát hajt meg, amelynek alsó lapján négy ék alakú fogazat van. Ennek a tárcsának negatívan fogazott ellendarabját, amely csak a gép tengelyének irányában mozoghat, rugó szorítja egy alsó ütközőgyűrűhöz oly módon, hogy ebben az alaphelyzetben nem érintkezik a forgó tárcsával. Amikor azonban a gépet, illetve az alján ráerősített vésőt a kőre nyomjuk, a véső feje az ellentárcsát a rugó ellenére elnyomja az ütközőgyűrűről, érintkezésbe hozza a forgó tárcsával, amely az ellentárcsát — és így a vésőt is — fordulatonként 4 kb. 1—1,5 mm nagyságú kilenésre kényszeríti.

Üzem közben tehát a vibrátor $2800 \cdot 4 = 11\,200$ rezgést végez percenként, 187-et mp-ként. A forgótárcsa egyetlen fogán tehát $1/187$ mp alatt ugrik fel az ellentárcsa. Mivel ez az idő nem elegendő arra, hogy az alkalmazott P_k külső erő a teljes 1,5 mm fogmélységig összenyomja a két fogazott tárcsát, a vibráló tárcsának legfeljebb 1 mm behatolására és — tekintettel az ék alak $1/10$ arányú áttételére — 10 mm felfekvésére lehet számítani. Mivel ez a 10 mm mintegy $1/8$ része a tárcsakerületnek, a vibráló tárcsa az 1 mm ugrást

$$\frac{1}{187} \cdot \frac{1}{8} = 1/1500 \text{ mp}$$

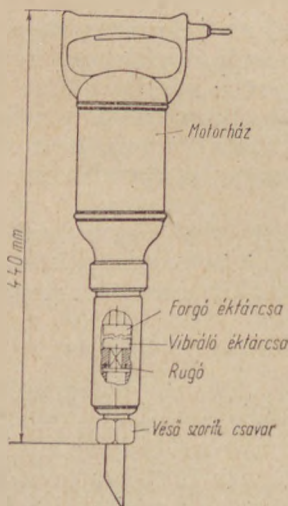
alatt végzi és így sebessége

$$v = \frac{1}{1/1500} = 1500 \text{ mm/mp} = 1,5 \text{ m/mp.}$$

Ha a vibrált rész súlyát 0,3 kg-ra, tömegét 0,03 kg $\text{mp}^2 \text{ m}^{-1}$ -re vesszük, a vibrátor felütési energiája közelítően

$$E_1 = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,03 \cdot 1,5^2}{2} = 0,034 \text{ mkg.} \quad (22)$$

Hasonló eredményt kapunk, ha a motor teljesítményből számított és a forgótárcsa kerületén rendelkezésre álló forgatóerőt az $1/10$ -es ékhatással áttételezve, a vibrátorban tengely irányban ható P_b belső erőt 37 kg-nak állítjuk be a (13) formulában. Egyszerűség kedvéért legyen $\sin \alpha = 0$ és vegyük a P_k külső erőt 10 kg-nak, a G_0/G_1



6. ábra. Villanyhajtású kézi rezgővéső

viszonyszámot 15-nek :

$$E_1 = \frac{\frac{G_0}{G_1} P_b^2}{\left(1 + \frac{G_0}{G_1}\right) P_b - P_k} \cdot s = \frac{15 \cdot 37^2}{16 \cdot 37 - 10} \cdot 0,001 = 0,035 \text{ mkg} \quad (23)$$

megegyezésben a (22) alatt kapott értékkel.

Ez a vibrátor tehát egy fél másodperc alatt leadott mintegy 93 ütésével teljesíti a kézi nagyolás 3 mkg energiájú egyetlen ütését. Avval, hogy frekvenciáját az elsőnek ismertetett kísérleti vibrátor rezgésszámának közel négyszeresére, rezgési amplitudóját annak kb. másfélszeresére emelték, mód volt súlyát kb. 5 kg-ra csökkenteni. Ennek az eredménynek az ára azonban igen nagy: a vibrálást keltő fogazott tárcsák kopása gyors és ezzel együtt jár a gép teljesítményének rohamos csökkenése és üzemének drágasága.

A tárgyalt két szélsőséges megoldás megismerése után nem nehéz a vibrált vésőre az alábbi megállapításokat megtenni:

a) A vibrált véső nem durva megmunkálásra, hanem tipikusan a kő finom felületi megmunkálására való szerszám. Ütési energiája nem emelhető a durva megmunkáláshoz szükséges szintre. Ahhoz pedig, hogy cm^3 nagyságrendű kőfelületi egyenlenségeket mm^3 -ként lemarjon, üzemeltetése ez idő szerint még túl drága.

b) A vibrált szerszámot is P_k külső erővel kell a tárgyhoz szorítani, mint a légalapácsot. Azonban a kis felütési energia miatt a vibrált véső visszaütése és így az alkalmazandó külső erő is lényegesen kisebb, mint a légalapácsnál. Ebből viszont az következik, hogy ha sikerülne egy nagy energiájú vibrátort konstruálni, ennek visszaütése is megnőne, ugyanúgy alkalmatlanná téve a szerszámot a kő durva megmunkálására, mint azt a légalapácsnál láttuk.

c) A vibrált vésőnek azonban van egy előnye a finommegmunkálásnál használt ugyancsak kis felütési energiájú légalapácsokkal szemben. Lényegesen nagyobb ütésszáma miatt ugyanis másodpercenkénti forgácsolási teljesítménye többszöröse lehet a kis légalapácsénak és elérheti a kézi nagyolás forgácsolási eredményét.

Végeredményképpen tehát a rezgővéső, bár jelenleg csak finommegmunkáló szerszámként használható a szobrászatban és kőfaragóiparban, durva megmunkálásra is alkalmassá tehető abban az esetben, ha sikerül szerkezetét kevésbé kényessé és üzemét olcsóbbá tenni.

IRODALOM

- N. D. Papaleksi: Fizika. 1951.
 Pattanyus Á. G.: A gépek üzemtana. 1950.
 B. V. Bokij: Bányaműveléstan. 1951.
 Boldizsár T.: Korszerű bányagépek. 1951.
 T. Krist: Werkstatt-Tabellen. 1952.
 Serény, Andrezs, Faigl: Kőfaragómunka. 1955.
 K. A. Mndzsojan: Effektivnoszt vibrorezanija eszostvennüh sztritelnüh kamnej. Mehanizacija Sztroitelsztva. 1955. XI.
 Kómi 107. sz. vállalat: Újítási javaslat a rezgővéső ipari célokra való felhasználására. 1956.

Veszprémi tudományos ülészek

(A Nehézipari Kutató Intézet előadásai)

GROFUSIK JÁNOS:

2. táblázat

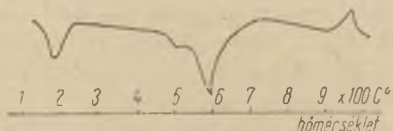
FIRECLAY TIPUSÚ AGYAGÁSVÁNY
EGY HAZAI TŰZÁLLÓAGYAGBAN

(Ásványtechnológiai osztály)

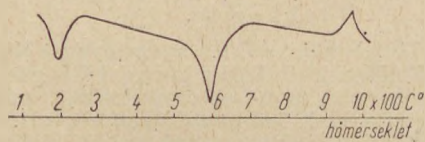
Megvizsgáltuk a pilisszentiváni fekéagyag kémiai és ásványi összetételét. Megállapítottuk, hogy a minta kémiai szempontból a kaolinitos agyagokhoz hasonlít; összetétele megközelíti a szokványos tűzállóagyagok oxidos összetételét. Az I. táblázat a pilisszentiváni agyag átlagmintájának és a hazai tűzállóagyaggyárakban használt jó minőségű külföldi tűzállóagyag összetételét tünteti fel.

A táblázat adatai azt mutatják, hogy a pilisi agyag és a tűzállóagyag összetétele nagyon hasonló: mindkettőben sok az alumíniumoxid és kevés az olvasztó anyag. A pilisi agyagban a nagy alumíniumoxid-tartalom mellett feltűnően kevés az alkálioxidok mennyisége. A nagy izzítási veszteséget szerves anyagok okozzák.

A minták ásványtani összetételének meghatározása céljára a differenciális termikus elemzés és a röntgenográfia szolgált. Az 1. ábrán a világosszürke, a 2. ábrán a fekete színű pilisi agyagminták DTA görbéi láthatók.



1. ábra



2. ábra

1. táblázat

Agyagok százalékos vegyi összetétele

Pilisi agyag	Külföldi tűzállóagyag	
SiO ₂	40,12	49,9
Al ₂ O ₃	35,36	34,0
Fe ₂ O ₃	2,97	1,2
TiO ₂	1,34	0,8
CaO	1,15	0,5
MgO	0,50	0,4
K ₂ O	0,17	0,6
Na ₂ O	0,17	0,3
Izz. vesz.	18,60	12,0

A görbék vizsgálatából megállapítható, hogy az agyagban kaolin-típusú agyagásvány van. A differenciális termikus elemzéssel ennél pontosabb ásványtani megállapításokat nem tehetünk, ezért a továbbiakban az ásványi összetétel meghatározása céljából Debye-Scherrer rendszerű röntgenfelvételeket készítettünk. A fekete színű mintáról és az átlag mintáról készített röntgenfelvételek adatait a II. táblázatban láthatók.

A DTA és a röntgenográfiai vizsgálatok első látásra azt mutatják, hogy az agyag főtömege kaolinit. Az eredmények gondos ellenőrzése azonban más megállapításokra vezetett.

Az agyagásványok kaolin csoportját 3 sorra osztjuk: 1. rendezett kristályok (kaolinit, dickit, nuk-

Röntgenfelvételi adatok

Kaolinit d _{hkl} kx	Fireclay d _{hkl} kx	Pilisi fekete d _{hkl} kx	Pilisi átlag d _{hkl} kx
7,15	7,15	7,199	7,20
4,45	4,45	4,434	4,44
4,35	4,36	—	—
4,17	4,14	4,143	4,14
4,12	—	—	—
3,837	—	3,868 He	—
3,734	—	—	—
3,566	3,57	3,577	3,597
3,365	—	—	3,384 Kv
3,138	—	—	—
3,091	—	—	—
2,278	—	—	—
—	—	3,688 He	—
2,553	2,55	2,545	2,563
2,521	2,50	2,514	—
2,486	—	—	—
2,374	2,375	2,370	—
2,331	2,325	2,337	2,351
2,284	—	—	—
2,243	—	—	—
—	—	2,207 He	—
2,182	—	—	2,145
2,127	—	—	—
2,057	—	—	—
1,985	1,977	2,001	2,006
1,935	—	1,916	—
1,892	—	—	—
1,865	—	—	—
—	—	1,844	—
1,835	—	—	—
—	—	—	1,821 Kv
1,805	—	—	—
1,778	1,785	1,790	—
1,704	—	—	—
—	—	—	—
1,682	—	1,671	1,673
1,659	1,657	—	—
—	—	1,630 He	—
1,616	—	—	—
1,581	—	—	—
1,539	1,541	1,544	1,548
1,464	1,457	1,455	—
1,449	—	—	—
1,426	1,428	—	—

Megjegyzés: He = hematit, Kv = kvarc.

rit); 2. egyirányban rendezetlen kristályok (fireclay); 3. kétirányban rendezetlen kristályok (hulloysit és metahalloysit). A kaolinit-fireclay-metahalloysit soron belül folytonos szerkezeti átmenet van. A kaolinitben a rétegek szoros sorban következnek, míg a halloysitben az „a” és „b” tengely irányában statisztikusan elhelyezkedő rétegek vannak. A fireclayban csak a „b” tengely irányában vannak rendezetlen rétegek.

Az előbb említett rendezetlenség következtében a fireclay porfelvételnél a kaolinithez képest sok vonal hiányzik. A megmaradó reflexiók indexe mindig osztható hárommal, ami azt mutatja, hogy a rétegek elmozdulása $b_0/3$ rendezetlenségnek felel meg. Az „a” tengely irányában ilyen rendezetlenség nem mutatható ki. Az indexek értékének ez a sajátos alakulása arra mutat, hogy a fireclay rendezetlensége szabályos elmozdulások révén áll elő és ezek szerint a teljesen rendezett kaolinit és a teljesen rendezetlen halloysit között áll. A röntgen reflexiók másik érdekes megváltozása az, hogy a 4,17 kx és a 4,12 kx dublett, mely a kaolinitben mindig két élesen különálló vonal alakjában

jelentkezik, a fireclay-ben összefüggő diffúz reflexió-köteggé alakul át.

A röntgenfelvételek mérési eredményei és az előbb említett megfontolások alapján megállapíthatjuk, hogy a pilisi agyagásvány legfőbb alkotórésze a fireclay. A pilisi agyagban ezenkívül még kevés kvarc, valamint a fekete mintában hematit is előfordul.

A pilisi agyag a szabályos fireclay-től kismértékben eltér. Ezt bizonyítja a minta kémiai elemzése, mely az $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ aránynál valamivel több Al_2O_3 -ot mutat. A felesleges Al_2O_3 eredeténél megmagyarázása céljából két feltevést vehetünk figyelembe: az egyik lehetőség szerint az agyagban mechanikai hozzákeveredésként valamilyen bauxit-ásvány foglal helyet. A fekete minta DTA felvételén 500° táján csakugyan kimutatható egy kis endoterm lehajlás, mely bõhmit-tól vagy diaszportól származhat; ez a feltevés azonban röntgenográfiai úton nem bizonyítható, ezenkívül az agyagtelep földtani fekvése genetikai szempontból is valószínűtlenné teszi az allitos mállás során keletkező ásványok létrejöttét. A másik feltevés valószínűleg jobban megmagyarázza a felesleges Al_2O_3 létrejöttét: a fireclay szerkezet SiO_4 -kötegeiben a Si-ionok egy részét a hozzá nagyon hasonló ionsugarú Al-ionok helyet-

tesítik. Ez a helyettesítés egyelőre még nem bizonyítható be teljes szababatsággal; a rendelkezésre álló eszközök erre a célra nem eléggé pontosak. Az ilyen jellegű helyettesítõdés azonban könnyen elképzelhetõ, noha a kaolinit-típusú agyagásványoknál eddig még ismeretlen, de a montmorillonit-típusú ásványoknál gyakori.

Hazánkban eddig még nem írtak le fireclay-típusú agyagásványt, bár nincs kizárva, hogy tûzállóagyag-jaink egy része szerkezetileg hasonló. Valószínû, hogy azok a hazai agyagok, melyek genetikája hasonlít a pilisi tûzálló agyaghoz, ásványtani összetétel szempontjából is hasonlóak. Az ilyen agyagoknál a mállás-termékek humuszsavas oldatokkal érintkeztek, lãpvizek hatására. A humuszsav az alkálifémeket és az alkáliföldfémeket vízben jól oldódó humátokká alakította, míg a rosszul oldódó vas(III)-sókjól oldódó vas(III)-sókká alakultak át.

Az elõbbiekben leírt agyagvizsgálat nemcsak tudományos szempontból jelentõs, hanem gyakorlati szempontból is. Az elvégzett laboratóriumi és üzemi kísérletek szerint a pilisszentiváni szén fekjûje jó minõségû (34–35 SK tûzállóságú) samott elõállítására kiválóan alkalmas.

LOREN CZ SÁNDOR :

HAZAI CEMENTIPARI NYERSANYAGKÉNT FELHASZNÁLT AGYAGOK ÉS MÁRGÁK AGYAGÁSVÁNYAINAK MEGHATÁROZÁSA

(Szilikátkémiai Tanszék)

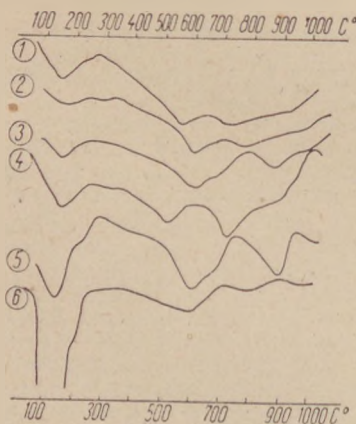
A Szilikátkémiai Tanszék az ipar által feldolgozásra kerülõ hazai nyersanyagokat tervszerûen vizsgálja és e program keretében a magyar cementipar nyersanyagát diploma feladatok keretében vizsgálta meg.

Az agyagásványok azonosítása az optikai állandó meghatározásával nem sok segítséget nyújt, már csak azért sem, mert az agyagásványok kristályai legtöbb esetben igen kis méretük miatt alkalmatlanok optikai vizsgálatokra. Ha sikerül az egyes ásványokat egymástól elválasztani, s az így nyert koncentrátumokat egyenként vizsgálni, röntgendiagramok felvételével vagy infravörös abszorpciós diagramok felvételével eredményesen lehetne az egyes agyagásványokat kimutatnunk. Ilyen vizsgálatok elvégzésére azonban a tanszéken nincs mûszer. Az azonosítást differenciális termikus analízissel végeztük tehát el; az utóbbi években általánosan használatba vett DTA mérések részére szükséges mûszer elõállítása aránylag kisebb méretû feladat, és a tanszék saját maga állította elõ az alábbi kísérletek részére felhasznált készülékeket.

A kísérletsorozat hat cementgyári agyag, illetve márga vizsgálatára vonatkozott. Ezek a nyersanyagok

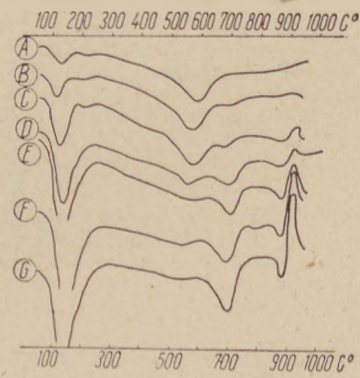
- tatai márga
- látatlani márga
- hejõcsabai agyag
- bélapátfalvi agyag
- beremendi agyag
- váci agyag.

A DTA vizsgálat elõtt a nyersanyagot elõkezeltük. Megfelelõ elõkezelés nélkül a kapott DTA görbék nagyarányú fedettsége miatt az értékelés nagyon nehézkes. Az elõkezelés elsõ fázisa az ülepités volt. Ennél a mûveletnél 7–8 g anyagot mértünk be 1 liter vízbe; 7 óra múlva csapoltuk a 10 cm magas folyadékoszlopot úgy, hogy a rendszer meg ne zavarodjék. Így ezzel kinyertük a 2 mikron alatti részeket, tehát legnagyobb-részt agyagásványokat. Ezt az anyagot bepároltuk. Az így kapott üledéket HCl-el kezeltük. Ez a karbonátok eltávolítása miatt szükséges. A felhasznált HCl 3,5%-os volt. Ezután az anyagot centrifugában ülepitettük, majd a savas kezelést megismételve savmentesre mostuk. A centrifugából kiszedett anyag rétegezõdést mutatott. Megemlítesre méltó ezek közül a látatlani márga, amelyben vasoxid vált ki, a beremendi agyag és a tatai márga, amelyben fekete szénecskéj jelent meg.



1. ábra

1. tatai márga, 2. bélapátfalvi pala, 3. beremendi agyag, 4. látatlani márga
5. váci szürke agyag, 6. hejõcsabai agyag.



2. ábra

	A	B	C	D	E	F	G
Montmorillonit %	0	10	25	50	75	90	100
Illit %	100	90	75	50	25	10	0

A rétegeket szétválasztottuk és így használtuk fel a DTA vizsgálatra.

A felhasznált DTA kemence Pt-PtRh-hőelemmel volt felszerelve, a fűtés szabályozás toroid transzformátorral történt. Felfűtési sebesség 12 C° percenként (± 3 C°).

DTA felvételek az 1. ábrán láthatók. A felvételek értékelésénél felhasználtuk azokat a felvételeket, melyeket Nagy Károly adjunktus ismert összetételű, mesterseges agyag-ásvány keverékekkel vett fel. A 2. ábra bemutat egy ilyen felvétel sorozatot, montmorillonit-illit keverékekről.

A felhasznált agyagok és márgák oxidos elemzését az I. táblázat mutatja be.

1. táblázat

	Izz. vesz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Tatai agyag	0,33	53,14	25,61	5,82	5,13	0,80
Bélapátfalvi pala	10,02	56,50	22,60	9,65	0,93	—
Bereendi agyag	7,25	29,05	20,90	6,20	4,25	0,20
Lábatlani márga	14,60	49,60	24,20	3,23	7,60	—
Váci agyag	16,75	51,20	19,40	8,30	4,12	0,31
Hejőcsabai agyag	17,20	56,40	19,10	4,80	1,56	0,57

A következő II. táblázatban összehasonlítást néhány eléggé tiszta agyagásvány oxidos összetételét mutatjuk be.

2. táblázat

	Izz. vesz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Kaolin	15,31	44,81	37,82	0,92	0,43	0,35
Montmorillonit	22,80	51,14	19,76	0,83	1,62	3,22
Illit	10,58	50,30	32,80	—	0,55	1,95

A felvett DTA görbékéből és az analitikai vizsgálatok eredményéből is megállapítható, hogy minden esetben agyagásvány keverékről van szó.

Tatai márga: a mikroszkópi vizsgálat nagyon sok durva szemcséjű kvarcot talál, ezenkívül igen sok

fajta kísérő ásványi törmelék is van ebben a meszes agyagban.

A röntgen vizsgálat kvarc és illit jelenlétét igazolta. A DTA felvétel szerint kaolinit nincs az agyagásványok között, mert a 900°-os exoterm csúcs hiányzik. A görbe alakja a 2. ábra C—D vonalai közé esik. Ezek szerint tehát ezen nyersanyagok agyagásványai: kb. 65% illit
35% montmorillonit

Bélapátfalvi pala: igen sok ásványi törmelék és kvarcot tartalmazó nyersanyag. A DTA felvétel szerint az agyagásványok aránya

50% illit
50% montmorillonit

Ezt a megállapítást igazolják az analitikai vizsgálati eredmények is (relatív kis izzítási veszteség és 22% Al₂O₃ tartalom).

Bereendi agyag: ebben az agyagban a kvarctartalom ugyan igen jelentékeny, azonban a mikroszkópi vizsgálat szerint igen finom szemcséjű. A DTA felvétel szerint:

75% illitből
25% montmorillonitból áll.

Lábatlani márga: a DTA felvétel szerint itt is illit-montmorillonit keverékről van szó. Az exoterm csúcs a montmorillonit átalakulását jelzi, a 300 fokos kis endoterm effektus az illithez tartozik. Hiányossága a felvételek, hogy a 850 fokos endoterm effektus hiányzik. Lehetséges, hogy kis mennyiségű kaolin jelenléte elfedi a többi agyagásványra jellemző effektusokat. Ezek alapján a következő agyagásvány-arányt tartjuk valószínűnek: 50% illit

40% montmorillonit
10% kaolinit

Váci agyag: kvarctartalma igen finom elosztású. A felvétel és az analitikai eredmény alapján az agyagásványok arányát a következőkre értékeljük:

50% illit
50% montmorillonit

Hejőcsabai agyag: a felvétel, valamint az analitikai vizsgálat meglehetősen nagy tisztaságú montmorillonit agyagásványt állapít meg. Lehet, hogy kisebb mennyiségű más agyagásvány is van jelen, ezek mennyisége azonban 10% alatt van.

KOCSIS ALBERT:

DOLOMIT ALKALMAZÁSA HÍRADÁSTECHNIKAI KERÁMIAI SZIGETELŐANYAGOK GYÁRTÁSÁRA (Szilikátkémiai Tanszék)

A kis veszteségi tényezővel rendelkező kerámiai dielektrikumok gyártására világszerte a magnéziumszilikátokat használják fel. A legelterjedtebb eljárás szerint — így hazánkban is — nyersanyagul megfelelő tisztaságú szteatitot alkalmaznak. A szteatit legfontosabb minőségi követelménye a kellő tisztaság; első-sorban az olvasztóanyagok: az alkáli fémek oxidjai és a vasoxid károsak.

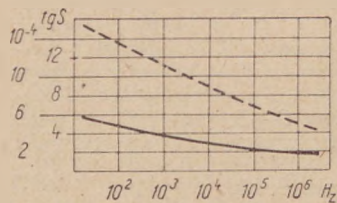
Hazánkban a követelményeknek megfelelő szteatit, vagy ezt helyettesítő más magnéziumszilikát nem fordul elő. Nagyfrekvenciás dielektrikumokat gyártó iparunk eddig a külföldi eredetű szteatitot használta. Tekintettel az import nyersanyagok magas ára és nehéz beszerezhetőségére, szükségesnek látszik a külföldi anyagoknak a téren is megfelelő hazai nyersanyagokkal való helyettesítése.

Több irányú kísérlet eredményeképpen legmegfelelőbb a kalcium-magnéziumszilikát alap. A CaO-MgO-SiO₂ rendszer kristályvegyületeit megvizsgálva, fizikai és elektromos tulajdonságok, mechanikai szilárdság és a technológia egyszerűsége szempontjából legmegfelelőbbnek a diopszid (CaO-MgO-SiO₂) mutatkozott. Az ilyen összetételeket teljesen hazai nyersanyagokból, dolomitból és homokból kíséreltük meg előállítani.

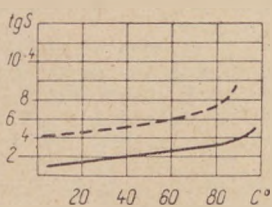
Az üzemi méretekben alkalmazott nyersanyag a pilisvörösvári dolomit és a kővágóörsi kvarc volt. A legtöbb dolomitban, így a pilisvörösváriban is a CaO: MgO arány a CaO javára tolódik el. A kísérletek során megbizonyosodott, hogy az elméleti dolomit képlet-től való eltérés nem nagy és a készített végtermékek tulajdonságait a kis mennyiségben jelenlévő kalciumfelesleg nem befolyásolja. Nyersanyagként valamennyi további vizsgálathoz ezért használtunk 60% pilisvörösvári dolomitot +40% kővágóörsi kvarcot. Az anyag szemnagysága kb. 10 órás őrlés után 5 μ-nál kisebb volt. Ezt a keveréket előzetesen 1350°-on ki kellett égetni a dolomit dekarbonizációja céljából. Ennek elmulasztása esetében a szilárd fázisban lezajló reakció nem lett volna tökéletes.

Az előégetett őrleményből adalékanyag nélkül tömör forma-darabokat égetni nem lehet, mert a tömörre égés és a deformáció hőmérséklete közt kiesiny a különbség, ennek következtében a készített próbatestek még a legóvatosabb égetés esetén is vagy erősen deformálódtak, vagy pedig porózusok maradtak.

Ezeknek a kísérleteknek a sikertelensége miatt új massa-összetétel kidolgozása vált szükségessé. Az új masszától meg kellett követelni, hogy a kialakuló kristályokat olvadási pontjuknál lényegesen kisebb hőmérsékleten olvadó üveggel összekötve biztosított legyen a tömör anyagszerkezet; szükséges volt ezenkívül a nyers megmunkálhatóság javítása céljából a massa plasztikusságának fokozása is. Természetesen mindezeket a tulajdonságokat az elektromos tulajdonságok romlása nélkül kellett elérni. Ebből következik,



1. ábra. Dielektrikumok veszteségi tényezőinek frekvencia függése



2. ábra. Dielektrikumok veszteségi tényezőinek hőmérséklet függése

hogy pl. olvasztó anyagul földpát vagy nagy alkáli tartalmú üveg nem használható, mert a jelentős ionvezetőképesség az elsőrendű fontosságú elektromos követelményeket lerontaná. Számos kísérlet eredményeként a legcélszerűbb olvasztóanyag a báriumkarbonát bizonyult.

Ha az előégetett dolomit-kvarc keverékhez fokozódó mennyiségben báriumkarbonátot keverünk, az anyag olvadáspontja is csökken, de a tömörre égés hőfoka ennél sokkal fokozottabb mértékben. 6% báriumkarbonát mennyiség esetén az égetési intervallum már olyan széles, hogy a forma-darab üzemi körülmények között is deformálódás veszélye nélkül tömörre ég.

A nyers massa plaszticitásának növelése céljából megkíséreltük az iszapolt zettlitzai kaolin hozzáárlését, ez azonban a báriumkarbonát adagolás által már kiszélesített égetési intervallumot szűkíti, ezért mindenképpen 10%-nál kisebb mennyiségben adagolandó a masszához.

A legmegfelelőbbnek talált massa összetétele:

TAMÁS FERENC:

A BÁRIUMFERRIT KÉPZŐDÉSE

(Ásványtechnológiai osztály)

Az utóbbi években a mágneses anyagok előállításának új technológiája alakult ki, mely elsősorban abban különbözik a hagyományos gyártási módszertől, hogy nyersanyagai nem fémek, hanem fénoxidok és a gyártás nem kohászati, hanem kerámiai jellegű.

A kerámiai úton előállított mágneses anyagok egy csoportja permanens mágnes; minőségük nemcsak eléri, hanem néhány tulajdonságban meg is haladja a legkiválóbb fém-mágneseket. Előny továbbá az egyszerű gyártástechnológia, az utólagos megmunkálás elmaradása és az, hogy a nyersanyagok olcsón és könnyen beszerezhetők.

A permanens kerámiai mágnesek alapanyaga a báriumferrit, $BaFe_{12}O_{19}$. Ez a vegyület a hexagonális rendszerben kristályosodik, rácsa torzult szpinellrácsnak tekinthető. A báriumferritet rendszerint az alkotó oxidok (vagy hevítés után oxiddá alakuló vegyületeik) keverékéből kb. 1000 °C-os égetéssel állítják elő, majd az így nyert báriumferritet megfelelő kötőanyaggal a kívánt formába sajtoltják és 1400 °C körüli hőmérsékleten zsugorítják.

Számos kutató foglalkozott a báriumferrit zsugorításának kísérleti tanulmányozásával; a báriumferrit képződésének mechanizmusa ma még ismeretlen.

Dinamikus és sztatikus módszer kombinációjával megvizsgáltuk a báriumferrit képződését. A dinamikus módszer a differenciális termikus elemzés volt, melynek adatai a gondosan betartott állandó fűtési sebesség és a betöltött anyag tömörítése segítségével $+5^\circ$ pontossággal reprodukálhatók voltak. Ezt a módszert az egyes jellemző fázisok azonosítása céljából sztatikus vizsgálatokkal is kiegészítettük ily módon, hogy a DTA készülékben egy-egy jellemző csúsig hevített, majd hirtelen lehűtött Debye-Scherrer porfelvételt készítettünk.

88% előégetett dolomit-kvarc keverék, 6% báriumkarbonát és 6% iszapolt zettlitzai kaolin. A massa legmegfelelőbb égetési hőmérséklete 1320°. Ez az égetési hőmérséklet kisebb ugyan, mint az általában alkalmazott szteatitos anyagok esetében, ennek ellenére az égetés nehézkesebb, mert a tömörre égés deformálódás hőmérséklete közötti intervallum szűkebb. Az elért intervallum azonban már a kísérletek jelen állásánál is lehetővé teszi az üzemszerű gyártást, de kiszélesítése mindenképpen kívánatos.

A szokásos szteatitos anyagokkal összehasonlítva, a tömörre égetett dolomitos anyag kristályszerkezete valamivel kevesebb üveges fázist tartalmaz.

A dielektromos állandó 10^3 – 10^6 Hz között mindkét anyagra nézve a kísérleti hibákon belül azonos. A dielektromos állandó hőmérsékleti együtthatója 20 °C és 80 °C között a dolomitos anyagnál 110 – $130 \cdot 10^{-6}$, a szteatitos anyagnál 130 – $140 \cdot 10^{-6}$. A dielektromos veszteségi tényező 10⁶ Hz frekvencián átlagosan $2 \cdot 10^{-4}$, de sikerült $1 \cdot 10^{-4}$ veszteségi tényezőjű anyagot is előállítani. A szteatitos dielektrikumok átlagos veszteségi tényezője 8 – $10 \cdot 10^{-4}$, és még különlegesen gondos nyersanyag válogatás és technológia mellett sem csökkenthető $4 \cdot 10^{-4}$ alá. A veszteségi tényező frekvencia- és hőmérséklet függését az 1. és 2. ábra mutatja (a folytonos vonal a dolomitos, a szaggatott a szteatitos anyagra vonatkozik).

A kétféle anyag mechanikai és kémiai ellenállóképessége gyakorlatilag egyforma.

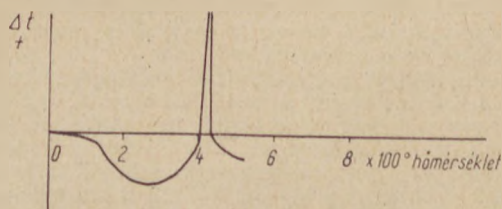
Összefoglalás

Hazai dolomitból és kvarcból olyan hiraclástechnikai kerámiai szigetelőanyagok gyárthatók, melyek a külföldi eredetű szteatitból gyártott hasonló anyagokat helyettesítik, sőt egyes tulajdonságaikban (pl. dielektromos veszteségi tényező) felül is múlják.

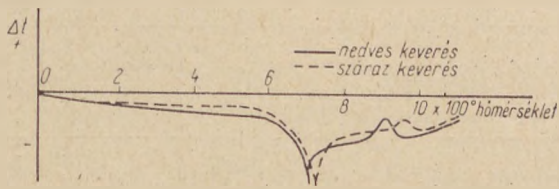
Kiindulási anyagul részben Riedel gyártmányú, puriss. minőségű, részben p. a. vegyszerekből frissen lecsapott báriumkarbonátot, illetve Riedel gyártmányú, puriss. minőségű vas(III)oxidot és p. a. vegyszerekből frissen lecsapott vas(III)hidroxidot használtunk. Az alapanyagoknál is elvégeztük a kombinált dinamikusztatikus vizsgálatokat. Ezek szerint a Riedel báriumkarbonát witherit (β -báriumkarbonát), a Riedel vasoxid pedig hematit. A frissen lecsapott báriumkarbonát a magas hőmérsékleten stabilis, szabályos módosulathoz kristályosodik. A vas(III)hidroxid vizsgálata nem várt eredményt adott. Itt ugyanis a 200 °C táján lejátszódó lassú endoterm vízvesztés után 420 °C $+3$ °C hőmérsékleten rendkívül heves exoterm reakció játszódik le (1. ábra).

A $Fe(OH)_3$ hőokozta reakciói a következőképpen értelmezhetők: az exoterm csúcs előtt a $Fe(OH)_3$ gél jellegű (bár a Debye-Scherrer felvételen gyenge,) diffúz vonalak alakjában jelentkeznek a lepidokrokit reflexiói. A kb. 200 °C maximummal jelentkező endoterm csúcsot a lassú vízvesztés okozza. 420 °C-on a gél hirtelen hematittá kristályosodik át. Ez a reakciómechanizmus lépésről lépésre röntgenográfiailag is bebizonyítható.

A báriumferrit ipari előállítása során a vízben oldhatatlan nyersanyagokat nedves őrléssel homogenizálják.



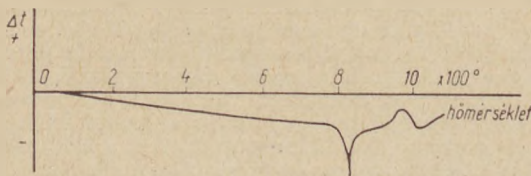
1. ábra. Vas(III)hidroxid DTA-görbéje



2. ábra. Szárazon és nedvesen kevert $BaCO_3 + Fe_2O_3$ DTA-görbéje

A nedves őrlés szükségességének eldöntése céljából báriumkarbonát és vasoxid megfelelő arányú keverékét egy órán keresztül, egyébként teljesen azonos körülmények között száraz, illetve nedves őrléssel homogenizáljuk. A kétféle keverék DTA-görbéjét a 2. ábra mutatja.

A kétféleképpen kevert anyag termikus viselkedése teljesen hasonló: az első effektus endoterm; ez a báriumkarbonát dekarbonizációját jelzi. Az exoterm csúcsot a $BaFe_{12}O_{19}$ képződése okozza. Az egyes csúcsok után keletkező termékeket a minta befagyasztása segítségével röntgenográfiailag azonosítottuk. A nedvesen kevert minta a jellemző csúcsokat kb. $10\text{ }^\circ\text{C}$ -kal kisebb hőmérsékleten adja. Ezt a jelenséget a nedves állapotban történő keverés jobb homogenizáló hatása okozza, de az eltérés nem jelentős és nagyon közel esik a DTA-vizsgálat hibahatárához. Megállapítható tehát, hogy a báriumferrit előállításánál a nyersanyagok nedves őrlésére nincs szükség.



3. ábra. Fe_2O_3 -ra csapott $BaCO_3$ DTA görbéje

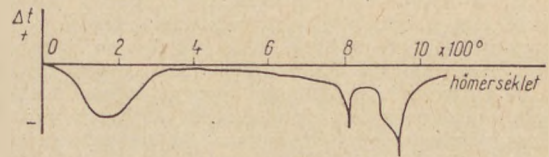
Ha kereskedésbeli Fe_2O_3 felületére $BaCl_2$ -oldatból számított mennyiségű $BaCO_3$ -ot csapunk, a vasoxid-báriumkarbonát-szemcsék szorosabb érintkezését és ezzel a ferritképződés szilárd fázisú reakciójának alacsonyabb hőmérsékleten való megindulását várhatnók. (Hedvall-hatásokra nem lehet számítani, mert előzetes Debye—Scherrer felvételeink igazolták azt, hogy a frissen lecsapott $BaCO_3$ nem witherit, hanem α -báriumkarbonát szerkezetű.) Ennek ellenére fordított hatást tapasztaltunk: a jellemző csúcsok az egyszerűen kevert mintákhoz képest mintegy $40\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$ -kal késnek. Ennek a keveréknek termogramja a 3. ábrán látható.

A báriumferrit előállításánál tehát nem célszerű a vas(III)oxidra csapott $BaCO_3$ használata.

A vas(III)hidroxid felületére báriumkarbonátot csapva, ha az anyagot ionmentesre való mosás után $110\text{ }^\circ\text{C}$ -on szárítjuk, majd DTA-vizsgálatnak vetjük

alá, a következő termikus hatások tapasztalhatók (4. ábra).

$100\text{--}300\text{ }^\circ\text{C}$ között a vashidroxidban leköttött gél-nedvesség eltávolítása következtében lassú, de nagy hőelvonással járó endoterm völgy mutatkozik. A $420\text{ }^\circ\text{C}$ -fokon várt, a tiszta vashidroxid esetén rendkívül heves, jellemző exoterm csúcs teljesen elmarad. Több kísérlet során, maximális érzékenységgel elvégzett vizsgálataink az exoterm effektusnak, illetve az ezzel járó átkristályosodásnak nyomait sem mutatták. A hematit reflexiói a Debye—Scherrer felvételen sem jelennek meg, csak az α -báriumkarbonát vonalai mutathatók ki. A $820\text{ }^\circ\text{C}$ -on jelentkező endoterm csúcsot a báriumkarbonát dekarbonizációja okozza. Ezután $960\text{ }^\circ\text{C}$ -on



4. ábra. $Fe(OH)_3$ -ra csapott $BaCO_3$ DTA görbéje

újabb endoterm effektus mutatkozik. Ez a reakció egyelőre nem azonosítható. Az $1050\text{ }^\circ\text{C}$ -ról hűtött minta röntgenfelvétele csak BaO jelenlétét jelzi; a báriumferrit reflexiói a filmen egyáltalán nem mutathatók ki.

Valamennyi minta DTA-felvételén a ferritképződés után a DTA-görbe egyre pozitívabb irányba tolódik. Ez a jelenség a zsugorodást jelzi: a zsugorodó anyag ugyanis tömörebbé válik, a szemcsék közötti levegő eltávozik. Ennek következtében a por alakú anyag integrális hővezetőképessége megnő, a termoelem mérőpontja a viszonyító ponthoz képest több hőt kap és ilyen módon a görbe egyre pozitívabb irányba tolódik.

Összefoglalás

1. A báriumferrit előállításánál a vegyületképződés lépcsői a következők: a $BaCO_3$ dekarbonizációja, a ferritképződés és a keletkezett ferrit zsugorodása.
2. A dekarbonizáció és ferritképződés hőmérsékletét a nyersanyagelőkészítés befolyásolja: a vas(III)-oxidra lecsapott báriumkarbonát jellemző reakciói az egyszerűen kevert mintákhoz képest $40\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$ -kal magasabb hőmérsékleten következnek be.
3. A száraz, illetve nedves keveréssel készült nyersanyagok jellemző reakcióinak hőmérséklete között nincs lényeges különbség.
4. A vas(III)hidroxidra csapott báriumkarbonát üzemi hőmérsékleten báriumferrit előállítására nem alkalmas, mert az ilyen módon bevont anyag vastartalma még $1050\text{ }^\circ\text{C}$ -ra való hevítés után is amorf.
5. A vas(III)hidroxidra csapott báriumkarbonát a hevítés során egyébként bekövetkező hematittá való átalakulást megakadályozza.

HORVÁTH TIBOR:

ADATOK A PERKUPAI SZERPENTIN KOMPLEX FELDOLGOZÁSÁRÓL

(Ásványtechnológiai osztály)

A perkupai szerpentin alkalmas bázikus tűzálló-ultrapanyagként forsterit téglgyártásra. Az elvégzett vizsgálatok célja a hazai adottságok közt megvalósítható technológia kidolgozása volt.

Vizsgálatainkhoz telepátlagminta híján az alábbi összetételű szerpentinmintát használtuk fel. A nyers perkupai szerpentin kémiai összetétele:

Főalkotók	Nyomelemek
MgO 37,46%	Ni 0,230%
SiO ₂ 37,15%	Co 0,00 x — 0,0 x %
Fe ₂ O ₃ 7,40%	Mn ... 0, x — x %
Al ₂ O ₃ 4,11%	Cr ... 0, x — x %
CaO 0,68%	Na ... 0, x — x %
Izz. vesz. 13,45%	Ti 0,00 x %
	V 0,00 x %
	Cu 0,000 x %
	Ba 0,00 x %

Az elemzési adatokból kitűnik, hogy a perkupai szerpentin eredeti állapotában túlságosan sok olvasztó anyagot tartalmaz (Fe_2O_3 , Al_2O_3), ezért belőle viszonylag kevés magnezit-szinter adalékkal jó minőségű forsterit nem lenne előállítható. Az olvasztó anyagok eltávolítása céljából rendszeres vizsgálatot végeztünk a perkupai szerpentin alkotó, valamint az azt kísérő járulékos ásványok meghatározására.

Vizuális és mikroszkópi megfigyelés, valamint differenciális termikus analízis és röntgenvizsgálat alapján úgy látszott, hogy a szerpentin főtömegét alkotó antigorit mellett számottevő mennyiségben más ásvány nem fordul elő.

Folytatva a szerpentin járulékos ásványainak vizsgálatát, a szerpentin finomra örölt porát 3,0 fs.-u folyadéokban centrifugáltuk, valamint vizes közegben aranymosó tálban mostuk. Már ezekkel a tájékozódó jellegű kísérletekkel is határozottan megállapítható volt, hogy a szerpentinben a vas és nikkeltartalom jórésze nincs beépülve az antigorit szerkezetébe, mert ezek a nehéz fajsúlyú folyadékokban, illetve az aranymosó tálban ülepített frakciókban jelentősen dúsultak.

Az ülepített nehéz-ásvány frakcióból, többször megismételt mágneses szeparálással elkülönítettük a főtömegét kitevő magnetitet. A nem mágnesezhető részt flotációval két részre bontottuk. A nehézásvány frakcióból a fentiek szerint nyert 3 termék Debye-Scherrer röntgen porfelvétel alapján magnetitnek, hematitnak és milleritnek (NiS) bizonyult.

A fentiekén kívül a szerpentin 3,0-nál kisebb fajsúlyú frakciójában kevés rövidszálú azbesztet is találtunk. A vizsgált szerpentin ásványösszetétele végeredményben az alábbiak adódtak:

Antigorit	92	—96	%
Azbeszt	1	—3	%
Magnetit	3	—4	%
Hematit	0	—1,0	%
Millerit (NiS)	0,12	—0,20	%

Megvizsgáltuk ezután a magnetit és millerit elkülönítésére és kinyerésére a modern ércelőkészítési eljárások alkalmazhatóságát és optimális körülményeit.

I. Magnetit eltávolítása és kinyerése a szerpentinből

A perkupai szerpentinben a magnetit apró egyedi szemcsékben fordul elő. A szerpentin legalább 0,1 mm \varnothing (DIN 3600) alá kell őrölni ahhoz, hogy a mágneses szeparációhoz kellően feltárt legyen. Kb. 10%-os vizes zagyban kis intenzitású permanens mágnesekekkel végzett szeparálással a szerpentin Fe_2O_3 tartalma 3,3—3,8 százalékra csökkent, tehát vastartalmának kb. a fele eltávolítható volt. A nyert magnetit frakció 33—35% Fe_2O_3 -t tartalmazott, ami ismételt szeparálással közep-termék keletkezésével egyidejűleg 50% Fe_2O_3 tartalom fölé finomítható volt. A termékek víztelenítésének meggyorsítására az agyagszerű lebegő iszap előzetes hidrociklonos eltávolítása kedvezőnek mutatkozott. Ez a művelet mágneses szeparáció nélkül egyben a hidrociklon felső részén távozó, ún. könnyű-termék kellő vastalanítását is eredményezte (2,5—3,2% Fe_2O_3). Egyik hidrociklonozással kombinált mágneses szeparálási kísérletünk fontosabb adatait az I. táblázat tartalmazza.

Az így megtisztított szerpentinhez annyi vasszegény magnezit szinter, illetve nyers magnezitet adva, hogy összetétele a 2 MgO : SiO₂ aránynak megfelelően, brikettezve, 1650 C°-on forsterit szinterré égettük ki. A belőle készült forsterit próbatégla ismérvei alapján bebizonyosodott, hogy az ismertett ércelőkészítési módszerekkel a perkupai szerpentin kielégítő módon vastalanítható és belőle jó minőségű forsterit tűzálló tégla állítható elő. (Tűzállósága 34 SK, a terhelés alatti lágyulás kezdete: 1620 C°.)

A terhelés alatti lágyulás végét a kemence kímélése végett nem állapítottuk meg, mindenesetre 1720 C° felettire tehető.

I. táblázat

Megnevezés	Súly %	Fe_2O_3 %	Fe_2O_3 megoszlás %
1. Nyers szerpentin ...	100,00	7,40	100,00
2. Hidrociklonozott könnyűtermék	15,56	2,74	5,76
3. Hidrociklonozott nehéz termék	72,26	3,67	36,73
4. Magnetit konc.	6,92	53,70	53,00
5. Mágneses középterm.	5,26	10,15	4,51

II. Millerit (NiS) kinyerése a perkupai szerpentinből

Vizsgálataink alapján a perkupai szerpentin nikkeltartalma millerit formában kb. 50—60%-ban fordul elő. Ebből következik, hogy fizikai módszerrel, flotációval legjobb esetben ennek 96—98%-a nyerhető ki. (A nikkeltartalom fennmaradó része valószínűleg az antigorit szerkezetébe beépült.)

A millerit-tartalom kinyerése céljából 1—3 kg-os tételekben szakaszos üzemű flotációs kísérleteket végeztünk laboratóriumi, üvegből készült pneumatikus, valamint Denver-típusú keverős cellával. Megállapítható, hogy a millerit önmagában is, de különösen kevés CuSO_4 aktivátor jelenlétében a zagy természetes pH-jánál (8—8,5) kielégítő mértékben flotálható. A millerit flotációját leginkább a finom eloszlásban jelenlevő agyagszerű antigorit szemcsék akadályozzák, ha egyáltalán meg nem szűntetik. Ezen csak a finom iszap flotáció előtti hidrociklonos eltávolításával lehet segíteni. A szokásos flotáló reagensek közül a kálium-amilxantát kollektor és krezilsav habzóser adagolása szolgáltatta a legjobb eredményt. Optimális zagysűrűségnek 20—25% adódtak. Mind az előkoncentrációnál, mind a tisztító flotálásnál 30 perc érintkezési idő elegendő volt. Az azbeszt, valamint az antigorit szemcsék flotációjának visszaszorítása céljából célszerű volt kevés vízűveg és dextrin egyidejű adagolása. A nikkeltartalom növelése a finom lebegő iszap időnkénti eltávolítása 6—10 mikron elválasztású hidrociklonnal. A leválasztott lebegő iszapokat további flotációnak nem vetettük alá, és mint flotálási iszapot egyesítettük.

II. táblázat

Megnevezés	Súly %	Ni %	Ni megoszlás %
1. Nyers szerpentin ...	100,00	0,230	100,00
2. Hidro. könnyű-term.+	18,88	0,0836	6,87
3. Magnetit konc.+ ...	13,00	0,189	10,36
4. Millerit flotátum ...	0,53	24,10	54,60
5. Flotációs középterm..	5,50	0,228	5,29
6. Flotációs iszap	15,50	0,0928	6,20
7. Szerpentin meddő ..	46,51	0,0819	16,68

Megjegyzés: A II. táblázatban a nikkeltartalom eloszlás teljessége érdekében azok a termékek is szerepelnek (+-szal megjelölve), melyeket nem flotáltunk, hanem a feldolgozás során keletkeztek.

Optimális őrlési finomságnak a DIN 3600-es adódtak. Ennél a szerpentin feltártsága a millerit flotációjához megfelelő volt.

Apróbb szemcsenagyságra őrlés a nikkeltartalom növelését rontotta. A magnetit flotáció előtti eltávolítása növelte a nikkeltartalmat.

A pneumatikus cella hatásosabb volt a mechanikus

cellánál, mert ez utóbbiban a flotáció közben is jelentős mennyiségű iszap képződött, ami a millerit kinyerés hatásfokát csökkentette.

Optimális körülmények közt végrehajtott egyik flotálási kísérletünk adatait a II. táblázat tartalmazza. A forsterit téglá üzemszerű kipróbálásához nagyobb

mennyiségű szerpentin feldolgozása van folyamatban. Ha a forsterit téglá beválik, a külföldről importált magnezit egy része hazai nyersanyaggal helyettesíthető, ami évente jelentős megtakarítást eredményezhet, egyben melléktermékként vasérc és értékes nikkelkobalt szinpor is nyerhető.

KORÁNYI GYÖRGY :

ÜVEGFELÜLET PLASZTIKUS FOLYÁSA SZOBAHŐMÉRSÉKLETEN

Nagy nyomások alkalmazásával Bridgman és Simon 1953-ban [1] kimutatták, hogy az üveg 10^4 kg/cm² nyomásig mint tökéletesen rugalmas test viselkedik, plasztikus folyási tulajdonságok szobahőmérsékleten csak 10^5 kg/cm² nyomástartományban észlelhetők. Fenti szerzők figyelmét nyilván elkerülte Taylor és Custers közleményei [2, 3], melyekben kísérletileg igazolják, hogy gyémántgúlnak üvegfelületre való behatolása, főleg karcokálása alkalmával optikai üvegek-nél ugyancsak plasztikus folyási jelenségek mutatkoznak, holott a kifejtett nyomások nyilvánvalóan kisebbek mint a Bridgman és Simon által megjelölt határ.

Klemm, Smekal és Loos az üvegfelületet 55 mikron görbületi sugarú acéltűvel karcolták; a tű felületének egyenetlensége miatt ez a művelet 15 nyomból áll és összesen 20 mikron szélességű karcolatot eredményezett. Valójában a karc azonban 35 mikron szélességű volt, ez onnan tűnt ki, ahol két egymásra merőleges karcot interferenciamikroszkóp segítségével megfigyelték. A karcolatokban 1 mikron hosszúságban $0,1 \mu^2$ mennyiségű üveganyag folyt. Smekul számításai szerint 1 cm^2 üveganyag lefolytatásához 10^{11} erg energia szükséges, Madlung pedig a hővezetés klasszikus egyenletét felhasználva kiszámította, hogy a tűt 400 g-al megterhelve és 20 mikron szélességű karcot elkészítve 600 C°-os hőmérséklet keletkezik. A csiszolás és polírozás alkalmával fellépő felületi jelenségeket fenti kutatások nyilvánossághozatala óta a felület termikus jelenségeivel magyarázzák [4].

Korábbi dolgozatomban [5] kimutattam, hogy gyémántgúla alkalmazásával az üvegfelület behatolási keménységmérésénél nem lehet elérni az crök egyenletes és jól meghatározott eloszlását. Erre a célra sokkal alkalmasabb egy Rockwell típusú gyémántkúp 200 mikronos görbületi sugárral lekerékített csúcsa. Cél-szerű továbbá olyan indentométer alkalmazása, mely kibaszálva az üveg átlátszóságát, a behatolás közvetlen megfigyelésére és a behatolási nyom átmérőjének a behatolás ideje alatti megmérésére alkalmas. Ezzel az eljárással kiküszöbölhető a behatolási átmérő megmérésénél a rugalmas visszahatásból következő méret-deformációnak valamilyen korrekciós tényezővel való figyelembevétel.

Jelen dolgozat annak a kérdésnek tisztázását tűzi ki céljává, hogy bekövetkezhete-mészalkálszilikát üvegek felületén plasztikus folyás 10^6 kg/cm²-nél kisebb nyomások alkalmazásánál is. A kérdés eldöntése céljából meghatározott terhelésekkel üvegfelületbe való behatolási kísérleteket végeztem gyémántkúp legömbölyített csúcsával és megmértem a behatolásnál elért

nyom átmérőjét. Megfigyeltem a behatolási nyom morfológiai sajátosságait és számításokat végeztem arra vonatkozólag, hogy a behatolási munkának megfelelő hőmérsékletemelkedés az üveg megolvadását okozhatja-e.

Kísérleteimhez 70,0% SiO₂; 2,0% Al₂O₃; 15,0% Na₂O; 9,5% CaO és 3,5% MgO összetételű táblaüveget használtam, az 1. kísérletsorozatban kezeletlen, a 2.-ban pedig 50%-os kénsavban 3 órán keresztül forralva kezelt felülettel. A gyémántkúppal való behatolási kísérleteket mindenkor friss üvegfelületen végeztem és a behatolási nyomok átmérőjét 6 egyedi mérés középátlagából számítottam. A kísérleti adatokat az I. táblázat tünteti fel.

A behatolás mélységének (*h*) kiszámítására az alábbi képlet szolgál:

$$h = R - \sqrt{R^2 - 0,25 (2R)^2} [\mu] \quad (1)$$

A kiszorított térfogat (*V*) pedig

$$V = \frac{\pi}{6} h (3R^2 + h^2) [\mu^3] \quad (2)$$

A behatolásnál végzett munka

$$A = \frac{p \cdot V}{F} [\mu g] \quad (3)$$

ahol

$$F = R^2 \pi [\mu^2]$$

Tekintettel arra, hogy $1 \text{ mkp} = 2,34 \text{ cal}$ és $1 \mu g = 2,34 \cdot 10^{-9} \text{ cal}$, a behatolási térfogati munka hő-egyenértéke

$$A = 2,34 \cdot 10^{-9} \frac{p \cdot V}{F} [\text{cal}] \quad (4)$$

A *V* térfogatnak megfelelő üveganyag hőkapacitása *Q* a fajhő (*c*) és sűrűség (*d*) segítségével számítható ki.

$$Q \left[\frac{\text{cal}}{\text{C}^\circ} \right] = V [\mu^3] d [g/\mu^3] c \left[\frac{\text{cal}}{g \text{C}^\circ} \right] \quad (5)$$

Az üveg sűrűsége $2,5 \text{ g/cm}^3$, azaz $2,5 \cdot 10^{-12} \text{ g}/\mu^3$. Az üveg fajhője az összetétel alapján, az irodalomból ismert és használatos empirikus additív tényezők felhasználásával $0,204 \text{ cal/g C}^\circ$ -nak adódik. A felület dealkalizációját ennél a számításnál figyelmen kívül hagytam, mert ez egyrészt nagyságrendi változást az egész számítás folyamán nem okoz, másrészt a dealkalizáció mértéke, különösen a felszíntől néhány tizedmikron mélységben teljesen bizonytalan. Fenti adatoknak az (5) képletbe való behelyettesítésével

$$Q \left[\frac{\text{cal}}{\text{C}^\circ} \right] = 2,5 \cdot 0,204 \cdot 10^{-12} \cdot V \quad (6)$$

A hőmérsékletemelkedés mértékét megadja a (4) és (6) képlet szerinti kifejezések hányadosa, azaz

$$t = \frac{A}{Q} = \frac{2,34 \cdot 10^{-9} p \cdot V}{2,5 \cdot 0,204 \cdot 10^{-12} V \cdot F} = 191 \cdot \frac{p}{F} [\text{C}^\circ] \quad (7)$$

A (7) képlet szerint számított Δt értékeket a II. táblázat tünteti fel.

A II. táblázat adataiból kitűnik, hogy a behatolás-nál keletkező hőmérsékletnövekedés 1—2 nagyságrenddel kisebb, mint amilyen az üveganyag megolvadásához szükséges. Ez a számítási eljárás nem vette figyelembe a súrlódási tényező módosító befolyását. A gyémántkúpnak a felületbe való behatolási sebessége bizonyos mértékig a kísérletek alkalmával változtatható. A

I. táblázat

Mérési sorozat	Minta száma	Terhelés a gyémántkúpra <i>p</i> g	Behatolási nyom átmérője $2R, \mu$
1	1	8	16,9
	2	80	37,0
	3	400	61,0
2	4	8	15,0
	5	80	34,7
	6	400	55,2

II. táblázat

Minta száma	Terhelés p (g)	Behatolási felszín F [μ^2]	Δt C°
1	8	225	6,85
2	80	1085	14,1
3	400	2920	26,2
4	8	177	8,62
5	80	1000	15,3
6	400	2400	31,8

tapasztalatok szerint azonban a behatolási nyom átmérője a behatolás sebességétől nem függ, tehát a sűrűlódás intenzitása érzékelhető befolyást a folyamatra nem gyakorol.

A számítás a következőképpen ellenőrizhető. Figyelembe véve azt, hogy Smekal 1 cm³ üveganyag plasztikus folyásához szükséges energiamennyiséget 10¹¹ erg-ben adja meg, ezt átszámítva hőmennyiségre, 1 μ^3 1000 C°-ra való hevítéséhez 2,38 · 10⁻⁹ cal szükséges. Ebből az adatból a 2,5-ös sűrűségű üveg látszólagos fajhője 0,955-nek adódik. Az újabb látszólagos fajhőértéket a (7) képletbe behelyettesítve a számítható hőmérsékletemelkedések a II. táblázatban szereplő értékek felének adódnak, nagyságrendileg mindenestre azokkal megegyeznek.

A behatolási nyom a gyémántkúp csúcsának eltávolítása után megfigyelve teljesen síma felületű, éles peremmel rendelkezik. Behatolás közben és a gyémántkúppal való terhelés időtartama alatt a behatolási nyom környékét polarizált fényben vizsgálva, szimmetrikusan elhelyezkedő belső feszültségek figyelhetők meg. A gyémántkúp eltávolítása után a behatolási nyom és környéke optikailag ismét teljesen izotróppá válik. Ha a behatolás közben olvadás történt volna, a gyémánt eltávolítása után valószínűleg maradandó feszültségeket lehetne észlelni.

Az ismertetett morfológiai sajátosságok valamennyi kísérlet alkalmával azonosaknak mutatkoztak.

Mindebből az következik, hogy a kísérletek alkalmával alkalmazott nyomásokon az üveganyag nem olvad meg, hanem plasztikusan folyik. A II. táblázat p és F adataiból az alkalmazott nyomásokat kg/cm²-re átszámolva az alábbi eredmények nyerhetők:

Minta szám	Nyomás kg/cm ²
1	3 550
2	7 380
3	13 700
4	4 530
5	8 000
6	16 650

Bridgman és Simon megállapítása mindezek alapján arra vonatkozólag, hogy az üveg szobahőmérsékleten 10⁵ kg/cm² nyomáson és ennél nagyobb nyomástartományokban plasztikusan folyik, kiterjeszhető a 10³ és 10⁴ kg/cm²-es nyomástartományokra is azzal a feltételcélzettel, hogy plasztikus folyást az egyenletes erőhatást biztosító mikroterhelések segítségével lehet előidézni.

IRODALOM

[1] *Bridgman—Simon*: Effects of very high pressures on glass. *J. Appl. Phys.* 24, 405. (1953).
 [2] *Taylor*: Plastic deformation of optical glass. *Nature* 4139, 323. (1949).
 [3] *Custers*: Plastic deformation of glass during scratching. *Nature* 4171, 627. (1949).
 [4] *Weyl*: Some practical aspects of the surface chemistry of glass. *Glass Ind.* 28, 324. (1947).
 [5] *Korányi*: Üvegfelületek behatolási keménysége. *Mérés és Automatika* 4, 258. (1946).

NÁDOR BÉLA:

AZ ALKÁLI-SZILIKÁT ÜVEG DIELEKTROMOS TULAJDONSÁGAINAK VÁLTOZÁSA NYOMÁS HATÁSÁRA

I.

Az alkáli-szilikát üvegek dielektromos veszteségeit (1) négy komponens összege adja. Ezek

1. az egyenáramú veszteség,
2. a vibrációs veszteség,
3. a deformációs veszteség,
4. a relaxációs veszteség.

Az egyenáramú veszteség oka az üvegben egyenfeszültség hatására fellépő ionvándorlás. Ez a veszteség már pár száz Hz frekvenciájú váltakozó feszültség esetén elhanyagolható. A vibrációs és deformációs veszteségek csak nagy frekvenciáknak számottevők, mert az előbbit az ionok hőmozgása okozza, az utóbbiért pedig a szerkezetben bekövetkező deformációk felelősek.

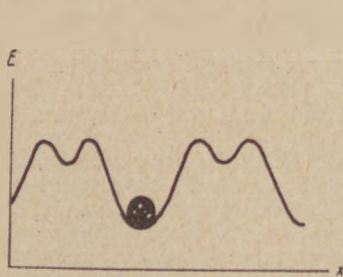
A relaxációs veszteségek a hangfrekvenciák tartományában érvényesülnek. Az üvegben a Zachariasen-

féle hálószerkezetet (2) feltételezve, betöltetlen lyukak fordulnak elő és valamely adott betöltött helyen az alkáliion potenciálgödörben foglal helyet (1. ábra). Változó feszültségű elektromos erőterben az ion két hely között végezhet rezgőmozgást. Az egyik helyről a másikra való átugráshoz idő szükséges, ezért a relaxációs veszteség frekvencia-függő, és létezik olyan optimális frekvencia, melynél a veszteség maximumot ér el. Ennek az optimális frekvenciának a reciproka a relaxációs idő, vagy másszóval az átugrás valószínűsége. A relaxációs idők logaritmususa Gauss-féle eloszlást követ (3), mely eloszlás utal a lyukak szerkezeti, illetve potenciál eloszlásának statisztikájára.

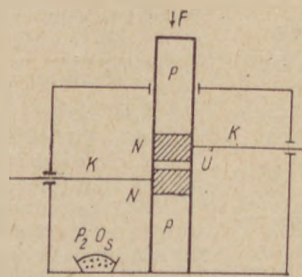
Az üvegek kompresszibilitását már számos kutató vizsgálta. Alapvető jelentőségű Adams és Williamson munkája (4), kik a relatív térfogatváltozás és a nyomás között a következő empirikus összefüggést találták:

$$-\frac{\Delta V}{V_0} = Ap + Bp^2$$

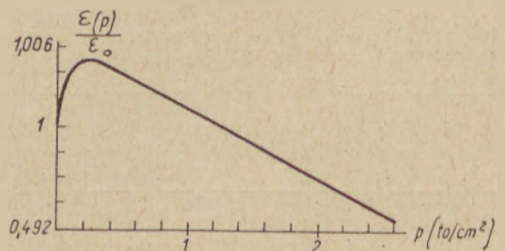
hol $-\frac{\Delta V}{V_0}$ a relatív térfogatváltozás, A és B konstan-



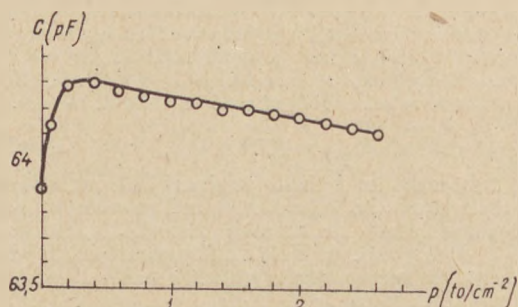
1. ábra



2. ábra

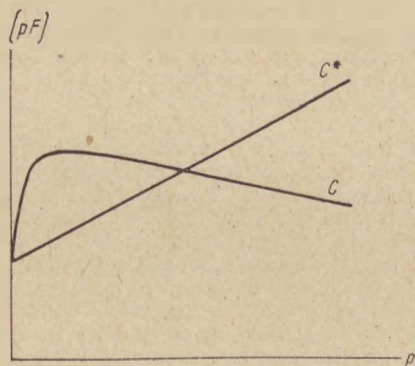


3. ábra



4. ábra

sok és p a nyomás. Az A és B konstansok értékeit már sok üvegfajtára megmérték (5). Általában a B állandó mintegy 5 nagyságrenddel kisebbnek adódott, mint az A . Az idézett tapasztalati képlet első közelítésben egyenest ad eredményül. A kompresszibilitást vizsgáló kutatás terén az elmúlt években Weir és Shartsis végeztek jelentős munkát (6). Dolgozatukban közlik a két komponensű szilikoborát üvegek mért kompresszibilitás adatait a százalékos összetétel függvényében. A kompresszibilitás növekvő alkálioxid tartalommal csökken és növekvő ionrádiusszal nő. Eredményükből azt a következtetést vonják le, hogy a növekvő alkáli-tartalommal növekszik a betöltött lyukak száma, illetve az üveg elektrosztatikus szilárdsága. Méréseiket 2 t/cm²-től 10 t/cm²-ig tartó nyomástartományban végezték, a közölt 1 atmoszféra nyomáshoz tartozó adatok azonban a fenti tapasztalati képlet segítségével extrapolált értékek.



6. ábra

Mindezekből az következik, hogy az alkáli-szilikát üveg dielektromos tulajdonságainak nyomás hatására változnia kell, éspedig Weir és Shartsis mérésének nyomástartományában az ő mérésikkal egyezésben a változásnak egyirányúnak kell lenni.

II.

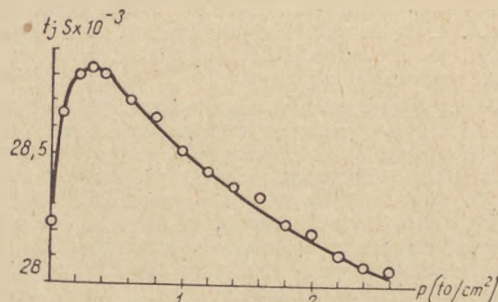
Az üveg dielektromos állandóját és dielektromos veszteségét 5×5 cm² felületű különböző 2—6 mm vastagságú húzott táblaüveg próbatesteken mértük. Az üveg összetétele: SiO₂ 71%, Na₂O 14,1%, CaO 9,2%, Al₂O₃ 1,5%, MgO 3,5%, Fe₂O₃ 0,2%, SO₃ 0,5% volt. Az üveglemezek két oldalát a jó kontaktus elérése céljából beezüstöztük. A nyomóerőt 100 t maximális teljesítményű hidraulikus működésű nyomógép szolgáltatta. A mérendő lemezt két megfelelő keménységű, és finoman esiszolt felületű acélnyomópofa közé helyeztük. A nyomópofák egyben az elektromos fegyverzetek szerepét is betöltötték. A nyomópofákat a szakítógéptől nagyfrekvenciás porcelántömbökkel szigeteltük el. A felületi vezetés zavaró hatásának kiküszöbölése céljából a berendezés fémburkolatba került, melyen a porcelántömbök és a csatlakozó vezetékek számára nyílások szolgáltak. A burkolatba P₂O₅-ot téve értük el a szükséges relatív nedvességtartalmat. A kapacitást és a dielektromos veszteséget hangfrekvenciás hiddal

mértük 1000 Hz frekvencián. Az elrendezést vázlatosan a 2. ábra mutatja..

A kapacitás (C) és a dielektromos veszteség ($tg \delta$) nyomás-függését 50 db próbatesten mértük meg, s a mérést esetenként többször megismételtük. A kapacitás és a dielektromos veszteség minden esetben azonos nyomás-függést mutatott (3. és 4. ábra).

III.

Jelen dolgozat keretein belül megelégszünk a jelenségek kvalitatív értelmezésével anélkül, hogy azokból kvantitatív következtetéseket vonnánk le.



5. ábra

A 3. ábra adataiból megszerkeszthető az $\frac{\epsilon(p)}{\epsilon_0}$ görbe, hol $\epsilon(p)$ a dielektromos állandó adott nyomáson, ϵ_0 pedig a dielektromos állandó értéke $p = 0$ nyomáson. Legyen C a kapacitás, e a fegyverzetek távolsága, akkor a kapacitás konstans frekvencián

$$C = \epsilon(p) \cdot \frac{D}{\epsilon(p)}$$

ahol $D =$ állandó.

$p = 0$ esetén

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{D}{\epsilon_0}$$

p növekedésével a kapacitás két okból változik. Először p növekedésével csökken l , másodsor megváltozik a dielektromos állandó $\epsilon(p)$ értéke is; 0 megváltozása a relatív térfogatváltozásra vonatkozó a bevezetőben ismertetett empirikus képletből és irodalmi adatok alapján kiszámítható. Feltételezve, hogy ϵ nem változik az egész mérés folyamán,

$$C^* = \epsilon_0 \frac{D}{\epsilon(p)}$$

ahol C^* az a kapacitás, mely csak $l(p)$ szerint változik.

A mért C és a számolt C^* hányadosa szolgáltatja a keresett

$$\frac{C}{C^*} = \frac{\epsilon(p)}{\epsilon_0} \text{ hányadosot.}$$

A szükséges számításokat (5) az irodalmi adatok alapján elvégeztük és a keresett $C^*(p)$ görbét mutatja az 5. ábra.

A $\frac{C}{C^*} = \frac{\epsilon(p)}{\epsilon_0}$ függvényt a 6. ábra tünteti fel.

A C^* nyomásfüggése közelítőleg egyenes, hiszen

$$-\frac{\Delta V}{V_0} \approx -\frac{\Delta l}{l_0} = Ap + Bp^2 \approx Ap,$$

mert B kb. 5 nagyságrenddel kisebb, mint A .

Így $l = l^0 (1 - Ap)$.

$$C^* = \epsilon_0 \frac{D}{l_0 (1 - Ap)}$$

ugyan hyperbolikus függvénye p -nek, de $(1 - Ap)$ csak keveset változik számértékben, ez a hyperbola szakasz

helyettesíthető egyenessel. Az A és B konstansok értékeinek megválasztása a C^* görbe jellegét nem befolyásolja, csupán iránytangensét változtatja meg. A kvalitatív értékelést ez nem befolyásolja, annál is inkább, mert igyekeztünk az irodalomban rendelkezésre álló konstansok közül a kérdéses összetételnek leginkább megfelelőket kiválasztani.

A 4. és 5. ábrából kitűnik, hogy $\frac{\varepsilon(p)}{\varepsilon_0}$, valamint a dielektromos veszteség a nyomástól függnek. Először mindkét mennyiség kb. 350–400 kg/cm² nyomásig növekszik, utána értékük csökken a vizsgált nyomástartományban. Mindkét görbe 2 t feletti szakasza belenyúlik Weir és Shartsis méréseinek nyomástartományába, és két szakaszból, egy emelkedő és egy csökkenő szakaszból áll.

A bevezetőben mondottakat is figyelembe véve feltelezhető, hogy növekvő nyomással csökken a lyukak átlagos távolsága anélkül azonban, hogy egy lyukon belül a potenciálviszonyok lényeges változást szenvednének. Ez mindenestre növeli a vezetőképességet és az ionok lyukak közötti rezgéséből származó polarizációt. Meghatározott nyomás elérése után megváltoznak mind a betöltött, mind pedig a betöltetlen lyukak potenciálviszonyai, ami mindkét dielektromos mennyi-

ség csökkenését okozza. A bevezetőben említett kompresszibilitás mérésekből is nyilvánvaló, hogy a nagyobb nyomásokon fellépő kompresszibilitás-alkáloxiid koncentráció függéséért a lyukakba beépült alkáliionok elektrosztatikus szilárdságnövelő hatása a felelős.

IV.

A méréseket az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetben végeztük. Köszönetet kell mondanom az Intézet igazgatójának, dr. Korach Mórnak, valamint dr. Korányi Györgynek a NEVIKI igazgatójának érdeklődésükért és szives segítségükért, mellyel munkám-ban végig támogattak.

IRODALOM

- (1) *Stevens, J. M.*: *Glastechn. Ber.* 26, 227. (1953)
- (2) *Zachariassen*: *J. Am. Chem. Soc.* 54, 3841. (1932)
- (3) *Kirby, P. L.—Taylor, H. E.*: *Trans. Farad. Soc.* 52, 131., 873. (1956)
- (4) *Adams, L. M.—Williamson, E. D.*: *J. Franklin Inst.* 195, 475. (1923)
- (5) *Morey, W. G.*: *The properties of glass.* Reinhold Pub. Corp. (1938)
- (6) *Weir, C. E.—Shartsis, L.*: *J. Am. Cer. Soc.* 38, 299. (1935), 39, 319. (1956)

BERECZKY ENDRE:

HOZZÁSZÓLÁS

A BETONKORRÓZIÓ ELMÉLETÉHEZ

(Szilikátkémiai Tanszék)

A korszerű betontechnológia egyik legfontosabb célkitűzése az előállított építőelemek és monolitikus építmények időállóságának biztosítása, legalábbis az időállóság fokozása. E kérdés tanulmányozása megköveteli a betonkorrozíós jelenségek helyszíni megfigyelését és a korrozíó forrásának felderítését. Az általános felfogással ellentétben az a nézetünk, hogy a beton időállóságát elsősorban a beton adalékanyagai és a vasbetétet összeragasztó cementkő időállósága szabja meg.

A cementkő nemcsak a lekötés, illetve a szilárdulás első periódusában, tehát az első négy hét alatt alakul ki, hanem még ezután is hosszú ideig tart a belső átalakulás. Ezen kristálykémiai, kémiai és fizikai kémiai átalakulások során a cementkő érzékenysége, megtámadhatósága változik a benne levő alkatrészek változó mennyisége, minősége és aktivitása függvényében.

A betonkorrozíós jelenségeket abból a szempontból kívánom megvizsgálni, hogy a károsodás eredhet-e és ha igen, milyen mértékben a felhasznált cement hidratáció előtti összetételéből, tehát a klinker-ásványok minőségétől és mennyiségétől.

A korszerű hidraulikus kötőanyagok „portlandcement” klinkerből, néhány százalék gipszből, az újabbban mind nagyobb szerepet játszó heterogén cementek klinkeren kívül 15–70% kiegészítő anyagból, illetve granulált kohóalakból vannak összeállítva.

A hazai, de általában a külföldi cementek is a portlandcementklinkerre vannak mennyiségileg is, minőségileg is alapítva. Nem olyan hazai cementfajta, mely 97%-ban portlandcement-klinkert tartalmaz.

Mindezen cementfajtáknál a cement tulajdonságaira, az abból készült építő elemek időállóságára, a portlandcement-klinker alkatrészeinek mennyisége és minősége döntő befolyással van. A klinkerminőség még akkor is irányító hatással van az időállóságra, ha a klinker mennyiségileg másodrendű szerepet játszik. Az időállóság szempontjából tehát elsősorban a klinker tulajdonságait kell vizsgálnunk.

Az égetett és a technológiai folyamat során finomra őrölt klinker alkatrészei az alit, a belit, a vasfázis és üveges alkatrészt. Román cementet ma már hazánkban nem gyártanak. Ez a cementfajta időállóság szempontjából igen kedvező tulajdonságú kötőanyag volt, mely jó tulajdonságokat a ma „belit-cementnek”

nevezett portlandcement-fajtával szeretnénk újraéleszteni. A román cement, a belit cement kisebb CaO tartalmával kevesebb mennyiségű Ca(OH)₂-t hasít le, mint az alit-bázisú portlandcement. Márpedig elismert tény, hogy majdnem minden korrozíós károsodásnak a hidratáció folyamán lehasadt, 12–16 %-ot is kitevő kalciumhidroxid tartalom a kiindulása. Van azonban e kérdésnek egy másik oldala is: korunk nagy építkezési, az épületem elögyártás nagy kezdőszilárdságú és gyorsan szilárduló betont követelnek. A legkorszerűbb törekvés tiszta alitklinker előállítása, sőt ezen felül még arra törekszünk, hogy az alit kristályok kialakulását a magképződés fokozásával, a kristályosodási sebesség csökkentésével oly módon befolyásoljuk, hogy minél nagyobb fajlagos felületet biztosítsunk. A nagy kezdőszilárdság éppúgy, mint általában a nyomási szilárdság, arányban van a lehasadt Ca(OH)₂ mennyiségével. Nem valószínű tehát, hogy a cementfeldolgozó ipar az időállóság fokozása kedvéért, legalábbis a cementfelhasználás egyes területein lemondana a nagy kezdőszilárdság követeléséről.

A törekvés, klinkerünk alittartalmának fokozása, azaz a veszéllyel jár, hogy a trikalciumszilikát korlátozott stabilitása miatt hibás klinkerképződés megy végbe. Ily módon lehet klinkerünkben olyan CaO, akár tökéletlen nyers feldolgozás, tökéletlen égetés, akár a trikalciumszilikát és trikalciumaluminát inkongruenciájából eredő bomlás következtében, amelyik az ilyen klinkerből, illetve cementből készült cementkő időállóságát veszélyezteti. Immár 3 évtizedes megfigyelésem nagymértékben egyezik a nemrég közzétett külföldi tízéves, nagyméretű testekkel végzett kísérletek azon eredményével, hogy az alit kristálykák belsejében és peremén mikroszkóppal is felismerhető lekötetlen, „szabad” CaO-szemecskék évek múlva is károsodásnak, betonkorroziónak megindítóit lehetnek. Ehhez járul még az is, hogy az alit cement előállítására irányuló törekvés olyan katalizátorokat igényel, melyek felhasználni (CaF₂, kriolit, NaF, sziliko-fluoridok, P₂O₅), melyek kedvezőtlen lehűlési körülmények közt a már képződött alit termikus disszociációját is okozhatják. Ennek elkerülésére új klinker lehűtési technológia alakult ki és a fent említett katalizátorok alkalmazása megkívánja ennek, a hazánkban még be nem vezetett technológiának kidolgozását, illetve alkalmazását.

Hasonló károsodás kiindulási forrása lehet a szabad MgO is. Minden cementgyártási nyersanyag tartalmaz több-kevesebb MgCO₃-t. Fázisgyensúlyi vizsgálatok szerint a portlandcement-klinker mészkon-

centrációnál magnéziumszilikát nem képződhet. Bár kis mennyiségű, két-két és fél % MgO-t klinker ásványaink szilárd oldat alakjában fel tudnak venni és így ártalmatlanná tenni, az ezen felüli mennyiség még a szabványban engedélyezett határon belül is meg nem felelő égetési technológia esetén a cementkő időállóságát veszélyezteti. Különösen az előbb említett gyors-hűtési technológia volna hivatva arra, hogy a periklász kristályok kifejlődését az üveges fázisban való befagyással megakadályozza. Ezzel a problémával tanszékünk immár második éve foglalkozik, tekintettel a kérdés hazai jelentőségére.

A kutatók Le Chateliertől és Michaelistól kezdve a legutóbbi moszkvai betonkorrozíós kongresszusig egyöntetűen megállapították a klinker trikalciumaluminát tartalmának az időállóság szempontjából való veszélyességét, különösen ha a cementkő sóoldatok diffúziós behatolásának van kitéve. A mészaluminátok részben az üveges fázisban koncentrálnak; az alumínátok biztosítják a klinkerképződést és gyors hidratációjukkal irányítják a cement leköttetését, a cementkő kialakulását. Ha azonban megszilárdulás után, diffúziós folyamattal további szulfát-oldat kerül a cementkőbe, a keletkező nagy kristályvíz-tartalmú szulfoaluminátok szétrombolják a már megkeményedett cementkövet. Ellenszerű a tudományos kutatás az alumínát-tartalmat a vasfázisba javasolja koncentrálni, melyben megfelelően felemelt vasoxid tartalom esetén sóoldatokkal szemben nagyobb ellenállást tanúsító alumínát-ferrit klinkerásványban köthető le. Ezen alapul a magyar szulfátálló S 54 cement kémiaja is. Az alumínát-ferrit hidrolízise folyamán kevésbé ártalmas, kevésbé megtámadható trikalcium-alumínáthidrát és pórusokat tömítő vashidroxid keletkezik (Dementjev 1953) esetleg nagyobb komplexek alakulnak ki (Hofmann 1935). A tudomány mai állása szerint az alumínáthidrátok közül a $4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 14 \text{ H}_2\text{O}$ instabil modifikációja lép a cementkőbe behatoló szulfátgyökkel reakcióba; ez a hidratációs termék azonban a brownmilleritből nem keletkezik.

A klinker alkotórészei közül tehát elsősorban a trikalcium-szilikát a nagymértékű kalciumhidroxid lehasadása, a trikalciumaluminát az előbb említett szulfoaluminát képződés következtében a korrozio forrása. Mindkét alkotórész azonban a sok esetben megkívánt gyors szilárdulásnak is hordozója és nyilvánvaló, hogy a követelmények egyeztetésével a klinkerkémia ezen alkotórészek mennyiségi szerepére vonatkozóan kompromisszumos megoldást kell választani.

A portlandcement-klinker, illetve az ebből előállított cementkő időállóságának fokozására évekkal ezelőtt a Szovjetunióban a puccolánok meszkötőképességét tekintették a leghatásosabb védelemnek és akkor a cementfajta gyártása nagymértékben ki is fejlődött. Valóban, a meszkötőgázok megszüntetésére meg is felelnek ezek a savanyú kiegészítő anyagok, amint ezt a tanszéki kutatások is igazolják. Azonban csak annyi ilyen savanyú aktív anyagot szabad bevinni a cementkőbe, amennyire szükség van. Az előlötti mennyiség károsodást fokozó kedvezőtlen cementkő szerkezetet hoz létre. Ezt a kérdést azért nem lehet általánosan kezelni, mert ahány puccolános anyag található a természetben vagy jön létre különböző anyagok termikus kezelésénél, annyiféle ezek ásványi felépítése és összetétele.

Ugyanilyen álláspontot kell elfoglalnunk a kohósalakcementekkel szemben is. Bár a granulált kohósalak aránylag nagy magnézium és alumínát tartalma egész más megbírási alá esik, mint a portlandcement-klinkernél és ebből a szempontból semmiféle veszélyeztetést nem rejt magában, a granuláltüveges szerkezetű kohósalak, különösen a hazai alumínát szegény salakok, igen lassan hidratizálódnak és ha a korroziozás támadás túlságosan korán éri az ilyen összetételű és felépítésű cementkövet, esetleg kedvezőtlenebb korrozio-állóságot mutat, mint a tiszta portlandcement-klinker. Erre mutattak rá a moszkvai beton korroziozás kongresszus előadói.

A timföldementet általában szulfátállóknak ítélik meg. Megállapítható, hogy ez az ítélet kalciumszulfát

oldatok esetén érvényes is, mert a szulfát korroziozás szemben érzékeny, az előzőekben ismertetett instabil kalciumaluminát-hidrát modifikáció jól égetett timföldementben nem keletkezik. Amint a tanszéki kísérletek beigazolták, gyorsan kötő timföldement azonban hasíthat le szulfáttal szemben érzékeny hidrátot s akkor természetesen ez a cementfajta sem biztosít időálló cement-követ.

Ha a timföldement-klinker lassú lehűtésével megközelítjük az egyensúlyi állapotot, akkor ez a veszély nem áll fenn. Ettől függetlenül a Na- és Mg-ion támadásának kitett timföldementkő nem időálló, mert az ion-cserre lehetősége fennáll.

A klinker alkotórészeinek szerepén kívül a leköttött cementkő szerkezetének szerepével kell foglalkoznunk.

A cementkő szerkezete. A cementkő 20—40%, még nem hidratizálódott klinker szilánkokon kívül a hidrolízis termékeiből áll többé kevésbé megkeményedett gélből van felépítve, melynek szerkezetére különösen Jung és Bernál, valamint munkatársai alakították ki tudományunk mai állásának megfelelő képet.

A cementkőben a hidratációs termékek oly fázisban vannak, amelyek az amorf rendezetlenség és szubmikroszkópikus krisztallitos állapot közé esik. A szakirodalomban olyan gyakran emlegett a rivierseidit és tobermorit ásványok aligha érik el a „kristályfázissal” szemben felállított követelményeket, azonban fonalas felépítésükkel mégis csak lényegesen eltérő tulajdonságúak a „valódi kolloidokkal” szembeállítva. Ezt a cementkővet gél és kapilláris pórusok járók át. A gél pórusokban levő víz, illetve oldat nem távolítható el és ennek a cementkő időállósága szempontjából többet szerepe nincs. A kapillárisokban elhelyezkedő víz azonban már 75% relatív nedvességtartalom alatt eltávozik, a cementkő kiszárad. Ez a kiszáradás ugyan szilárdságnövekedéssel jár együtt, de az utószilárdulás megakad. A kapillárisok továbbá nyitva állnak újbóli víz, vagy sóoldat felvételére, megindulhat tehát a leköttetlen Ca(OH)_2 kioldása különösen csővíz, hőlé, szóval lágy víz behatolása esetén. Ugyanígy hatolhatnak be idegen ionok is a cementkőbe és indulhat meg az a folyamat, amelyik idegen kristályok képződésével a cementkő meglazítását és időállóságának csökkenését okozza.

Az átnedvesedő gél térfogatát is változtatja és az így elkerülhetetlen lazulás épp úgy szilárdságesőket okoz, mint ez a természetes kőzetek, kövek váltakozó átnedvesedésénél is megállapítható. Döntő jelentőségű volna a kapillárisokon keresztüli vízáramlás megakadályozása, mert ha ez sikerül, az előző fejezetekben tárgyalt jelenségek folyamatossága is megszüntethető lenne. Ez a mai cementkutatás nagy feladata és a Szilikátkémiai Tanszéken jelenleg folyamatban levő cementkorroziozás vizsgálatok ezen jelenségek felderítésére is kiterjednek.

Az átnedvesedésnek másik következménye az átkristályosodás. Oldat jelenlétében, de még szilárd halmazállapotban is váltakozó nyomás, azaz megterhelés esetén a kis méretű kristályok eltűnnek és a nagyobbak növekednek: a betonkő szerkezete durvább szemcséjű lesz, csökken a disperzivitási foka, csökkennek a felületi kötőerők és csökken a cementkő rugalmassága.

Ugyanilyen átalakulás, átkristályosodás megy végbe a cementkőben levő szulfoaluminátban is. Akár CaCO_3 keletkezése, akár más folyamatok révén a hidroxil-ion koncentráció megváltozhat, a szulfoaluminátok széteshetnek, mely folyamat a gipsz kilátrályosodására vezet. Ha azonban a cementkő újból átnedvesedik, újból beállhat a szulfoaluminátok képződéséhez szükséges koncentráció, miáltal újabb kristályosodási folyamat lazítja a cementkő szerkezetét.

Nyilvánvaló, hogy ezen káros, időállóságot csökkentő folyamatokkal szemben a kapilláris vízfelvétel megakadályozása a leghatásosabb módszer, mellyel megakadályozhatjuk, legalább is lecsökkenthetjük a cementkőben végbemenő térfogatváltozásokat és ily módon fokozhatjuk a cementkő, illetve beton időállóságát. Kutatási tervünk ezen jelenség megfigyelésére is kiterjed.

REUTER OTTÓ:

HAZAI CEMENTFAJTÁK BETONKORRÓZIÓS VIZSGÁLATA

(Szilikátkémiai Tanszék)

A betonkorrozíós vizsgálatoknak napjainkban egyre nagyobb jelentősége van. A Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén végeztünk néhány mérést, melyek során hazai cementfajták viselkedését vizsgáltuk különböző agresszív folyadékokkal szemben. Több szerző által ajánlott módszert próbáltunk ki, s a módszerek közül igyekeztünk olyat kiválasztani, amely leginkább megközelíti a valóságban lejátszódó folyamatokat.

Az így nyert eredményekből a gyakorlatban is hasznosítható következtetéseket vonhatunk le.

Az általunk legmegfelelőbbnek talált és a későbbiek során követendő eljárás szerint ép próbatetekon szívárogtattunk át agresszív folyadékot. A testek méretét olyannak választottuk, hogy a vizsgálatok befejeztével nyomásszilárdságuk meghatározható legyen, és reális értéket adjon. A testek 54 mm \varnothing -jú és 39–42 mm magas hengerek voltak, cement és durva normálhomok 1:3 súly-arányú keverékéből, 7–9% vízzel készültek, súlyuk a készítéskor 200 g, porozitásuk 15% volt. Ez utóbbit azért választottuk ilyen nagyra, hogy ne legyen szükség túl nagy nyomásra az agresszív oldat átszívárogtatásához. A vizsgálatok során kb. 200 mm. V. o. hidrosztatikus nyomás is elegendőnek bizonyult. Később az önelőtömődés következtében az átszívargás sebessége lassult, ekkor volt szükség a nyomás megnövelésére, mely a pórusokból mintegy kifújta a bennük lerakódott anyagokat. Ez a megnövelt nyomás sem volt sohasem nagyobb azonban 760 Hg-mm-nél. Az átszívargó folyadékot összegyűjtöttük, mennyiségét állandóan mértük, valamint a kilúgozott kalciumoxid mennyiségét naponta titráltuk. Ezt az oldatot azután bapárolva kémiai elemzésnek vetettük alá. A próbatesteket is meglemeztük a kísérlet előtt és után.

A készüléket olyanra terveztük, hogy egyszerre 7 próbatestet tudunk ugyanolyan körülmények között vizsgálni.

A vizsgálatokat 7 féle hazai gyártású cementtípussal végeztük. Ezek:

1. Tatabányai 600-as nagyszilárdságú portlandcement
2. Lábatlani 500-as portlandcement
3. Selypi 400-as traszportlandcement
4. Hejőcsabai 400-as kohósalak-portlandcement
5. Hejőcsabai 300-as kohósalak-portlandcement
6. Lábatlani S54-es portlandcement
7. Bauxitcement.

A kísérletnél használt oldatok: desztillált víz és kétféle nátriumszulfát oldat, melyek közül az egyik literenként 500, a másik 5000 mg Na_2SO_4 -et tartalmazott. A próbatesteket 7 nappal az elkészítésük után helyeztük be a készülékbe. A vizsgálatok időtartama 90 nap volt.

Azonos porozitású, de különböző cementfajtákból készült habarcs-hengerek áteresztőképessége különböző, de különbözőképpen változik az idő függvényében is. Ezt a megfigyelést külföldi eredmények is alátámasztják.

1. táblázat

Cementfajták	Átszívargó agresszív folyadék ml		
	Desztillált víz	500 mg Na_2SO_4 /l	5000 mg Na_2SO_4 /l
600-as pc	22 131	3 368	125 749
500-as pc	26 115	1 737	44 729
400-as trasz pc	16 763	144	2 749
400-as salak pc	62 045	19 908	44 479
300-as salak pc	112 038	60 505	44 025
S54 pc	5 034	5 565	16 586
Bauxitcement	22 555	17 337	1 314

Az. I. táblázat azonos körülmények között készült, azonos porozitású próbatetekon 90 nap alatt átszívargott vízmennyiségeket tünteti fel köbcentiméterekben.

Látható a táblázat adataiból, hogy záróképeség szempontjából a legkedvezőbb a traszportlandcement és az S54-es portlandcement viselkedése.

Ha a kioldott cementalkatrészek mennyiségét tekintjük ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$), akkor is erre a megállapításra kell jutnunk.

A II. táblázat az egyes habarcs hengerekből kioldott alkatrészek mennyiségét tartalmazza mg-ban.

2. táblázat

Cementfajták	Átszívargó agresszív folyadék		
	Desztillált víz	500 mg Na_2SO_4 /l	5000 mg Na_2SO_4 /l
600-as pc	2831	748	5000
500-as pc	2127	764	2000
400-as trasz pc	1749	118	1318
400-as salak pc	1547	569	652
300-as salak pc	1323	1772	796
S54 pc	538	393	387
Bauxitcement	4875	3400	723

Feltüntetjük még a III. táblázatban a szilárdság meghatározás során nyert eredmények százalékos értékeit ugyanazon cementfajta szabvány raktározásnál elért szilárdságára vonatkoztatva.

3. táblázat

Cementfajták	Átszívargó agresszív folyadék			
	Vízben tárolva	Desztillált víz	500 mg Na_2SO_4 /l	5000 mg Na_2SO_4 /l
600-as pc ...	100%	61%	72%	0%
500-as pc ...	100%	77%	120%	43%
400-as trasz pc	100%	72%	91%	94%
400-as salak pc	100%	73%	93%	74%
300-as salak pc	100%	54%	82%	66%
S54 pc	100%	109%	88%	104%
Bauxitcement .	100%	29%	36%	60%

A jelenségek magyarázata meglehetősen kézenfekvő. A hidratáció során az S54-ből kiváló kolloid eltömi a mikropórusokat, így tömör, folyadékot csak kevés átteresztő struktúrát ad a betonnak. Traszportlandcementnél az aktív puccolános alkatrészek szintén hasonló szerkezetet adnak, azonkívül a hidratáció során kivált, és a megtámadhatóság fő forrását jelentő $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -t részben lekötik. A 600-as pc-nél, melyben semmiféle savanyú adalék nincs, igen kis ellenálló képességet tapasztaltunk. A kilúgozott cement-alkatrészek mennyisége volt a legnagyobb, és az 5000 mg/l Na_2SO_4 tartalmú kilúgozó oldat használatánál az anyagszerkezet szétesése következtében előállott repedések miatt a szilárdság 90 nap alatt 0-ra csökkent. A kohósalakcementek kedvezőtlen viselkedésének magyarázatát abban kell keresnünk, hogy ezeknél a hidratáció előrehaladása igen lassú folyamat.

A bauxitcementnél általános szilárdság visszaesés jelentkezik, ami bizonyos fokig ellentmond erről a cementfajtáról elterjedt szulfát-állósági hiedelemnek. Nézetünk szerint itt nem szulfát korrozóról, hanem a Na^+ szubsztitúciós belépéséről, így nátriumaluminát oldódásáról van szó.

Végül következtetésként azt a nagy jelentőségű megállapítást vonhatjuk le, hogy nem annyira az összetételnek, mint inkább a kialakult, illetve kialakuló szerkezeti felépítésnek van döntő szerepe a korrozíóval szemben tanúsított ellenállásban.

Egy másik módszer kipróbálására helyeztünk próbatesteket a kísérleteknél használt koncentrációjú

álló oldatokba is, azonban a három hónap leforgása alatt, sem annak elmúltával, nem tapasztaltunk semmiféle kiértékelhető változást a testeken.

Két szigorló vegyész mérnök diplomamunkája során két másik eljárással is végeztettünk korróziós vizsgálatokat. Az egyik Werner dara kilúgzási módszere volt. Eszerint 2,5 g 0,06—0,09 mm szemmagyságúra megaprított cementkövet, 7, 28, és 90 naposat, rázott 500 ml desztillált vízzel, illetve 5000 mg/l Na_2SO_4 oldattal 1, 1½ és 6 órán át, tiszta portlandcementet (Tatabányai 600), brownmillerit cementet (lábatlani S54), kohósalak portlandcementet (hejőcsabai 300-as) és traszportlandcementet (selypi 400-as) vetett alá vizsgálatoknak. Természetesen a folyamatokat elemzésekkel nyomon követte.

E helyütt csak a 6 órás rázással, a 28 napos mintából kioldott komponensek mennyiségének összegét ismertetjük, mert összehasonlítási alapul leginkább ez szolgál esetünkben. (A többi adatok a különböző korú cementek ellenállására, illetve a komponensek, elsősorban a CaO kioldódási sebességére adnak utalást.) Deszt. vizes és 5000 mg Na_2SO_4 /l-t tartalmazó oldat elemzési adatai a IV. táblázatban találhatóak és megadják meg 1 g cementkőre vonatkoztatva, a kioldott alkotórészek mennyiségét.

4. táblázat

Cementfajták	Desztillált vízzel kioldott anyag	Szulfátosoldattal kioldott anyag
600-as pc	76,7 mg	82,0 mg
400-as trasz pc	27,7 mg	37,0 mg
300-as salak pc	41,2 mg	45,7 mg
S54 pc	67,5 mg	69,0 mg

Az egyes cementfajták ellenállóképességét vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a legjobban ellenálló a selypi traszportlandcement, majd ezt követi sorban a hejőcsabai kohósalakportland, az S54 és végül a tatabányai 600-as portlandcement. Ez esetben a kohósalakportlandcement jónak bizonyult, de itt csak a belőle kioldott anyagokat vizsgáltuk. Ilyen szempontból az átszivárgatásos módszerrel is jó eredményt kaptunk. Az S54 cementtípus jelen esetben mutatott gyenge ellenállóképességének magyarázatát feltételezhetjük, hogy a minta felaprításakor a szerkezet szétzúzódott. A kivált gél mechanikai úton való eltávolítása miatt ennek tömörítő, védő hatása nem érvényesülhetett. Ez is alátámasztja előbbi állításunkat, mely a korrózióállóságot elsősorban a szerkezeti felépítéstől teszi függővé. A trasz-

portlandcement kedvező és a portlandcement gyenge viselkedése úgy gondoljuk az előzőek alapján érthető.

A negyedik módszert, amit alkalmaztunk, J. O. Ross af Hjelmsäter közölte.

A lekötött cementből készít 0,2—0,09 mm szemcsemérőjű darát. Ebből a vizsgálathoz 1 g-t használ fel. Az agresszív oldatból hozzákever 20 ml-t, 5 percig rázza, majd szűri, a szüredéket megelemez. A már így kilúgozott anyaghoz újra 20 ml-t kever, s hasonlóképpen jár el, mint az első esetben. Ezt a folyamatot tíz-húszszor megismétli, majd a kilúgozott mintát is megelemez. A vizsgálatokhoz felhasznált cementek és korróziós oldatok itt is ugyanazok voltak, mint az előbbi esetben. A vizsgálatokat 7, 28 és 90 napos mintákon végeztük.

Az V. táblázatban a 28 napos minták kilúgzási adatait ismertetjük, ez esetben azonban csak a kilúgzás során kioldott CaO mennyiségeket tüntetjük fel, mivel a többi kioldott komponens mennyisége annyira kicsi, hogy a nyert eredményeket nem befolyásolja. A megadott értékek mg CaO/l g 100 °C-on szárított cementkőre vonatkoznak. A vizsgálatnál itt is nyomon követjük a CaO kilúgozásnak időbeli lefolyását, de most is csak, mint az előbbi esetben az 1 óráig tartó korróziós behatás alatt kioldott mennyiségeket tüntetjük fel.

5. táblázat

Cementfajták	Deszt. víz	5000 mg/l Na_2SO_4 oldat
600-as pc	66,3 mg	77,8 mg
400-as trasz pc	22,0 mg	32,5 mg
300-as salak pc	35,0 mg	49,3 mg
S54 pc	60,7 mg	72,4 mg

A táblázatban feltüntetett eredményeket vizsgálva, ezekből is ugyanazokat a következtetéseket vonhatjuk le, mint az előbbi módszerrel.

Összegezve a nyert eredményeket, láthatjuk, hogy a korrózióval szemben mutatott ellenállóképesség elsősorban a cementkő szerkezeti felépítésétől függ. Ezt alátámasztják azok a külföldi közlések is, melyek arról tudósítanak, hogy egyre szélesebb körben kezdik alkalmazni az LP betont.

A nálunk használatban levő cement-típusok közül azok mutatnak nagyobb korrózióállóságot, melyek belső szerkezeti felépítése olyan, hogy megakadályozza a korróziós oldatok be-, illetve továbbhatolását a beton belsejében. Előny ezenkívül a savanyú adalékanyag, mely a támasásra legérzékenyebb komponensként olyan vegyülettel alakítja, melynek oldhatósága kicsi s mely a szerkezetbe beilleszkedve a szilárdságot növeli.

FERENCZY ZOLTÁN—LECHNER LÁSZLÓNÉ—BADACSONYI TIVADAR:

ADATOK SZILIKÁTOK KALCIUMTARTALMÁNAK LÁNGFOTOMETRIÁS ÉS MAGNÉZIUMTARTALMÁNAK FOTOMETRIÁS MEGHATÁROZÁSÁHOZ

(Fiziko-kémiai osztály)

A feltárt szilikátok oldataiban kalcium- és magnéziumtartalom meghatározására új eljárást vizsgáltunk meg. A szilikátok hidrogénfluorid-perklórsav eleggyel történő feltárása után az ismert térfogatra töltött oldat meghatározott részéből történt az elemzés.

A kalciumot Zeiss-III. típusú lángfotométerrel, a magnéziumot UM—2 monokromátorral határoztuk meg.

Kalcium meghatározása

Szilikátok feltárt oldataiból klasszikus módszerrel a kalcium meghatározása a III. osztály leszűrése után kalciumoxalát alakjában történik. A csapadék izzítása

után a kapott kalciumoxid gravimetriásan mérhető, vagy az izzítást elkerülve a leszűrt kalciumoxalát csapadékot híg kénsavban oldva a kalciummal egyenértékű oxálsav permanganáttal megtitrálható. A módszer 8—10% kalcium esetén pontos ($\pm 1\%$ relatív hiba). Kisebb kalcium-mennyiség mérésekor a hiba rohamosan növekszik. 1% kalciumtartalom esetén a relatív hiba már $\pm 10\%$ -ot is kitehet.

A pikrolonsav (1) segítségével végzett fotometriás kalcium-meghatározás gyors és kis mennyiségű kalcium esetén is pontos eredményeket ad, de magnézium jelenléte a módszert zavarja.

Lángfotometriás méréseink beigazolták, hogy ez az eljárás feltárt szilikátok oldataiból közvetlenül végrehajtható, gyors és pontossága megfelel az üzemi követelményeknek.

Eljárás

A lángfotometriás eljárások sajátja, hogy az oldatban jelenlevő egyéb idegen ionok a mérést zavarják. Ezen úgy lehet segíteni, hogy minden vizsgálandó

oldathoz azonos mennyiségű koncentrált, lángfestést nem adó sóoldatot öntünk. A koncentrált oldat töménységéhez képest a vizsgálandó oldatok eredeti zavaró ion-tartalma elhanyagolható. Erre a célra — miután magnezitoldatok kalciumtartalmának lángfotometriás vizsgálatánál már eredményesen alkalmazták — tömény magnéziumklorid oldatot használtunk, ebből 5—5 ml-t mértünk a vizsgálandó anyag 10 ml-éhez. Az eljárás használhatóságáról előbb szintetikus oldatok vizsgálata alapján győződünk meg (I. táblázat).

1. táblázat

CaO mg/10 ml	Fe ₂ O ₃ mg/10 ml	Al ₂ O ₃ mg/10 ml	TiO ₂ mg/10 ml	Lángfotometrián mért CaO mg/10 ml	Eltérés relatív %
2,46	30	50	20	2,41	— 2,0
4,92	50	100	20	5,05	+ 2,5
1,23	20	50	10	1,15	— 6,5
0,82	20	100	10	0,85	+ 3,7
0,33	20	50	15	0,30	—10

Látható, hogy a relatív eltérés a $\pm 10\%$ -ot nem haladja meg, tehát a módszer pontossága kielégítő.

Ezután ismert kalciumtartalmú szilikátokkal összehasonlító vizsgálatokat végeztünk (II. táblázat).

2. táblázat

Minta megnevezése	CaO tartalom %	Lángfotometriával mért CaO %	Eltérés relatív %
I. szilikát	4,96	4,90	—1,2
II. szilikát	3,21	3,11	—3,1
III. szilikát	0,82	0,85	+4,6
IV. szilikát	0,43	0,41	—4,6
V. szilikát	0,23	0,25	+8,7

A táblázatból látható, hogy a maximális eltérés még kis kalciumtartalom esetén sem haladja meg a 10 relatív százalékot, tehát az eljárás megfelel a követelményeknek.

Magnézium meghatározása

Szilikátokból a magnéziumot magnéziumpirofoszfát alakban szokás meghatározni. Az eljárás a feltárt szilikátoldat rendszerint kis magnéziumtartalma és a leválasztást megelőző hosszas kémiai műveletek miatt pontatlan (0,5—2% MgO-tartalom esetén +20 relatív%).

Rune Hedin (2) a magnézium kolorimetriás meghatározására a titánsárgát ajánlja, s módszerének hibája 1,5% magnéziumtartalom esetén ± 7 —8 relatív %.

A titánsárgával néhány próbamerést hajtottunk végre, de a kapott eredményeket nem találtuk reprodukálhatónak, ezért a magnéziumot kalcium-magnézium-ferrocianid-hexametiléntetramin komplex alakban csaptuk le (3, 4). A komplex képlete Ishibashi (5) szerint: $3 \text{ CaMgFe}(\text{CN})_6 \cdot 4(\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \cdot 40\text{H}_2\text{O}$. Szűrés után a komplexet oldva a magnéziummal ekvivalens ferrocianidhoz vas(III)klorid oldatot adunk és a kapott berlinikék szint fotometráljuk.

Szükséges reagensek.

Ferrocianid-hexametiléntetramin-kalciumklorid reagens

Készítése: (A) 8,4 g $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ -ot 100 ml vízben oldunk, (B) 4,4 g kristályos CaCl_2 -ot és 11,2 g hexametilentetramint 200 ml vízben oldunk.

Az A és B oldatot összeöntjük, megkeverjük és 1 óra állás után szűrjük, alkohol-éter keverékével mosunk, majd szárítunk.

Az ily módon készített anyagból 0,5 g-ot oldunk, 20 ml 10%-os hexametilentetramin oldatban. Szűrés után használjuk a reagens oldatot.

4%-os hexametilentetramin oldat

acetone,

10%-os gumiarabikum oldat,

0,2%-os vas(III)klorid oldat.

Eljárás.

A hidrogénfluoriddal és perklorosavval feltárt szilikátoldatból leválasztjuk a III. osztályú fémeket. Az oldat meghatározott részét, mely kb. 0,5—2 mg MgO-t tartalmaz, vízfürdőn szárazra pároljuk, majd a zavaró ammóniát elűzzük. A száraz maradékhoz 20 ml reagenst adunk, a kivált kristályos csapadékot 1 óra múlva üvegszűrőn szűrjük és hatszor 0,5 ml 4%-os hexametilentetraminnal, majd háromszor 5 ml acetonnal mossuk. A kimosott csapadékot vízben oldjuk, 1 ml 10%-os gumiarabikum és 20 ml 0,2%-os ferroklorid oldattal elegyítve normál lombikban 100 ml-re töltjük fel. A keletkező színes oldatot 5500 Å hullámhosszon fotometráljuk. A módszer használhatóságát először szintetikus oldatok mérésével vizsgáltuk (III. táblázat).

A mesterségesen összeállított oldatok vizsgálata alapján a módszer használható.

3. táblázat

CaO mg	MgO mg	Fotometrián meghatározott MgO mg	Eltérés relatív %-ban
100 ml-ben			
3,0	0,50	0,48	—4,0
3,0	1,50	1,43	—4,7
5,0	2,00	1,91	—4,5
8,0	2,50	2,55	+2,0

Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk ismert magnéziumoxid-tartalmú szilikátokkal is (IV. táblázat).

4. táblázat

Minta megnevezése	MgO %-ban	Fotometrián mért MgO %-ban	Eltérés relatív %-ban
I. agyag	1,60	1,50	— 6,2
II. agyag	1,90	1,75	— 7,9
I. szteatit	23,50	24,00	+ 2,1
II. szteatit	29,40	30,60	+ 4,1
I. üveg	0,40	0,35	—12,5

A módszer pontossága a követelményeknek megfelel.

Eljárást vizsgáltunk meg a szilikátok kalciumtartalmának lángfotométeres és magnéziumtartalmának fotométeres meghatározására. A módszerek gyorsak és pontosságuk megfelel az üzemi követelményeknek.

IRODALOM

- (1) *Allen, F.*: Biochem. Z. 265, 85—89 (1933) Welcher IV. 41.
- (2) *Hedin, R.*: Colorimetric Methods for Rapid Analysis of Silicate Materials. Stockholm. 1947.
- (3) *Debucquet, L.*: *Velluz, L.*: Compt. rend. 196, 1809—10, 2005—07 (1933).
- (4) *Ferenczy Z., Almásy A., Szadeczky—Kardoss G.*: Acta Chimica 9, 179—184 (1956).
- (5) *Ishibashi, S.*: J. Chem. Soc. Japan. 61, 125 (1940).

FERENCZY ZOLTÁN—LECHNER LÁSZLÓNÉ—BADACSONYI TIVADAR:

VAS, ALUMÍNÍUM ÉS TITÁN ÖSSZEHASONLÍTÓ FOTOMETRIÁS MEGHATÁROZÁSA SZILIKÁTOKBAN

(Fiziko-kémiai osztály)

A feltárt szilikátok oldataiból a vas, alumínium és titán kolorimetrikus meghatározására újabb módszereket próbáltunk meg. Eredményeinket a klasszikus gravimetriás, illetőleg titrimetrikus módszerekkel, valamint Hedin (1) által ismertett eredményekkel összehasonlítottuk össze. A feltárás az irodalomból is jól ismert szódás ümlészéssel történt, majd a kovasavmentes, megszárt és ismert térfogatra feltöltött oldat megmért része került elemzésre.

Valamennyi vizsgálatot UM-2 monokromátorral végeztük.

1. Vas meghatározása

A szilikátok feltárt oldataiból a vas permanganometriás titrálással határozható meg. A módszer 8—20% vastartalom esetén igen pontos ($\pm 1\%$ relatív hiba). Kisebb vastartalom esetén a hiba rohamosan növekszik, sőt 0,3% vastartalom alatt a titrálási módszer általában használhatatlan, mert relatív hibája eléri a 30—60%-ot.

Hedin (1) a szilikátok vastartalmát ammonrodaniddal határozza meg. A vastartalom 5400 Å hullámhossznál mérhető és a mérést idegen ionok nem zavarják. Az irodalomból is közismert eljárás 3—4% vas mennyiség felett megfelelő pontosságú ($\pm 2-4\%$ relatív hiba), míg alacsonyabb koncentrációjú vasoldat esetén a kis mennyiségű vas(III)rodanid viszonylag erősebb bomlása miatt a hiba rohamosan nő. 1% vastartalom esetén a meghatározás hibája már ± 10 elatív %. 0,1—0,05% vastartalom alatt a módszer csupán közelítő pontosságú. Tehát pl. az optikai üvegek vizsgálatánál az ammonrodaniddal végzett kolorimetriás vasmeghatározás már nem megfelelő.

A pirogallollal (2), dimetilgloximmal (3), nátriumkinaldinnal (4), 8-hidroxikinolinnal (5) végzett vasmeghatározási módszerek az alumínium zavaró hatása miatt sikertelennek bizonyultak. α' -dipiridil reagenst használva (6) csupán közelítő pontosság érhető el. Legkielégítőbbnek a szulfoszalicilsav (7) használata bizonyult. Az eljárás a vas(III)sók gyengén savas oldatából végezhető el sikeresen.

Vegyszerek

Szulfoszalicilsav oldat: 10 g szulfoszalicilsav és 10 g hexametilentetramin desztilláltvízes oldata, 100 ml térfogatban.

Puffer oldat: 100 ml 6 n sósav és 380 ml 50%-os nátriumacetát elegye 500 ml-re hígítva. Az oldat-elegy pH-ja 5,2.

Eljárás

20—1000 vasat tartalmazó vizsgálandó oldathoz 6 ml szulfoszalicilsav oldatot és 15 ml puffer oldatot öntünk, majd desztillált vízzel 50 ml-re feltöltjük. A mérés rögtön végrehajtható, a használt hullámhossz 5200 Å.

1. táblázat

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Na ₂ O	Fotométerrel mért Fe ₂ O ₃	Eltérés %-ban
gamma 50 ml-ben						
20	200	50	40	1000	19,5	-2,5
50	1000	50	100	1000	51,0	+2,0
100	1000	50	100	1000	100,5	+0,5
200	1000	100	100	1000	196,0	-2,0
400	2000	100	200	1000	410,0	+2,5
800	2000	100	200	2000	770,0	-3,7

A módszer használhatóságának kipróbálása szintetikus oldatokkal történt, melyek ismert mennyiségű vas mellett, ismert mennyiségű alumínium, titán, kalcium és nátrium ionokat is tartalmaztak. A mérések eredményét az 1. táblázat ismerteti, melyből látható, hogy az eltérés a 4 relatív %-ot nem haladja meg, a módszer tehát megfelelő pontosságú.

Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk ismert vastartalmú szilikátokat kolorimetrikusan elemezve (2. táblázat).

2. táblázat

Minta megnevezése	Súly szerint mért Fe ₂ O ₃ %	Fotométerrel mért Fe ₂ O ₃ %	Eltérés relatív %-ban
I. Cement ...	3,13	3,20	+2,2
II. Cement ...	3,80	3,70	-2,6
Kaolin	0,50	0,50	0,0
I. Üveg	0,30	0,29	-3,3
I. Agyag	7,90	7,80	-1,2
II. Agyag	11,20	11,30	+0,8

2. Alumínium meghatározása

A szilikátok feltárt oldataiból az alumínium indirekt módszerrel gravimetriás úton határozható meg, oly módon, hogy az R₂O₃ csapadék súlyából a külön meghatározott Fe₂O₃ mennyiségének megfelelő súlyt levonjuk. A közvetett eljárással kapott eredmény 15—30% Al₂O₃ esetén általában $\pm 2-3\%$ relatív eltérést mutat, míg alacsonyabb alumíniumtartalom mellett az eltérés $\pm 5-8$ relatív %-ra nő.

Az alumínium fotometriás meghatározási módszerei közül az alizarint, illetőleg 8-hidroxichinolint használó eljárás jelen esetben nem felel meg, mert a szilikátok oldataiban lévő idegen ionok zavarják a színreakciót. A zavaró ionok hatásának elkerülése céljából Hedin egyedül az alumíniummal (ammonium-aurintri-karboxilát) végzett meghatározást tartja célszerűnek. Módszerének pontossága 3—30% alumíniumoxidot tartalmazó vizsgálandó anyag esetén ± 2 relatív % (1).

Az eriochromeianinnal (8) végrehajtható alumíniummeghatározást Hedin nem tartja alkalmasnak, mert az alumíniummentes összehasonlító oldat színe igen közel esik a kis mennyiségű alumíniumot és a viszonylag nagy mennyiségű reagenst tartalmazó mérendő oldatelegy színéhez, ezért a meghatározás hibája nagy.

Megállapítottuk, hogy az összehasonlító és vizsgálandó anyag között szemmel alig látható színkülönbség ellenére a mérés pontosan elvégezhető. Az eljárás előnye az, hogy az eriochromeianin az alumíniummal tökéletesen oldható színes vegyületet ad, míg az alumínium és alumínium között keletkezett vegyület kolloidális állapotú, tehát a mérés csak tökéletlenül reprodukálható.

Az eriochromeianinnal végzett meghatározásokat a vas(III)ion jelenléte zavarja. Ezért a reagens hozzáadása előtt az oldatban lévő vas(III)sókat hidroxilaminklorhidráttal vas(II)sókká kell redukálni.

Vegyszerek

Eriochromeianin oldat: 1 g eriochromeianin 1000 ml desztillált vízben.

Puffer oldat: 270 g ammonacetát, 110 g nátriumacetát és 6 ml jégceet elegye 1000 ml-re töltve. Az oldat pH-ja kb. 5,6—6.

3%-os nátronlúg oldat.

6 n sósav oldat.

Eljárás

50—800 γ alumíniumot tartalmazó sósavas oldatba, kékfogynyi szilárd hidroxilaminklorhidrátot adva, az oldatelegyet 1 percig forraljuk. A forralás megszűnte után az oldatot 3%-os nátronlúggal fenoltalein átcsapásig semlegesítjük, majd n sósavval gyengén viszasavasanyítjuk.

Az előkészített sósavas oldathoz 20 ml puffer oldatot és 5 ml eriochromeianin reagenst mérünk, majd

100 ml-es normál lombikban jelig töltjük. A kialakult szín 30 perces állás után 5700 Å hullámhosszon fotometrállható.

Az eljárás pontosságát szintetikus oldatok elemzésével ellenőriztük (III. táblázat).

Mesterségesen összcállított oldatok vizsgálata alapján a módszer használható. Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk ismert alumíniumtartalmu szilikátok oldataiból is eriochromianinos eljárás fotometriás alkalmazásával (IV. táblázat).

3. táblázat

Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	Fotomé- terrel mért Al ₂ O ₃	Eltérés %-ban
gamma 100 ml-ben							
50	30	5	10	10	1000	51,0	+2,0
100	50	5	20	40	2000	96,0	-4,0
200	100	20	20	40	2000	206,0	+3,0
300	200	50	50	40	2000	309,0	+3,0
500	400	50	50	100	3000	490,0	-2,0
700	500	50	50	100	3000	690,0	-1,4

4. táblázat

Minta megnevezése	Súly szerint mért Al ₂ O ₃ %	Fotomé- terrel mért Al ₂ O ₃ %	Eltérés relatív %-ban
III. Agyag	29,8	29,5	-1,0
IV. Agyag	26,1	26,6	+1,9
III. Cement	6,1	5,9	-3,3
IV. Cement	5,2	4,9	-5,7
I. Üveg	3,0	3,2	+6,7

3. Titán meghatározása

Feltárt szilikátok oldataiban a titán gravimetriás meghatározása nehézkes és a vizsgálandó komponens alacsony koncentrációja miatt nem elég pontos. Ezért már régóta szokásos a szilikátok titántartalmának fotometriás meghatározása.

Számos vegyület ad a titánnal színreakciót, de a vas- és alumíniumtartalom rendszerint zavar.

Nagy mennyiségű vas jelenlétében egyedül a hidrogénperoxiddal végzett elemzési eljárás célravezető. Itt a vas zavaró hatása foszforsavval kiküszöbölhető.

Vegyszerek

3%-os hidrogénperoxid,
60%-os foszforsav,
10%-os kénsav.

Eljárás

25–1000 γ titán-dioxidot tartalmazó oldathoz 3 ml 3%-os hidrogénperoxidot, 1 ml 60%-os foszforsavat, végül 10 ml 10%-os kénsavat adunk, majd az oldat-egylet normál lombikban 50 ml-re töltjük. A fotometriás mérés néhány perc múlva 4300 Å mellett elvégezhető.

5. táblázat

TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	Fotomé- terrel mért TiO ₂	Eltérés %-ban
gamma 50 ml-ben						
25	200	300	50	1000	24,5	-2,0
100	200	1000	200	1000	102,0	+2,0
200	500	1000	200	2000	196,0	-2,0
500	500	1000	200	2000	520,0	+4,0

A módszer pontosságának ellenőrzése megfelelő gravimetriás eljárás hiányában csupán ismert mennyiségű titánt tartalmazó szintetikus oldatokból végzett mérések alapján történt (V. táblázat).

Az eljárás hibája a +4%-ot nem haladja meg, tehát pontossága megfelelő.

A közölt mérési adatokból megállapítható, hogy a vas, alumínium és titán fotometriás módszerei megfelelnek az üzemi pontosság követelményeinek.

IRODALOM

- (1) *Hedin, R.*: Colorimetric Methods for Rapid Analysis of Silicate Materials. Stockholm 1947.
- (2) *Palin, A. P.*: Zav. Lab. 4, 1106 (1935). Welcher: Organic Analytical Reagents. D. Van Nostrand Comp. New York 1947. I. 167.
- (3) *Tschugaeff, L., Orelkin, B.*: Z. anorg. Chem. 89, 401–404 (1914). Welcher: III. 211.
- (4) *Ray, P., Bose, M. K.*: Z. Anal. Chem. 95, 400–414. (1933). Welcher: II. 217.
- (5) *Arnoux, M.*: Compt. Rend. Soc. Biol. 116, 436. (1934). Welcher: I. 67.
- (6) *Feigl, F. etc.*: Z. anal. Chem. 90, 199–202 (1932). Welcher: III. 75.
- (7) *Kuznyecov, V. J.*: Zav. Lab. 12, 278 (1946).
- (8) *Allen, F. etc.*: Zschr. f. anal. Chem. 96, 9. (1934)

A salak hatása a könnyűelemek minőségére

BIHELLER E.

Stavba, 1955. 10. 300—302 old.

A tömörtégla ellátásban mutatkozó hiány arra késztet bennünket, hogy rátérjünk a könnyűbeton-elemek gyártására. Az utóbbi időben a szlovenszko-i téglagyárak is erőteljesen megkezdték az A-29 típusú könnyű idomtest gyártását. Bizonyosodott azonban, hogy a gyártott idomok nyomószilárdsága nagyjából nem kielégítő, mivel nem éri el a „Könnyűbeton elemek“ című csehszlovák szabványban 5 próbatest nyomószilárdságának átlagértékéig megkívánt 30 kg/cm², illetve egy-egy elem esetében megkívánt 24 kg/cm² értéket. Az 1955. I. 1.—IV. 30. közötti sorozatban, vagyis 24 gyárból származó 450 db elemen végzett vizsgálatok eredményei azt bizonyították, hogy a mértékadó eltérés 7,05 kg/cm², a variációs tényező értéke pedig 48%.

Az említett anyagokból nyilvánvaló a gyártott idomtestek között mutatkozó minőségi ingadozás. Tekintve, hogy a próbatestek kiválasztása igen tág határok között történt, a kapott eredmények nem tekinthetők véletlen jellegűeknek, hanem a Szlovenszko-i gyárakban ez idő szerint gyártott beton idomtestek átlagos minőségére jellemzők. Ez a tény igen nyomósztó és nemcsak az építetők számos felszólalására adott okot, hanem építőiparunk már eddig is nagy károkat szenvedett emiatt.

A könnyű építőelemek gyártásában mutatkozó minőségi hiányosságok okai különbözőek. A hibák legfőbb oka a salak rossz minőségében, hiányos előkészítésében és bedolgozásában, továbbá abban a körülményben lehet fel, hogy a dolgozó ennek az építőanyagának az alapvető tulajdonságait kevésbé ismeri. A salak felhasználhatóságát, tulajdonságait és bedolgozási módját illető tájékozatlanság messzi kiható következményeket vonhat maga után, mert a nem kielégítő technológiával folytatott gyártás káros hatásai esetleg csak jóval a beépítés után mutatkoznak meg.

Jelen tanulmány keretében a salaknak azokkal az alapvető tulajdonságaival foglalkozunk, amelyeket szükséges megismerni minden dolgozónak, aki a salakbetonelemek gyártásában közreműködik.

A salak olyan melléktermék, amely a szilárd tüzelőanyagoknak különböző módon való elégetéséből származik. Ennélfogva sohasem szabad elfelejteni, hogy nem minden salakfajta egyforma, mint ezt sokan feltételezik.

A könnyűbeton (salakbeton) gyártásában felhasznált salakot a következő főbb szempontok alapján osztályozzuk:

1. az elégett tüzelőanyag fajtája alapján,
2. az elégetés módja alapján (kőszénkocsz rostélyon fennmaradó salakja, mozdónysalak, kő vagy barnaszénből, villanygyári, gázgyári, generátor és régi deponiákból származó salak).

A gyártó vállalatokhoz a salak előkészítetlen állapotban úgy érkezik, ahogyan az elégetés helyéről vagy a deponiából kikerül. Gyakran felhasználnak nem pihentetett, friss salakot is, amely nagy mennyiségű káros anyagot tartalmaz. Ez az oka annak, hogy a salakbeton utólag térfogatát változtatja, felületén káros kivirágások keletkeznek stb. és végül a falazat összeomlik.

Az előkészítetlen salak hátrányos mechanikai tulajdonságokkal is rendelkezhetik (szemmagyság, morzsolódási hajlam, nagy finomhamu-tartalom stb.). Ezek a káros tulajdonságok szintén befolyásolhatják a beton-, illetve a gyártott idomtestek szilárdságát.

A Szlovákiában felhasznált salakfajták leggyakrabban a következő káros anyagokat tartalmazzák:

1. Éghető anyagok

(A tüzelőanyag el nem égett maradványai.) Az ilyen anyagrészek jelenléte azért káros, mert nedvesség hatására duzzadnak, ami a beton tönkremenetelét okozhatja. A salakbeton élettartama függ a salak éghető-

anyag-tartalmától. Minél kisebb szemecékben fordulnak elő az éghető anyagok, káros hatásuk annál nagyobb. A barnaszénrészecskék vízfelvevőképessége — szemben a kőszénrészecskék 50-szeres vízfelvevőképességével — 100-szoros, ezért kevertszén égetésből származó salak felhasználásánál fokozott elővigyázatossággal kell eljárni.

A szovjet szabványok ezt a körülményt figyelembe veszik és kőszén-salak esetén 20% éghetőanyag-tartalmat engednek meg, ezzel szemben barnaszén-salak esetén az elfogadható éghetőanyag tartalom 10%. A CSN-1273/1947. csehszlovák szabvány (Könnyűbeton elemek) szerint az el nem égetett tüzelőanyagok súlyszázaléka legfeljebb a teljes súly 15%-át érheti el. Az el nem égetett tüzelőanyag részecskék a vakolatot foltossá teszik.

2. Szulfátok és szulfidok

A salakban található a jelenlevő szulfidokból a nedvesség hatására keletkezett szulfátok a szabad mészhidroxiddal vegyi reakcióba léphetnek. A keletkező vegyületeket az jellemzi, hogy a beton térfogatváltozását és így annak erős korrózióját okozhatják. A vegyi hatás során keletkező szulf-szulfát a cement trikalciumaluminátjával mészsulfátaluminátot alkot, amelyet Candlot-sónak, vagy „cementbacillusnak“ is nevezünk. Ez utóbbi olyan nagymolekulású vegyület, amely nagy víztartalmánál fogva jelentősen megnöveli térfogatát. A nagy kritályvíznyomás miatt egy idő elteltével a beton repedezetté válik. A CSN-1273/1947. csehszlovák szabvány szerint a salakban legfeljebb 1% SO₃ és 0,2% tioszulfát fordulhat elő.

3. Szabad mésztartalom

A salak gyakran tartalmaz égetett-mészrészecskéket, amelyek a nedvesség hatására oltódnak, ennek következtében térfogatukat megnövelik, ami a betonra igen káros hatású. Még veszélyesebb a mész jelenléte akkor, ha magnéziumot is tartalmaz, mert a térfogatváltozás még jelentősebb. Az oltódási folyamat hosszú lefolyású, ezért a térfogatváltozások később is jelentkezhetnek.

4. Oldható sók

A salak gyakran oldható sókat, főleg szulfátokat, kloridokat, karbonátokat stb. is tartalmaz. Amennyiben súlyarányuk nagyobb, különféle kivirágásokat idéznek elő a betonidomtestek felületén. Korrózióhatásuk hosszú idő eltelté után is jelentkezhet.

5. Agyag- és humusztartalom

Régi hányókból származó salak esetében különösen fennáll annak a veszélye, hogy humusz, agyag vagy egyéb szerves szennyeződések fordulnak elő a salakban. Megkívánjuk, hogy a salak 3%-nál több agyagot, vagy egyéb kimosható anyagot ne tartalmazzon.

A salak mechanikai és fizikai tulajdonságai; úgy mint szemszerkezeti összetétele, vízfelvevőképessége, morzsolódása és térfogatállandósága alapvetően befolyásolják a gyártott salakbeton elemek szilárdságát.

Az optimális összetételű és a legmegfelelőbb szemszerkezeti salak előállításának irányelveit felelősséggel megadni nem lehet. Az alkalmazott adalékanyag összetétele függ az alkalmazott nyerssalak minőségétől és a helyi körülményektől. A salakbeton-keverék szemszerkezeti összetételét esetről esetre a szállított salak minőségétől függően kell megállapítani és próbatesteken elvégzett vizsgálatok eredményeivel kell hitelesen érdeklődni alátámasztani.

Salakbeton készítésére 30 mm maximális szemmagyságú salakot lehet felhasználni. Az A-29 típusú idomtestek esetében azonban a falvastagságra tekin-

tettel a maximális szemnagyság a 10—15 mm-t nem haladhatja meg.

Nagyobb szilárdság elérése céljából igen fontos a 6—8 mm szemnagyságú frakció biztosítása. A nálunk használatos salak esetében éppen ez a legfontosabb frakció hiányzik. A másik hiba onnan ered, hogy túl nagy az 1 mm alatti szemnagyságú frakció, valamint a hamu részaránya, amely helyes szemszerkezeti összetétel esetén nem haladhatná meg a 2—3 térfogat-százalékot.

A finomszemcsék esetében fennforog az a veszély, hogy nagyobb mennyiségű el nem égetett tüzelőanyagot és egyéb káros összetevőt tartalmaznak. A könnyűbeton elemek gyártása során megkivánjuk, hogy az adalékanyagokon kívül, maga a gyártott termék is porózus legyen, ennél fogva nem helyes, ha a betonkeverék szemszerkezeti összetétele igen zárt. A beton porozitásának biztosítása a téfogat-súly betartása miatt is fontos. Lényeges követelmény még, hogy az osztályozás során a salakból a 0—0,3 mm szemnagyságú frakciót tökéletesen eltávolítsák, mivel ez a frakció a beton szilárdságát lényegesen csökkenti.

A salak porózus anyag, ennél fogva nedvszívó. A salakbeton-elemek gyártása során gyakran elkövetik azt a hibát, hogy a keverővizet túlzottan adagolják. Ennek elkerülése végett célszerű a salakot keverés előtt vízzel mérsékelten telíteni. A szükségesnél nagyobb mennyiségű keverővíz a cementet kimossa, tehát a cementpác a salakszemcséket nem burkolja körül.

A salakhoz 20—30% kohosalakot is szokás adagolni, azonban ennek is ki kell elégítenie a fent említett követelményeket.

A könnyűbeton-elemek gyártásához felhasznált salak gondosan előkészítendő. A DIN például megkülönböztetett nyers- és tiszta salakot, mely utóbbit a nyerssalak osztályozása és előkészítése után kapják.

A salak osztályozása és előkészítése jelenti:

1. az el nem égetett tüzelőanyag-részecskék és mindenfajta szennyeződés eltávolítását,
2. a salak zúzását,
3. a salak osztályozását a szükséges frakciókra.

Az el nem égetett részecskék eltávolítása Németországban nedves- vagy száraz úton illetve a kettő összetételén alapuló módszerrel történik. A kiválasztott tüzelőanyagot eltüzelik, ilyen módon a kezeléssel járó költségek egy része megtérül. Magyarországon a salakot az éghető anyagoktól nyitott tábori kementében tisztítják meg, úgy hogy azt mészkevel felváltva rétegesen a kemencébe berakják és az éghető részecskéket a mészke kiégetésére használják fel.

Ezt az igen fontos előkészítő műveletet Csehszlovákiában teljesen elhagyják. A salak ilyen előkészítéséről a szolgáltató üzemeknek kellene gondoskodniuk, mert így a még éghető, ennél fogva értékes tüzelőanyag-részhez hozzájutnának. Erre azonban belátható időn belül nem kerülhet sor.

A salak osztályozását és zúzását az előregyártótelepen kell elvégezni. Ez azonban igen kezdetleges módon történik, mivel a telepek a szükséges berendezésekkel nem rendelkeznek.

Igen fontos feladatunk, hogy az illetékes szervek a salak előkészítésére nagyobb gondot fordítsanak és a könnyűbeton-elemgyárakat a salak zúzásához és osztályozásához szükséges megfelelő berendezéssel lássák el.

A könnyűelemek gyártása során a hibák elkerülésének érdekében a további feltételeket kell figyelembe venni:

1. A salakot szállító vállalatoknak bizonylatot kellene adniuk arról, hogy a szállított salak milyen tüzelőanyag elégetéséből származik, ugyanakkor közölniük kell a tüzelés módját és időpontját is.

2. Nem szabad friss, kellő ideig nem fektetett salakot bedolgozni.

3. Gondoskodni kell arról, hogy az előregyártótelepen a salakot felhasználás előtt legalább két-három hónapig, lehetőleg alacsony anyagalmokban tárolják. A tárolás ideje alatt a salakot vízzel kell permetezni. Helyes tárolás esetén a salakból a káros összetevők, például a mész, szulfát, szulfid stb. egy része, azon-

kívül az oldható sók egy része is eltávolítható, természetesen csak akkor, ha a felesleges permetvíz elvezetéséről gondoskodnak.

4. A felhasznált salak minőségét mechanikai és kémiai vizsgálati módszerekkel állandóan ellenőrizni kell. Vizsgálat nélkül salakot a betonelemek készítésére egyáltalán nem szabad felhasználni. A kifogásolható salakot pihentetni kell és vízzel permetezve később újra megvizsgálandó.

5. Biztosítani kell a nyers és osztályozott salak tárolásához szükséges területet.

6. Célszerű a salak szemszerkezeti összetételét előre megtervezni és a gyártott elemek mechanikai tulajdonságai felől kellő számú vizsgálatot meggyőződni. A vizsgálatok az újabban érkezett salaktételek felhasználásának megkezdése előtt ismételtlen lefolytatandók.

7. A mintákat a salakdeponia legkülönbözőbb részeiből kell venni. Semmi esetre sem származhatnak az anyaghalom felszíne közeléből.

8. Az előregyártótelepeken kisebb laboratóriumokat kell berendezni, amelynek feladata, hogy legalább a salak- és beton bedolgozása minőségével összefüggő futólagos vizsgálatokat elvégezzék.

A gyártott salakbetonelemek minőségi hibái többnyire a következő okokra vezethetők vissza:

a) Nem fektetnek elég súlyt a salak szemszerkezeti összetételére. Az egyes frakciók részarányát érzés szerint állapítják meg. Nem dolgozzák ki, a keverék vizsgálati eredményekkel alátámasztott optimális szemszerkezeti összetételét figyelembe véve a rendelkezésre álló nyerssalak tulajdonságait. Az elemek kis szilárdságát igen gyakran a 3 mm szemnagyságú frakció nagy, illetve az igen fontos 6—8 mm frakció túl kicsiny részaránya okozza.

Az egyik előregyártótelepen például megállapítottuk, hogy az egyébként elegendő mennyiségű 6—8 mm-es szemcsét tartalmazó salakot egészen finomra őrölték, aminek következtében az értékes anyag és a gyártott elemek elértéktelenedtek. Az egyes frakciók helyes adagolásának betartását eleve lehetetlenné teszi az anyag minőség és szemnagyság szerinti tárolásának hiánya, illetve a tárolt anyagok összekeveredésének lehetősége.

b) A keverék összetétele nem kielégítő, mivel nem biztosítja a szemcséknek a cementpéppel való tökéletes körülburkolását. Gyakran előfordulnak olyan elemek, amelyekben kötőanyag nélküli nagyobb fészkek is találhatóak, ami igen kedvezőtlenül befolyásolja a beton szilárdságát.

c) A vibrálással történő bedolgozásnál nem veszik figyelembe a keverék bedöngölési tényezőjét, hanem a formát csak színültig töltik, majd a keverék megroskadása után újabb mennyiséget raknak a formába és folytatják a vibrálást. Ennek következtében a betonban különböző tömörségű rétegek jelentkeznek. Az egyes rétegek vibrálási ideje nem azonos; egyébként sem végzik esetről esetre azonos ideig a vibrálást. A vibrálás helyes időtartama a keverék konzisztenciája alapján előre megállapítandó, hogy a vibrálás sem túl hosszú, sem túl rövid ideig ne tartson.

d) A gyártott elemek utókezelésére nem fordítanak kellő gondot, mellőzik a védőtakaró alkalmazását és a nedves utókezelést. A készáruhalomban nem jelölik meg az elemek gyártási idejét, aminek következtében előfordul, hogy kellően meg nem szilárdult elemeket szállítanak megrendelőiknek, ami igen nagy szállítási károsodásokat okoz.

e) A könnyűbeton-elemek gyártásának kérdésére Szlovákiában nem fordítanak kellő figyelmet. Az elemek gyártása kezdetleges eszközökkel, gépi felszerelés nélkül, főleg téglagyárakban történik, ahol a gyártásra csak szükségéből tértek rá, hogy a téglagyártás időnyellegéből származó hátrányt csökkentse. Különösen hiányoznak a nyers salak előkészítésére szolgáló gépek, rendszerint a szükséges tárolóterületek nem állnak rendelkezésre.

A könnyűbeton-elemek gyártásának legfontosabb

kérdése a salak előkészítése, illetve minőségének biztosítása. Ez a kérdés Szlovákiában sokkal sürgetőbb, mint Csehszlovákiában, ahol hatalmas régi salakdepóniák találhatók, amelyek minősége könnyen ellenőrizhető és amelyek szomszédságában telepítették az előregyártótelepeket.

Szlovákiában azonban a könnyűbeton-clemek gyártását a legkülönfélébb, kellő ideig nem tárolt, gyakran teljesen friss salakból kell elvégezni, amelynek folyamatos ellenőrzése csak nehezképpen valósítható meg,

azonkívül a salak előkészítéséhez szükséges berendezések sem állnak rendelkezésre.

Fenti okok miatt az elemek gyártása során igen nagy elővigyázatosságot kell tanúsítani, mert csakis így kerülhető el a selejt gyártása, illetve a nemzetgazdasági károk keletkezése. Amennyiben a salakbetonból gyártott elemek minőségi hibáit nem sikerül rövid időn belül kiküszöbölni, akkor a salak helyett más könnyű adalékanyag (pl. őrölt tufa), felhasználásához kell folyamodnunk.

Dr. Mihailich Győző 80 éves

Dr. Mihailich Győző az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem II. Hid-építéstani Tanszékének vezető tanárát, Kossuth-díjas akademikust 80. életévének betöltése alkalmából az „Építőanyag” olvasóinak tábora nevében szeretettel üdvözljük.

Mihailich Győző 1877. október 14-én született Temesrékásan. 1899-től kezdve, mérnöki oklevelének megszerzése után a Műszaki Egyetemen működött mint tanársegéd, adjunktus, műszaki doktor, egyetemi magántanár, majd műszaki egyetemi rendes tanár. Magas kora ellenére még ma is tevékenyen részt vesz az egyetemi oktatásban s az ipari és tudományos életben.

Egyetemi előadásait vasbetonszerkezetek, a tartók statikája, vasszerkezetek, hidépítéstan, az építőanyagok tárgyköréből választotta. 1931 óta a tanszék mellett létesített Beton és Vasbetonépítési Laboratóriumot is vezeti. 1941-ben az ő kezdeményezésére létesült és ma is működő Mérnök Továbbképző Intézetnek lett az igazgatója. Ebben az intézetben kifejtett — a mérnök továbbképzést, az elméletet és gyakorlatot elősegítő — működését mindnyájan nagyon jól ismerjük.

Mihailich professzort a hazai és a külföldi mérnöktársadalom ismeri és értékeli mint elsőrendű tervező mérnököt, akinek tervei alapján számos híd és ipari alkotás létesült, mint tudós oktatót, aki a mérnökgenerációk egész sorát nevelte és képezte arra, hogy hazánk fejlődésének az ügyét azzal a lendülettel, szeretettel, lelkesedéssel és odaadással szolgálják mint ahogy ő tette hosszú évtizedes működése során.

A magyar vasbetonépítés elméleti és gyakorlati megalapozása, fejlesztése fűződik az ő nevéhez, de



ezen túlmenően a tartók statikája, a beton- és vasbetonépítés és az építőanyagok területén jelent meg számos tudományos dolgozata és könyve.

A műszaki tudományok terén kifejtett kiváló munkájának elismeréseként a Kossuth-díj nagy díjjal és a Népköztársasági érdemérem III. fokozatával tüntették ki.

Éveken át adta elő a Műszaki Egyetemen az Építőanyagok című tárgyat, ránevelvén a fiatal mérnököket az anyag ismeretének különleges fontosságára. Ő maga is — a kiterjedt tervezői, szakértői, tudományos és elméleti működése mellett — igen komoly munkát fejtett ki a magyar építőanyagipar korszerűsítése területén is. Utalunk a magyar bauxit cementre, az acélbetétes vasbetongerendákra,

a téglatestek szilárdságára, a beton és vasbeton alakváltozási és szilárdságtani jellemzőire vonatkozó vizsgálataira. Az ő irányítása mellett a tanszék mellett működő laboratórium igen értékes anyagvizsgáló és kutató tevékenységet fejt ki ma is a cement, a beton-technológia, a feszített beton területén.

Ebből a minden magyar mérnök számára lélekelemelő ünnepi alkalmából, Mihailich professzor 80. életévének betöltése alkalmából hálaival és tisztelettel, nagyrabecsúléssel és szeretettel köszöntjük Mihailich professzort és kívánjuk neki, hogy értékes működését tanítványai, tisztelői hatalmas táborában még hosszú éveken át jó egészségben kifejtthesse.

Dr. Palotás László

Laboratóriumi kísérletek a székesfehérvári aplitok vastartalmának csökkentésére

SEVER JÓZSEF*

Kerámiai iparunk (porcelángyaráink) a porcelánmassza előállításához, földpátok helyett — amelyek csak külföldről volnának beszerezhetőek — aplitot használ.

Hazánkban Székesfehérvár mellett bányásznak aplitot. A bánya külszíni fejtés. Az aplitot a bánya nyers, darabos alakban szállítja a porcelángyáraknak, ahol azt finomaprítás után kollerjáraton őrlik a gyártáshoz megfelelő finomságra.

A székesfehérvári aplitok általában a porcelángyárak minőségi igényeit kielégítik és csupán vastartalmát limitálják. A jelenlegi előírás szerint az aplit vasoxidtartalma nem lehet magasabb mint 1%, ami kb. kétszerese annak a vasoxidtartalomnak, amelyet az irodalom szerint külföldi porcelángyárak megengedni szoktak.

Az aplitok vastartalmának kontrollálására a bányának nem áll más módjában, mint a szelektív fejtés. A szelektív fejtés folyamán a bánya igyekszik a fejtményből elkülöníteni azokat a részeket, amelyek szem-megítélés szerint dúsabbak vasoxidban. Az aplitok vasoxidtartalma részben a kőzet repedékeibe behúzódó limonitos bekérgeződések, részben pedig a kőzet színes alkatrészeitől (főleg biotitoktól) ered, mi mellett a kőzet bomlása folytán keletkezett agyagásványok is (kaolinitok) dúsabbak vasoxidban, mint az ép kőzetrészek. A fejtményből azokat a darabokat zárják ki, amelyekben az ilyen limonitbekérgeződések szembetűnőek és ezt a darabok vöröses színe is elárulja, továbbá figyelemmel vannak az egyes darabok biotit behintésének sűrűségére is. Egyes kisebb-nagyobb területeken ezek a szennyeződések szemmel láthatólag dúsabbak és az ilyen külső megjelenésű teleprészeket a művelésből kizárják. A leművelt, de erősen vasszennyezett, és így a porcelángyártásból kizárt darabokat útalapkönek értékesítik.

A szelektív fejtés, valamint a szállításhoz kizárt erősen vasszennyeződéses darabok csekélyebb értéke miatt a bányászatban részben jelentős ércvagyon veszteségek, részben értékvesztések állnak elő. E veszteségek csökkentési lehetőségének megvizsgálására a NIM Érc- és Ásványbányászati Főosztálya egyelőre laboratóriumi mértékű kísérleteket ohajtott lefolytatni.

Meg kell jegyeznünk, hogy az aplitok vasszennyeződéseinek, főleg vastartalmú színes alkatrészeinek csökkentése, külföldön általános gyakorlat. Erős intenzitású mágneses szeparátorokkal, többnyire több sorbakapcsolt dobszeparátorral a gyöngö permealitású színes alkatrészek (biotitok, muszkovitok stb.) eltávolíthatók. Ilyen erős mágneses szeparátorok hiányában ilyen irányú kísérletet nem végezhattünk, és a vasszennyeződések eltávolítását a következő módszerekkel kíséreltük meg:

1. szelektív szétszítással,
2. nedves széreléssel,
3. redukáló pörkölés utáni mágneses szeparálással,
4. flotálással.

A kísérleti mintaanyag

A kísérletek céljaira a NIM Érc- és Ásványbányászati Főosztálya mintegy 20 kg aplitmintát bocsátott rendelkezésünkre. A minta 15—20 cm-es darabokból állott, vöröses limonitos szennyeződéses volt, mi mellett sötétszínű csillámokat is bőven tartalmazott, amelyeknek a mérete egészen 1,5 mm-ig terjedt. A küldött minta vasoxidtartalmát 0,7%-nak találtuk, ami a porcelángyárak limitjén belül esik. Ezért ezzel a mintával kísérleteket nem folytattunk, hanem új és lehetőleg vasszennyezettebb minta beküldését kértük.

A második mintaküldemény szemmel látható lényeges eltérést az első mintától nem mutatott. A mintaanyag darabnagysága és súlya kb. az első mintáéval volt azonos. Többször ismételt elemzéssel is vasoxidtartalmát megint csak 0,7%-nak találtuk. A kísérleteket ezzel a második mintaanyaggal lefolytattuk. A mintaanyag légszárász volt.

Szelektív szétszítási kísérletek

A teljes mintamennyiséget pofástörőn —10 mm szemnagyságra aprítottuk. Az így megaprított ércből vettük ki a nagyobb mennyiségű, mintegy 2 kg átlagmintát, amelyet —1 mm-re aprítottunk és erős mágnessel kimágneseztük, miáltal a törésnél a törőgépekből belekerült fémvasszennyeződések eltávolítottuk. Az elemzési mintákat megfelelő porítás után ebből az anyagból vettük ki.

A —10 mm-re előtört ércből három teljesen átlagosított tételt vettünk ki, mindegyik tétel kb. 3—3,5 kg volt. Az egyik tételt 5, 3 és 1 mm-es szitákon szitáltuk át. A másik tételt hengeren leaprítottuk —5 mm-re és utána 3 és 1 mm-es szitán szitáltuk át, míg a harmadik tételt ugyancsak hengeren —3 mm-re aprítottuk fel és egy 1 mm-es szitán eresztettük át. Mindegyik tételből és azok osztályaiból erős kézimágnessel a törőgépből belekerült vasszennyeződések kimágneseztük. A szétszítási eredményeit az alábbi táblázatok foglalják össze.

1. táblázat

Termék	Súly, g	Súly, %	Fe ₂ O ₃ %
Feladás	2953,0	100,0	0,70
+5 mm	1934,0	65,5	0,70
5—3 mm	358,0	12,1	0,66
3—1 mm	269,0	9,1	0,66
—1 mm	392,0	13,3	0,94
Számított feladás	2953,0	100,0	0,72

* Bányászati Kutató Intézet

2. táblázat

Termék	Súly, g	Súly, %	Fe ₂ O ₃ %
Feladás	3464,0	100,0	0,70
5—3 mm	1679,0	48,4	0,58
3—1 mm	998,0	28,9	0,586
—1 mm	787,0	22,7	1,12
Számított feladás	3464,0	100,0	0,704

3. táblázat

Termék	Súly, g	Súly, %	Fe ₂ O ₃ %
Feladás	2984,0	100,0	0,70
3—1 mm	1531,0	51,4	0,48
—1 mm	1453,0	48,6	0,92
Számított feladás	2984,0	100,0	0,69

Megállapítható, hogy a szétszítálás folytán a durva frakciók vastartalma csökken és ennek megfelelően a finom, —1 mm-es frakció vastartalma erősen növekszik, azonban a finom frakcióban nyert dús vasas termék súlyszázaléka nagy és így ez az eljárás nem ígérkezik gazdaságosnak.

Nedves szérelési kísérletek

Az előaprított és homogenizált anyagból 2000 g-ot porcelán mozsárban —1 mm szemmagyságra törtünk. Az így megtört anyag volt a széreladás. A kísérletet laboratóriumi méretű gyors rázószéreléssel végeztük.

Az egyszer leszérelt termékeket az iszapfrakció kivételével újból egyesítettük és másodszor is leszéreltük. A második szérelésnél nyert iszapterméket, valamint a szér „meddő” sávjábankapott terméket egyesítettük az első szérelés iszaptermékével és ezt tekintettük iszapmeddőnek. A második szérelésnél a szér „koncentrátum” sávján kapott nehéztérmet tekintettük durva meddőnek, míg a szérelap durvameddő sávja és iszapsávja között nyert terméket tekintettük koncentrátumnak. A szérelési eredmények az alábbi táblázatban vannak feltüntetve.

1. táblázat

Termékek	Súly, g	Súly, %	Fe ₂ O ₃ %
Feladás	2000,0	100,0	0,70
Iszapmeddő	463,8	23,2	1,30
Durva meddő	42,2	2,1	1,29
Koncentrátum	1494,0	74,7	0,479
Számított feladás			0,68

A kísérlet szerint a vasban dúsult meddő termékek súlyszázaléka kereken 25%, melyben az eredeti vasoxidtartalom mintegy közel kétszerezésére dúsult fel, míg a koncentrátumban, melynek súlykihozatala kereken 75%, a vasoxidtartalom az eredeti vasoxidtartalomhoz képest mintegy 32%-kal csökkent.

A kísérlet arra mutat, hogy a szérelés, főleg a tekintélyes anyagvesztés miatt (mintegy 25%) nem ígérkezik gazdaságosnak.

Redukáló pörkölés utáni mágneses szeparálás

A —I mm-re porcelán mozsárban felaprított ércet kislaboratóriumi apparátuson redukáló atmoszférában pörköltük. A pörkölést a Vasipari Kutató Intézet gázfűtésű forgó kemencéjében világítógáz atmoszférában végeztük. Az anyagot 550 °C-on 1 óra hosszat pörköltük.

A mágneses rész eltávolítását kézi elektromágnessel végeztük. Az áram 6 Voltos és 3 Amperes volt. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze.

5. táblázat

Termékek	Súly, g	Súly, %	Fe ₂ O ₃ %
Feladás pörkölés után ..	170,9	100,0	0,74
Nem mágneses rész ...	168,8	98,77	0,489
Mágneses rész	2,1	1,23	17,50
Számított feladás			0,70

A kísérlet arra mutat, hogy redukáló pörkölés és mágneses szeparálás útján a vastartalom számottevő része elhanyagolható súlyvesztéssel mellett eltávolítható. A végzett kísérletek természetesen nem elegendőek arra, hogy megállapítsuk az optimális pörkölési időt és hőfokot, valamint az optimális mágneses térerősséget.

Amennyiben a redukáló pörkölés és mágneses szeparálás gyakorlati alkalmazását részletes megfontolás tárgyává tenni szükséges volna, úgy a kísérleteket nagylaboratóriumi és félüzemi mértékben is le kellene folytatni, az optimális pörkölési hő, idő, darabnagyság, valamint a szükséges mágneses szeparátorok megállapítására és egyben szükség van annak meghatározására, hogy a lepörkölt darabos aplitok további finomírlésében az előzetes pörkölés milyen gazdasági előnyt jelenthetne.

Flotálási kísérletek

Megkíséreltük a flotálást mind kationos, mind anionos gyűjtővel. Kationos gyűjtőként Armac T (X) márkájú Primary tallow amine acetate-t használtunk, ólomnitrát aktivátor mellett. Az eredmény nem volt kielégítő. Éppen így nem volt kielégítő az anionos flotálás sem zsírsavas gyűjtővel.

E két tájékoztató kísérleten kívül más flotálási kísérletet nem végeztünk, annál inkább, mivel ebből is megállapítható volt, hogy a biotit rendkívül nehezen flotál, emellett a szükséges finomírlés, valamint előzetes iszaptalánítás gazdasági eredményeket amúgysem ígért volna.

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a székesfehérvári aplitok vastartalmának csökkentésére és ezen belül a sötétszínű biotitok nagyobb mértékben való eltávolítására a mágneses szeparálás ígér eredményeket.

Az üvegvadék homogenizálása

A német üvegyipar hutatechnikai egyesülete múlt évi összeövetelét 1956 októberében tartotta Neuahr ürdőben. A konferencia témaköre az üveg homogenizálása volt. Számos kutatóintézet és gyári laboratórium számolt be azokról az alapvető megfigyelésekről és kísérletekről, amelyek az üvegvadék inhomogenitásának keletkezésére és csökkentésére vonatkoznak.

A keverék homogenitásának vizsgálatairól, a keverékellenőrzésről Riedel L. tartott beszámolót. Tapasztalatai alapján a vizsgálatra vett mintát nem szabad négyelni, hanem azt teljes egészében kell megvizsgálni. A négyelés ugyanis a keverés egy módja, és megváltoztatja a minta eredeti összetételét. Ha a mintát cserépes keverékből vették, akkor a cserepet a vizsgálatot megelőzően minél tökéletesebben el kell távolítani. Ha a vizsgálandó keverékben 10% üvegporszóró marad a cserépből vissza, akkor az 50%-os cserepes keverék vizsgálatánál már az egyes alkatrészek eredményeiben 0,9% hibát okoz. Ha a savban oldhatatlan rész csak cserep és homok, akkor ez a két alkatrész 2,53 fajsúlyú tetrabrommetán és alfa brómnaftalin keverékkel 3 óra alatt 1—2%-os hibával elválasztható. Ha a keverékben földpát is van, az 2,53 fajsúlyú oldattal különíthető el. Fonolítot fajsúly szerint elválasztani nem sikerül, az csak lángfotométeres eljárással határozható meg, habár a fonolít vízoldhatósága ily módon is hibát okoz. Ellenőrizhető a keverék homogenitása a széndioxid volumetrikus meghatározásával is, azonban ez esetben a vizsgált minta nem lehet több mint 0,5 g. Ajánlatos lenne a keverék kis mennyiségben jelenlévő alkatrészeinek meghatározására radioaktív izotópos eljárást kidolgozni, jelenleg azonban ily eljárás bevezetése nehézségekbe ütközik.

A keverék készítésének és adagolásának befolyását a homogenitásra Gönther R. vizsgálta. Vizsgálatai alapján a kézi keverés az egyes alkatrészekben 2%-os különbséget okoz. Teljesen egyenletes keverést gépi eljárással sem lehet elérni; bizonyos eltérések a számitott és talált értékek között nem kerülhetők el. Ezek az eltérések abból is adódnak, hogy jelenleg nincs definíció a homogenitásra, a keverék nedvességének a szerepe sincs általánosan tekintetbe véve. Zavarólag hatnak a mérési hibák, a szállításhoz fellepő dekompozíció, a porzás és a szemcsenagyság különbözőségének befolyása. Nincs még eldöntve, hogy melyik a legmegfelelőbb szállítási rendszer. Előnyösnek tartják a ritmikus mozgású szállítóeszközöket, de serleges szállítókkal sem tapasztalták, hogy azok az üveg minőségét károsan befolyásolják. A raktározásnál annál nagyobb szétválás tapasztalható, minél nagyobb a bunker mérete. A keverék szétválását csökkenteni lehet oly módon, hogy a bunker töltését és kifolytatását megfelelő szögű dőléssel végzik. A cserep az üvegvadékokban inhomogenitást okoz, ezért nem elegendő az, ha csak saját cserepet használunk, a keveréket is korrigálni kell. Nem tisztázott kérdés a cserep befolyása az üveg ridegségére. Vannak akik ezt a jelenséget a cserep gáztartalmának tulajdonítják. Lényeges szerepe lehet a víztartalomnak is, mert az az olvadék viszkozitását változtatja. Befolyásolja az üvegvadék homogenitását a berakás módja is. Megfigyelései alapján a szőnyegberakás előzsugorítással a porzás csökkenése következtében előnyös. Ugyancsak eredményes, ha a keveréket cserep-ágyra rakjuk.

Az olvadási folyamat befolyását a homogenitásra, különösen az olvadás kezdeti stádiumában Löffler J. tanulmányozta. Az üvegvadékok olvadási folyamatát három szakaszra oszthatjuk. Az első a keverékalkatrészek zsugorodása, a második a kovavaszegény kezdeti olvasztás (Erstschmelze) és végül a kovavas feloldása. A zsugorodás 900 °C alatt áramlás nélkül játszódik le. A kezdeti olvasztás lefolyását hét fazekolvasztási próbán vizsgálta. A meg nem olvadt kupac két-három helyéről mintákat vett ki és azok kovasvartalmát megállapította. Külön vizsgálta a meg nem olvadt részt kis és nagy visszamaradt kupacokban. Az eredmények

szerint a kezdeti olvadék összetétele az olvasztandó üveg összetételétől nem tért el nagymértékben. A gyakorlatban előforduló befúladt keveréket tehát a rossz, tökéletlen keverés okozza. A homok feloldódása folyamatában a felületre felemelkedett homokszemcsék vagy kovasavdús, üvegtelenedett részek okozzák az inhomogenitást.

A homok feloldódásának folyamatát Jebson-Marwedel H. vizsgálta. Szerinte az olvasztásnak lényege a homokszemcsék feloldási folyamata. A homokszemcsék hőhatásra megrepedeznek és kristályos átalakulásokat szenvednek. A repedések a szemcse periferiájáról indulnak ki. Az oldódás a repedések mentén halad előre a homokszemcsék belseje felé. Az oldódást kis felületi feszültség, azaz nagy nedvesítőképeség elősegíti. A homokszemcsék szerkezete különböző és az egykristálytól apró kristálykonglomerátumig változik. A felületen úszó homokszemcse körül aurólat talált, amit schlierenmikroszkóppal ki lehet mutatni. Azt találta, hogy 1100 °C körül 50 °C különbség elegendő arra, hogy az olvasztási maradékok eltűnése ideje harmadára csökkenjen vagy felénnyel meghosszabbodjék.

Az olvadtatlan homokszemcse körüli diffúziós folyamatok vizsgálatáról Löffler J. számolt be. Vizsgálta az üvegvadékokban oldódó homokszemcsék schlierenhatását. Négy réteget talált a homokszemcse körül. Az első határreteg az üveg és a homokszem körül van és abban az alkália feldőszült. E réteg mögött egy széles második réteg van, amelyben az alkália elszegényedett, valószínűleg a homokszemcse felé vándorlás következtében. Tovább kifelé egy gyengén alkálikus réteg mutatkozott, amely az olvadék felé éles határt mutat. Egy preparátumon a homokszem körül aránylag messze is jelentkezett egy alkáldúsabb réteg, amely az üveg testébe hatolt. A maratási képesség és a fénytörés alapján az egyes rétegek összetétele is megállapítható. A preparátumok felületén 24 órai hevítés után tekintélyes alkáliveszteség lépett fel.

A párolgás következtében keletkezett inhomogenitásokat Dietzel A. kísérletileg állapította meg. Különböző atmoszférában hevített üveg felületi rétegek vastagságát és összetételét mikroszkópos és refraktométeres mérésekkel határozta meg. Száraz nitrogén-gázban, 25%-os vízgőztartalmú nitrogén-gázban és tiszta vízgőzben a felületi réteg 20 órai 1400 °C-os hevítés után 2,5—2,9% Na₂O-t veszített. Kb. 200 órai hevítés után azonban vízgőz jelenlétében a veszteség 5,3—5,6% lett, azaz egy 15,6% Na₂O tartalmú üveg felső rétege 10,0% Na₂O tartalomra csökkent. A párolgás és alkáliutánpótlás ionkieserődés útján megy végbe. A kemence atmoszférától függően változik a felületi réteg törésmutatójának változása. Nagymértékű inhomogenitást okoz a vízgőz jelenléte is.

A tűzállóanyagok okozta inhomogenitást Gott O. oly módon vizsgálta, hogy egy táblaüveg összetételű üveg olvadékába 3 és 6% kovasavat, timföldet és samottot olvasztott be és megfigyelte a megolvadt üveg viszkozitásának, fénytörésének és hőtágulásának változását. A nyert eredmények szerint a viszkozitás és hőtágulás értékei legnagyobb mértékben a timföld, legkevésbé a kovasavat változtatja meg. A fénytörés változtatása a kovasav és a samott felvétele következtében a legnagyobb.

Geffken W. a huzal alakjának időbeli változását az üvegvadékokban az áramlási gradiens befolyásának tulajdonítja. Azonos áramlás esetében levezet egy huzal diffúziós egyenletét és kimutatja, hogy 1/sec áramlási sebességi gradiens 16 perc alatt diffúziós kiegyenlítéshez vezet, míg ugyanilyen kiegyenlítés nyugvó üvegvadékokban csak 10 év alatt áll be. A párolgás következtében a felszínen keletkezett eltérő összetételű és tulajdonságú üvegrétegben a huzalok kihúzódása és diffúziója bonyolultabb, mint az olvadék belsejében levő, kis inhomogenitási magú huzaloké.

Az egyes beszámolókat részletesen a *Glastechnische Berichte* 1957. évi áprilisi számában jelentek meg.

Az üvegearaj fejlődése az elmúlt harminc évben

A legrégebbi német üvegearaj szaklap, a Sprechsaal ez évben üli 90 éves évfordulóját. Ebből az alkalomból a német szilikátipar vezető szakemberei beszámolnak iparuk harmincéves fejlődéséről. A tanulságos beszámolókat röviden összefoglalva az alábbiakban ismertetjük.

A táraüveg (Behälterglas) fejlődéséről Riedel J. számol be. Az eltelt időszak alatt a fejlődést az jellemzi, hogy amíg harminc évvel ezelőtt régi empirizmussal, titokban tartott keverékösszetételekkel, receptekkel és olvasztási módszerekkel szűk, levegőtlen, meleg hutákban olajjal, üvegcserepekkel szennyezett gépekkel és nagy selejttel folyt az üvegyártás, ma hatalmas, magas, világos, tiszta és tágas esarnokokban helyezték el a kemencéket és a gépeket.

Az Egyesült Államokban 1927-ben kb. 4320 millió db társüveget, 1956-ban pedig 18 720 millió darabot gyártottak. A rohamosan emelkedő szükséglet a kemencék teljesítményét kimerítette. Ezért, elsősorban az üvegek súlyát, másrészt kedvezőbb formakiképzéssel a súly és a térfogat viszonyát csökkentették, emellett még a gépek sebességét is növelték. A keverék készítését teljesen automatizálták. Az idegen cseréj felhasználását teljesen kiküszöbölték és az alkáliatartalmat az olvasztási teljesítmény csökkentése nélkül 16%-ról 12%-ra csökkentették. Ennek előfeltétele az volt, hogy az üveg-adagoló fűtését elektronikus műszerekkel szabályozták és így elkerülhették az esetleges kristályosodás felépését. A zöld üvegek gyártásánál elhagyták a hő-sugárzást elnyelő vas-mangánsók használatát a színezésnél, és áttértek a krómsókkal való színezésre, amelyek infravörös átbocsátása megközelíti a szintelen üvegét.

Németországban a palacküvegeket gyártó kemencék közepes teljesítménye 1927-ben 4410 kal/kg hőszükséglettel 0,55 t/m² volt, ma pedig 2000 kal/kg hőszükséglettel 2,44 t/m². Míg abban az időben a kemence-menet 13 hónap volt, ma, olvasztott kádkövekkel és tűzálló kamratéglákkal több mint 3 év. A költségek csökkentése céljából ma különböző ellenállású kádköveket építenek be a kádkemence különböző helyeire, hogy a kád minden része egyforma mértékben használódjék el. Emelték az olvasztófelület nagyságát is, ma már közel 100 m²-es olvasztófelületű kemence is van. Azt a feladatot, hogy ugyanabban a kemencében felváltva szintelen és színes üvegeket gyártsanak úgy oldották meg, hogy a színes üveg daráját feederbe adagolják és mechanikusan elkeverik.

Korszerű kemencéknél elhagyták a váltószerkezetet. Helyette két fordítható irányú ventilátor tartanak üzembe; amely az egyik váltási időszakban kiszívja a kamrából a füstgázt, a másik időszakban pedig friss levegőt nyom azokba. A ventilátor a kemence térszomszaga vezérli és így az atmoszferikus zavaró hatások elkerülhetők. A ventilátorok váltását a kamra hőfoka automatikusan végzi.

A keverékbeadás automatikus és azt az üveg-magasság vezérli $\pm 0,2$ mm változással. Az üvegadagoló 100 g-os adagokat $\pm 0,5$ g eltéréssel dob ki. Az adagoló esatorna hossza 8 m-re nőtt, négy részletben fűtik és az üvegolvadékot keverővel homogenizálják. A hosszú adagoló a gépek közötti teret is megnagyítja. Előnybe helyezik a generátorgázzal szemben a földgázt, koksizolagázt és olajat. Használják elektromos póttüzelést is; az üvegolvadék az ellenállás és grafit vagy molibden az elektróda. Egy, csak elektromos árammal fűtött kemence teljesítménye 5,45 t/m².

Eldöntetlen még az a kérdés, hogy melyik alkalmasabb a szívófüvő- vagy a présfüvőgép. Kisebb palackokat kettős formába fűjnek és elérnek 600 000 db/nap teljesítményt. Az új szívófüvőgépen gyártott üvegek szélbeégetése csökken, mert a szívórés oly kicsiny, hogy abba üveg nem hatol be.

Azokat az üvegeket, amelyek a hűtés után töréscsejtesek lennének, automatikusan távolítják el. A hűtőkemencében az üvegeket hőlökés hatásának teszik

ki, mikor is a gyengébb minőségű darabok nem jutnak osztályozásra.

A palackok felületének védelme, a karcolódások elkerülése és a törés csökkentése céljából a felületet szilikonréteggel vonják be, bár ez az eljárás még kezdeti stádiumban van.

A palackok címkézése az utóbbi időben mindinkább a gyárban történik. A palackokat a végtelen szalagon automatikus gépekkel címkézik. Előnyösen bevált az az eljárás, amellyel a palackokat hűtőbe lépés előtt címkézik és az üveg hűtése és a palack címkéjének beégetése egy műveletben történik.

A dobozokat a hutában gépek gyártják, amelyeket az osztályozó és ellenőrző hely közelében olyképp helyeznek el, hogy folytonosan és a kívánt mennyiségben csúszdán a csomagolási helyre jut. Az automatikus csomagológépek gyártása még fejlődési állapotban van.

A táblaüvegyártás fejlődését Jobsen Marwedel foglalta össze. Harminc évvel ezelőtt néhány huta még szájfűvással dolgozott, de ez az eljárás már akkor is kiveszőbb volt. Ma már a kézi táblaüveg gyártását csak szórványos esetben alkalmazzák, különleges termékek előállítására. A gépi táblaüveg húzásának feltétele az volt, hogy rendszeres kísérleteket folytassanak a kristályosodás elkerülése céljából.

Az egyes hutákban a gyártott üveg vegyi összetétele a szájfűvős eljárásnál erősen eltérő volt. A gépi húzás elterjedésével az összetételek eltérése szűkebb lett és ma már gyakorlatilag minden gépi táblaüvegyár közel azonos összetételű üveget gyárt. Az átlagos összetétel

SiO₂ 74 \pm 1,1 CaO + MgO 13 + 1,3 Na₂O 14 \pm 0,4%

A húzósebesség állandóan emelkedett a harminc év alatt és ma már háromszor annyi, mint akkor. Az akkor már ismert tűzálló anyagok, a samott, szilika- és magnezitkövek a fellépő kémiai és fizikai tulajdonságokkal szemben támasztott követelményeket nem tudták kielégíteni és rendszeres kutatás alapján újfajta különleges anyagokat kellett kidolgozni. A kutatások elsősorban a két- és háromalkotós rendszerek alapos felderítésére, majd az égetés közben lejátszódó reakciók megismerésére irányultak. Alapos tanulmányokat végeztek a korróziós viszonyok, az üvegolvadékkal szembeni ellenállási képesség felismerésére. Az eredmények elősegítették azt, hogy ma olyan köveket állítsanak elő, amelyekkel összefonódott kristályos fázis és magas viszkozitású üvegfázis alkot.

Különleges kövek előállítására addig nem használt anyagok, mint szilíciumkarbid, korund stb. és új nyersanyagok, mint szillimanit, kiamit, bauxit, krómé, olivin, éirkonére szerepelnek. Az új nyersanyagok feldolgozása új problémákat vetett fel. Míg a samott és szilikaköveknél az égetés utáni kötőanyag egy üveges fázis, addig az új tűzálló kövekben nincs üveges kötőanyag, hanem a tartós kötés a szilárd kristályos állapotban lefolyó reakciók következtében az égetés közben áll elő. Ezeket a szilárd fázisban fellépő termikus reakciókat esuk széleskörű tanulmányozás alapján ismerték meg.

Nagymértékben fejlődtek a vizsgálati módszerek is. Míg harminc évvel ezelőtt a tűzálló kerámia vizsgálatára csak a vegyi és racionális analízis, valamint a Seger-gúllakkal jellemzett tűzállóság szolgált, ma már a gyártás ellenőrzése és a kövek vizsgálatára a szedimentációs, dilatációs, differenciáltermoanalízis, röntgenvizsgálat, víztelenítési görbék felvétele, a fáziskontraszt eljárás biztosítja a késztermék minőségét. Megjavit a magnéziumkövek hőlökési szilárdsága is timföld vagy spinell adagolásával, ami lehetővé tette, hogy a regenerátorkamrák felső rácssornai tartósabbak lettek.

Az ömlesztett kövek első ízben harminc évvel ezelőtt jelentek meg. Meghosszabbították a kádkemencék menetidejét, mert az erősebb oldódásnak kitett helyeken előnyösebben használhatók. Később tiszta homokból

ömlesztett kvarcüvegköveket öntöttek, amelyek boro-szilikatüvegek olvasztásánál előnyösen viselkednek.

Harminc évvel ezelőtt a samottköveket szalagpréssel és utánpréssel gyártották. A fejlődés folyamán a nyersanyagokat frakcionálják, erélyesebben keverik és mechanikus vagy hidraulikus úton száraz prés-masszából készítik. Az S & G eljárással a samottot öntik, aminek következtében a méretpontosságot tökéletesíteni tudják. Ezzel a fugák felületét lecsökkentették.

A szilikagyártás folyamán felismerték, annak fontosságát, hogy lágylási pontjuk alatti hőfokokon a lehető legkisebb mennyiségű üvegfázis maradjon vissza,

és így a kemencében a kövek csepegését elkerüljék. Az üvegfázis mennyiségét és viszkozitását elsősorban a timföldtartalom befolyásolja kedvezőtlenül. A felismerés alapján sikerült kevés folyósítótartalmú és nagyon sűrű szerkezetű szilikatéglákat és köveket előállítani.

Nagymértékben fejlődtek a tűzálló anyagok gyártásának gépi berendezései is. A rezgőszita, a kedvező szemnagyságúra őrlő granulátor és a hengermalmok, az ellenáramú keverők, a nagyteljesítményű sajtolók, a gáztüzelés átállítása olajtüzelésre, a modern szállítóeszközök alkalmazása a harminc év alatt elért eredményekhez nagyban hozzájárultak.

Kn.

A csehszlovák építészek szövetségének felhívása a világ építészeihez

Tizenkét évvel ezelőtt fejeződött be a második világháború. Mérlege szörnyű volt: több tízmillió emberélet, lakások milliói, falvak és egész városok semmisültek meg, pótolhatatlan kulturális értékek tömegével — ezt az árat fizettük a világhatalomról álmodozó gyilkosok örült ábrándjáiért.

Nem áll módunkban feltámasztani a halottakat, de igyekeznünk kell legalább az élők életét jobbra és szebbé tenni. Új városokat és iskolákat, kórházakat, színházakat, villamos erőműveket, ipari és mezőgazdasági épületeket építünk, új parkokat és sporttelepeket létesítünk. Mi építészek minden erőnket latba vetjük, hogy a mi alkotó tevékenységünk minél jobban kielégítse az ember és a társadalom szükségleteit, és hogy mennél tisztább kifejezője legyen annak a nagy korszaknak, amelyben élünk.

Munkánk még távolról sem ért véget. A földkerekség minden részén ezer és ezer ember még mindig rossz lakásviszonyok között él, gyermekek egészségtelen iskolákban tanulnak és sok-sok beteg kénytelen olyan kórházakban gyógyulást keresni, amelyek távolról sem felelnek meg az alapvető egészségügyi követelményeknek. — És tekintet nélkül minderre, megint új háború réme fenyegeti a világot.

Az építészek már nem egyszer hallatták tiltakozásukat a háború ellen, melyben elég megnyomni egy gombot — és egy pillanat alatt száználmas romokká válnak virágzó vidékek, élettől lüktető városok.

Most megújult és még nagyobb a veszély.

Az égen az atomfegyverekkel végzett kísérletek következtében halált hozó felhők gyülekeznek, melyek radioaktív por alakjában földet érve lassan elpusztítanak minden életet.

A városokat és településeket ma már nem kell romhalmazzá változtatni, megmaradhatnak tragikus emlékeiként annak a világnak, amelyből minden életet kiölték.

Szemünk előtt tárul ki annak a világnak különös képe, amelyben halotti csöndben csak élettelen dolgok maradékaik emlékeztetnek arra, hogy ott valaha emberek éltek, dolgoztak és boldogultak.

Lám, ezért szólalunk meg most újra és ezért szólítjuk fel az egész világ építészeit:

Tiltakozatok a további atomfegyverkísérletek ellen!

Ne engedjétek meg, hogy létesítményeink túléljék az emberiséget!

Lapszemle

SILIKATTECHNIK, Berlin, folyóirat 1957. évf.

7. számából

Gypser, J.: Tanulmány az üvegek esiszolhatóságáról (p: 264—266; á: 3; b: 4).

A folyóirat 1955. évf. 9. számában mejelent tanulmány folytatása. A víz bázikussága nem befolyásolja a esiszolhatóságot. A víz hőmérsékletének növelése jelentékenyen növeli a esiszolóképességet. Az üvegek különböző tulajdonságai és az optimális esiszolási sebesség közötti összefüggés.

Waske, H.: A nagyméretű téglablokkok gyártásának fejlődése (p: 280—286; á: 19; b: 4).

A használt téglaméreték. Blokk-készítés kézi-

sablonnal. Engelsdorf-rendszerű félautomata. A grossrascheni durvakeramiai intézetben szerkesztett félautomata. Külföldi tapasztalatok.

Vogel, E.: A cementgyártás ellenőrzésére szolgáló korszerű elemzési módszerek (p: 287—290; á: 2; b: 14).

Gyorselemzések koloriméter segítségével. Gyors-elemzések lángfotométer segítségével. A klinker és cement gyorselemzései. Az üzemi laboratórium. munkáinak további módszerei. A komplexon III. s ennek felhasználása.

8. számából

Gypser, J.: Pálcacentrifugáló eljárás mint a véges üvegszál előállítására szolgáló új módszer (p: 320—323; á: 3).

A centrifugális erő segítségével 1—4 mikron vastagságú üvegszálakat állítanak elő.

Dümecke, G., Wiegmann, J.: Az agyagokban és samottokban levő vas, titán, kalcium és magnézium spektrokopikus meghatározása (p: 324—328; á: 13; t: 3; b: 5).

Az elemzés kvantitatív spektrokémikus módszere. Bármely agyag vagy samott mintában egy munka-

nap alatt meghatározhatók az említett elemek $\pm 5\%$ -os pontossággal.

Bornschein, G.: Beépítések a száraz zónában és a porvesztés a hosszú nedves forgókemencéknél (p: 329—342; á: 36; t: 4; b: 32).

A beépítések befolyása a kemence klinker teljesítményére. A szükséges hőmennyiség és a porvesztés a beépítések fajtája és formája, valamint az iszap fizikai és kémiai tulajdonságainak függvényében.

CEMENT, Moszkva folyóirat, 1957. évf. 23. k.,

3. számából

Okorokov, Sz. D., Golinkovolszon, B. I., ...: Néhány sócsoportnak, mint lehetséges mineralizátornak a tanulmányozása a portlandcement-klinker égetésekor (p: 5—11; t: 5; g: 2).

Mineralizátorok alkalmazása az égetés gyorsítására. A sók mineralizáló hatásának tanulmányozására a só anionjának vagy kationjának függvényében. Leghatásosabb mineralizátorok a kloridok, a karbonátok, foszfátok, nitrátok és a szulfátok. A sók közül leghatásosabb a kalciumfluorid; a szulfátok pedig egy-két kivétellel még a kalciumfluorid hatását is meghaladják. A fémoxidok mint mineralizátorok. Kombinált mineralizátorok. Gipsz bevitelle a nyerskeverékbe.

Szatarin, V. I.: A kalciumfluorid hatása a portlandcement klinker teljes kalciumoxid-tartalmára és a klinker ásványi összetételére (p: 11—16.; g: 1; t: 3).

A szerző vizsgálatokat végzett a különböző kémiai összetételű portlandcement klinker végleges kalciumoxid tartalmának megállapításával kapcsolatosan, folypát bevitellel. Tanulmányozta azonkívül a folypátnak a klinker ásványi összetételére irányuló hatását és alkalmazásának lehetőségét. A C-S-A-F rendszer nehezen zsugorodó klinkereinek, továbbá a fehér klinkereknek a vizsgálatát.

Volkonszkij, L. G., Szudakasz, L. G.: Izotópesere és diffúzió a kalciumszilikátokban (p: 17—21; g: 3).

A szabad kalciumoxid és a trikalciumaluminát, valamint a dikalciumszilikát β - és γ -formái közötti izotópesere vizsgálata a Giprocement petrográfiai laboratóriumában. A Ca^{45} rádióaktív izotóp, valamint a $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ közötti diffúzió tanulmányozása.

A „jelzett” atomok alkalmazása. Következtetések a kísérleti adatok alapján.

Morozov, E. I.: A kalciumaluminátok és mészhabares kölesönhatásának tanulmányozása (p: 19—21; á: 1; g: 2).

A „jelzett atomok” módszereinek elterjedése a cementkémia különböző kérdéseinek tanulmányozásában. Jelen cikk a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ és az $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak a mész telített oldatával való kölesönhatását tanulmányozza a Ca^{45} rádióaktív izotóp segítségével.

Budeeva, T. I., Molot, L. A., ...: Az iszapokban levő kalcium gyors meghatározása (p: 22—23, t: 1).

A próba elkészítése az elemzéshez; a kalcium meghatározása térfogat szerinti komplexometriás módszerrel. A módszer pontosságának jellemzése táblázaton. A módszer eredményes kipróbálása.

Tur'jan, V. V., Malamub, M. M.: Nyersanyagmalmok finomőrítő kamráiban a köpenylemezekben hosszirányú lemezek felszerelése (p: 24; á: 2; t: 1).

Csernov, G. K.: Rezgő esővek működése (p: 25—26; á: 2).

Rezgőesővek beállítása a szalagos transzportörök helyett az anyagvesztés csökkentése céljából. Működésük ismertetése. Teljesítményük szabályozása. Alkalmazási területeik (finomra őrlt, porózó, valamint nagy hőmérsékletű anyagok szállítása).

Mukszimov, A. M.: Központi meghajtású malmok ellenőrző szájának tökéletesítése (p: 26—28; á: 3).

4. számából

Tekovics, E. L.: Gáztüzeléses forgókemence automatikus szabályozása (p: 1—10; á: 3; g: 3; t: 1).

A kemence statikai és dinamikai jellemzői. A kemence különböző paramétereinek meghatáro-

zása és ismertetése. Az új automatikus szabályozási rendszer jellegzetességei. A gáz-tüzeléses kemence automatikus szabályozásának előnyei.

Banit, F. G.: Az égetési folyamat vizsgálata rádióaktív izotópokkal (p: 10—15; á: 3; t: 2).

Rádióaktív izapszintmérő alkalmazása a forgókemence hideg végén. Alkalmazásának előnye: megjavítja az égetés folyamatát, lehetővé teszi az izopréteg vastagság ingadozásának mérését a kemence hideg végén, alátámasztja az említett jelenség más régebben feltételezett okait, valamint lehetővé teszi, hogy megtalálják a jelenség kiküszöbölésének módjait. Az anyagmozgás részletes vizsgálata.

Drejsen, I. I., Golibrodó, V. M.: Könnyűsúlyú bélések alkalmazásának előnyei forgókemencékben (p: 19—20; t: 2).

A könnyűsúlyú tűzállóanyagbélések szembeállítására a samott tűzállóanyagbélésekkel. Az összehasonlító adatok vizsgálata táblázaton; az abból levont következtetések pontokba foglalása. A könnyű tűzállóanyagbélések előnyeinek felsorolása.

Bloh, L. Sz.: A cement-nyerskeverékek grafikus számítási módszere a klinker adott ásványi összetétele alapján (p: 21—22; á: 1).

A Tovarov-féle keverékösszetétel-meghatározás lényegének ismertetése. Ennek alkalmazási lehetőségei és korlátai.

Kovalev, E. Sz., Kuznecov, A. M.: Timföldtartalmú cement előállítása forgókemencékben való zsugorítással (p: 23—24; t: 2).

E módszer alkalmazásának alapja: a kiindulási nyersanyagok és a tüzelőanyag — kis vastartalmú bauxit, a rendkívül tiszta mészkő és a jó minőségű, kis hamutartalmú tüzelőanyag minősége. — Kísérletek e módszer alkalmazására, amelyek igazolták a timföldcement előállításának lehetőségét száraz eljárású forgókemencékben való zsugorítással. A termék szilárdsága.

Tur'jan, V. O., Malamud, M. M.: A klinker minőségének javítása a nyersiszap tökéletesített javítási módszerének alkalmazásával (p: 25—26; t: 1). A minőségjavító módszer alapja és a gyakorlatba való bevezetése. Az izapjavító módszer alkalmazásának előnyei.

Goncarenko, Sz. D.: A cementmalom működésének beállítása (p: 29).

SZTROITEL'NŪE MATERIALŪ, Moszkva folyóirat, 1957. évf. 7. számából

Arefev, V., Csernenko, A.: „Bütykös“ osztályozó páncéllemezek alkalmazása golyós malmokban (p: 8—9; á: 1).

Az osztályozó páncéllemezek alkalmazása a nyersanyagörló malmokban és a timföldrészegek örlő berendezésében. „Bütykös“ lemezek alkalmazása a golyósmalmok bélelésére az örlőberendezés teljesítményének fokozása céljából.

Kunaskevics, V.: Vibroörlés alkalmazása falazótömbgyártásnál (p: 10—12, á: 4; t: 1).

A falazóanyagok vibroörlése. A falazótömbgyártási technológiája rezgőmalom alkalmazásánál. A rezgőmalom javítása. A vibroörlés előnyei.

Kotenko, A.: Ovális üregű feszített fűdémgerendák (p: 13—14; á: 2).

Az ovális üregű előfeszített fűdémgerendák új gyártástechnológiájának ismertetése. Lényeges fém-megtakarítás, önköltségsökkenés elérése.

Vaszil'kov, Sz.: Könnyű betonadalekok előállítása agglomerációs berendezéseken (p: 15—17; á: 1; t: 1; g: 4).

Az agglomerációs módszer lényege: az egyenletesen nedvesített és tüzelőanyaggal kevert anyag az agglomerációs gép rostájára kerül, ahol zsugorodik. A zsugorítás eredménye darabos, porózus anyag. A porózus szerkezet kialakulásának okai. A különböző agyagos közetek porózussá tétele. A porózus anyag felhasználása betonhoz.

Dardik, N., Barbaras, I., ...: Pneumatikus rakodás konvejer alkalmazásával (p: 23—24; á: 2).

Pneumatikus adagoló alkalmazása nagyméretű termékek gyártásánál. A konvejeren levő adagoló biztosítja az előírt mennyiségű keverék pontos adagolását. A berendezés leírása és működésének ismertetése.

Posztovszkij, V., Hohlacsev, B.: Gáz alkalmazása nagy nyomás alatt

Újítás a brjanszki cementgyárban: a forgókemencék és a szárító dobok átalakítása szilárd tüzelőanyag helyett gáz-tüzelőanyaggal való működésre; gáz alkalmazása nagy nyomás alatt. Ez újítás eredményei: a forgókemencék átlagos napi teljesítményének növekedése, a szárító dobok és a kemencepark hozamának növekedése, a személyzet

csökkenése, a klinker minőségének javulása, a porkiválás megszüntetése, valamint a forgókemencék belésállóságának növekedése.

Kuz'menko, I.: Lössös agyagból készült téglák minőségének javítása. (p: 28; g: 2).

A lössös agyagtégla hátrányos tulajdonságainak felsorolása. Különböző adalékokkal folytatott sikeres és sikertelen kísérletek ismertetése. A legpozitívabb eredmények elérése: barnaszén és mozdonyalak bevitelére útján. A barnaszén felhasználás eredményei: az alagútszáritóban való szárítás idejének megrövidülése repedések képződése nélkül, az égetési viszonyok megjavulása, a téglák márkájának „75“-ről „100“-ra való növekedése. Mozdonyalak felhasználás — a téglák minőségének javulása.

Angenickaja, R., Olsanzkaja, Z., Csumakova, E.: Kerámiai gyártmányok fagyállóságának gyors meghatározása. (p: 30).

A kerámiai gyártmányok fagyállóságának gyors meghatározási módszere a fagyállóságnak az anyag mechanikai szilárdságától való függésén alapszik. A fagyállóság a vízzel telített anyag mechanikai szilárdsága és a jégképződéskor fellépő feszültség közötti viszony alapján határozható meg.

Kuznecov, A.: Kínai cement-szakemberek értékes tapasztalata. (p: 32—34; á: 1; t: 1).

A kohósalak mint a cementgyártás nyersanyaga. Konvejeres rostélyokkal ellátott kemencék működésének magas mutatói. Nyersanyagörlés zárt ciklusban.

Kopejkin, A.: Új hőszigetelő és könnyű szerkezeti anyagok (gázbeton durisol) gyártástechnológiája. (p: 34—35).

Újdonság a kerámiai üzemek gyártástechnológiájában és berendezéseiben. Csehszlovákia és Belgium kerámiai üzelei.

Szamohin, G.: Agyg-mész festékek. (p: 39).

A kraszkozszi kísérleti üzemben kidolgozták a fényálló és olcsó, agyagból és mészből álló festékek gyártástechnológiáját. A gyártás folyamatának leírása. Az agyag-mészfestékek alkalmazási területei.

SZTEKLO I KERAMIKA, Moszkva folyóirat, 1957. évf., XIV. k., 1. számából

Tikacsinszkij, I. D., Kataeva, G. V.: Az üvegolvasztás fokozása ammóniumsók hozzáadásával (p: 1—3, á: 2, t: 5).

Az üvegolvasztás gyorsításának módjai: az üvegolvasztás hőmérsékletének emelése, a keverék és az üveg optimális kémiai összetételének kiválasztása,

olvasztásgyorsítók alkalmazása, valamint a keverék optimális granulometrikus összetételének megválasztása. Legkönnyebben azonban kémiaiag aktív adalékok (gyorsítók) segítségével gyorsítható az üvegolvasztás. Ezek közül is legalkalmasabbak az ammóniumsók (NH_4Cl , NH_4NO_3 és $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Fedotov, V. A., Andruszenko, Ja. I.: Tökéletesített esiszolófej az üveg kétoldali esiszolására. (p: 7—11, á: 6, t: 1)

A kétoldali üvegesiszolás egyidejűleg felülről és letről történik, két forgó esiszolófej között mozogva, konvektor segítségével. A csiszolófej csatornáinak szerepe és hatásossága.

Noszova, Z. A., Suliko, L. F.: Mázás burkolólapok egyszeri égetése. (p: 12—15, t: 1).

A burkolólapok egyszeri égetése szakaszos kemencékben, 1230—1280° végleges hőmérsékleten. A lapok bevonása nagy olvadáspontú mázzal. A bentonit és a szulfitszennylég adalék hatása a kiszáritott lapok mechanikai szilárdságára. Az

egy alkalommal égetett lapok máz-felhólyagzásának csökkentése 3% ZnO hozzáadásával.

Berzon, Sz. A.: A szűrőprések teljesítményének fokozása. (p: 15—18, á: 3, t: 2, g: 1).

Misulovics, L. Ja., Zajonc, R. M., Romanov, P. R.: Kerámiai padlólapok toknélküli égetése. (p: 19—23, á: 3, t: 2, g: 1).

A kerámiai lapoknak a toknélküli, alagútkenecékben való égetését főleg Csehszlovákiában, Magyarországon és Németországban alkalmazzák. Az égetés rendszere tok nélkül ugyanaz, mint tokban. Az égetés időtartama 74 óra. A szárítás és az égetés kemenceokocsikban, samottlapokból összeállított rekeszes állványokon történik függőlegesen, 20—40 darabonként egy-egy állványban. A lapok minőségének nagymértékű fokozódása.

Ol'sevszkij, B. N.: Fajansz és félfajansz mosdóasztalok beszenyeződésének elkerülése szakaszos működésű kemencékben való égetésekor (p: 24—25; á: 1).

Zalipaev, I. B.: Kerámiai csövek gyors hűtése a kemencékben (p: 25—26; á: 2; g: 1).

2. számából

Kohvarger, E. L.: Az agyag együttes őrlése és szárítása aknásmalomban (p: 1—8; á: 5; t: 1; g: 3).

A kerámia iparban a gyártás gépesítése és tökéletesítése összefügg többek között az agyag együttes őrlésével és szárításával. Ennek alkalmazása kizárja az egyes munkaigényes folyamatokat, növeli a munkatermelékenységet, csökkenti a termék önköltségét, valamint a főbb építkezésekre felhasznált költségeket. Ez a módszer az NDK-ban, a Német Szövetséges Köztársaságban, Franciaországban és Angliában nyert alkalmazást. Az együttes őrlés és szárítás technológiájának ismertetése.

Kotov, V. I.: A gázközeg hatása a karbonáttartalmú agyaggyártmányok égetésére (p: 8—11; á: 1; t: 2; g: 2).

A karbonátos agyagokból készült kerámiai gyártmányok égetése oxidáló gázközegben. A redukáló közegben való agyagégetés hátrányos hatásai. Az agyagok zsugorodása és zsugorodási intervalluma oxidáló, valamint redukáló gázközegben; az eredmények összehasonlítása.

Szlavjanszki, V. T.: Gázok az üvegben (p: 11—17; á: 2; t: 3; g: 1).

A gáz kivonása az üvegből és clemzési módszereinek kidolgozása. A gáztartalomra vonatkozó viz-

galati eredmények. A gázok kivonására és elemzésére szolgáló berendezés működésének és sajátosságainak ismertetése. A különböző kutatók által végzett vizsgálatok és azok eredményeinek közlése.

Ben', I. I.: Az új üvegyárak típusa, teljesítménye és elhelyezése (p: 18—20, t: 1).

Krivcov, P. I., Korobov, V. V.: Az összes üvegyárat érintő progresszív tapasztalat (p: 21—22).

Boriszov, K. I., Svetlov, A. A.: A kádkemencék lég-hűtése progresszív módszerrel (p: 22—25, á: 3). A legtöbb üvegyárban a felső sor kádkő kimaradásának csökkentésére légűtést alkalmaznak. Decentralizált szellőzőberendezések tervezése és a gyakorlatban való alkalmazása (két centrifugális ventilátor alkalmazása). A decentralizált lég-hűtőrendszer előnye.

Suhalov, G. I.: Új kerámiai gyártmányok (p: 29; á: 1).

Misulovics, L. Ja.: Homlokzati kerámia gyártása Csehszlovákiában (p: 30—31; t: 1).

A homlokzati burkolókerámia gyártása felszárázpréselési móddal. A homlokzati lapok bevonása olesó és egyszerű mázakkal.

3. számából

Bartenev, G. M., Kolbasznilova, A. I.: Az üveg kémiai összetételének hatása az üveg edzésére (p: 1—5; t: 2; g: 5).

A vizsgálatok kimutatták, hogy az üveg kémiai összetétele lényeges hatással van annak edzési fokára. Vizsgálatok az RO alkáli-földfémek csoportjához tartozó oxidoknak az üveg edzésére irányuló hatásával kapcsolatban. A maximális edzési fok az alkáli-földfémoxid tartalom függvényében különböző hűtési viszonyok között. Az alkáli-földfémoxidokat tartalmazó üvegek edzésfoka attól függ, hol helyezkedik el az elem a Mendelejev-féle periodikus rendszerben.

Gutop, V. G., Berezskovszkaja, M. L., El'Kinszon, L. Z.: Az ablaküveg gyártásának komplex gépesítése és automatizálása (p: 6—11; á: 3).

Az üvegolvasztási folyamatok az üvegolvasztó kemencékben gépesítettek és jórészt automatizáltak is; gépesített az üveg kidolgozása is. Több más üzemszabzon szintén gépesítve vannak a főbb műveletek. Automatizálva van az üveg vágási, törési és szállítási folyamata. Az automatizálás lehetővé teszi: az elkészített üvegkeverék minőségének megjavítását, a munkakörülmények könnyítését, a munkaszínvonal növelését stb.

Fadecva, V. Sz.: Kerámiai gyártmányok formázása plasztikus agyagmasszákból (p: 12—20; á: 16).

A jól formázott nyersanyag jelentős mértékben meghatározza a plasztikus formázással előállított kerámiai gyártmány minőségét. Az agyagmasszának szilagos présen való sajtolásának, továbbá az agyagok viselkedését préseles közben meghatározó tulajdonságaik tanulmányozása. Az agyag viselkedése különböző nyomási viszonyok között. A formázó szerkezetek kiválasztása és megszerkesztése.

Kopejkin, A. A.: Használjuk fel a belső tartalékokat a kerámiai lemezgyárakban (p: 21—23, á: 3).

Evszjutin, Sz. N.: Üreges üvegyártmányok edzése (p: 24—25; á: 3).

Speciális berendezés megszerkesztése az üreges üvegyártmányok edzésére. A berendezés részleteinek és működésének leírása.

Epel'baum, M. B.: Határoló esónakok felállítása a kemence hűtőzónájában (p: 26—27; á: 1).

Az ablaküveg kidolgozására az olvasztási zónát a hűtőzónától samottmasszából készített határoló esónakok választják el. A esónakok hiányosságai és előnyei.

Gamburg, Sz. Sz.: Képlékeny és soványító anyagok mennyiségének meghatározása kerámiai masszákban (p: 27—28; t: 1).
A képlékeny anyagok meghatározási módjának

4. számából

Ginzburg, D. B., Matveev, M. A., Zserebin, Sz. I.: Az üveglvasztó kemencék hatásfokának növelése (p: 5—9; á: 1; g: 1; t: 4).

A kemence hatásfokának esökkenését mindenekelőtt a távozó gázokkal együtt fellépő hővesztés növekedése határozza meg. A vesztés hatásának pontos meghatározása. A tüzelőanyagmegtakarítás legfontosabb tényezői: a hamis levegő-beszívás kiküszöbölése a regenerátorokban és égőkben, a gázégés elkerülése a regenerátorokban, a hőcsere megjavítása stb.

Voszkobojnikov, G. I.: Üreges üvegyártmányok edzése (p: 9—13; á: 3).

Bizonyos üvegyártmányok hűtésének edzéssel vagy féledzéssel való felváltása. Az üvegyártmány szilárdsága és az edzési fok közötti összefüggés. Az üvegyártmányok légedzésének módjai: légsugaras, központosított és elszívó módszerek. A különböző edzőberendezések leírása. Különböző színű üvegburák kezelésének módja.

Bezborodov, M. A., Polvektov, E. F.: Bentonitfajansz a homlokzati kerámiákhoz (p: 13—16; t: 2).

A bentonitnak, mint a porcelánmassza egyik pasztifikáló komponensének alkalmazása. A vaszennyezéseket nagy mennyiségben tartalmazó, közepes minőségű bentonit alkalmazásának rövid ismertetése. A bentonitban levő montmorillonit, mint agyagképző ásvány. A gorbsszki bentonit sajátosságainak ismertetése. A bentonit alkalma-

alapja: az izzítási vesztések arányosak a kerámiai masszák képlékeny anyag tartalmával. A meghatározási módszer ismertetése, az eredményeknek táblázathoz való összefoglalása.

zásának előnyei: a fajanszgyártás nyersanyag-bázisának kiszécsesése, a deficitcs agyag megtakarítása, a gyártmányok önköltségének esökkenése, selejtsökkenés, tüzelőanyagmegtakarítás.

Suliko, L. F.: Új masszaoösszetételek a mázas burkolólapokhoz (p: 16—19; t: 4).

A masszák keverékösszetételének és racionális összetételének ismertetése. A masszák összetételének hatása a préselt, kiszárított és égetett lapok minőségére. A burkolólapok deformációjának részletes ismertetése. Az égetett kaolin felhasználásának jelentősége.

Szkornjakov, M. M.: Az ólomüveg savtényezése (p: 19—22; t: 1).

A cikk ismerteteti a leningrádi művészeti üvegyár laboratóriumában végzett munkálatokat.

Jaszinenko, V. M.: Az üveg mangánoxidtartalmának gyorsított meghatározása (p: 22—23).

A mangánoxidul meghatározásának új módszere nem teszi szükségessé fluorhidrogén felhasználását. A meghatározást a szilíciumdioxid leválasztása után nyert szüredék alapján végzik kettős párolgatói módszerrel történő üvegclomzsnél. Ez a meghatározási mód kevés időt igényel, azonkívül ennek az elemzésnek az elvégzése egyéb más műveletekkel is összekapcsolható (pl. más oxidok meghatározása).

Abramovics, M. D.: Kerámiai esőidomok gépesített formázása (p: 23—27; á: 4; f: 2).

5. számából

Perov, A. G.: Néhány rendelkezés az üveglvasztó kemencék élettartalmának meghosszabbítására (p: 4—5).

A kemencegázok bomlasztó hatása a tüztér tüzállóanyagaira. A különböző hidraulikus rezsimek hatásának ismertetése. Az üveglvasztó kemencék javításközi időszakának meghosszabbítására tett intézkedések felsorolása.

Rohvarger, E. D.: Az agyagpor elkészítési módjainak hatása a kerámiai gyártmányok fizikai-mechanikai tulajdonságaira (p: 8—12).

Az agyag együttes őrlése és szárítása a finomkerámia és a tüzállóanyagiparban. Az őrlésfinomság és a porszemek alakjának hatása az alapvető fizikai-mechanikai mutatókra. Ennek a hatásnak a tanulmányozása és ismertetése. Az agyag együttes őrlésének és szárításának vizsgálati eredményei felhasználhatók az építési téglá, a tüzállóanyagok, savállóanyagok felszárítási préselések, továbbá különböző kerámiai gyártmányok pasztikus formázásakor.

Moszova, Z. A.: A mész fizikai tulajdonságainak hatása a mázbevonat minőségére (p: 2—18).

Kutatók véleménye a mázak felületén megjelenő

mázhibákról. A máz viszkozitásának jelentősége. A mázak folyóssági intervallumának meghatározása. A repedések és kipadások képződésének hatásával levő tényezők felsorolása és vizsgálata. Egyes vizsgált mázak összetételének hatása a felületi feszültségre s annak kifejezése. Pasztikus agyag vagy bentonit bevittele a mázak összetételében.

Men, E. M., Severdjaev, N. P.: A négyoszlopos hidraulikus prés automatizálása (p: 18—21).

Az automatizált hidroprés működése, előnyei és hátrányai, valamint rövid technológiai jellemzése.

Frolova, E. G., Kaja, G. V., ...: Csővezetékhez használt üvegesővek és idomdarabok olvasztása (p: 24—27).

A hőálló üvegesővek alkalmazási lehetőségei. A csővek készítéséhez használt üveg összetételének ismertetése. Az üvegeső-olvasztó gép szerkezetének és működésének leírása. A csővek olvasztási folyamatának szakaszokként való ismertetése. Olvasztás nagyfrekvenciás árammal.

Efimov, A. E.: Automatikus berendezés a szárító központi esatornijában a hőmérséklet szabályozására (p: 28).

„Sklár a Keramik“ Praha folyóirat 1957. évf.

6. számából

Horák, J.: A munkaidő rövidítése a Kyjov-i Moravia üvegyárban (p: 162—164; á: 3).

A munkaidő rövidítése az átlagkeresetek esökkenése nélkül Csehszlovákiában. A munkaidő rövidítéséből származó előnyök és nehézségek. A folyamatos gyártás biztosítása 3½ műszaki bevezetésével 48 órai munkaidő esetén. A gyártás gazdaságosságát biztosító intézkedések. A rövidített munkaidő (46 óra) 4 műszakkal való biztosítása. A folyamatos gyártás biztosításával 42 óras

munkahét esetében az eddigi keresetekkel. Munkatermelékenység emelkedése a munkaidő rövidítésénél.

Lehner, J.: „Stapel“ közetfonál (közetgyapot) (p: 165—167; á: 5; t: 2; b: 13).

Az üveg és finomkerámiai ipari gépesítést kutató intézet korszerű eljárást dolgozott ki közetfonál gyártására. A közetfonal előnyei: hő- és kémiai ellenállóképesség, gazdaságos gyártási költségek.

A gyártási eljárás ismertetése. A Stapel fonalak és gyapot felhasználása.

Pucovsky, V.: Gázminták gyűjtemények (p: 168—169; á: 5).

A gázminták elemzésének jelentősége a kerámia és üvegyiparban. A mintavétel helyes módszere. A generátor-állomáson szokásos helyes gázminták gyűjtés. Mintagyűjtő berendezés a Gépüveg Kutató Intézet hőtechnikai osztályán. A berendezés működése. A fém és üveg laboratórium berendezések előnyei és hátrányai. A gázminták vételező szolgáló berendezés, annak felhasználása és vegyelemzés módszerei.

Voldán, J.: A rádióizotópok használata az üvegyiparban és a rokonszakmákban (néhány példa) (p: 170—175; á: 6; t: 2; b: 24).

A rádióaktív izotópok használata az iparban és mezőgazdaságban és a fejlődés lehetőségei. Az atomreaktorok építése. Rádióaktív izotópok tulajdonságai és felhasználásuk az üvegyiparban. Különböző (α , β , γ és neutron) rádióaktív sugárzások vizsgálata a rádióizotópok gyakorlati alkalmazásánál. A folyékony-üveg áramlásának vizsgálata

üvegyipari kád-kemencékben. Tűzálló anyagok korrodálása az olvasztott üveg által és az egyes vizsgálatok rádióaktív izotópok segítségével. Bőr meghatározása üvegben neutron-sugárzás segítségével. Anyagok vastagságának érintés nélküli mérése rádióaktív átsugárzás segítségével. Felhordott rétegek vastagságának ellenőrzése. Elektrosztatikus töltés keletkezése és annak megszüntetése rádióizotópok segítségével.

Vignati, K.: Szénmonoxid és meghatározása a munkahelyiségekben (p: 176—177; á: 6).

Szénmonoxidot tartalmazó gázok használata az iparban. Védekezés a mérgező hatásuk ellen. A hőmérséklet és az oxigénmennyiség szerint keletkező szénmonoxid. A gáz előfordulása az organikus anyagok égetésénél (fa, szén, szalma, koks, benzol, benzol, metán, etán, bután, acetilén stb.). Különböző helyiségekben keletkező szénmonoxid. CO tartalmú gázok elleni védekezés módszerei. Az egészségügyi előírások által megengedett szénmonoxid-tartalom a munkahelyiségekben. A CO tartalom meghatározás módszerei és a berendezések ismertetése.

7. számából

Dolezal, J.: Műszaki Tanács feladatai és jelentősége (p: 195—196).

A technika fejlesztésének feladatai, az üvegyárak korszerűsítése, új technikai módszerek. A Műszaki Tanács tevékenysége. Az üzem főmérnökének felelősége. A Műszaki Tanács tagjai és a tanácsban tárgyalt témák. A Műszaki Tanácsban belüli munkamenet és határozathozatal. A műhelyfeladatok meghatározása.

Valenta, L.: Füstgázok összetételének automatikus regisztrálása a porcelán égetésénél (p: 197—199; á: 9; b: 11).

A porcelán égetése körkemencékben. A tüzelés alatt keletkező füstgázok ellenőrzése és a szükséges atmoszféra biztosítása. A helyes égetés. A tanulmány ismerteti a gázösszetétel meghatározásának két módszerét: éspedig a füstgázok vegyelemzési módszerét Duplex típusú automatikus analízátor regisztráló berendezés segítségével és Orsat-féle berendezés alkalmazásával. A Duplex önműködő analízátor leírása és működésének ismertetése

Lorenz, V.: Mázbevonat készítése új módszerrel p: 200—201; á: 2; b: 4).

A porcelán mázbevonat készítése. Történeti fej-

lődés. A mázbevonat felvitele: lövelés, bemártás, szivás és elektrosztatikus lövelés. Az automatikus mázkészítés egyes módszereinek ismertetése. Előnyök és hátrányok. A használatban levő mázbevonó gépek ismertetése.

Balcar, V.: Vívezeték üvegsövekből (p: 205—207; á: 9).

A vívezetékek története és jövőbeli kilátásai. A csövezetékek anyagának alakulása. Az egyes anyagok előnyei és hátrányai. Az üveg felhasználása vívezetékcsövek készítésére és a gyakorlati bevezetéssel nyert tapasztalatok. Az üvegsövek készítése. Üvegfonálból készült csövek. Függetlenül húzott üvegsövek. A különböző anyagokból készült csövek. Az üvegsövek műszaki tulajdonságai. Védekezés az üvegsövek sérülései szemben. A csövek kezelése, vágása, csiszolása és a csövezeték lefektetése.

Turek, M., Bednar, S.: Thermokémiai folyamatok az égetéskor. A láng elméleti maximális hőmérsékletének számítása. (p: 208—210; t: 1).

Alapfogalmak és meghatározások. A láng elméleti maximális hőmérséklete. Számítás Le Chatelier szerint. Számítás Mathesius elmélete szerint.

„Stavivo“ Praha, folyóirat 1957. évi

5. számából

Márkus J.: Szalaghűtő kemencék korszerű típusai.

Az eddigi hiányosságokat kiküszöbölő kemencefajták fűtési módszereinek ismertetése. Elektromos szalaghűtőkemence horizontálisan, valamint vertikálisan örvénylő atmoszférával. Gázzal fűtött szalaghűtőkemence vertikálisan örvénylő atmoszférával. A különböző kemencék műszaki-gazdasági mutatóinak grafikus ábrázolása és összehasonlítása. (p: 101—104; á: 12; t: 1; b: 7)

Svehla V.: Üvegsövezetékek és alkalmazásuk iparunkban II. (folytatás a 3. számából).

Az üvegsövezetékek tervezése és kivitelezése. Az üvegsövezetékek alkalmazásának előnyei és költségkihatásai. A szerzett tapasztalatok és a további alkalmazás területei. (p: 104—106)

Duba J.: Kád-kemencék aktuális kérdései II.

(p: 106—109; t: 3)

Frank J., Obraz K.: Őblősüvegek konzervgyáraink részére.

Az üvegekkel szemben támasztott követelmények. (p: 110—112; á: 8)

A százéves karlsbadi kristályüveg.

(p:131; á:2)

Broul J.: A szén-gáz-dolgozók és a generátor állomások dolgozóinak prémiuma.

A generátor állomás dolgozóinak fizetett prémiumok és a prémium tényező hatása a dolgozók bérezésére. A két fő tényező: a hamuban el nem égett szén és a generátorgáz minőségének befolyása a prémiumra. A szén maximális kihasználása és az el nem égett szén minimálisra való csökkentése. A generátorgáz minősége és a szén helytelen elégetésének gazdasági hatásai. (p: 132—133; á: 1; t: 4)

Bednár J.: A normatívák összeállítása a finomkerámiai iparban.

A műszaki normák megállapításának módszerei egészségügyi berendezések 12 fajtájánál. A gyártási eljárásoknál levő munkamenet ideje, a munkafázisok grafikus ábrázolása. A gyártmány súlyának és a szükséges gyártási idő függvényének grafikus

ábrázolása. Összetett munkanemek normatíváinak megállapítása. Szükséges intézkedések. (p:133—135; á:1; t:3)

Zoula V.: Kád-kemencék aktuális kérdései. III.

Technológiai eljárások. A kemencék üzemeltetése, kiszolgálása és ellenőrzése. A kádkemence fajtái, nagyságuk és minőségük. Az alapanyag összetétele és az olvasztott üveg tulajdonsága. A kemencék tüzelésére felhasznált gázok légnyomás vizsgálata. A kemencében levő hőmérséklet. A kemence üzemzavarainak kiküszöbölése és az ellenőrzés módszerei. A kádkemencék karbantartása. (p:136—139; á:1)

Vykouk V.: Új gyártmányok műszaki üvegből.

Műszaki üvegből készült üvegcsövezetek és más berendezések használata az élelmiszer- és kémiai iparban. Az üveg-desztillátor berendezés ismertetése. Elektromos fűtésének megoldása. A desztillált víz minősége, szükséges elektromos energia mennyisége, a hűtővíz szükséglete. (p:140—141; á:3)

Nosek J., Tucek A.: A finomkerámia és porcelán-gyártásnál használt víz.

Finomkerámia ismertetése. A felhasznált víz minőségével szemben támasztott követelmények. A víz kémiai összetétele. A gyártásnál előforduló zagyvizek összetétele. Vízfajták kémiai elemzése. A zagyvizek tisztítása. (p:141—145; t:3)

Svédová J., Zednicek J.: Kerámiaipari filtráló szövetek.

Filtrálásra alkalmas anyagok tulajdonságai. Filtrálókkal szemben támasztott követelmények. Szintetikus anyagok (nylon, perlon, silon, stb.) előállítása és azok alkalmazása a textiliparban. Polyamid szálakból készült filtrálók előnyei, azokkal végzett kísérletek eredményei. Egyes műanyagok alkalmazásával elért eredmények. A műszaki adatok összehasonlítása. Az új anyagok előnyei: nagyobb élettartalom, alkalmasabb munkamenetet biztosít, kerámiaanyag megtakarítást eredményez, a munkatermelékenységet emeli. (p:145—148; á:10; t:1)

6. számából

Bláha, V.: Beruházás az építőanyagiparban (p: 221—222; t: 2).

A mai helyzet Csehszlovákiában. A beruházások beosztása a termelési ágazatok szerint és a beruházások struktúrája. A jelenlegi hiányok. A helyzet és a fejlődési irányzatok külföldön. A jelenlegi állapot kiértékelése, a további munkák főirányai és céljai az építőanyagipar beruházásának területén.

Srbek, F.: Könnyű téglák kísérleti gyártása az Észak-Csehország-i medence meddő agyagából és pernyehulladékból (p: 223—227; á: 3; t: 3).

Meddő agyagok és pernyehulladékok felhasználásával foglalkozó kutatómunka fejlődése. A könnyű tömör téglá, sejtégla kísérleti gyártásának részletes leírása. A könnyű téglá tulajdonságainak áttekintése, kiértékelése. A jövőbeni gyártmányok tervezése. A helyi anyagok felhasználása könnyű építőanyagok gyártására.

Vasicek, J.: Az Észak-Csehország-i barnaszén medence meddő agyagából készült könnyű sejtégla-falazat műszaki tulajdonságai (p: 227—230; t: 6; b: 3).

A mai szám 223—227. oldalon megjelent Srbek, F. által közölt cikk kiegészítése. Pillérekben álló falazat hőtechnikai tulajdonságainak tekintetében végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek ismertetése. Tömör és sejtéglaból készült egyszerű és kettős válaszfalak hangszigetelése. Egyéb könnyű elemek hőszigetelő tulajdonságai.

Tolde, O.: Éreszegény kőzetnyersanyagok geológiai vizsgálatai (p: 232—233).

A geológiai kutatómunka célja az építőanyagiparban. A munka folyamata a lelőhelyek átvizsgálásukor. A kutatás fejlődése, hiányai és a szükséges javítások. Az egyes tényezők: kémiai, technológiai értékelések, vegyelemzés ismertetése.

Kubát, F.: Kerámiai csempék és burkolólapok automatikus préselése (p: 234—236; t: 2; b: 4).

A csempék és burkolólapok formázási módszerének megállapítása. Poranyagból készülő csempék és burkolólapok gyártásához szükséges prések fejlődése. A poranyagból készülő csempék és burkolólapok automatikus préselésének fejlődése.

Korinek, L.: A kovaföld a csehszlovák népgazdaságban (p: 240—242; á: 4; b: 3).

Az egyes lelőhelyekről származó kovaföldek műszaki jellemzői. Kovaföld készítmények szigetelő és egyéb építőipari célokra. A kovaföld gyártmányok fejlődése. Kovaföldből készült autoklávolt panelek. Kovaföldanyag filtrálás céljaira. Kovaföldből készült szigetelőanyagok és égetett kovaföld elemek. A külföldi tapasztalatok kiértékelése.

Tybor, J., Coufal, J.: Építőanyagok mérésére szolgáló méretek és berendezések (p: 243—245; á: 7).

Az anyag pontos mérésének jelentősége az építőanyag gyártásánál. Cementgyártásnál használatos mérlegek, adagolók, szalagmérlegek, vasúti és gépkocsi mérlegek. A beton keverékénél használatos mérlegek, adagoló berendezések stb. ismertetése. Távolból való irányítás és a mérést regisztráló adagolóberendezések.

7. számából

Vácha, J.: A beruházás finanszírozásának új rendezése (p: 257—258).

A beruházás finanszírozásának forrásai. A beruházási összegek és a pénzügyi keretek. A tervezési, pénzügyi, költségvetési és szerződési dokumentáció egyszerűsítése. A saját részsiben résztvevő beruházások finanszírozása és számlázása. A nyereségből finanszírozott terven kívüli beruházások. A korszerűsítési intézkedések hitellel. Az új előírások rövid kiértékelése.

Rosa, J., Petr, V., Smahel, I.: A mész égetése poralakban (p: 259—265; á: 12; b: 7).

Új mészégetési módszer. A mészgyártás korszerűsítése. A munka rövid leírása elméleti indokolással. Az elért eredmények és a felhasználás lehetőségei.

Dobry, M., Stepánek, V.: Moravai tufából készült betonok technológiája (p: 266—270; á: 8; t: 11; b: 12).

A könnyű betonok gyártásához szükséges nyersanyagok kibővítése. A vulkanikus tufák lelőhelyei, fizikai-kémiai és technológiai tulajdonságai. Elemgyártás tufabetonból. Az eredmények kiértékelése.

Bezručka, S.: A robbanóanyagokra vonatkozó adatok (p: 272—274; t: 3; b: 3).

A robbanás meghatározása. A robbanóanyagok felosztása. A bratiszlavai Dimitrov-művekben gyártott robbanóanyagok.

Pavlik, S.: Mozgó és hordozható daruk fejlődése és gyártása (p: 275—280; á: 7).

A második öt éves tervben gyártott daruk áttekintése.

ÉPÍTŐANYAG

Felolvas szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felolvas kiadó: Solt Sándor — Megjelent 820 példányban

Előfizetés a Posta Központi Hírlap Iroda Vállalatnál, Budapest, V., József nádor-tér 1. Távb.: 180-850

Előfizetési díj: 42.— Ft. (egész évre), egyes szám ára: 7.— Ft. Csekkzámlaszám 61.282

41278-689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felolvas: Povárny Jenő)

MAGYAR

TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

KÖNYVTÁRA

A Műszaki Könyvkiadó hirdetésekét vesz fel
az alábbi díjszabás szerint :

Egészoldalas hirdetés ára	1300,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	650,— „
Negyedoldas hirdetés ára	325,— „

HIRDESSEN AZ

É P Í T Ő A N Y A G B A N

A hirdetések az alábbi címre küldendők :

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, Budapest, V., Bajesy-Zsilinszky út 22. szám
és ÁLLAMI HIRDETŐ, Budapest, V., Felszabadulás-tér 1.

A befizetéseket az MNB 44 csekkszámára kérjük



MEGJELENT!

J. G. SZMIRNOV:

A vakolómunkák gépesítése

A most megjelent kiadvány leírja a Szovjetunióban a legjobb vakológépekre kiírt második össz-szövetségi pályázaton bemutatott gépeket és ismerteti az egyes vállalatok és feltalálók tapasztalatait. A függelék ismerteti a vakolás gépesítésének magyar vonatkozásait, a hazai vakológépek és berendezések szerkezetét, valamint a gépi fröcskölés munkamódszerét. A könyvben foglaltakat kivitelező vállalatok, tervező intézetek és tudományos kutató intézetek mérnökei, műszaki dolgozói, valamint az építőipar művezetői részére írták.

88 oldal

65 ábra

Ára fűzve: 7,50 Ft

EGYEDI—ARATÓ—SEGÝÓ:

Központi fűtés szerelő munka (4. kiadás)

Az első három kiadásban igen rövid idő alatt elfogyott könyv a központi fűtés szerelésével kapcsolatos sokoldalú feladatokat olyképpen ismerteti, ami alkalmas arra, hogy az ezen a területen dolgozó főszerelő-lakatos, hegesztő és kőműves szakmunkások a szükséges alapismereteket elsajátíthassák, de a szakmai műveletekkel is tisztában legyenek. A könyv részletesen tárgyalja a központi fűtés rendszereit, a különböző kazánokat, fűtőtesteket és ezek szerelvényeit, a munkahelyen elvégzendő feladatokat és az egyes szerelési műveleteket. Részletezi a szerelés utáni munkákat és útmutatást nyújt az átadandó berendezés kipróbálására.

108 oldal

64 ábra

Ára fűzve: 8,50 Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, illetve beszerezhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesbolt: Műszaki Könyvesbolt, Lenin körút 7

„Népszava” Műszaki Könyvesbolt, Lenin körút 17