

302935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

9

XXXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1987. SZEPTEMBER
ÉPÍTŐANYAG, 39 (9) 257–288 (1987)

A mész- és cement-,
az üveg- és a finomkerámia-,
a téglá- és cserép-,
a kő-kavics- és a betonipar,
a szigetelőanyagok iparának
tudományos szakirodalmi
folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Balázs György

Dr. Bálint Pál

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Iffy László

Dr. Jilek József

Dr. Kacsalova Lídia

Dr. Kertész Pál

Dr. Kovács Róbert

Dr. Kunvári Árpád

Lenkei György

Dr. Mátrai József

Dr. Mihócs Ferenc

Dr. Opoczky Ludmilla

Riesz Lajos

Sápi Lajos

Serédi Béla

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilwerger Ferenc

A rajzokat készítette:

Loósz Józsefné

TARTALOM

<i>Pethő Szilveszter—Tompos Endre</i> : Termékágyas aprítás hengerpréssel	257
<i>Scheuer Gyula—Schweitzer Ferenc</i> : Tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek kifejlődési formái és építőipari hasznosításuk	262
<i>Balázs György—Deméné Csányi Erika—Liptay András</i> : Útalapbeton pernye—mész—cement kötőanyaggal	268
<i>Mátrai József—György Józsefné—Szegedi Ágnes</i> : Téglakivirágzások vizsgálata (I. rész)	275
<i>Solt Attila—Hugyák László</i> : Osztott felépítésű folyamatirányító rendszer a Beremendi Cementgyárban	279
<i>Hámori Tamásné</i> : Agyagadalékos hőszigetelő perlitidomok szilárdságnövelésére vonatkozó kísérletek	285
<i>Horváth Hilda</i> : Portré Fábry János iparművészről	287
A világ szilikátiparából	261, 278

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Петё, С.—Томпос, Э.</i> : Измельчение материалов с помощью валкового пресса	257
<i>Шеуер, Д.—Швейцгер, Ф.</i> : Формы развития и возможности использования в строительной промышленности известняков водных источников озерно-болотного типа	262
<i>Балаж, Дь.—Демене, Ч. Э.—Липтай, А.</i> : Основной дорожный бетон из золо—изветского—цементного вяжущего	268
<i>Матраи, Й.—Дьердь, Й.—не Сегеди, А.</i> : Испытания высолов кирпичей (I.)	275
<i>Шольт, А.—Худьяк, Л.</i> : Разделенная система управления процессом на Беремендском цементном заводе	279
<i>Хамори, Т.—не</i> : Эксперименты по повышению прочности теплоизоляционных перлитовых идомов с добавкой глины	285

CONTENTS

<i>Pethő, Szilveszter—Tompos, Endre</i> : Product Bed Comminution by Roller Presses	257
<i>Scheuer, Gyula—Schweitzer, Ferenc</i> : Freshwater Limestones of Lacustral and Paludal Type; their Development and Industrial Use	262
<i>Balázs, György—Deme-Csányi, Erika—Liptay, András</i> : Road Foundation Concrete with a Fly Ash—Quicklime—Cement Binder	268
<i>Mátrai, József—György, Józsefné—Szegedi, Ágnes</i> : Investigation of Brick Efflorescence (I.)	275
<i>Solt, Attila—Hugyák, László</i> : Process Control System of Divided Configuration in the Beremend Cement Factory	279
<i>Hámori, Tamásné</i> : Experiments to Increase the Strength of Thermally Insulating Perlite Bodies with Argillaceous Bond	285

INHALT

<i>Pethő, Szilveszter—Tompos, Endre</i> : Zerkleinerung auf Gutbett durch Zylinderpresse	257
<i>Scheuer, Gyula—Schweitzer, Ferenc</i> : Ausbildungsformen und industrielle Verwendung der Quellwasserkalksteine von Teich-Morast-Typ.	262
<i>Balázs, György—Frau Deme, Csányi Erika—Liptay, András</i> : Ein Strassengrundbeton mit dem Flugasche-Kalk-Zement Bindemittel	268
<i>Máttra, József—Frau György, Ilona—Frau Szegedi, Ágnes</i> : Die Untersuchung der Ziegelausblühungen. (I.)	275
<i>Solt, Attila—Hugyák, László</i> : Prozess-Steuerungssystem mit geteiltem Aufbau in dem Zementbetrieb Beremend	279
<i>Frau Hámori, Zsuzsanna</i> : Versuche für die Festigkeitsteigerung der wärmedämmenden Perlitformteilen mit Tonzusatz	285

Termékágyas aprítás hengerpréssel

PETHŐ SZILVESZTER—TOMPOS ENDRE
Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc

1. Bevezetés

Különösen az energiaárak emelkedése óta az egyes szemcsékkel és a szemcseskollektívák végzett széles körű kísérleteket siker koronázta. A kísérletek eredményei szerint olyan rideg törésre hajlamos anyagok, mint a cementklinker, érc, mészkő, kvarchomok, a szekunder nyersanyagok legtöbbször, égetett mészkő a legkisebb fajlagos energiaszükséglettel nyomó igénybevétellel apríthatók. A szükséges nyomó igénybevétel azonban az eddig alkalmazott igénybevételeknél lényegesen nagyobb.

A kísérleti eredményekből levont következtetések új felismerésekhez, ezen keresztül új eljárás és új berendezés kialakításához vezettek. Az új eljárás a termékágyas aprítás, az új berendezés neve nagy nyomású hengerpréssé. Az eljárás és a berendezés kifejlesztése Schönert professzor nevéhez fűződik, aki 2708 053 szám alatt a Német Szövetségi Köztársaságban szabadalmat jelentett be [1, 3].

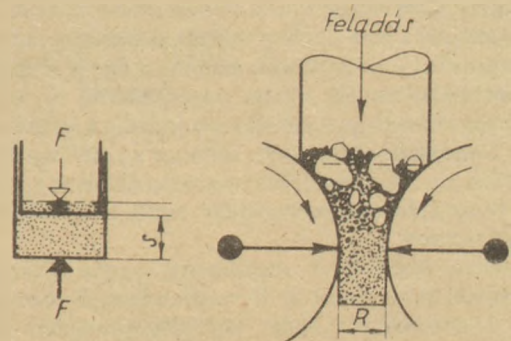
Számos félüzemi kísérlettel és üzemi eredményekkel igazolták, hogy a termékágyas aprítás bevezetésével a fajlagos energiaszükséglet legalább 20%-kal, kedvező esetben 30%-kal sikerült csökkenteni, egyúttal a feldolgozó képességet 40–50%-kal növelték. A gazdaságosságot a dobmalomban való őrléshez képest még az is fokozza, hogy a nagy nyomású hengerpréssé alkalmazásával a kopás lényegesen csökkenthető [2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13].

A következőkben az eddig megjelent publikációk segítségével ismertetjük az eljárás alapelveit, az eddigi technológiai megoldásokat és üzemi tapasztalatokat.

2. A termékágyas aprítás alapelvei

A termékágyas aprítás alapelveit az 1. és 2. ábra segítségével ismertetjük. [5, 8, 9, 12, 13].

Az 1. ábra bal oldali részén azt a hengert látjuk, amellyel a laboratóriumi kísérleteket végezték. Ennek aljára helyezik a szemcsés anyagot előre meghatározott rétegvastagságban és azt egy dugattyú segítségével nyomó igénybevételnek teszik ki. Az ábrán a dugattyú két szélső helyzetét is feltüntették. A nyomás befejeztével a szemcsés anyagra, tehát a termékágyra F erő hat, a dugattyúnak a hengerfenéktől való távolsága az s .

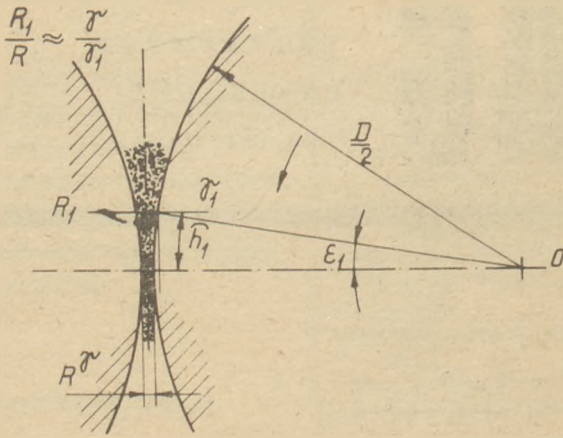


1. ábra. Nyomással történő aprítás a termékágyban

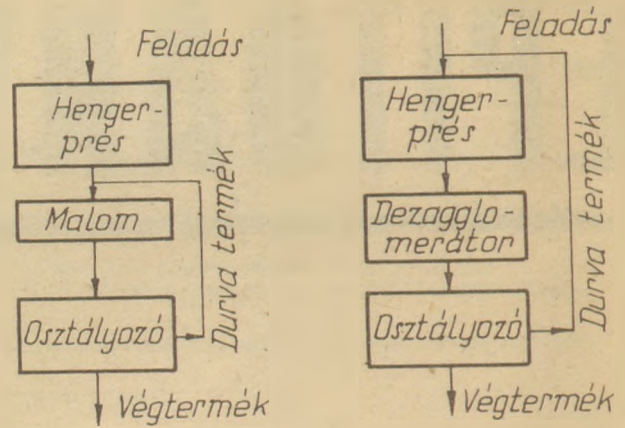
réstávolság. A szakirodalom szerint ebben a készülékben a nyomófeszültséget 300 MPa-ig [2], ill. 800 MPa-ig [8] tudták fokozni. Ugyanezen ábra jobb oldali részén a szükséges nagy nyomást folyamatosan kifejteni képes sima hengerpréssé látjuk. Közvetlenül a berendezés felett a tömött adagolást folyamatosan biztosító feladósó van elhelyezve. A sima hengerpár állandó R résszélességgel üzemel.

A hengerpréssé vezetett anyag előbb tömörödik és ekkor lesz egy olyan helyzet, amikor sűrűsége pontosan megfelel a henger aljára helyezett anyagénak, azaz a sűrűség a laza térfogatsúlynak felel meg. Az így előállott termékágyra, ugyanúgy, mint a henger alján levő anyagra, egyre fokozódó nyomás nehezedik.

Kisebbségre hatására, ekkor az s , ill. az R távolság nagyobb, a termékágyban levő szemcsék nem mindegyike törik el, a törési valószínűség 100%-nál kisebb. A nyomás növekedésével, azaz s és R csökkentésével egyre több szemcsé törik el, egy meghatározott kis szemcseméretnél finomabb anyag tömeghányada növekszik, az átlagos szemcseméret csökken. Ekkor az el nem tört szemcséken makro- és mikroméretű repedések képződnek, a további törés szempontjából gyengülési helyek alakulnak ki. Egy bizonyos nyomásnál fellép a szemcsék agglomerálódása, még nagyobb nyomásnál brikettelési jelenségek is észlelhetők. Igen nagy nyomásnál a sima hengerpréssé R szélességű kompaktálódott



2. ábra. A hengerprés geometriai viszonyai



3. ábra. Előrekapcsolt és körfolyamatban üzemelő hengerprés

anyagszalag hagyja el, a hengeres edény alján egy aránylag lapos brikett képződik.

A 2. ábrán a két henger között be van jelölve az az R_1 távolság, amelynél a hengerprésre vezetett szemcsés anyag a γ_1 laza térfogatsúlyt veszi fel. Ennek az R_1 távolságnak kijelölése azon tapasztalat alapján történt, amely szerint ez az R_1 távolság úgy aránylik az R résszélességhez, mint a hengerpárt elhagyó kompaktálódott anyag γ sűrűsége a γ_1 térfogatsúlyhoz: $R_1/R \approx \gamma/\gamma_1$. R_1 ismeretében meghatározható az ϵ_1 szög, a h_1 körív, továbbá az a hengerfelület, amely a termékágyra nyomást gyakorol.

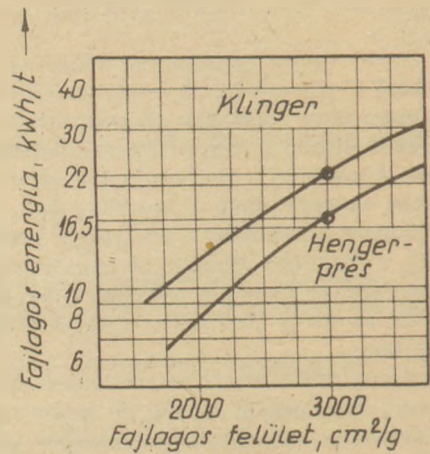
A hatóerő nagysága a résszélességgel van közvetlen kapcsolatban. Minél kisebb az R résszélesség az R_1 mérethez képest, a termékágyra annál nagyobb nyomóerő hat. Nyilvánvaló, hogy a legmegfelelőbb résszélességet csak szisztematikus kísérletek segítségével lehet beállítani és annak adott esetben tízedmilliméterekkel történő megváltoztatása az eredményességet jelentősen befolyásolja.

A sima hengerprést elhagyó anyag általában agglomerálódott állapotban van. Ezért ezt az anyagot legelőször is dezagglomerálni szükséges, hogy az így előálló szemcsés anyaggal a szükséges műveletek elvégezhetőek legyenek. Laboratóriumi jellegű kísérleteknél a dezagglomerálás vízben való diszpergálást jelent. Cementművekben ezt a műveletet rövid, kis golyótöltésű, tehát kis energiaszükségletű dobmalomban végzik, de más megoldás is lehetséges.

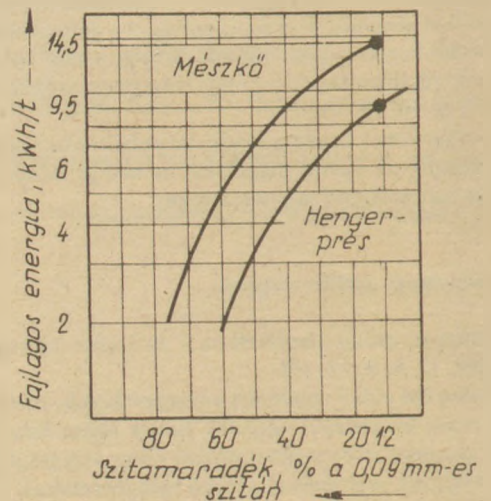
3. A termékágyas aprítás technológiája

A 3. ábrán a nagy nyomású hengerprés két fő alkalmazási lehetőségét mutatjuk be [13]. Az ábra bal oldali részén az „előrekapcsolt” hengerprés az anyag előkezelését végzi, a kompaktálódott anyag malomosztályozó körfolyamra kerül. Itt tehát a dezagglomerálást a további őrléssel együtt a malom végzi. Az őrlési idő a malomban azért csökken, mivel ide finomabb szemcsézetű anyag kerül és még annak következtében, hogy a durvább szemcséken a hengerprésben a makro- és mikrorepedések képződtek. A hengerprés azonban finom, cementművekben kész termék előállítására is alkalmas, ha azt a 3. ábra jobb oldali részén látható módon dezagglomerátorral és osztályozóval zárt körfolyamban üzemeltetjük.

A 3. ábra bal oldali részén bemutatott előkezeléssel elérhető eredményekről a 4. és 5. ábra tájékoztat. A 4. ábrán a

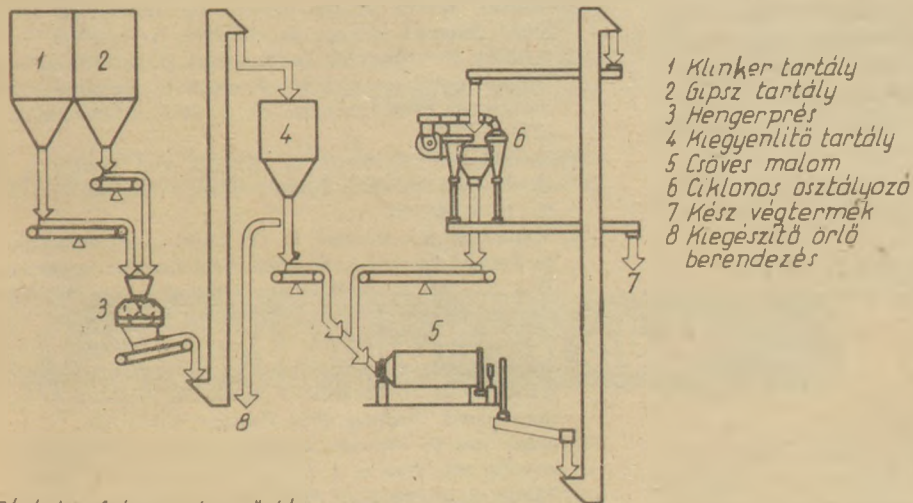


4. ábra. Fajlagos energiaszükséglet változása a fajlagos felület függvényében



5. ábra. Fajlagos energiaszükséglet változása a 0,09 mm-es szitamaradék függvényében

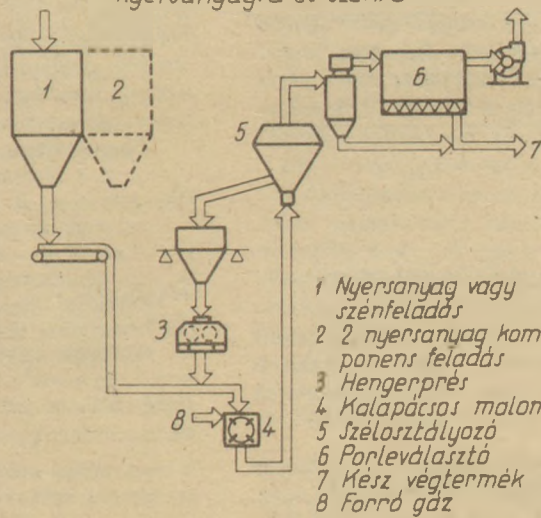
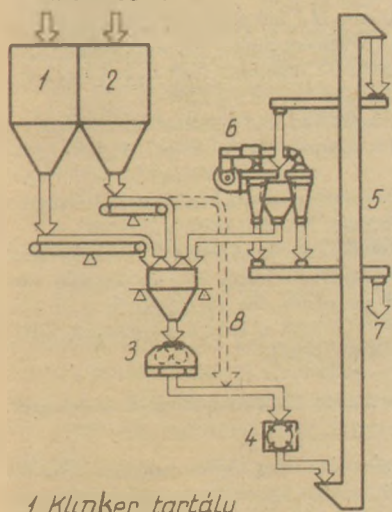
Örlés hengerpréssel és csöves malommal



- 1 Klinker tartály
- 2 Gipsz tartály
- 3 Hengerprés
- 4 kiegyenlítő tartály
- 5 Csöves malom
- 6 Ciklonos osztályozó
- 7 Kész végtermék
- 8 Kiegészítő őrölő berendezés

Zárt körfolyamatos őrlés hengerpréssel cement előállítására

Zárt körfolyamatos őrlés hengerpréssel nyersanyagra és szénre



- 1 Klinker tartály
- 2 Gipsz tartály
- 3 Hengerprés
- 4 Dezagglomeráció
- 5 Serleges elevátor
- 6 Ciklonos osztályozó
- 7 Kész végtermék
- 8 Tetszőleges anyagáram

- 1 Nyersanyag vagy szénfeladás
- 2 2 nyersanyag komponens feladás
- 3 Hengerprés
- 4 Kalápcás malom
- 5 Szélosztályozó
- 6 Porleválasztó
- 7 Kész végtermék
- 8 Forró gáz

6. ábra. Hengerpréssel technológiák

cementklinker fajlagos felületének függvényében a fajlagos energiaszükséglet változását tüntettük fel hengerpréssel és hengerpréssel beépítésével. Az ábráról megállapítható, hogy hengerpréssel beépítésével 3000 cm²/g fajlagos felületű cementliszt előállításának fajlagos energiaszükséglete 22 kWh/t-ról 16,5 kWh/t-ra csökken. A csökkenés mértéke tehát 25%-os, egyúttal a feldolgozó képesség 45%-kal növekszik. Az 5. ábrán a mézskőrlemény 0,09 mm-nél durvább termékének függvényében szintén a fajlagos energiaszükséglet változását látjuk hengerpréssel és hengerpréssel alkalmazásával. Ha az őrleményben a 0,09 mm-nél durvább rész tömeghányada 12%, úgy hengerpréssel beépítésével a teljes energiaszükséglet 14,5 kWh/t-ról 9,5 kWh/t-ra csökken. A csökkenés mértéke itt is kb. 25%-os, a feldolgozó képesség pedig 50%-kal növekszik.

A termékágyas aprítás akkor a legeredményesebb, ha a hengerpréseket közvetlenül a kész cementliszt előállítására építik be. Ekkor az osztályozó dara terméke a hengerprésre kerül visszaadásra.

A továbbiakban a KHD-cég által ajánlott technológiákat és az általuk gyártott hengerprések legfontosabb műszaki paramétereit ismertetjük [15]. A GESS néven forgalmazott technológiákat (Grinding Energy Saving System) a 6. ábra segítségével mutatjuk be. Az ábra felső részén látható technológia előrecsatolásos hengerpréssel előkezelést végez, a kompaktaiódott anyag körfolyamatos őrlésre kerül. Az itt levő hengerpréssel a cementművek kész termék és nyersanyag oldalán tulajdonképpen rizikó nélkül alkalmazható: beépítésével a 4. és 5. ábrán közölt eredmények igen nagy valószínűséggel várhatók. A 6. ábra alsó részén két törzsfát

találunk. Az egyik klinker őrlésére alkalmas és pontosan megfelel a 3. ábra jobb oldali részén feltüntetett kapcsolási sémának. A hengerprés terméke a dezagglomerálást végző ütőpálcás malomra kerül. Az őrleményt jó szétválasztási élességgel külsőciklonos szélosztályozó választja szét finom és dara termékre. Az utóbbi a hengerprésre visszajár. A másik törzsfán bemutatott technológia alkalmas a nyersanyagok szénrel együtt a kívánt szemcseméretre való őrlésére. A megfelelően előtört anyag előbb kalapácsos malomra kerül, csak a töret osztályozóval leválasztott durva terméke kerül a hengerprésre.

Az 1. táblázatban a KHD HUMBOLDT WEDAG cég által gyártott hengerprésnek legfontosabb műszaki adatait találjuk meg [15].

1. táblázat

A KHD HUMBOLDT WEDAG cég hengerprésének műszaki adatai

Típus HW—RP	Teljesítmény, t/h*	Energiaszüks., kW*	Béptelj. kW	Méretek, mm			Tömeg, t
				hossz.	szél.	mag.	
100—40	60	180	2 × 110	4360	4060	2300	26
100—63	90	270	2 × 160	4870	4870	2500	42
115—100	150	450	2 × 300	5840	6260	3255	75

* Cementklinker

4. Az eddigi üzemi tapasztalatok rövid összefoglalása

A Német Szövetségi Köztársaság és az Egyesült Államok több cementművében a hengerprésrel való termékágyas aprítást már megvalósították. Az eddigi üzemi tapasztalatok a következők:

1. A hengerek szélein a nyomás kisebb, így a szélekről kikerült anyag nincsen megfelelően kompaktálódva. Emiatt megfelelően széles hengerprés beépítésére törekszenek.
2. A jó behúzási körülmények biztosítása érdekében a hengereknek nagy legyen az átmérője és felületük legyen érdes.
3. Bebizonyosodott, hogy a hengerprés fordulatszámának üzemi közbeni változtatásával a szemcsés anyag tulajdonságaihoz jól lehet alkalmazkodni és így a megfelelő minőség mellett a feldolgozó képesség az optimális értéken tartható.

Végül összefoglalóan megállapítható, hogy a hengerprésrel való termékágyas aprítást nagy valószínűséggel rövid időn belül a cementművekben általánosan alkalmazzák. Várható az is, hogy a bevezetésben említett szemcsés anyagok aprításánál szintén fogják alkalmazni [14].

Irodalom

- [1] Schönert, K.: Verfahren zur Fein- und Feinstzerkleinerung von Materialien spröden Stoffverhaltens. Deutsches Patent 2 708 053.
- [2] Kellerwessel, H.: Operational results of precrushing cement clinker with a choke fed roller press. Preprint, 1. World Congress Particle Technology, Nürnberg, 16—18. April 1986, Part II.

- [3] Beisner, K., u. a.: Verfahren zur kontinuierlichen Druckzerkleinerung spröden Mahlguts. Europäisches Patent 0 084 383.
- [4] Schönert, K.: Energetische Aspekte des Zerkleinerns spröder Stoffe. Zement-Kalk-Gips, Bd. 32 (1979) Nr. 1. S. 1/9.
- [5] Schönert, K.—Flügel, F.: Zerkleinerung spröder Mineralien im hochkomprimierten Gutbett. European Symposium Particle Technology 1980. Preprints Vol. A, DECHEMA, Frankfurt. 1980. S. 82/95.
- [6] Schönert, K.—Knobloch, O.: Mahlen von Zement in der Gutbett-Walzenmühle. Zement—Kalk—Gips, Bd. 37. (1984), Nr. 11. S. 563/568.
- [7] Schwechten, D.—Schönert, K.: Die Mahlung von Rammelsberger Erz und Quarz in der Gutbett-Walzenmühle. Statusbericht 1984. S. 626/639. Projektleitung Rohstofforschung (PLR) der KFA Jülich GmbH.
- [8] Schwechten, D.—Schönert, K.: Gutbett-Zerkleinerung mit großen Pressungen von mineralischen Rohstoffen. Internationale Fachtagung „Fortschritte in Theorie und Praxis der Aufbereitungstechnik“ Freiberg, 1984. Preprint, S. 116/120.
- [9] Schwechten, D.—Schönert, K.: Wet operation of high compression roller mills. Preprint. 1. World Congress Particle Technology, Nürnberg, 16—18. April 1986. Part II.
- [10] Wüstner, H.: Neue Wege der Energieeinsparung beim Mahlen von Zementklinker und Hüttensand. Zement—Kalk—Gips. Bd. 38. (1985) Nr. 12. S. 725/727.
- [11] Conroy, G. H.—Wüstner, H.: Industrial experience with high pressure comminution of cement clinker. Preprint. 28th I.E.E.E. Cement Industry Technical Conference, Salt Lake City, Utah, May 1986. I.E.E.E. Catalog No. 86 Ch 2257—1.
- [12] Patzelt, N.: Entwicklungsstand und Einsatzmöglichkeiten der Gutbett-Walzenmühle Zement—Kalk—Gips. Bd. 39. (1986) Nr. 6. S. 325/329.
- [13] Kellerwessel, H.: Betriebsergebnisse von Hochdruck-Rollenpressen. Aufbereitungs-Technik, Nr. 10. (1986) S. 555/559.
- [14] Plank, F. W.—Bauerochse, M.—Oberheuer, G.: Erkenntnisse mit der Gutbett-Druckzerkleinerung von Branntkalk und Kalkstein. Zement—Kalk—Gips. Bd. 40. (1987) Nr. 1. S. 1/6.
- [15] Roller press HW—RP 11—304 e számú prospektus KHD Humboldt WEDAG, Köln, NSZK.

Pethő Szilveszter—Tompos Endre: Termékágyas aprítás hengerprésrel

A hengerprésrel való aprítás olyan rideg törésre hajlamos szemcsés anyagoknak, mint a klinker, mészkő, égetett mész, ércek, a szekunder nyersanyagok legtöbbje, az eddigieknél 20—30%-kal kisebb fajlagos energiaszükséglettel, 40—50%-kal nagyobb feldolgozó képességgel való őrlésére alkalmas. Mivel ennek az új technológiának főleg a cementművekben általános elterjedése várható, ezért a szerzők az eddigi publikációik alapján a termékágyas aprítás alapelveiről, technológiájáról, az elérhető eredményekről rövid áttekintést adnak.

Pethő, Szilveszter—Tompos, Endre: Product Bed Comminution by Roller Presses

The title method can be advantageously used for the comminution of brittle materials (e.g. cement clinker, limestone, quicklime, ores, most of secondary raw materials). Savings in specific energy demand up to 20—30%, increases of throughput 40—50% can be easily obtained. The further development of this technique and its general use in cement factories are forecast. A detailed review is given on the principle and technology of this method, together with recent results.

Петё, С.—Томпощ, Э.: Измельчение материалов с помощью валкового пресса

Измельчение с помощью т. н. валкового пресса таких хрупких материалов как клинкер, известняк, обожженная известь, руды, вторичные материалы требует на 20—30% меньше удельного расхода энергии, пригодно для измельчения со способностью переработки на 40—50% больше по сравнению с обычными методами. В связи с тем, что распространение этой новой

технологии ожидается прежде всего на цементных предприятиях, авторы — на основании публикаций — дают краткий обзор основ измельчения, технологии, а также ожидаемых результатов.

Pethő, Szilveszter—Tompos, Endre: Zerkleinerung auf Gutbett durch Zylinderpresse

Die Zylinderpresse ist geeignet für die Zerkleinerung spröder Stückstoffe, wie Klinker, Kalkstein, Brandtkalk, Erze, die meisten

sekundären Rohstoffe, bei einem um 20—20% niedrigeren spez. Energiebedarf, und um 40—50% höheren Aufbereitungsvermögen, als bei anderen Anlagen. Im allgemeinen ist zu erwarten, dass sich diese Technologie meistens in den Zementwerken verbreiten wird, die Autoren geben einen kurzen Überblick über die Grundbegriffe, die Technologie und die erreichbaren Ergebnisse der Zerkleinerung auf Gutbett auf Grund Ihrer Publikationen.

A világ szilikátiparából

Nő a szupravezetési hőmérséklet

A szupravezető anyagokkal folyó kísérletek során egyre több anyagot találnak, amely a korábbi igen alacsony hőmérsékletek helyett már $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett is szupravezetők. Cél az olyan anyagok kifejlesztése, melyek ezt a tulajdonságot szobahőmérséklethez közel is mutatják. Az eddig legmagasabb hőmérsékleten szupravezető anyagok réz-oxidot, bárium-oxidot, lantán-oxidot és ittrium-oxidot tartalmaztak. Más ritka földfémek oxidjait is vizsgálták, de azok eddig csak a folyékony nitrogén hőmérsékleten voltak szupravezetők. (Industrial Minerals, 1987. 4.)

Kalcium-aluminát salak Salgótarjánból

Az Industrial Minerals közlése szerint a „Salgótarjáni Egyesült Acélművekben” a gyár szabadalma alapján megkezdték a szintetikus kalcium-aluminát salak gyártását. Az üzemi termelést a Csepel Vasműben, a Dunafernél és a Lenin Kohászati Művek laboratóriumában végzett eredményes kísérletek után indították meg. A termelés egyrészt exportra szánják.

Görög cement Törökországba

Iraklis görög cementgyáros közlése szerint 500 kt zsákolt cementet szállítanak a világgpiaci ár alatt a török Ybitasnak azzal a céllal, hogy a Márvány-tenger és Isztambul térségében terítsék. Jelzések szerint az ottani építőiparnak váratlan fellendülése következett be. A cementigény 1986-ban 27%-kal nőtt és ez az igényemelkedés 1987-ben tovább folytatódik. (Industrial Minerals, 1987. 4.)

Kalcium-szilikát azbeszt pótlására

A glasgow-i Cape Industrial Products cég $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is jó szilárdságú, jó villamos szigetelő és könnyen megmunkálható anyagot állított elő Duratec márkánévvel. A termék lényegében kalcium-szilikát és villamos tekercestestől kapcsolótáblák anyagáig számos helyen kifogástalanul alkalmazható azbeszt helyett. (Industrial Minerals, 1987. 4.)

Védőhártya tűzálló anyagok tartósságának javítására

A sharoni (Pa.) High-Tech Processing Corp. olyan teljesen záró védőhártya-összetételt dolgozott ki, amely fémglyártó

kemencék és üstök tűzálló anyagainak élettartamát jelentősen megjavítja. Az „elektrotermikus membrán” elnevezéssel jelölt anyag a gyártómű szerint forradalmasítja a fémolvadék-ipart, amennyiben majdnem 15-szörösére növeli a tűzálló anyagok élettartamát. Az elmúlt hét év során sikerült olyan anyagösszetételt kialakítani, amely a fémolvadékot megvédi a tűzálló anyagból eredő szennyeződéstől, a tűzálló anyagot pedig a fémbezárgástól. A védőhártya használható pórusos és tömör tűzálló anyagokra a hőhatásnak és korróziós igénybevételnek kitett zónákban.

Ferro-titán gyártó elektromos ivkemence tűzálló anyagainak élettartamát a membrán alkalmazásával üzemi kísérlet során négyszeresére tudták meghosszabbítani, és a kemencéből kibontott kövek „egyáltalán nem” mutatták az elhasználódás jeleit. A membrán állja a villamos ivből eredő részecskék romboló hatását is.

(American Metal Market, 1987. ápr. 13. p. 5.)

Az építőanyag-ipar helyzete az NSZK-ban

Az NSZK Építőipari Szövetsége szerint az iparág termelésének az elmúlt években megfigyelt 3—4%-os csökkenésével szemben 1987-re kb. 3%-os növekedés prognosztizálható. Az eredetileg 4%-os termelésnövekedési előrejelzést az első negyedév kedvezőtlen eredményei miatt 3%-ra csökkentették. A szövetség adatai szerint a költség/ár olló tovább nyílik, mivel 1986-ban a költségemelkedés 5%-os növekedését csak 2% építőanyagár-növekedés kísérte.

(Handelsblatt, 1987. március 18.)

Kína és USA üvegiipari együttműködése

A Kínai Népköztársaság Elektronikai Minisztériuma és a Corning Glass Works megállapodtak, hogy Kínában vegyesvállalatot létesítenek üvegiipari tervezési és beruházási munkák elvégzésére. A vegyesvállalat első feladata három kínai TV képcsőgyár létesítése. A vállalat végzi a leendő kínai üvegiipari szakemberek betanítását is. A Sino-American Glass Engineering Co Ltd.-ben a Corning cég 50% tőkerészesedést vállalt. Kínai hivatalos közlés szerint a három TV képcsőgyár létesítése része annak a tervnek, amely célul tűzte ki a hazai TV készülégyártás gyorsított fejlesztését. A fejlesztés a TV nagyobb mértékű bevonását teszi lehetővé a közoktatásban. Li Tiejing elektronikai miniszter szerint 220 millió családnak van Kínában jelenleg konkrét igénye TV-készülékre. (Amer. Ceram. Soc. Bull. 1987. 1.)

Tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek kifejlődésformái és építőipari hasznosításuk

SCHEUER GYULA* — SCHWEITZER FERENC**

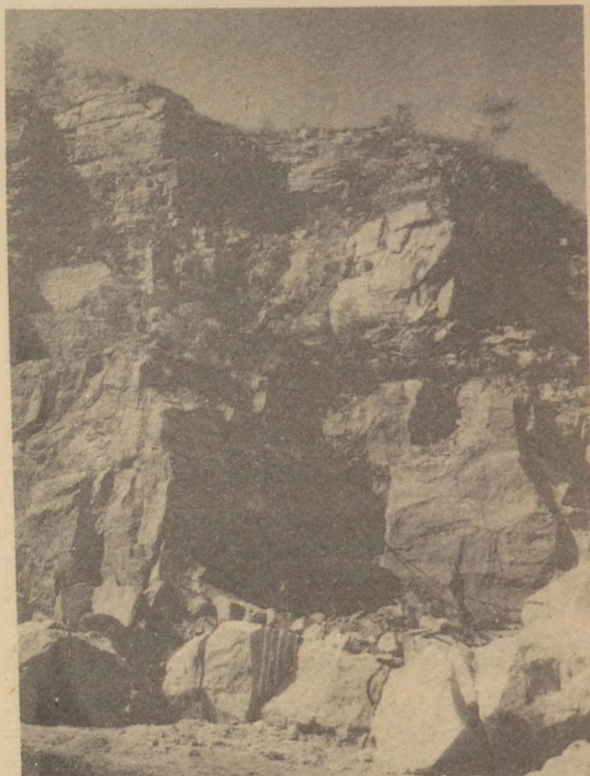
* Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest

** Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest

1. Bevezetés

Hazai vonatkozásban egykor és jelenleg is fejtett forrásvízi mészkövek a vizsgálatok és megfigyelések szerint legtöbb esetben tavi-mocsári típusúak vagyis olyan tavakban keletkeztek, amelyeket kalciumban gazdag források tápláltak és a környezetben kedvező feltételek alakultak ki a mészkőképződésnek. Az ilyen típusú mészkövek rendszerint nagyobb vastagságúak, kiterjedésük is jelentős és közetfizikai adottságaik építőanyag-ipari szempontból a legmegfelelőbbek (1. ábra).

Hazánk területén a karsztos hegységekhez vagy hegységreszekhez kapcsolódó karsztos hévforrásaink jelentős része forrástavakként ismertek. Ilyenek többek között csak a híresebbeket említve Hévíz, Tata, a budapesti Rómaifürdő, az egri és a Miskolc-tapolcai források (2. ábra). E forrásokkal egyező vagy hasonló forrástavak voltak azok az üledékgyűjtő medencék, amelyekben az előzőekben említett tavi-mocsári típusú mészkövek felhalmozódtak. Így pl. Jánosi D. [6] faunavizsgálatai szerint a budapesti Űröm-hegyi előfordulás megközelítően 1200 × 600 m-es kiterjedésű tavi forrásműködés felhalmozódásának tekinthető, amelyet igazol a hazai vonatkozásban egyedülálló halfauna- és vízilóleletek (3. ábra). Így a hévforrások táplálta tavak nagyságukkal és kiterjedésükkel kedvező életteret biztosítottak egykor itt élt állatoknak. A hazai és külföldi jelenkori forrástavaknál végzett megfigyelések és vizsgálatok tapasztalatait felhasználva megkíséreljük értelmezni azokat a jelenségeket és kifejlődésformákat, amelyek az ilyen típusú forrásvízi mészkövekre jellemzőek. Továbbá egységes rendszerbe foglalni mindazokat a tényezőket és törvényszerűségeket, amelyek típusadottságaik lényegi meghatározói. E vizsgálatokkal teljesebbé kívántuk tenni a forrásvízi mészkövekre vonatkozó ismereteinket elősegítve ezzel építőipari felhasználásukat.



1. ábra. Négy vastagságú, tömbköfjéjtésre alkalmas tavi típusú forrásvízi mészkő Süttőnél (Gerecse)

2. Tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövet lerakó források vizsgálata

A tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek igen szerteágazó és bonyolult környezeti, forrásgenetikai és egyéb tényezők szoros összefüggései révén keletkeztek. Ennek megfelelően a létrejött közet adottságai alapvetően visszatükrözik azokat a viszonyokat, amelyek felhalmozódásuk során keletkezésükben közrejátszottak. Ezért vizsgálni kell azt a területet — üledékgyűjtő medencét —, ahol a lerakódás végbement és ezen belüli sajátosságokat, továbbá ezzel kapcsolatos forrásgenetikai viszonyokat, mert a kivált karbonátanyag fő szállítója a forrásvíz volt.

Vizsgáljuk meg a recens példák figyelembevételével azokat a főbb jellemzőket és összefüggéseket, amelyek e típusú forrásvízi mészkövek esetében alapvetőek.

2.1. A forrásvízi mészköveket létrehozó tavak-mocsarak kialakulása és típusaik

2.1.1. A tó olyan szárazföldi mélyedés, amelyben víz gyűlt össze és vízutánpótlását felszíni és felszín alatti vizek biztosítják. Így a tó keletkezésének első feltétele medencék-mélyedések kialakulása. A tavaknak számos típusa és formája ismeretes. Ezek közül csak azokkal foglalkozunk, amelyek a tárgyalt téma szempontjából fontosak és genetikájuk szorosan kapcsolódik a forrásokhoz és azok üledékképző tevékenységéhez. Ennek megfelelően megkülönböztethetők: a) olyan tavak, amelyeknek medrei kialakításában a források alapvetően nem játszottak szerepet, b) és olyanokat, amelyek éppen a forrásműködésnek és közetképző tevékenységüknek köszönhetik kialakulásukat és váltak üledékgyűjtő medencévé.

Az „a” típusú tavak sorába tartoznak a folyók kanyarulataiból kialakult *morotva tavak-holtágak*, *laguna tavak*, amelyek lefűződött, elgátolt öblökből fejlődtek ki és ezeket



2. ábra. Mesterségesen strandmedencének átalakított egykori forrástó Egerben, ahol a medence alján törnek fel a források

mészanyagban gazdag fenékforrások táplálnak vagy azok vize ezekbe befolyik és így válnak karbonátos közetképző tavakká.

A „b” típusú tavaknak alapvetően két típusát lehet megkülönböztetni. Az egyik típusa az, amikor a forrás dinamikus működése révén maga alakít ki intenzív anyagkihordás révén üledékgyűjtő medencét (pl. hévizi tó). E típus képviseli az igazi forrástavakat. A másik típus az, amikor a forrás üledékképző tevékenysége révén forrásvízi mészkőgátak keletkeznek és ezek vízviszaduzzasztó hatása révén jönnek létre kisebb-nagyobb tavak. Ilyen duzzasztott tavaknak kétféle változata fordul elő. A karsztos hegységek vízfolyásaiban gyakran mészkőgátak keletkeznek és ezek a folyók vizét tavakká duzzasztják. Leghíresebbek a plitnicei tavak Jugoszláviában (4. ábra). A másik típusú duzzasztott tótípus akkor jön létre, amikor a lejtős térszínen lefolyó mészben gazdag források ún. tetarátákat építenek fel és ezek mögött kisebb-nagyobb medencékben gyűlik össze a forrásvíz és történik üledékképződés (5. ábra).

Az előzőekben tárgyaltakhoz kapcsolódva meg kívánjuk jegyezni, hogy a természetben sok esetben a fenti típusokon belül számos változat egyedi adottság mutatható ki, továbbá egyes típusok átmeneti formái is a másik felé kimutathatók.

2.12. A tavak alakja nagyon sokféle lehet. Nagyságuk, hosszúságuk, szélességük, mélységük szerint lehet őket kategorizálni. Az általunk figyelembe vehető állóvizek egyértelműen a kisebb tavak sorába tartoznak, de ezen belül egymáshoz viszonyítva mégis jelentős eltérések mutathatók ki. Az 1–2 km² felületű tavak vagy tórendszerek mellett vannak egészen kicsi 50–100 m²-esek is. A tavak alakja is igen változatos lehet. A kerek formától az egészen a keskeny



3. ábra. A Budapest Ürömhegyi tavi típusú forrásvízi mészkőelőfordulás



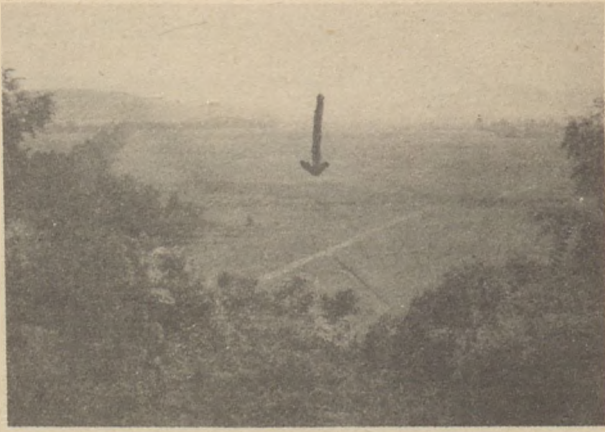
4. ábra. Forrásvízi mészkőgátak duzzasztása révén keletkezett tó Plitnicénél (Jugoszlávia)



5. ábra. Az erózióbázis felett fakadó forrástóból elfolyó karbonátanyagban gazdag víz által képződött tetarátá tavak Pamukkalénál (Törökország)

hosszúkaságig mindenféle előfordulhat. Ez összefüggésben van a tavak genetikájával. Így a völgyben levő tó követi annak vonalát. Nyilvánvaló, hogy a tavak nagysága és alakja döntően befolyásolja a keletkező forrásvízi mészkőelőfordulás kiterjedését és formáját.

A tavak mélysége is igen változatos. Az ismert legnagyobb



6. ábra. A Bodva széles alluviumán fakadó kisvízhozamú karsztforrás körül kialakult növényzettel teljesen fedett mocsaras üledékgyűjtő



7. ábra. Nádasos parti öv a Tatai forrásoknál

tómélység megközelíti az 50 m-t, de vannak csak néhány dm-es sekély tavak is. A tavaknál a morfológiai környezet is sokféle. A tavak egy része síksági területeken van — lapos sík parttal enyhén lejtő mederfenékkal (6. ábra). A domb és hegyvidéki területeken a szűkebb völgyek tavainál meredek jól meghatározható partokat találunk.

2.2. A tavi-mocsári típusú forrásvízi mészköveket felhalmozó források vizsgálata

2.21. Az ilyen típusú mészkövek keletkezését és kialakulásának formáját alapvetően a források azon helyzete határozza meg, hogy általában erózióbázison vagy annak közelében fakadnak és környezetükben kisebb-nagyobb, rendszerint sekély mélységű tavak jöttek létre. A tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek származásilag lényegében változatos és különböző genetikájú forrásokhoz kapcsolhatók. A karsztforrásoktól kezdve a hévizes és poligenetikus forrásokig gyakorlatilag minden típus előfordul. Hazai vonatkozásban azonban a karsztos hévforrások voltak a mészkőtípus fő felhalmozói. E források hasonlóan a maiakhoz nagy vízhozammal (pl. 20 000 m³/d) és jelentős kalcium-hidrogénkarbonát-képző kapacitással rendelkeztek. Hidrodinamikailag pedig a felszálló vízü források sorába tartoztak, részben közvetlenül a tározó kőzetből (mészkő-dolomit) fakadva, mint pl. az egykori Bp. Ürömhegyi előfordulást létrehozó források egy része, részben pedig vízzáró képződményekkel körülvett és különböző típusú üledékekkel (folyóvízi kavics) letakart vízvezető karbonátos kőzetekből álló sabbérből származtak, mint pl. a mai Bp. Rómaifürdői források. Vizsgálataink szerint a vízáradó karbonátos kőzetből fakadó forrás és az üledékgyűjtő tó közötti kapcsolat alapján alapvetően háromféle eset fordul elő. Közvetlenül a tározó kőzetből fakadó forrás és az előtér mélyebb fekvésű részeiben alkot tavat vagy tavakat és ott csapódik ki a karbonátanyaga, tehát a forrás oldalirányból biztosítja a vízutánpótlást. A másik eset az, amikor a forrás magában a tóban fakad fenékforrásként. A harmadik esetben pedig a kettő kombinációja állt elő olyan formában, hogy oldalról és alulról egyaránt törtek fel a források és alakult ki az üledékgyűjtő tó vagy tórendszer. Ilyen adottság figyelhető meg ma pl. a Miskolc-tapolcai forrásoknál.

A források hőmérséklete a maiakhoz hasonlóan tág határok között változhatott. A hűvöstől (16–18 °C) a forróig (50–60 °C) valószínűleg mindenféle vízhőmérsékleti érték előfordulhatott. Természetesen a forrástavak

vízhőmérséklete a forrás feltörési hely közvetlen környezetében volt a legmagasabb és a partok irányába csökkent az értéke. A csökkenés, illetve a hőmérséklet-változás tavon belül nem volt a part felé egyenletes, mert a tóban kialakult áramlási viszonyok miatt jelentős eltérések valószínűsíthetők. Így pl. a megsapuló, kifolyási hely irányába mozgó víz csóvaszerűen magasabb vízhőmérsékletet biztosított, mint a környezete a gyorsabb vízáramlás miatt. Ezt az egyszerű vízhőmérsékleti képet nagyon sok külső tényező módosíthatja, pl. felszíni víz hozzáfolyása (patak folyik be a tóba), időjárás (viharok), a tó alakja és meder alakzata áramlási holttereket, pangó részeket hozhat létre, továbbá a forrás hozamának ingadozásai többek között. Ezek a körülmények és változásai természetesen kihatnak a forrásvízi mészkőképződés folyamatára is.

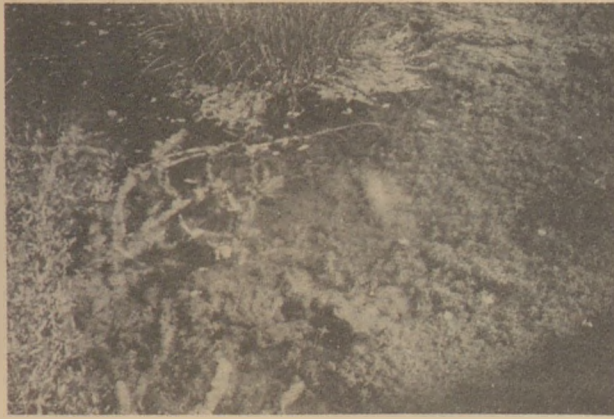
3. A tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek kifejlődésformái és alakulati sajátosságai

A forrásvízi mészkövek csoportján belül a tavi-mocsári mészkövek külön önálló típust képviselnek, mert olyan egyedi keletkezési adottságaik és megjelenésformáik vannak, amelyek csak erre a típusra jellemzőek, de ezen belül az üledékgyűjtő helyi sajátosságaiból adódóan egyedi jellemvonások számos variációja is megfigyelhető. Természetesen az egyéb forrásvízi mészkőtípusok felé mutató átmeneti formák is kimutathatók.

A tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek kifejlődésformái és alakulati sajátosságai visszatükrözik azokat a keletkezéskörülményeket és adottságokat, amelyek az üledékképződésben közrejátszottak.

3.1. A mai forrástavainkat vizsgálva és az ott szerzett ismeretekkel rendelkezve kísérhető meg értelmezni azokat a jelenségeket és alakulati formákat, amelyek a tavi-mocsári forrásvízi mészkövek sajátosságai. Határozottan lerögzíthető, hogy a mai forrástavainkhoz hasonló vagy megegyező viszonyok uralkodtak azokban a tavakban, amelyekben a forrásvízi mészkövek keletkeztek.

Megkülönböztethető mélység szerinti tagozódás a forrástavakban. Így mélyvízi (5 m-nél mélyebb) sekélyvízi és ártéri, időszakosan vízzel borított övek, és ezen belül forrásfeltörési, átmeneti és parti övek. Miután minden tóban élnek növények és ezek növényi társulásokat hoznak létre, amelyek különböző életfeltételeket igényelnek. Megkülönböztethető: nyíltvízi öv, ahol nem él helyben rögződött növényzet. Ez



8. ábra. Sekély zombékos parti sáv Tatánál. Megfigyelhető a növények víz alatti részére a karbonátkicsapódás

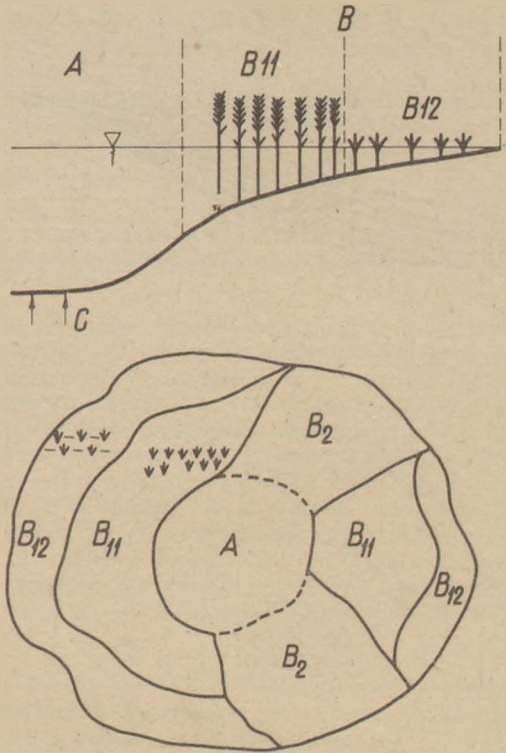


9. ábra. A parti sávban képződött nagy hézagterefogatú mészkő Almásneszmélynél. (Gerecse)



10. ábra. Zombékos parti övben képződött mészkő. Megfigyelhető, hogy a növényi részeket bevonó karbonátanyag révén szemléletesen kirajzolódik a kőzet szerkezete

megegyezik lényegében a forrás feltörési hellyel és környezetével. A nyílt vízben, hínár, békalencse stb. lebegő növények fordulnak elő. Az ebben a zónában képződött mészkő így túlnyomórészt szerves úton vegyi kiválás révén keletkeztek. Az ilyen mészkővekre az jellemző, hogy kemények, tömörek, növényi lenyomatokat vagy elhalt növényekből



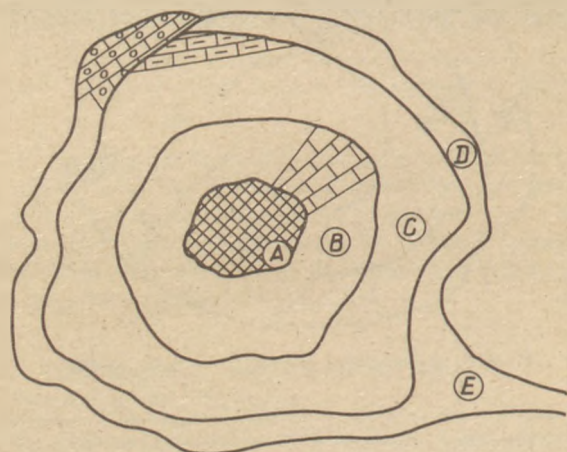
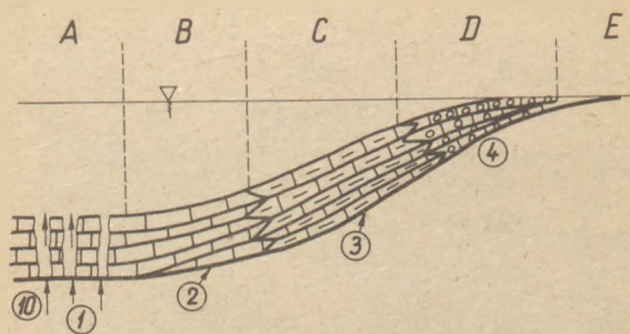
11. ábra. A forrástavak horizontális élettáji tagolódása

A nyíltvízi öv, B parti öv, B₁ növényzettel teljesen fedett parti öv, B₁₁ nádaszóna, B₁₂ zombékos zóna, B₂ szabad növényzettől mentes parti öv, C forrásfakadási helyek

származó likacsokat nem tartalmaznak. Építőipari szempontból ez a legkedvezőbb adottságú mészkőfeleség. Ilyen kifejlődésű mészkövet fejtenek egyes süttöi bányáknál. A nyíltvízi öv után a parti sávban már dús növényi vegetáció következik, amelyek már a vízben gyökerезnek, de száruk a víz fölé emelkedik. Az 1–3 m-es víz mélységközben helyezkedik el az ún. nádaszóna (7. ábra), majd a part felé a legkisebb vízelborítású területen a zombékos-sásos zóna (8. ábra). Ebben a parti sávban, ahol a növényzet részben vagy egészben beborítja a teljes vízfelületet a mészkő kicsapódásában a növényzetnek van alapvető szerepe, továbbá a forrás mészanyaga a növények víz alatti száraira csapódik ki vagy már az elpusztult és lesüllyedt növényi részeket vonja be. Így olyan mészkőfeleség képződik, amely növényi részekben rendkívül gazdag, erősen likacsos (9–10. ábra). Építőipari szempontból ez a mészkőkifejlődés már nem annyira kedvező, mert rendszerint kisebb keménységű és a likacsosság a felhasználást megnehezíti. A 11–12. ábrán kívánjuk bemutatni a forrástavak élettáji tagolódását és ehhez kapcsolódva a forrásvízi mészkőkifejlődés változásait. A part mellett vízkedvelő fajok (fűz) élnek, így ezek levelei, ágai sőt törzsei is esetenként lenyomatként vagy likacsoként és üregként kimutathatók a parti fáciesű mészkőben.

A tó parti részein nem mindenütt telepedett meg a növényzet így megkülönböztethető növényzettől mentes parti vízfelület is. Az áramlások és a hullámverés ilyen helyeken az elhalt növényi részeket törmeléként összehordja, és ezeket a mész bevonja, majd összecementálja. Ilyen hullámveréses nyíltvízi parti részekben igen nagy, hézagterefogatú túlnyomórészt összecementált inkrustációs törmelékből álló kőzet keletkezik.

Azoknál a forrásvízi mészkőveknél, ahol a kőzetfelhalmozás nem egy forrástóban történt, hanem több kisebb-



12. ábra. A tavi forrásvízi mészkő horizontális tagolódása

1 források, 1.a forrásjárat, 2 tömör rétegzett vegyi kiválású mészkő, 3 likacsos növénymaradványokban gazdag összetett kiválású (szerves és szervetlen) mészkőféleség, 4 növényi részekre kivált inkruztaációs törmelékanyagú forrásvízi mészkő, A forrásfeltörési öv, B mélyvízi zóna, C sekélyvízi zóna, D parti hullámverés és ártéri zóna, E a forrásvíz kifolyása

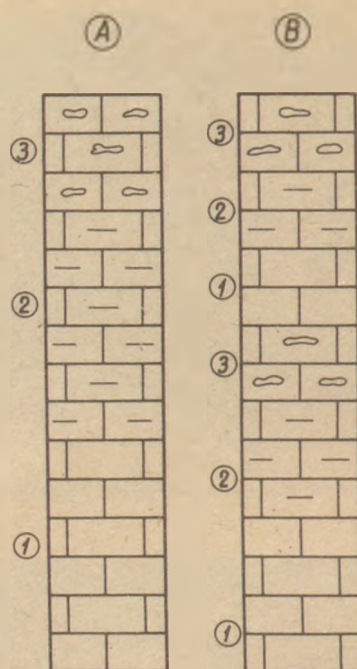
nagyobb forrástavak rendszere együttesen volt az üledékgyűjtő, ott ezek a fáciesek egymásba fogazódva jelentkeznek.

Egyes tavaknál, amelyek nem fenékforrásokból táplálóznak az előzőektől kissé eltérő fáciesviszonyok alakulnak ki. A nyíltvízi öv ott a forrás befolyásának környezetében alakul ki.

Megkivánjuk jegyezni, hogy az üledékgyűjtő tavak alakja, kiterjedés és vízmélység adottságai nagymértékben befolyásolják az egyes zónák nagyságát és kiterjedését. Sőt a mészkő lassú felhalmozódása következményeként a tó „tágul”, felülete növekszik miközben elsekélyesedik, így vizinövények élettere-zónája is megnő, ami magával hozza azt, hogy az ilyen jellegű mészkőféleség képződése is fokozódik és kiterjed.

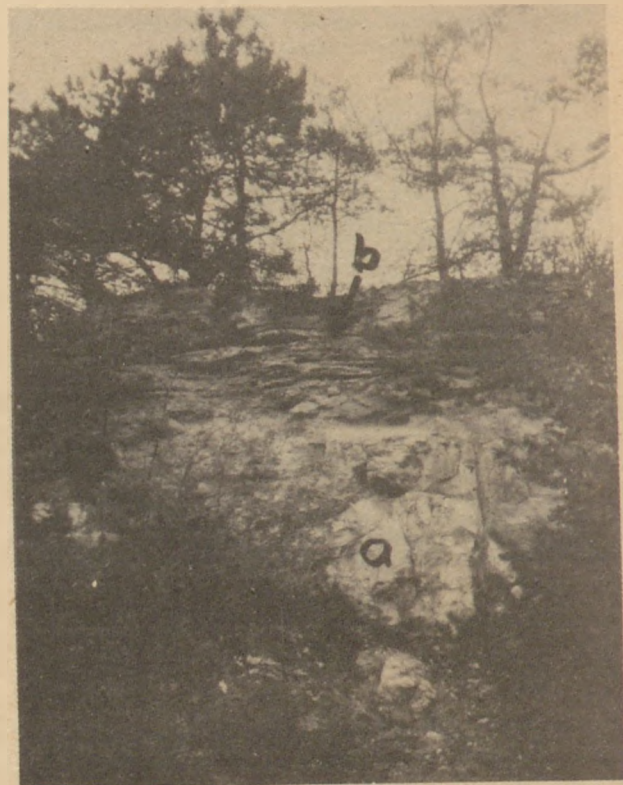
Az előzőekben felvázolt zonalitás-fácies viszonyok egy összetlen belül is változnak, mert a forrásfeltörési helyek módosulhatnak, továbbá, hogy a tó mint üledékgyűjtő a már felhalmozott forrásvízi mészkővön ide-oda tolódik és ennek következtében a különböző fáciesű mészkővek egymás felett megismétlődhetnek (13. ábra).

A tavi mészkőképződést a legtöbb esetben a teljes elmocsarasodást jelző laza építőipari szempontból meddőnek minősíthető csak növényi részekre kicsapódott egymáshoz alig kötött mészbetonatok csövecskék halmazából álló rétegek zárják le. E jelenség azt jelzi, hogy a forrás karbonátkapacitása már nem elegendő a sok növényi törmelékanyag megfelelő szilárdságú összecementálására. Ez részben avval magyarázható, hogy a forrás vízhozama fokozatosan csökkent, majd



13. ábra. Különböző kifejlődésű mészkőféleségek egymásra településének típuspéldái

1 tömör kemény mélyebbvízi vegyi kiválású mészkő, 2 sekélyvízi növénylenyomatokban és likacsokban gazdag összetett kiválású mészkő, 3 mocsári növénymaradványokban rendkívül gazdag nagy hézagterfogatú gyengébben cementált mészkő, A egyciklusú, B többciklusú összetekfejlődések



14. ábra. Gyors üledékváltozást jelző forrásvízi mészkőösszlet a Gerecsében (Les-hegy), a) kemény tömör mélyebbvízi kifejlődésű mészkő, b) homok, homokkő rétegek összletszakasz

megszűnt, ami a vízföldtani viszonyokban bekövetkezett változásra utal. De megfigyelhető olyan jelenség is, hogy az erózióbázis süllyedése miatt a forrás más lefolyási utakat keresve, a lejtőn rakja le karbonátanyagát, létrehozva új tetarata tavas fáciesű kifejlődést.

A Nyugat-Gerecsében megfigyelhető olyan jelenség is, hogy alul az előzőekben vázolt üledékképződési folyamat ment végbe, majd hirtelen átmenet nélkül a mészkőképződést megzavarva homokrétegek jelennek meg az összletben. Vizsgálatok szerint szél fújta homok, amely éghajlatváltozást jelezve került az üledékgyűjtőbe (14. ábra). Ezen túlmenően ismeretes olyan helyzet is, amikor a tóba patak folyik be iszapos, homokos, kavicsos törmeléket szállítva, amit a meszes forrásvíz összecementál.

A vizsgálatok szerint voltak olyan földtörténeti események, amelyek miatt a források leálltak és a tavak átmenetileg kiszáradtak. Ilyen esetekben a mészkőrétegek közé genetikailag eltérő üledékek iktatódnak növelve a belső meddő mennyiségét.

4. Megállapítások — következtetések

4.1. Az elvégzett vizsgálatok alapján lerögzíthető, hogy építőipari szempontból legkedvezőbb kifejlődésű forrásvízi mészkövek tavi-mocsári típusúak, mert olyan bányaföldtani adottságokkal rendelkeznek, amelyek megfelelnek a kőipar részéről támasztott követelményeknek.

4.2. E típusú mészkövek keletkezése hazai vonatkozásban a karsztos hévforrásműködéssel állnak kapcsolatban, méghozzá olyan forrásokkal, amelyek környezetében tavak-mocsarak alakultak ki és ezek váltak a mészkőfelhalmozódás gyűjtőhelyeivé.

4.3. A tavi kifejlődésen belül a forrástavak élettáji és mélységi tagozódása alapján sikerült különböző mészkőfeleségeket kimutatni, amelyek szorosan összefüggnek a kőzet minőségi adottságaival, illetve ipari hasznosításukkal.

4.4. A vizsgálatok szerint építőipari szempontból legkedvezőbb kifejlődésű kőzet a tavi típuson belül a nyílt- és mélyvízű zónában keletkezett, míg a hasznosítás vonatkozásában a leggyengébb karbonátanyag a parti sávban a növényzettel egykor teljesen fedett sekélyvízű részekhez kapcsolódnak.

Irodalom

- [1] Báldi T.: A történeti földtan alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest 1978.
- [2] Bulla B. et al.: Általános természeti földrajz I. k. Tankönyvkiadó, Budapest 1952.
- [3] Dévai Gy.: Javaslat a szárazföldi (kontinentális) vizek csoportosítására. *Acta Biol. Debrecina* 13. 1976. 147—161.
- [4] Gálos M.—Kertész P.: Kőzettani szabványunk a kőzetrendszer-tan függvényében. *Építőanyag* 32. 1985. 225—232.
- [5] Jámbor A.: A Dunántúli Középhegység pannóniai képződményei MÁFI Évkönyv 62 k. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [6] Jánossy D.: A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. Akadémiai Kiadó, Budapest 1979.
- [7] Kertész P.: Mérnökgeológia. Tankönyvkiadó, Budapest 1977.
- [8] Kleb B.—Scheuer Gy.: Az egri gyógyforrások vízföldtana. in: *Az egri gyógyvizek és fürdők*. Eger 1983. 11—80.
- [9] Krolopp E.: A Buda környéki alsópleisztocén mésziszapok csigafaunájának állatföldrajzi és ökológiai vizsgálata. Egyetemi doktori disszertáció. Kézirat 1961. 11—141.

- [10] Scheuer Gy.—Schweitzer F.: Tavi-mocsári és tetarata típusú édesvízi mészkőösszletek a Kelet-Gerecsében. *Földrajzi Közlemények* 27. 1979. 106—124.
- [11] Schréter Z.: A Budai és Gerecse hegységperemi édesvízi mészkő előfordulásai. *MÁFI Évi Jel. 1951-ről 1953*. 111—146.
- [12] Vitális Gy.—Hegyi I.-né: Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkövek genetikájához. *Hidrologiai Közöny* 52. 1982. 73—84.

Scheuer Gyula—Schweitzer Ferenc: Tavi-mocsári típusú forrásvízi mészkövek kifejlődésformái és építőipari hasznosításuk

A hazai forrásvízi mészkőfeleségek közül a tavi-mocsári típusú mészkövek a legmegfelelőbbek építőipari szempontból, mert nagy vastagságúak és elterjedésük így megfelelő készlettel rendelkeznek. A jelenleg működő bányák is ilyen típusú mészkövet fejtenek. E mészkövek túlnyomórészt forrástavokban képződtek és ennek következtében az üledékgyűjtő zonalitásából eredően különböző minőségű kőzetanyag keletkezett. A vizsgálatok szerint építőipari szempontból a legkedvezőbb kőzetfeleség a nyílt- és mélyvízű (5—10 m) zónában halmozódott fel, míg a hasznosítás vonatkozásában leggyengébb kőzetanyag a parti sávban a növényzettel teljesen fedett sekélyvízű részekben jött létre.

Шеуер, Д.—Швейцера, Ф.: Формы развития и возможности использования в строительной промышленности известняков водных источников озерно-болотного типа

Среди известняков отечественных водных источников с точки зрения использования в строительной промышленности наиболее пригодными являются известняки озерно-болотного происхождения, так как они имеют соответствующую толщину и соответствующее по величине залегание. Действующие в настоящее время карьеры также вырабатывают известняки такого типа. Эти известковые камни в большинстве своем образовались в озерах источников, и в результате этого как следствие зонального размещения сборника: осадка, образовался каменный материал различного качества. Согласно испытаниям с точки зрения использования в строительной промышленности наиболее благоприятный вид каменного материала накопился в зоне открытой и глубокой воды (5—10 м), в то же время наиболее слабый с точки зрения использования материал скопился в прибрежной полосе, которая полностью покрыта растениями.

Scheuer, Gyula—Schweitzer, Ferenc: Ausbildungsformen und industrielle Verwendung der Quellwasserkalksteins von Teich—Morast—Typ

Unter den heimischen Quellwasserkalksteinen sind die des Type von Teich-Morast am besten geeignet hinsichtlich der bauindustriellen Verwendung wegen ihrer Dicke, der Ausbreitung und dem entsprechenden Vorrat. Auch die heute arbeitende Bergwerke bauen eine solche Kalksteinarte ab. Diese Kalksteine entstanden in Quellteichen, dementsprechend zeigen eine veränderliche Qualität. Nach der Untersuchungen lagerte sie die dighünstigste Kalksteinart hinsichtlich der Bauindustrie in den offenen und Tiefwasserzonen (5—10 Meter) ab, ein minderwertiges Gesteinmaterial entstand aber in den Uferzonen mit Pflanzen bedeckt.

Scheuer, Gyula—Schweitzer, Ferenc: Freshwater Limestones of Lacustral and Paludal Type; their Development and Industrial Use

Title limestones are frequently used for building, as they are abundant, in thick deposits and of good quality. Most quarries utilise such limestones. However these limestones are usually inhomogeneous (zoned), as a consequence of their origin in spring lakes. Investigations proved that high-quality limestones were formed in open, deep waters (5—10 m), while the deposits of the litoral (reed-covered) zone are inferior.

Útalapbeton pernye—mész—cement kötőanyaggal

BALÁZS GYÖRGY*—DEMÉNÉ, CSÁNYI ERIKA*—LIPTAY ANDRÁS**

* Budapesti Műszaki Egyetem

** Betonútépítő Vállalat, Budapest

1. Bevezetés

Előző tanulmányunkban (Építőanyag, 1987. 4. szám) azokat a kísérleteket ismertettük, amelyeket a Betonútépítő Vállalat megbízásából pernye-mészhidrát kötőanyaggal végeztünk. Ez a kötőanyag azonban lassú szilárdulást tesz csak lehetővé. Nagyobb kezdeti szilárdság eléréséhez cement-adagolásra van szükség. Tanulmányunkban azokról a kísérletekről számolunk be, amelyeket pernye—mészhidrát—cement kötőanyaggal végeztünk. Az ilyen betonra magyar előírás nincs.

2. Felhasznált anyagok

A kísérletekhez különböző időpontból származó bányai pernyét, váci 350 kspc 40 és váci 450 pc-et és jugoszláv mészhidrátot használtunk. A cementek és pernyék kémiai összetételét az 1. táblázatban, a fizikai jellemzőket a 2. és 3. táblázatban tüntettük fel. A mészhidrátra vonatkozó kémiai és fizikai vizsgálatok eredményét a 4. táblázatban foglaltuk össze.

3. Pépkísérletek

A pernye—mész összetételű pépekkel végzett vizsgálatunk eredményei szerint 8—12 m% körüli mészhidrátadagolás optimális a bányai pernye kötéséhez. Az MSZ — 07.3703—82 (A kötőanyag nélküli és a hidraulikus kötőanyagú burkolatalapok) viszont a mészhidrát és a nem hidraulikus pernyék keverési arányát 1:4 értékben határozza meg. Emiatt a további kísérleteinknél kétféle mészhidrátmennyiséggel dolgoztunk: 10, illetve 20%-kal, a pernye tömegére vonatkoztatva. Ilyen mészhidrát-tartalmak mellett azt vizsgáltuk, hogy változó minőségű és mennyiségű cementadagolás hogyan befolyásolja a rendszer viselkedését és a szilárdságát.

Váci 350 kspc 40 és váci 450 pc cement, valamint az I. jelű pernye felhasználásával az 5. táblázat szerinti összetételű pépeket készítettük el.

A pépek konzisztenciáját habarcs terülmérővel minden esetben 12,50—12,75 cm közötti értékre állítottuk be. A keverést a száraz anyagok többszöri összeszítálása után, ISO-habarcskeverővel végeztük. A szilárdsági vizsgálatokhoz és a lineáris méretváltozás meghatározására 40 × 40 × 160 mm-es próbatesteket készítettünk, melyeket kb. 95% relatív légnedvesség-tartalmú térben (nedves térben) tároltunk.

Vizsgálatokat végeztünk annak meghatározására is, hogy a különböző korban ható víz milyen változásokat okoz a szilárdságban. Ehhez a hasábok egy részét 7—14 napos, egy másik részét 28—35 napos koruk között mésszel telített vízben tartottuk.

A 7, 28 és 60 napos korban meghatározott szilárdsági

1. táblázat

Pernyék és cementek kémiai összetétele, m%

	Pernyék jele			Cementek	
	I.	II.	III.	Váci 350 kspc40	Váci 450 pc
Izzítási veszteség	0,27	0,69	0,44	1,14	1,13
SiO ₂	49,31	42,72	47,33	24,14	19,60
Al ₂ O ₃	19,75	22,78	19,39	7,16	5,98
Fe ₂ O ₃	8,12	9,26	10,10	2,22	2,62
CaO	14,37	14,61	14,15	58,40	64,67
MgO	2,24	3,27	2,98	2,75	1,72
SO ₃	2,85	3,23	2,93	2,23	2,47
Na ₂ O	0,04	0,06	0,05	0,10	0,10
K ₂ O	1,77	2,15	0,95	0,32	0,46
CaO _{szabad}	2,26	0	2,45	1,72	2,10

2. táblázat

Pernyék fizikai jellemzői, aktivitása

	I.	II.	III.
Sűrűség, kg/m ³	2258	2506	2386
Fajlagos felület, m ² /kg	238	457	267
Szemmegoszlás, m%			
> 0,2 mm	8,1	0	1,0
0,02—0,09 mm	21,4	1,3	3,1
0,09—0,063 mm	11,7	1,8	19,7
< 0,063 mm	48,8	96,9	76,5
Aktivitás (AKTIMET-készülékkel)			
CaO mg/g pernye	64	102	63
Pernye—mész pépek szilárdsága, MPa*			
hajlító-húzó			
7 napos	0,85	1,9	0,91
28 napos	4,00	7,3	3,72
nyomó			
7 napos	3,9	7,8	3,75
28 napos	29,6	43,9	26,6

* Vizsgálati paraméterek:

mészhidrát-tartalom 10 m%

keverés ISO-habarcskeverőben

terület: 13,5 cm

méret: 40 × 40 × 160 mm

tárolás: kb. 95% relatív nedvességtartalmú térben

jellemzőket a 6. és 7. táblázatban foglaltuk össze. A nyomószilárdság időfüggését az 1. és 2. ábrán mutatjuk be.

A cementet nem tartalmazó, továbbá a legkisebb, illetve legnagyobb mennyiségű cementet tartalmazó pépekből

3. táblázat

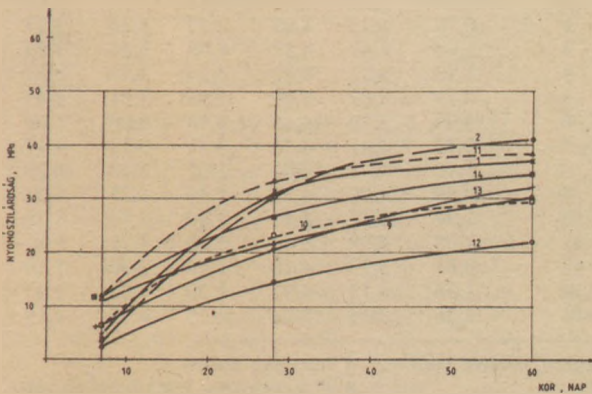
Cementek fizikai jellemzői

	Váci 350 kspc 40	Váci 450 pc		
Sűrűség, kg/m ³	3068	3087		
Fajlagos felület, m ² /kg	301	345		
Szitammaradék, m%				
0,2 mm	0,1	0		
0,09 mm	4,8	8,4		
Vizigény, m%	30	29		
Főzőpróba	megfelelt	megfelelt		
Vízpróba	megfelelt	megfelelt		
Kötési idő, óra				
kezdeti	5	3		
vége	6	4		
Szilárdság, MPa	Hajlító- húzó	Nyomó- húzó	Hajlító- húzó	Nyomó- húzó
3 napos	2,6	11,4	3,7	20,0
7 napos	5,0	27,0	6,5	40,0
28 napos	6,2	44,1	7,1	50,4

4. táblázat

Mészhidrát kémiai és fizikai jellemzői

Nedvességtartalom, m%	0,67
Szitammaradék 0,2 mm-en, m%	2,9
Ca(OH) ₂ -tartalom, m%	86,95
CaCO ₃ -tartalom, m%	11,44
Egyéb összetevők, m%	1

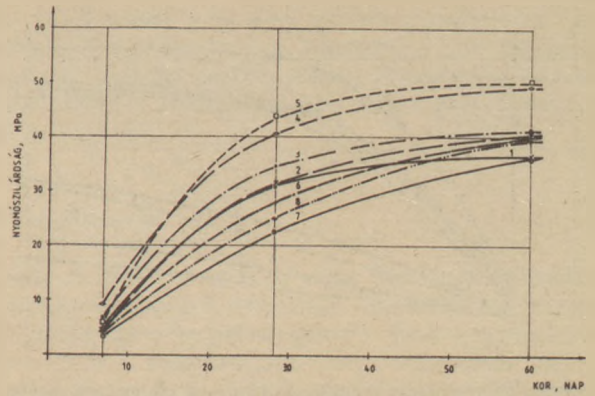


1. ábra. Pertye—mész—cement pécek nyomószilárdsága (cement: váci 450 pc, tárolás: nedves térben)

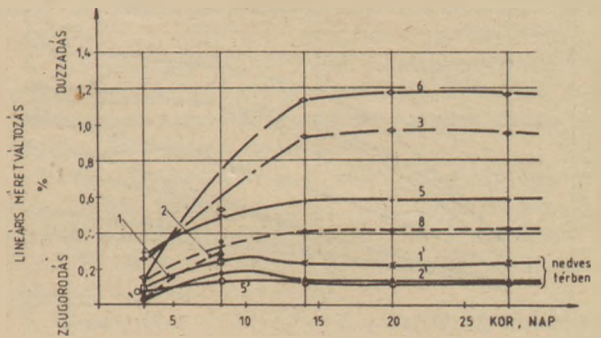
készült próbatesteken Graf—Kaufmann-készülékkel lineáris méretváltozást határoztunk meg. Ennél a vizsgálatnál 7 és 14 napos koruk között vízben tároltuk a hasábokat, ezt megelőzően és a későbbiek során pedig nedves térben tároltuk azokat. A 3, 7, 14, 21 és 28 napos korra vonatkozó mérési adatokat a 3. és 4. ábrán tüntettük fel.

A mész—pernye összetételű pécek esetén a vizsgálat nem teljes, ezek a minták ugyanis a víz alatti tároláskor olyan mértékben megrepedtek, ami a mérést zavarta.

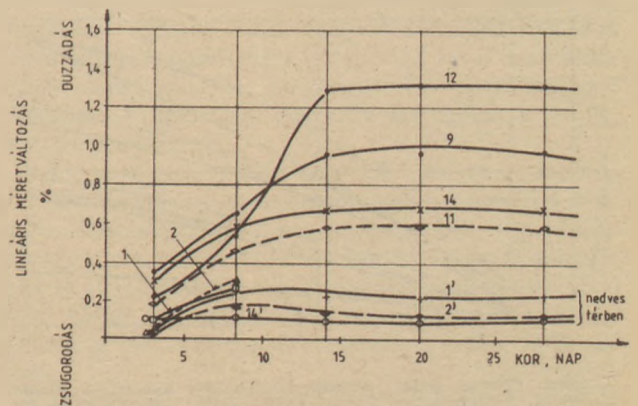
A megismételt vizsgálathoz a II. jelű pernyével készítettünk próbatesteket (összehasonlításként az 5 és 14 jelű összetételűekkel is), s azokat a mérés alatt végig nedves térben tároltuk.



2. ábra. Pertye—mész—cement pécek nyomószilárdsága (cement: váci 350 kspc 40, tárolás: nedves térben)



3. ábra. Pertye—mész—cement pécek lineáris méretváltozása (cement: váci 350 kspc 40)



4. ábra. Pertye—mész—cement pécek lineáris méretváltozása (cement: váci 450 pc)

4. Habarcskísérletek

Az 1—16 jelű keverékek kötőerejének összehasonlítására a szabványos cementvizsgálatnak megfelelően 40 × 40 × 160 mm-es próbatesteket készítettünk.

A hasábokat 7 napos korukig nedves térben, 7 és 14 napos koruk között telített meszes vízben, majd utána ismét nedves térben tároltuk. A 7, 28 és 60 napos korban mért szilárdsági jellemzőket a 8. táblázatban foglaltuk össze. A szilárdságok alakulását az idő és az összetétel függvényében az 5—8. ábrákon mutatjuk be.

Az 1 és 2 jelű kötőanyaggal készített, cementet nem

Pernye—mész—cement pépek összetétele, m%

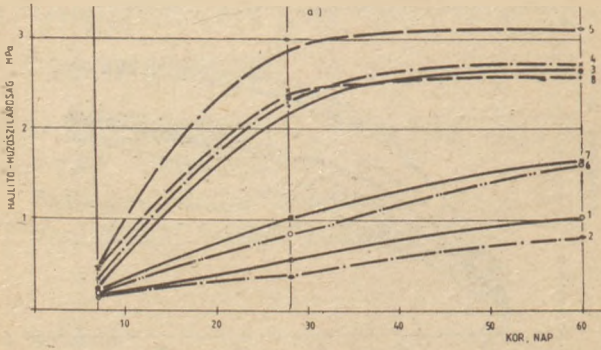
Kíséret jele	Pernye	Mész-hidrát	Cement	
			Váci 350 kspc 40	Váci 450 pc
1	90	10	0	0
2	80	20	0	0
3	80	10	10	0
4	75	10	15	0
5	65	10	25	0
6	70	20	10	0
7	65	20	15	0
8	55	20	25	0
9	80	10	0	10
10	75	10	0	15
11	65	10	0	25
12	70	20	0	10
13	65	20	0	15
14	55	20	0	25
15	0	0	100	0
16	0	0	0	100

6. táblázat

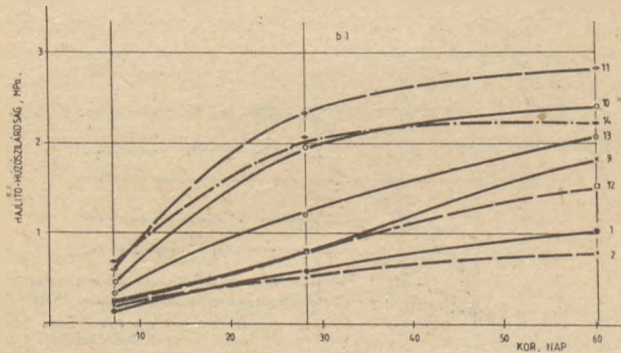
Pernye—mész—cement pépek hajlító-húzószilárdságának változása eltérő tárolási módok mellett, MPa

Kíséret jele	Kor, nap					
	7		28		60	
	A	A	B	A	B	C
1	0,99	3,96	3,75	3,48	2,21	3,13
2	0,75	4,23	4,01	3,37	3,26	3,27
3	1,43	4,47	4,12	4,08	3,84	3,91
4	1,93	5,01	4,12	3,24	3,23	3,82
5	2,17	5,67	5,00	4,95	3,91	4,47
6	0,93	3,70	4,45	3,94	4,00	5,00
7	0,83	4,41	4,56	3,81	3,72	4,17
8	1,49	4,31	4,62	5,05	3,43	6,23
9	0,89	4,06	4,76	4,40	4,25	4,02
10	1,34	3,82	4,91	4,80	4,95	5,70
11	2,88	4,68	6,41	5,25	3,75	5,85
12	0,61	3,23	4,10	2,55	3,30	5,10
13	1,36	4,18	4,91	4,20	4,65	3,45
14	3,36	3,44	7,04	4,20	4,05	4,50

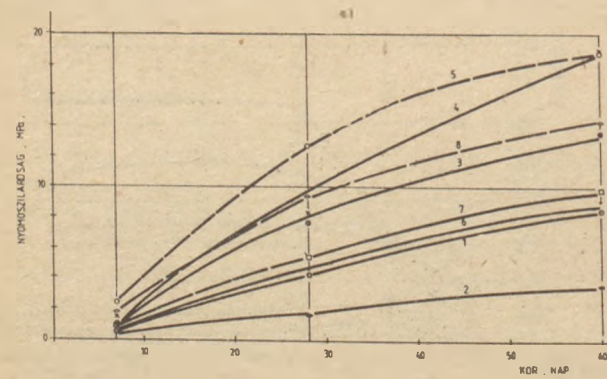
Tárolási módok jelölése: A – nedves térben,
 B – 7–14 napos kor között víz alatt,
 C – 28–35 napos kor között víz alatt



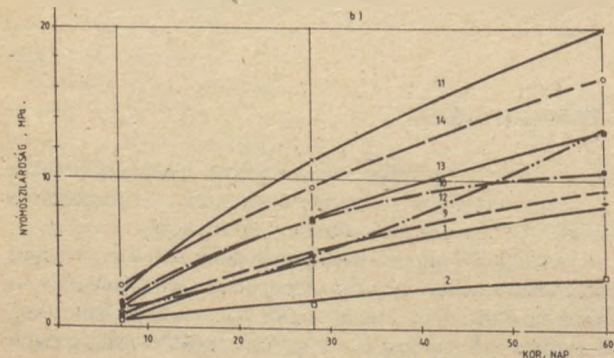
5. ábra. Pernye—mész—cement kötőanyagú habarcsok hajlító-húzószilárdsága (cement: 350 kspc 40)



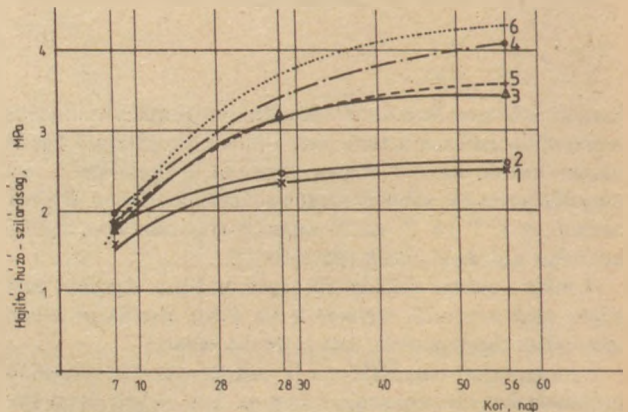
6. ábra. Pernye—mész—cement kötőanyagú habarcsok hajlító-húzószilárdsága (cement: váci 450 pc)



7. ábra. Pernye—mész—cement kötőanyagú habarcsok nyomószilárdsága (cement: váci 350 kspc 40)



8. ábra. Pernye—mész—cement kötőanyagú habarcsok nyomószilárdsága (cement: váci 450 pc)



9. ábra. II. jelű pernyével készült betonok hajlító-húzószilárdsága

7. táblázat

Pernye–mész–cement pépek nyomószilárdságának változása eltérő tárolási módok mellett, MPa

Kísérlet jele	Kor, nap					
	7		28		60	
	A	A	B	A	B	C
1	4,25	31,7	28,9	36,7	37,3	34,7
2	3,40	30,7	26,3	41,2	38,5	37,2
3	6,10	34,5	37,9	41,5	37,6	40,1
4	9,20	40,7	42,7	49,1	44,9	44,7
5	3,60	43,9	42,1	50,3	53,9	53,1
6	6,70	27,6	20,5	40,4	36,5	35,6
7	3,60	22,3	25,1	36,4	36,0	35,3
8	4,00	25,0	26,7	38,9	34,4	36,9
9	11,80	22,2	21,5	30,1	27,9	32,0
10	6,10	23,2	24,5	29,7	36,3	34,5
11	11,80	33,6	33,9	38,0	44,6	42,4
12	2,5	14,8	14,6	22,0	28,0	29,1
13	5,7	20,9	15,9	32,0	32,4	32,8
14	12,2	26,8	24,0	34,4	35,7	38,1

Tárolási módok jelölése: A – nedves térben,

B – 7–14 napos kor között víz alatt,

C – 28–35 napos kor között víz alatt.

8. táblázat

Pernye–mész–cement összetételű kötőanyaggal készült habarcsok jellemzői

Kötőanyag jele	Szilárdság, MPa					
	hajlító–húzó			nyomó		
	7	28	60	7	28	60
		napos			napos	
1 (nedves térben tárolt)	–	2,43	–	–	22,5	–
2	–	2,53	–	–	18,4	–
1	0,16	0,56	1,00	0,50	4,51	8,50
2	0,19	0,50	0,80	0,57	1,60	3,50
3	0,22	2,32	2,60	0,93	6,80	13,70
4	0,38	2,20	2,70	1,60	12,81	18,90
5	0,47	2,99	3,10	2,37	8,13	19,00
6	0,20	0,82	1,60	0,74	4,20	9,21
7	0,27	0,99	1,40	0,94	5,47	9,70
8	0,44	2,40	2,60	1,82	9,30	14,30
9	0,26	0,79	1,80	0,97	4,87	9,41
10	0,43	1,95	2,40	1,63	7,20	10,60
11	0,59	2,34	2,80	2,40	11,20	19,92
12	0,22	0,83	1,50	1,20	4,61	13,40
13	0,33	1,19	2,10	1,41	7,13	13,21
14	0,66	2,05	2,20	2,72	9,47	16,82
15	4,95	6,16	4,60	2,70	44,13	52,30
16	7,10	6,48	4,8	4,00	50,40	53,70

9. táblázat

Pernye–mész–cement alapú kötőanyagok összetétele a betonkísérletekhez, m%

Kísérlet jele	Pernye II. jelű vagy III. jelű	Cement (váci 350, kspc 40)	Mészhidrát
1	90	0	10
2	80	0	20
3	75	15	10
4	65	25	20
5	65	15	10
6	55	25	20

tartalmazó minták a víz alatti tároláskor roncsolódtak, így ezekkel — II. jelű pernyét használva — új vizsgálatot végeztünk, melynek eredményeiből a 28 napos korban mért szilárdságot a 8. táblázatban a többi adattól megkülönböztetve tüntettük fel.

5. Betonkísérletek

A pép- és habarcsvizsgálatok során kialakított kötőanyag-összetételek közül a 9. táblázatban összefoglalt keverékeket használtuk fel a betonkísérletekhez. Ezek a variációk a cement- és a mészhidrátmenyiség változtatásán túl az egymástól jelentősen eltérő minőségű (II. és III. jelű) pernyék befolyásoló hatásának vizsgálatára is lehetőséget adtak. A kísérletekhez egyféle (váci 350 kspc 40) cementet használtunk.

A keverékek adalékanyagául a mész–pernye összetételknél ismertett szemcseméret-eloszlású homokos kavics szolgált.

Az egyes keverékeket 300 kg/m³ kötőanyag-tartalommal készítettük, 0,79–0,82 közötti tömörödési tényezőnek megfelelő konzisztenciával, kényszerkeverő gépben. A betonkeverékeket rázóasztalon tömörítettük.

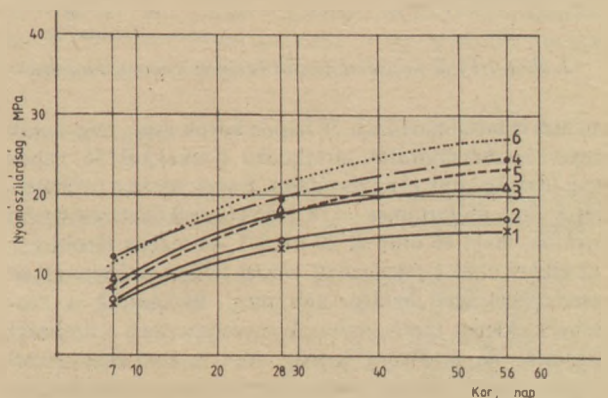
A szilárdsági jellemzők és a lineáris méretváltozás meghatározásához, valamint az MSZ — 07 3703—82-ben előírt fagyállósági vizsgálatokhoz 70 × 70 × 250 mm-es és 120 × 120 × 360 mm-es hasáb, illetve 150 × 150 × 150 mm-es kocka próbatesteket készítettünk.

A próbatesteket — elsősorban a cementet nem tartalmazó összetételek kisebb kezdeti szilárdsága miatt — 2 napos korban szalasztuk ki, majd ezt követően fólia alatt tároltuk.

A kétféle pernyével készült 70 × 70 × 250 mm-es hasábokon 7, 28 és 56 napos korban testsűrűséget és szilárdsági jellemzőket mértünk. Az erre vonatkozó eredményeket a 10. táblázatban foglaltuk össze. A nyomószilárdság értékeivel kapcsolatban hangsúlyozzuk, hogy azok — a hasábokon végzett mérés miatt — minden esetben testszilárdságot jelentenek. A szilárdsági jellemzők időfüggését a 9–12. ábrákon szemléltettük.

A lineáris méretváltozást a 120 × 120 × 360 mm-es hasábokon mértük 254 mm-es alaphosszúságú deforméterrel. Vonatköztási alapként a 3 napos kor szolgált, mivel egyes keverékek laza, nedves felületén a mérőbűtykök helyzete csak ekkorra stabilizálódott. A próbatesteket a mérés ideje alatt 20 °C körüli, 55–60% relatív nedvességtartalmú térben tároltuk. A méretváltozás időfüggéséről készült a 13. és 14. ábra.

A fagyállósági próbához készített próbatestek közül a



10. ábra. II jelű pernyével készült betonok hajlító–húzó szilárdsága

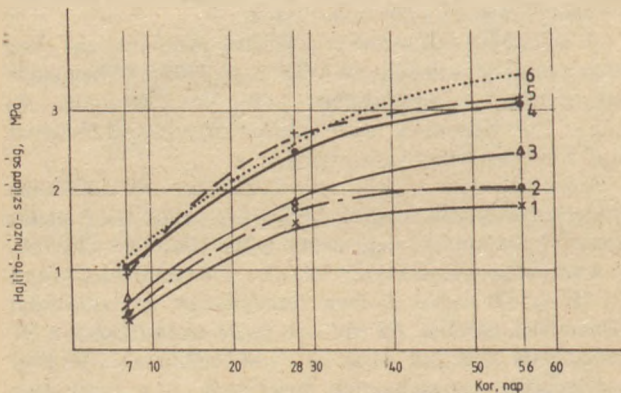
Pernye-mész-cement kötőanyagú betonok jellemzői

Kísérlet jele	Pernye jele	Testsűrűség, kg/m ³			Tömörödési tényező	Szilárdság, MPa					
		friss	28 napos	56 napos		hajlító-húzó			nyomó		
						7	28	56	7	28	56
1	II	2380	2270	2250	0,82	1,59	2,34	2,51	6,80	13,41	15,52
2	II	2350	2210	2200	0,81	1,85	2,45	2,60	7,30	14,62	17,00
3	II	2350	2260	2260	0,80	1,74	3,26	3,45	9,86	17,80	20,81
4	II	2370	2280	2250	0,79	1,99	3,23	4,08	12,60	19,21	24,53
5	II	2380	2330	2320	0,79	1,81	3,14	3,58	8,13	17,50	23,48
6	II	2350	2300	2240	0,78	1,76	3,78	4,31	10,20	21,60	27,01
1	III	2290	2120	2100	0,87	0,35	1,55	1,80	1,10	7,70	9,50
2	III	2270	2190	2170	0,80	0,34	1,80	2,05	1,00	7,72	10,52
3	III	2320	2190	2180	0,81	0,63	1,79	2,45	3,00	13,80	16,31
4	III	2310	2210	2170	0,81	1,04	2,48	3,08	5,10	12,71	19,39
5	III	2350	2180	2150	0,79	0,99	2,67	3,15	4,90	13,52	18,00
6	III	2360	2180	2140	0,79	1,26	2,19	3,46	5,41	13,91	21,48

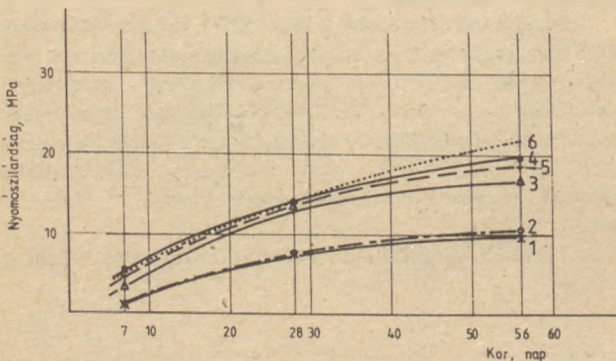
11. táblázat

Fagyállósági vizsgálat eredményei

Kísérlet jele	Pernye jele	Nyomószilárdság, MPa	
		Fagyasztás nélkül	12 fagyasztási ciklus után
1	II	10,2	9,9
2	II	11,4	10,7
3	II	15,6	15,1
4	II	17,9	18,0
5	II	17,1	16,8
6	II	20,8	19,8
1	III	6,0	5,8
2	III	6,5	5,9
3	III	8,3	7,8
4	III	9,1	8,1
5	III	9,7	9,0
6	III	9,9	9,4



11. ábra. III jelű pernyével készült betonok hajlító-húzószilárdsága



12. ábra. III jelű pernyével készült betonok nyomószilárdsága

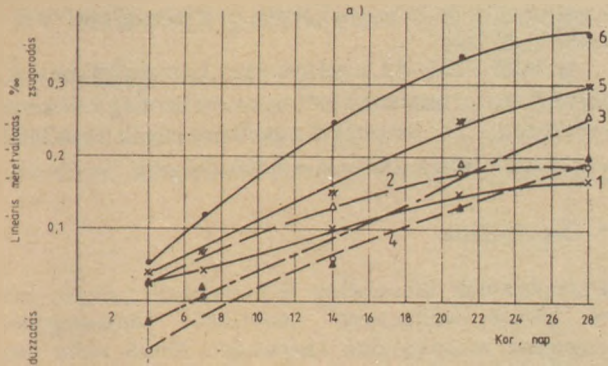
cementet is tartalmazókkal 28 napos koruk után, míg a csak pernyét és mészhidrárt tartalmazó kockákkal 56 napos koruk után kezdtük el a vizsgálatot. Ennek során a próbatessztek 8 órás időtartamra $-18 \pm 0,5^\circ\text{C}$ -os klímasekénybe helyeztük, majd 16 órán át $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ -os vízben tároltuk.

12 ciklus után a felengedett, vízzel telített próbatesszteken nyomószilárdságot határoztunk meg. Elvégeztük a szobahőmérsékleten tárolt etalonok összehasonlító szilárdsági vizsgálatát is, amelyhez mérés előtt a kockákat vízzel telítettük. A fagyállósági próba eredményét a 11. táblázatban foglaltuk össze.

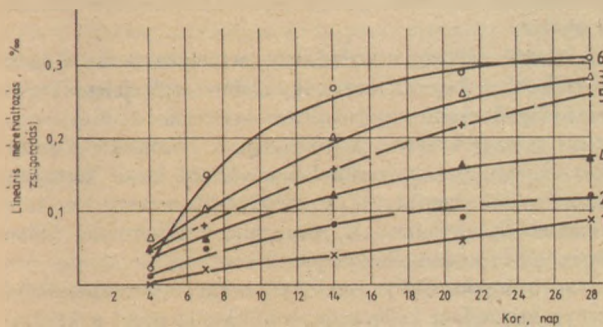
6. A vizsgálati eredmények értékelése

A pernye-mész-cement összetételű kötőanyagok tulajdonságainak megismerésére két sorozatmérést végeztünk. Az egyiknél azt vizsgáltuk, hogy az I. jelű pernyéhez növekvő mennyiségben adagolt mészhidrárt hogyan változtatja a rendszer szilárdságát, továbbá milyen pernye-mész arány tekinthető a szilárdság alapján optimálisnak. Ezekről az eredményekről a bevezetőben közölt cikkben számoltunk be. A mérési eredmények alapján úgy találtuk, hogy a szilárdulási folyamat korai szakaszában bizonyos ideig (7–14 napos korig) vízben tárolt próbatessztek 8–12% közötti mészhidrárt-adagolással érték el a legnagyobb szilárdságot. Ez a megállapítás egyaránt érvényes volt mind a hajlító-húzó, mind a nyomószilárdságra és minden vizsgálati időpontban. Kevés számú mérési adat alapján megfigyeltünk egy olyan jelenséget is, hogy a szilárdságok maximuma a nagyobb mészhidrárt-tartalmak felé tolódott el, ha a rendszer nem érintkezett közvetlenül vízzel.

A most ismertetett második mérési sorozathoz, amellyel a cementadagolás hatásának és a cementminőség befolyásának



13. ábra. II jelű pernyével készült betonok lineáris méretváltozása



14. ábra. III jelű pernyével készült betonok lineáris méretváltozása

vizsgálatát kívántuk elvégezni, olyan kötőanyag-összetételeket választottunk, melyek 15—20 m%-ban adagolt kétféle cement (váci 350 kspc 40 és váci 450 pc) mellett 10, illetve 20 m% mészhidrárt tartalmaztak. A 20 m%-os mészhidrárt adagolást részben az előbb ismertetett megfigyelés, részben pedig az indokolta, hogy az ütéptéti gyakorlatban a pernye—mész összetételű kötőanyagokhoz általában 4—5:1 tömegarányú keverést ajánlanak. A vizsgálatokat természetesen csak pernyét és meszet tartalmazó kötőanyagokkal is elvégeztük. A mérési eredményeket a következőkben összegezzük.

Pépkísérletek

A különféle tárolási módok hatása csak a cementet nem tartalmazó kötőanyagok esetén volt egyértelmű. Egyrészt a végig nedves térben tárolt minták szilárdsága fölülmulta azokat, amelyeket meghatározott ideig vízben is tartottunk, másrészt minél korábbi időpontban érte víz a rendszert, annál jelentősebbé vált a szilárdságsökkenés.

A megvizsgált pépek szilárdsági jellemzői — a nyomószilárdság adatait figyelembe véve — a következőképpen függtek a különféle paramétereiktől:

- A cementet nem tartalmazó minták szilárdságának időbeli alakulását a mészhidrárt-tartalom (10 vagy 20 m%) lényegében alig befolyásolta, kivéve a 60 napos értékeket, ekkorra ugyanis a 20 m% mészhidrárt tartalmazó keverékek szilárdsága valamivel kedvezőbbé vált.
- Váci 350 kspc 40 hozzáadás hatására a 10 m% mészhidrárt-tartalmú minták szilárdsága minden időben

meghaladta a csak mészből és pernyéből álló keverékekét. A 20 m% mészhidrártal készült próbatestek szilárdsága kezdetben kisebb volt, s csak 60 napos korra érte el, illetve haladta meg a cementet nem tartalmazó keverékek szilárdságát.

- A váci 450 pc-t tartalmazó keverékek esetén a szilárdság az előbbiekhöz képest kisebb ütemben nőtt, továbbá a 60 napos értékek is jóval elmaradtak a cement nélküli keverékeken mért értékekhez viszonyítva.
- A 10, 15 és 25%-os cementadagolásra vonatkozó eredmények szerint — a várakozásnak megfelelően — a nagyobb cementmennyiség, nagyobb szilárdságot eredményezett.
- Amint az előbbiekből is kitűnt, a kohósalak-tartalmú heterogén cement kedvezőbb hatású volt, mint a tiszta portlandcement, ami arra utal, hogy a kohósalak gerjeszti a pernye—mész-rendszer szilárdulási folyamatát.

A pépeken mért szilárdság nagysága a következőképpen alakult:

A csak pernyét és meszet tartalmazó összetételek hajlítóhúzó szilárdsága 7 és 28 napos kor között jelentősen nőtt, utána a növekedés üteme lelassult és 60 napos korban 3,2 MPa értéket ért el mind 10, mind 20 m% mészhidrárt adagolásakor. Cement jelenlétében a szilárdság növekedése felgyorsult, de a 60 napos érték csak 25% cementtartalom esetén ért el nagyobb értéket (5 MPa-t).

A nyomószilárdság időbeli növekedése hasonlóan alakult. A pernye—mész összetételű minták nyomószilárdsága 60 napos korban 37 MPa körüli volt, a cementet is tartalmazó keverékeken mért értékek pedig 35—50 MPa között ingadoztak, a cement- és mészhidrárt-tartalomtól függően.

A lineáris méretváltozás eredményei szerint a rendszer jelentős mértékben duzzadt a szilárdulási folyamat közben. Nagyobb mértékű duzzadást mindig a több meszet tartalmazó összetételekben mértünk (1,3%). Növekvő cementadagolással a méretváltozás felére csökkent.

A felhasznált mészhidrárt nem tartalmazott oltatlan meszet, így a duzzadás növelésében csak annyi szerepet játszhatott, hogy mennyiségének emelésével a rendszer vízigénye megnőtt, s lazább szerkezet alakult ki.

Az I. jelű pernye szabad CaO-tartalma viszont hidroxidok kialakulása révén okozhatott duzzadást. Ezt az is alátámasztja, hogy a szabad meszet nem tartalmazó II. jelű pernye használatakor lényegesen kisebb volt a méretváltozás.

Sajnos, a csak pernyéből és mészből álló keverékek a víz alatti tároláskor szétestek, így nem tudtuk azokat a többivel összehasonlítani. Utólag meghatároztuk e két összetétellel, valamint kétféle cementtel készült keverék nedves térben bekövetkező méretváltozását. Ehhez a kísérlethez azonban már II. jelű pernyét használtunk, s így a közölt kedvező eredmények csak tájékoztató jellegűek.

Habarcskísérletek

A szabványos habarcsvizsgálatok során az egyes kötőanyagok hatása a pépkísérletekhez viszonyítva egyértelműbben alakult.

Legkisebb hajlító-húzó és nyomószilárdságot a pernye—mész kötőanyaggal készült testek esetén mértünk, s e keverékek a viszonylag kis szilárdság miatt a vízzel szemben is érzékenyebbé váltak. A víz alatti tárolás hatására a 20 m% mészhidrárttartalmú habarcs szilárdsága elmaradt a 10 m%-oshoz viszonyítva.

A cementet is tartalmazó kötőanyaggal készült habarcsok szilárdsága a cementtartalommal mindenkor nőtt és a kétféle cement hatása is nagyjából azonossá vált. Az adalékanyaggal „felhígított” rendszerben nem érvényesült a kohósalaktartalom korábban említett gerjesztő hatása.

Ezek a vizsgálatok is azt igazolták, hogy a 10 m% mészhidráttal tartalmazó pernye—mész—cement kötőanyagok szilárdsága kedvezőbb a 20 m% mészhidráttartalmúakhoz viszonyítva.

Betonkísérletek

A pernye—mész, illetve pernye—mész—cement összetételű anyagokkal készült betonokhoz — a pép- és habarcskísérletek eredményei alapján — a kedvezőbb hatású váci 350 kspc 40-et használtuk, továbbá kétféle pernyét. Utóbbiak közül a II. jelű pernye extrém nagy, míg a III. jelű átlagos puccolános aktivitású pernyefajtának felelt meg.

A hajlító-húzó és nyomószilárdsági értékek időfüggését mutató ábrák szerint a cementhozzáadás, valamint a cementmennyiség növelése a habarcsmintáknál tapasztaltakhoz hasonlóan befolyásolta a rendszerek viselkedését.

Az MSZ 07 3703—82 a pernye—mész kötőanyagú betonok 60 napos nyomószilárdságára min. 5 MPa-t ír elő, amit az általunk vizsgált valamennyi betonminta elért, illetve meghaladt már 28 napos korban.

A III. jelű pernyével készült pernye—mész kötőanyagú betonok 60 napos hajlító-húzó szilárdsága 1,8—2 MPa körüli, nyomószilárdsága pedig 10 MPa körüli volt. Ehhez képest a 15—25 m%-os cementadagolás hatására a szilárdsági értékek másfél—kétszeresre nőttek.

A pernyék puccolános aktivitásának hatása jól tanulmányozható a kétféle pernyével készült betonok vizsgálati eredményeinek összevetésével. A nagy fajlagos felületű II. jelű pernye felhasználásával készített betonok hajlító-húzó szilárdsága 30—40, míg nyomószilárdsága 20—70%-kal nőtt a III. jelű pernyét tartalmazó mintákhoz viszonyítva. A legjelentősebb növekedés a cement nélküli betonok esetén következett be.

A szilárdulási folyamat alatt valamennyi betonminta zsugorodott, s a zsugorodás mértéke a cementadagolás

hatására nőtt. A 28 napos korban mért legnagyobb érték is 0,4% alatti volt.

Az MSZ 3703—82 a pernye—mész kötőanyagú betonok *fagyállósági vizsgálatánál* 10% nyomószilárdság csökkenést enged meg. Ezt az értéket egyetlen vizsgált összetételű minta szilárdságcsökkenése sem haladta meg.

6. Összefoglalás

Útalapbetonok készítéséhez felhasználható pernye—mész és pernye—mészcement összetételű kötőanyagokkal végeztünk összehasonlító kísérleteket. Ennek során megállapítottuk, hogy átlagos puccolános aktivitású bányai pernye 10 m% mészhidráttal keverve alkalmas kötőanyag útalapbetonok készítéséhez. Az ilyen kötőanyagú betonok nyomószilárdsága már 28 napos korra eléri az előírt minimális értéket.

A 10 m%-nál több mészhidráttal tartalmazó pernye—mész keverékekkel készült betonok esetén csak jelentéktelen szilárdságnövekedés tapasztalható.

A pernye—mész kötőanyagú betonok kezdeti vízerzékenysége nagy, szilárdsága viszont kicsi. Vizsgálati eredményeink szerint, ha a mészhidrát mellett 15—25% cementet is adagolunk a pernyéhez a szilárdulás üteme felgyorsul és a vízerzékenység csökken.

Nagyobb puccolános aktivitású, azonos származási helyű pernye használata kedvezően befolyásolja mind a kezdeti, mind a végszilárdságot.

A fagyállósági vizsgálatok azt bizonyították, hogy a pernye—mész—cement kötőanyagú betonok már 28 napos korban megfelelnek az igénybevételhez előírt követelményeknek, a cement nélkül készült betonok pedig 60 napos koruk után teljesítik azt.

Валаж, Дь—Демене, Ч. Э.—Липтай, А. Основной дорожный бетон из золо-песчково-цементного вяжущего

Balázs, György—Frau Deme, Csányi Erika—Liptay, András: Ein Strassengrundbeton mit dem Flugasche-Kalk-Zement Bindemittel

Balázs, György—Deme-Csányi, Erika—Liptay, András: Road Foundation Concrete with a Fly Ash—Quicklime—Cement Binder

AKARJA ÖN NÖVELNI ÉPÍTŐANYAG FORGALMÁT?

Ha igen, ebben segít **DM INFO** szolgáltatásunk!

Ígényének megfelelően összeállítjuk a lakossági forgalmat meghatározó, illetve befolyásoló rétegek – építkezők, tervezők, kőművesek, stb. – név és címjegyzékét. Megtervezzük és komplexen kivitelezük forgalmát növelő, célirányos DM programját. Készséggel állunk rendelkezésére bővebb információval.

Címünk: **DM INFO** Vállalatgazdasági és Szervezési Intézet
Veszprém, VVE Schönherz Z. u. 10. · Telefon: 80-12-550 · Telex: 32-397
Témavezető: Dr. Kiss Lajos

Téglakivirágzások vizsgálata (I. rész)

MÁTRAI JÓZSEF—GYÖRGY JÓZSEFNÉ—SZEGEDI ÁGNES
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Az agyag a kerámiai masszák alapvető komponense. A felhasználhatóságot befolyásoló tényezők között nagy szerepet játszik a vízben oldódó sók mennyisége és kémiai összetétele. Mivel ezek meghatározására még nem áll rendelkezésre általánosan elfogadott és gyors módszer, továbbá a vizsgálati eredmények megítélése sem egységes, célunk az volt, hogy összehasonlítsuk és kritikailag értelmezzük a leggyakrabban alkalmazott extrakciós módszereket hatásfokuk, szelektivitásuk és gyakorlati kivitelezhetőségük szempontjából. Ezen túlmenően munkánk ezen részében egy gyors, sorozatelemzéseknél is alkalmazható módszer kidolgozását kíséreltük meg agyagok és égetett termékek vízoldható sóinak meghatározására. Ezt négy hazai és három algériai agyag komplex vizsgálatánál alkalmaztuk.

Irodalmi áttekintés a vízoldható sók meghatározására

A gyakorlatban az agyag sótartalmának vizes kioldására két módszert alkalmaznak. Az egyik a keveréses, a másik az átérésztéses (perkolációs) eljárás.

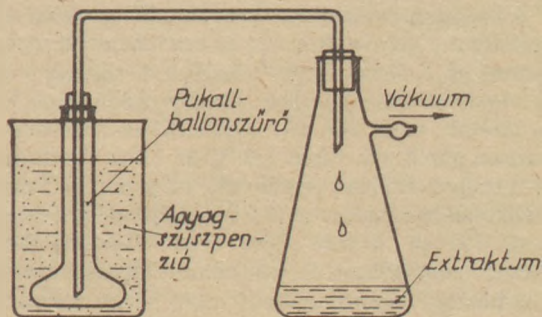
Ezekben belül az egyes szerzők előírásai a kiinduló nyersanyag tömegében, a kioldásra használt víz mennyiségében, az extrakció folyamatában és az üledék eltávolításának módszerében különböznek egymástól.

Az egyik és általánosan alkalmazott munkamódszernél a nyersanyagot, illetve tégláörleményt vízzel intenzíven keverik [1], majd a feliszapoltszuszpenziót ülepités után szétválasztják. Végül mennyiségileg meghatározzák a folyadékban oldott sókat. Ezt a A. Hummel és K. Charisius által elsőnek alkalmazott módszert azután továbbfejlesztették oly módon, hogy keverés közben felváltva hidegen és melegen lúgoznak ki. A hideg eljárásnál 5—100 g agyagot vagy tégláörleményt 1,5 liter desztillált vízzel feltöltenek, összeráznak és gyakori kevergetés közben 5—7 óráig állni hagyják. A meleg eljárásnál a kioldandó agyagot 80 °C-on homokfürdőn melegítik. Mindhárom eljárásnál a szuszpenziót Pukall-szűrő (alkálimentes, kis porozitású üveg) segítségével vákuum mellett szűrik le (1. ábra).

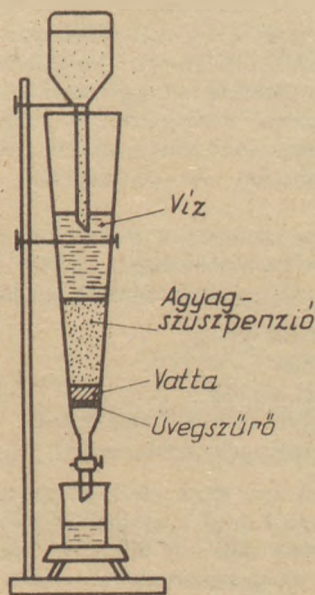
Benett és Read [2] szabványeljárása külön módszert alkalmaz agyagokban, illetve égetett termékekben lévő sótartalom meghatározására. Agyakokból a sók kioldását hosszú ideig állandó rázás közben, nagy hígítási arány mellett végzi, míg égetett termékek oldható sóinak meghatározásához ajánlja a koncentráció növelését és a rövid kilúgozási időtartamot, ezzel befolyásolva a kalcium-szulfát oldhatóságát.

Kis relatív hibákat értek el agyagok oldható sóinak meghatározásával lengyel szerzők [3]. Az agyagszuszpenziót 15 percig forralták, végül centrifugálták. A vízfürdőn szárazra párolt anyagot 110 °C-on szárították [4].

Az átcsurgatásos módszer szerint megnedvesített agyagré-



1. ábra. Oldható sók extrakciója meleg eljárással



2. ábra. Perkolátoros sókioldás

tegen meghatározott sebességgel átszivargó vízzel oldják ki a mintában lévő sómennyiséget. Az extrakciót befejeztnek tekintik, ha szulfát-ion az extraktumból már nem mutatható ki. Az ehhez használt legegyszerűbb készüléket (perkolátor) mutatjuk be a 2. ábrán.

A DIN—51100 szabvány előírja a perkolátor pontos méreteit (az oldható mennyiségéhez igazodva), a szűrővatta előkezelését, az extraktum SO_3 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , és Na^+ -ion tartalmának meghatározását [5].

A kilúgozáshoz használt készülékek továbbfejlesztéseként használták az ún. Soxhlet-apparátust (3. ábra), melynél a kioldandó anyagot mindig friss oldószerrel látja el a készülék.

Schmidt [6] a vízoldható sók meghatározásának egy új módszerét ismerteti. Ez a perkolátoros módszert egészíti ki,

bár időigényét nem csökkenti. A perkolátort lapos keverővel szereli fel, az extraktumot pedig két ioncserélő oszlopon engedi át, amiből következik, hogy a bepárlás szükségtelen és az ionok a további vizsgálatokra rendelkezésre állnak.

Kísérleti rész

Vízben oldódó sók laboratóriumi meghatározása

A vízben oldódó sók meghatározására az irodalomból ismert többféle módszert próbáltunk ki.

A keveréses módszer esetében (K) 50 g mintát 1 literes lombikban 1 liter deszt.-vízzel 24 órán keresztül rázógéppel ráztunk (K_1), illetve forgattunk (K_2). A kilúgozott oldatot G—4 szűrőn vákuum mellett, kimosás nélkül száraz lombikba szűrjük, majd 200 ml-t platinatálban infralámpa alatt szárazra pároltunk. Végül 110 °C-on 1 órát szárítottuk.

A lengyel módszer szerint (L) 10 g mintát 5 cm³ 95% etilalkohol hozzáadása után teljes diszpergálásig kevertünk, majd 150 cm³ kétszer deszt.-vízzel 15 percig forraltuk. Lehűtés után 250 cm³-re feltöltöttük. Összekeverés után a szuszpenziót lecentrifugáltuk, tiszta oldat nyeréséig. Az oldatból 100 cm³-t platinatálban szárazra pároltunk és 110 °C-on szárítottuk. A mérési eredményeket a minta eredeti tömegével való összehasonlítás alapján számoltuk.

A német szabványeljárás szerint 50 g mintát 1 liter desztillált vízben való szuszpendálás után perkolátor vattarétegre öntöttünk. A desztillált vízzel töltött nivóedény csepegését úgy állítottuk be, hogy a vízszint a minta felett 50 mm-re megálljon (4—6 csepp/perc). A kilúgozást akkor tekintettük befejezettnek, amikor az extraktum szulfát-iont már nem tartalmazott. Az eredményeket az 1. táblázatban közöljük.

A mérési eredmények statisztikus értékelése során a kioldási módszer pontosságát az MW agyagfajta rázással meghatározott összesótartalmának szórásával jellemeztük.

n	(mérések száma)	15
s	(szórás)	0,112
$s\%$	(%-os szórás)	2,08
μ	(a mérés várható értéke 95%-os statisztikus biztonság esetén)	5,36 ± 0,08

A mérések ilyen megbízhatósága esetén az eredményekből megállapítottuk, hogy a legnagyobb sókihozatalt a perkolátoros módszer adja. Itt állandóan friss átfolyó vízáram szívárog át az agyagsuszpenzió, ennek következtében így valószínűleg a nehezen oldható kalcium-szulfát nagyobb mennyisége is képes oldatba jutni. Ennek a módszernek hátránya, hogy nagy az extrakciós idő, a finomszemcsés agyagsuszpenziók kioldásakor a készülék könnyen eldugul, ezért sorozatelemzésekhez nem célszerű alkalmazni.

A keveréses módszernél a rázással valamivel jobb a sókihozatal, mint forgatással, de a különbség elhanyagolhatóan kicsi. Ezért a kis időigényű, egyszerű, felszereltséget alig igénylő keveréses módszer ajánlható az oldható sók kivonására.

1. táblázat

Összes oldható só az agyagokban

Minta jele	K_1 (%)	K_2 (%)	L (%)	P (%)
BEO	1,54	1,20	1,28	2,00
MBS	5,61	5,65	4,70	5,75
MW	5,36	5,18	4,88	6,05

Oldható sók összetételének vizsgálata

A vízoldható sók mennyiségének meghatározása után, azok minőségi összetételét előzetesen spektrográfias, majd röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

A táblázatban a vegyületek sorrendje egyben mennyiségi arányt is jelöl. Azoknál a módszereknél és mintáknál, ahol nincsenek feltüntetve a sók, ott olyan kevés mennyiség oldódott ki, hogy nem lehetett összetételt meghatározni.

A kilúgozott sók fő alkotói CaSO_4 és NaCl , de kis mennyiségű Na_2SO_4 és egy mintánál Na-karbonát-szulfát kettős só is képződött.

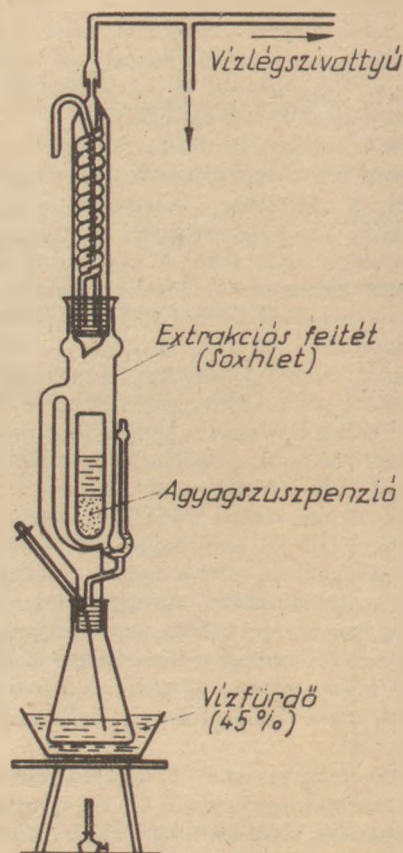
Az egy-egy mintából különböző módszerekkel kioldott sók minőségi és mennyiségi aránya jól mutatja a módszerek szelektivitását.

A tégláégetés során keletkező sók vizsgálata

A kivirágásokért nemcsak a nyersanyagokban lévő oldható sók, hanem az égetés során lejátszódó kémiai folyamatok is felelősek.

Az égetés hatása kettős lehet. Egyrészt forrása a kivirágzást okozó sóknak, mivel az agyag kéntartalmú ásványai (pl. pirit), illetve a tüzelőanyagokban levő kén oxidációja során keletkező kéndioxid a jelenlévő Ca-, Mg-ionokkal vízoldható kalciummagnézium-szulfátokat képeznek.

Másrészt az égetés során bizonyos sók bomlanak. Így pl. a Na-, K-szulfátok már alacsonyabb hőmérsékleten, a Mg-szulfát pedig 900 °C-ig nagyrészt elbomlik.



3. ábra. Soxhlet-készülék

Vizoldható sók összetétele az egyes agyagmintákban

Minta jele	K ₁	K ₂	L	P
BEO	NaCl (halit) Na ₆ CO ₃ (SO ₄) ₂ (burkeit)	—	—	—
MBS	NaCl CaSO ₄ · XH ₂ O	CaSO ₄ · 2H ₂ O NaCl	NaCl CaSO ₄ · XH ₂ O Na ₂ SO ₄ (thenardit)	NaCl
MW	CaSO ₄ · XH ₂ O Na ₂ SO ₄	CaSO ₄ · XH ₂ O Na ₂ SO ₄	—	CaSO ₄ · XH ₂ O

900—1000 °C között megy végbe az alkáli-kloridok disszociációja is, míg a CaSO₄ bomlása csak 1000 °C-on kezdődik el. Így a kiégetett téglában oldható komponensként főleg gipsz marad. Az égetés alatt elbomló és elpárolgó sók nagyobb mennyiség esetén jelentős korróziót okozhatnak, míg a téglában maradók kivirágzást idézhetnek elő.

Az égetés közben lejátszódó jelenségek vizsgálatára a már korábban alkalmazott algériai agyagokból készítettünk próbatesteket. A Pfefferkorn-féle képlékenységnek megfelelő megmunkálási víztartalommal laboratóriumi vákuumpréssel 20 × 20 × 100 mm-es hasábokat formáztunk, majd ezeket szárítás után 850, 950, 1050 °C-on kiégettük. A felfűtési sebesség 150 °C/óra, a hőtartási idő 1 óra volt.

A kivirágzási hajlamot kétféleképpen vizsgáltuk:

- egyrészt kivirágztattuk a próbatesteket (desztillált vízzel megtöltött edényekbe helyeztük őket úgy, hogy a vízszint a próbatestek kb. 1/3 részéig érjen és az edényt „folpack” fóliával lezártuk),
- másrészt a mennyiségi jellemzéshez a már ismertetett módszerek közül a keveréses eljárás szerint határoztuk meg az oldható sótartalmakat (3. táblázat).

A kivirágzási próba tapasztalatai a következőkben foglalhatók össze.

Mindhárom agyagtípusból készült téglá kivirágzott, főleg a széleken és a sarkokon. Az irodalmi adatokkal ellentétben, a magasabb hőmérsékleten égetettek virágoztak erősebben. A megőrölt téglákból kilúgozott sók mennyiségét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy azok mennyisége jóval kevesebb, mint ami a nyersanyagokban található, valamint, hogy 950 °C-on kiugró maximumértékeket találunk.

A téglából kioldott és beszárított sók között csak a CaSO₄ különböző kristályvíztartalmú formáit találtuk. Ez a két tény megerősíti a sók égetés közbeni viselkedéséről már elmondottakat, vagyis a sók mennyiségének csökkenése mögött az eredeti agyagban található (2. táblázat) Na₂SO₄ és NaCl sók

elbomlása, illetve elpárolgása áll. Az agyagban lévő gipsz azonban általában a téglában is megmarad, továbbá keletkezik is CaSO₄ a kéntartalmú vegyületek és a kalcit/dolomit bomlása, illetve reakciója során. Ezt jól igazolja az a tény, hogy a BEO-jelű téglában csak a CaSO₄-ot találtuk oldható sóként, holott az eredeti agyag egyáltalán nem is tartalmazott ilyet (2. táblázat). A CaSO₄ keletkezésével magyarázható az összes oldható sótartalomban tapasztalt 950 °C-os maximumérték is. Ugyanis 850 °C-on a téglá még kissé alulégetett, még nem fejeződik be a karbonátok elbomlása, tehát ezen a hőmérsékleten kevesebb CaSO₄ képződhet. 950 °C-on viszont már megkezdődnek az ellentétes folyamatok is, tehát a CaSO₄ bomlása, illetve újabb, nagy CaO-tartalmú szilikátos ványok (pl. gehlenit) képződése.

Irodalom

- [1] Stegmüller, L.—Schmied, W. (1955): Die Ziegeldustrie 8.325—331.
- [2] Benett, H.—Read, R. A. (1971): Chemical Methods of Silicate Analysis. Academic Press, London (1971).
- [3] Leszek, S.—Rolesinszky, Z. (1983): Sztekló i Ceramica XXXIV., 12—17.
- [4] Lipinski, M.—Arabas, E. (1983): Szkló i Ceramica XXXIV., 65—68.
- [5] Deutsche Normen DIN 51100. 1957. Berlin.
- [6] Schmidt, Ch.—Reinholz, M. Schmidt (1972): Sprechsaal 11, 604—607.

Mátrai József—György Józsefné—Szegedi Ágnes: Téglakivirágzások vizsgálata

Áttekintettük és értékeltük a vizoldható sók meghatározásával foglalkozó szakirodalmat. Módszert dolgoztunk ki az agyagok és a belőlük készült termékek vizoldható sóinak meghatározására és ezt különböző összetételű algériai agyagfajták esetében alkalmaztuk. Az égetett próbatestekkel elvégeztük a kivirágztatási kísérleteket. Megállapítottuk, hogy az eredeti sótartalomtól kívül a kivirágzás összetétele és mértéke az eredeti anyag minőségétől, az égetési hőmérséklettől és az égetés közben keletkező vegyületektől függ.

Матраи, Й.—Дьердь, Й.-не—Сегеди, А.: Испытания высолов кирпичей

Дается обобщение и оценка специальной литературы, касающейся определения водорастворимых солей. Был разработан метод для определения содержания водорастворимых солей в

3. táblázat

Összes oldható sótartalom a téglákban (%)

Égetési hőmérséklet	Minta		
	BEO	MBS	MW
850 °C	0,59	0,80	0,98
959 °C	1,50	0,89	1,80
1050 °C	0,50	0,58	1,09

глинах и изготовляемых из них продукции, который был применен при испытании алжирских глин. Испытания образования высолов были проведены на обожженных образцах. Был сделан вывод, что размеры высолов — помимо содержания соли в исходном состоянии —, а также их состав, зависят от качества глины, температуры обжига и соединений, образующихся при обжиге.

Mátrai, József—Frau György, Ilona—Frau Szegedi, Ágnes: Die Untersuchung der Ziegelausblühungen

Die Fachliteratur, die sich mit der Bestimmung der wasserlöslichen Salzen beschäftigt, übersehen und gewertet wurde. Es wurde ein Method für die Bestimmung der wasserlöslichen Salzen der Tone und Tonprodukte ausgearbeitet, gleichzeitig diese im Fall der algerischen

Tonarten mit verschiedenen Zusammensetzungen verwendet. Die Ausblühungsprüfungen wurden auch an gebrannten Prüfkörpern durchgeführt. Das Mass und die ausgeblühten Salzzusammensetzung hängt von der Qualität des ursprünglichen Tones, der Brenntemperatur und der während des Brennens entstehenden Verbindungen ab.

Mátrai, József—György, Józsefné—Szegedi, Ágnes: Investigation of Brick Efflorescence

A detailed review is given on the determination of water-soluble salts in clays and clay products, followed by the description of a novel method. This new method was successfully used for the efflorescence testing of clays from Algeria. Efflorescence is controlled not only by the original salt content, but also by clay quality, firing temperature and the compounds formed during firing.

A világ szilikátiparából

Harminc hónap alatt épült cementgyár Indiában

A neubeckumi Krupp Polysius cég a Jaypee Rewa Cement Ltd. (Madhya Pradesh állam) részére 17 M DEM költséggel, 3200 t/nap klinkergyártó teljesítményű cementgyárat épített 30 hónap alatt. A Dopol előmelegítő rendszerrel és Propol előkalcinálóval kiegészített kemence volt a beruházás kulcsberendezése. De a 2 × 30 000 t befogadóképességű keverőtér és a 280 t/h kapacitású hengerestörő és a 35 t/h szén aprítását szolgáló hengerszék ugyancsak Polysius-gyártmány. A klinkerörlést két sorbakapcsolt csőmalom végzi. A Polah automatikus labor biztosítja az egyenletes minőséget. (Zement—Kalk—Gips, 1987. 2.)

Perlit, pumicit, márvány, gránit Olaszországban

Olaszország egyetlen perlittermelője a Perlite SpA/Milánó évi kapacitása 150 kt, bár az 1985. évi tényleges termelés ettől elmaradóan 100 kt volt. A perlit 95%-át építőipari célra használják, a fennmaradó hányada kertészeti felhasználásra kerül.

Olaszország másik jelentős vulkanikus anyaga a pumicit, éves termelését 400 kt-ra becsülik, kapacitása ennek kb. kétszerese. A legnagyobb pumicitermelő a Pumex SpA.

A felhasználás fő területe az építőanyag-gyártás. Becslések szerint a Pumex a vilákereslet 2/3-át elégíti ki e területen. 1986-ban 25 kt ipari pumicit előállítását becslik, fő piacai NSZK (40%), Franciaország (20%), Anglia (10%). Az ipari célú örölt „puder” minőségét 180—230 GBP/t árszinten jegyzik.

1985-ben Olaszországban 6 Mt építőkövet termeltek ki, ennek fele tömb. Az összes mennyiség 47%-a exportra kerül, 43%-át az olasz építőiparban, a fennmaradó 10%-ot pedig sűrű és műemlék előállítására használják. Az utóbbi időben a változatos színezetű gránitok népszerűsége a fehér márvánnyal szemben egyre nagyobb Olaszországban és jelenleg az össztermelés mintegy 30%-át teszi ki, míg a

márvány mintegy 40%-ot képvisel. Az elmúlt 4—5 évben az olasz ipar növekvő mennyiségű importkövet használt fel Észak-Európából, Braziliából, Argentínából, Indiából és fekete gránitot Dél-Afrikából. 1985-ben az ország 990 kt építőkövet importált, melyből 800 kt gránit volt. (1984-ben a teljes import 900 kt volt.)

Az olasz kőfaragó iparban a hangsúly fokozatosan a „hozzáadott érték” irányába tolódik el (az importkövek formázása, vágása, polirozása), mivel egyidejűleg a hazai faragótkő-termelés csökkenése mutatkozik. (Industrial Minerals, 1986. december)

Szovjet segítséggel épül Mongólia legnagyobb mész- és cementkombinátja

Szerződést írt alá a Szovjetunió és Mongólia kormánya, melynek értelmében a szovjet vállalatok nyújtanak segítséget Mongólia legnagyobb mész- és cementművéhez. A terv szerint az új üzem, 600 kt cementet, meszet és mészhidrátot termel évente. Ez a mennyiség nagyrészt kielégíti az ország építőanyag-igényét. (Industrial Minerals, 1987. február)

Papírhulladékot használ fel a Szovjetunió új gipszüzeme

A cseljabinszki építőanyag-gyár 1986-ban legyártotta az első egymillió köbméter rosterősítésű gipszlapot. Ezt a hang- és hőszigetelő anyagot hulladékpapír felhasználásával állítják elő. Az üzemet hatmillió m³/év kapacitásra tervezték és remélik, hogy két éven belül, esetleg már 1987 végére eléri a tervezett termelési szintet. Ez az első ilyen típusú üzem a Szovjetunióban. Egyelőre a gyártásban anyagellátási problémák vannak szállítási nehézségek miatt. Vasúti szárnyvonal megépítésére van szükség. (Industrial Minerals, 1987. február)

Osztott felépítésű folyamatirányító rendszer a Beremendi Cementgyárban*

SOLT ATTILA* — HUGYÁK LÁSZLÓ**

* Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

** Cement- és Mészművek Beremendi Gyára

A cementgyártás technológiájának automatizálása bonyolult feladat, de körültekintő megoldása jelentős gazdasági haszonnal jár. Elsősorban nyugati cégek értek el komoly eredményeket a cementüzemek automatizálásában. A hazai lehetőségek keretein belül a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet (SZIKKTI) is hosszú évek óta dolgozik ezen a területen. Így került sor a Cement- és Mészművek Beremendi Gyára (BCM) két, osztott intelligenciájú számítógépes folyamatirányító rendszerének a kifejlesztésére — a BCM szakembereinek aktív közreműködésével. A két folyamatirányító rendszer egy fokozatosan kiépítendő komplex irányító rendszer alrendszere, melyek a cementgyártás két alapvető részfolyamatát, a nyersanyagkeverék kémiai összetételének beállítását, valamint a cementklinkerégetést szabályozzák, illetve szabályozni fogják.

1. Az irányított technológia

A cementgyártás technológiája soros jellegű, a gyártási részfolyamatok egymás után, helyenként közbenső anyagtarolókkal elválasztva mennek végbe [1]. A folyamat tárolók általi széttagolása célszerűen a folyamatot irányító automatikarendszer alrendszerekre bontását is meghatározza. A technológia fizikai-kémiai jellegét tekintve keverési, aprítási (örlési), hőkezelési, tüzelési, légtechnikai stb. folyamatokat foglal magába, melyek egymás után vagy egy technológiai részfolyamaton (fázison) belül egymással párhuzamosan játszódnak le.

A BCM-ben két azonos felépítésű nyersanyagörölő és klinkerégető technológiai rendszer üzemel, melyeket a nyugatnémet KHD-cég szállított. A két gyártó vonalat 1972-ben helyezték üzembe. Kapacitásuk együttesen kb. 1 millió tonna cement évente.

A két számítógéppel irányított technológiai szakasz felépítése röviden a következő:

A *nyersanyagkomponensek örlése* kétféle malomból és egy osztályozóból kialakított körfolyamatos örlőrendszeren történik (1. ábra). A háromféle nyersanyagot adagoló szalagmérlegek adják fel a rendszerre. A finom liszté örlött nyersanyagkeverék kb. 12 órányi termelést befogadó (két örlőrendszer működése esetén) homogenizáló silóba kerül, mely a töltés folyamán fellépő összetétel-ingadozások bizonyos fokú kiegyenlítésére szolgál. A silóba kerülő anyagból folyamatosan és automatikusan egy kis hányad mintaként leválasztásra kerül. Egy bizonyos idő, általában egy óra alatt gyűjtött minta átlagának röntgenfluoreszcens gyorslemező készülékkel (RFA) történő vizsgálata információt szolgáltat az adott idő alatt termelt nyersliszt (átlagos) kémiai összetételéről.

A *cementklinker égetése* sorbakapcsolt előmelegítőtől, kemencéből és hűtőből álló rendszerrel történik (2. ábra). A

megfelelő összetételű nyerslisztet a négyfokozatú, ciklonos előmelegítőbe (hőcserélőbe) szalagmérleg adagolja, ahol az a kemencéből jövő forró füstgázzal találkozáva felmelegszik. Hőbevitel két helyen történik. A forgó csökemence kiömlő végén fűtőolaj fűtőzés biztosítja a klinkerizációhoz szükséges 1450 °C körüli anyaghőmérsékletet. Az anyagelőkészítéshez szükséges hőmennyiség egy részét energiaraionalizálás érdekében — a forgókemence beömlő végénél utólagosan létesített póttüzelés adja. A póttüzelés használt gépkocsiabroncsok feldarabolás nélküli szabályozott beadagolását jelenti. A klinker technológiailag szükséges gyors hűtését rostélyos hűtő végzi. Az előmelegítő—kemence—hűtő (EKH-) rendszer legfontosabb ellenőrzési és beavatkozási pontjai a 2. ábrán láthatók.

A teljes cementgyártási technológia irányítása központi vezérlő teremből történik.

2. A nyerslisztösszetétel-szabályozó rendszer (NSR)

2.1. Az irányítási feladat

A nyerslisztösszetétel-szabályozó rendszer feladata, hogy a nyersanyagkomponensek adagolási arányát úgy állítsa be, hogy a keverősiló megtöltésének végeztével a silóban levő nyersliszt átlagos kémiai összetétele az előírt határokon belül legyen. A kémiai összetétel beállítása a CaCO_3 -, Fe_2O_3 -, Al_2O_3 - és SiO_2 -koncentrációk szabályozását jelenti. A látszólag egyszerű feladatot a következők bonyolítják:

- a nyersanyagkomponensek ingadozó és pontosan nem ismert összetétele,
- az a matematikai tény, hogy a három anyagáram változtatásával csak két koncentrációérték (és az össz mennyiség) állítható be pontosan,
- a mintavétel által behozott pontatlanság és az összetételelemzés eredményének holtideje,
- a malomrendszer (nyersanyagoként eltérő mértékű) nagy szállítási holtideje.

2.2. Műszerezés és hardver-rendszer

A technológiáról a rendszer a *következő közvetlen (on-line) információkat kapja* (3. ábra):

1. Nyerslisztelemzés adatai

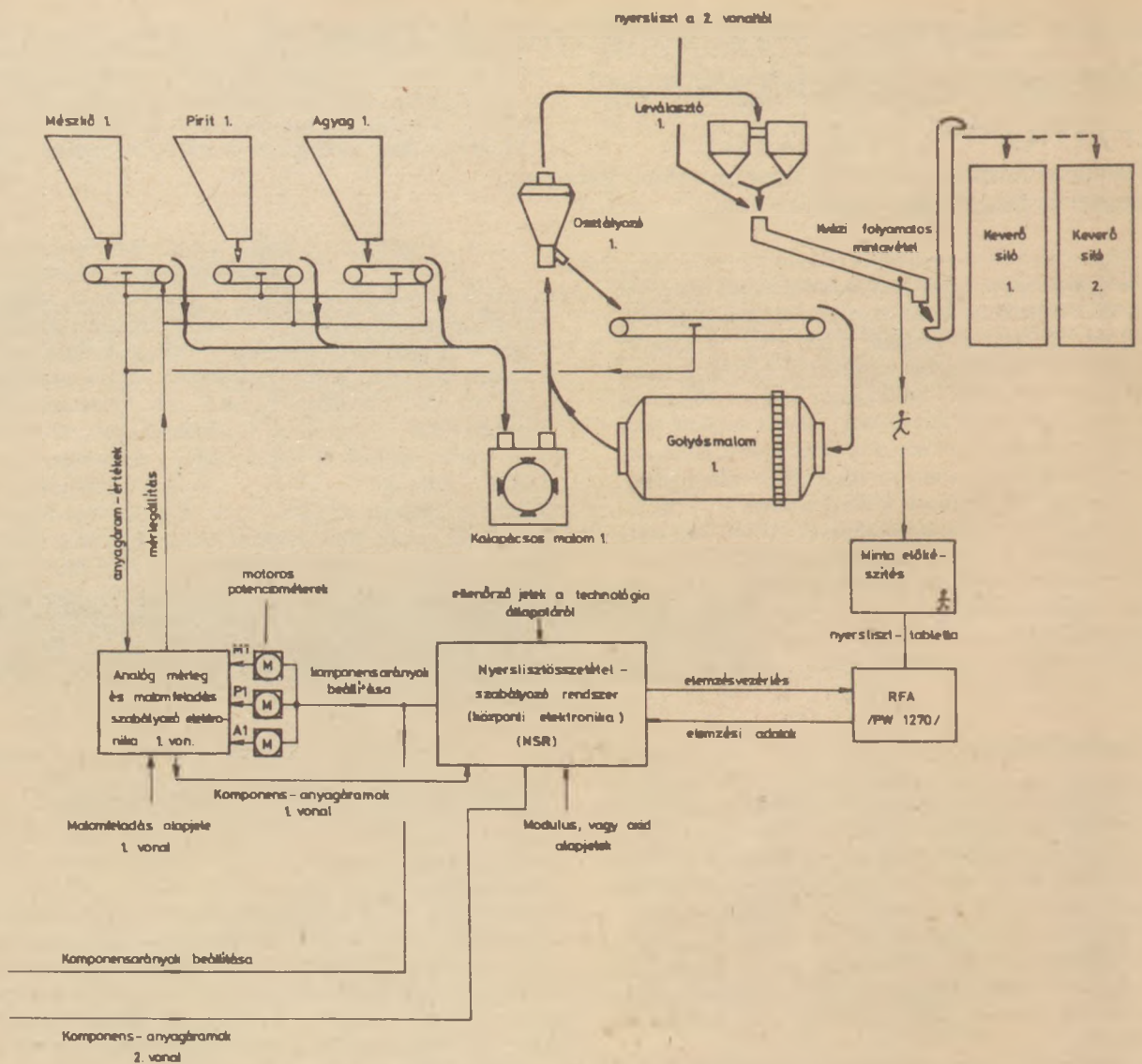
A röntgenanalízis eredményét mintavételi ciklusonként kapja meg a számítógép az RFA-tól az RFA/TPA—L INTERFACE I és II illesztőegységeken keresztül.

2. Működésjelző kontaktusok

Az NSR folyamatosan figyel:

- melyik homogenizáló siló töltődik,
- malmok működését (igen/nem),
- adagoló szalagmérlegek működését (igen/nem),
- 1. és 2. mérleg sor kézi/automatikus átkapcsolóját,

* Szilikákémiai Ankét (1986, Balatonalmádi) elhangzott előadás



1. ábra. A nyersízletösszetétel-szabályozás technológiai összefüggése

— RFA/TPA—L INT. I. kézi/automatikus átkapcsolóját.

3. Analóg jelek (0—5 V)

Az NSR 20 sec-onként méri.

- az adagoló szalagmérlegek pillanatnyi teljesítményét (anyagáramok tonna/óránban),
- az adagoló szalagmérlegek alapjelállító (pontosabban aránybeállító) motorpotenciómétereinek állását.

4. Impulzusjelek

A mérlegek által szolgáltatott impulzusok számának összegzése adja egy adott időtartam alatt beadagolt anyagmennyiség pontos értékét.

Beavatkozás

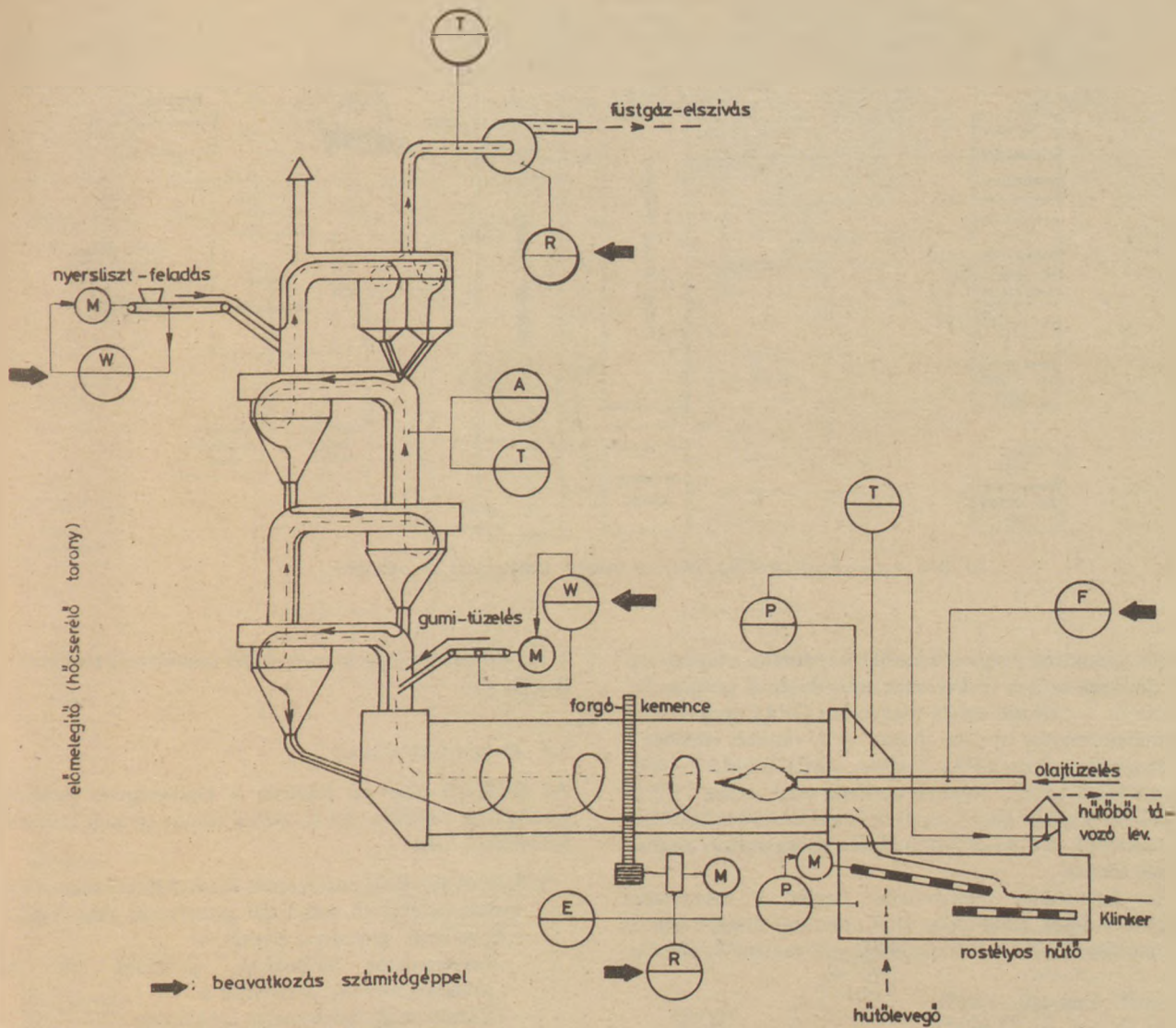
Az NSR a technológia felé beavatkozó jeleket ad ki, melyekkel közvetlenül avatkozik be a nyersanyagok keverési arányába. A nyersanyagkomponensek arányainak beállítása az egyes mérlegek alapjelállító motorpotenciómétereinek több, vagy kevesebb irányba történő vezérlésével valósul meg.

(A nyersanyagok abszolút mennyiségét — a beállított arányok megtartásával — egy analóg malomterhelés-szabályozó elektronika végzi.)

Hardver szempontból az NSR két változata készült el. Az első KFKI TPA—L/32 típusú kisszámítógépen és KFKI CAMAC folyamatperiféria-rendszeren alapul. Az NSR ilyen realizációval 1982. áprilisa óta folyamatosan üzemel. A második, korszerűbb változat az üzembe helyezés alatt álló, a klinkerégetést irányító alrendszerrel való azonosság és a szolgáltatások színvonalának emelése (pl. színes grafikus terminál) érdekében készült el. Ez a változat a KFKI TPA—L/128H típusú gépen és a MIKROMATIKA Kiszövetkezet intelligens folyamatperiféria-rendszerén alapszik. Technológiai operátori konvolként egy COMMODORE 64 konfigurációt (alapgép, floppyegység, képernyő, joystick) is tartalmaz. Az NSR két változatának hardver felépítése a 3.a és 3.b ábrákon látható.

2.3. A szabályozó rendszer funkciói

A szabályozó rendszer mintavételezési és beavatkozási ciklusideje 1 óra. Az NSR tehát óránként megkapja az elte



2. ábra. Az EKH-S-rendszer legfontosabb mért és módosított jellemzői

Jelmagyarázat: A: füstgázanalízis, E: villamos teljesítmény, F: térfogatáram, M: motor, P: nyomás, R: fordulatszám, T: hőmérséklet, W: súlyáram

ciklusidő alatt őrölt nyersliszt átlagos kémiai összetételét. Az összetétel és a termelt mennyiség ismeretében kiszámítja a silóban lévő anyag pillanatnyi átlagos összetételét és mennyiségét. Az alapjeltől való eltérés ismeretében pedig kiszámítja a következő ciklusban szükséges adagolási arányokat.

Az eredményes beavatkozáshoz ismerni kellene a nyersanyagok kémiai összetételét. Mivel ennek pontos mérése gyakorlatilag lehetetlen, az NSR minden ciklusban becslést végez a komponensek összetételére vonatkozóan, a szabályozási ciklus alatt termelt nyersliszt (RFA-elemzés) várt és tényleges összetétele alapján. A szabályozás során fontos szempont az is, hogy a silótöltés folyamán a behordott liszt összetétele minél kisebb mértékben ingadozzon.

Tekintettel arra, hogy az elvileg lehetséges két koncentrációérték helyett négyet kell szabályozni, az NSR a beavatkozásoknál optimalizálást végez, amelynek során a négy koncentráció-alapjelet különböző prioritással veszi figyelembe.

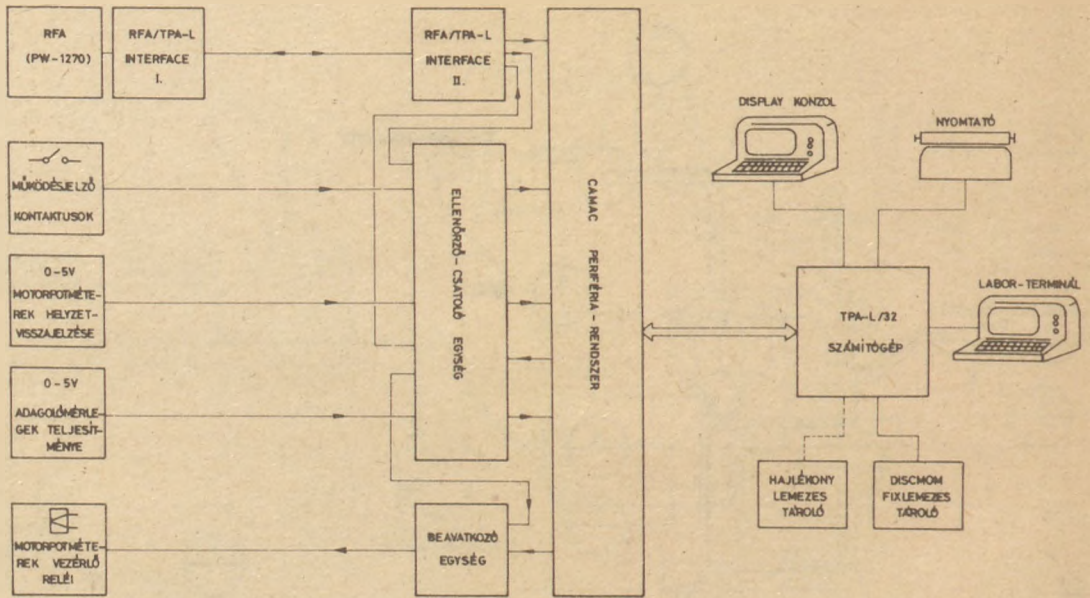
Az NSR nyomtatón dokumentálja a nyersőrlő rendszerek

üzemét és a silótöltés folyamatát. Silózáskor kiszámítja — a silóban levő liszt összetételbeli szórása alapján — a szükséges keverési (homogenizálási) időt. Értékeli a silótöltés eredményét és közli a liszt klinkerré történő égetéséhez szükséges elméleti hőszükségletet.

A szabályozó rendszer kezelése az 1. hardver-változat esetén a laborban lévő terminálon és a konzolon keresztül, a 2. változat esetén pedig a labor-terminálon és a színes grafikus terminálon keresztül történik. Az utóbbi a folyamatábra és különböző grafikonok, szín és hangjelzések segítségével jelentősen megkönnyíti a folyamat áttekintését és több információt is szolgáltat. Itt a beavatkozás eszköze elsősorban nem a klaviatúra, hanem a botkormány, mellyel az operátor a cursor mozgatása által menüszerűen választhat a lehetséges kommunikációs funkciók közül.

2.4. Alkalmazási tapasztalatok

Az üzemeltetési tapasztalat csak az 1. hardver-változatra alapozott rendszerrel kapcsolatban gyűlt össze, mivel azon-



3.a ábra. A nyerslisztösszetétel-szabályozó rendszer tömbvázlata (1. változat)

ban az új rendszer a régivel felülről kompatibilis, a tapasztalatok jó része arra is érvényesnek tekinthető. A programfejlesztés az 1. változat esetén alapvetően OPAL magasszintű folyamatirányítási nyelven történt. A 2. változat esetében a TPA-géphez szintén OPAL nyelven, a MIKROMAT-4000 mikroszámítógépes folyamatperiféria-rendszerhez CP/M operációs rendszer alatt C nyelven és assemblerben készültek a programok. A C 64-es terminálnál a programozás asszemblerben történt.

Az üzemeltetés tapasztalatai szerint a nyersliszttel megtöltött silók számítógép által számított átlagos kémiai összetételének a megadott alapjeltől való maximális eltérése:

CaCO_3 -ban $\pm 0,1$ súly%,
 Fe_2O_3 -ban $\pm 0,02$ súly%,

minimum 90%-os valószínűséggel (gyakorisággal).

Az NSR rendelkezésreállása jobb, mint 95%.

A szabályozó rendszer által eredményezett haszonból a rendszer ára kb. 4 év alatt térült meg.

Mivel az NSR működése jelentős előnyökkel jár, a gyár érdekelt annak folyamatos üzemeltetésében. Mind a fejlesztésre, mind az üzemeltetésre pozitívan hatott, hogy az egyéni érdekeltiséget is sikerült megteremteni.

A BCM nagy figyelmet fordított a mintavételre, az elemzési folyamatra, a műszerezés állapotára és a kapcsolódó technológiai műveletekre. Erre azért volt szükség, mert a folyamat bármely részében keletkező hiba — a hibátovaterjedés törvényszerűségei szerint — a végső eredmény pontosságára is kihat. Éppen ezért az a kívánatos, hogy a teljes rendszer elemei pontosság tekintetében szinkronban legyenek egymással.

A SZIKKTI sokoldalú oktatásban részesítette a BCM kiválasztott, illetve érdeklődő szakembereit, akik ezáltal képesekké váltak az irányító rendszer bizonyos fokú, folyamatos továbbfejlesztésére, illetve felmerülő hardver-hibák egy részének elhárítására, vagy behatárolására. A telexen jelzett hibákat a SZIKKTI — rendszerfelügyeleti szerződés keretében — soron kívül kijavítja, többnapos javítási igény esetén pedig cserkészüléket helyez üzembe.

3. Az előmelegítő–kemence–hűtő szabályozó rendszer (EKH-S)

3.1. Az irányítási feladat

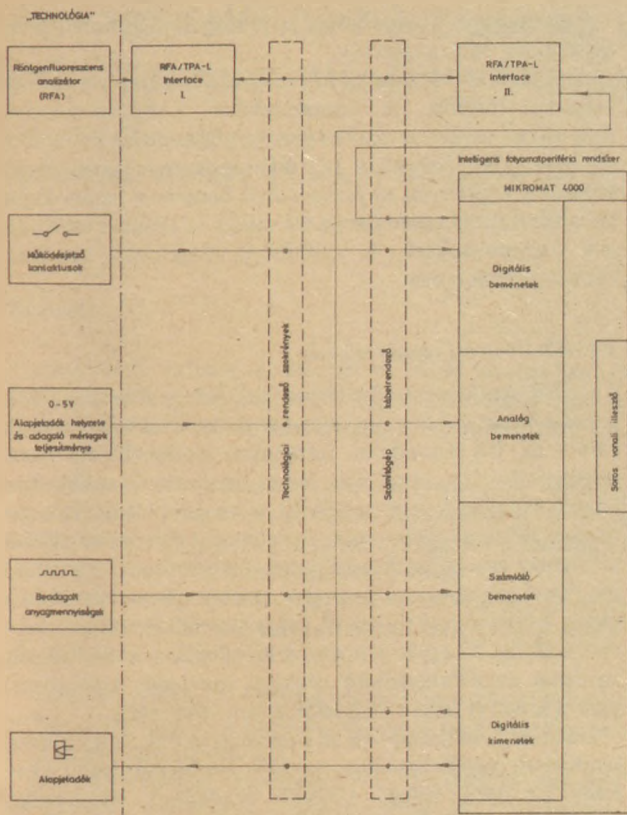
Az EKH-S alapvető feladata a klinkerégetés gazdaságosságának növelése. Ez az alábbi célok elérésén keresztül valósítható meg:

1. Egyenletes, kiegyensúlyozott üzemvitel folyamatos biztosítása értéktartó, stabilizáló szabályozás által. (Ezáltal a következő változások érhetők el:
 - üzemzavarok számának, javítások idő- és költségigényének, ezen belül a
 - tüzállóanyag-felhasználás csökkenése,
 - a kevesebb állásidő következtében az éves termelési volumen növelési lehetőségének megteremtése,
 - egyenletes klinkerminőség, melynek következtében lehetőség nyílik a biztonsági okokból történő többletenergia-ráfordítás (égetésnél és őrlésnél) csökkentésére.
 - Az egyenletesebb és kevesebb üzemzavarral járó üzemvitel jelentős hőenergia-megtakarítást eredményez.)
2. A fajlagos fűtőolaj-felhasználás további csökkentése az EKH-rendszer munkapontjának optimalizálása által (a fajlagos hőenergia-felhasználás minimalizálása és a gumibroncs póttüzelés/olaj fűtőüzelés arány maximalizálása).

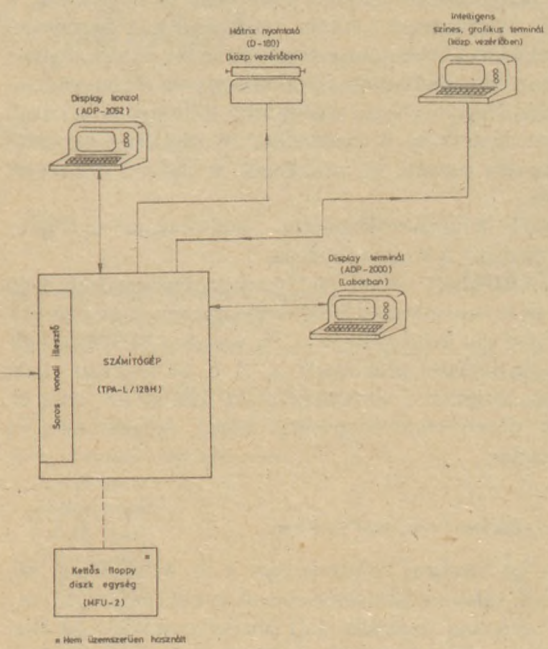
Az EKH-S jelenlegi feladatai közé nem tartozik a normál munkaponttól távol működő, valamint a leálló vagy felfutó rendszer irányítása. Az EKH-S feladata a kézi vezérléssel normális üzemi viszonyokra beállított kemencerendszer üzemvitelének stabilizálása és optimalizálása.

3.2. Műszerezés és hardver-rendszer

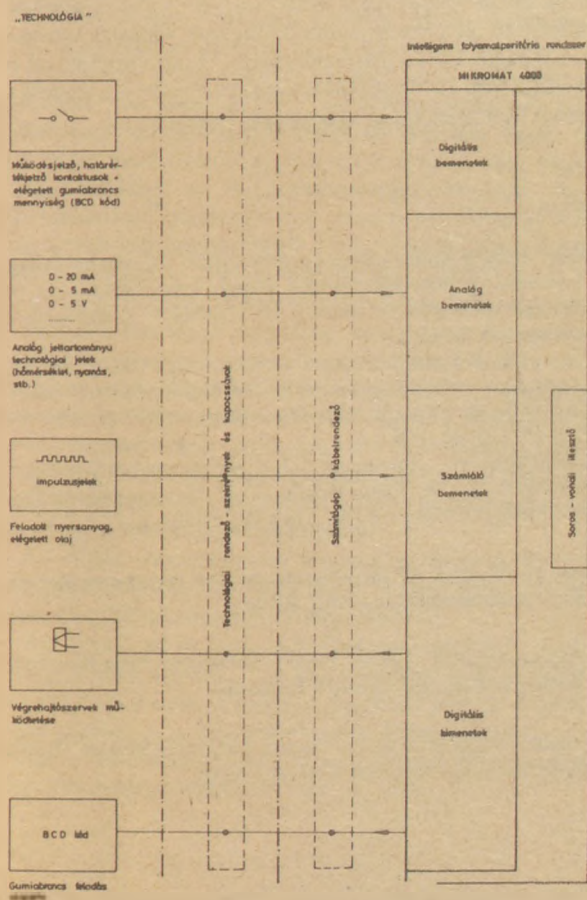
Az EKH-S alapvetően a gyár eredeti, nyugati szállítói műszerezettségét használja. Az EKH rendszer állapotának pontosabb meghatározása érdekében azonban több



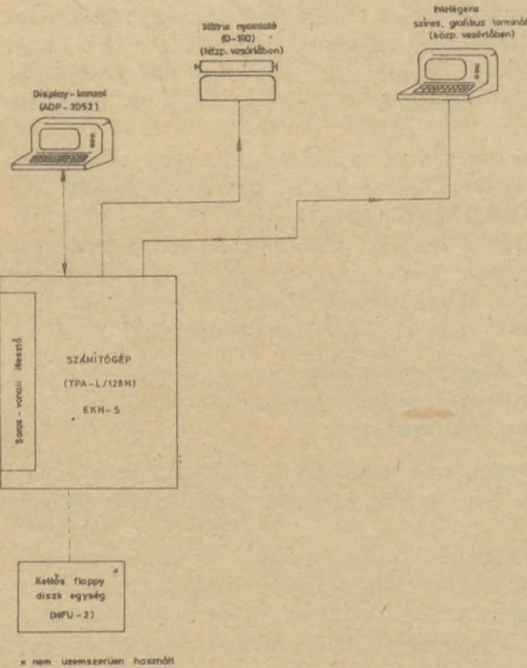
SZABÁLYZÓ RENDSZER



3. ábra. A nyerslisztészételel-szabályozó rendszer tömbvázlata (2. változat)



SZABÁLYZÓ RENDSZER



4. ábra. EKH-S hardver blokkvázlata

kiegészítésre is szükség volt. Például: füstgázmennyiség mérése, füstgázelemző állomás áthelyezése és kiegészítése, a hűtőből visszanyert forró (szekunder) égéslevegő hőmérsékletének több ponton történő mérése, a számítógépes beavatkozáshoz kézi/automatikus átkapcsolások megoldása.

A technológiáról érkező analóg jelek többsége távadózott, 0–20 mA-es áramjel. A rendszerhez 78 digitális, 6 impulzus és 104 analóg bemenő jel csatlakozik. A digitális kimenetek száma 64.

Az EKH—S hardver felépítését — mely hasonló az NSR 2. változatához — a 4. ábra mutatja.

A MIKROMAT—4000 intelligens perifériarendszer látja el a mérési és beavatkozási feladatokat. Az irányítási eljárás a TPA-gépbe van beprogramozva. Ez vezérli a MIKROMAT és a C 64 rendszer működését is. A C 64 rendszer, mint intelligens terminál a kommunikációs feladatokat látja el, melynek döntő része a grafikus ábrák megjelenítése és aktualizálása.

3.3. A szabályozó rendszer funkciói

Az irányító rendszer folyamatosan mért technológiai jellemzőkből, valamint laboratóriumi adatokból határozza meg az EKH-rendszer üzemállapotát (modellszámítás). Az állapotmeghatározás számítások elvégzése és logikai döntések megtétele útján történik. Mivel az EKH-rendszer rendkívül bonyolult, sok be- és kimenetű rendszer, az alkalmazott modell nem lehet a fizikai törvényszerűségeken vagy statisztikai elemzéseken alapuló matematikai modell.

Az EKH—S úgynevezett eseményfüggvények alapján szabályoz, melyeket ún. állapotvektorokból logikai műveletekkel határoz meg: Az állapotmeghatározáshoz kiválasztott analóg és számított jellemzőkhöz egy-egy állapotvektor tartozik, melyeknek minden bitje a jellemző bizonyos állapotát jelzi.

Állapotvektorok tartoznak ezeken kívül a külső (mért) és belső (a program futása során fellépő) egyszerű eseményekhez is. Az EKH-rendszer(ek) állapotát az állapotvektorokból számított eseményfüggvények írják le. A szabályozó rendszer technológiai vonalanként 100 eseményfüggvény kezelésére alkalmas.

Minden eseményfüggvényhez tartozik egy ún. beavatkozási tábla, mely az esemény fellépésekor szükségessé váló beavatkozásokat tartalmazza.

Tekintettel a rendszer kutatási-fejlesztési jellegére, az eseményfüggvények az üzemi kísérletek folyamán egyszerűen generálhatók, ill. módosíthatók (interpreter program).

Az EKH—S-nek háromféle üzemmódja van:

- üzemellenőrzési üzemmód,
- számítógéppel segített operátori üzemmód,
- automatikus üzemmód.

Az üzemellenőrzési üzemmód az EKH-rendszerre vonatkozó felügyeleti (mérés, számítás, tájékoztatás) funkciót jelenti.

A számítógéppel segített operátori üzemmód esetén a rendszer kiszámítja a szükséges beavatkozásokat is, de azokat mint javaslatot közli az operátorral képernyőn keresztül. A tényleges beavatkozás csak az engedélyezés vagy a szükségesnek ítélt módosítás után történik meg.

Automatikus üzemmódban a rendszer a tájékoztatással egyidejűleg be is avatkozik.

Az EKH—S kezelése normál esetben a színes terminálon keresztül történik. A kommunikáció a botkormánnyal történő cursor-mozgatást használó grafikus menü-rendszeren alapszik. Alapállapotban az EKH-rendszer folyamatábrája látható a képernyőn (a képzeletbeli kamera a technológiát lassan és folyamatosan pásztázza végig), az aktuális technológiai paraméterekkel. A különböző diagramok operátori kérésre jelennek meg.

3.4. Alkalmazási tapasztalatok

Az NSR-rendszerrel ellentétben itt csak a *fejlesztés és az üzembe helyezés során szerzett* tapasztalatokról beszélhetünk. Mivel az EKH-rendszer irányítása — legalábbis hazai viszonylatban — nem egy ismert megoldás applikációja, hanem kutatási-fejlesztési feladat, a konkrét irányítási algoritmus „off-line” elkészítésére nem lehetett vállalkozni. Ebből kifolyólag egy célszerű szabályozási struktúra és egy ennek megfelelő rugalmas (interpreter szinten paraméterezhető), illetve könnyen módosítható programrendszer elkészítésére volt szükség. Az egyes változatok kipróbálása és módosítása, valamint az alkalmazható végleges megoldás kidolgozása csak a konkrét üzemi kísérletek során lehetséges.

Hardver vonatkozásban az a tapasztalatunk, hogy a hazai rendszerek megbízhatósága romlott. Problémát jelent az is, hogy az ilyen jellegű irányító rendszerek létesítéséhez szükséges egyedi illesztő és kiegészítő elektronikus egységek elkészítése az alkatrészellátás ismert problémái miatt nagy nehézségekbe ütközik.

Az irányító rendszer hardver megbízhatóságát a SZIKKTI tartalék fő- és részegységek beszerzésével igyekszik növelni. Az EKH—S-től jelentős gazdasági haszon várható, ugyanis csak a fajlagos hőenergia-felhasználás 1%-os csökkentése is több millió forint megtakarítást jelenthet évente — a termelési volumen és a fűtőolaj ár alakulástól függően.

Irodalom

- [1] *Fehér Antal*: A száraz eljárású cementgyártás folyamatirányítási problémái, a mikroelektronikai bázisú folyamatirányítás lehetőségei. (Előadás az NJSZT III. Országos Kongresszusán [Alkalmazás '86].)
- [2] *Jäger, G.—Lepers, H.—Pütter, L.—Rake, H.—Wildpaner, H.*: Anwendung eines Prozessmodells zur Regelung der Produktqualität bei der Zementklinker-Herstellung (VDI — Berichte Nr. 276., 1977. p. 87—93).
- [3] *Holmblad, L. P.—Ostergaard, J. J.*: Übertragung von Betriebserfahrungen mit der Fuzzy-Regelung auf die automatische Prozessführung (Zement—Kalk—Gips Nr. 3/1981. p. 127—133).

Шольт, А.—Худьяк, Л.: Разделенная система управления процессом на Беремендском цементном заводе

Solt, Attila—Hugyák, László: Prozess-Steuerungssystem mit geteiltem Aufbau in dem Zementbetrieb Beremend

Solt, Attila—Hugyák, László: Process Control System of Divided Configuration in the Beremend Cement Factory

Agyagadalékos hőszigetelő perlitidomok szilárdságnövelésére vonatkozó kísérletek*

HÁMORI TAMÁSNÉ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A perlit alapú hőszigetelő termékek közül hazánkban az Épületkerámiaipari Vállalat által gyártott rioporittégla az egyik legelterjedtebb, ipari berendezésekhez célszerűen alkalmazható hőszigetelő termék.

A rioporittégla duzzasztott perlitből, agyagból, valamint egyéb adalékanyagokból kerámiai úton készített porózus szerkezetű, kis térfogatsúlyú termék. Megjelenési formája és fő méretei kisméretű falazótéglaival azonos.

A rioporittéglát és annak gyártástechnológiáját az 50-es évek végén a SZIKKTI-ben (az akkori ÉaKKI-ben) Albert János [1] fejlesztette ki.

A jelenleg mintegy $1-1,5 \text{ m}^3$ -es éves kapacitással gyártott kétféle terméknek — a Rioporit 900-as és 1200-as tégláknak — a nagyrészt exportálják.

Kedvező hőszigetelőképesége ($\lambda = 0,15-0,16 \text{ W/mK}$) mellett azonban szilárdsága viszonylag kicsi, mely tulajdonsága hátrányosan befolyásolja szélesebb körű elterjedését, noha van kereslet iránta. (Az elmúlt évek felmérései szerint közel évi 6 m^3 lenne az igény.) Így előtérbe került a rioporit téglához hasonló szigetelőképeségű, de szilárdabb termék előállítására. A következőkben a laboratóriumi, illetve üzemi-füzemi kísérletek eredményeiről számolunk be [2].

A rioporit szerkezetéből adódik, hogy szilárdságát a kerámiai váz adja, tehát a szilárdságnövelés eléréséhez célszerű a kerámiai váz szilárdságának növelése. Ennek több lehetséges módja van. Az egyik, ha a kerámia vázat, vagyis a nyersmasszában az agyagmennyiséget növeljük. Ennek következtében azonban — a pórushordozó perlit mennyiségének csökkenése miatt — nő a téglatestsűrűsége és egyúttal csökken hőszigetelőképesége. Tehát az agyagmennyiség növelésének határt szab a testsűrűség növekedése.

A másik lehetséges megoldás, ha magát a kerámia vázat erősítjük a kerámiai anyag mennyiségének növelése nélkül. Erre legelterjedtebben különböző vegyiadalékokat alkalmaznak. Itt a szilárdság növelésének, vagyis a nyersmasszába bevitt vegyiadalékok mennyiségének növelésében, rendszerint a vegyiadalékok magas ára szab határt. A szilárdságnövelés harmadik lehetséges módja a másik nyersanyag, a perlit igen kicsiny szilárdságának növelése.

Az előbbi megfontolások alapján egyértelmű, hogy egy kompromisszumos megoldást kellett keresni. Ehhez a kísérleteket mindkét alapanyagra kiterjesztettük.

Az agyag adott volt, az Épületkerámiaipari Vállalat téglagyárának agyaga. A másik nyersanyagból, a perlitből kétfélelt használtunk. A rioporit téglához jelenleg is használt P_1 -es perlitet és a kereskedelemben kertészeti perlit néven kapható nehézperlitet, mely jóval nagyobb szilárdsággal és durvább szemcseösszetétellel bír (1. táblázat).

* A IX. Szilikátipari Ifjúsági Napokon elhangzott előadás alapján.

1. táblázat

A kísérleteknél felhasznált perlitek fontosabb tulajdonságai

Vizsgált tulajdonságok	P_1	Kertészeti perlit
Granulometria, tömeg%-ban		
szitafenéken	8	0—1
Szitamareadék		
0,16 mm	15	0—1
0,315 mm	35	6—9
0,63 mm	13	26—46
1,20 mm	28	38—47
2,50 mm	1	6—20
Halmazsűrűség, g/l		
laza	87	160—192
tömör	98	182—208
Összenyomódás mértéke, MPa		
20%	0,33	0,45—1,9
40%	0,85	1,20—2,5
Vízfelvétel átfolyással, %	456	163—168

A vegyiadalékokra vonatkozóan a szakirodalom alapján megállapítottuk, hogy a tűzálló anyagok vegyi kötőanyagakként elsősorban a foszfátos kötőanyagok terjedtek el.

Így kísérleteinkhez nátrium-hexametafoszfátot, tripoli-foszfátot, mono-alumínium-foszfátot és ezeken kívül bóraxot használtunk.

A laboratóriumi kísérletek során az agyag—vegyiadalék, illetve az agyag—vegyiadalék—perlit rendszereket vizsgáltuk és a vizsgálati eredmények alapján kiválasztottuk a legmegfelelőbb vegyiadalékokat és azok szükséges mennyiségét, továbbá meghatároztuk a nyerskeverékek perlit tartalmának optimális mennyiségét.

A rendelkezésre álló vegyiadalékok közül a nátrium-hexametafoszfátot és a bóraxot találtuk a legmegfelelőbbek-

2. táblázat

Az üzemi-füzemi kísérleteknél alkalmazott massaösszetételek

Megnevezés	Összetétel jele	
	K—1	K—2
Kertészeti perlit, tf%	80	37,5
P_1 perlit, %	—	37,5
Kerámiaanyag, %	20	25,0
Bórax, %	0,9—1,0	0,9—1,0
Foszfát, %	0,9—1,0	0,9—1,0
Viz. %	6	10

Az üzemi-féüzemi kísérletek során gyártott téglák fontosabb műszaki jellemzői

Minta jele	Testsűrűség, kg/m ³		Nyomószilárdság N/cm ²		Vízfelvétel, %	Hővezetési tényező 20 °C-on, W/mK
	nyers	égetett	nyers	égetett		
K - 1	881	709	189	205	68	0,154
K - 2	912	780	225	241	66	0,168
900-as RIOPORIT	-	540	-	80	-	0,15

nek. Viszonylag kis (0,5—2,0%) mennyiségben is kedvező hatást fejtenek ki.

A kísérletek azt mutatták, hogy a különböző vegyiadalekok más és más tulajdonságokra hatnak kedvezően. Ezért a továbbiakban a vegyiadalekok együttes alkalmazása látszott célszerűnek.

A perlit mennyiségére vonatkozóan megállapítottuk, hogy a megfelelő hőszigetelő tulajdonság eléréséhez 70—80 tf% szükséges, mely elérhető tisztán nehéz- (kertészeti) perlitel, de célszerű a nehéz- és a könnyű- (P₁) perlit együttes alkalmazása.

Üzemi-féüzemi kísérletek

A laboratóriumi kísérletek során kidolgozott receptúra alapján üzemi körülmények között az Épületkerámiaipari Vállalat Kerámia Téglagyára rioporit üzemében, az ott alkalmazott gyártástechnológiával, a 2. táblázatban látható massaösszetételek szerint kb. 1000 db 250 × 120 × 65 mm méretű téglát gyártottunk. Az üzemi kísérletek során kétféle összetételű téglaterméket állítottunk elő, melyek főbb műszaki jellemzői az általunk vizsgált 900-as rioporit téglá adataival együtt a 3. táblázatban láthatók.

Az elvégzett kísérletek, az eredmények alapján megállapítható, hogy a kidolgozott massaösszetételekből gyártott téglák szilárdsága jóval meghaladja a 900-as rioporit szilárdságát, ugyanakkor hőszigetelő képessége megközelíti a 900-as rioporitét.

Összefoglalás

Célunk volt a rioporit téglánál nagyobb szilárdsággal, de megfelelő hőszigetelőképeséggel rendelkező téglatermék előállítása. A feladatot a kerámiai váz foszfátos vegyiadalekkal történő erősítésével, illetve a P₁-es perlitnek a nagyobb szilárdsággal és durvább szemcseösszetétellel rendelkező kertészeti perlitel való teljes és részbeni helyettesítésével oldottuk meg. A kísérleti eredmények alapján megállapítottuk, hogy az így előállított téglatermék jóval nagyobb szilárdsággal és megfelelő hőszigetelő képességgel rendelkezik.

Irodalom

- [1] Albert J.: Kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok. Akadémiai doktori értekezés. Budapest, 1958.
- [2] Skvorecz T.—Pálovits Zs.: Agyagadalékos hőszigetelő perlitidomok kutatása és előállítása. Zárójelentés 1984. nov.

Hámori Tamásné: Agyagadalékos hőszigetelő perlitidomok szilárdságnövelésére vonatkozó kísérletek

Laboratóriumi és üzemi-féüzemi körülmények között kísérleteket végeztek a rioporit téglánál nagyobb szilárdsággal, de megfelelő hőszigetelő képességgel rendelkező téglatermék előállítására. Kétféle massaösszetételt dolgoztak ki, melyek 80 tf% kertészeti perlit és 20 tf% agyag, illetve 37,5 tf% P₁ perlit, 37,5 tf% kertészeti perlit és 25 tf% agyag, valamint 1—1 tf% bórax és foszfát vegyiadalekból álltak. Az előállított téglák 200 N/cm² feletti szilárdsággal és megfelelő ($\lambda = 0,16—0,17$ W/mK) hőszigetelő képességgel rendelkeznek.

Хамори, Т.-не: Эксперименты по повышению прочности теплоизоляционных перлитовых идомов с добавкой глины

Были проведены лабораторные, заводские-полузаводские эксперименты, направленные на получение кирпичного продукта, обладающего прочностью более, чем у кирпичей-риопорит, и соответствующей теплоизоляционной способностью. Были обработаны два состава масс: 80% кертесети перлита и 20% глины из 37,5% P₁, 37,5% кертесети перлита и 25% глины, содержащие также 1—1% бораксу и фосфата. Изготовленные таким образом кирпичи имели прочность более 200 Н/см² и соответствующую теплоизоляционную способность ($\lambda = 0,16—0,17$ Ватт/мК).

Frau Hámori, Zsuzsanna: Versuche für die Festigkeitsteigerung der wärmedämmenden Perlitformteilen mit Tonzusatz

Unter Labor-, und kleintechnischen Bedingungen wurden Untersuchungen für die Herstellung eines Ziegelproduktes durchgeführt, das eine entsprechende Wärmedämmung und — im Vergleich des Rioporitziegel — eine höhere Festigkeit hat. Zwei verschiedenen Massezusammensetzungen wurden ausgearbeitet:

- 80 Vol.% in Gärtnerereien verwendete Perlit, 20 Vol.% Ton, 1 Mass.% Borax, bzw. phosphatische chem. Zusatzmittel,
- 37,5 Vol.% Perlit P₁, 37,5 Vol.% in Gärtnerereien verwendete Perlit, 25 Vol.% Ton, 1 Mass.% Borax, bzw. phosphatische, chem. Zusatzmittel.

Die hergestellten Ziegel besitzen eine Festigkeit über 200 N/cm² und eine entsprechende Wärmedämmung ($\lambda = 0,16—0,17$ W/mK).

Hámori, Tamásné: Experiments to Increase the Strength of Thermally Insulating Perlite Bodies with Argillaceous Bond

The aim of the laboratory and pilot-plant experiments was to develop a new product, having a thermal conductivity equal to, but a strength higher than those of rioporite. Two bodies were made: 80—0—20 and 37.5—37.5—25 of gardener's perlite, P₁ perlite-clay, in vol.% resp. 1—1% of borax and phosphate binders were used too. The strength of brick prepared of these bodies was over 200 N/cm², heat conductivity $\lambda = 0.16—0.17$ W/mK.

Portré Fábry János iparművészről

HORVÁTH HILDA

Iparművészeti Múzeum, Budapest

Fábry János üvegművész 1947-ben, Budapesten született. Középiskolai tanulmányait a Képző- és Iparművészeti Szakközépiskola üvegtervező szakán végezte el, majd a Magyar Iparművészeti Főiskola Szilikátipari Tervező Tanszéke üvegszakának hallgatója lett. 1971-ben megszerezte diplomáját. Tanárai többek között Pogány Frigyes és Z. Gács György, akiknek emberi magatartása példaadó volt, és Bohus Zoltán, akinek kiforrott stílusa a hallgatókat fogékonyá tette a modern szellemű művészeti törekvések iránt.

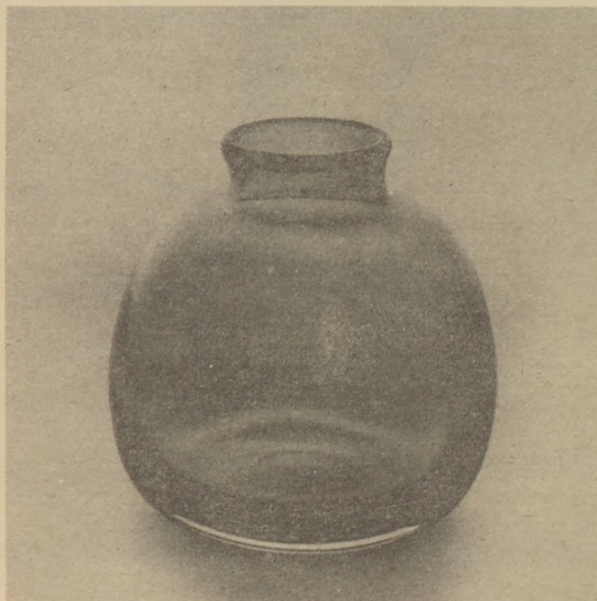
1971 óta tagja Fábry János a Művészeti Alapnak, ettől az évtől 1985-ig az ajkai Üvegyárban dolgozott, mint iparművész. Ajkán jól felkészült, precíz, pontos munkát végző munkatársakat talált, a gyár lehetővé tette a külföldi tanulmányutakat, a külföldi kapcsolatok megteremtését. A művész piaci területe volt: USA, Franciaország, Kanada, a Skandináv országok és Japán. A tőkés piacra szánt termékeket tervezte és a gyártásukat irányította.

Az alkotói szabadság vágya vezette Fábry Jánost, amikor 1979-től a gyári munka mellett önálló tervezői és kivitelezői tevékenységgel kezdett foglalkozni. Önálló műhelyt hozott létre és üvegtárgyait az Iparművészeti Vállalaton keresztül kezdte eljuttatni a közönséghez. Amióta szakított a gyárral, azóta szabadfoglalkozású iparművészként tervez, gyárt és forgalmaz. Önmaga szerzi be az anyagot, szervezi meg a munkát. A műhelyében természetesen vannak segítőtársai, de vajon nem pazarlás-e, ha iparművészeink ehhez hasonló feladatokkal foglalkoznak, a tervező munka mellett. Talán az iparművészeti menedzserképzés segíthetne ebben.

Fábry János szoros és közvetlen kapcsolatban van az ország üvegyáraival. Amellett, hogy aktív kiállító művész — múlt évben Oroszlányban önálló kiállítása volt — Sopronban a Festőteremben pedig Medgyesy Miklós grafikussal együtt állított ki, számos pályázaton indult és szerzett díjat, elismerést. 1982-ben megnyerte az Országos Vendéglátóipari Pályázat első díját, egyszerű vonalú, tömeggyártásra alkalmas poharaival. A Képző- és Iparművészeti Lektorátus elfogadta az 1986-os pályázatra beküldött műveit. Figyelemmel kíséri a külföldi kortárs iparművészetet és törekvéseket. Műveit elküldi az ottani pályázatokra és igyekszik megragadni a külhoni lehetőségeket is.

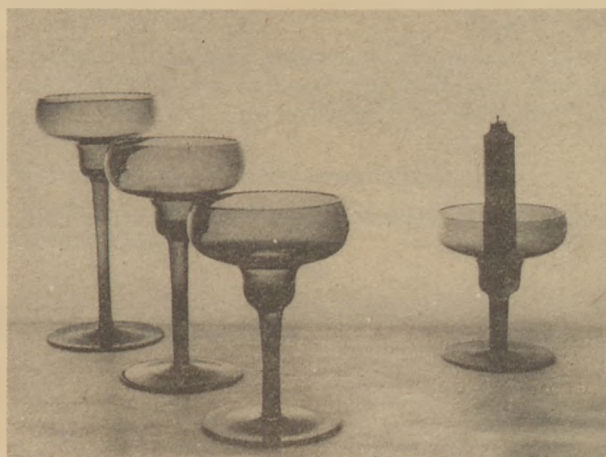
Fábry János üvegművész egyedi jellegű és kisszerűs (legfeljebb 500—600 darabos) használati és dísz tárgyakat készít. Feltételezhető, hogy lenne talán arra is igény, hogy ezek a funkcionalizmus követelményeinek megfelelő esztétikai igényességről valló művek, nagyobb sorozatban, szélesebb vásárlóközönség izlését formálják, és tegyék széppé, változatossá környezetét, hiszen a sima, de szépen tükröződő felületű tárgyak szinte minden enteriőrbe beleillenek és méltó kiegészítői lehetnek a modern bútorú lakószobáknak.

Nagyon sokféle üvegtárgy készül Fábry tervezése nyomán: poharak, kelyhek, szélfogók, gyertyatartók, tálak, ajándéktárgyak, dísz tárgyak, sportdíjak, lámpák, vázák, asztali készletek stb. Életművében a kézbe illő egyszerű poharaktól a karcsú, kecses vonalú vázákig, a tömbszerű, különféle formákból komponált szélfogóktól a karéjos peremű dísztálakig, a finom, elegáns formáktól a tömb, illetve hengeres és dobozformákig sok minden megtalálható. A tervező a környezetformáló erőt és az esztétikumot elsősor-

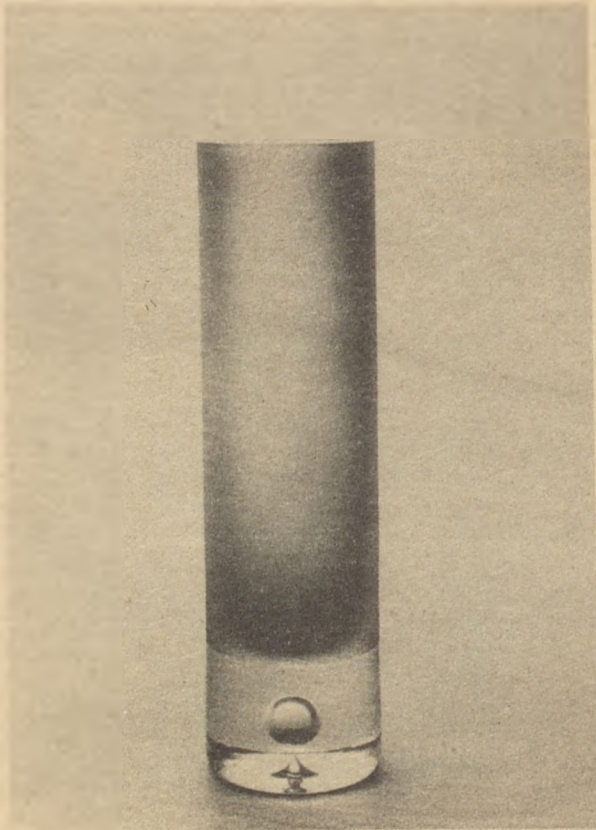


1. ábra. Kézigyártású váza amatiszt színben

ban a változatos formaképzésben látja. Alkotásait a tiszta, világos, mértéktartó, geometrizáló formaadás jellemzi, mely azonban sohasem jelent túlegyszerűsített, merev sematizmust, hiszen az alapformákból (csepp, kúp, henger, gömb) számtalan formavariáció képezhető és mert a tárgyakat ívelt, elegáns vonalak ölelik körül. A geometrikus meghatározottság a funkcionak leginkább megfelelő tárgy utáni vágyat sugallja. Fábry üvegtárgyainál a szembeötlően vékony üveggel, a kecses kehelyszár finom bánásmódot követel, ám ez a sudár üvegszár többféleképpen alakított lehet és a felületi egyenetlenségek növelik a megfogás biztonságát. A tervező a gyertyatartóknál hasonlóképpen gondosan ügyel arra, hogy a légiés formát ne fenyegetse a felborulás veszélye.



2. ábra. Kézigyártású gyertyatartó, sötétkék ólomkristály



3. ábra. Kézgyártású váza lila színben

A funkcionalizmus anyagszerűséggel és esztétikai igényességgel kapcsolódik össze. Fábryt fogva tartja az üveg felületének szépsége, az üveg anyagának minősége. Sima, díszítésmentes, kézi finomüveg tárgyai, ólomüveg alkotásai magasszintű esztétikai igényeket elégítenek ki felületük csillogó fényével, hiszen az ólomüveg a fényt nagymértékben megtöri és felületi fényjátékot képes előidézni. Fábry üvegjeinek felületét sohasem borítja zsúfolt, bonyolult díszítményháló, hanem csupán néhány spontán odavetett ékítmény teszi változatossá a művet és amellet a művész mindig láttatja az üveg anyagát, az üveg önmagában való szépségét. Üvegdíszítő, felületet átformáló stílusában nem a vonal az uralkodó kifejezési eszköz, hanem a különböző



4. ábra. Kézgyártású gyertyatartók, homokfúvottak

fényvisszaverő-fénytörő felszínek jól alkalmazott játékos váltakozása, a tárgytagoló ritmikus összhangja. A fényes felület az anyag szépségét az átlátszó üveg sajátos anyagszerűségét csillogtatja meg, míg a matt, homokkal, savval homályosított üvegfelület érdes, áttetsző, a fény jó részét elnyeli és a sugarakat prizmatikusan megtöri. Fábry megváltoztatja az anyagfelszín minőségét, fénytörő tulajdonságait, gyakran pedig — az üveg anyagát megfestve — a színek is fontos szerepet szán — kiemeli, hangsúlyozza az üvegtest szépségét. A színvilág a diszkrét színarnyalatoktól a merészebb színekig terjed. A kedvelt überfang (rétegezett) technika a legkülönbözőbb dekorálásokra alkalmas. Érdekes esztétikai hatást keltenek a homályosított, színezett, überfang és buborékos üvegek.

A formai sokoldalúság tehát technikai változatossággal párosul, mint ahogy a funkcionalizmus is az esztétikai igényességgel. A forrongó, újat kereső művész fantáziáját izgatják a különböző anyagkombinációk, azaz: az üveg és a fa, az üveg és a fém hogyan tud harmonikus kompozíciót, tárgyat alkotni. Jelenleg fémből és üvegből készíthető asztalok tervezésén dolgozik és tervei közt üvegszobrok is szerepelnek. Az elképzelt nagyobb szabású feladatok megvalósításához Fábry elengedhetetlenül szükségesnek tekinti a folyamatos kísérletezést és szüntelen ismeretszerzést, hogy a tanult képességek birtokában képes legyen merész tárgyi világot teremteni.

Díjmentes Alumíniumipari Tanácsadás

Gazdaságos

- **anyagfelhasználás**
- **szerkezetkialakítás**
- **gyártástechnológia**

Magyar Alumíniumipari Tröszt ALUTERV-FKI

Cím: **ALTAK** Budapest, VI. Anker köz 1-3. Telefon: 223-297, 427-787, 426-906

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Budai Ferenc főigazgató

Kiadja:

Delta Szaklapíró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest IX., Közraktár u. 4. 1093

Telefon: 175-200

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Hírlapkézesítő Hivatalok és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján 1900 Budapest V., József Nádor tér 1. vagy átutalással a 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámra

Egy szám ára 26,— Ft. Előfizetés egy évre 312,— Ft.

Külföldön terjeszti a Kultúra, 1389 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 86-253

Neotyp Nyomdaipari Szolgáltató Kiszövetkezet
Felelős vezető: Kurucz Gábor

**INDEX: 25250
HU ISSN 0013—970 X**

