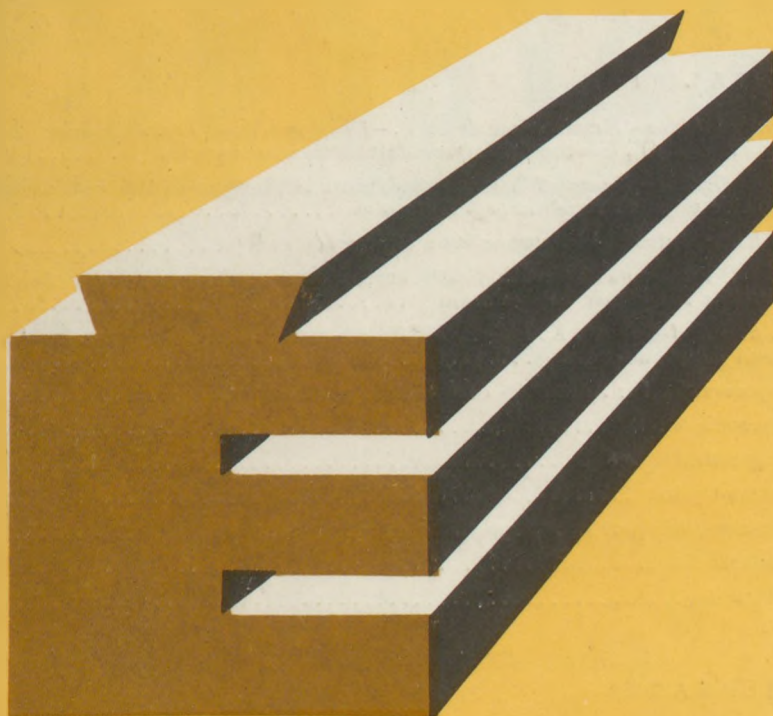




ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

3

XXXIV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1982. MÁRCIUS
ÉPÍTŐANYAG 34 (3) 81—120 (1982)

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a tégl- és cserép-, a beton és kő-kavicsipar és a szigetelőanyagok iparának tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

Kacsalova Lidia – Krzsiszsanovszkaja V. – Gluskova V. – Lamm Mária: Az $YAlO_3$ és az $Y_3Al_5O_{12}$ keletkezési folyamatainak tanulmányozása	81
Fenyves Hedvig – Kausay Tibor: Előregyártott közönséges és feszített vasbeton tartók betonjának rugalmassági modulusa	86
Csizi Béla: Hulladékhő hasznosítás a téglagyártásnál	99
Kozma Béla: Dentálkeramiák fémötvözzel alkotott kompozíciója, különös tekintettel a fő alkotók kapcsolatára	103
Aziz, S. – Abd-el-Nour, K. N. – Kabil, W.: A szemesenérlet hatása mázak dielektromos tulajdonságaira	107
Kuznyecova, T. V.: Alumínát- és szulfoalumínát cementek	110
Konferencia hírek	85, 109
A világ szilikátiparából	106
Kitüntetettjeink	113
X. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferencia	114
Egyesületi élet	116, 118, 119
Lapszemle	B/III

СОДЕРЖАНИЕ

Качалова, Л. – Кржижановская, В. – Ламм, М.: Изучение процесса образования соединений	81
Феньвеш, Х. – Каушай, Т.: Модуль упругости бетона сборных традиционных и напряженный железобетонных балок	86
Чизи, Б.: Утилизация отходящего тепла в кирпичной промышленности	99
Козма, Б.: Композиции дентальных керамик с металлическими сплавами (связи между главными компонентами)	103
Азиз, З. – Абд-ель-Ноур, К. Н. – Кабил, В.: Влияние размера частиц на диэлектрические свойства глазурей	107
Кузнецова, Т. В.: Алюминатные и сульфоалюминатные цементы	110

IN H A L T

Kacsalova, L. – Krzsiszsanovszkaja, V. – Gluskova, V. – Lamm, M.: Das Studium der Entstehungsvorgänge von Verbindungen $YAlO_3$ und $Y_3Al_5O_{12}$	81
Fenyves, H. – Kausay, T.: Elastizitätsmodul des Betons für vorgefertigten normalen und gespannten Eisenbetonträgern.	86
Csizi, B.: Verwertung der Abfallwärme bei der Ziegelproduktion	99
Kozma, B.: Komposition von Dentalkeramiken mit Metall-Legierungen unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhanges der Hauptbestandteile	103
Aziz, S. – Abd el Nour, K. N. – Kabil, W.: Einfluss der Korngröße auf die dielektrischen Eigenschaften von Glasuren	107
Kuznyecova, T. V.: Aluminat-, und Sulphoaluminatzemente	110

C O N T E N T S

Kachalova, Lidia – Krzhizhanovskaya, Valentina – Glushkova, Vera – Lamm, Mária: Formation of $YAlO_3$ and $Y_3Al_5O_{12}$	81
Fenyves, Hedvig – Kausay, Tibor: The Modulus of Elasticity of Concretes of Prefabricated Stressed and Reinforced Beams	86
Csizi, Béla: Application of Waste Heat for Brick Firing	99
Kozma, Béla: Composites of Dental Ceramics and Metal Alloys – Bonds between Main Constituents	103
Aziz, S. – Abd-el-Nour, K. N. – Kabil, W.: Effect of Particle Size on the Dielectric Properties of Glazes	107
Kuznetsova, T. V.: Aluminate- and Sulpho-Aluminato Cements	110

Az YAlO_3 és az $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ keletkezési folyamatainak tanulmányozása

KACSA LOVA LÍDIA** – KRZSIZSANOVSZKAJA V.* – GLUSKOVA V.* –
LAMM MÁRIA**

* Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

** Szilikátkémiai Intézet, Leningrád

1. Bevezetés

A gránát szerkezetű $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ és a perovszkit szerkezetű YAlO_3 -at mind tiszta állapotban, mind ritkaföldfém oxidokkal adalékolva az elektronikai iparban elterjedten használják [1] Az Y_2O_3 – Al_2O_3 rendszer vegyületeinek szintézisére és stabilitására vonatkozó adatok ellentmondásosak [2–7]. Egy korábbi dolgozatunkban [8] közzeltük az ittrium- és alumínium-oxid kölcsönhatásának kinetikai adatait, amelyeket levegőn 800–1650 °C, ill. vákuumban 1700–2050 °C hőmérsékleten végzett vizsgálataink során nyertünk. Jelen munkában a fenti eredményeket a hidrogén atmoszférában történő YAlO_3 , és $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ előállításának adataival egészítjük ki.

2. Kiindulási anyagok és vizsgálati módszerek

Vizsgálatainkhoz „UTO – MTP” ittrium-oxidot és „DIACOR” α - Al_2O_3 alumínium-oxidot [9] használtunk, amelyek szennyezettsége kisebb volt $10^{-4}\%$ -nál. Mindkét por finomszemcsés volt: az ittrium-oxid fajlagos felülete $3,16 \text{ m}^2/\text{g}$, az alumínium-oxidé $4,79 \text{ m}^2/\text{g}$. A két oxid kölcsönhatását $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$ és $3/5$ összetételű keverékekben vizsgáltuk. A 200 MPa nyomással préselt próbatesteket molibdén fűtőelemes kemencé-

ben hidrogénben és vákuumban ($1,33 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$), valamint MoSi_2 fűtőtestekkel ellátott kemencében levegőn égettük.

Az új fázisok keletkezését röntgendiffrakciós és mikroszkópiai módszerrel, a diffúziós folyamatokat elektronsugaras mikroanalizátorral tanulmányoztuk.

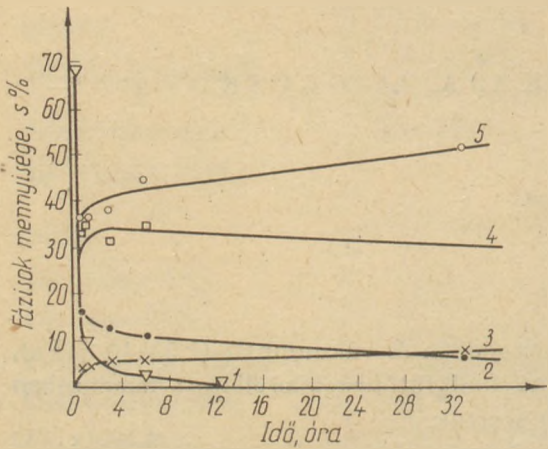
3. Kísérleti eredmények

3.1 Szintézis vákuumban és levegőn

Különböző hőmérsékleten levegőn ill. vákuumban égetett $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$ és 0,6 összetételű minták röntgendiffrakciós vizsgálata azt mutatta, hogy az ittrium- és alumínium-oxid mindkét esetben 900 °C-on lép reakcióba egymással (1. táblázat). A keverékek összetételétől függetlenül a reakció első terméke a monoklin szerkezetű, $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$ vegyület volt. 1100 °C-on a perovszkit, YAlO_3 képződése megkezdődött, 1300 °C-on megjelentek a gránát, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ röntgendiffrakció maximumai.

A kinetikai vizsgálatok szerint az $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$, az YAlO_3 és az $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ vegyületek keletkezése elég lassú (1. ábra). Pld. az YAlO_3 mennyisége 1400 °C-on 40 órás levegőn való hőntartás után se haladja meg a 70%-ot, jóllehet addigra már a kiindulási oxidok mennyisége csak 5%. A külön-

Hő- mérséklet (°C)	Idő (perc)	Összetétel (mol. arány)	
		$\frac{Y_2O_3}{Al_2O_3} = 1$	$\frac{Y_2O_3}{Al_2O_3} = \frac{3}{5}$
900	180	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ ,	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉
1000	180	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ ,	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ ,
1100	180	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ ,	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ ,
1300	180	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,	Y ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,
1500	180	Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,	Al ₂ O ₃ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,
1700	180	Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,	YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,
1800	360	Y ₄ Al ₂ O ₉ , YAlO ₃ , Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,	Y ₃ Al ₅ O ₁₂ ,
1950	30	YAlO ₃ olv.	Y ₃ Al ₅ O ₁₂ olv.
2000	30	YAlO ₃ olv.	Y ₃ Al ₅ O ₁₂ olv. → YAlO ₃ + Al ₂ O ₃



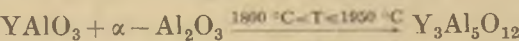
1. ábra. Perovszkit keletkezésének kinetikai görbéi (1. Y₂O₃, 2. Al₂O₃, 3. Y₃Al₅O₁₂, 4. Y₄Al₂O₉, 5. YAlO₃)

bözetet azok az amorf és közbülső kristályos fázisok alkotják, amelyek az egymást követő és párhuzamosan lejátszódó reakciókban keletkeznek.

A gránát egyfázisú termékként szilárdfázisú szintézissel 1800 °C-on, olvasztással pedig 1950 °C-on állítható elő. Megállapítottuk, hogy a gránát olvadékból történő előállításakor, az olvadék túlhevítés hatására e vegyület perovszkitra és α-korundra bomlik:



Érdekes, hogy ezen fázisok 1800 °C fölötti, de még az olvadáspont alatti hőmérsékleteken történő újra égetésénél fordított irányú reakció zajlik le, amely gránát keletkezését eredményezi:



A perovszkit egyfázisú állapotban csak az oxidkeverék megolvasztásakor keletkezik ~ 1950

°C-on. Az YAlO₃ olvadék túlhevítése nem idézi elő e vegyület bomlását.

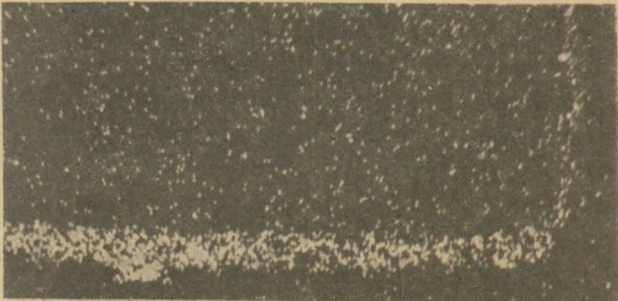
Tehát, a [6] dolgozattól eltérően vizsgálataink szerint az ittrium- és alumínium-oxid kölcsönhatásakor a reakció fő termékei mellett még két közbülső vegyület is keletkezik: a gránát szintézisének az Y₄Al₂O₉ és az YAlO₃, a perovszkit szintézisének pedig az Y₄Al₂O₉ és az Y₃Al₅O₁₂.

A gránát és perovszkit keletkezési mechanizmusát monokristályokból álló szendvicseken végzett diffúziós vizsgálatokkal is igazoltuk. Elektrosugaras mikroanalízissel megállapítottuk, hogy a Y₂O₃–Al₂O₃ szendvicsben 1650 °C hőmérsékleten igen lassú (~ 10–15 μm/100 óra) diffúzióval az alumínium az ittrium-oxidba hatol be. A 2. ábrából következtethető, hogy a felületi diffúzió sebessége jelentősen nagyobb a térfogati diffúzió sebességénél.

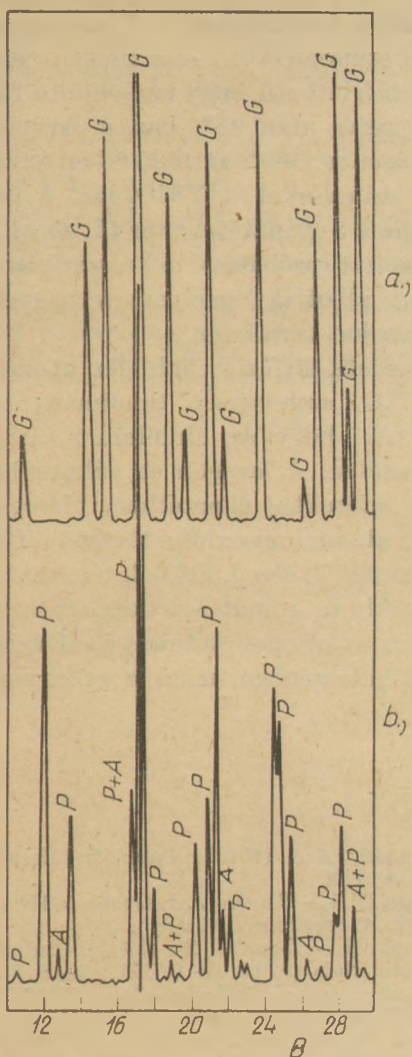
Az Y₂O₃–Y₃Al₅O₁₂ szendvicsben szintén az alumínium diffundál a gránátból az ittrium-oxidba.

Az Al₂O₃–Y₃Al₅O₁₂ párban 1650 °C hőmérsékletig az Y diffúziója az alumínium-oxidba nem volt megfigyelhető.

A diffúziós vizsgálatokból az következik, hogy a két oxid közötti reakciót az Al-nak az ittrium-



2. ábra. Az Al diffúziós zónája az Y₂O₃-ban (250×)

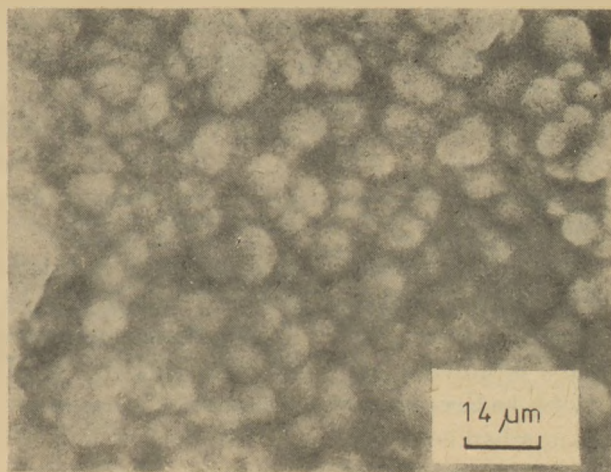


3. ábra. 1700 °C-on hidrogén atmoszférában szintetizált gránát (a) és 1900 °C-on megolvadt gránát bomlás termékei (b): G = $Y_3Al_5O_{12}$, P = $YAlO_3$, A = $\alpha-Al_2O_3$

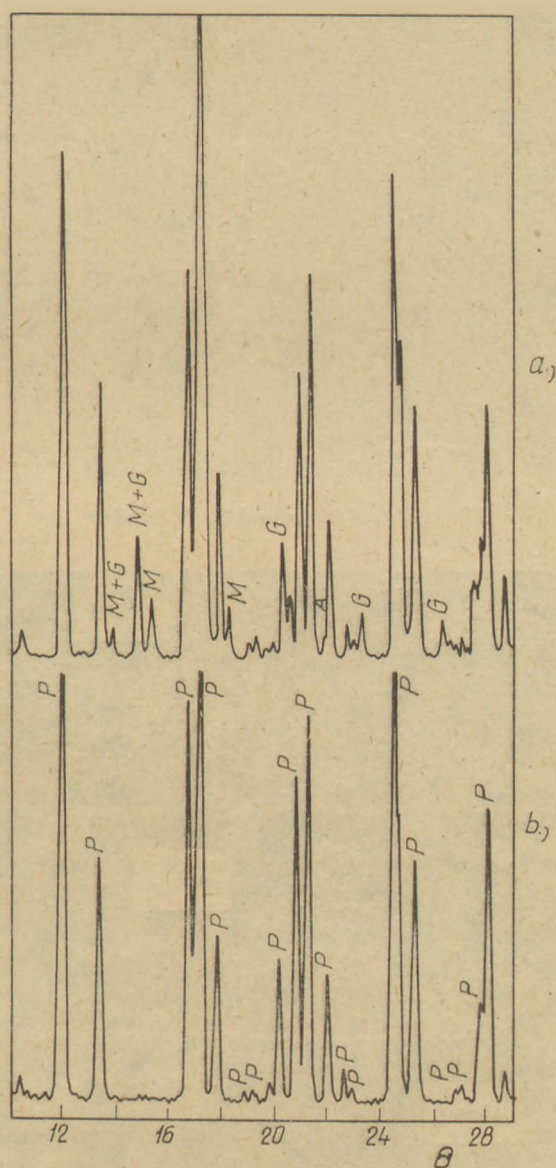
oxidba történő diffúziója biztosítja. Következésképpen a reakció elsődleges termékei várhatóan ittrium-oxidban gazdag vegyületek, amint ezt vizsgálataink igazolták is.

3.2 Szintézis hidrogénatmoszférában

A különböző hőmérsékleten égetett minták röntgenográfiai adataiból megállapítottuk, hogy az $YAlO_3$ és az $Y_3Al_5O_{12}$ vegyületek hidrogén atmoszférában történő előállításakor a fázisok keletkezésének sorrendje hasonló ahhoz, amelyet levegőn, vagy vákuumban történt előállításukkor tapasztaltunk. Az oxidok kölcsönhatásának sebessége 1300 °C-tól viszont jóval nagyobb mint levegőn, vagy vákuumban volt. Így pl. az $Y_2O_3:Al_2O_3 = 1$ összetételű minták egy órás hőtartásakor 1300 °C-on hidrogén atmoszférában



4. ábra. Az $Y_3Al_5O_{12}$ – gránát SEM felvétele

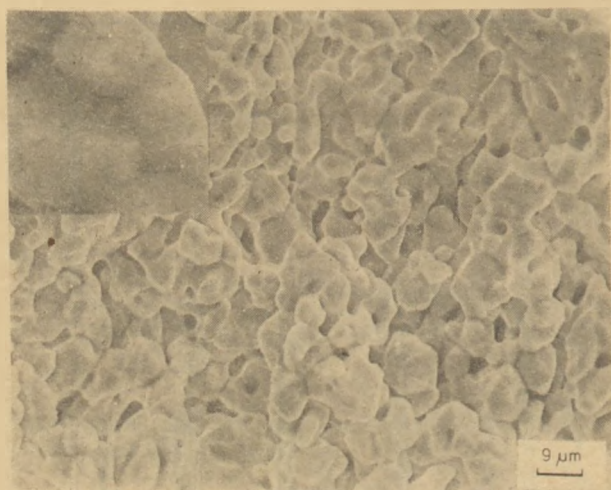


5. ábra. Hidrogén atmoszférában 1700 (a) és 1900 (b) °C-on égetett $Y_2O_3:Al_2O_3 = 1$ összetételű próbatestek röntgenogramjai

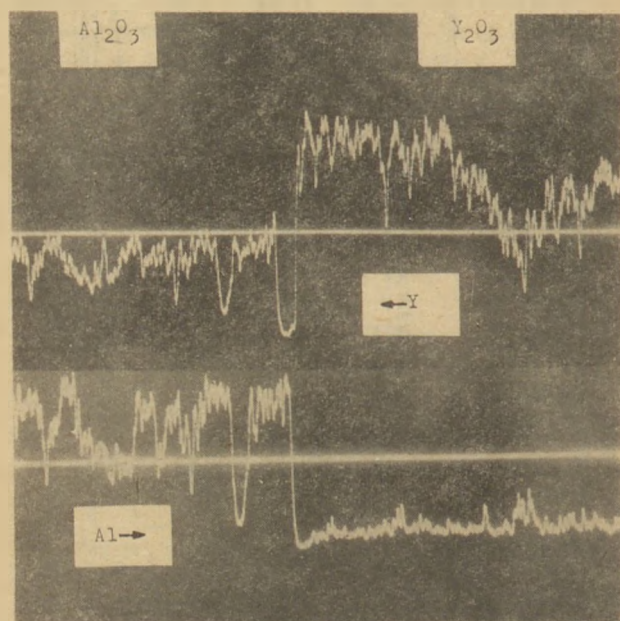
50% YAlO_3 , míg ugyanilyen körülmények között levegőn csak 30% YAlO_3 keletkezett.

Az $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3 : 5$ arányú oxidkeverékből hidrogénben már 1 órás 1700 °C-os hőntartással egyfázisú gránát állítható elő. Ennek elérésére vákuumban 1800 °C-on 6 órás hőntartásra volt szükség (3a. ábra).

A gránát aprókristályos szerkezetű, a kristályok gömbalakúak, átlagos méretük 3 μm (4. ábra). A gránát egyfázisú állapotban marad egészen a megolvadásáig, azonban ez az olvadék túlhevítés hatására hidrogén atmoszférában is, amint vákuumban is, elbomlik. Az olvadékból lehűtésekor YAlO_3 perovszkit és $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ kristályosodik ki (3b. ábra).



6. ábra. Az YAlO_3 – perovszkit SEM felvétele



7. ábra. Az Al_2O_3 és Y_2O_3 szendvicsben Y és Al koncentráció profiljai

Szilárdfázisú szintézissel egyfázisú perovszkitot hidrogén atmoszférában sem tudtunk előállítani. Az 5. ábrából látható, hogy bár a minta 1700 °C-on végzett égetés után 95%-ban perovszkitból áll, teljesen azonban csak az 1900 °C-on bekövetkező olvadás után alakul át YAlO_3 -má. A perovszkit morfológiája a gránátétól eltér (6. ábra). Az 1700 °C-on égetett próbatest mikroszerkezetét nagy kristályok alkotják, amelyeknek nagyobb része zárt pórusokat tartalmaz.

A kölcsönös diffúziót hidrogén atmoszférában $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$ szendvicsen tanulmányozva megállapítottuk, hogy az alumínium diffundál az ittrium-oxidba. A levegőn és vákuumban nyert diffúziós adatokkal ellentétben, hidrogénben az Y-nak az alumínium-oxidba történő diffúzióját is megfigyeltük (7. ábra). Fel kell tételeznünk, hogy a perovszkit és gránát keletkezésének sebessége elsősorban a kationok kétirányú diffúziója miatt nagyobb hidrogénben, mint levegőn vagy vákuumban.

IRODALOM

- [1] Kaminskij, A.A. (1975): Lasernüie krisztali. Nauka, Moszkva, 188.
- [2] Toropov, H.A. – Bondar, I.A. és mások (1964): Izv.A.N. Sz.Sz.Sz.R. Szer.him. 7, 1158.
- [3] Mizuno, M. – Noguchi, T. (1967): Industrial Res. Institute, Nagoya, 16, 5–6, 171.; 7–8, 210.
- [4] Caslawsky, J.L. – Viechniku, D.J. (1980): J. of. Materiale Science, 15, 7, 1709.
- [5] Knyiga, M.B. – Mihalova, T.G. és mások (1972): Zs.nyeorg.him. 17, 1744.
- [6] Zsukovszkaja, A.E. – Sztrahov, V.I. (1978): Izv.A.N. Sz.Sz.Sz.R. Szer.nyeorg.mat. 14, 6, 1090.
- [7] Nejman, A.J. – Tkacsenko, E.V. és mások (1980): 25, 9, 2340.
- [8] Gluskova, V.B. – Krzsizsanovszkaja, V.A. és mások: Izv.A.N. Sz.Sz.Sz.R. Szer.nyeorg.mat. (nyomtatás alatt)
- [9] 172.193. sz. magyar szabadalom.

Kacsalova Lidia – Krzsizsanovszkaja Valentina – Gluskova Vera – Lamm Mária: Az YAlO_3 és $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ vegyületek keletkezési folyamatainak tanulmányozása

Az $\text{Y}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ rendszerben az alumínium a legmozgékonyabb, ezért reakciójuk első terméké az ittriumdús vegyület $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$. Az oxidokból szilárdságfázisú reakcióval csak alumínium-ittrium gránát $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ állítható elő, a perovszkit szerkezetű YAlO_3 vegyület csak az oxidok megolvasztása révén szintetizálható. Az egyfázisú termékek szintézisének hőmérséklete a hidrogén atmoszférában 100–150 °C-kal kevesebb, mint vákuumban vagy levegőn. Az $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ olvadék túlhevítés hatására – az atmoszférától függetlenül – YAlO_3 -ra és $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ -ra bomlik szét.

Качалова, Л. – Кржижановская, В. – Глишкова, В. – Ламм, М.: Изучение процесса образования соединений

В системе $\text{Y}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ алюминий является наиболее подвижным, поэтому первоначальным продуктом реакции является соединение наиболее богатое иттрием $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$. Твёрдофазным синтезом из оксидов можно получить алюмо-иттриевый гранат $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. Соединение перовскитовой структуры YAlO_3 синтезируется только

при плавлении смесь оксидов. В атмосфере водорода температуры синтеза однофазных продуктов на 100—150 °C ниже, чем в вакууме и на воздухе. Независимо от атмосферы перегрев расплава $Y_3Al_5O_{12}$ приводит к его распаду на $YAlO_3$ и Al_2O_3 .

Kacsalova, L. — Krzsizsanovszkaja, V. — Gluskova, V. — Lamm, M.: Das Studium der Entstehungsvorgänge von Verbindungen $YAlO_3$ und $Y_3Al_5O_{12}$

In dem System Y_2O_3 — Al_2O_3 ist das Aluminium das beweglichste, dadurch das erste Produkt der Reaktion dieser Bestandteile eine Yttriumreiche Verbindung ($Y_4Al_2O_9$) ist.

Aus den Oxyden kann durch Festkörperreaktion nur Aluminium-Yttrium-Granat ($Y_3Al_5O_{12}$) hergestellt werden, die Verbindung mit Perowskitstruktur ($YAlO_3$) nur durch das Schmelzen der Oxyden synthetisiert werden kann.

Die Synthesetemperatur der Einphaseprodukte liegt

in Wasserstoff—Atmosphäre um 100—150 °C niedriger, als in dem Vakuum, oder in der Luft. Das $Y_3Al_5O_{12}$ — Geschmelz zerfällt zufolge der Überhitzung — unabhängig von der Atmosphäre — auf $YAlO_3$ und α - Al_2O_3 .

Kachalova, Lidia — Krzhizhanovskaya, Valentina — Glushkova, Vera — Lamm, Mária Formation of $YAlO_3$ and $Y_3Al_5O_{12}$

Aluminium ions have the highest mobility in the Y_2O_3 — Al_2O_3 system, consequently the first reaction product will be the high-yttrium $Y_4Al_2O_9$. The product of the solid-phase oxide reaction is invariably $Y_3Al_5O_{12}$ garnet; $YAlO_3$ (of perovskite structure) can be synthesized only by the fusion of oxides. The synthesis temperature of monophase products can be decreased by firing in hydrogen atmosphere (about 100—150 K as contrasted to vacuum or air firing). The overheating of $Y_3Al_5O_{12}$ separates the system into two phases ($YAlO_3$ and α - Al_2O_3), irrespectively of the atmosphere).

Konferencia hírek

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Készáru Szakcsoportja a Magyar Alumíniumipari Tröszt és a Kőbányai Könnyűfémű védnökségével 1982. május 18—19-én rendezti Kecskeméten a Technika Házában

„2. IAPS' 82” név alatt

2. Nemzetközi Alumíniumpigment Szimpoziumot.

A rendezvény célja:

Az alumíniumpigment gyártásával, minősítésével és alkalmazásával kapcsolatos legújabb eredmények ismertetése.

Az előadások témái:

- Az alumíniumpigment termék-választék és gyártási technológia területén elért műszaki-fejlesztési eredmények.
- A hagyományos és újabb termékek jellemző minőségi paramétereinek és azok vizsgálatának újabb változatai.
- A hagyományos és újabb termékek alkalmazási területeivel és technológiájával kapcsolatos legújabb eredmények, vagy lehetőségek.

A rendezvényre meghívók igényelhetők a Szervező Bizottságnál: 6001 Kecskemét, Pf. 21. címen.

Előregyártott közönséges és feszített vasbeton tartók betonjának rugalmassági modulusa

FENYVES HEDVIG* – KAUSAY TIBOR**

* Beton- és Vasbetonipari Művek, Budapest

** Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A technika fejlődése, így például a szállítási és emelési lehetőségek növekedése mind nagyobb fesztávú és teherbírású előregyártott közönséges és feszített vasbeton tartók alkalmazását eredményezi. A feszítési technológia és a magas anyag-szilárdságok egyidejűleg lehetővé teszik, hogy a tartók megfelelő biztonságú teherbírásuknak viszonylag kis keresztmetszettel feleljenek meg.

Míg eddig a rövid tartóknál a mértékadó követelmény általában a teherbírás volt, addig most mind gyakrabban az alakváltozás válik mértékadóvá, szigorú ellenőrzése pedig ma már a minősítési kritériumok egyikét képezi.

Többfajta tartó terhelése során az alakváltozás a szabvány szerint számított értéknél nagyobbra adódott annak ellenére, hogy a tartó anyag-szilárdsága, mérete, teherbírása kielégítette a minőségi követelményeket. A jelenségek elméleti és kísérleti tanulmányozása, továbbá irodalmi adatok is arra utalnak, hogy — bár a tartó alakváltozása több tényező függvénye — a nagy alakváltozás oka elsősorban a hőérlelt, a feszítés által néhány órában terhelés alá kerülő betonnak a természetesen szilárdult 28 napos betonétól — mint a számításban feltételezettétől — eltérő rugalmassági modulusa.

Fenti kérdések tisztázását elősegítendő jelen tanulmányban a nem teljesen megszilárdult beton rövididejű terhelés okozta alakváltozásával foglalkozunk. Kialakult véleményünket egy olyan feszített vasbeton termék betonjához közelálló betonkeverékekkel végzett kísérletek eredményeire alapozzuk, amelynél megelőzőleg túlzott korai alakváltozást tapasztaltunk. Az alakváltozási kísérleteket a *SZIKKTI Betonosztályának* laboratóriumában hajtottuk végre, amelyekben való együttműködésért *Dombi József* tud. csoport-vezetőnek és a laboratórium technikusainak ezúton mondunk köszönetet.

Az előregyártott vasbeton tartók tényleges alakváltozása

A tényleges és a számított alakváltozások eltéréseinek okait keresve hasonlítsuk össze körülményeinket azokkal, amelyek a méretezési szabályzatunkban szereplő — beton feszültség okozta — alakváltozás számítási képlet megfogalmazása idején hatottak.

1. Míg az alakváltozási képlet felírásának időszakában az építmények zömmel monolit betonból készültek, addig ma egyre nagyobb részt képviselnek az előregyártott beton szerkezetek. Az előregyártott vasbeton termékek szilárdulását általában mesterségesen — többnyire hőérleléssel — gyorsítják. Irodalmi utalások tanúsítják, — ezt kísérleteinkben számszerűsíteni is céloztuk, — hogy a hőérlelt beton rugalmas viselkedése eltér — a monolit betonra jellemző — természetes úton szilárdított betonétól.

A gyors szilárdulás lehetővé teszi, hogy a hőérlelt betont, különösen a feszítettet, már korai állapotában, közvetlenül az érlelés után — ez 10–16 óra a keverést követően — meg is terheljék. Monolit tartóknál ezzel szemben a terhelésre 10–14 napos kor előtt nem kerül sor.

Vizsgálatainkban a kísérleti költségek csökkentése érdekében a hőérlelés és a korai terhelés hatását nem mindenhol különítettük el egymástól. Ezt megtehetjük azért is, mert a vizsgált terméknél a két hatás mindig együtt jelentkezik.

2. Az alakváltozás számítási képlet keletkezési ideje gyakorlatától eltérően ma — különösen az előregyártásban — általánossá vált az előfeszített vasbeton alkalmazása. A monolit vasbeton tartóknál a kizsaluzás idején legfeljebb a tartó önsúlya hat, és a teljes számított terhe-

lés csak jóval később, a beton 28 napos kora után lép fel. Ilyen feltételek mellett az $\varepsilon - \sigma$ görbe vonatkozó szakasza közelítőleg lineárisnak tekinthető. Előfeszített tartóknál a betonkeresztmetszet egyes részeiben a feszítés gyakran a tartó egész élettartama alatt a legnagyobb igénybevételt okozza. Ez a maximális igénybevétel — mint erről már szó esett — akár 1 napos kor előtt is felléphet. Ebben az esetben az $\varepsilon - \sigma$ görbe a határfeszültségnél kisebb igénybevétel esetén sem lineáris.

3. Korábbi időkben az anyagjellemzők értékeit átlagukkal rögzítették. Azóta a matematikai statisztikának a méretezés és minősítés alapelveiben való érvényesülése oda vezetett, hogy az anyagjellemzőket egy meghatározott — általában 5%-os — valószínűséggel előforduló legkedvezőtlenebb ún. minősítő értékükkel veszik figyelembe. A beton nyomószilárdsága esetében nagyszámú vizsgálat állt rendelkezésre, ezekből a minősítő érték többé-kevésbé megnyugtatóan meghatározható volt, és mód van annak folyamatos ellenőrzésére is. Az alakváltozásra statisztikailag értékelhető adat mennyiség nem állt rendelkezésre. A jelenlegi szabályozás abból az egyszerűsítő feltételből indult ki, hogy a betonszilárdság minősítő értékéhez tartozó rugalmassági modulus az alakváltozásnak is minősítő értéke. Jelen tanulmányban az utóbbi feltételezés helyességét is vitatjuk.

A kísérlet és eredményei

A kísérleti betonok összetételével és technológiai jellemzőivel a termék gyártásfeltételeit követtük. A beton nyomószilárdsági jele 450, MSZ 4719-77 szabvány szerinti minősítő értéke 32 MPa. A betonszilárdság tényleges szórását figyelembe véve a beton nyomószilárdság megkövetelt középértéke 28 napos korban 40,6 MPa, és kizsaluzáskor 31,0 MPa. A megengedett legalacsonyabb cementadagolás az MSZ 15022/2-72 szabvány szerint 300 kg/m³. A kissé képlékeny konzisztenciához tartozó roskadási mérték 3 cm. A hőérlelés foka 70 °C, a pihentetési idő 3 óra, a felfűtési idő 1 óra, a legrövidebb izotermikus idő 6 óra, a legrövidebb lehűtési idő 3 óra.

A kísérlet során tízféle betonkeverék, illetve betontechnológiai körülmény hatását vizsgáltuk. Változtatásra került a cement fajtája, adagolása, az adalékszerek alkalmazása, a szilárdítás módja,

a hőérlelés ideje, és az alakváltozás mérés időpontja és módja.

A kísérlethez váci 450-R pc. (H1.-H6. jelű keverékek) és tatabányai 450-K pc. (H7.-H10.) cementet használtunk. A rapid cement alkalmazását a kizsaluzáskori szilárdság biztosítása indokolta kisebb cementadagolás mellett.

Váci 450-R pc. cement esetén a Kemikál Szulfodur márkanévű (H1.), tatabányai 450-K pc. cement esetén az SKW Trostberg AG. Melment L 10 márkanévű (H7., H9.) plasztifikátorának hatását is vizsgáltuk. A plasztifikátorok alkalmazása azonos vízcementtényező mellett 50 kg/m³ cement, és 16-17 kg/m³ vízadagolás csökkentést tett lehetővé. A Szulfodurt a cementre vett 0,4 tömeg%-ban, a Melmentet 1,5 tömeg%-ban adagoltuk.

A homok és kavics frakciókat délegyházi homokos kavics adalékanyagból laboratóriumi osztályozón állítottuk elő. A szemmegoszlás és a betontulajdonságok javítására NZ 12/20 jelű nógrádkövesdi andezit zúzottkővet használtunk. Az adalékanyag összetétele a következő volt:

0/4 mm homok	30 tömeg%
4/8 mm kavics	25 tömeg%
8/16 mm kavics	15 tömeg%
16/24 mm kavics	20 tömeg%
NZ 12/20 andezit	10 tömeg%

A betonösszetételt 2425 kg/m³ frissbeton test-sűrűség feltételezésével terveztük meg, és az 1. táblázatban tüntettük fel.

A betonkeverékeket ZZ 75 típusú, Zyklos együttfutó kényszerkeverőgéppen egy percig tartó száraz és három percig tartó vizes keveréssel állítottuk elő. A konzisztenciát az MSZ 4714/3-78 szabvány szerinti roskadási mértékkel fejeztük ki. A próbatesteket 2800/perc rezgésszámú RZ-4 típusú Épgép rázóasztalon optimálisan tömörítettük.

A hőérlelés izotermikus és lehűtési ideje az 1. táblázatnak megfelelően többféle volt. Az általános üzemi gyakorlatnak a 9 órás izotermikus és a 3 órás lehűtési idő felelt meg. Az így hőérlelt terméket 16 órás korban zsaluzzák ki, ezért az ennek megfelelő próbatestek alakváltozás mérését is 16 órás korban, a még kb. 35 °C hőmérsékletű betonon kezdtük meg (H1., H2., H4., H5., H7., H8.).

Hétvégén a terméket nem 16 órás, hanem 48 órás korban zsaluzzák ki. Ezért készültek olyan próbatestek, amelyeket a 48 órás kor eléréséig, tehát az izotermikus hőérlelési idő után még 38 órán át a meleg sablonban tartottuk, és az alak-

változás mérést ekkor kezdtük meg. Ezeknél a próbatesteknél a hőérlelés izotermikus idejét 6 órára csökkentettük (H3., H9.).

A 28 napos szilárdsági és alakváltozási tulajdonságok meghatározására készültek természetesen szilárdított próbatestek is. Ezeket a vizsgálat időpontjáig az előírásoknak megfelelően min. 95% relatív nedvességtartalmú levegőjű, 20–22 °C hőmérsékletű klímateremben tároltuk (H6., H10.).

A hőérlelésnek alávetett betonokból keverékenként 6 db 10 cm élhosszúságú próbakocka és 4 db 10×10×51,4 cm élhosszúságú próbahasáb készült. A próbakockák közül 3 db a kizsaluzás-kori, 3 db a 28 napos nyomószilárdság meghatározását szolgálta. Egy próbahasáb felhasználásával az alakváltozás mérés terhelési lépcsőinek megtervezéséhez szükséges hasábszilárdságot mértük meg, három próbahasábon az alakváltozás mérést végeztük el a kizsaluzás időpontjában (H1. – H5., H7. – H9.). A természetesen szilárdított betonkeverékeknek a próbakockák száma 3 db-ra csökkent. Azok nyomószilárdságát, akár csak a hasábok alakváltozását 28 napos korban vizsgáltuk (H6., H10.).

Az alakváltozás mérés során két esettől eltekintve az MSZ 4715/6 – 72 szabványt követtük. Az alapteher a várható szilárdság 5%-a, a terhelés növelés a várható szilárdság 10, illetve 5%-a volt. Arra törekedtünk, hogy a próbahasáb kb. 1 órai terhelés után menjen tönkre. A teher-növelés sebessége $0,2 \pm 0,1$ MPa/sec, a teher-tartás ideje 2 perc volt. Az alakváltozást a teher-tartási idő végén mértük. A tehercsökkentést az 5%-os alapteherre 1 perc alatt hajtottuk végre (H1. – H3., H6. – H10.).

Egy esetben az alakváltozást tehercsökkentés nélkül, de terhelési lépcsőnként megállva és a teher-tartási időt kivárva mértük. Ezzel a kísérlettel a tehercsökkentés elmaradásának hatását vizsgáltuk azért, mert az a gyakorlatnak megfelelő körülményként szerepet játszhat (H4.).

Egy másik esetben ugyancsak tehercsökkentés nélkül vizsgáltuk az alakváltozást, de a terhelést csak a feszítőhuzal nyomóerejéből származó terhelésnek megfelelő 9,81 MPa hasábfeszültségig fokoztuk. Ennek eléréséig terhelési lépcsőnként megállva és a teher-tartási időt kivárva növeltük a terhet. Az elért 9,81 MPa terhelést 4 órán át tartottuk, és ezalatt vizsgáltuk az előfeszültség

A betonok összetétele és jellemzői

1. táblázat

A keverék jele	H1.	H2.	H3.	H4.	H5.
A cement származási helye	Vác	Vác	Vác	Vác	Vác
A cement jele	450 – R pc	450 – R pc	450 – R pc	450 – R pc	450 – R pc
Plasztifikátor jele	Szulfodur	–	–	–	–
A beton m ³ -enkénti összetétele:					
Cement, kg/m ³	500	550	550	550	550
Vízcementtényező	0,35	0,35	0,35	0,25	0,35
Víz, kg/m ³	175	192	192	192	192
Plasztifikátor, kg/m ³	2	–	–	–	–
0/4 homok, kg/m ³	525	505	505	505	505
4/8 kavics, kg/m ³	438	421	421	421	421
8/16 kavics, kg/m ³	262	252	252	252	252
16/24 kavics, kg/m ³	350	337	337	337	337
NZ 12/20 zúzottkő, kg/m ³	175	168	168	168	168
Hőérlelés, izotermikus ideje, óra	9	9	6	9	9
Lehűtés ideje, óra	3	3	38	3	3
Alakváltozás mérés időpontja	16 óra	16 óra	48 óra	16 óra	16 óra
Alakváltozás mérés módja	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6	Tehercsök-kentés nélkül, de terhelési lépcsőnként megállva	Tehercsök-kentés nélkül, de 9,81 MPa-ig terhelési lépcsőnként megállva, majd 4 órás 9,81 MPa tartós terh. mellett

A keverék jele	H6.	H7.	H8.	H9.	H10.
A cement származási helye	Vác	Tatabánya	Tatabánya	Tatabánya	Tatabánya
A cement jele	450 – R pc	450 – K pc	450 – K pc	450 – K pc	450 – K pc
Plasztifikátor jele	–	Melment	–	Melment	–
A beton m ³ -enkénti összetétele:					
Cement, kg/m ³	550	550	600	550	600
Vízcementtényező	0,35	0,33	0,33	0,33	0,33
Víz, kg/m ³	192	182	198	182	198
Plasztifikátor, kg/m ³	–	8,25	–	8,25	–
0/4 homok, kg/m ³	505	508	488	508	488
4/8 kavics, kg/m ³	421	423	407	423	407
8/16 kavics, kg/m ³	252	254	244	254	244
16/24 kavics, kg/m ³	337	339	325	339	325
NZ 12/20 zúzottkő, kg/m ³	168	169	163	169	163
Hőérlelés izotermikus ideje, óra	–	9	9	6	–
Lehűtés ideje, óra	–	3	3	38	–
Alakváltozás mérés időpontja	28 nap	16 óra	16 óra	48 óra	28 nap
Alakváltozás mérés módja	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6	MSZ 4715/6

igénybevételéből eredő alakváltozást. Hosszabb idejű vizsgálat lehetőségeinket meghaladta (H5.).

Az alakváltozás mérés jellemzőit az 1. táblázatban szerepeltetjük.

A hosszváltozást RZ–007 (EMG 2355) típusú tranzistoros nyúlásmérőhíddal mértük. A méréshez a MOM Kalibergyár 60/180 mm/ohm típusú, $k = 2,0$ nyúlási tényezőjű egyirányú huzalos nyúlásmérő bélyegeit használtuk. Egy próbatest két szemközti oldala közepére egy-egy nyúlásmérő bélyeget ragasztottunk, és a mérési eredményekből számított alakváltozásokat átlagoltuk.

Az alakváltozás és a szilárdság méréshez egyaránt – megfelelő méretű csuklóval ellátott, MSZ 4715/4–72 szabványt kielégítő – WPM

típusú 100 tonnás nyomógépet használtunk. Az alakváltozás mérés során a gép 40 tonnás fokozatával dolgoztunk.

A beton próbatestek testsűrűségét az MSZ 4715/2–72, szilárdságát az MSZ 4715/4–72 szabvány szerint vizsgáltuk.

A betonok roskadási mértékét, tényleges cementtartalmát, testsűrűségének, kizsaluzáskori és 28 napos nyomószilárdságának, továbbá tájékoztató hasábszilárdságának átlagát a 2. táblázatban tüntettük fel.

Az alakváltozás mérés adataiból próbahasábonként kiszámítottuk az összetartozó σ feszültség és ε alakváltozás értékeket, és felrajzoltuk – a σ_t törőszilárdságot is figyelembe véve – az $\varepsilon - \sigma/\sigma_t$, és az $\varepsilon - \sigma$ görbékét. A görbékre az 1–

A friss és megszilárdult betonok átlagos tulajdonságai

2. táblázat

A keverék jele	H1.	H2.	H3.	H4.	H5.
Roskadási mérték, cm	3,2	2,8	2,7	3,0	2,9
Tényleges cementtartalom, kg/m ³	504	556	554	553	553
Testsűrűség, kg/m ³					
bedolgozás után	2444	2450	2443	2438	2440
kizsaluzáskor	2403	2404	2411	2393	2405
28 napos korban	2384	2396	2373	2363	2386
Nyomószilárdság, MPa					
kizsaluzáskor	38,4	38,0	43,1	39,3	38,4
28 napos korban	40,0	40,6	49,7	41,4	40,9
Hasábszilárdság, MPa					
kizsaluzáskor	20,6	21,1	19,8	18,2	19,6

A keverék jele	H6.	H7.	H8.	H9.	H10.
Roskadási mérték, cm	2,8	3,2	2,7	3,3	2,7
Tényleges cementtartalom, kg/m ³	555	566	617	567	618
Testsűrűség, kg/m ³ bedolgozás után kizsaluzáskor 28 napos korban	2449 2363	2496 2430 2360	2495 2411 2350	2498 2445 2364	2496 2356
Nyomószilárdság, MPa kizsaluzáskor 28 napos korban	41,8	35,6 44,3	39,6 40,7	41,0 50,5	43,8
Hasábszilárdság, MPa kizsaluzáskor 28 napos korban	22,6	22,8	20,2	19,8	23,5

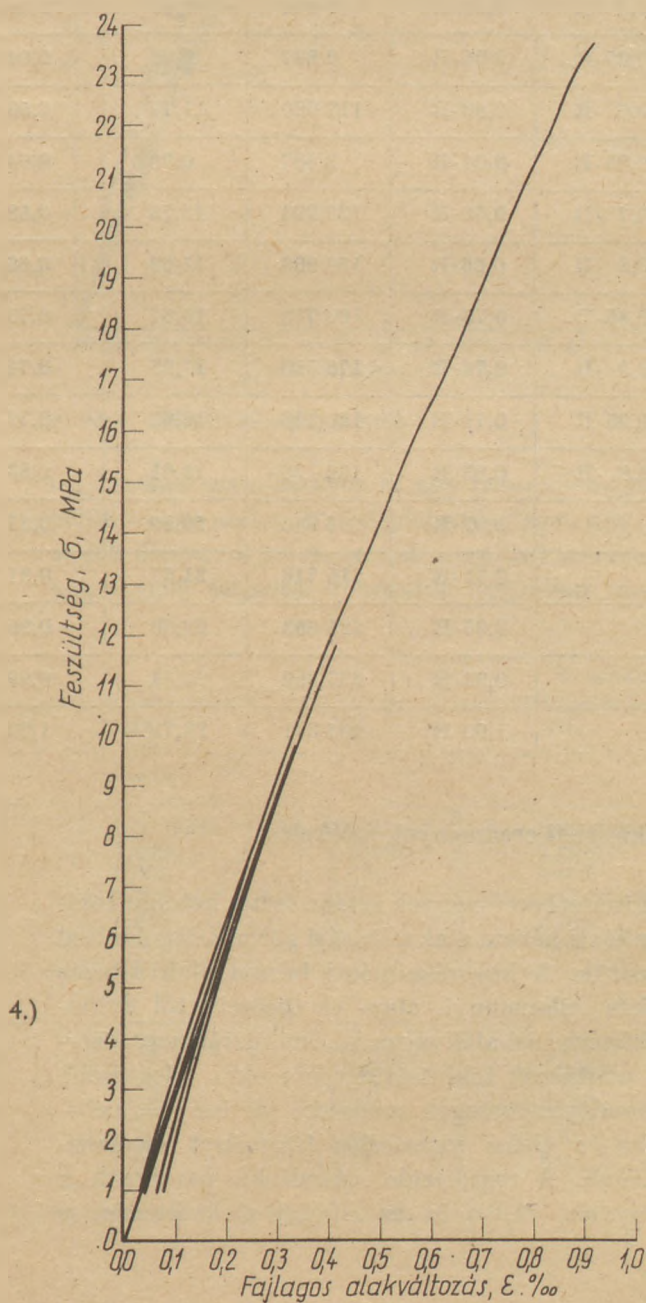
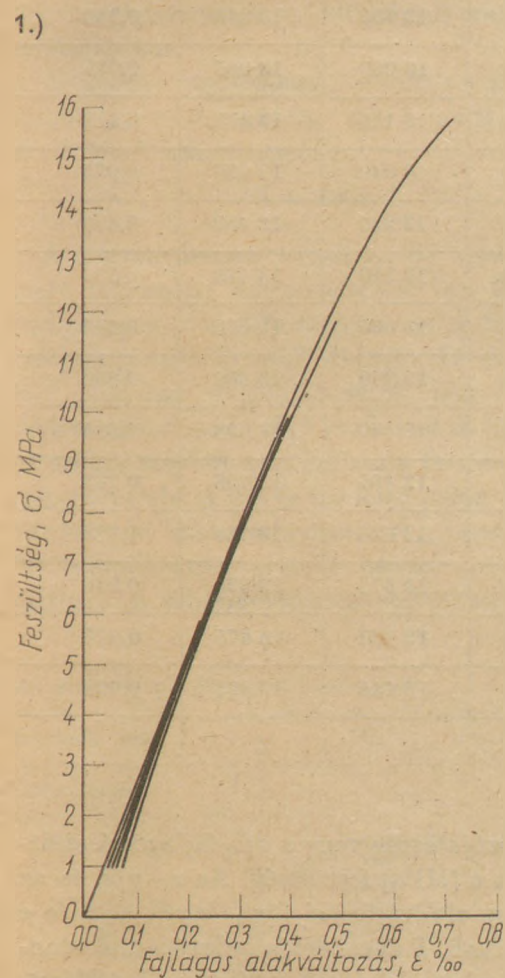
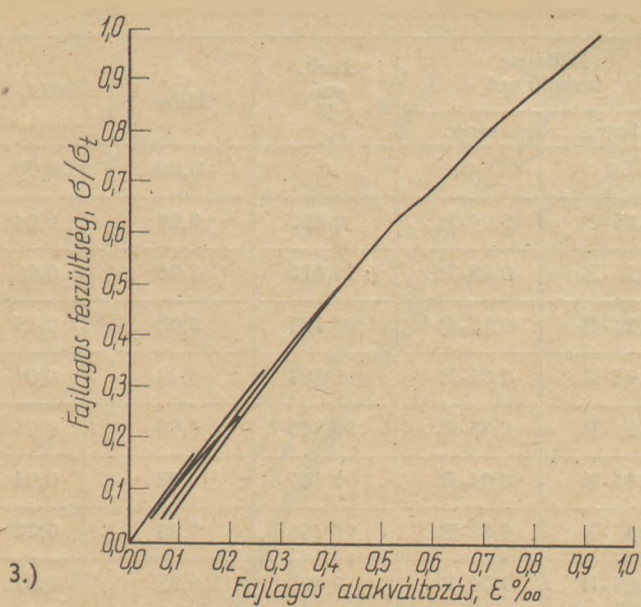
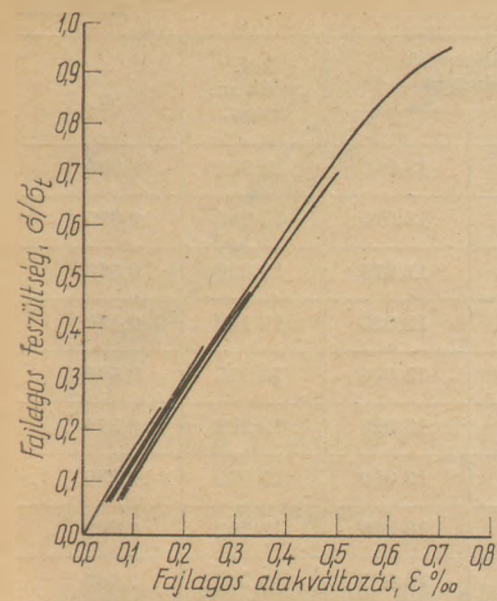
4. ábra, a számításra a 3. és 4. táblázat szolgáljon példaként. A feltüntetett adatsor a hőérlelt és 16 órás korban vizsgált H8. jelű, és a természetesen szilárdított és 28 napos korban vizsgált H10. jelű betonkeverék egy-egy próbahasábjának vizsgálati eredménye. Megjegyezzük, hogy a törő-

szilárdsághoz tartozó törési alakváltozást mérni nem tudtuk, és ezért a görbék esetleges visszahajlását sem ábrázolhattuk a törési tartományban. Tény ugyanakkor, hogy a nagyobb szilárdságú elasztoviszkózus anyagok törési állapotához elméletileg sem feltétlenül tartozik visszaeső feszültség [1].

A H8. hasábok egyikének alakváltozás mérési eredménye

3. táblázat

Fajlagos terhelő erő		Terh. erő N	σ MPa	σ/σ_t	Nyúlásmérő leolvasás		Átl. nyúl.m. leolv.	ε ‰
terv.	tény.				1.	2.		
0	0	0	0,00	0,00	13 000	13 000	13 000	0,000
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 035	13 035	13 035	0,035
0,1 · R	0,12 · R	19 613	1,96	0,12	13 055	13 080	13 068	0,068
0,2 · R	0,24 · R	39 227	3,92	0,24	13 145	13 155	13 150	0,150
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 040	13 045	13 042	0,042
0,3 · R	0,36 · R	58 840	5,88	0,36	13 210	13 245	13 228	0,228
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 040	13 050	13 045	0,045
0,4 · R	0,47 · R	78 453	7,85	0,47	13 285	13 345	13 315	0,315
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 050	13 050	13 058	0,058
0,5 · R	0,59 · R	98 066	9,81	0,59	13 375	13 430	13 402	0,402
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 050	13 070	13 060	0,060
0,6 · R	0,71 · R	117 680	11,77	0,71	13 470	13 510	13 490	0,490
0,05 · R	0,06 · R	9 807	0,98	0,06	13 060	13 070	13 065	0,065
0,7 · R	0,83 · R	137 293	13,73	0,83	13 530	13 605	13 568	0,568
0,8 · R	0,95 · R	156 906	15,69	0,95	13 755	13 680	13 718	0,718
0,85 · R	1,00 · R	165 732	16,57	1,00				



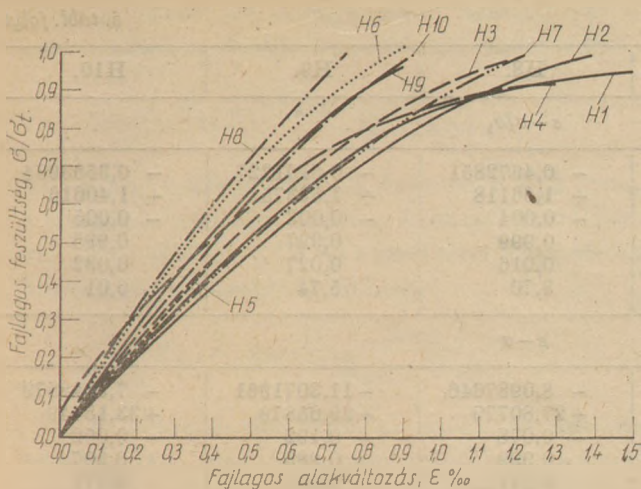
- 1.)
1. ábra. A H8. hasábok egyikének $\epsilon - \sigma/\sigma_t$ görbéje
2. ábra. A H8. hasábok egyikének $\epsilon - \sigma$ görbéje
3. ábra. A H10. hasábok egyikének $\epsilon - \sigma/\sigma_t$ görbéje
4. ábra. A H10. hasábok egyikének $\epsilon - \sigma$ görbéje

Fajlagos terhelő erő		Terh. erő N	σ MPa	σ/σ_t	Nyúlásmérő leolvasás		Átl. nyúl. m. leolv.	ε ‰
terv.	tény.				1.	2.		
0	0	0	0,00	0,00	13 000	13 000	13 000	0,000
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 050	13 020	13 035	0,035
0,1 · R	0,08 · R	19 613	1,96	0,08	13 090	13 025	13 058	0,058
0,2 · R	0,17 · R	39 227	3,92	0,17	13 240	13 020	13 130	0,130
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 050	13 020	13 035	0,035
0,3 · R	0,25 · R	58 840	5,88	0,25	13 400	13 025	13 212	0,212
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 050	13 010	13 030	0,030
0,4 · R	0,33 · R	78 453	7,85	0,33	13 485	13 040	13 262	0,262
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 060	13 025	13 042	0,042
0,5 · R	0,41 · R	98 066	9,81	0,41	13 580	13 100	13 340	0,340
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 100	13 030	13 065	0,065
0,6 · R	0,50 · R	117 680	11,77	0,50	13 680	13 155	13 418	0,418
0,05 · R	0,04 · R	9 807	0,98	0,04	13 110	13 040	13 075	0,075
0,7 · R	0,58 · R	137 293	13,73	0,58	13 730	13 230	13 480	0,480
0,8 · R	0,66 · R	156 906	15,69	0,66	13 830	13 310	13 570	0,570
0,85 · R	0,70 · R	166 713	16,67	0,70	13 875	13 355	13 615	0,615
0,9 · R	0,74 · R	176 520	17,65	0,74	13 910	13 390	13 650	0,650
0,95 · R	0,79 · R	186 326	18,63	0,79	13 965	13 430	13 698	0,698
1,0 · R	0,83 · R	196 133	19,61	0,83	14 010	13 465	13 738	0,738
	0,87 · R	205 940	20,59	0,87	14 055	13 520	13 788	0,788
	0,91 · R	215 746	21,57	0,91	14 100	13 575	13 838	0,838
	0,95 · R	225 553	22,56	0,95	14 150	13 600	13 875	0,875
	0,99 · R	235 360	23,54	0,99	14 210	13 645	13 928	0,928
	1,00 · R	237 321	23,73	1,00				

A kísérleti eredmények értékelése

A kísérleti eredmények értékelését a betonkeverékenkénti három alakváltozási görbe átlagolásával kezdtük. A keverékenkénti három alakváltozás mérés valamennyi, alap- és törőtehetől különböző terhelési-alakváltozási értékpárját egy kísérlet adatainak tekintettük, és azokra a legkisebb hibanégyzetösszegek módszere szerint $y = ax^2 + bx + c$ alakú regressziós függvényt szerkesztettünk. A regressziós másodfokú parabolák x független változója az ε [‰] alakváltozás, y

függő változója pedig vagy a σ/σ_t fajlagos feszültség, vagy a σ [MPa] feszültség. Az $\varepsilon - \sigma/\sigma_t$ és az $\varepsilon - \sigma$ átlagos alakváltozási függvények a, b és c együtthatóinak, I korrelációs indexének, S standard, és H relatív hibáinak értékét az 5. táblázatban tüntettük fel. Az átlagos alakváltozási függvényeket az 5. és 6. ábrákon rajzoltuk meg. Az 5. táblázat jellemzői a regressziós alakváltozási függvények szoros korrelációjára utalnak, tehát azok – bár az origón nem mennek át – az egyes mért értékeknek jó, és egyébként is könnyen kezelhető közelítését adják.



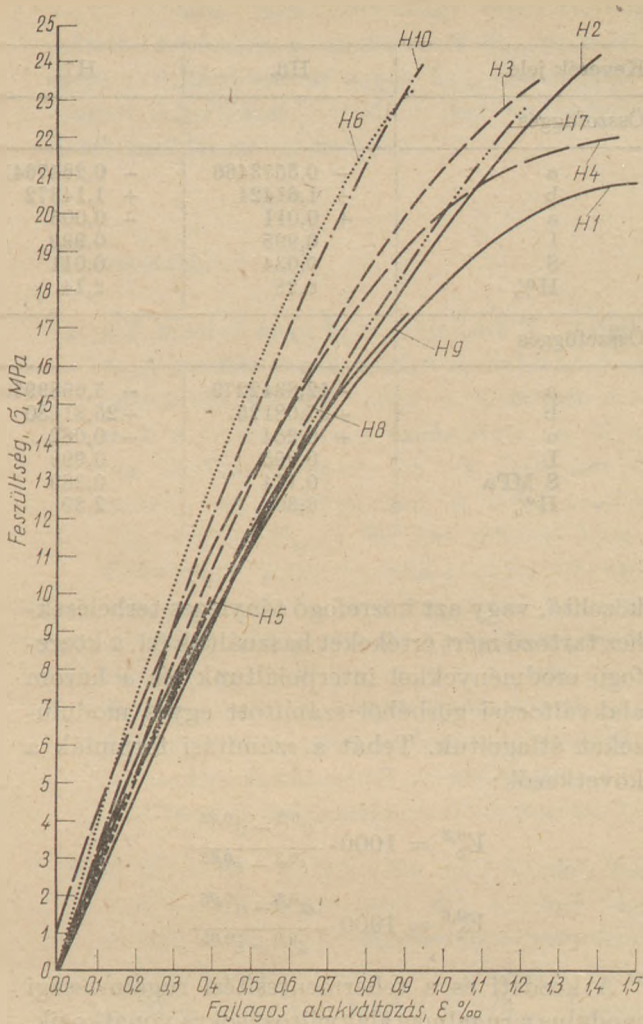
5. ábra. Átlagos $\varepsilon - \sigma/\sigma_t$ függvények

Az alakváltozási görbékéből, illetve függvényekből meghatároztuk a különböző rugalmassági modulusokat.

A kezdeti rugalmassági modulus felfogásunk szerint az $\varepsilon - \sigma$ függvény $\varepsilon = 0$ pontbeli kezdeti érintőjének iránytangense:

$$E_0 = 1000 \cdot b$$

A tehermentesítési rugalmassági modulus valamely hiszterézis hurok felszálló ága érintőjének iránytangense a szűzdiagram és a hurok metszéspontjában. Az MSZ 4715/6-72 szabvány az $E_b^{0,3}$ modulus meghatározását írja elő, de ki szokás számítani az $E_b^{0,6}$ modulus is. Esetünkben ez utóbbi közelíti meg jobban a feszítőerő okozta igénybevételt. A 0,3 és 0,6 felső index arra a σ/σ_t hányadosra utal, amelyhez a rugalmassági modulus számításának alapját képező ε és σ érték tartozik. A tehermentesítési rugalmassági modu-



6. ábra. Átlagos $\varepsilon - \sigma$ függvények

lus közelítő számításához az egy betonkeveréken belüli három alakváltozási görbe tényleges $\sigma/\sigma_t = 0,3$ illetve $= 0,6$ és az azt megelőző tervezett $\sigma/\sigma_t = 0,05$ terhelési fokozatát legjobban meg-

Az alakváltozási függvények jellemzői

5. táblázat

Keverék jele	H1.	H2.	H3.	H4.	H5.
Összefüggés	$\varepsilon - \sigma/\sigma_t$				
a	- 0,4069474	- 0,3075573	- 0,4029245	- 0,4841900	- 0,2036206
b	+ 1,23328	+ 1,15655	+ 1,30867	+ 1,27392	+ 1,20911
c	- 0,008	- 0,022	- 0,006	+ 0,075	+ 0,001
I	0,984	0,993	0,995	0,915	0,994
S	0,057	0,037	0,031	0,131	0,016
H%	11,18	6,58	5,90	25,17	7,07
Összefüggés	$\varepsilon - \sigma$				
a	- 8,9334086	- 6,2174578	- 9,7370220	- 9,9672075	- 4,4297377
b	+ 27,36277	+ 26,20620	+ 31,08387	+ 28,68317	+ 26,20671
c	- 0,167	- 0,293	- 0,150	+ 1,281	+ 0,014
I	0,986	0,998	0,993	0,959	0,994
S MPa	1,208	0,429	0,860	2,096	0,337
H%	10,64	3,40	6,88	17,77	6,87

Megjegyzés: A H5. jelű keverék összefüggéseinek értelmezési tartománya: $0 \leq \varepsilon \leq 0,401\%$

Keverék jele	H6.	H7.	H8.	H9.	H10.
Összefüggés	$\varepsilon - \sigma/\sigma_t$				
a	- 0,5573466	- 0,2647641	- 0,4672851	- 0,5101227	- 0,3563984
b	+ 1,61424	+ 1,14372	+ 1,66118	+ 1,53375	+ 1,40616
c	+ 0,011	- 0,005	- 0,004	- 0,003	- 0,005
I	0,995	0,999	0,999	0,997	0,995
S	0,034	0,011	0,016	0,027	0,032
H%	6,28	2,14	3,70	5,74	6,01
Összefüggés	$\varepsilon - \sigma$				
a	- 12,8342279	- 5,6689970	- 8,0987646	- 11,3071961	- 7,9248879
b	+ 37,08125	+ 25,81580	+ 27,80779	+ 29,65879	+ 33,15449
c	+ 0,264	- 0,082	- 0,078	- 0,192	- 0,092
I	0,995	0,999	0,999	0,986	0,997
S MPa	0,774	0,289	0,171	0,985	0,572
H%	6,30	2,39	2,45	11,45	4,50

közelítő, vagy azt közrefogó tényleges terhelésekhez tartozó mért értékeket használtuk fel, a közrefogó eredményekkel interpoláltunk, és a három alakváltozási görbéből számított egyes modulusokat átlagoltuk. Tehát a számítási formulák a következők:

$$E_b^{0,3} = 1000 \cdot \frac{\sigma^{0,3} - \sigma^{0,05}}{\varepsilon^{0,3} - \varepsilon^{0,05}}$$

$$E_b^{0,6} = 1000 \cdot \frac{\sigma^{0,6} - \sigma^{0,05}}{\varepsilon^{0,6} - \varepsilon^{0,05}}$$

A kezdeti és a tehermentesítési rugalmassági modulus a rugalmas alakváltozásokra vonatkozik. Esetünkben már maradó alakváltozással is kell számolni, ezért az alakváltozás szempontjából a *húr-modulus* a mértékadó. A húr-modulus az $\varepsilon - \sigma$ görbe valamely pontját és az origót összekötő egyenes iránytangense. A húr-modulust az átlagos $\varepsilon - \sigma$ alakváltozási függvény $\sigma/\sigma_t = 0,6$ fajlagos feszültséghez tartozó $\varepsilon^{0,6}$ és $\sigma^{0,6}$ koordinátájú pontjában határoztuk meg úgy, hogy a húrt az $\varepsilon = 0$ és $\sigma = c$ koordinátájú ponthoz húztuk be:

$$E_b^{0,6} = 1000 \cdot \frac{\sigma^{0,6} - c}{\varepsilon^{0,6}} = 1000 \cdot (a\varepsilon^{0,6} + b)$$

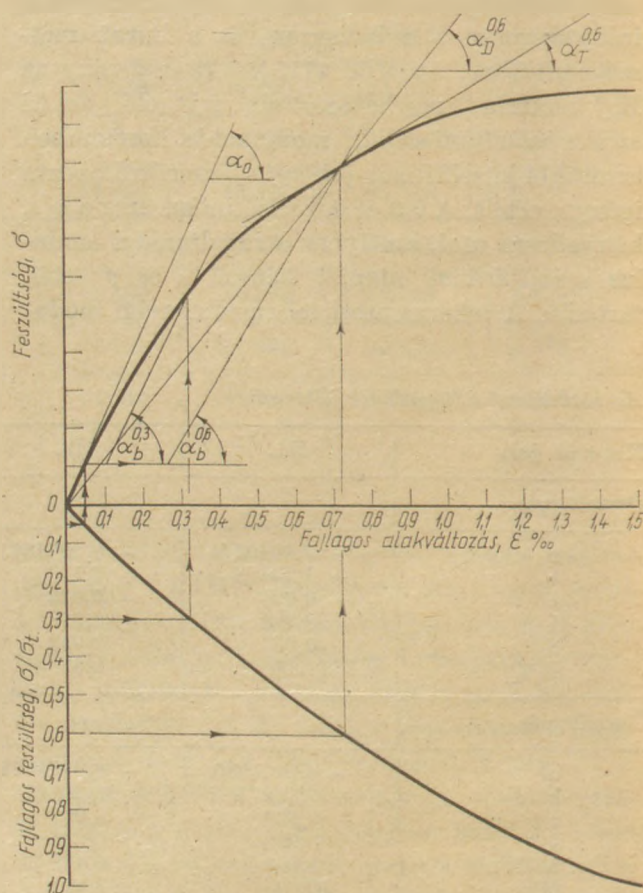
Az *érintő-modulusra* elsősorban a stabilitás vizsgálatoknál van szükség. Az érintő-modulus az adott terhelési értékeket megelőző és követő teherből számítható feszültségek különbségének és ezekhez a feszültségekhez tartozó alakváltozások különbségének hányadosa. E felfogástól annyiban térünk el, hogy az érintő-modulust az átlagos $\varepsilon - \sigma$ alakváltozási függvény $\sigma/\sigma_t = 0,6$ fajlagos feszültség által meghatározott $\varepsilon^{0,6}$ abszcisszájú pontba húzott érintője iránytangensének tekintettük:

$$E_T^{0,6} = 1000 \cdot (2a\varepsilon^{0,6} + b)$$

A rugalmassági modulusok értelmezését a 7. ábrán szemléltettük. A kísérleti eredményekből kiszámított értékeket a 6. táblázat tartalmazza.

Az irodalom és a szabályozás megengedi a rugalmassági modulus mért szilárdsági értékekből való közelítő számítását is [2, 8].

Palotás a természetesen szilárdított 28 napos korú próbakockák nyomószilárdsága középérté-



7. ábra. Rugalmassági modulusok értelmezése

kéből a következő összefüggéssel számítja ki a beton számított kezdeti rugalmassági modulusát:

$$E_{bo} = 53955 \cdot \frac{K}{K + 19,62}$$

Ebből az összefüggésből, K helyébe K_{min} -t írva, a minősítési nyomószilárdsági érték felhasználásával jut az MSZ 15022/1 – 71 szabvány a számított kezdeti rugalmassági modulusra:

$$E_{bo} = 53955 \cdot \frac{K_{min}}{K_{min} + 19,62}$$

A 6. táblázat első sorának mért E_0 kezdeti rugalmassági modulusa nem minősítési, hanem középérték. Ezért a mért és a számított kezdeti rugalmassági modulusok összehasonlítása során akkor járunk el helyesen, ha a kezdeti rugalmassági modulus számításakor visszatérünk az eredeti *Palotás*-féle képlethez, és az E_{bo} értékeket a 2. táblázat nyomószilárdsági átlagértékeiből számítjuk ki. A mért E_0 kezdeti rugalmassági modulus a H1. – H5. és H7. – H9. jelű keverékek esetén a hőérlelt kizsaluzáskori beton, a H6. és H10. jelű keverékek esetén a természetesen szilárdított 28 napos korú beton sajátja. Ennek megfelelően az első esetekben az E_{bozs} , a második esetekben az E_{bo28} jelű kezdeti rugalmassági modulusot számítottuk ki és tüntettük fel a 6. táblázatban.

Roš szerint a hasábszilárdságból is lehet a kezdeti rugalmassági modulusra következtetni [2]:

$$E_{go} = 58860 \cdot \frac{H}{H + 14,72}$$

Rugalmassági modulusok (MPa)

Keverék jele	H1.	H2.	H3.	H4.	H5.
E_0	27 363	26 206	31 084	28 683	26 207
$E_t^{0,3}$	26 209	25 444	24 138	—	—
	21 436	25 270	29 010	—	—
	25 236	24 167	23 586	—	—
átlag	24 294	24 960	25 578	—	—
$E_t^{0,6}$	25 268	22 768	24 286	—	—
	22 187	24 751	27 244	—	—
	25 106	24 488	24 379	—	—
átlag	24 187	24 002	25 303	—	—
$E_D^{0,6}$	21 824	22 165	25 641	23 580	—
$E_t^{0,6}$	16 285	18 123	20 198	18 477	—
E_{bozs}	35 710	35 583	37 077	35 988	35 710
E_{bo28}	—	—	—	—	—
E_{Rzs}	34 329	34 672	33 761	32 541	33 615

A 2. táblázat hasábszilárdsági eredményeiből számított hőérlelt kizsaluzáskori E_{Rzs} és természetesen szilárdított 28 napos E_{R28} jelű számított kezdeti rugalmassági modulusokat ugyancsak a 6. táblázatban szerepeltetjük.

Következtetések

1. A 6. táblázat mért E_0 és számított E_{bozs} , illetve E_{bo28} kezdeti rugalmassági modulusait összehasonlítva kitűnik, hogy a számított érték csak a természetesen szilárdított és 28 napos korban vizsgált H6. és H10. keverék esetén van összhangban a mért értékkel ($E_{028} \approx 0,95 \cdot E_{bo28}$). Ez azt jelenti, hogy a *Palotás*-féle, illetve az MSZ 15022/1 – 71 szabvány szerinti E_{bo} összefüggésből a nyomószilárdság alapján csak a természetesen szilárdított beton 28 napos kezdeti rugalmassági modulusát lehet megbecsülni. Ennek megfelelően a 28 napos természetesen szilárdított betonokra korlátozódik az MSZ 15022/1 – 71 szabvány 2. táblázatának érvényessége is.
2. A H1. – H5. és H7. – H9. jelű hőérlelt betonok kizsaluzáskor mért E_{0zs} kezdeti rugalmassági modulusa átlagosan mindössze 78%-a a kizsaluzáskori nyomószilárdságból a *Palotás*-féle képlettel számított E_{bozs} értéknek ($E_{0zs} \approx 0,78 \cdot E_{bozs}$).

Kísérleti eredményeink alapján a hőérlelt beton kizsaluzáskori kezdeti rugalmassági

6. táblázat

Keverék jele	H6.	H7.	H8.	H9.	H10.
E_0	37 081	25 816	27 808	29 659	33 154
$E_0^{0,3}$	33 505	25 308	23 987	27 528	33 795
	34 207	25 985	26 783	31 210	29 779
	38 062	25 669	28 022	31 613	28 889
átlag	35 258	25 654	26 264	30 117	30 821
$E_0^{0,4}$	31 098	24 519	26 812	26 189	32 692
	31 875	23 611	25 669	23 547	30 947
	35 221	24 378	26 280	24 192	31 481
átlag	32 731	24 169	26 254	24 643	31 707
$E_D^{0,6}$	31 588	22 318	24 479	24 401	29 263
$E_T^{0,6}$	26 095	18 820	21 151	19 143	25 372
E_{bo28}	—	34 784	36 079	36 492	—
$E_{bo\ 28}$	36 720	—	—	—	37 263
E_{R28}	—	35 767	34 048	33 760	—
$E_{R\ 28}$	35 644	—	—	—	36 191

modulusának számítására az

$$E_0 = 42000 \cdot \frac{K}{K+20}$$

képlet ajánlható, ahol K a kizsaluzáskori átlagos nyomószilárdság. Az E_0 és a K mértékegysége MPa.

3. A természetesen szilárdított betonok 28 napos korban mért E_{028} kezdeti rugalmassági modulusa jó egyezést mutatott az eredeti Roš-féle képletből számított E_{R28} értékkel ($E_{028} \cong 0,98 \cdot E_{R28}$). Ugyanakkor a hőérlelt betonok esetére szintén célszerű Roš képletét módosítani, mert a kizsaluzáskor mért E_{028} kezdeti rugalmassági modulus az eredeti összefüggésből számított E_{R28} értéknek mintegy 82%-a ($E_{028} \cong 0,82 \cdot E_{R28}$).

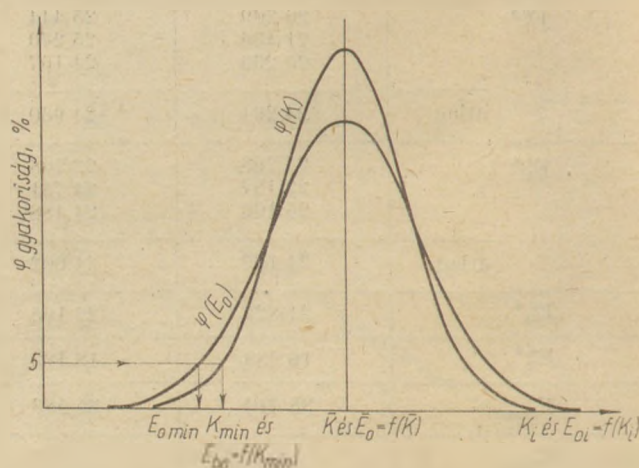
A hőérlelt beton kizsaluzáskori kezdeti rugalmassági modulusa a kizsaluzáskori átlagos H hasábszilárdság függvényében javaslatunk szerint az

$$E_{R0} = 48000 \cdot \frac{H}{H+15}$$

módosított alakú összefüggéssel számítható. Az E_{R0} és a H mértékegysége MPa.

4. Ha valamely E_0 függvény segítségével az egyedi K_i kockaszilárdságból meghatározható az ehhez tartozó E_{0i} kezdeti rugalmassági modulus, akkor ugyanezen E_0 függvény

alkalmas lehet arra, hogy a kockaszilárdságok K átlagából a kezdeti rugalmassági modulusok E_0 átlagértékét kiszámítsuk. Ugyanekkor más függvényt kell találni, ha a kockaszilárdságok $K_{\min}$ minősítő értékéből a kezdeti rugalmassági modulusok $E_{0\min}$ minősítő értékére kívánunk következtetni. Az adott K_i kockaszilárdsághoz tartozó E_{0i} kezdeti rugalmassági modulus ugyanis maga is valószínűségi változó — kísérletünk szerint nem is csekély szórással —, így az E_{0i} gyakorisági görbéje laposabb lesz, mint a K_i értéké. Ennek elvét a 8. ábrán mutatjuk be. Ebből is nyilvánvaló, hogy az 5%-os való-



8. ábra. A kockaszilárdság és a kezdeti rugalmassági modulus gyakoriságának elvi viszonya

színűséghez tartozó $E_{0\min}$ érték kisebb, mint az ugyanilyen valószínűségi szintű $K_{\min}$ értékből számított E_{b0} érték. Ugyanez az elv érvényesül a húr-modulus esetében is.

5. A kizsaluzáskor feszítőerővel és önsúllyal terhelt kéttámaszú feszített tartó alakváltozása a rugalmassági modulussal fordítottan arányos.

Ha a felszakításkor a tényleges pillanatnyi kezdeti rugalmassági modulus lenne a mértékadó, és az a kizsaluzáskori nyomószilárdság középértékéből számítottanak csak mintegy 78%-a, akkor a tényleges korai felhajlás a számítottnak mintegy 1,28-szorosa lesz.

6. Kísérleteink szerint a hőérlelt beton kizsaluzáskori $E_b^{0,3}$ tehermentesítési rugalmassági modulusa az E_0 kezdeti rugalmassági modulusnak átlagban csak 94%-a ($E_b^{0,3} \cong \cong 0,94 \cdot E_0$), és ugyanez a hányados az $E_b^{0,6}$ tehermentesítési rugalmassági modulusra nézve már csak 89% ($E_b^{0,6} \cong 0,89 \cdot E_0$). Ebből is látni, hogy a hőérlelt és korai állapotban nagy mértékben kihasznált betonok $\varepsilon - \sigma$ alakváltozási görbéje rövid idejű terhelés hatására a határállapoton belül is jelentősen eltér a lineáristól, ezért az ilyen betonokat az E_0 kezdeti rugalmassági modulus nem jellemzi jól. Emiatt helyette indokolt a számításnál a feszültségi állapotnak megfelelő, például $\sigma/\sigma_t = 0,6$ terhelési szintű húr-modulust figyelembe venni. Ehhez a 7. táblázat paramétereit használva átlagosan $\varepsilon = 0,537\%$ alakváltozás, $\sigma = 12,68$ MPa nyomófeszültség és $E_D^{0,6} = 23533$ MPa húr-modulus tartozik, tehát a feszített tartó kizsaluzáskori rugalmassági modulusa a jelenlegi gyakorlat szerint számítottanak csak mintegy 66%-a ($E_D^{0,6} \cong 0,66 \cdot E_{bozs}$), és felhajlása a számítottnak mintegy 1,52-szorosa.

7. táblázat

Hőérlelt betonok kizsaluzáskori átlagos alakváltozási függvényeinek együtthatói

Függvény	$\varepsilon - \sigma/\sigma_t$	$\varepsilon - \sigma$
a	-0,3809265	- 8,0449739
b	+1,31502	+27,85314
c	+0,004	+ 0,042
u	-2,6251783	- 0,1243012
v	+2,9898564	+ 3,0018916
z	+1,7261	+ 1,7311

7. Az 5. táblázat a, b és c együtthatóinak átlagolásával kiszámítottuk a vizsgált hőérlelt betonok kizsaluzáskori átlagos $\varepsilon - \sigma/\sigma_t$ és $\varepsilon - \sigma$ függvényeinek paramétereit, és azokat a 7. táblázatban tüntettük fel. A szóbanforgó átlagos függvények direkt és ε -ra rendezett alakja a következő:

$$\sigma/\sigma_t = a \cdot \varepsilon^2 + b \cdot \varepsilon + c$$

$$\varepsilon = z - \sqrt{u \cdot \sigma/\sigma_t + v}$$

és
$$\sigma = a \cdot \varepsilon^2 + b \cdot \varepsilon + c$$

$$\varepsilon = z - \sqrt{u \cdot \sigma + v}$$

ahol

$$u = \frac{1}{a}$$

$$v = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}$$

$$z = -\frac{b}{2a}$$

Az összefüggésekben a σ mértékegysége MPa, az ε -é ‰.

8. A hőérlelt betonok kizsaluzáskori $\varepsilon - \sigma$ görbéje a természetesen szilárdított 28 napos beton $\varepsilon - \sigma$ görbéje alatt helyezkedik el.
9. Kísérleteink szerint a vizsgált cementminőségeknek az $\varepsilon - \sigma$ görbe elhelyezkedésére nincs hatása.
10. A hőérlelt plasztifikált betonok kizsaluzáskori alakváltozása általában nagyobb a plasztifikálatlan betonokénál. Az eltérés általában nem több, mint $\varepsilon = 0,1\%$.
11. A hőérlelt beton hőntartási idejének meghosszabbítása általában együtt jár a kizsaluzáskori alakváltozás csökkenésével. Az eltérés általában $\varepsilon = 0,1\%$ alatt van.
12. Az alakváltozás vizsgálatánál a tehercsökkentési lépcsők alkalmazásának mellőzése nem gyakorolt az $\varepsilon - \sigma$ görbe elhelyezkedésére kimutatható hatást.
13. Kísérleti eredményeinknek és következtetéseinknek korlátai is vannak, mert
- csak egy típusú betonokkal foglalkoztunk,
 - a hőérlelés és a korai terhelés hatását nem különítettük el,
 - nem vizsgáltuk a hosszú idejű tartós terhelés hatását,
 - kísérleteink semmit sem mondanak a tartó fel-, illetve lehajlásának – a rugalmassági modulus mellett – másik lényeg-

ges tényezőjéről, az inerciáról, amelynek értéke nem független a repedések mértékétől, és ezért változásának hatása különösen a hosszú idejű tartós terhelés esetén lehet jelentős.

Bár következtetéseink nem feltétlenül véglegesek, és a kísérleteket is tovább kell folytatni, tanulmányunk közreadásával arra kívántuk a figyelmet felhívni, hogy a nagyfeszítávú, de különösen az előregyártott és feszített vasbeton tartók esetében addig, amíg a jelenségeket nem tisztázzuk egyértelműen, — főképpen a korai — alakváltozási követelményeket egyedileg, kísérletek segítségével kell meghatározni. Ha egy ilyen tartó alakváltozása a szabványos számítás alapján kapott mértéket meghaladja, akkor még nem biztos, hogy a tartó hibás.

IRODALOM

- [1] Dr. Palotás László: Mérnöki szerkezetek anyagtana I. Általános anyagismeret. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.
- [2] Dr. Palotás László — Dr. Balázs György: Mérnöki szerkezetek anyagtana 3. Beton-Habarcser-Kerámia-Műanyag. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1980.
- [3] MSZ 4714/3 — 78 A friss beton vizsgálata. Konzisztencia
- [4] MSZ 4715/4 — 72 Megszilárdult beton vizsgálata. Mechanikai tulajdonságok roncsolásos vizsgálata
- [5] MSZ 4715/6 — 72 Megszilárdult beton vizsgálata. A beton alakváltozása
- [6] MSZ 4719 — 77 A betonok fajtái, jelölésük és minőségi követelményeik
- [7] MSZ 4720/2 — 80 A beton minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése
- [8] MSZ 15022/1 — 71 Építmények teherhordó szerkezeinek erőtani tervezése. Vasbetonszerkezetek
- [9] MSZ 15022/2 — 72 Építmények teherhordó szerkezeinek erőtani tervezése. Feszített vasbeton szerkezetek
- [10] MI — 04.19 — 81 Beton és vasbeton készítése

Fenyves Hedvig — Kausay Tibor: Előregyártott közönséges és feszített vasbeton tartók betonjának rugalmassági modulusa

Az előregyártott vasbeton és feszítettbeton tartók kiszaluzáskori tényleges alakváltozása tapasztalatok szerint meghaladja az erőtani tervezés során számított értéket. A vártnál nagyobb alakváltozás oka az, hogy elsősorban a hőerlelt és feszítés által néhány órában terhelés alá kerülő betonnak kisebb a rugalmassági modulusa, mint a számításban feltételezett természetesen szilárdult 28 napos korú betonnak.

A tízféle betonkeverékkel, illetve betontechnológiai körülmény közepette végzett kísérlet eredményéből javaslat készült a korai kezdeti rugalmassági modulus számítására. A korai feszültségi és alakváltozási állapotra nézve a kezdeti rugalmassági modulusnál kifejezőbb a húrmodulus. Bebizonyosodott, hogy a feszített vasbeton tartó betonjának kiszaluzáskori húrmodulusa a jelenlegi gyakorlat szerint számított rugalmassági modulusnak csak mintegy kétharmada, és ezért a tartó tényleges felhajlása a számítottaknak mintegy másfélszerese. A korai nagy alakváltozás tehát nem jelenti feltétlenül azt, hogy a tartó hibás.

Феньвеш, Х. — Каушай, Т.: Модуль упругости бетона сборных традиционных и напряженных железобетонных балок

Действительная деформация балок сборного железобетона и напряженного бетона при распалубке превосходит значения, рассчитанные при силовом проектировании. Причиной более высокой — по сравнению с ожидаемой — деформацией является то, что бетон, попадающий под нагрузку за счет тепловой обработки и напряжения в возрасте нескольких часов, имеет модуль упругости меньше, чем это имеет бетон в возрасте 28 дней естественного твердения, предусматриваемый в расчетах.

На основании экспериментов, проведенных с десятью различными бетонными смесями и бетонными технологиями, было сделано предложение для расчета модуля упругости бетона в ранние, начальные сроки. С точки зрения состояния начального напряжения и деформации более точной характеристикой по сравнению с модулем упругости является модуль-натяжения (струны). Было доказано, что модуль-натяжения бетона балок напряженного железобетона при распалубке составляет две-третьих модуля упругости, рассчитанного согласно настоящей практике, и поэтому действительный выгиб балки в полтора раза превышает расчетный. Таким образом, большая начальная деформация не означает обязательно, что балка является дефектной.

Fenyves, H. — Kausay, T.: Elastizitätsmodul des Betons für vorgefertigten normalen und gespannten Eisenbetonträgern

Die Formänderung der vorgefertigten Eisenbeton-, und gespannten Betonträger beim Entschalen steigen die berechneten Werte der dynamischen Planung nach den Erfahrungen über. Die Ursache dessen liegt darin, dass das Elastizitätsmodul des dampfgehärteten und durch Spannung nach einigen Stunden belasteten Betons kleiner ist, als das in den Berechnungen vorausgesetzte Modul der normalgehärteten Betone in 28-Tage Alter.

Auf Grund der durch zehn verschiedenen Betonmischung und unter verschiedenen technologischen Bedingungen erhaltenen Ergebnissen wurde ein Method für die Berechnung des Anfangselastizitätsmodul vorgeschlagen.

Hinsichtlich des frühen Spannungs-, und Formänderungszustandes ist das Sehne-Modul ausdrucksvoller, als das Anfangselastizitätsmodul. Es wurde bestätigt, dass das Sehne-Modul des gespannten Trägerbetons beim Entschalen nach die gegenwärtigen Erfahrungen nur das Zweidrittel des berechneten Elastizitätsmodul beträgt, dadurch das tatsächliche Aufbiegen des Trägers anderthalb so hoch ist, als das berechnete. Die frühe, hohe Formänderung weist also nicht unbedingt darauf, dass der Träger schadhaf ist.

Fenyves, Hedvig — Kausay, Tibor: The Modulus of Elasticity of Concretes of Prefabricated Stressed and Reinforced Beams

The actual deformation of prefabricated (prestressed and reinforced) concretes after demoulding proved to be much higher than determined during statical design. This phenomenon can be attributed to the fact that the modulus of elasticity of steam-cured concrete, loaded by prestressing in an age of a couple of hours is lower than that presupposed during design (the modulus of naturally cured concrete at the age of 28 days).

Evaluating the results of an experimental series (using 10 sorts of concrete mixes and technological conditions) a proposal is made for the calculation of the initial modulus of elasticity in early ages. Chordal modulus proved to be more characteristic for initial stress and deformation state than the initial modulus of elasticity. The actual chordal modulus of the concrete of prestressed beams at demoulding age is only two-thirds as contrasted to the modulus of elasticity calculated according to the present practice; this is why beam deformation is 50% more than calculated. High initial deformation thus does not necessarily mean that the beam must be rejected.

Hulladék hő hasznosítás a téglagyártásnál

CSIZI BÉLA

Tégla- és Cserépipari Tröszt, Budapest

A téglagyártás közismerten jelentős hőenergiát igényel. A felhasznált energiamennyiségnek azonban csak kis része hasznosul, a nagyobb rész valamilyen formában hővesztésként a környezetbe távozik. Ha ábrázoljuk a gyártás folyamán a technológiai rendszerbe bevezetett energiamennyiséget, valamint a félkész- ill. késztermék energiatartalmát, jól látható, hogy az energia-vesztés többszöröse annak, mint amit a mechanikai és kémiai átalakulások a gyártás során igényelnének és a veszteség elsősorban a szárító távozó levegőjével, valamint a kemence füstgázaival kerül ki a rendszerből (1. ábra).

A szárítóból távozó, vízgőzzel csaknem telített levegő hőmérséklete rendszerint alacsony, hőtartalmának legnagyobb része a benne lévő víz párolgáshőjéből származik. A jelenlegi ismereteink szerint felhasználására két megoldás lehetséges.

1. *Hőcserélőn keresztül* átadható a hő egy része száraz levegőnek, amit szárításra lehet ismét alkalmazni. Ez a megoldás azonban több problémával jár:

- a kis közeghőmérséklet-különbség következtében nagyfelületű hőcserélő szükséges, ami természetesen drágítja a berendezést,
- a látens hő visszanyerése csak alacsony hőmérsékletig való hűtéssel lehetséges, ezért a környezeti levegő általában nem alkalmas közvetlen hőcserére. Célszerű inkább hideg víz alkalmazása hűtőközegként, ez kettős hőcserélőt igényel,

– az így felmelegített szárítólevegő hőmérséklete nem elég magas ahhoz, hogy szárításra közvetlenül felhasználható legyen. Célszerű ezért a rendszert hőszivattyúval kombinálni (2. ábra). A hőszivattyú beruházási költségei, valamint a villamos energia költségek azonban sok esetben gazdaságtalanná teszik az ilyen megoldásokat.

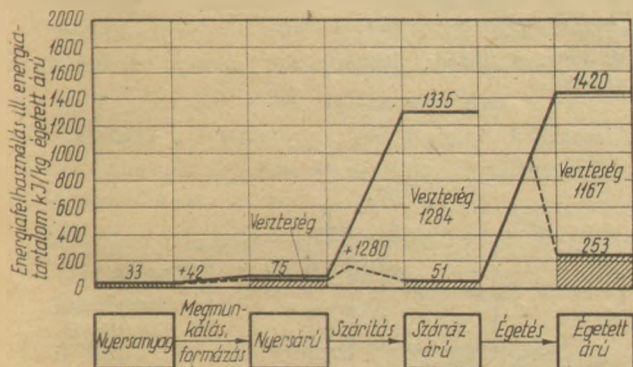
2. Lehetséges a *nedves levegő bevezetése a kemencébe* mint égető levegő. Ezt a megoldást alkalmazza a Lingl cég (3. ábra). A nagy vízgőztartalmú levegő sugárzási hőátadása jobb, és ez javítja a kemencében a hőcserét a levegő és áru között [1].

Arra, hogy ezzel a megoldással valóban milyen mértékű hőenergia megtakarítás érhető el, nincsenek adataink. A magyar téglaiipar ezeket a megoldásokat jelenleg nem alkalmazza.

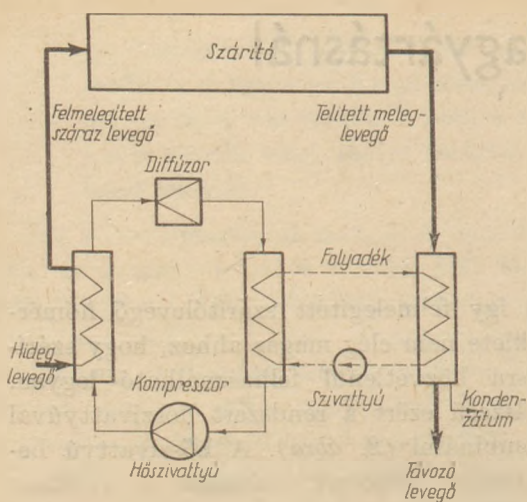
A távozó hőhordozó közeg nagyobb hőmérséklete és hőtartalma következtében a *kemence hulladék-hőinek* hasznosítására sokkal több lehetőség van. A hővisszanyerés a kemencéből több helyen lehetséges.

1. *Elterjedt a füstgáz hőtartalmának* hasznosítása. A *közvetlen* hasznosításnál a füstgázokat a kemencéről származó egyéb hőhordozó közeggel együtt a szárítóba vezetik (4. ábra) [2., 3., 4.]. Hazánkban ezt a módszert két formában alkalmazzák:

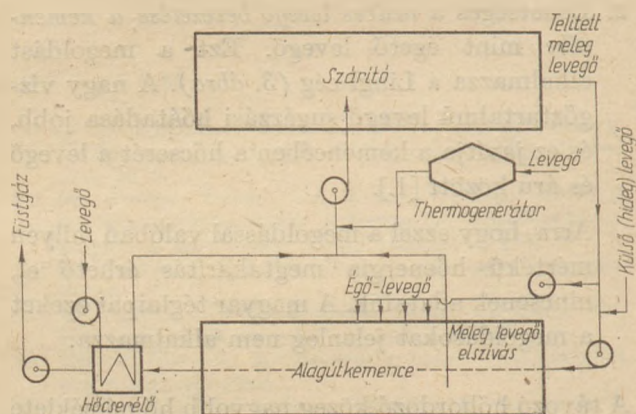
- egyes alagútkemencék előmelegítő zónájához ún. utószárító zónát kapcsoltak azzal egybeépítve, vagy külön alagútszárítóként amelyben a füstgázok kiszárítják az előzetesen már 12–15% nedvességtartalmúra szárított, vagy ezzel a nedvességtartalommal sajtolt és kemencekocsira rakott téglákat. Ez a módszer természetesen csak olyan nyersanyagoknál és árufajtánál alkalmazható, amelyek ennél a nedvességnél deformálódás nélkül kocsira rakhatók, szárításra nem érzékenyek, kicsi a zsugorodásuk.



1. ábra. A technológiai folyamat energiafelhasználása és a gyártmány energiatartalmának változása a folyamat során



2. ábra. A szárítóból távozó telített levegő hőtartalmának visszanyerése hőszivattyúval kombinált hőcserével



3. ábra. A szárítóból távozó meleg, telített levegő felhasználása a kemencében

— Korábban csatorna, ill kamrás szárítóokban is kipróbálták a szárítást széntüzelésű alagútkemence füstgázaival. A tapasztalatok azonban kedvezőtlenek voltak. A füstgázból származó lecsapódás nem csak az áru minőségét rontotta, de a szárító fém részeit, a ventilátorokat, szárítókoszikat is megtámadta a korrozív csapadék és semmiféle bevonattal sem lehetett meggátolni ezek igen gyors tönkremenetelét. Ezért ezzel a módszerrel felhagyott a téglaiipar és csupán kényszerűen földgáz vagy olaj füstgázgenerátorban előállított füstgázait használják igen nagy hígításban szárításra.

Nem csak kemence füstgázok hasznosítása jelenthet komoly energiamegtakarítást. Azokban a gyárakban, ahol pl. a gyártáshoz szükséges villamos energiát saját gázturbinás erőműben állítják elő, lehetőség van a turbinából kikerülő gázok hőtartalmának hasznosítására is (5. ábra) [5., 6.].

2. Az utóbbi időben számos helyen foglalkoznak a füstgáz hőtartalmának közvetett hasznosításával, hőcserélő alkalmazásával. [8., 9., 10., 11., 12., 13., 14.]. Mind a regeneratív, mind pedig a rekuperatív elven működő hőcserélők téglaiipari alkalmazására találunk utalásokat. A magyar téglaiipar is vizsgálja ilyen berendezések alkalmazási lehetőségeit.

Az eddigi vizsgálatok és tájékozódás azt mutatta, hogy a legelterjedtebbek a rekuperációs megoldások. Ezekben belül 1 ill. 2 fokozatú hőcserélőket alkalmaznak:

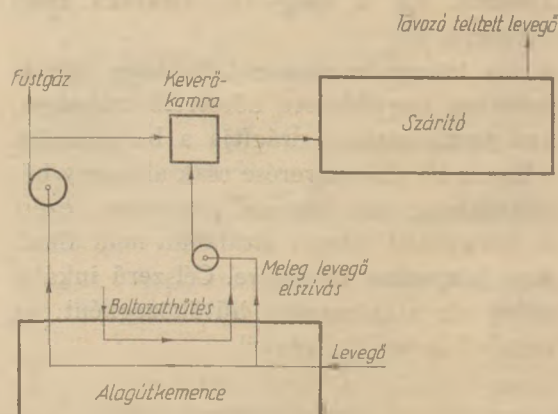
1 fokozatú füstgáz → levegő

2 fokozatú füstgáz → folyadék → levegő.

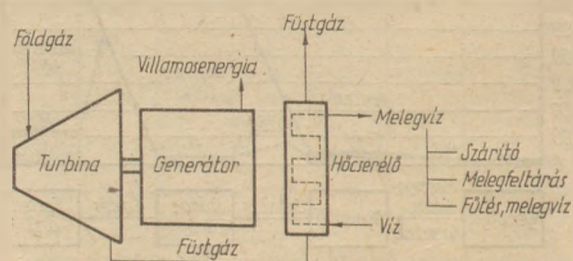
Az utóbbiaknál hőhordozó folyadék víz, vagy etilénlikol. A folyadék közbeiktatása akkor lehet előnyös, ha a hőfelhasználás helye a hőcserélőtől távol van [9].

A hőcserélők szerkezeti anyaga többnyire hő- és saválló acél, üveg, esetleg teflon bevonatú acél. Alkalmazási hőmérsékletük általában 250 °C, egyes esetekben 500 °C. Néhány téglaiipari hőcserélő adatait az 1. táblázat tartalmazza.

Az irodalomból ismert esetekben a füstgáz belépési hőmérséklete legalább 150 °C, és azt célszerűen 110, de legfeljebb 70–80 °C-ra, azoknál a hőcserélőknél, amelyek kondenzáció-



4. ábra. A füstgáz hőtartalmának közvetlen hasznosítása a szárítóban



5. ábra. Gázturbinafüstgáz hőtartalmának hasznosítása

Sorszám	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Irodalmi hivatkozás	[8.]		[14.]		[11.]	[15.]	[13.]
A hőcserélő anyaga	üvegcső	üvegcső	üvegcső	üvegcső	üvegcső	saválló ac. üvegcső	
A füstgáz mennyisége kg/h	48 000	31 000	25 000	27 000	7500	15 800	3875
hőmérséklete °C							
belépéskor $t_{b,a}$	159	166	185	220	170	220	131
kilépéskor $t_{k,i}$	79	71	88	105	90	150	37
A levegő mennyisége kg/h	22 000	41 600	24 700	39 000	6670		9530
hőmérséklete °C							
belépéskor $t_{b,a}$	34	18	20	20	20		17
kilépéskor $t_{k,i}$	102	64	118	130	110		53
A levegőnek átadott hő a lehetséges hőmennyiség %-ában	25	43	59	55	54	29	78
							konden- zációs

val működnek 35–40 °C-ra hűtik le. A kondenzátum semlegesítésére, a füstgáz megtisztítására ilyenkor további berendezések beépítése szükséges (6. ábra).

Fluor tartalmú füstgáznak kondenzálása esetén fokozott korróziós veszély lép fel, ami az üveg és fém anyagú hőcserélők alkalmazását nem teszi lehetővé. Ilyenkor célszerűen a kisebb hőmérsékletű kondenzációs szakaszt különválasztják, és más szerkezeti anyagból készítik.

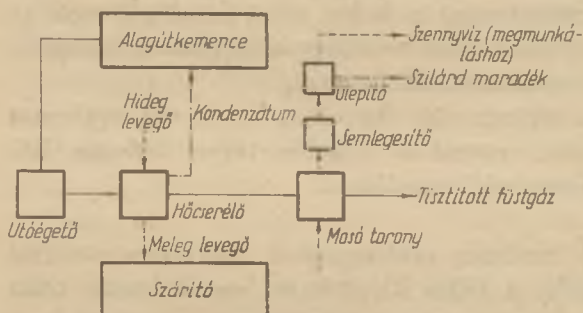
A magyarországi téglaiipari alagútkemencéken végzett mérések szerint

- a füstgázok átlagos hőmérséklete 80–90 °C, és nagyon ritka a 150 °C-t elérő füstgázhőmérséklet,
- a füstgázhőmérséklet azonos kemencénél is gyakran és nagymértékben ingadozik.

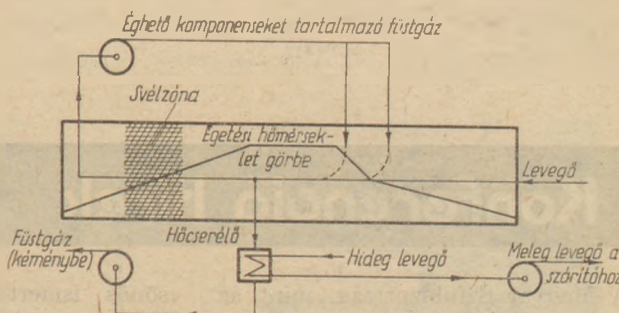
Ahhoz, hogy a hőcserélő beépítése gazdaságos legyen, a beépítés előtt huzamosabb mérésekkel és számításokkal kell megalapozni a fejlesztést.

Speciális megoldást dolgoztak ki éghető anyag bekeveréssel készülő téglákból az égetés során előálló svélzéses következtében a füstgázba kerülő éghető gázok hőtartalmának hasznosítására [7.]. A tűzzóna végéről a nagy hőmérsékletű füstgáz egy részét elszívják és hőtartalmát hőcserélővel visszanyerik. A harangzónából származó és éghetőt tartalmazó gázokat pedig visszavezetik a kemencébe, ahol az éghető komponens kiég (7. ábra).

3. A kemence hulladékhőj közül ma nagyobb a jelentősége és elterjedtebben hasznosítják a hűtőzónából elszívott, valamint a boltozat



6. ábra. Kondenzációs füstgáz-hőcserélő alkalmazásának elvi vázlata



7. ábra. A füstgázok hőtartalmának hasznosítása bekevert tüzelőanyaggal égetett tégláknál

hűtését szolgáló, ott *felmelegedett levegőt*. Nagy előnye aránylag nagy hőmérséklete és az, hogy nedvességet és korrózió komponenszt gyakorlatilag nem tartalmaz, így szárítás céljára közvetlenül hasznosítható.

A magyar téglaiipar valamennyi alagútkemencéjéről és több körkemencéjéről leszívják a meleg levegőt és felhasználják azt szárításra. Ez a hőmennyiség azonban általában nem fedezi a szárító teljes hőszükségletét ezért pótfűtésről is gondoskodni kell.

Tekintve, hogy a gazdaságosság és az energia-takarékosság érdeke azt kívánja, hogy a kemence hulladékhőt maximális, helyesebben optimális mértékben felhasználják, és a külön hőenergiát igénylő kiegészítő fűtés csupán a pillanatnyi igény és a rendelkezésre álló hőmennyiség különbségét fedezze, felmerült annak szükségessége, hogy a folyamat automatikus szabályozását kidolgozzák. A munkában a SZIKKTI működik együtt a téglaiappal.

A szabályozásnál a következőkből indultak ki:

- a szárító meleglevegőszükséglete időben változó,
- a kemencéről leszívható levegő hőtartalma szintén ingadozó,
- a kemence fő feladata az égetés és nem a meleglevegő termelés, tehát a meleg levegőt az égetés mindenkor követelményeinek figyelembevételével kell leszívni,
- a meleglevegő elszívás növelése egy optimum után növeli a gyártás teljes fajlagos hőenergiafelhasználását.

A rendszer szabályozását mikroprocesszorral végzik. A teljes kiépítés és beszabályozás után számítások szerint mintegy 10% javulás érhető el a gyártás fajlagos hőszükségletében.

Az első rendszerrel nyert tapasztalatok alapján lehetőség lesz a további fejlesztésre és elterjesztésre.

I R O D A L O M

- [1] Lingl H. GmbH & Co KG: Information 23/78
- [2] De Jonge L. S.: Ziegelindustrie International 1976. 1. sz. 12–13. old.
- [3] Bogatureva M. M., Sejnman E. S.: Sztróitelnü Materialü 1974. 10. sz. 8–9. old.
- [4] Jouma G. D. F.: L'Industrie Ceramique 1975. 680. sz. 27–29. old.
- [5] Schwarz S.: Ziegelindustrie International 1979. 10. sz. 618–624. old.
- [6] Gasturbinen. Kongsberg GmbH: Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1981. 395. old.
- [7] Fina Hässler: Information. Ziegelindustrie International 1979. 3. sz.
- [8] Rabuel P.: Ziegelindustrie International 1978. 5. sz. 267–272. old.
- [9] Höhr H.: Ziegelindustrie International 1976. 7. sz. 271–282. old.
- [10] Peters G. S. J.: Ziegelindustrie International 1975. 12. sz. 448–453. old.
- [11] Thermo-Murg KG: Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1979. 369–375. old.
- [12] Vrabec W.: Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1980. 403–418. old.
- [13] Weiss Technik GmbH: Ziegelindustrie International 1980. 11. sz. 755. old.
- [14] Freud G.: Előadás a Budapesten 1980. május 5–6-án rendezett symposiumon (Thermo-Murg GmbH)
- [15] Gebr. Gairing KG: Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1979. 396–397. old.

Чузу, Б.: Утилизация отходящего тепла в кирпичной промышленности

Csizi, B.: Verwertung der Abfallwärme bei der Ziegelproduktion

Csizi, Béla: Application of Waste Heat for Brick Firing

Konferencia hírek

A Magyar Színbizottság, mint az AIC tagja és az Építőipari Tudományos Egyesület Színdinamikai Szakosztálya, a Magyar Urbanisztikai Társasággal, a Magyar Képző- és Iparművészek Szövetségével, valamint a Magyar Építőművészek Szövetségével együttműködve nemzetközi konferenciát rendez

COLOUR DYNAMICS '82 címmel, 1982. június 8–10. között B u d a p e s t e n, a Magyar Urbanisztikai Társaság Székházában:

Budapest, VIII., Rákóczi út 7. szám alatt.

A konferencia célja a színdinamika, a színes környezettervezés különböző országokban létrejött elméleti és gyakorlati eredményeinek köl-

csönös ismertetése, megvitatása. E programnak megfelelően a konferencia programjában a következő témák szerepelnek:

- a színes környezettervezés helye az ember környezetkialakító tevékenységében;
- a színdinamika tudomány kutatási feladatai, a színes környezettervezés ismeretanyagai és módszerei;
- a színdinamika a műszaki és művészi alkotó tevékenységben;
- megvalósult színdinamikai tervek gyakorlati tapasztalatai;
- színdinamikai szabványok, műszaki irányelvek, tervezési segédletek nemzetközi helyzete;
- színdinamikai szakemberképzés.

A konferenciával párhuzamosan több kiállítás is nyílik, melyeken – előzetes jelentkezés után – a konferencia résztvevőinek is van módjuk eredményeik bemutatására.

A konferencián kerül sor az AIC Színdinamikai Bizottságának összehívására, ill. megalakítására is.

A kiállításokon vagy a konferencián résztvenni vagy előadást tartani kívánók jelentkezését *április 20-ig* várja a *Konferencia Titkarsága*:

MTESZ Rendezvény Iroda

1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 6–8.

Telefon: 112-027

Telex: 22-5792

Dentálkerámiák fémötvözettel alkotott kompozíciója, különös tekintettel a fő alkotók kapcsolatára

K O Z M A B É L A

FIM Alföldi Porcelángyár, Hódmezővásárhely

A dentálkerámiák de általánosabban is a kerámiák és a fémek kapcsolódásának módja a két anyag kompozíciójának alapkérdése. Egy megelőző közleményben [1] a szerző által tárgyalt dilatációs összhang a kötés létrejöttéhez szolgáltat feltételt.

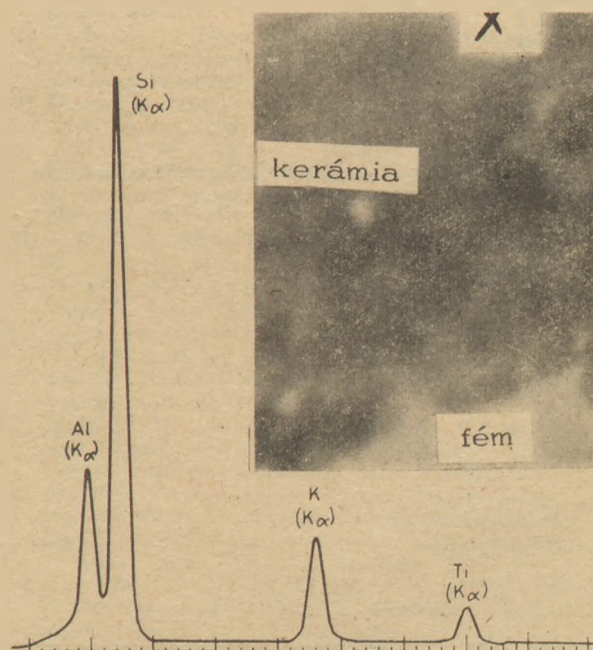
A dentálkerámia-fém kötés magyarázatára a szakirodalom jelenleg kevés és eltérő nézetekkel szolgál.

E szerint a következő lehetőségek adódnak: egyrészt a fém felület egyenetlenségei által kínáló mechanikai kötés [2, 3] másrészt a szekunder jellegű van der Waals erők hatására keletkező kapcsolat [4, 5, 6], továbbá számításba kell venni a primer azaz kémiai kötés lehetőségét [7, 8, 9, 10, 11]. Ez utóbbin belül is többek szerint a fém-ötvözetben lévő illetve abba bevitt egyes ötvözőelemek a fém felületén oxidréteget képeznek, ami jelentős szerepet kap a szilikátfázis és a fém komponens közötti kapcsolat megvalósulásában [12, 13, 14, 15]. A kötés szilárdságára az eddigi tanulmányok nem adnak magyarázatot illetve elkerülik a kötésmód és a szilárdság szembesítését. Utóbb néhány közlemény elsősorban nemesfém ötvözeteknek dentálkerámiákkal kapcsolatát elektronmikroszkópi vizsgálattal igyekszik bemutatni [16, 17, 18]. Az eredmények ez esetben már a kompozíció érintkezési zónáját jelenítik meg az optikai vizsgálatoknál nagyobb részletességgel, de mind a minták preparálása mind a vizsgáló érdeklődés iránya inkább bizonyos gyakorlati szempontokat szolgál és a kompozíció fő alkotói kapcsolódásának értelmezésére nem térnek ki.

A jelenlegi munka során a dentálkerámia-fém kapcsolódásra, a kialakult elméletekkel összefüggésben, igyekeztem konkrétabb választ keresni.

A már hivatkozott előző közleményben [1] ismertetett dentálkerámiái referencia anyagnak (BIODENT, De Trey gym.) és saját kísérleti mintáknak egy króm-nikkel ötvözettel (WIRON, W. Herbst. gym.) kompozícióját állítottuk elő, s

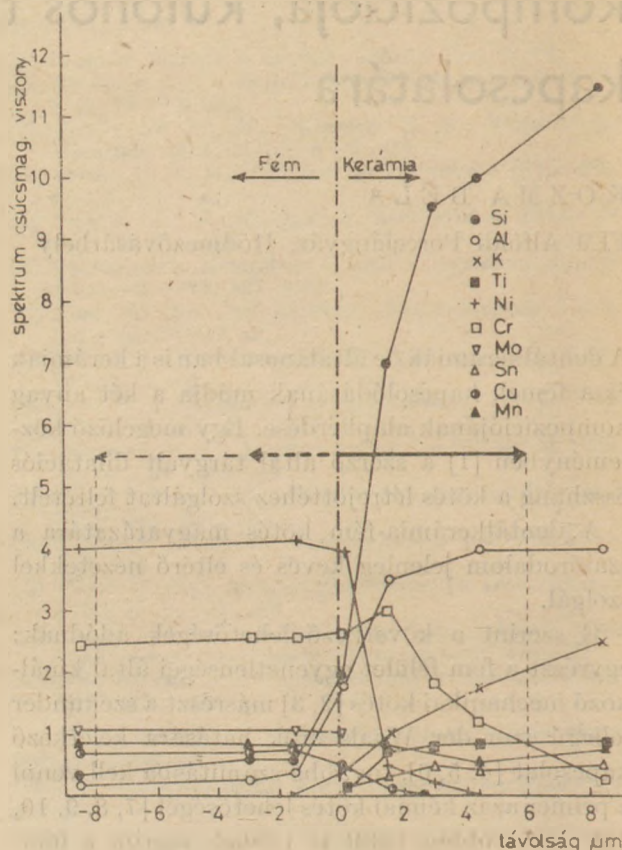
vizsgáltuk a megfelelően előkészített mintákban az érintkezési zónát. A morfológiára pásztázó elektronmikroszkópi (SEM) felvételek adtak tájékoztatást. Ugyancsak elektronmikroszkóppal spot módon kapott ESMA spektrumok a kompozíciós anyagok metszeti felületéről horizontális információt nyújtottak. Ezek a SEM felvételekkel együtt a kapcsolódás jellegéről az eddigiéknél többet mondtak. A vizsgálatok során a kompozíció metszeti felületének egy kijelölt vonatkoztatási pontjától 10 μm távolságban a kerámia fázis azaz a kálium-alumíniumszilikát alkotó dominál (1. ábra). A határfelületet közelítve a fém fázis alkotói a spektrumokban növekvően jelentek meg (2. ábra). Itt szembevetendő a fém komponens mangán alkotóelemének (fém-ötvözetben 3% mennyiségben) a fém irányából a határfelületi zóna felé dúsulása bizonyára az izzításkor lejátszódó diffúzió következtében. Át-



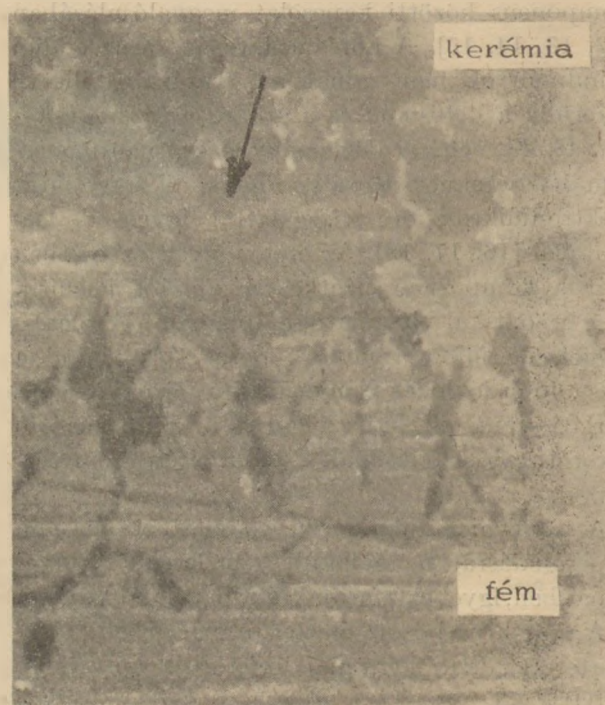
1. ábra. A kompozíció kerámia fázisában mérési pont (x) és a hozzá tartozó röntgenspektrum

lépve a kompozíció fém fázisába a vonatkoztatási ponttól 4 μm távolságban a fém alkotóelemei uralkodóak (3. ábra). A két fázisban és az átmeneti zónában az alkotóelemek mennyiségének alakulását sorozatmérés alapján felvett diagram (4. ábra) érzékelteti. Ebből kitűnik, hogy a szorosabban vett határréteg nagysága 8–10 μm , amelyből nagyobb rész, mintegy 6 μm terjedelemben a kerámia fázist, kisebb mértékben pedig a fém fázist fedi vagy másképpen szólva azokkal összetartozó. A szilikátfázisnak a fémbe diffúziója nem volt észlelhető (a szilícium és alumínium elemek az ötvözetnek is alkotói, s ezért jelennek meg a fém röntgenspektrumában). Az átmeneti zóna a maratott minták SEM vizsgálatakor még csak feltételezhető volt. A minták célszerűbb előkészítése után tisztázódott az ESMA spektrumok által felvett első kérdés, azaz a fém fázis felőli mintegy 4 μm terjedelmű sáv valósabb mérete és hovatartozása. A fém felületének az oxidáció következtében is bekövetkező „befogazódásai” 8–10 μm mélységben vonulnak végig a felületen. Ezeket a retenciokat egy kifejezetten fáziskontrasztot mutató anyag tölti ki, amely a spektru-

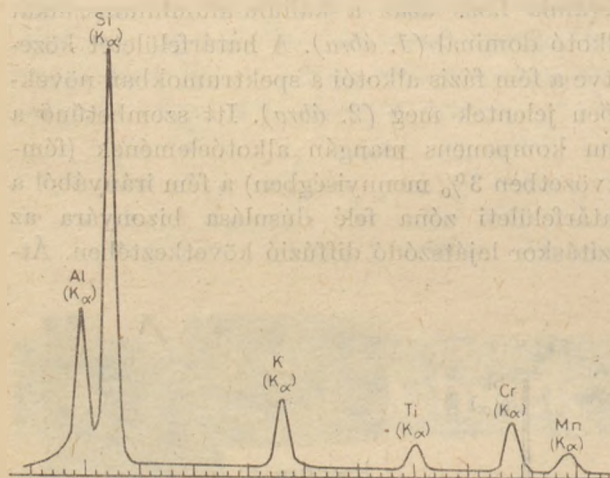
mok által előrejelzett, összességében 18–20 μm terjedelmű átmeneti réteget reprezentálja (5. ábra). Annak bizonyítására, hogy az átmeneti



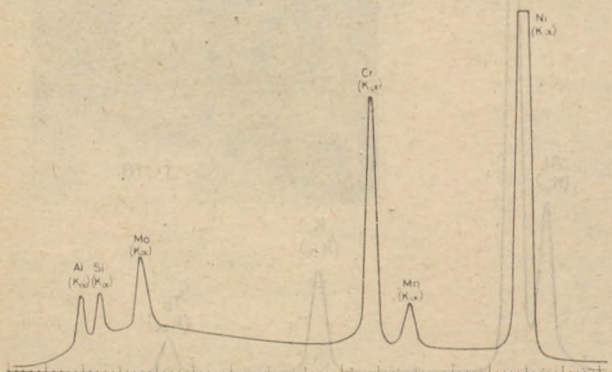
4. ábra. A dentálkerámia-fém kompozíció metszeti felületén az alkotók relatív mennyiségének változása



5. ábra. A dentálkerámia-fém kompozíció átmeneti rétegéről elektronmikroszkópi (SEM) felvétel ($N = 3300\times$)



2. ábra. A kompozíció kerámia alkotójának röntgenspektruma a határfelülettől 6 μm távolságban



3. ábra. A kompozíció fém alkotójának röntgenspektruma a határfelülethez 4 μm közelségben

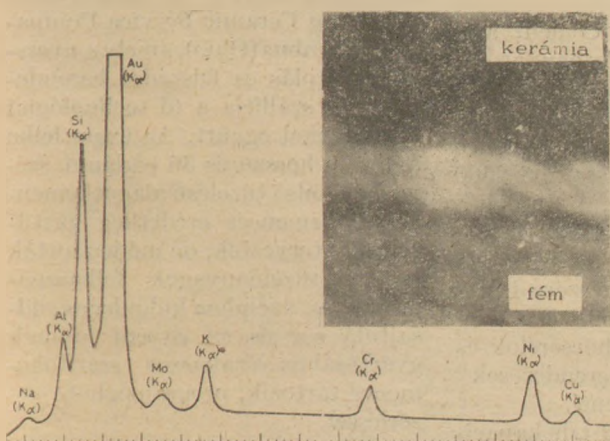
réteg a két fázis érintkezésével összefüggésben alakult ki, a következő kísérlet szolgált. A fém ötvözet felületét a porcelán termékek dekorálásánál használatos, ún. fényarany (DEGUSSA gym.) alkalmazásával $\sim 1 \mu\text{m}$ vastagságban Au réteggel bevontuk, ami a két fázis közötti aktív érintkezést megszüntette (6. ábra).

Az ilyen módon készített kerámia-fém kompozíció érintkezési zónájában a két fázis alkotóelemeinek viszonylagos arányait ugyancsak ESMA spektrumokból készített diagram alapján értékeltük. Ebből és a soronkövetkező közleményben ismertetésre kerülő szilárdsági vizsgálatokból megállapítható volt, hogy ilyen körülmények mellett a kapcsolódás legfeljebb a dilatációs megfelelőségből adódó tapadás és mechanikai kötés által fenntartott (7. ábra).

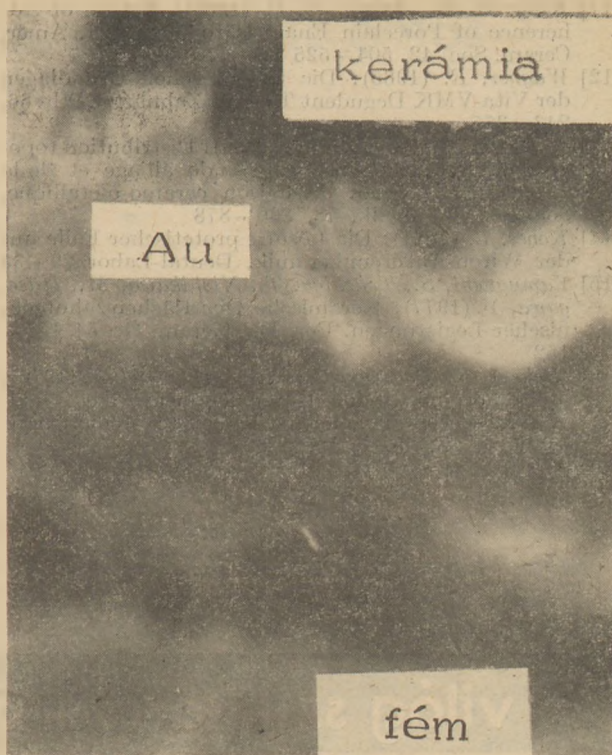
Következésképpen a kompozíció két fő fázisa közötti szabad érintkezéskor 1223–1273 K hőmérsékleten égetéskor egy harmadik fázisként felfogható átmeneti réteg alakul ki, amely létrejöttében a fém fázis mangán és króm alkotójának közvetlen és közvetett hatást lehet tulajdonítani. Az előbbi új fázisrész képződésében vehet részt az utóbbi pedig másodlagos kristályosító hatást gyakorol. Mindez részletesebb vizsgálatokkal tovább tisztázható.

A kísérleti eredményeket abban összegezhetjük, hogy a dentálkerámia-fém (króm-nikkel ötvözet) közötti kötődés kialakulásában a mechanikai és szekunder jellegű kötőerők nem elsődlegesen meghatározóak.

Az elvégzett vizsgálatainkból is egyértelműen megítélhető volt, hogy a kompozíció két fázisa közötti kötés egy jól definiálható határrétegen alapul, amely következtethetően a fő fázisok közötti kémiai folyamatok eredménye ami elektronmikroszkóp segítségével vizuálisan érzékel-



6. ábra. A kerámia és a fém között Au-záróréteg, ennek SEM felvétele ($N = 6600\times$) és röntgenspektruma



7. ábra. Az Au záróréteges kompozícióban a mechanikai kapcsolódást érzékeltető SEM felvétel ($N = 6600\times$)

hető. Mindehhez csak hozzájárul a mechanikai kötődés, amely a fém alkotó felületi retenciói által járulékos rögzítő hatást képvisel.

IRODALOM

- [1] Kozma, B.: A dentálkerámiák és azok hőtágulása összefüggésben mikroszerkezetükkel Építőanyag (közlés alatt)
- [2] Vickery, R., Bandinelli, B. (1967): Nature of Attachment Forces in Ceram – Gold Systems. IADR Meeting, Washington,
- [3] Dietzel, A. (1935): Adherence in Sheet-Iron Enamelware. Ceram. Abstr. 14/5 107
- [4] O'Brien, W., Ryge, G. (1964): Relations between Molecular Force Calculations and observed Strengths of Enamel-Metal Interfaces. J. Amer. Ceram. Soc. 47, 5
- [5] Fulrath, R. M., Mitoff, S. P. (1957): Fundamentals of Glass to Metal Bonding III. Temperature and Pressure Dependence of Wettability of Metals by Glass. J. Amer. Ceram. Soc. 40, 269–274
- [6] Volpe, M. L., Fulrath, R. M. (1959): Fundamentals of Glass to Metal Bonding IV. Wettability of Gold and Platinum by Molten Sodium Disilicate. J. Amer. Ceram. Soc. 42, 102–106
- [7] Healy, J. H., Andrews, J. A. (1951): Cobalt Reduction Theory for Adherence of Sheet-Iron Ground Coats. J. Amer. Ceram. Soc. 34, 207–214
- [8] Douglas, G. S., Zander, J. M. (1951): -X-ray Diffraction Study of the Oxidation Characteristics of Nickel Sheet Iron as Related to Enamel Adherence, J. Amer. Ceram. Soc. 34, 52–59
- [9] Harrison, W. N., Richmond, J. C. (1952): Radioisotope Study of Cobalt in Porcelain Enamel. J. Amer. Ceram. Soc. 35, 113–120
- [10] Pask, J. A., Fulrath, R. M. (1962): Fundamentals of Glass to Metal Bonding VIII. Nature of Wetting and Adherence, J. Amer. Ceram. Soc. 45, 582–596

- [11] King, B. W., Tripp, H. P. (1959): Nature of Adherence of Porcelain Enamels to Metals. J. Amer. Ceram. Soc. 42, 504–525
- [12] Wagner, R. (1965): Die theoretischen Grundlagen der Vita-VMK Degudent Technik Zahnärztl. Wlt. 66, 243–355
- [13] Nally, J. N., Meyer, J. M. (1968): Distribution topographique des certains elements de alliage et de la porcelain au niveau de liaison ceramo-metallique, Schweiz, Zahnheilk. 78, 860–878
- [14] Kobes, L. (1971): Die Lösung protetischer Fälle mit der Wiron-Aufbrennkeramik. Dental-Labor 29–35
- [15] Yamuguchi, S., Tsuchiga, T., Nishikawa, M., Hasegawa, Y. (1977): Keramische Oberflächen zahntechnischer Legierungen. Ber. Dt. Keram. Ges 54, 151–152
- [16] Eichner, K., Radnoth, H., Riedel, H., Vohl, J. (1970): Mikromorphologische Untersuchungen der Gold-Keramikverbindungen verschiedener Systeme. Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 2, 274–280
- [17] Lautenschlager, E. P., Radnoth, H. (1969): Untersuchungen über die Morphologie der Grenzfläche zwischen Edelmetalllegierungen und aufgebrannten keramischen Massen. Dtsch. zahnärztl. Z. 24 1029–1036
- [18] Henning, G. (1976): Die Metall – Keramik Bindung. Dental Labor 24 1065–1071

Козма, Б.: Композиции дентальных керамик с металлическими сплавами (связи между главными компонентами)

Kozma, B.: Komposition von Dentalkeramiken mit Metall-Legierungen unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenhanges der Hauptbestandteile

Kozma, Béla: Composites of Dental Ceramics and Metal Alloys – Bonds between Main Constituents

A világ szilikátiparából

Mérséklődik az olasz márványipar fejlődése

Az olasz márványipar 1981-ben csak szerényen növekedett: 1980-hoz viszonyítva az export mennyiségileg mindössze 2%-kal bővült és a termelésben sem volt lényeges változás.

Az exportnövekedés csökkenő dinamikáját részben az arab olaj-államok építőipari keresletének mérséklődése, részben pedig a jugoszláv és görög konkurrencia erősödése okozta. 1980-ban az olasz márvány termelés 2,8 millió t volt, ennek kb. fele került exportra. Kb. fél millió tonnára tehető a feldolgozott márványként exportált kő mennyisége. A késztermékek fő vásárlója a Közös Piac országai, — a kivitel fele ide irányul — a fennmaradó hányad az USA-ba és az iszlám országokba kerül kiszállításra.

(Die Welt 1981. szeptember 1.)

Új törvény az „ásványi készletekre”

Egyenlítői Guineában nemrég hozták nyilvánosságra az ásványi vagyponra vonatkozó törvény részletét. Az ásványokat és kőzeteket három csoportra osztották:

— ipari ásványok (pl.: építőipari kőzetek, homokkő)

— nem radioaktív ásványok (pl.: kálisó, foszfátok)

— radioaktív ásványok

A törvény megfogalmazza a külföldi vállalatok és az Ipari, Bányászati és Energiaügyi Minisztérium közvetítésével a kormánnyal megkötendő ügyletek lebonyolítási eljárását. Az üzletkötést versenytárgyalás előzi meg. A cégeknek javaslatot kell tenni a profitnak Egyenlítői Guineában történő beruházásokba való befektetésére.

(Industrial Minerals 1981. okt.)

Indiai cementgyári hírek

Az indiai Saurashtra Cement and Chemical Industries, Porbandar cég 8 millió \$ költséggel korszerűsíti üzemét. A gyárban jelenleg 3 db Lepol rendszerű Polysius kemence termel félszáraz eljárással évi 2660 t/nap összkapacitással. A munkát a Fuller Co. Betlehem/USA kapta, amely cég egyúttal a Narmada Cement Co. Jafrabad részére 1 Mt/év cementüzemet is épít.

A korszerűsítés új hőcserélők és „gyorskalcináló berendezések” üzembehelyezését jelenti.

A nyersanyagot 220 t/h kapacitású Füller-Loesche gyártmányú LM 32 típusú őrlőhengerral őrlik.

A szállítás Fuller szivattyúval történik. A kalcináló kemencék széntüzelésűek.

A gépszállítás 1982-ben kezdődik és 1982 végén tervezik az üzem indítását.

(Zement-Kalk-Gips 1981. 10.)

Az USA legnagyobb téglagyártó egysége

12 millió \$ ráfordítással bővítik az Interstate Brick and Tile Company, West Jordan (Utah) téglagyárat, amely a bővítés után a jelenlegi 110 millió tégl/év kapacitás helyett 190 millió db/év kapacitással rendelkezik. A fővállalkozó a Harrop Ceramic Service Company, Columbus (Ohio), amely a nyersanyagátrolás és felszedés berendezéseit is szállítja a fő technológiai egységekkel együtt. Az üzem lelke a 150 m hosszú és 36 téglányi szélességű, felső tüzelésű alagútkenyence. A kemencét eredetileg gáztüzelésre tervezték, de módosították szilárd tüzelőanyagok felhasználására. Az üzemhez különleges rúd-sajtoló sor és az egyedi idomok gyártásához szakaszos szárítókenyence tartozik, programozható vezérléssel.

(Ceramics International News, 1981. 1.)

A szemcseméret hatása mázak dielektromos tulajdonságaira

A Z I Z, S. – A B D - E L - N O U R, K. N.* – K A B I L, W.

Helwan Egyetem, Mataria, Kairó, Egyiptom

* Nemzeti Kutatóközpont, Dokki, Egyiptom

Bevezetés

A finomkerámiai öntőiszapok tulajdonságait meghatározó egyik legfontosabb tényező a szemcseméret ill. szemcseméret-eloszlás [1, 2.] E munka célja: tanulmányozni a mázalkotók szemcseméreteloszlása és a máz elektromos tulajdonságai közti összefüggéseket. Az összefüggések feltárása hozzásegít az ipari mázak optimalizálásához.

Kísérleti rész

Kísérleteinkhez ötféle egyiptomi nyersanyagot használtunk fel; a mázak reológiai tulajdonságainak javítása érdekében csehszlovák koloid kaolint is felhasználtunk, de ennek mennyisége nem haladta meg az 55%-ot. A nyersanyagok összetételét az 1. táblázat adja meg.

A nyersanyagokat addig őröltük, míg a 0,063 mm-es szitán mért maradék 20%-ra csökkent. (A koloid kaolin szemcsemérete ennél jóval kisebb, e szitán mért szitammaradék a zérus).

Az őrlés után a nyersanyagokat a megadott recept alapján összekevertük, majd együtt őröltük 6, 12, 18 és 24 órán keresztül. E mázak tehát kémiai összetétel szempontjából azonosak voltak, csak finomság szempontjából különböztek. A

1. táblázat

A nyersanyagok oxidos összetétele

Oxid	Kalabsha kaolin	Koloid kaolin	Aswan földpát	Edfou kvarcit	Sama-lut mészpát	Ataka dolo-mit
SiO ₂	46,80	46,35	70,81	98,86	0,06	0,28
Al ₂ O ₃	35,80	38,72	16,25	0,42	0,02	0,06
Fe ₂ O ₃	0,90	0,87	0,35	0,06	0,02	0,08
TiO ₂	3,20	0,51	0,10	0,07	0,01	0,01
CaO	0,22	0,24	0,29	0,12	55,90	30,24
MgO	0,07	0,02	0,16	0,08	0,02	21,48
K ₂ O	0,02	0,10	9,20	0,14	0,03	0,03
Na ₂ O	0,13	0,05	2,47	0,07	0,10	0,06
Izz. v.	12,70	11,51	0,37	0,27	42,80	47,43

máziszapokból [2] szerint tárcsákat állítottunk elő, majd 1230–1250 °C hőmérsékleten kiégettük.

A kiégetett tárcsák kapacitását 60–240 °C hőmérsékletközben 1 kHz frekvencián határoztuk meg 0,001 pF–100 μF méréstartományú mérőhíd segítségével. A kapacitásból a permittivitást az alábbi képlet [3] segítségével számítottuk:

$$\varepsilon = \frac{4\pi C \cdot d}{A}$$

ahol: ε a permittivitás

C a mért kapacitás (pF)

d a máztárcsa vastagsága (mm)

A a máztárcsa felülete (mm²)

A meghatározás kísérleti hibája nem haladta meg az 1%-ot.

Ugyanezen máztárcsák elektromos vezetőképességének (konduktanciájának) meghatározását áramerősség és feszültség mérésére vezettük vissza. A meghatározást 60–240 °C hőmérsékletközben végeztük el. A feszültségforrás száraz-elemekből összeállított 350 V feszültségű telep volt. Ebből a fajlagos vezetést (konduktivitást) az alábbi képlettel számítottuk ki:

$$\gamma = \frac{I}{U} \cdot \frac{d}{A}$$

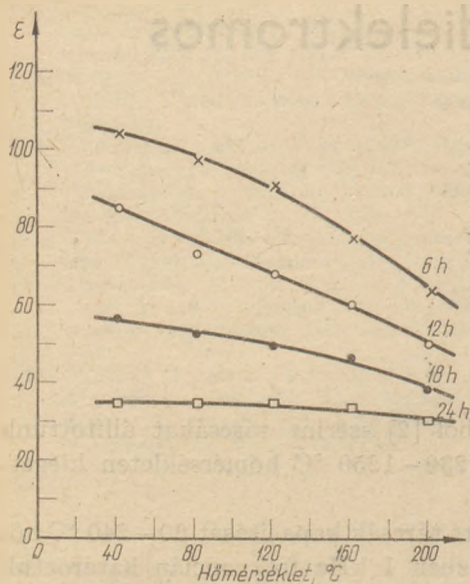
ahol: γ a konduktancia ($\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

I a mintán áthaladó áramerősség (A)

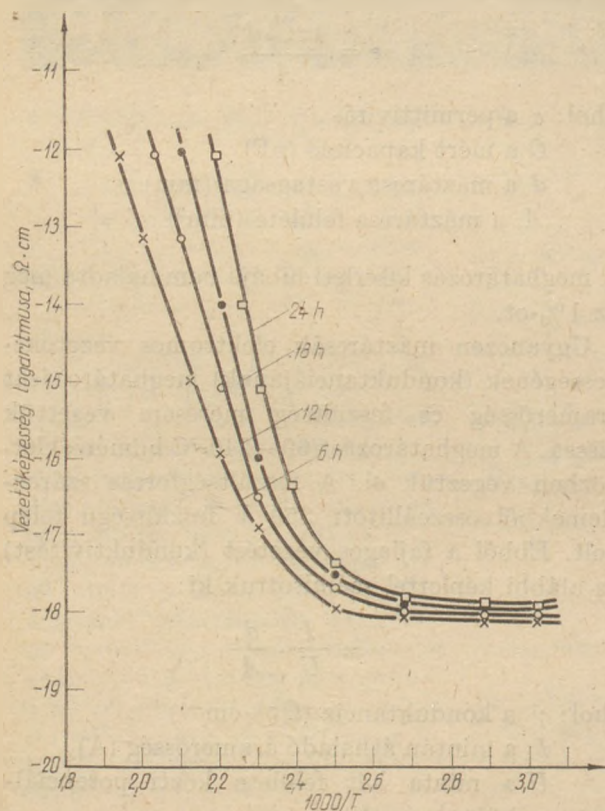
U a minta két felülete közti potenciálkülönbség (V)

Eredmények és azok értékelése

A négyféle minta permittivitását a hőmérséklet függvényében az 1. ábrán mutatjuk be. Jól látható, hogy a permittivitás a növekvő hőmérséklettel csökken. Hasonló viselkedést figyeltek meg fémtitanátok [4], továbbá barit és mészkő [5] esetében is. Az ábrából az is leolvasható, hogy a



1. ábra. A hőmérséklet és az őrlési idő hatása a minták permittivitására



2. ábra. A hőmérséklet és az őrlési idő hatása a minták vezetőképességére

mázhersanyagok finomodásával a permittivitás csökken.

A minták vezetőképessége és a hőmérséklet közti összefüggést a 2. ábra mutatja, a $\log \gamma$ vs. $1/T$ koordináta-rendszerben. Az ábra azt mutatja, hogy viszonylag kis hőmérsékleten a vezetőképesség csak lassan nő, magasabb hőmérsékleten

határozottan fokozódik, végül exponenciálissá válik. Az exponenciális szakasz nyilvánvaló oka az ionok mozgékonyságának erős megnövekedése az üreges (olvadék) fázisban, a viszkozitás csökkenése következtében. Az alkáliionok (esetünkben elsősorban a káliumion) jelenléte ezt a hatást fokozza. Hasonló jelenséget írtak le szintetikus kristályos ásványok esetében is [4].

A vezetőképesség vs. hőmérséklet függvény alapján kiszámítható az aktiválás energia, az Arrhenius-egyenlet alapján [6]:

$$\gamma = B \cdot \exp(-E/RT)$$

ahol: R az egyetemes gázállandó ($8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$)

T a termodinamikai (abszolút) hőmérséklet, K

E az aktiválási energia (J/mol)

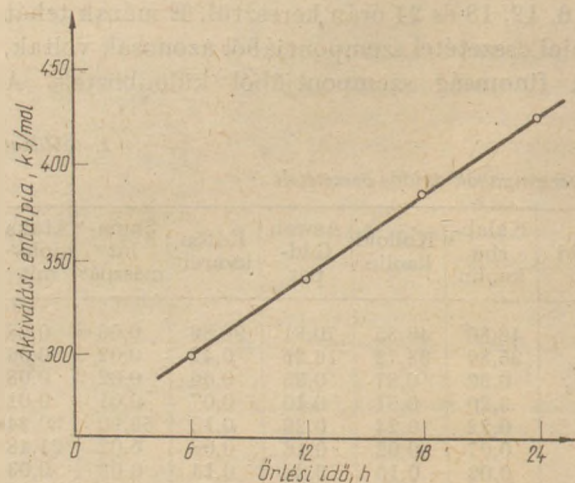
B állandó

A négyféle, különböző őrlésfinomságú minta aktiválási entalpiát a 2. táblázat tartalmazza. Az értékek meglehetősen nagyok, de ez nem meglepő, mert amorf polimerek esetében [6] hasonló értékeket mértek. Az aktiválási entalpia mértéke a csökkenő szemcsemérettel nő. Az aktiválási entalpiát az őrlési idő függvényében ábrázolva lineáris lefutású görbét kapunk (3. ábra). Ez a töltéshordozóknak a szemcsehatárokon való szóródásával magyarázható.

2. táblázat

Az aktiválási entalpia az őrlési idő függvényében

Őrlési idő, óra	Aktiválási entalpia, kJ/mol
6	295
12	336
18	383
24	426



3. ábra. Az aktiválási entalpia és az őrlési idő közti összefüggés

- [1] *Eiduks, J., Remis V. and Linaberge, J.: Uchenye Zepiski Bizhsk. Politekn. Inst. (1959)*
- [2] *Aboud, G. A.: Effect of Particle Size of Egyptian Raw Materials on the Properties of Glazes and the Possibility of their Application on Tiles for Mass Production. Ph. D. Thesis, Helwan University (1980)*
- [3] *Snyth, C. P.: Dielectric behaviour and structure, Mc.Graw-Hill New York (1955)*
- [4] *Clark, F. M.: Insulating Materials for Design and Engineering Practice, John Wiley, New York. 1080. 1054 (1962)*
- [5] *Bassioni, F. N.: Determination of Dielectric Constant of some materials at different frequencies and different temperatures, Ms. C. Thesis, Alexandria University (1968)*
- [6] *Hill, N. E. és munkatársai: Dielectric Properties and Molecular Behaviour, Van Nostrand London P. 316, 424 (1969)*
- [7] *Madi, K. H. and Basha A. F.: Egypt. J. Phys. 12, 1 (1981)*

Aziz, S. – Abd-el-Nour, K. N. – Kabil, W.: A szemecse-méret hatása mázak dielektromos tulajdonságaira

Megvizsgáltuk különböző ideig őrölt nyersanyagokból készített mázak permittivitását és elektromos vezetőképességét 60–240 °C hőmérsékleten. Az adatokból kiszámítottuk az aktiválási entalpiát. Megállapítottuk, hogy az őrlési idő és az aktiválási entalpia közt az összefüggés lineáris.

Азиз, З. – Абд-эль-Нур, К. Н. – Кабил, В.: Влияние размера частичек на диэлектрические свойства глазури

Были испытаны пермиттивность и электропроводность глазури при температуре 60–240 °C, изготовленных из сырьевых материалов, измельченных в течение различного времени. Из полученных данных была рассчитана энтальпия активирования. Было установлено, что зависимость между временем помола и энтальпией активирования является линейной.

Aziz, S. – Abd el Nour, K. N. – Kabil, W.: Einfluss der Korngröße auf die dielektrischen Eigenschaften von Glasuren

Es wurde die Permittivität und elektrische Leitfähigkeit zwischen 60–240 °C von aus Rohstoffen mit verschiedenen Mahldauer hergestellten Glasuren untersucht. Aus diesen Angaben wurde die Aktivierungsenthalpie berechnet. Es wurde festgestellt, dass der Zusammenhang zwischen der Mahldauer und der Aktivierungsenthalpie lineare ist.

Aziz, S. – Abd-el-Nour, K. N. – Kabil, W.: Effect of Particle Size on the Dielectric Properties of Glazes

Dielectric constant and electrical conductivity of glazes, made of raw materials ground for various times was measured in the temperature range of 60–240 °C. Activation enthalpies were calculated from primary data. A linear connexion exists between activation enthalpy and grinding time.

Konferencia hírek

A Riminiben 1982. október 15–20 között ismét megrendezik a Tec-nargilla kiállítást.

Az 1981-es kiállításon 25 gyár hivatalos delegációja vett részt 22, főleg nem-Európai országból. A látogatók száma 15 945 volt, ebből 7321 külföldi vendég 68 országból érkezett (főleg Dél-Amerikából, de egyéb országokból is: Elefánt-csontpart, Nigéria, Algéria, Maláj-föld, Kanada, stb.).

A kerámia-technológiában a Tec-nargilla kijelöli a helyes irányt. Különösen fontos ez a jelenlegi általános gazdasági visszaesés idején.

A technargilla és a Ceramitec szervezői közötti megegyezés alapján a Tecnargillát október 15–20 között rendezik, jól bevált gyakorlat szerint a bolognai SAIE időpont-jához közel, ez utóbbi ui. október 16–24 között lesz.

A régebbi kiállításokon szerzett pozitív tapasztalatok alapján a szervezők különös gondot fordítanak a külföldi üzlethözjárókat előmozdító tevékenységre.

A TECNARGILLA '82 szervezői hamarosan nyilvánosságra hozzák a találkozó hivatalos programját és a kerámiaipar területén jelentkező, legnagyobb érdeklődésre számot tartó problémákat tűzik napirendre az itáliai és külföldi szakemberek részvételével.

Aluminát- és szulfoaluminát cementek

KUZNYECOVA, T. V.

NIICement, Moszkva

A cementkő szerkezetének kialakulásával sok szerző [1, 2, 3, 4, 5] foglalkozott. A megszilárduló cement szerkezete és a szilárdság, deformációs tulajdonságok és különböző közegekkel szembeni ellenállóképesség közötti összefüggés törvényszerűségeinek feltárása lehetővé tette többféle (nagykezdőszilárdságú, mélyfűrési, szulfátálló stb.) különleges cement kidolgozását.

A különleges cementek kidolgozása terén elért kétségtelen sikerek ellenére választékuk további bővítése és minőségük javítása mindmáig időszerű feladat marad, ugyanakkor az ilyen cementek műszaki és speciális tulajdonságait meghatározó, a cementkő szerkezetének kialakulásával összefüggő több jelenség ma is tisztázatlan. Az építőipar területén jelenleg végbemenő műszaki-tudományos fejlődés legfontosabb feladatai ma még nem oldhatók meg a meglevő nagyszilárdságú és egyéb szilikátházisú cementek alkalmazásával. Ilyen feladatok például a szerkezetek könnyítése, a technológiai folyamatok gyorsítása és önköltségének csökkentése, egyebek között a termékek gőzölésének elhagyása, az agresszív közegek hatása alatt épülő létesítmények vízszigetelési és burkolási munkáinak kivitelezése stb. Ezzel kapcsolatban olyan új cementtípus kialakítására van szükség, mely igen gyorsan szilárdul, nagy tömörségű, fagyálló és jól ellenáll a magas hőmérsékleteknek és az agresszív közegnek. E tekintetben nagy gyakorlati és elméleti jelentőségű a kiemelkedő műszaki tulajdonságokkal rendelkező aluminátcementek kutatása. Míg a nagyszilárdságú portlandcement 28 napos korban éri el az 50–60 MPa szilárdságot, addig az aluminátcementek már 3 napos szilárdulás után. Az aluminátcementek értékes tulajdonságai (gyors szilárdságnövekedés, nagy tömörség és jó ellenálló képesség az agresszív közegek hatásával szemben, nagy tűzállóság) következtében az ilyen cementek iránt széleskörű igény jelentkezik. Van azonban két olyan ok, melyek korlátozzák az aluminátcementek felhasználását és pedig:

- a jóminőségű bauxit nyersanyag hiánya;
- a szilárdulás során végbemenő fázis átalakulások, azaz a hexagonális kalcium-aluminát-

hidrátok szabályos kristályformába való átalakulása, mely a cementkő szilárdságának csökkenésével párosul.

Ezért egy olyan új cementtípus kialakítására van szükség, mely az aluminátcementekhez hasonlóan nagy szilárdulási sebességű, ugyanakkor időállósága ugyanolyan, mint a kalciumszilikátokat tartalmazó cementeké.

A kalciumaluminátok és kalcium-szulfoaluminát előállítása

A magunk elé tűzött feladatnak megfelelően, tanulmányoztuk az ásványok kialakulásának folyamatait olyan rendszerekben, melyek meszes komponensként kalciumoxidot, -hidroxidot és -karbonátot, aluminátos komponensként pedig alumíniumhidroxidot és timföldet tartalmaztak, kalciumszulfátok, szilícium, vas-, és magnézium-oxid jelenlétében, vagy anélkül.

A $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ rendszerben öt ásvány ismeretes (C_3A , C_{12}A_7 , CA , CA_2 és CA_6)*. Az energetikai lehetőségek és az említett vegyületek jelenlétében végbemenő szintézis reakciók irányának meghatározására a Mcsedlov-Petroszján javasolta módszerrel termodinamikai elemzést végeztünk. Előzetesen kiszámítottuk a $\text{C}_3\text{A}_3\text{CS}$, valamint a $2/\text{C}_2\text{S}/\text{CS}$ termodinamikai jellemzőit, mivel ezek a szakirodalomban nem szerepelnek. A reakció lefolyásának termodinamikai valószínűségét jelentős mértékben a kiindulási vegyületek természete determinálja, ami azzal magyarázható, hogy kémiai kötéseik energiája eltérő nagyságú.

Számításaink szerint az alumíniumoxidban az $\text{Al}-\text{O}$ kötések energiája 380 kJoule/mól, az alumíniumhidroxidban 255 kJoule/mól, a kalciumoxidban a CaO kötések energiája 179, a kalciumkarbonáthban 197, a kalciumszulfátban pedig 215 kJoule/mól. Ezek az eltérések határozzák meg az ásványképződési folyamatok sajátosságait. A kiégetett próbatestek mikroszkópi vizsgálatával kimutattuk, hogy a reakciózóna az aluminát komponens felületén helyezkedik el. A timföldszemcséken egy vékony elsődleges reak-

* A cementkémiában általánosan alkalmazott jelölések.

ciótermék réteg keletkezik, melynek vastagsága folyamatosan növekszik. A szemcse belsejében reagálatlan timföld, szélein pedig az új képződményekből kialakult réteg figyelhető meg. A legfinomabb szemcsék átlagos fénytörés mutatója az égetés hőmérsékletének növelésével változik; 800 °C-os égetéskor értéke $1,609 \pm 0,002$, 1200 °C-os égetésnél pedig $1,650 \pm 0,002$. A szemcse külső része kalciumban, belső része pedig alumíniumban dúsabb. Összességét tekintve az égetési termék több fázisú. Az ásványok kialakulásának sorrendje a következő: $C_{12}A_7 - CA - CA_2$ (az 1. táblázatnak megfelelően).

$CaSO_4$ jelenlétében az égetési termékben $C_{12}A_7$, CA és C_3A_3CS figyelhető meg, míg ha a nyerskeverékben SiO_2 is jelen van, e vegyületek mellett $x - C_2S$ is keletkezik. A kutatás egyik fontos eredménye volt annak tisztázása, hogy a C_3A_3CS égetési hőmérséklete 200 °C-kal alacsonyabb, mint a portlandcement klinkerben levő alitfázisé.

Az elvégzett kutatások eredményeképpen meghatároztuk az elsődleges fázisok és a közbenső vegyületek összetételét és stabilitásuk hőmérséklet tartományát; az égetési végtermékek összetételét, az ásványok kialakulásának sorrendjét és a folyamat kinetikáját, valamint az egyes fázisok keletkezési reakcióinak aktivációs energiáját. Az ásványszintézis folyamatának az alumínát komponens természetétől való nagymértvű függésével, valamint az égetési termék többfázisú összetételével kapcsolatos eredményeket felhasználtuk a szulfoaluminátos klinker technológiájának kidolgozásánál.

A további kutatások során tanulmányoztuk az említett vegyületek hidratációs és szilárdulási folyamatait. A kalcium-alumináthidrátok keletkezési reakcióinak termodinamikai elemzésével és az $AlCl_3$ és a $Ca(OH)_2$ oldatok kölcsönhatásának tanulmányozásával megállapítottuk, hogy először $Al(OH)_3$ keletkezik, melynek felületén adszorbeálódnak a Ca^{2+} -ionok, ami a későbbiek során a kalcium-alumíniumhidrátok kialakulásához vezet. Ezek kezdetben kevésbé, később erősebben bázikusak és stabilabbak. A $Ca(OH)_2$ és a különböző

bázicitású kalcium-aluminátok frissen leválasztott hidroxidja közötti reakció tanulmányozása alátámasztotta a kalcium-alumináthidrátok kialakulásának fentebb vázolt képét.

A hidratáció mechanizmusa

A hidratáció első szakaszának kezdetén a víz a kristályok felületén adszorbeálódik, ennek során a vízréteg nem a teljes felületen, hanem annak csak egyes szakaszain figyelhető meg. Az aktív központok szerepét a kristály felületére kilépő diszlokációs nyomok, valamint a szemcse felületén elhelyezkedő, a mechanikai aktiválás következtében kialakuló telítetlen kötésekkal rendelkező atomok és, véleményünk szerint, azok a kalciumatomok tölthetik be, melyek a kalcium-aluminátok kristályrácsának szerkezetében különleges helyzetet foglalnak el.

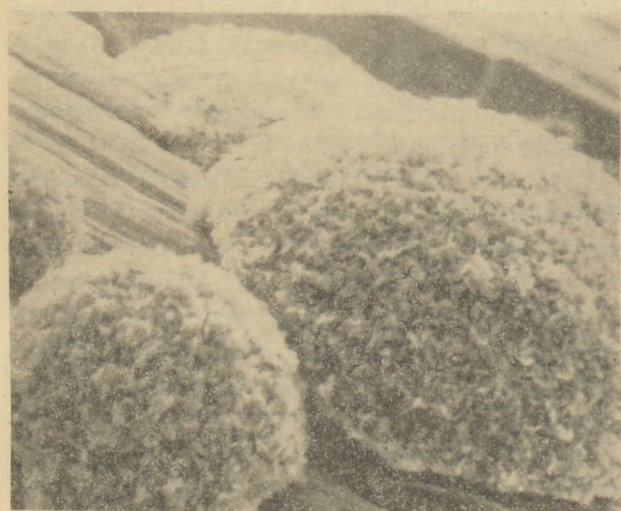
A keletkező kalcium-hidroxid és a részlegesen hidratált kalcium-aluminát komplex oldatba megy, ahol a $Ca(OH)_2$, Ca^{2+} és $2OH^-$ ionokra disszociál, a kalciumaluminát komplex pedig $Al(OH)_3$ és OH^- csoportok képződése mellett hidrolizál, mely utóbbi gyorsítja a hidratációt (különösen a kalciumét). Ilyen módon autokatalitikus hidratációs folyamat játszódik le. A kalcium-aluminátok kialakulása a Ca^{2+} ionoknak az $Al(OH)_3$ szemcsék felületén végbemenő kemoszorbeációjának eredményeképpen megy végbe.

A C_3A_3CS hidratációja meglehetősen intenzíven folyik le. A kalcium-szulfoaluminát hidratációjának mértéke (60%) már a szilárdulás első szakaszában megközelíti a $C_{12}A_7$ összetételű kalcium-aluminátét, de attól eltérően a C_3A_3CS hidratációja és szilárdulása során nem következik be a hidrátvegyületek átkristályosodása. A kezdeti időszakban kialakuló CAH_{10} és C_2AH_3 kalcium-aluminát hidrátok, illetve alumíniumhidroxid hosszú ideig változatlanul marad a megszilárdult cementkőben, ezért annak szilárdsága időben egyenletesen növekszik.

Megállapítottuk, hogy az aluminátcement hidratációja és szilárdulása során a cementkőben kétféle folyamat megy végbe. Egyrészt a szilárduló rendszer tömörödik, másrészt destruktív folyamatok is lejátszódnak, melyekben fontos szerepet játszanak mind a kristályos, mind a gél-állapotú hidrátképződmények (1. ábra). A kristályfázis tartalom növekedése meghatározott mennyiségig a szilárdság növekedésével párosul (2. ábra). A szilárdság maximumot az 55–65% kristályos fázist tartalmazó cementkő mutatja. Ennél nagyobb mennyiség esetén mind a kezdeti

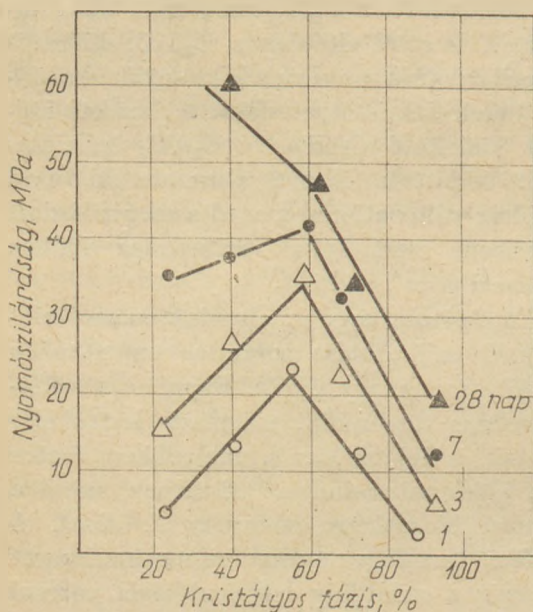
1. táblázat
A kalciumaluminátok kialakulásának sorrendje

Hőmérséklet tartomány	Reakciók
600 – 1000 °C	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
600 – 900 °C	$12CaO + 7Al_2O_3 \rightarrow C_{12}A_7$
700 – 1000 °C	$CaO + Al_2O_3 \rightarrow CA$
900 – 1200 °C	$C_{12}A_7 + 5Al_2O_3 \rightarrow 12CA$
1000 – 1400 °C	$CA + Al_2O_3 \rightarrow CA_2$



1. ábra. Hidratált kalcium monoaluminát törésfelületének scanning-elektronmikroszkópos felvétele

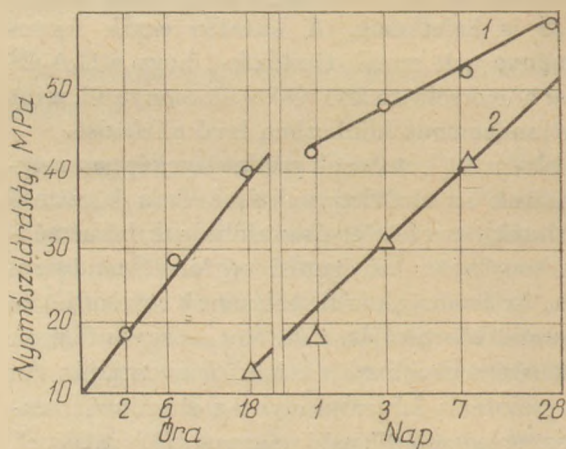
a – hidroaluminát kristályok, nagyítás: 1500×
b – gél-fázis- $\text{Al}(\text{OH})_3$, nagyítás: 3000×



2. ábra. A cementkő szilárdsága a kristályfázis tartalom függvényében. A görbék mellé írt számok a szilárdulási időt jelentik napokban



3. ábra. A 28 napig hidratált szulfoaluminátos cement törésfelületének scanning-elektronmikroszkópos felvétele
Nagyítás: 1500×



4. ábra. A cementkő szilárdsága a szulfoaluminátos (1) és a portlandcement (2) szilárdulásakor

(1 napos), mind a későbbi (7 napos korig terjedő) időszakban a szilárdság csökken. A szerkezet szilárdságának növelése céljából a szilárdulás korai szakaszában nagy mennyiségű kristályos hidrát-fázis, a 7 napos és későbbi időszakban pedig nagy mennyiségű gél-fázis képződését kell biztosítani.

A gél- és kristályfázis arányának a cementkő szilárdságára gyakorolt hatását a $\text{C}_3\text{A}_3\text{CS}$ példája igazolja. Ennél a szilárdulási szerkezetet térbeli szövődéket (hálót) alkotó hosszúkás ettringit kristályok képezik, melynek üregeit a gél-fázis tölti ki (3. ábra).

Az említett hidratációs termékek révén a cementkő a 4. ábrán feltüntetett tulajdonságokkal rendelkezik. A szulfoaluminátos cementre az jellemző, hogy a szilárdulás kezdeti szakaszában a szilárdság az aluminátcementekhez hasonlóan intenzíven növekszik, majd a tartós szilárdulás során – akárcsak a portlandcementnél – egyenletesen emelkedik tovább.

Ilymódon a szulfoaluminátos klinker alacsony égetési hőmérséklete és a cement kedvező műszaki tulajdonságai a felhasználás új távlatait nyitják meg.

IRODALOM

- [1] *Kravcsenko, I. V.*: Aluminátcement. Moszkva, Goszsztrojizdat, 1961.
- [2] *Butt, Ju. M., Timasov, V. V.*: Portlandcement. — Moszkva, Sztrojizdat, 1965.
- [3] *Talabér J.*: Aluminátcementek. — VI. Nemzetközi Cementkémiai Kongresszus, 1976., III. kötet, 124 — 134.
- [4] *Massaza, F.*: Puccolán adalékok és heterogén cementek kémiája. — VI. Nemzetközi Cementkémiai Kongresszus, 1976. III. kötet, 209 — 221.
- [5] *Sesztoperov, Sz. V.*: A beton időállósága. Moszkva, Avtotranszizdat, 1965.

Kuznyecova, T. V.: Aluminát- és szulfoaluminátcementek

Kalcium-aluminátokat és kalcium-szulfoaluminátokat állítottunk elő. Röntgendiffraktometria, optikai- és elektron mikroszkópos elemzés, infravörös spektroszkópia, scanning elektron mikroszkópia és mikroszonda segítségével tanulmányoztuk a klinkerek fázisösszetételének kialakulását, a cementek hidratációs folyamatait, a cementkő szilárdulását determináló hidrátfázisok összetételének változását a szilárdulási idő függvényében. Kimutattuk az olyan szulfoaluminátos cementek előállításának előnyeit, melyek szilárdulási sebesség tekintetében az aluminátcementekhez, tulajdonságaik stabilitásában pedig a portlandcementhez hasonlítanak.

Кузнецова, Т. В.: Алюминатные и сульфoалюминатные цементы

В настоящей работе сообщаются результаты по синтезу клинкеров, содержащих алюминаты и сульфoалюминат

кальция. С применением рентгенофазового, оптического и электронно микроскопического методов анализа, ИРС, РЭМ и микронзондирования исследован процесс формирования фазового состава клинкеров, процесс гидратации цементов, изменение состава гидратных соединений в зависимости от длительности твердения, предопределяющих прочность цементного камня. Показана перспективность получения сульфoалюминатных цементов, которые по скорости твердения аналогичны алюминатным цементам, а по стабильности свойств — портландцементу.

Kuznyecova, T. V.: Aluminat-, und Sulphoaluminatzemente

Es wurde Kalzium-Aluminat-, und Kalzium-Sulphoaluminat hergestellt. Die Phasenzusammensetzung der Klinker, die Hydratationsvorgänge der Zemente, die Änderung der Zusammensetzung von die Erhärtung des Zementsteines bestimmenden Phasen in der Abhängigkeit der Zeit wurden durch Röntgendiffraktometrie, optische-, und Elektronenmikroskopie, SEM und Mikrosonde studiert.

Die Vorteile der Herstellung derartiger Sulphoaluminatzemente bestätigt wurden, die hinsichtlich der Erhärtungsgeschwindigkeit den Aluminatzemente, hinsichtlich der Stabilität der Eigenschaften den Portlandzemente ähnlich sind.

Kuznetsova, T. V.: Aluminate- and Sulpho-Aluminate Cements

Calcium aluminates a sulpho-aluminates were prepared and their properties examined by X-ray diffraction, optical and electron microscopy, infrared spectroscopy, scanning electron microscopy and electron microprobe. The formation of the phase composition of clinkers, the hydration of cements made of them and the compositional changes of strength-carrying hydrates were studied as a function of curing time. Sulpho-aluminate cements of superior properties were synthesized, having high hardening velocity (similarly to high-alumina cements) and high stability (similarly to portland cement).

KITÜNTETETTJEINK

A beremendi új mészvertikum megvalósításában kiváló eredménnyel végzett munkájuk elismerésül

Az Építésügyi és Városfejlesztési Miniszter

KOLESZÁR Pálnak a Cement és Mészművek Beremendi Gyár előadójának,

MÜLLER Gábornak a Cement és Mészművek Váci Gyár osztályvezetőjének

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetés adományozta.

Eredményes munkája elismerésé-ként, nyugállományba vonulása alkalmából

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa

HIGI Lászlónak, a Finomkerámiaipari Művek Alföldi Porcelángyára igazgatójának a

MUNKA ÉRDEMREND arany fokozata

kitüntetés adományozta.

A kitüntetéshez gratulál és további sok sikert kíván
SZILIKÁTIPIARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
VEZETŐSÉGE

X. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferencia

Budapest, 1981. október 19—24.

Az ipari energiagazdálkodási konferenciákat a magyar Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület ipari energiagazdálkodási szakosztálya kezdeményezte, és Budapesten rendezte meg az első és második konferenciát 1959-ben és 1961-ben. A kedvező nemzetközi fogadtatás megnyilvánulása, hogy a konferenciákat két évenként más-más országban rendezték kifejezetten nemzetközi jelleggel. Az 1972-ben Kievdn rendezett VII. konferencia óta három éves a periódus. Így 1981-ben a X. jubileumi konferenciát a nemzetközi intézőbizottság döntése alapján újból Budapesten rendezték.

A X. NIEK-en 12 országból 903 szakember vett részt, mégpedig 223 külföldi és 680 hazai. A beküldött és elfogadott 109 dolgozathól 18 foglalkozik az építőanyagipart érintő, vagy ezen a területen is hasznosítható témával.

A konferencia munkája négy szekcióban, négy szimpóziumon, négy ipari szakcsoportban és három kerekasztal megbeszélésen folyt. A témakörök a következők:

1. szekció: *Ipari üzemek energiaellátása*

Az ide sorolt 19 dolgozathól kettő érdekes az építőanyagipar számára is.

Danila N. — Musatescu V. — Dumitrescu I. S. (Románia)

Ipari kemencék és kazánok égési folyamatainak követése a tüzelőanyag-karakterisztikák alapján

Krajewszki R. (Lengyelország)

Vizsgálatok a gazdasági tényezők kihatására az ipari üzemek energiaforrásainak megválasztásánál.

Mindkét dolgozat igyekszik az üzem optimális energiabázisának kiválasztását objektív alpra helyezni. Az elsőben az ismertett ábrák segítségével jól követhető a tüzelési folyamat a tüzelőanyag-jellemzők alapján.

2. szekció: *Energiafelhasználó berendezések és technológiai eljárások*

Ez a szekció 24 dolgozatot tárgyal, amelyek közül 6 érdekes az építőanyagipar szempontjából.

Benev A. — Newenkin S. (Bulgária)

Kerámiai építőanyagtermékek szárítási fajlagos hőszükségletének csökkentése.

Laboratóriumi kemencén végzett vizsgálat alapján mutatnak rá energiamegtakarítási lehetőségekre.

Smoleva D. — Pavlov VL. — Ivanova A. — Demireva E. (Bulgária)

Kohászati nagyolvasztók regeneratív léghevítőinek összehasonlító vizsgálata.

A vizsgálat célja három ismert léghevítő típus közül kiválasztani a legelőnyösebb energetikai, műszaki és beruházási paraméterekkel rendelkezőt. Az eredményt táblázatban szemléltetik.

Georgiev M. — Janev I. (Bulgária)

Nedves eljárással dolgozó cementgyárak termikus hatásfokának növelése.

Részletes mérésekből levont következtetések és beavatkozások eredményeseknek bizonyultak.

Obroucka K. — Skala V. (Csehszlovákia)

Lehetőségek ipari kemencék tervezési módszereinek tökéletesítésére.

A dolgozat vaskohászati kemencékre vonatkozik, de a szilikátipar kemencéire is adaptálható.

Petela R. — Wilk R. — Zajdel A. — Sikora I. (Lengyelország)

Olaj-szén keverék felhasználásának problémái.

Különösen a cementipar szempontjából jelentős dolgozat, noha ezt a tüzelési módot még csak Siemens-Martin kemencékben és kazánokban valósították meg.

Müller R. (Német Demokratikus Köztársaság)

Az infravörös mérés technika mint hatékony mérési eljárás energiatenzív berendezések műszaki diagnosztikájához.

A szilikátiparban nálunk is bevezetett módszer.

Feuga J. R. (Franciaország)

Kerámiai lapok szárítása hőszivattyúval.

Jó példa kicsiny hőpotenciálú hőmenyiségek hasznosítására.

3. szekció: *Ipari üzemek energiagazdálkodásának egyéb témái*

Az ebbe a szekcióba sorolt 26 dolgozathól a szilikátipar számára 5 érdekes.

Minarzs J. — Gusner K. (Csehszlovákia)

A napenergia hasznosítása Csehszlovákiában.

Szociális célú hőszükséglet fedezésére — pl. meleg víz előállítására a szilikátiparban is időszerű lehet.

Smalko Z. — Warszawski J. (Lengyelország)

Az építőanyagipar hulladékhőjének felbecslése és értékesítésének módja.

Energiamérlegen alapuló rendszerszemléleti vázlat az értékesíthető hulladékenergia meghatározására.

Vasile G. — Kristian P. — Alexandru K. (Románia)

Cementüzemek meddőenergia kompenzálása.

Malomhajtó szinkronmotor meddő teljesítményét 0,86-ról 0,99-re lehet javítani az ajánlott módon.

Wilsdorf J. (Német Demokratikus Köztársaság)

A füstgázhasznosítás hatása és lehetősége harmatpont alá való hűtéssel.

Korrózióálló anyagok — főleg üveg — hőcserélőben alkalmazása teszi a feladatot megoldhatóvá, és érhető el mintegy 15%-al több hőhasznosulása.

Bánfi J. (Magyarország)

Szerves hőhordozók alkalmazása az ipari hőellátásban és hulladékhő hasznosításában.

Víz helyett magas (320–350 °C) forráspontú szerves anyag használata hőhordozó közegként számos előnnyel jár

- nem szükséges vízelőkészítés,
- a folyamat légköri nyomáson valósulhat meg,
- elmarad a korrózió,
- nincs fagyveszély,
- a hőhasznosító szabadban is elhelyezhető.

4. szekció: *Ipari üzemek, illetve iparágazatok komplex energiagazdálkodása*

A szekcióban tárgyalt 40 dolgozattól az építőanyagipart érintő négyet említjük meg.

Georgiev M. P. — Netzov L. (Bulgária)

Tüzelőanyagforrások racionális felhasználása a bolgár építőanyagiparban.

A törekvésekről és azok várható eredményéről, valamint az eddigi eredményekről számolnak be.

Brancovsky C. — Fechtner B. (Csehszlovákia)

Az építőanyaggyártás energiaigénye csökkentésének lehetősége és irányai.

A csehszlovák építésügyi minisztérium központi operatív intézkedésektől jelentős eredményt remél.

Hibbey L. G. (Magyarország)

Ipari energiagazdálkodás változó viszonyok között.

Alapfeltételként jelöli meg a szemlélet korszerűsödését.

Láng-Miticzky T. — Tarján R. — Wiegand Gy. (Magyarország)

A magyar energiagazdálkodás áttekintése különös tekintettel az ipari energiagazdálkodásra.

Átfogó képet ad hazánk utóbbi 20 évi energiagazdálkodásáról és a jövő irányelveiről.

1. szimpozion: *Ipari energetikusok kiképzése és továbbképzése*

A megbeszélés Jászay T. és Heimann P. (Magyarország) referátumával indult. Az energetikusok képzését minden országban az eredményes energiagazdálkodás egyik alapkérdésének tekintik. Megvitaták a beérkezett javaslatokat.

2. szimpozion: *Ipartelepek energiaellátásának megbízhatósága*

A megbeszélést Mihajlov V. V. (Szovjetunió) referátuma vezette be. Rámutatott az ipari üzemek folyamatos és biztonságos energiaellátásának jelentőségére. Javaslatok hangzottak el a biztonság fokozására.

3. szimpozion: *Az ipari energiagazdálkodás és a környezet*

A megbeszélést indító referátumot Maftei M. (Románia) készítette. A szimpozion elhatározta, hogy az egyes országok előírásaiban szereplő megengedhető emissziós értékek összevetése alapján javaslatot tesz egységes határértékekre. Tanulmányozni fogja a füstgázok kimentési módszereit, a légszennyezéseknek a villamos távvezetésekre gyakorolt hatását, és az élővizek szennyezettségét. Ütemtervben rögzítette a konferenciák közötti teendőket.

4. szimpozion: *Fajlagos energiafogyasztási mutatók* A bevezető referátum szerzői Bibrovski Z. — Sroczyunski U. (Lengyelország).

Beszámolnak az eddig végzett munkáról, az elkészült ajánlásokról, amelyek között az alábbiak vonatkoznak az építőanyagiparra — nedves eljárású kőagyaggyártás, — kerámiai padlóburkoló lapok gyártása, — üvegolvasztás, — tűzálló kövek gyártása, — téglagyártás, — mészégetés. előkészítés alatt van — cementklinker égetése, — cementgyártás, — aknakemencés mészégetés.

A szimpozion új célkitűzése, javaslat készítése egész gyártási folyamatok energetikai mutatószámainak értelmezésére és kiszámítására.

1. Vegyipari szakcsoport. Koordinálója Magyarország. A referátumot Barta Gy. készítette.

2. Kohászati szakcsoport. Koordinálója Lengyelország. A referátumot a lengyel szakemberek készítették.

3. Építőanyagipari szakcsoport. Koordinálója Bulgária. Maskin L. (Bulgária) referátumában beszámol a szakcsoport két konferencia közötti tevékenységéről.

Az 1978-ban Bukarestben tartott IX. konferencia után 1979-ben rendezte a koordináló Bulgária a szakcsoport soron következő ülését Plevénben anélkül formájában, amelyen az MNK, LNK, NDK és CsSzk képviselői és mintegy 60 bolgár szakember vett részt.

Maskin referátumához és a konferencia szekcióiban tárgyalt építőanyagipart érintő kérdésekhez a jelenlevő 22 hazai 23 külföldi szakember közül 5 hazai és 5 külföldi szólt hozzá.

A megvitatott és elfogadott határozat kimondja, hogy a szakcsoport nem változtat a Bukarestben elfogadott célkitűzéseken. Magáévá teszi az energia világhelyzetéhez való alkalmazkodás követelményeit. Évenként más-más országban ülésezve folytatja a szakcsoport munkáját. A legközelebbi ülést a csehszlovák szakegyesület rendezi 1982. március 23–26-án, Brnóban.

4. Textilipari szakcsoport. Koordinálója Csehszlovákia. A vitaindító referátumot Urban K. (Csehszlovákia) tartotta.

A három kerekasztal megbeszélés témái voltak

- energiagazdálkodás a villamosiparban,
- energiagazdálkodás a magyar olaj- és gáziparban,
- energiagazdálkodás a mezőgazdaságban, különös tekintettel a biomassza hasznosítására Magyarországon.

A záróülésen Dr. Lévai András professzor értékelte a konferencia munkáját.

A konferencia iránt megnyilvánult külföldi és hazai érdeklődés bizonyítja a megvitatott témák időszerűségét és jelentőségét.

Dr. Makoldi Mihály

A Szilikátipari Tudományos Egyesület az NDK-ba szervezett tanulmányutat 1981. október 4–10 között

A tanulmányúton egyesületünk tagjai közül 25-en vettek részt. Az utazást az IBUSZ szervezésében, rendezvényként bonyolítottuk – Budapest–Drezda útvonalon repülőgéppel, NDK-beli utazásokat autóbusszal – az alábbi program szerint:

1981. október 5. Cementgyár – Deuna
október 6. Téglagyár – Hainichen
október 7. Kultúrprogram
október 8. Porcelángyár – Kahla
október 9. Műszaki Üveggyár – Ilmenau

Üzemlátogatások

Cementgyár, Deuna

Csoportunknak Dr. Tschirpke műszaki igazgató a gyár makettjén mutatta be a technológiai folyamatot, illetve az üzemrészek elhelyezését.

Az NDK-ban a Deuna-i az első olyan cementgyár, amely teljesen új telepítésű, tehát nem egy már meglévő üzem bővítéséből származik. A gyár építését tervezési szinten 1962-ben kezdték előkészíteni, az első vonal 1975-ben indult és teljes kapacitását 1977-ben érte el. Létszámuk jelenleg 1430 fő, ebből 450 fő termelő, 450 fő karbantartó és mérnök, 400 fő adminisztratív dolgozó, 80 fő pedig az üzembővítéssel kapcsolatos beruházásokért felelős. A fő nyersanyagokat 1–2 km-es távolságból, szállító-szalagokkal juttatják el a gyárba. Röntgenfluoreszcens analízátorral történik a nyersliszt-beállítás. Négy, ZAB gyártmányú, száraz technológiával működő, aknás előmelegítő kemencéjük van, ezek egységesen 75×4,8 métereseek, napi 1800 tonna klinker kapacitással. A négy darab kétkamrás cementmalom fő méretei 4,4×14 méter. Kétféle cementet gyártanak: a PZ 45 jelű tiszta portlandcementet és a 17% rézsálatot tartalmazó PZ 35 jelű cementet. Átlagos kalóriafelhasználásuk 850 kcal/kg klinker.

A jelenlegi időszakban és a jövőben két fontos feladat áll az üzem előtt. Egyrészt további két, a meglévővel azonos teljesítményű kemencevonallal bővítik a gyárat, melyeket egy darab 320 tonna/óra teljesítményű nyersmalom fog táplálni. Az üzem-bővítés következtében egyébként a dolgozók létszáma 1900 főre fog emelkedni. Másrészt a kormányzervek döntése értelmében 1983-ig az olajtüzelésről széntüzelésre kell átállítani az egész gyárat. Ennek költsége előreláthatólag mintegy 200 millió márka lesz.

A műszaki igazgató ismertetőjét gyárlátogatás követte, a legrészletesebben a központi vezérlőt tekintette meg a csoport. A mérési adatok kiértékelését és a technológiai vezérlést három, Robotron típusú számítógép segíti.

A gyár érdekessége, hogy valamennyi gépe, berendezése az NDK-ban készült.

Hainicheni Téglagyár

Silberman igazgató és Wanke termelési igazgató röviden ismertette a gyár születését, majd végigvezette csoportunkat az üzemben.

A gyár tervezését 1968-ban kezdték el, az üzembehelyezést 1971-ben történt.

A beruházási összeg 260 millió márka, ehhez jön még a berendezések értéke: 28 millió márka.

A berendezések nagy részét az NSZK-beli KELLER cégtől és az olasz MORANDO cégtől szerezték be, a többi gépegségeket hazai iparból – a Magdeburgi gyártól.

Az üzem éves terve 52 millió téglát, ill. a kapacitása is ennyire lett tervezve.

Jelenleg egyfajta téglát gyártanak, kétfajta minőségben. A téglamérete: 240×115×71 mm, 17–24%-os üvegterfogatással gyártják. A termékek 50%-a 250 kp/cm² nyomószilárdságú és fagyálló, a másik 50%-a 150 kp/cm² nyomószilárdságú falazótégla.

A nyersanyag nagy részét egy újonnan megnyitott bányából hordják be kisvasúton, illetve teherautókon és depóniát képeznek. Vedersoros kotrógép műveli a depóniát.

Az alapanyag (agyag) színe vörös, magas vastartalmú, kismértékben kavicsos szennyezett, képlékenysége nagy, vörösre égő.

A kavics szennyezés soványítóanyagként hat, ezért száradásra nem érzékeny.

A depóniából kitermelt agyag egy fedett agyagtárolóba kerül, vagy a gyártósorra. A tárolóban kb. 5 napi termeléshez elegendő agyag fér. Itt is vedersoros kotrógép termeli ki az agyagot. (Az agyagtároló szerepe főleg a tartalékképzés az esős napokra).

Az agyagtárolóból az agyag szalagokon keresztül halad a büttykös törőbe, kollerjáratba, szűrőkeverőbe, majd simahengereken keresztüljutva a MORANDO típusú téglalaprásba, (Itt alkalmaztak egy helyen függőleges szállítószalagot.)

Párhuzamosan két prés dolgozik egyszerre.

A vágóasztalokról szárítókocsra, majd tolópad (KELLER típusú) segítségével a szárítóba.

A szárítási program 48 órás, az áru 1–3% nedvességtartalomig szárad le.

A szárazárut KELLER rakógépek rakják kemencekocsra.

Párhuzamosan két alagútkemenében égetnek. Az égetési hőfok 1010 °C.

A közelmúltban tértek át olajtüzelésről földgáztüzelésre, melyet automatikus szabályozórendszerrel működtetnek. (Az átállás folyamatos üzemelés közben, leállás nélkül történt).

A kemencekocsikon lévő égetett téglát KELLER rendszerű rakógép szedi le és készíti elő az egységcsomagoláshoz.

A rakógép mellett van a pántológép, amely szállításra kész pántolt rakományokat készít.

Egy egységcsomagolásban 5×27 = 135 db téglát tartalmaz.

Az égetett áru kb. 70%-át vasúton szállítják a megrendelőhöz, a fennmaradó részt pedig közúton.

A minőségellenőrzésre egy több fős csoportja van az üzemnek, mely a gyártás egyes fázisában a félkész, majd a készterméket is ellenőrzi. Az ő munkájukat támogatja az üzemi laboratórium.

A jövőre vonatkozóan tervbe vette az üzem a földgáztüzelésről a szénportüzelésre való áttérést, mely főleg energiatakarékossági szempontból válik szükségessé.

Kahlai porcelángyár

A gyárban hasznos szakmai és kereskedelmi konzultáció alakult ki. A szakmai ismertetés a nyersformáló berendezések tanulmányozásával kezdődött, mind a gépi, kézi és vegyesöntő részlegek, a korongoló gyártósorok megtekintésével.

A ma már a hazai gyártóberendezések között is megtalálható BGM-3 típusú öntőgép, valamint a bögre és tányér gyártósorok nagy mennyiségű, évi mintegy 70 ezer t termék előállítását teszik lehetővé.

A nyersformáló eszközök és berendezések NDK gyárakban (Thüringia, Sonneberg) készülnek, továbbfejlesztésük 1959. óta folyamatos. A formáló berendezések csekély hányada nyugati import gép, a GEBR. Netsch, ill. a Dorst cégek gyártmányai.

A gyárban a félkésztermékeket konvektor sorokon továbbítják, így a teljes gyártási rendszer gépesíthető volt.

A mázolás művelete kb. 90%-ban gépesített, ellentétben a máz alatti dekorálással, mely nagyobb részben kézzel történik.

Égetőberendezéseiket a Nürnberger Riedhammer kemenceépítő cégtől vásárolták.

A gyárlátogatás utolsó előtti műhelye a kézi festő csarnok volt, ahol 130 festő — többségük férfi — készítette a díszmű, ill. igényesebb porcelán dekorálását.

A gyári bemutatóteremben a csoport megtekintette a termék-választék kb. 10 éve forgalomban lévő mintapéldányait. A nagyon szép fehér cserepű porcelánanyag, vékonyfalú eszközök készítésére alkalmas, a szinte hibátlan fehéráru, jó alapanyagok használatáról és korrekt technológiai eljárásról adott képet.

A gyár termékeinek 70%-a tőkés export. Kedveltek a fehér festetlen porcelán készletek, ezek ára elérheti az azonos formájú, de dekorált termékek árának 2,5-szeresét is.

Az összefoglaló konzultáción a gyár igazgatója válaszolt a rentabilitás, valamint a kereskedelmi és a formatervezői kérdésekre.

Ilmenau Műszaki Üveggár

A gyár az NDK üvegyiparban nagyon fiatal gyár, 1953-ban alapították.

Fő profilja:

- laboratóriumi mérőedények gyártása
- vértárolós üvegek gyártása
- kézi üvegyártás
- üvegszálhoz $2,5 \times 2,5 \times 0,5$ cm üvegtest gyártás

Üveganyagok:

- szokásos kereskedelmi mészalkáli üveg
- pyrex minőségű $= 33 \text{ l}^\circ\text{C}$ hőtágulású üveg, 60% SiO_2 tartalommal.

Feederek:

Elektromos fűtésű és gáztüzelésű cseppadagolóik vannak. A pyrex cseppadagoló feederek keverővel vannak felszerelve.

Kemencék:

- teljes elektromos fűtésű kemencék, fenék elektródával pyrex üveg olvasztására, elektróda feszültség 120–200 V.

A kemence adagolását úgy oldották meg, hogy ne legyen hőveszteséget okozó szabad üvegfelület.

- fémrekuperátoros, elektromos pótfűtésű kemencék. A kézi kidolgozású kemence üvegszintről vezérelt csigás keverékadagolóval automatikus üzemmódban dolgozik.

Gépek:

- Cseh gyártmányú duplacséppes (I. S. rendszerű) palackgyártó gép
- félautomata présgép
- hengereléssel előállított üvegídom az üvegszál gyártásához.

Hűtőszalag:

NDK gyártmányú gáztüzelésű, légcirkulációs hűtők.

Zsugorfólia kemence:

Elektromos fűtésű kemence.

Üveg felületi nemesítése:

A vértárolós üvegek felületi alkáli csökkentését ammóniumszulfittal végzik.

A tanulmányút alapján az Üvegyipari Művek figyelmébe ajánljuk az Ilmenau-i elektromos üvegolvasztó kemencét, amelyben igen magas minőségű Pyrex típusú üveget lehet olvasztani.

Ajánljuk, hogy a hazai vértároló palackokat III. hidraulikai osztályú üvegből gyártható és amely ammóniumszulfittal az I. hidraulikai szintre hozható.

Javasoljuk a hazai üvegtechnika részére az NDK-ban gyártott zajmentes égőknek a beszerzését.

A Somogy–Zala megyei Téglai Vállalat MTESZ SZTE csoportja 1981. október 20-tól 24-ig tanulmányutat szervezett. A programtervezet összeállításánál a célnak az volt, hogy kapcsolatainkat kiszélesítsük a Délalföldön működő társszervezetekkel, megismerve munkájukat és azokat az üzemeket, ahol tevékenységüket kifejtik.

Igy alakítottuk ki végleges programunkat, melynek első állomása a Békéscsaba III–IV. sz. gyár, melyben a cserépgyár és egy cseh berendezésekkel üzemelő Lingl licenz alapján készült téglagyár van. A műszaki vezető rövid gyártörténeti ismertetője után üzemlátogatás következett. A látottak során a kérdésekre adott válaszokból megtudtuk, hogy a cserépgyár 1973 óta üzemel. Festett cserepet 1977-től gyártanak. A termékek keresettek a cserép minősége jó. Probléma a selejtképződés; e termék esetén a téli időszakban 15%-ig is felmehet. Igen jó a műszakiak szakképzettsége. A gyárban 4 mérnök, 3 üzem-mérnök dolgozik, és a karbantartók nagy része szakközépiskolát végzett.

A már említett téglagyár, mely teljesen külön gyártóegységet képez az üzemben ez év április 13-tól próbaüzemelés alatt van. Jelenleg a csehszlovák szakemberek figyelik,

és állítják be a gépeket. Céljuk, hogy a mennyiségi gyártást hosszabb távon is tudják biztosítani, megfelelő minőség mellett, mert jelenleg csak harmadosztályú magasított téglát tudnak előállítani. Jellemző a gyárra, hogy beruházáskor a teljességre törekedtek, és a berendezések képesek rá, hogy a téglát emberi kéz érintése nélkül készüjön, és csomagolva kerüljön a vásárlóhoz.

Programunk további részeként az Orosházi Síkúveggyárat tekintettük meg. A mintegy 2,4 milliárd Ft termelési értéket előállító gyárról és az üveggyártás technológiájáról, részletes tájékoztatót kaptunk,

A gyár fejlesztésénél most már arra törekednek, hogy az itt előállított síkúveget a továbbiakban mind nagyobb %-ban az üzemben dolgozzák fel.

Az üzemlátogatás során láttuk a táblaüveg előállítását, a ragasztott és forrasztott üvegek készítésének munkafázisait.

A gyárlátogatás során elsősorban a gépesítés fokozásával kapcsolatban merültek fel kérdések. A munkaerőhiány miatt igyekeznek feltárni minden gépesíthető munkafázist és a fejlesztést ez irányban is fokozzák.

Az Alföldi Porcelángyár megtekintése szintén a programunkban

volt. A gyár viszonylag rövid múlttal rendelkezik, de már igen széles termék skálát sikerült kialakítaniuk. A jó minőség biztosítóka a nagyarányú termékexportnak. A mind nagyobb igény kielégítése érdekében ipari robotok végzik az egyes munkaműveleteket.

A termékfejlesztés során most kísérleteznek a mázas padlóburkoló lappal, melynek igen nagy a kereslete, a hazai és a tőkés piacon.

Az Alföldi Porcelángyár Majolika gyáregységeinek termékei főként kézi megmunkálással készülnek, a termékek magukon viselik az alföldi népi díszítőművészet elemeit. Keresett exportcikké válásukat ennek köszönhetik. A minőség megőrzése érdekében igen szigorú vizsgálatokat végeznek, mind anyagminőség, mind esztétikai szempontból.

Összefoglalva: Megállapítható, hogy a tanulmányi út elérte a célját. Vállalatunk szakemberei láthatták a korszerű téglai és cserépgyártást, valamint a finomkerámiaipari és az üveggyár jelentős egységeit. Minden megtekintett üzemben külön foglalkoznak az energiatakarékossággal, melyből szakembereink is tudnak módszereket átvenni.

Páder József

Egyesületi élet

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Durvakerámiai Szakosztályának Győr-Pápai Csoportjából kivált a Pápai Csoport, amelynek bázisvállalata, a Középdunántúli Téglaiipari Vállalat.

A csoport jelenlegi 45 fős tagjával

a Durvakerámiai Szakosztály hetedik üzemi csoportja.

1982. február 1-én dr. Kakasy Gyula szakosztály-elnök vezetésével tartotta alakuló ülését az üzemi csoport, ahol a tagság Sarmon Kálmánt elnöknek, Tóth Sándort

titkárnak, és Gere Mártont gazdasági felelősnek választotta.

A Győr-Pápai Csoport elnevezése Győri Csoportra változott, melynek bázisvállalata az Északdunántúli Téglai- és Cserépipari Vállalat.

Szerb József

Egyesületi élet

Az 1980/1981. évi

ALKOTÓ IFJÚSÁG

építésügyi pályázaton

a Szilikátipari Tudományos Egyesület jogi tag vállalatainak munkatársai, illetve egyesületünk tagjai az alábbi díjazásban részesültek.

I. díjban (oklevél és 5000,— Ft-ban) az alábbi két pályamű együttesen részesült:

a) Csőhéjkasírozó berendezés

b) Bazalt II. üzemben a kasírozó-anyag szabályozható vezetése

Készítette: a) Aranyás István

b) Aranyás István és Barta István

KÖSZIG — Tapolca

II. díjban (oklevél és 3000,— Ft-ban) részesült

A gánti kőbányaüzem mikro-számítógépes vezérlése

Készítette: Mikecz Mátyás

SZIKKTI

III. díjban (oklevél és 2000,— Ft-ban) részesült

Kőzetgyapot termékek rendszerezése mechanikai és fizikai tulajdonságok elemzése alapján

Készítette: Kőbliné Kiss Erzsébet és

Karsainé Lukács

Katalin

KÖSZIG Budapest

Az ÉTE különdíját (oklevél és 3000,— Ft-ot) kapta:

A DL/I IBM adatbázis kezelő rendszer alkalmazásba vétele

Készítette: Kalán Edit

Lugosi Antalné

Temesvölgyi Tibor

ÉGSZI

A Szilikátipari Tudományos Egyesület különdíját (oklevél és 5000,— Ft-ot) kapta:

Forgókemencék vizsgálata infratelevízióval

Készítette: Vörös Endre

SZIKKTI

Északmagyarországi Állami Építőipari V. különdíját (oklevél és 5000,— Ft-ot) kapta:

Hazai zsaluzórendszerek kialakítása

Készítette: Ormos Endre

Lampert István

Óvád Katalin

Autódarura szerelhető szerelőkosár

Készítette: Gulyás László

Kiss Attila

Óvád Katalin

Az Üvegipari Művek különdíját a legjobb kollektív munkára (oklevél és 4000,— Ft-ot) kapta:

Váza

Készítette: „Kun Béla” brigád

Ajkai Üveggyár

Az Üvegipari Művek különdíját, a legjobb egyéni munkára (oklevél és 1500,— Ft-ot) kapta

Wiskys poharak

Készítette: Hegedüs Józsefné

Salgótarjáni Öblös-

üveggyár

Dísztal

Készítette: Tatár Zsuzsa

Pölczmann Tibor

Ajkai Üveggyár

Teáskészlet

Készítette: Dósa Zsuzsanna

Salgótarjáni Öblös-

üveggyár

Váza, cigarettatartó, hamutartó

Készítette: Kovács Károly

Tasi Attila

Salgótarjáni Öblös-
üveggyár

A FIM különdíját (oklevél és 5000,— Ft-ot) kapta

Majolika falitál

Készítette: Szántó Józsefné

Presztóczy Imre

FIM Alföldi Porcelán-
gyár

A FIM különdíját (oklevél és 3000, Ft-ot) kapta:

Falicsempe dekorter

Készítette: Baloghné Mezei Juli-
anna

FIM Alföldi Porcelán-
gyár

A FIM különdíját (oklevél és 2000,— Ft-ot) kapta:

Eozin váza

Készítette: Kárpáti Árpádné

FIM Zsolnai Porcelán-
gyár

Dicsérő oklevelet kaptak:

Befogó készülékek, Instron univerzális szilárdságvizsgáló berendezéshez

Készítette: Laczkovits Zoltán

KÖSZIG-Budapest

PCS-hez kapcsolt allokációs szisz-témák számítógépes modellje

Készítette: Pöcze László és

Petrik Péter

ÉGSZI

A díjazottaknak gratulál és munkájukhoz további sikereket kíván

SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

Vezetősége és Ifjúsági Bizottsága

SZTROITEL'NŰE MATERIALŰ, Moszkva. 1980. 11. sz.

Egorov, E. N. — Vavilova, A. Sz.: *Oldott szennyezőanyagok azbesztcement-gyártási szennyvizekben.* 26—27. old.

Azbesztcementgyártási szennyvizekben az oldott szennyezőanyagok koncentrációváltozása. Szennyezőanyagok oldódása a különböző gyártóberendezésekben, mennyiségük és fajtájuk, a vízdoldható ionok koncentrációjának növelése. A szennyvízben oldott szennyeződések koncentrációjának számítása, a képlet egyes tagjainak magyarázata. Lefolyás nélküli, rekuperációs rendszer létesítésének elvi lehetősége, a víz-visszanyerés sematikus vázlatrajza.

CIMENTS, BÉTONS, PLATRES, CHAUX, Paris. 1980. 724. sz.

Schicht, R. — Daligand, D.: *A gipsz-kutatás és fejlesztés céljai.* 145—150. old.

A különböző eredetű, típusú gipszek összetételére, jellemzőire vonatkozó utolsó 20 évi irodalmának összefoglalása, az eredmények alapján a kutatás további irányának (szennyezések hatása a kialakuló szerkezetek tulajdonságaira, ill. égetési kalóriaszámszámra; füstgázok kényszerítéséből gipsz-nyerés stb.) megjelölése. Megállapítás: az ellentmondások tisztázására korszerű kiegészítő kutatás szükséges.

Richter, G.: *Palettás rakodó rendszer.* 161—167. old.

A Moler cég által forgalombahozott, gépesített, automatikus ve-

zérlesű zsákrakodó, szállító, csomagoló rendszert, működését alkalmazásának lehetőségeit sematikusán ismertetik. Max. folyamatos teljesítmény 600—3000 zsák/óra. Előnyei: gazdaságosság, pormentesség, rakodás egyenletessége, védőfóliás csomagolás lehetősége alátétlappal vagy anélkül, megbízhatóság.

Forgókemencék üritő-zónája acélgyűrű nélküli bolygóhűtőkkel. 168—169. old.

Forgókemencék kifolyó nyílásánál, a drágán javítható acélgyűrűk helyett, az 1978-tól különböző országokban már kipróbált, — „S22. VICTOR KORUND ES” tűzálló betonból zsaluzással öntött megoldást javasolják; az eljárást és előnyeit részletesen ismertetik. Felhívják a figyelmet további szabadalmazott anyagokra; szerves szállal erősített, két komponensű tűzálló, hőlékésálló, ill. alkáliálló beton; cementipari hűtőkhöz alkalmas téglák stb.

Solomon, S.: *Portalanítás és robbanás-veszély a cementüzemben.* 171—175. old.

Az olajtüzelésről szénttüzelésre való áttérésnél felmerül az őrlő és tároló berendezésekben, az anyag illó részétől (kiszó 37%), tüzelőpor mennyiségétől (max. 55 g/m³) függő robbanásveszély. Kulcsparaméterei: nyomás maximum, ennek növekedési sebessége, öngyulladás. A veszélycsökkentés lehetőségei: inertgáz bevezetése, tartály-méretezése, biztonsági szelepek, törési-membrán felszerelése. Öngyulladás ellen sta-

tikus vill. áram alkalmazása. A veszélyt megelőző megoldásokat, eljárásokat ábrák ismertetik.

GLASS, Redhill, 1980. 12. sz.

Finger, T. H.: *Üvegolvasztásban a digitális szabályozás szerepe.* 35—41. old.

Az üvegolvasztás számítógépes szabályozásával energia megtakarítás érhető el. A szabályozás közvetlen előnyei, üveg hőmérséklet, tüzelőanyag-levegő arány, oxigén, regenerátor hőmérséklet szabályozás, lerakódás elkerülése és kihozatal növekedés. A tüzelőanyag megtakarítás 5—25% között változik. Közvetett előnyök, eltérő üzemmenetnél figyelmeztet, a technológiai folyamat adatai időrendben rendelkezésre állnak. A számítógépes rendszer a teljes üveggyártási folyamatot szabályozhatja.

DIE ZIEGELINDUSTRIE, Wiesbaden, 1981. 1. sz.

Thater, H.: *Változó irányú légvezetés szárításnál.* 18—20. old.

A váltakozó irányú szárítás előnyei: a középen elhelyezett, billenthető ventilátor miatt a levegő útja felére, esetleg még kevesebbre csökken. A száradási száránnyékok elkerülhetők. A szárítási sebesség megnövekszik. A szüneteltetés a gyorsabban és lassabban száradó idomok közötti különbséget csökkenti. A száradás gyorsabb és kíméletesebb. Gyorsabb felmelegedés lehetséges, a szárítási sebesség 2—2,5-szeresére nő. A műszaki megoldások az általános szárítási időt, a hőigényt, a szárító terhelését csökkentik. Jelentős mennyiségű energia takarítható meg.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

Siklósi Norbert

Kiadja:

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

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

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 25—96162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 57,— Ft, félre 114,— Ft, egyes szám ára 19,— Ft.

Megjelenik havonként



82/1134. Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25250
HU ISSN 0013—X 970



BARRA[®] FROST

Adagolásával felgyorsul a kezdeti szilárdulás és növekszik a hidratációs hő, amely biztosítja, hogy a beton -10°C -ig minőségi károsodás nélkül megkössön.

fagyásgátló betonadalékszerrel
— 10°C -ig betonozhat.

Megrendelhető: a gyártóműnél,
KEMIKÁL Építési Vegyipari Gyárában.
Budapest, IX. Tagló u. 11-13.
telefon: 336-930 telex: 22-4272



