

302935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

7

XXXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1987, JÚLIUS
ÉPÍTŐANYAG, 39 (7) 192–224 (1987)

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

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Balázs György

Dr. Bálint Pál

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Iffy László

Dr. Jilek József

Dr. Kacsalova Lídia

Dr. Kertész Pál

Dr. Kovács Róbert

Dr. Kunvári Árpád

Lenkei György

Dr. Mátrai József

Dr. Mihócs Ferenc

Dr. Opoczky Ludmilla

Riesz Lajos

Sápi Lajos

Serédi Béla

Szetmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilberger Ferenc

TARTALOM

| | |
|--|-----|
| <i>Zinovjev, Sz.—Gluskova, V.—Kacsalova, L.—Mátrai, J.</i> : Gallium alapú gránátok. II. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát keletkezésének mechanizmusa és izomorfizmusa | 193 |
| <i>Reichel, W.</i> : A hőkezelt beton tartósságára vonatkozó kutatások | 199 |
| <i>Wojnárovitsné, Hrapka Ilona</i> : Bazaltgyapotok hőhatásra létrejövő szálmechanikai változása | 207 |
| <i>Gálos Miklós</i> : Kohászati salakok közetfizikai tulajdonsága | 214 |
| <i>Höfft, K.</i> : A finomra és igen finomra őrlő folyamatok gépészeti megvalósítása | 221 |

СОДЕРЖАНИЕ

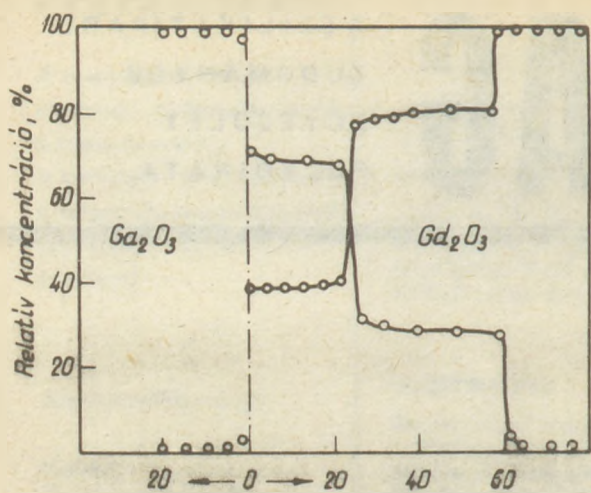
| | |
|---|-----|
| <i>Зиновьев, С.—Глушкова, В.—Качалова, Л.—Матраи, А.</i> : Гранаты на основе оксида галлия. II. Изучение механизма образования граната $Gd_3Ga_5O_{12}$ и его изоморфизма | 193 |
| <i>Рейхель, В.</i> : Указания, касающиеся стойкости бетонов, подвергнутых тепловой обработке | 199 |
| <i>Войнаровитчнэ, Х. И.</i> : Изменение механических свойств базальтового волокна под влиянием тепловой обработки | 207 |
| <i>Галос, М.</i> : Физические свойства металлургических шлаков | 214 |
| <i>Хеффель, К.</i> : Машинное решение тонкого и сверхтонкого измельчения | 221 |

INHALT

| | |
|---|-----|
| <i>Szinovjev, S.—Gluskova, V.—Kacsalova, L.—Mátrai, J.</i> : Granate auf Gallium-Base. II. Entstehungsmechanismus und Isomorphismus des Granates $Gd_3Ga_5O_{12}$ | 193 |
| <i>Reichel, W.</i> : Vorschriften für die Haltbarkeit des wärmebehandelten Betons | 199 |
| <i>Frau, Wojnárovits, Hrapka, Ilona</i> : Fasermechanische Änderung der Basaltwolle zufolge der Wärmewirkung | 207 |
| <i>Gálos, Miklós</i> : Gesteinphysikalische Eigenschaften von Hüttenschlacken | 214 |
| <i>Höfft, K.</i> : Die maschinentechnische Verwirklichung der Fein-, und Feinstmahlungsvorgänge | 221 |

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| <i>Zinoviev, S.—Glushkova, V.—Kachalova, L.—Mátrai, J.</i> : Gallium Garnets, II. Formation Mechanism and Isomorphism of $Gd_3Ga_5O_{12}$ Garnet | 193 |
| <i>Reichel, W.</i> : Durability of Heat Treated Concrete | 199 |
| <i>Wojnárovits-Hrapka, Ilona</i> : Heat-Induced Mechanical Changes of Basalt Wool | 207 |
| <i>Gálos, Miklós</i> : Rock Physical Properties of Metallurgical Slags | 214 |
| <i>Höfft, K.</i> : Machinery for Fine and Superfine grinding | 221 |



1. ábra A gallium és gadolinium eloszlása a Gd_2O_3 — Ga_2O_3 szendvics diffúziós zónájában

2. táblázat

A 3:5 arányú gadolinium- és gallium-oxid keverék fázisösszetétele az égetési hőmérséklet függvényében

| T, °C | Fázisösszetétel | | |
|-------|-----------------|-------------|------------------------------|
| 800 | Gd_2O_3 | | Ga_2O_3 |
| 900 | Gd_2O_3 | Gd_3GaO_6 | Ga_2O_3 |
| 1000 | Gd_2O_3 | Gd_3GaO_6 | $Gd_3Ga_5O_{12}$, Ga_2O_3 |
| 1100 | Gd_2O_3 | Gd_3GaO_6 | $Gd_3Ga_5O_{12}$, Ga_2O_3 |
| 1200 | Gd_2O_3 | Gd_3GaO_6 | $Gd_3Ga_5O_{12}$ |

két tárcsa érintkezési felülete képezte a kontakt-diffúziós zónát. Ezen zóna mikroszondázásával gyakorlatilag csak egyirányú Ga^{3+} -ion diffúzióját állapítottuk meg (1. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a gallium a neodim-oxidhoz viszonyítva [2] a gadolinium-oxidba mélyebben diffundál, amit feltehetőleg a Gd_2O_3 -ban 1340—1450 °C-on bekövetkező polimorf átalakulás segíti elő [3].

Amint az 1. ábrán látható, a gadolinium- és galliumeloszlás görbéjén két vízszintes szakasz van. A Gd_2O_3 — Ga_2O_3 fázisdiagramjából kiindulva [4] fel kell tételeznünk, hogy ezek a szakaszok a Gd_3GaO_6 , illetve a $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételeknek felelnek meg.

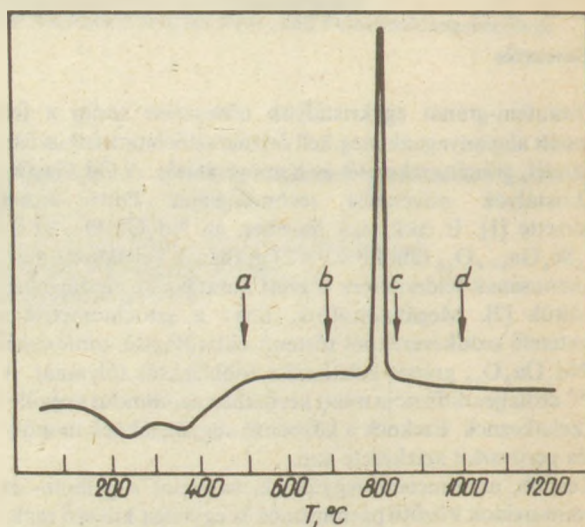
A $Gd_3Ga_5O_{12}$ szintézise közben lejátszódó szilárdfázisú reakciók termékeinek meghatározására az oxidok sztöchiometrikus keverékét a röntgenkészülék magas hőmérsékletű kamrájában 1200 °C-ig hevítettük. 100 °C-onként röntgenfelvételeket készítettünk, miután a mintát 20 percig az adott hőmérsékleten tartottuk. A keverék fázisösszetételének a hevítési hőmérséklet függvényében tapasztalt változását a 2. táblázatban közöljük.

A 2. táblázat adataiból megállapítható, hogy a gránát keletkezése kétlépcsős folyamat. Kezdetben ortorombikus szerkezetű Gd_3GaO_6 vegyület keletkezik. A gránát 1000 °C-on jelenik meg. 1200 °C-on a gallium- és gadolinium-oxidok közötti kölcsönhatás gyakorlatilag befejeződik. A továbbiakban a gránát keletkezése a Gd_2O_3 és a metastabil Gd_3GaO_6 vegyület reakciójaként folytatódik 1200 °C-nál nagyobb hőmérsékleten.

Ezen eredmények alapján a $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát előállítására az oxidok keverékéből próbatesteket sajtoltunk, majd szilitrudas kemencében 1300—1450 °C-on különböző időtartamú izotermikus hőntartás mellett égettük. Monofázisú $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránátot 1450 °C-on 24 órás hőntartás mellett sikerült előállítanunk. Ezen a hőfokon eszközölt hosszú hőntartás a kemence közegben 1500 °C-os hőmérsékletet eredményezhet, amikor a gallium párolgása már lehetséges. A gránát sztöchiometrikus összetételének biztosítása érdekében célszerű az előállítási hőmérsékletet csökkenteni.

3.2. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát előállítása az együtleválasztásos módszerrel

A kiindulási keverék kémiai előállításának módszerét a $Gd_3Ga_5O_{12}$ vegyület szintézise hőmérsékletének csökkentése céljából alkalmaztuk. A gadolinium- és gallium-nitrátok 0,5 mólos oldatát meghatározott arányban elegyítettük, majd fokozatosan 1 mólos ammónium-karbonát oldatot adtunk az elegyhez. A leválasztás során a pH 6,5—7,0 érték között változott. A csapadékot szűrtük, desztillált vízzel mostuk, majd derivatográfban 10 °C/perc sebességgel 1000 °C-ig hevítettük. A DTA-görbén 100—500 °C hőmérséklet-tartományban két széles endotermikus effektus található és egy igen magas exotermikus csúcs 800 °C-on (2. ábra). Ez utóbbi mibenlétének felderítésére a csapadék hevítését megismé-



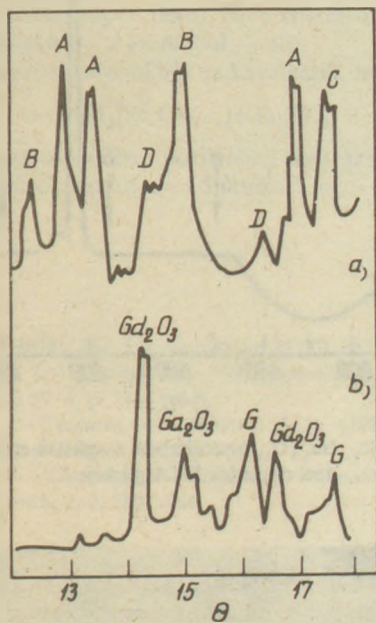
2. ábra. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételnek megfelelő együtleválasztott röntgenamorf csapadék DTA-görbéje

3. táblázat

A $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételnek megfelelő együtleválasztott csapadék fázisösszetétele és fajlagos felülete a hőmérséklet függvényében

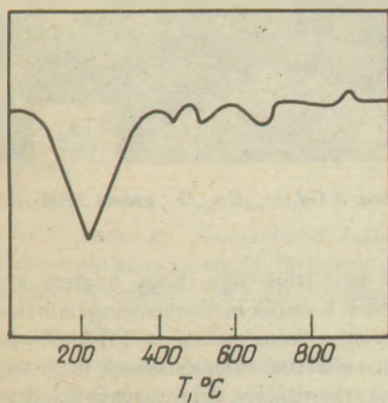
| T, °C | Fázisok | Fajlagos felület (BET) m^2/g |
|-------|--------------|--------------------------------|
| 20 | röntgenamorf | — |
| 500 | röntgenamorf | 98,82 |
| 700 | röntgenamorf | 70,37 |
| 850 | gránát | 2,08 |
| 1000 | gránát | 1,91 |

teltük oly módon, hogy a mintát a derivatográfából többször kivettük és röntgenanalízisnek vetettük alá. A röntgenvizsgálatok eredménye a 3. táblázatban található.



3. ábra. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételnek megfelelő együttleválasztott kristályos csapadék diffraktogramja

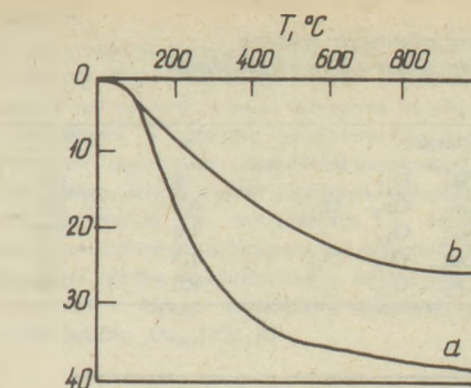
a) szobahőmérsékleten, száritotti állapotban, b) 1000 °C-on történő hevítés után
 A = $NH_4Ga(OH)_2CO_3$, B = $Gd_2(CO_3)_3 \cdot 3H_2O$, C = $Gd_2(CO_3)_3 \cdot 2,5H_2O$, D = NH_4NO_3 ,
 G = $Gd_3Ga_5O_{12}$



4. ábra. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételnek megfelelő együttleválasztott kristályos csapadék DTA-görbéje

A 3. táblázat adataiból kitűnik, hogy a DTA-görbén levő exotermikus csúcs a röntgenamorf fázis kristályosodását tükrözi, vagyis gránátszerkezet megjelenését jelzi. Az exotermikus csúcs formája és nagysága a kristályosodás igen intenzív folyamatára utal. Ez a por fajlagos felületének ugrásszerű megváltozásában is kifejeződik, amely $70,37 \text{ m}^2/\text{g}$ értékről $2,08 \text{ m}^2/\text{g}$ értékre csökken.

A $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát alapanyagának mechanikai és kémiai előállítását összehasonlítva az együttleválasztásos módszer előnyeit a következőkben foglalhatjuk össze:



5. ábra. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételnek megfelelő együttleválasztott kristályos (a) és a $Gd_3Sc_{1,5}Ga_{1,5}O_{12}$ röntgenamorf (b) csapadék TG-görbéi

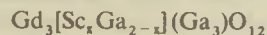
- az együttleválasztott amorf csapadék termikus bomlásának terméke egy röntgenamorf fázis, nem pedig kristályos gallium- és gadolinium-oxidok, ezért a $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát egy lépcsőben — a röntgenamorf fázis kristályosodásának révén — metastabil átmeneti termékek megjelenése nélkül keletkezik,
- a többlépcsős folyamattal szemben az egylépcsős eljárásnál a szintézis hőmérséklete $400\text{--}500 \text{ °C}$ -kal csökken,
- az alacsony hőmérsékletű szintézis meggátolja a gallium elpárolgását, miáltal biztosítja a gránát sztöchiometriáját.

A felsorolt előnyök biztosítására az együttleválasztás körülményeit szigorúan be kell tartani. A leválasztási feltételektől való eltérés hatására a csapadék részben kristályosodhat és az $NH_4[Ga(OH)_2CO_3]$, $Gd_2(CO_3)_3 \cdot 3H_2O$, $Gd_2(CO_3)_3 \cdot 2,5H_2O$, ill. $Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ vegyületek jelenhetnek meg (3. ábra).

Ezen csapadéknak a 4. ábrán bemutatott DTA görbéje erősen eltér a röntgenamorf csapadék DTA görbeitől (2. ábra). Az endotermikus effektusok megnövekedett száma és formájuk a fent felsorolt kristályos fázisok dehidratációjának, dekarbonizációjának és denitrációjának folyamatát tükrözik. A TG-görbe által jelzett (5.a ábra) mintegy 39%-os tömegcsökkenése azt indikálja, hogy a csapadék nem polimerizálódik. A 840 °C -on megjelenő, nagyságára nézve nem jelentős exotermikus effektus az ebben a csapadékban nagyon kis mennyiségben jelen levő röntgenamorf fázis gránattá történő átkristályosodását jelzi. Az exotermikus effektus megjelenése után a derivatográfából kivett, 1000 °C -ig hevített minta röntgenogramja gallium- és gadolinium-oxidok és kis mennyiségű gránát jelenlétére utal (3.b ábra). Ezen adatok szerint kristályos csapadék esetén a gránát keletkezésére többlépcsős szilárdfázisú mechanizmus érvényes.

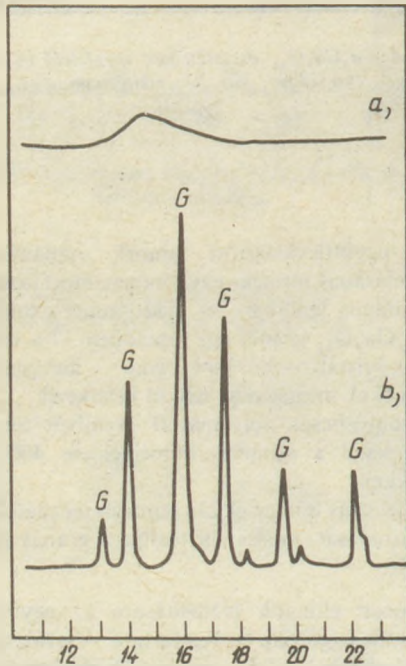
3.3. Izomorf helyettesítés

Mint a korábbi vizsgálatainknál [2] az izomorfizmus tanulmányozására a $Gd_3[Ga_2](Ga_3)O_{12}$ esetében is szkandiumot használtunk. Az Sc^{3+} -kationokkal az oktaéderes pozíciókban levő galliumot kívántuk helyettesíteni a



A szkandiummal helyettesített gránátok keletkezési hőmérséklete a DTA-görbék alapján

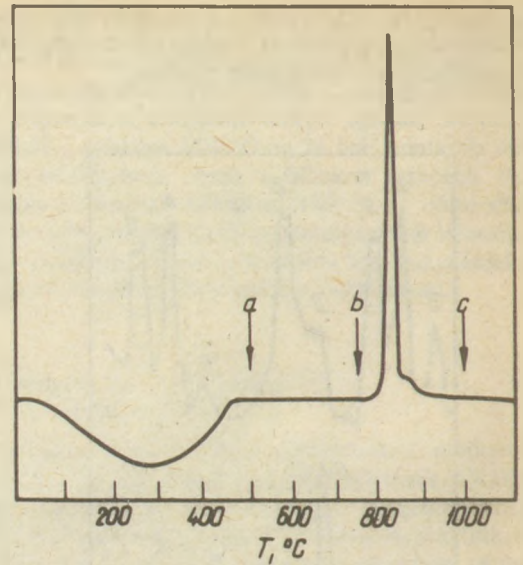
| Izomorf helyettesítés | | | | x | T, °C |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-----|-------|
| Gd ₃ | Ga ₂ | Ga ₃ | O ₁₂ | 0 | 800 |
| Gd ₃ | Sc _{0,5} | Ga _{1,5} | Ga ₃ O ₁₂ | 0,5 | 810 |
| Gd ₃ | ScGa | Ga ₃ | O ₁₂ | 1,0 | 820 |
| Gd ₃ | Sc _{1,5} | Ga _{0,5} | Ga ₃ O ₁₂ | 1,5 | 840 |
| Gd ₃ | Sc ₂ | Ga ₃ | O ₁₂ | 2,0 | 860 |



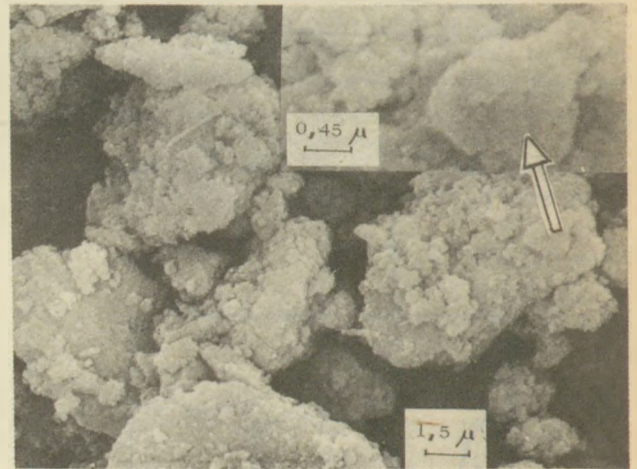
6. ábra. A $Gd_3Sc_{1,5}Ga_{3,5}O_{12}$ összetételnek megfelelő együttleválasztott csapadék diffraktogramjai
a) izzítás előtt, b) izzítás után

formula szerint. Az „x” értékeket a 4. táblázatban közöljük. A 4. táblázatban megadott összetételű keverékeket az együttleválasztásos módszerrel készítettük. E célból a gallium-, gadolinium- és szkandium salétromsavas sóinak 0,5 mólos oldatait megfelelő arányban elegyítettük, majd 1 mólos $NH_4_2CO_3$ -oldattal lecsapattuk.

A röntgenfelvételek alapján az összes csapadék röntgenamorf volt (6.a ábra). Érdeemes megjegyezni, hogy a röntgenogramok elhajlása a $\Theta = 13-18$ fok szögterületben megegyezik a gránátszerkezetnek megfelelő legintenzívebb diffrakciós maximumok tartományával (6.b ábra). Ez a csapadék bizonyos fokú rendezettségéről tanúskodik, ami az Sc^{3+} -kationok mozgékonyságának és a csapadék polimerizációjának a következménye. Ezt a DTA-adatok is megerősítik. Először is a $Gd_3Ga_5O_{12}$ összetételű csapadék DTA-görbéjétől eltérően (2. ábra) a $Gd_3Sc_{1,5}Ga_{3,5}O_{12}$ összetételű csapadék görbéjén csak egy endotermikus csúcs van (7. ábra). Másodsor, amint az 5.b ábrán látható, a szkandiumot tartalmazó csapadékokban a tömegcsökkenés sokkal kisebb, ami szintén a csapadék polimerizációjával magyarázható. A hevítés hatására bekövetkező fázisátalakulások tanulmányozására a csapadékokat a 7. ábrán megjelölt hőmérséklete-



7. ábra. A $Gd_3Sc_{1,5}Ga_{3,5}O_{12}$ összetételnek megfelelő együttleválasztott csapadék DTA-görbéje



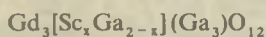
8. ábra. A $Gd_3Sc_{1,5}Ga_{3,5}O_{12}$ gránát SEM-felvétele

kig (a–c) hevítettük úgy, hogy közben a mintákat a derivatográfból kivettük és röntgenvizsgálatnak vetettük alá. Az első hevítési hőmérséklet a DTA-görbéken látható endotermikus effektus befejeződésének felelt meg, amikor a csapadék dekarbonizációs, denitrációs és dehidratációs folyamatai lezajlottak. További hevítés közvetlenül az exotermikus effektust megelőző hőmérsékletig tartott. A röntgenvizsgálatok azt mutatták, hogy a hevített minták mindkét esetben röntgenamorf állapotban voltak. Viszont az exotermikus effektus befejeződése után a derivatográfból kivett minták röntgenfelvételein megjelentek a gránát diffrakciós maximumai (6.b ábra). Az így keletkezett gránát szerkezetű anyag morfológiáját a 8. ábrán láthatjuk. Az 1000 °C-ig hevített por 1–10 mikrométeres aggregátumokból áll, amelyek 0,05–0,1 mikrométer nagyságú gömbölyű gránát-kristályok képezik.

A 4. táblázatban bemutatjuk a szkandiummal helyettesített gránátok keletkezési hőmérsékletét a DTA-görbék exotermikus csúcsai alapján. A $Gd_3[Sc_x](Ga_3)O_{12}$ összetételű vegyület röntgenfelvételén a gránát csúcsain kívül a Sc_2O_3 csúcsai is megjelentek. Ez arra utal, hogy ebben az összetételben az

izomorf helyettesítés nem teljes, ezért a szkandium-oxid feleslegben marad. Éppen ezzel magyarázható, hogy a $Gd_3[Sc_{1,5}Ga_{0,5}](Ga_3)O_{12}$ összetételű csapadék DTA-görbéjén megjelenő exotermikus csúcs formája már nem egészen szimmetrikus (7. ábra), bár a kristályosodott termék csak egy fázisból — a gránátból — áll.

Tehát az eredményeinkből az következik, hogy a



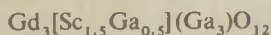
gránátban az oktaédes pozícióban levő gallium izomorf helyettesítésének határa $x = 1,5$ értéknél van.

Irodalom

- [1] Paitz, J. (1984): Magyar Alumínium 21, 10, 353—364.
 [2] Kacsalova, L.—Zinovjev, Sz.—Krzszizsanovszkaja, V. (1987): Építőanyag 39. 6. p. 161—164.
 [3] Nicolas, I.—Coutures, I.—Coutures, I. P. (1983): Rev. Int. Hautes Temp. Refract, 20, 129—133.
 [4] Allibert, M.—Chatillon, C.—Marechal, I.—Lissalde, F. (1974): J. Cryst. Growth, 2, 3, 289—294.

Zinovjev, Sz.—Gluskova, V.—Kacsalova, L.—Mátrai, J.: Gallium alapú gránátok. II. A $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát keletkezésének mechanizmusa és izomorfizmus

A $Gd_3Ga_5O_{12}$ gránát sztöchiometrikus összetételű oxidkeverékből történő előállításakor először ortorombikus szerkezetű Gd_6GaO_6 metastabilis vegyület jelenik meg, majd 1000—1450 °C-os hőmérsékletű tartományban keletkezik a gránát. A gránát előállítási hőmérsékletét 400—500 °C-kal csökkenthetjük, ha kiindulási anyagként a gallium és gadolinium sóinak oldatából együtleválasztott csapadékát használjuk. Ebben az esetben a gránát keletkezési mechanizmusa egylépcsős, vagyis a röntgenamorf fázis kristályosodásából áll. Megállapítottuk, hogy az oktaédes pozícióban levő galliumionok részben Sc^{3+} -kationokkal helyettesíthetők. Az izomorf helyettesítés felső határának a



összetétel felel meg.

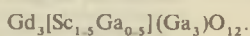
Зиновьев, С.—Глушкова, В.—Качалова, Л.—Матраи, Й.: Гранаты на основе оксида галлия. II. Изучение механизма образования граната $Gd_3Ga_5O_{12}$ и его изоморфизма

При синтезе граната $Gd_3Ga_5O_{12}$ из стехиометрической смеси оксидов вначале появляется метастабильное соединение

Gd_3GaO_6 орторомбической структуры, затем в и гервале температур 1000—1450 °C происходит образование граната. Температура синтеза граната снижается на 400—500 °C, при использовании в качестве исходного материала осадка, полученного совместным осаждением из раствора солей галлия и гадолиния. Вэтом случае механизм образования граната одноступенчатый и заключается в кристаллизации рентгеноаморфной фазы. Установлена возможность частичного замещения галлия, находящегося в октаэдрической позиции катионом Sc^{3+} . Предел изоморфного замещения соответствует составу $Gd_3[Sc_{1,5}Ga_{0,5}](Ga_3)O_{12}$.

Sinovjev, Sz.—Gluskovs, V.—Kacsalova, L.—Mátrai, J.: Granate auf Gallium-Base. II. Entstehungsmechanismus und Isomorphismus des Granates $Gd_3Ga_5O_{12}$

Bei der Herstellung des Granates $Gd_3Ga_5O_{12}$ aus der stöchiometrischen Oxydmischung erscheint zuerst eine metastabile Verbindung Gd_6GaO_6 mit orthorombischer Struktur, und im Temperaturbereich von 1000—1450 °C entsteht aber das Granat. Die Herstellungstemperatur des Granates kann um 400—500 °C abgenommen werden, wenn ein gemeinsam abgeschiedener Niederschlag von Gallium und Gadolinium-Salzen, als Ausgangstoff verwendet werden. In diesem Falle handelt es sich um ein einstufiges Entstehungsmechanismus des Granates, d. h. es besteht aus der Kristallisation der röntgenamorph Phase. Es wurde festgestellt, dass die Gallium-Ionen in oktaedrischen Positionen durch Sc^{3+} -Ionen teilweise ersetzt werden können. Die oberste Grenze der isomorphen Substitution bildet die folgende Zusammensetzung:



Zinoviev, S.—Glushkova, V.—Kachalova, L.—Mátrai, J.: Gallium Garnets, II. Formation Mechanism and Isomorphism of $Gd_3Ga_5O_{12}$ Garnet

The first synthesis product during the heating of an oxide mixture corresponding to the stoichiometry of $Gd_3Ga_5O_{12}$ is a metastable Gd_6GaO_6 compound of orthorhombic structure; garnet is formed in the temperature interval of 1000—1450 °C only. This temperature can be drastically reduced (by 400—500 °C) by using a coprecipitate of Gd and Ga salts. In that case the garnet is formed by one step, by the crystallisation of the amorphous phase. Ga ions in octahedral sites can be partly replaced by Sc^{3+} cations. The upper limit of isothermal substitution corresponds to the composition $Gd_3[Sc_{1,5}Ga_{0,5}](Ga_3)O_{12}$.



»HŐTECHNIKA«

ÉPÍTŐ ÉS SZIGETELŐ VÁLLALAT

BUDAPEST

IPARI ÉPÍTÉSZET - ACÉLSZERKEZETEK - IPARI ÉS ÉPÍTÉSZETI HŐ- ÉS HANGSZIGETELÉS

IPARI KÉMÉNYEK ÉS FÜSTCSATORNÁK

- falazott ipari kémények
- vasbeton ipari kémények
- falazott füstcsatornák
- vasbeton tomyok

ERŐMŰVI KAZÁNOK TŰZÁLLÓ FALAZATA

- tömör téglaszerkezetű
- előregyártott szendvics panelrendszerű
- monolit tűzálló beton falazattal
- hőszigetelt (membrán falas)

IPARI KEMENCÉK

- durva - kerámia alagút
- finom - kerámia kamrás és alagút
- építőanyagipari kamrás, alagút, aknás, forgókemencék
- üveg-ipari
- kohászati és hőkezelő
- vegyipari
- speciális zománcipari kemencék
- egyéb

KORSZERŰ TŰZÁLLÓ FALAZATOK

- építése
- javítása

TŰZVÉDELME

- tűzveszélyes üzemek acélszerkezetének tűzvédelme

ACÉLSZERKEZETEK GYÁRTÁSA - SZERELÉSE

- acéllemez-kémények és füstcsatornák

- ipari kemencék acélszerkezete és légtechnikai vezetékei
- ipari csomokok acélszerkezete
- oszlopszerkezetek, tartógerendák és hídszerkezetek
- vasbeton kopernyban elhelyezett acéllemez füstcsövek.

HŐSZIGETELÉSEK, SZIGETELÉSVÉDŐ BURKOLATOK

- energia racionálási szigetelések
- megleghőtechnikai hőszigetelések (erőművekben, olajfinomítóknak, vegyi üzemekben, fűtőművekben, acélgépjárművekben, élelmiszerüzemekben, egyéb ipari és mezőgazdasági üzemekben) korszerű anyagokkal és technológiákkal - új beruházásoknál, felújítási és karbantartási munkákon
- hidegtechnológiai szigetelések (élelmiszeripari üzemekben, hűtőházakban stb.) a szabványelőírásokat kielégítő korszerű anyagokkal és technológiákkal
- új épületek, valamint meglévő épületek utólagos külső és belső hőszigetelése
- meleg- és hidegtechnológiai hőszigetelések fémlemez burkolata
- kemény PVC burkolatok belső zárt téri hőszigetelések védelmére
- előregyártott fémlemez burkolati rendszer (egyenes, íves, szelép-, perem-, tolbár burkolatok)
- tűzvédelmi szigetelések

ZAJCSÖKKENTÉS, ÉPÜLETAKUSZTIKA

- hangelnyelő, hanggátló oldalfal és mennyezetburkolat zajos üzemekben, ipari csomokokban
- hangelnyelő álmennyezetek
- „SYSTEM HŐTECHNIKA” zaj ellen védő fülkék gyártása és helyszíni szerelése (ügyelő, tartózkodó, vezénylő, tárgyaló stb. céljaira)
- zajcsökkentő géptokozások
- teremakusztikai szigetelések

MŰSZAKI TERVEZÉS

- falazott és vasbeton ipari kémények és füstcsatornák
- erőművi kazánok tűzálló falazata és szigetelése
- durva-, finom-, kerámia-, építőanyagipari és vegyipari kemencék
- folyadékátálló vasbeton tartályok és savszigetelések
- acéllemez kémények és füstcsatornák, lemezvezetékek
- hőszigetelések, fémlemezburkolatok
- hidegszigetelések, fémlemezburkolatok
- hangszigetelések
- tűzvédelmi szigetelések

BUDAPEST

KÖZPONT: 1081 Kállai Éva u. 20.
Telefon: 140-890, 335-790, 330-509
Központi telex: 22-4569

VÁLLALKOZÁSI FŐOSZTALY

Telefon: 343-749

TERVEZÉSI FEJLESZTÉSI FŐOSZTALY

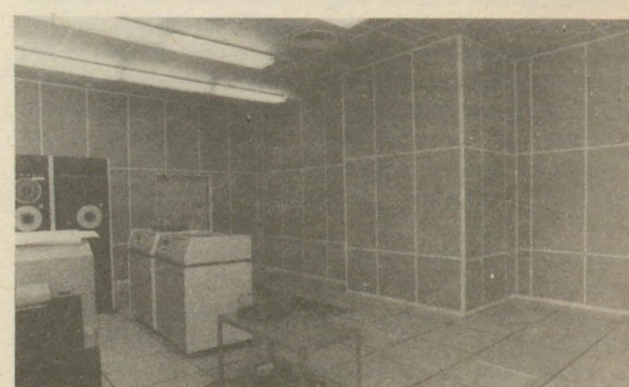
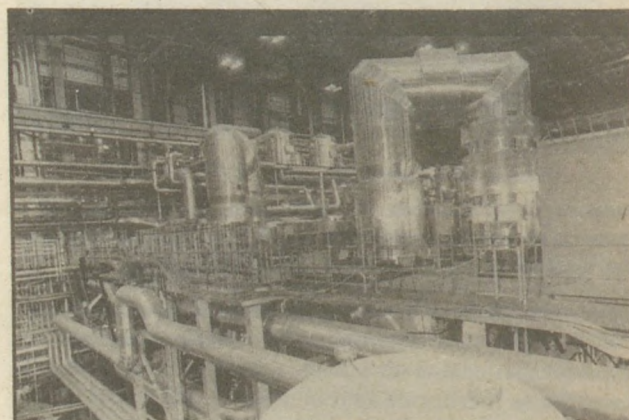
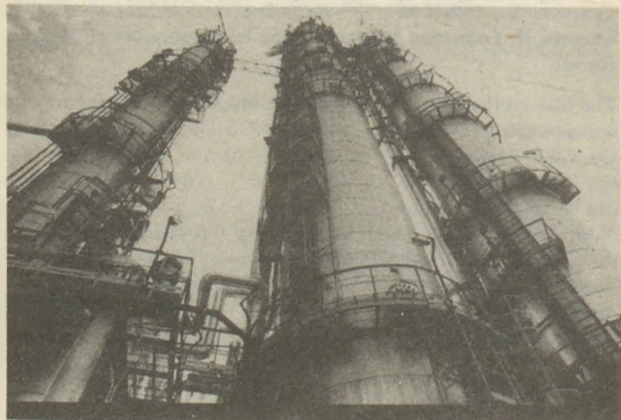
Budapest VII., Wesselényi u. 2.
Telefon: 225-865, 225-869

KIVITELEZŐ EGYSÉGEK:

X., Maglódi u. 16.
Telefon: 575-811
Telex: 22-5560

VIDÉKI KIRENDELTSÉGEK:

ÉPÍTÉS ÉS SZERELÉS:
MISKOLC, Felsőszirma u. 73.
Telefon: 06-46-51-590
Telex: 62-304



A hőkezelt beton tartósságára vonatkozó kutatások*

REICHEL, W.

Drezdai Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Szekció, Építőanyagok Tanszék

1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedek terjedelmes építési programja megvalósításának lényeges előfeltétele volt az építés iparosítása és ezzel az építőipari termelés egy részének áthelyeződése az előregyártásba

A jövőben is nagy mennyiségben állítanak elő hőkezelés útján gyorsan szilárdított előregyártott elemeket az épületek külső szerkezetei és más, az időjárás behatásokról kitért építmények céljára pl. a közlekedésépítésben alkalmazni.

Az élettartam növekedésével a közlekedésépítésben felhasznált előregyártott elemeken és a magasépítés külső szerkezeti elemein minőségi fogyatékoságok (repedezés, mállás) állapíthatók meg, amelyek legalábbis részben a szakszerűtlen hőkezelésre és a beton utókezelésének elmulasztására vagy nem megfelelő voltára vezethetők vissza. Ezért az Építőanyagok Tanszékén az utóbbi években a hőkezelt beton tartósságára vonatkozó vizsgálatokat végeztünk, mégpedig három irányban:

1. Buborékképző adalékszerek alkalmazása a hőkezelt beton fagyállóságának és fagyolvasztó só ellenállóképességének fokozása céljából;
2. A hőkezelő közeg viszonylagos páratartalmának és utókezelési intézkedéseknek a megszilárdult beton tulajdonságaira gyakorolt hatása;
3. A beton hidrofobizálása nyers montánviasz-granulátummal (olvadóimpregnálás) a hőkezelés folyamán.

Elvileg a hőkezelés a beton tartóssága szempontjából veszélyforrást jelent. Ennek okát képezhetik a felhevítés alatt fellépő tágulási jelenségek következtében vagy a túlságosan gyors kiszáradásból és lehűlésből eredő zsugorodási és hőfeszültségek következtében bekövetkező szerkezeti zavarok (repedésképződés). Ezenkívül a víz hőmérséklet- és nedvességgradienstől függő vándorlása a még képlékeny vagy éppen szilárdulófélben lévő betonban irányított kapillárisok kialakulására vezethet. A repedések és kapillárisok pedig fokozzák a beton vízfelvételt és átteresztőképességét, a fagy és agresszív közegek hatására bekövetkező pusztulás kiindulópontját képezik.

Olyan épületelemek esetében, amelyek tartósságával szemben nagyobb követelményeket támasztunk, legalább enyhébb hőkezelési program alkalmazása útján kellene a szerkezeti zavarokat bizonyos mértékben korlátozni, hogy a tartósság alig elkerülhető csökkenését a normálisan szilárduló betonéhoz viszonyítva a minimális mértékre csökkenthessük.

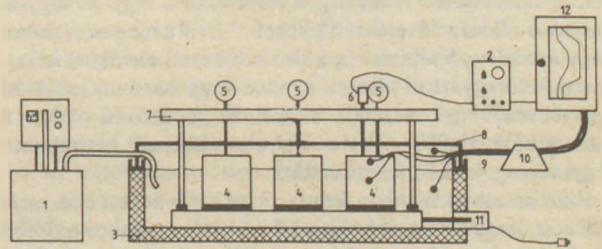
Erre szolgáló intézkedések:

- elegendő (3...5 órai) pihentetési idő,
- csekély, 10...15 K/h felhűtési sebesség,

- felhevítés lehetőleg lépcsőzetes program szerint, amely kb. 40 °C-on izotermikus szakaszt foglal magában,
- lehetőleg alacsony maximális hőmérséklet (50...65 °C),
- csekély hőmérséklet-különbség a betonfelület és a környező levegő hőmérséklete között (< 40 K),
- a hőkezelés folyamán és a hőkezelés után a túlságosan erős kiszáradás elkerülése.

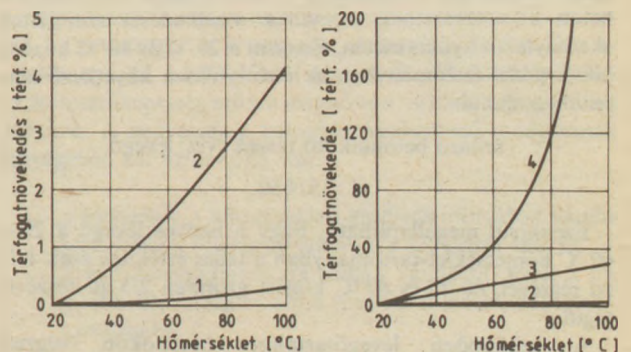
Ezeket a szabályokat sajnos a gyakorlatban gyakran nem veszik figyelembe, vagy úgy vélik, hogy nem lehet azokat betartani, mert hosszabb hőkezelési időt tesznek szükségessé, ami csökkenti a termelékenységet.

A fenti követelmények betartása mellett azonban vannak még további lehetőségek is a hőkezelt beton tartósságának fokozására. A továbbiakban az erre vonatkozóan kapott eredményeinket kívánjuk ismertetni.



1. ábra. Kísérleti berendezés a hőkezeléshez. Sematikus ábrázolás — kiegészítő műszerek és a hőkezelő berendezés metszete

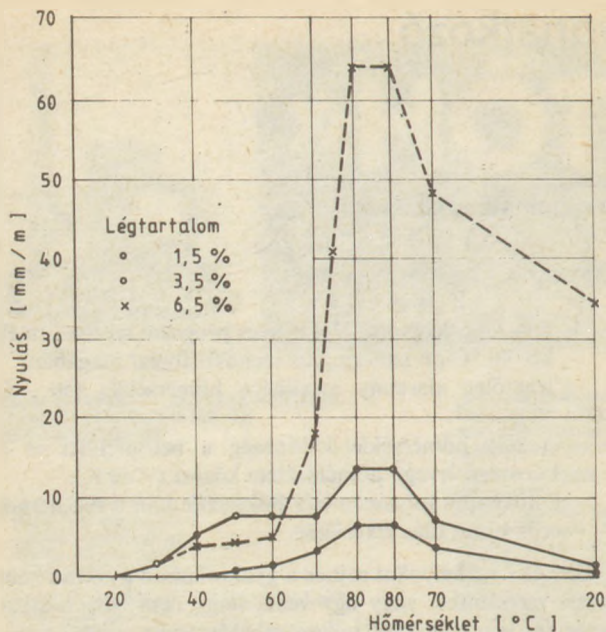
1 termosztát szilikon vízzel, 2 univerzális mérőműszer, UM 111, 3 formázószekrény hőszigetelt alsó része, 4 forma betonkocka készítése céljára, 5 üvegrudas mérőóra, 6 üvegrudas indukció útadó műszer, 7 mérőhid invaracél tartórudakkal, 8 fedél, 9 rez-konstantan hőelem, 10 összehasonlító termosztát, 11 fűtés, 12 mérő-írószerkezet



2. ábra. Térfogatnövekedés szabad tágulás esetén, a hőmérséklet függvényében [7]

1 megszilárdult beton, adalékanyag, cementkő, 2 víz, 3 száraz levegő, 4 nedvességgel telített levegő

* A Cement Szakosztály Beton Szakcsoportban 1968. októberben tartott előadás.



3. ábra. Bk 25 szilárdsági osztályba sorolt beton nyúlási viselkedése különböző légtartalom esetén

2. Légbuborékképző konzisztenciajavítók (LPV) alkalmazása

Légbuborékképző anyagokat (LP), illetve légbuborékképző plasztifikátorokat (LPV) már több évtized óta sikerrel alkalmaznak beton fedőrétegek építésekor a fagy- és fagyolvastósó-állóság növelése érdekében. Mivel a magasépítésben vagy a közlekedésépítésben külső szerkezeti elemként alkalmazott előregyártott elemek azonos vagy hasonló időjárási igénybevételeknek vannak kitéve, itt is ésszerű volna a plasztifikáló (LPV), illetve légbuborékképző betonjavító vegyi anyagok (LP) felhasználása.

Ezzel szemben azonban fenntartásokkal is kellett élni, mert féltő volt, hogy a nagyobb légtartalom a hőkezeléskor erősebb szerkezeti zavarokat okozhat, amely a beton tartósságát ugyancsak csökkentené. A szakirodalomból [1, 2, 3] vett, hőkezelt beton esetében is a légpórusok pozitív hatására utaló adatok indítottak arra, hogy a légpórusos beton szerkezeti zavarainak és fagyállóságának közvetlen értékelése céljából saját rendszeres vizsgálatokat végezzünk [4, 5, 6].

A beton nyúlási viselkedését a hőkezelés folyamán az 1. ábrán bemutatott vizsgálókészülékkel mértük. A 2. ábra a beton alkotórészeinek a nyúlási viselkedését szemlélteti akadálytalan nyúlás esetén. Eszerint a 20 °C és 80 °C közötti hőmérséklet-tartományban az össznyúlás a következő sorrendben alakul:

szilárd betonalkotó részek : víz : levegő
1 : 15 : 650.

Ezenkívül megállapítható, hogy a nedves levegő a 20–60 °C hőmérséklet-tartományban a teljes értéknek csak 1/3-ad részével, 60 °C és 80 °C között azonban 2/3-ad részével tágul.

A különböző levegőtartalmú betonokon végzett nyúlásmérések (3. ábra) megerősítik — először —, hogy valóban a magában véve csekély levegőtartalom a beton nyúlásának a fő oka, és — másodsor —, hogy a nyúlás erős növekedése itt is csak 60–70 °C-nál nagyobb hőmérsékleten

következik be. Ebből következik, hogy ha hőkezelt betonban légbuborékképző anyagokat alkalmazunk, az első követelmény

- a levegőtartalom maximálisan 3,5...4 térf.%-ra,
- a legnagyobb hőmérséklet max. 65...70 °C-ra

való korlátozása.

5...6 térf.% nagyságrendű levegőtartalom (3. ábra) túlságosan erős maximális és maradó nyúlást idézne elő.

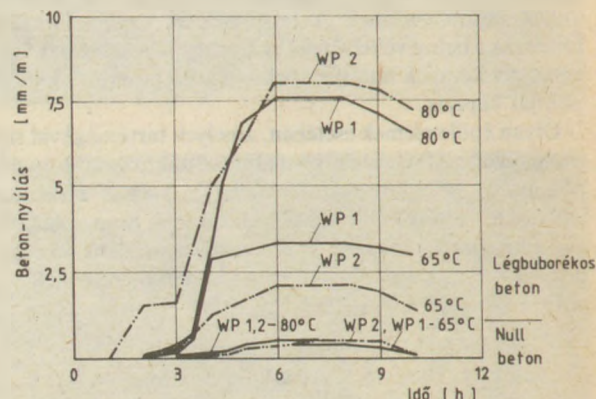
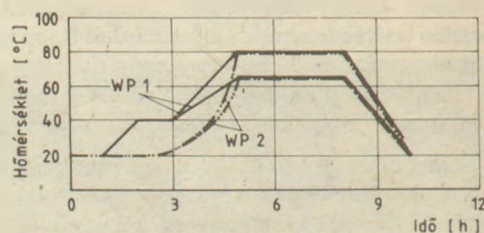
A nyúlások minimalizálása érdekében szükséges továbbá, hogy

- a pihentetési és a felfűtési idő összege legalábbis 5 h legyen.

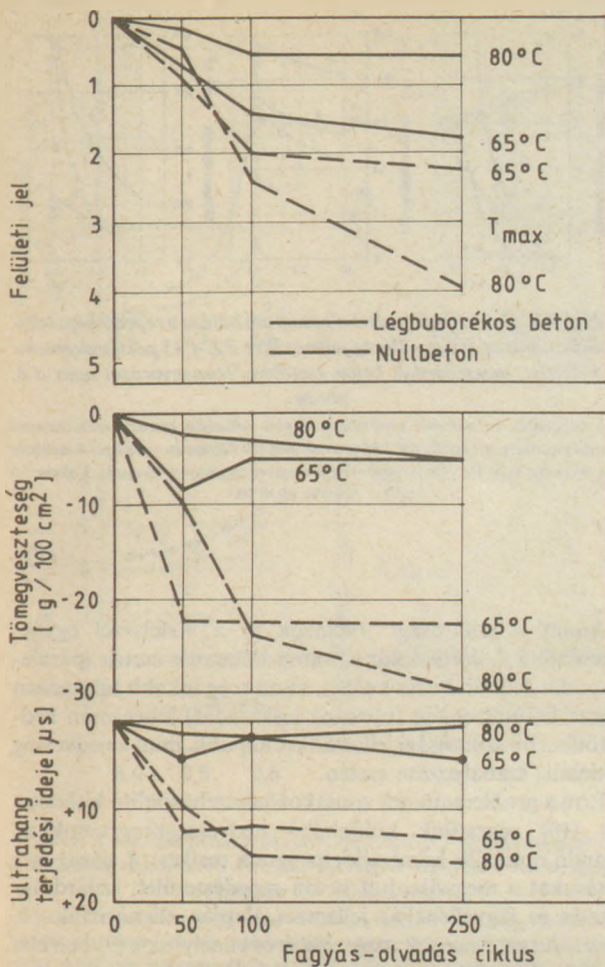
Ebből a szempontból a lépcsős programok (WP1) vagy a fokozatosan emelkedő felfűtési görbéjű programok (P2) (4. ábra) bizonyultak a legkedvezőbbnek. A 4. ábra ugyancsak világosan mutatja a nyúlás növekedését 80 °C hőmérsékleten a 65 °C-hoz viszonyítva.

Az 5. ábrából kivethető, hogy a légpórusos betonoknak hőkezelés esetén is kifejezetten nagyobb a fagy- és fagyolvastósó-állósága, mint a külön légpórus tartalom nélkül készített ellenőrző betonoké. Ez a pozitív hatás még 80 °C maximális hőmérsékleten is fennáll, a fokozott nyúlás ellenére is. De az ezzel kapcsolatos szerkezeti zavarok és szilárdságvesztések miatt mégsem kellene, hogy T_{max} a 65...70 °C értéket meghaladja. A 6. ábra a normális körülmények között szilárduló légpórusos és légpórus nélküli betonok romlását mutatja be, a légpórusos hőkezelt betonhoz viszonyítva.

Bár normális körülmények között szilárduló betonhoz viszonyítva a légpórusos hőkezelt beton 1...2 mm vastag



4. ábra. A nullbeton és a B 25 minőségű légbuborékos beton nyúlási viselkedése a hőkezelési programtól (WP) függően. Frissbeton légbuboréktartalma: nullbeton 1,5 térf%, légbuborékos beton 3,5 térf.%



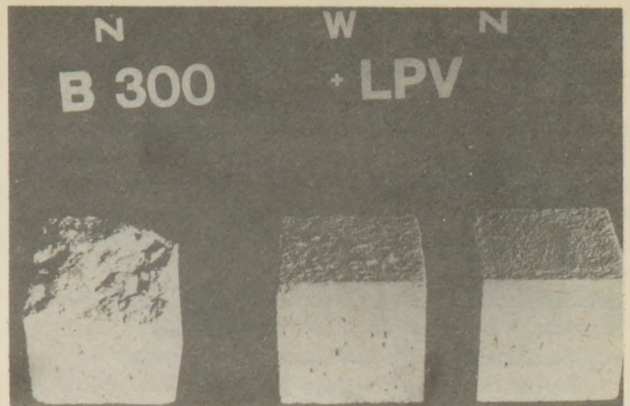
5. ábra. BK 35 szilárdsági osztályba sorolt, mesterséges légbuborékos és mesterséges légbuborékok nélküli portlandcement-beton fagyállósága 65 °C és 80 °C maximális hőmérsékletű hőkezelés esetén. Gőzölési program: pihentetés 1 h, felfűtés 40 °C hőmérsékletre 1 h, izotermikus érlelés 40 °C hőmérsékleten 1 h, felfűtés a maximális hőmérsékletre 2 h, izotermális érlelés tartama 3 h, lehűlés 2 h

a) vizuális elbírálás felületi jel alapján, b) tömegvesztés, c) ultrahang terjedési ideje. TGL 33433/06 sz. szabvány szerinti B jelű fagyasztási vizsgálat; légbuboréktartalom: légbuborékképző adalékszer nélkül készített nullbeton 1,5 térf.%, légbuborékképző adalékszerrel készített légbuborékos beton 3,5 térf.%

cementben gazdag felületi rétegében mállás tapasztalható, a romlás nem halad tovább előre. Az erős romlás világosan felismerhető a légpórusok nélküli, normális körülmények között szilárduló beton esetében.

Ezeknek a felismeréseknek az alapján az NDK néhány betonüzemében az előregyártott betonelemeket a közlekedéscímzés számára (pl. közúti villamos vasúti lemezaljkat) és a külső falelemek időjárás behatások ellen védő külső rétegét a lakásépítésben hőkezelés esetében is fokozott levegőtartalommal állítják elő.

Egészben véve ugyanúgy kell értékelni, hogy kedvezőbb, ha az olyan előregyártott elemek esetében, amelyeknek a vízzáróságával és tartósságával szemben nagy követelményeket támasztunk, egyáltalán eltekinthetünk a hőkezeléstől. Ez azonban a mi körülményeink között eddig rendszerint alig lehetséges.



6. ábra. Bk 25 szilárdsági osztályú beton (korábban B 300) próbatest 300 fagyasztás—olvadás—ismétlődés után. Balra: szabványosan szilárdított beton, légbuborékok nélkül. Középen: hőkezelt légbuborékos beton (3,5 térf.%). Jobbra: szabványosan szilárdított légbuborékos beton (3,5 térf.%)

3. A hőkezelő közeg viszonylagos nedvessége és az utókezelés

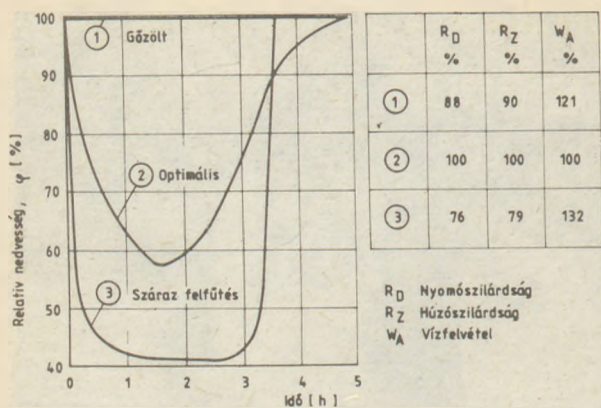
Közismert a szakszerű utókezelésnek a beton tartósságára gyakorolt pozitív hatása. Normális körülmények között szilárduló betonok esetében az utókezelés időtartamát a beton összetételétől és a szilárdsága fejlődési sebességétől, a környezeti körülményektől (napsugárzás, szél, levegő viszonylagos páratartalma) és az épületelem méreteitől függően különböző értékekben adják meg, legalább 1 és 5 nap között [8]. Közben a szilárdságnak a felület közelében lévő tartományban el kell érnie legalább a B_{28} 50%-át.

Hőkezelt beton esetében is megkövetelik az utókezelést, de nem léteznek különféle megállapítások az egyes eljárások esetében. A betongyarak gyakorlatában a hőkezelés után rendszerint nem tesznek utókezelési intézkedéseket. Pedig a beton tartóssága szempontjából éppen ebben a szakaszban nagyon fontos volna, hogy védjék a gyors kiszáradástól és a túlságosan gyors lehűléstől (kisugárzás, konvekció, a kiszáradó víz elpárolgásos hűtőhatása).

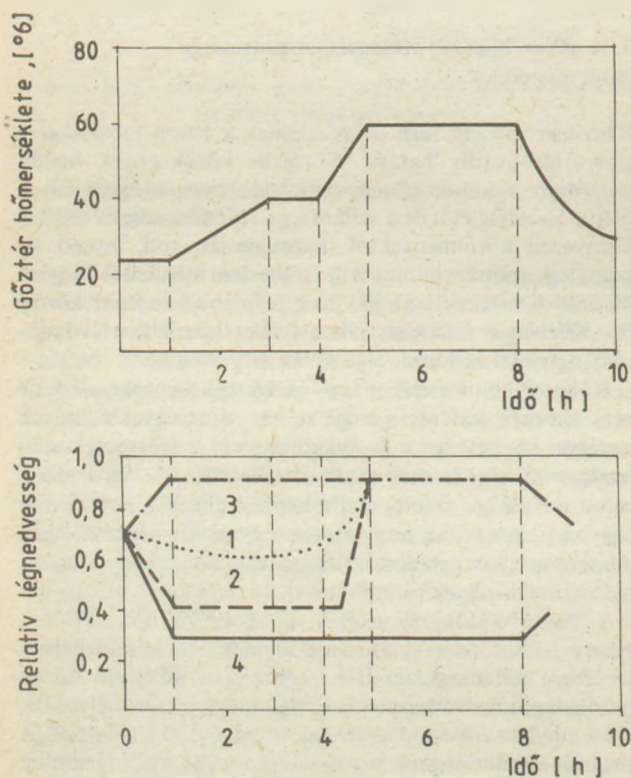
A beton „utókezelésének” fekvő helyzetben történő, nyitott felületű elemgyártás esetén már a hőkezelő berendezésben kell megkezdődnie, úgyhogy a hőkezelő közeg viszonylagos nedvességének a célnak megfelelő szabályozása útján mind az erősebb kiszáradás, mind a víznek a betonban történő vándorlásából eredő szerkezetzavarok lehetőleg elkerülhetők legyenek. A betonban végbemenő nedvességvándorlás irányított kapillárisok kialakulására vezethet, és zavarhatja az érintkezést az új képződmények és az adalékanyagok határfelületei között. Ennek következtében az áteresztőképesség erősen megnő és a tartósság megfelelően csökken. A nedvesség a betonban végbemenő mozgásának lényegében két fizikai oka van:

- a nedvesség a hőmérsékleti gradiens irányában vándorolt, tehát a melegebb zónából a hidegebb felé, és
- a nedvességgradiens irányában vándorol, tehát a nagyobb nedvességtartalmú zónából a kisebb nedvességtartalmúba.

Popov és mások vizsgálatai szerint [9] a nedvesség mozgása a betonban minimalizálható, ha a felhevítés első szakaszában a közeg relatív páratartalmát 60%-ra csökkentik, majd a maximális hőmérséklet eléréseig ismét lehetőleg 100%-ra



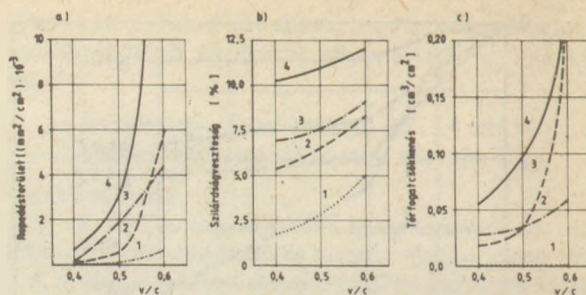
7. ábra. A felmelegítés folyamán alkalmazott nedvességprogram hatása a beton szilárdságára és vízzáróságára a 9 szerint. Előzetes tárolás: 2 h, felfűtés 3 h, $T_{max} = 80^\circ C$, betonminőség: BK 30



8. ábra. A hőkezelő közeg hőmérséklet- és nedvességprogramja. Relatív légnedvesség a felmelegítés folyamán

1. folyamatosan szabályozott, 2. 0,4/0,9, 3. 0,9, 4. 0,3

emelik (7. ábra, 3. program). A kezdődő kiszáradás azzal a következménnyel jár, hogy a nedvesség- és a hőmérséklet-gradiens hatása kölcsönösen kissé ellensúlyozza egymást, úgyhogy a veszélyes első szakaszban alig következik be a még képlékeny betonban vízvándorlás. Ezt követően azonban már a felhevítés folyamán a relatív páratartalomnak ismét emelkednie kell, hogy a kiszáradás az izotermikus szakasz folyamán megakadályozható legyen. A megkezdődő lehüléssel a hőmérsékleti gradiensből függő nedvességáramlás belülről kifelé irányul. Ezért itt is a közeg nagy viszonylagos nedvessége útján kell a beton kiszáradását megakadályozni vagy legalább korlátozni.



9. ábra. A 8. ábra szerinti nedvességprogram hatása a repedésterület, nyomószilárdság és fagyállóság jellemzőkre PZ 4/45 portlandcementtel készített, megszilárdult beton esetében. Jelmagyarázat mint a 8. ábrán

a) repedésterület, b) normális körülmények között szilárduló betonra vonatkoztatott szilárdulásvesztés, c) fagyállóság. Térfigatvesztés 200 fagyasztás-olvadás-ismétlődés után, B eljárás, TGL 33433/06. sz. szabvány; térfigatvesztés $w/c = 0,6$ esetén: 3. görbe $1,0 \text{ m}^2/\text{m}^2$, 4. görbe $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Amint a szilárdsági jellemzők és a vízfelvétel egybevetéséből a 7. ábrán kitűnik, mind hőkezelés esetén (páralecsapódás, vízvándorlás befelé), mind még inkább túlságosan száraz felfűtés esetén (túlságos kiszáradás) lényegesen kedvezőtlenebb szilárdsági jellemzőket kapunk, mint a nedvesség optimális szabályozása esetén.

Erre a problematikára vonatkozó összehasonlító kísérleteket [10] végeztünk különböző nedvességprogramokkal, állandó optimális hőmérsékletprogram mellett (8. ábra) és a hatásukat a megszilárdult beton repedésterület, szilárdulásvesztés és fagyellenállás jellemzői alapján ellenőriztük (9. ábra). Az eredmények megerősítik és elmélyítik a [9]-ben elvi megállapításokat. Az 1. számú optimális nedvességtartalom adta mindhárom jellemző esetében a legjobb eredményeket. A 2. számú program esetében, különösen a vizsgált 0,6 felső w/c tényező mellett már a sajátságok lényegesen rosszabbodtak. Még kedvezőtlenebbek voltak a viszonyok hőkezelés (3. program) és különösen állandó száraz fűtés (4. program, $\varphi = 0,3$) esetén. Meg is felel a várakozásoknak, hogy a tulajdonságok az említett sorrendben a w/c tényező növekedésével progresszívan rosszabbodnak.

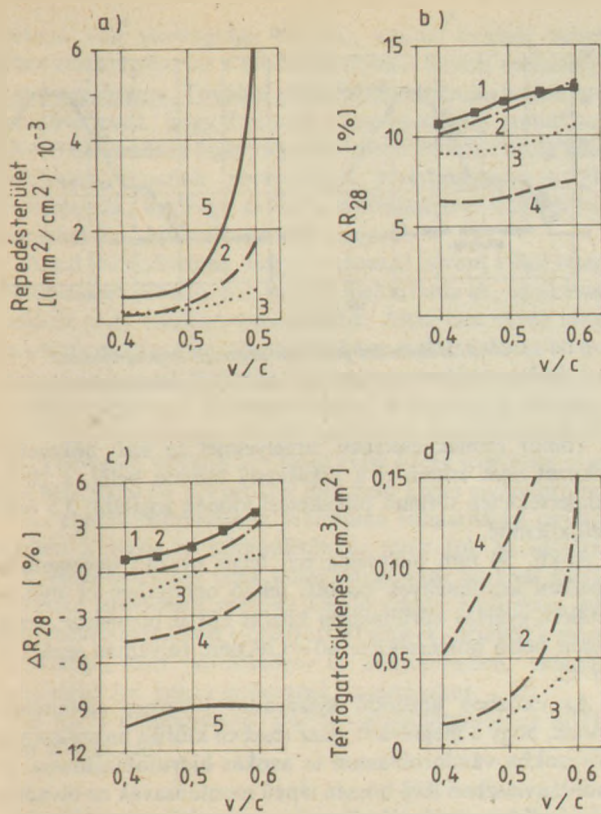
Az eredmények kiértékelése céljából radiátorok útján közvetett fűtésű kamrákban végzett nedvességmérések azt mutatták, hogy a legkedvezőbb 1. nedvességprogram az alábbi feltételek mellett jelentkezik:

- ha a kamra kellőleg fel van töltve betonelemekkel,
- a kamra falai tömítettsége megfelelő,
- a fedő hidraulikus zárószervezettel rendelkezik (vízzel megtöltött U-profilba kell a fedőt elhelyezni).

A kamra falán felszerelt sugárzó fűtőtestek biztosítják a fal magas hőmérsékletét, úgyhogy páralecsapódás nem lép fel. Így viszonylag csekély vízmennyiség elegendő kamránként 100%-os relatív légnedvesség termelésére, amit a beton károsodás nélkül képes leadni. Ilyen körülmények között a kamrában a kb. 100%-os relatív páratartalom a lehülési szakasz folyamán is fennmarad.

További kísérletek keretében [10, 11] a repedésterület, nyomószilárdság és fagyállóság betonjellemzőket vizsgáltuk a hőkezelő beton utókezelésének függvényében. A következő változatokat hasonlítottuk össze:

1. A nyílt betonfelület beborítása vízzel a kamrában a felmelegítés után [12].



10. ábra. A hőkezelt beton utókezelésének hatása a repedésképződésre, a szilárdság alakulására és a fagyállóságra. Hőkezelés hőmérséklet-programja a 8. ábra szerint

1 A betont a felmelegítés után vízzel borítják, 2 a hőkezelés után 7 napig vízben tartják, 3 a hőkezelés előtt A 3 jelű utókezelő anyaggal vonják be, 4 a hőkezelés után 1 napig vízben tartják, 5 hőkezelés utókezelés nélkül, a) repedésterület, b) szilárdság növekedése hőkezelt beton esetében, utókezelés nélkül, c) szilárdság változása a normálszilárdulásra vonatkoztatva, d) fagyállóság. Térfogatvesztés 200 fagyasztás-olvasás ismétlődés után, B eljárás. TGL 33433/06. sz. szabvány

2. A hőkezelést követő 7 napi víz alatti tárolás.
3. A beton megpermetezése a kamrában való elhelyezést megelőzőleg, kb. 25 perccel a tömörítés után A 3 jelű hártaképző utókezelőanyaggal (paraffinemulzióval).
4. A hőkezelést követő 1 napi víz alatti tárolás.
5. Hőkezelt beton utókezelés nélkül.
6. Normálszilárdulás.

Az eredményeket a 10. ábra tünteti fel, kapacitási okokból azonban nem lehet az egyes jellemzők valamennyi változatát összehasonlítani.

Az 5. változattal (10.b ábra) vagy a normálszilárdulással (10.c ábra) egybevetve, a szilárdsági eredményekből világossá válik, hogy a legkedvezőbb eredményt a vízzel borítás és a 7 napi vízben való tárolás adta. De ezután már az utókezelőanyag következik, amely jobb hatást biztosít, mint az egy napi vízben tartás. Az A 3 jelű hártaképző utókezelőanyaggal 0,5 és 0,6 v/c tényező ese kb. a normális körülmények között szilárduló beton szilárdsági értékeit értük el, míg a hőkezelt beton szilárdságvesztése utókezelés nélkül kb. 9% volt.

Sőt a repedésképződés és a fagyállóság vizsgálatakor éppen az utókezelőanyaggal adódtak a legkedvezőbb eredmények, a javulás különösen $v/c=0,6$ mellett volt feltűnő.

Mivel mind a beton 1 napi vagy éppen 7 napi vízben történő tárolása a hőkezelés után, mind a vízzel borítás a

hőkezelő berendezésben technológiailag csak nehezen valósítható meg, a hőkezelt beton szilárdságvesztésének csökkentésére és tartósságának növelésére szolgáló legkedvezőbb változatként az utókezelőanyag alkalmazása kínálkozik. Az utókezelőanyag nemcsak a hőkezelés folyamán nyújt védelmet a párolgás ellen, hanem akkor is, amikor már kiszedték a betont a hőkezelő berendezésből, amikor az utókezelőanyagból a lehülés folyamán sok víz párolg el. Az utókezelőanyagot elsősorban olyan hőkezelő berendezésekben kellene alkalmazni, ahol nem biztosítanak tökéletes tömítettséget, mint pl. fűtőtestek útján fűtött alagutakban, úgyhogy — ellentétben a fent ismertetett körülményekkel (tömített kamra) — a beton már a hőkezelő berendezésben erősebben kiszáradhat, ha nem permeteznek rá hártaképzőt.

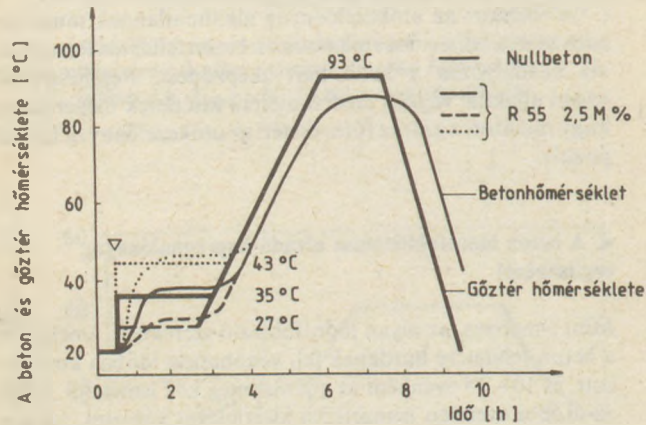
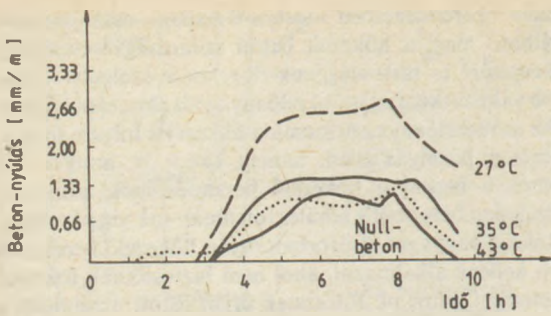
Gőzöléskor az utókezelőanyag alkalmatlannak mutatkozott, mert a felhevítési szakaszban a beton felületén lecsapódó víz akadályozza a kellő hártaképződést. Feszítettbeton vasúti aljakkal végzett eredeti méretű kísérletek megerősítik, hogy radiátoros száraz fűtés esetén az utókezelőanyag hatása pozitív.

4. A beton hidrofobizálása olvadó impregnálóanyag segítségével

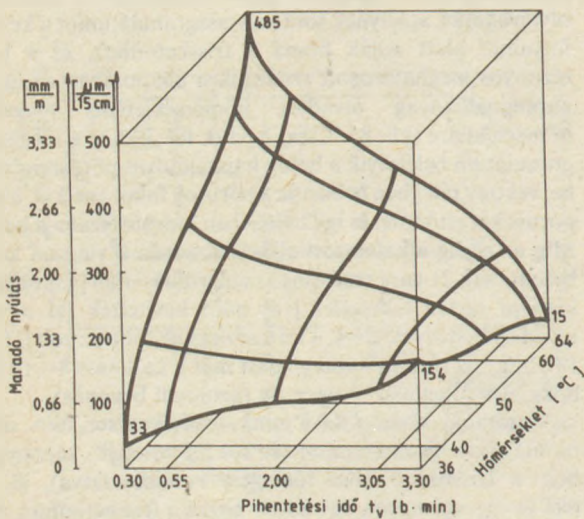
Mint ismeretes, az olyan hidrofobizáló szereknek, amelyeket a beton felületére hordanak fel, védőhatása időben korlátozott, és 10—15 évenként az eljárást meg kell ismétetni. Ezért az utóbbi években nemzetközi kísérleteket végeztek azzal a céllal, hogy a betont olvadó impregnálóanyaggal teljes keresztmetszetében hidrofobizálják, ami jóval tartósabb hatást ígér [13, 14, 15].

A beton olvadó impregnálása nyers montánviasz—paraffinkeverékkel (amit rövidebb belső bevonatnak is neveznek), olyan eljárás, amelynek során a viaszgranulátumot a keverési folyamat alatt adják hozzá a frissbetonhoz, és a beton bizonyos meghatározott szilárdulási állapotában az olvadó impregnálóanyag olvadási hőmérsékleténél magasabb hőmérsékletre (kb. 85 °C-ra) hevítik fel. Ekkor a megolvadt granulátum belefolyik a beton hajszálcsöves pórusrendszerébe, vékony rétegben beborítja a pórusok falait anélkül, hogy a pórusokat eltömné, és így belsejében hidrofobizálja a betont. Míg az eddig alkalmazott eljárások során a viasszal kevert betont csak 21 napi szabványos szilárdulás után [13] vagy kb. kétnapi tartós hőkezelés [14] után hevítették fel a viasz olvadási hőmérsékletére, a mi kísérleteink célja az volt [16, 17, 18], hogy az olvadó impregnálást már a szokásos 8—10 órás hőkezelés folyamán elvégezzük (azonnali bevonás).

A gömbalakban (<0,8 mm) rendelkezésre álló nyers montánviasz-granulátumot (R 55) 2,5 tömeg% mennyiségben a frissbeton teljes tömegére vonatkoztatva, ill. 5,8 térf. % mennyiségben úgy adtuk hozzá a frissbetonhoz, mint valami finomhomokot. A feladat az volt, hogy a hőkezelési programot úgy alakítsuk, hogy a viasz tágulása a felmelegítés folyamán ne okozzon túlságosan erős szerkezeti zavarokat, mielőtt még olvadni kezdene. Ez úgy lehetséges, hogy vékony falú elemek betonját (a technológiától függő rövid előzetes tárolással vagy anélkül) még a képlékeny fázisban [16] kb. 43 °C hőmérsékleti fokozatra lehetőleg gyorsan felfehvíjük. Amint a 11. ábra mutatja, ezen hőmérsékleten a nyúlás úgy alakult, hogy csaknem megegyezett a nullbetonéval. A maradék nyúlás nagyon csekély, míg 27 °C fokozati hőmérsékleten még túlságosan nagy maradék nyúlások léptek fel. Mivel azonban ez a gyors felmelegítés csak vékonyfalú előregyártott elemek esetében lehetséges, alternatív megoldást kellett keres-

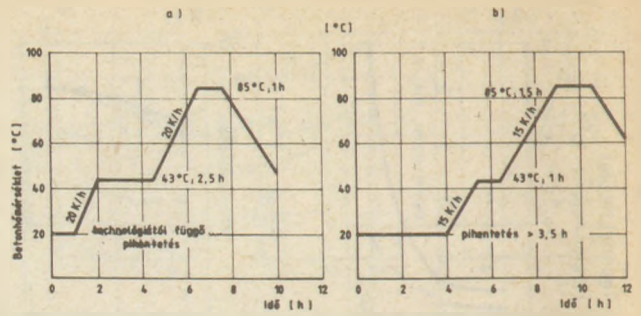


11. ábra. A nyúlás alakulása, 2,5 tömeg% R 55-ös viaszgranulátummal készített beton és egyenértékű homokösszetevővel készített nullbeton esetében, PC 4/45, v/c=0,50, Bk 25



12. ábra. A 2,5 tömeg% R 55-ös viaszgranulátummal készített beton maradó nyúlása, a pihentetési időtartamától és a lépcsős hőmérsékleti diagramtól függően. Viszonyítási alap nullbeton: 0,18 mm/m

ni vastagfalú elemekhez. A 12. ábrából látható, hogy hosszabb pihentetési idővel összekötött lépcsős programok esetében is csak csekély maradó nyúlás fordul elő, emellett a fokozati hőmérsékletnek a hatása itt nem annyira domináns. Végeredményben mind vékonyfalú, mind tömör betonelemekhez megadhatók a mindenkor legkedvezőbb hőkezelési programok (13. ábra).



13. ábra. Hőkezelési program azonnali impregnáláshoz
a) vékonyfalú elemek (vastagság = 120 mm), b) tömör betonelemek esetében

Tömör elemek esetében, amelyeknél az első hőkezelési fokozat nem érhető el a képlékeny fázison belül, a 20 °C hőmérsékleten történő pihentetési időnek legalább 3,5 órát kell kitennie.

A kb. 50 mm mélységig érő teljes olvadó impregnálás gőzölési körülmények között, fekvő helyzetben és nyitott felületű gyártás körülményei között akkor biztosított, ha a beton belső hőmérséklete 60–120 perc folyamán legalább 85 °C.

Az eközben kezdődő kiszáradás lényeges előfeltétele annak, hogy a megolvadt viasz részben kiürült hajszálcsöves pórusokba vándorolhasson és azokat hidrofobizálhassa. A montánviaszban lévő hosszú láncú montánsavak az olvadási hőmérsékleten reakcióba lépnek a cementkő nedves betonban lévő kalciumionjaival és szappanokat képeznek. Az ilyen szappanok hosszú szénhidrogéngyöke víztaszító hatású, úgyhogy az azzal kibélelt pórusok hatásosan hidrofobizáltak. Emellett a pórusok nyitottak maradnak — az azonnal bevont beton tehát gőzáteresztő. A hidrofobizáláshoz szükséges elszappanosítási reakció nem csökkenti a beton pH-értéket.

A hőkezelést nullbetonnal (azonos v/c-érték, azonos cementtartalom, R 55 nélkül, azonos hőkezelési program, bár a maximális hőmérséklet kisebb (csak 75 °C), összevetve az azonnali bevonással készített megszilárdult beton alábbi tulajdonságait lehetne javítani:

- repedésképződés: kb. 80%-kal kevesebb
- zsugorodás a hőkezelés után: kb. 48%-kal kisebb
- vízfelvétel normális nyomás alatt: kb. 70%-kal kevesebb
- vízzáróság (vízbehatalás mélysége): kb. 400%-kal jobb
- fagyállóság: kb. 400%-kal jobb
- gázáthatatlanság: kb. 33%-kal nagyobb
- klordelnyelés: kb. 70%-kal kevesebb

Az azonnal bevont betonnak ezenkívül kb. 20%-kal csökkent az E-modulusa, ami kedvezően hat a repedésbiztonságára beépített állapotban. A kiürült, gömb alakú viaszpórusok még külön puffertartékot alkotnak a megfagyó víz számára, és így még külön javítják a fagyállóságot.

Mint ahogy a viaszgömbök a beton nyomószilárdsága szempontjából további pórustérfogatként viselkednek, ahhoz, hogy a szilárdsága azonos legyen, az azonnal bevont betonban csökkentett v/c-érték mellett 20–25 kg/m³ többletcement felhasználása szükséges.

A viasztartalom térfogategységére eső szilárdságvesztés azonos nagyságrendű, mint azonos levegőtartalom esetén.

Lakóépületek gőzölt, háromréteges külső falpaneljeivel, melynek időjárási behatásoknak kitett külső rétege azonnal

bevont volt (vastagsága 60 mm), végzett eredeti méretű kísérletekkel sikerült a laboratóriumban kapott eredményeket megerősíteni. További, még folyamatban lévő kísérletek lehetővé teszik, hogy 2 tömeg% finomszemcsés granulátum (R 66) hozzáadása útján, a panel csupán 20 mm vastag külső rétegének azonnali bevonásával a költségeket tovább csökkentjük, úgyhogy akkor a költségtöbblet külső falelemenként 2...3%-nál nem lesz nagyobb.

Azzal számolhatunk, hogy az azonnal bevont külső rétegű betonelemek javítást nem igénylő élettartama kb. megkétszereződik vagy megháromszorozódik. Általában egyéb alkalmazások esetében is javasolható, hogy csak max. 50—60 mm mélységig terjedő felületi réteget lássunk el viaszadalékkal, mivel az azonnali bevonási eljárás keretében a szükséges kiszáradás miatt nagyobb mélységekben nem következik be teljes bevonás, ugyanis az olvadt viasz a még nagyrészt vízzel telt hajszálcsöves pórusokba még nem képes elvándorolni.

Az eljárás elsőrendűnek tekinthető felhasználási területei mellett a lakó- és középületépítés terén (pl. az időjárás behatásoknak kitett falak külső rétege vagy bevonat nélküli kazettás tetőelemek mezője) alkalmazható különösen erős igénybevételnek kitett előregyártott elemek esetében a mezőgazdasági, ipari, közlekedés- és mélyépítésben, valamint betonárúk (pl. beton tetőelemek) gyártásakor.

A nyers montánviasz—paraffin-granulátumot az NDK-ban állítják elő.

5. Összefoglalás

Az előadás áttekintést ad a Drezdai Műszaki Egyetem Építőanyagok Tanszéke három kutatási irányáról, melyek célja a hőkezelt beton tartósságának növelése. Kimutatja, hogy a hőkezelt beton tartóssága

- mesterségesen előállított, gömbalakú légbuborékok bevezetése,
- vezérelt nedvességprogram alkalmazása a hőkezelés alatt,
- utókezelő anyagok felhasználása,
- és olvadó impregnálás (belső bevonat)

útján lényegesen javítható. További vizsgálatok, amelyek során az egyes eljárások hatását közvetlen összehasonlítással állapítják meg, még jelenleg is folyamatban vannak.

Irodalom

- [1] *Lagoida, A. V.—Koroleva, O. E.—Ivanov, B. V.—Nazorova, A. S.*: Primenenie vozduchovovlekašičich dobavok v sbornom železobetone, Beton i železobeton, Moskau 20 (1974) 5, S. 23—24.
- [2] *Wierig, H. J.*: Kurzzeitwärmbehandlung von Beton. Betonwerk + Fertigteiltechnik, Wiesbaden 41 (1975) 9, S. 418—423 und 10, S. 492—495.

- [3] *Malinina, L. A.—Rabotina, M. V.*: Poverchnostno — aktivnye dobavki dlja betona, podvergaemogo teplovoj obrabotke. Beton i železobeton, Moskau 23 (1977) 1, S. 13—15.
- [4] *Grieger, Ch.*: Frost-Tausalz-widerstand wärmebehandelter Baustraßenplatten in Abhängigkeit von der Betongüte und dem Luftporengehalt. Dissertation Hochschule für Verkehrswesen, Dresden 1980.
- [5] *Reichel, W.—Glatte, R.—Grieger, Ch.*: Erhöhung des Frost-Tausalz-Widerstandes von wärmebehandelten Betonfertigteilen. Betontechnik, Berlin 1 (1980) 3, S. 22—25.
- [6] *Altner, W.—Reichel, W.*: Betonschnellerhärtung. Grundlagen und Verfahren. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 3. Auflage 1982.
- [7] *Alexanderson, J.*: Strength Losses in Heat Cured Concrete. Diss. TH Lund 1972.
- [8] *Richtlinie zur Nachbehandlung von Beton (Februar 84), herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton.* Beton-Kalender 1985, Teil II, S. 370—374; Berlin-West: Verlag Ernst u. Sohn.
- [9] *Popov, V. V.—Kondraščenko, V. I.—Jarmakowskij, N. N.—Kuprijanov, N. N.—Melnik, H. M.*: Optimizacija vlažnostnogo režima pri teplovlažnostnoj obrabotke betona. Beton i železobeton, Moskau 27 (1981) 7, S. 20—21.
- [10] *Dierke, S.*: Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit des wärmebehandelten Betons. Dissertation TU Dresden 1985.
- [11] *Reichel, W.—Dierke, S.*: Möglichkeiten zur Verminderung von Festigkeitsverlusten und Qualitätsseinbußen an wärmebehandeltem Beton. Betontechnik, Berlin 5 (1984) 6, S. 171—172.
- [12] *Malinina, L. A.*: Teplovlažnostnaja obrabotka tjaželogo betona. Moskau: Strojizdat 1977.
- [13] *Autorenkollektiv*: Internally Sealed Concrete-Guide to Construction and Heat Treating. USA-Ministerium für Transport, Washington 1977.
- [14] *Frey, H.*: Verfahren zum intern versiegelten Beton. BRD. Patentschrift 1979, DE 2937 712 B 1.
- [15] *Gram, H. G.*: Die Versiegelung von Beton mit Hilfe von Rohmontanwachs. Schwedisches Forschungsintitut für Zement und Beton, Rapport Nr. 7849. Stockholm 1978.
- [16] *Rast, R.—Reichel, W.—Töpfer, U.—Winkler, S.*: Verfahrenspatent: Verfahren zur Imprägnierung von Betonfertigteilen. DDR WP 04 B 262 536.
- [17] *Rast, R.*: Schmelzimpregnierung von wärmebehandeltem Beton mit Rohmontanwachs-Paraffin-Granulat Dissertation TU Dresden 1985.
- [18] *Reichel, W.—Rast, R.—Winkler, S.*: Schmelzimpregnierung von wärmebehandeltem Beton mit Rohmontanwachs-Paraffin-Granulat. Bauplanung-Bautechnik, Berlin 40 (1986) 4, S. 176—178.

Рейхель, В.: Указания, касающиеся стойкости бетонов, подвергнутых тепловой обработке

Reichel, W.: Vorschriften für die Haltbarkeit des wärmebehandelten Betons

Reichel, W.: Durability of Heat Treated Concrete



GAZDASÁGOS ÉS ENERGIATAKARÉKOS TÁVHŐVEZETÉK RENDSZER

A FŐVÁROSI TÁVFŰTŐMŰVEK és az NSZK-beli ISOLROHR Cég vegyesvállalata a FÖTÁV – ISOLROHR KFT 1987. év elején megkezdte működését.

A vállalat profilja:

Közvetlenül földbefektethető, fokozott hő- és vízszigetelésű, hibajelző rendszerrel ellátott távhővezeték rendszer elemeinek gyártása, a vezetékek szilárdsági méretezése, végszerelési munkák ellátása, *hasznosítva az NSZK-beli Cég technológiáját és Nyugat-Európa szerte több mint 20 év alatt szerzett tapasztalatait.*

A FÖTÁV – ISOLROHR rendszerű távfűtő hálózatok alkalmasak:

- változó hőmérsékletű állandó tömegáramú, 150°C-os illetve bármely ennél alacsonyabb névleges hőmérsékletű *távfűtő hálózati rendszerek* építésére,
- *bármely – a cső anyagát nem károsító – anyag szállítására*, amelynek hőmérséklete tartósan a 130°C-ot, átmenetileg a 150°C-ot is elérheti.

A vezetékrendszer főbb műszaki-technológiai jellemzői:

- a vezetékrendszerben a *szavatolt minőségű acélsővet* kitűnő hőszigetelésű *kemény poliuretán hab* veszi körül, amelyet *ütés- és korrózióálló KPE külső csőburkolat* véd,
- a hőszigetelő rétegben elhelyezett *elektromos hibajelző rendszer* biztosítja az esetleges hibahely 1 méteren belüli meghatározását és így a gyors és pontos feltárást,
- *zárt, vízzáró- és fokozott hővédelmű, szigetelő képességét megőrző, homogén rendszer*, ami a mértékadó talajvízszint alatt is alkalmazható.

Az alkalmazás előnyei:

- feleslegessé teszi a rendkívül költséges és hosszú építési időt igénylő vasbeton védő csatornák építését, ezért *AZ ÉPÍTÉSI KÖLTSÉG 10–30%-KAL CSÖKKENTHETŐ*;
- a technológia kialakítása és méretezés módszere lehetővé teszi a gyakori hibaforrásnak számító fixpontok, kompenzátorok és az ezek miatt szükséges aknák számának jelentős csökkentését, ezért *A KIVITELEZÉSI IDŐ 60%-KAL LERÖVIDÍTHETŐ*;
- nagyfokú üzembiztonsága révén kevesebb elzáró- és szakaszoló szerelvény beépítése válik szükségessé, emiatt *A FENNTARTÁSI KÖLTSÉG 60–80%-KAL KISEBB*;
- *HŐVESZTESÉGE* az eddig alkalmazott megoldásokkal szemben *50%-KAL KEVESEBB*, így az üzemeltetése során jelentős mennyiségű hőenergia takarítható meg;
- hosszú élettartamú és biztonságos: *ÉLETTARTAMA LEGALÁBB 30 ÉV*.

Alkalmazása esetén **RENDSZERGAZDAKÉNT** a kivitelezést koordináljuk, ennek keretében:

- megrendelésre elvégzzük a szilárdsági méretezést, a hibajelző rendszer tervezését (rendszergazda megbízás esetén díjmentesen);
- legyártjuk a szükséges elemeket (igény szerint helyszínrre történő szállítással);
- tervezői konzultációt (művezetést) biztosítunk;
- elvégzzük a szerelési pontok utólagos hő- és vízszigetelését, a hibajelző rendszer összeszerelését.

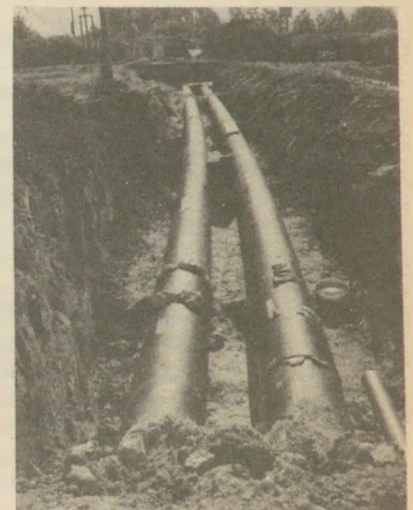
MUNKAVÉGZÉSÜNKRE ÖT ÉVES GARANCIÁT VÁLLALUNK.

A gyártást az NA 50, 65, 100, 150, 200 mm-es vezeték elemek gyártásával kezdtük meg, melyet a II. félévtől az NA 400 mm-ig terjesztünk ki.

Kérje részletes műszaki katalógusunkat és árjegyzékünket!
Várjuk szíves érdeklődését és megrendelését!



Cím: 1037 Budapest, Kunigunda útja 1.
Tel.: 682-244
Telex: 22-6889



Bazaltgyapotok hőhatásra létrejövő szálmechanikai változása

WOJNÁROVITSNÉ, HRAPKA ILONA

Szilikátipari Központi Tervező és Kutató Intézet, Budapest

1. Bevezetés

A hőszigetelésre beépített szálanyagok alkalmazhatósági hőfokát mechanikai stabilitása határozza meg.

Az üvegszálak normál hőkezelésénél, a tömör üvegtől eltérően jelentős szilárdságsökkenés jön létre. Ennek mértéke egyes munkák alapján a szálátmérő csökkenésével, a kezelési hőmérséklettel és adott hőfokon a kezelési idővel fokozódik. A tömbüveg kis szilárdsága a hőkezelés során változatlan [1].

Előzőekkel ellentétben más kutatók a vékonyabb szálak jobb termikus stabilitását, azok gyorsabb és egyenletesebb lehülése folytán a mikrorepedések keletkezését előidéző, kisebb mértékű belső feszültségek kialakulásával magyarázzák [2].

A szálanyagok szilárdsági tulajdonságai már a transzformációs hőmérséklet alatt is megváltoznak. Az „E” üvegszálnál ~100 °C-on [3], a kvarcüveg szálnál ~400 °C-on [4], a bazaltszálnál ~600 °C-on [5] végzett hőkezelés után figyelték meg először a fizikai tulajdonságok megváltozását.

Különböző összetételű, hőkezelt ásványgyapot szálak vizsgálata során kimutatták, hogy 100–200 °C-ig húzószilárdság-növekedés, e felett csökkenés tapasztalható és 600 °C felett a mechanikai stabilitás teljesen megszűnik. Ezt a jelenséget azzal magyarázták, hogy először a szálon belüli feszültséggradiens kialakulása szilárdulást eredményez. További hőkezelés hatására a „feszültségmezők” megszűnnek és ezáltal a szilárdság romlik [6].

A hőkezeléskor létrejövő szilárdságsökkenést általában az üvegszerkezeti változások: a szálaban rögződő magas hőmérsékletű olvadékszerkezet egyensúly közelítésére irányuló átalakulása, az üveg likválódása és kristályosodása okozza [7].

Az üvegmátrix és likválódott tartományok, valamint az amorf és kristályos fázis határfelületi rétegeiben keletkező feszültségek révén kialakuló mikrorepedések a mechanikai paraméterek módosulását eredményezik [8].

Egyes kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy az üvegszálak belső részeinek szilárdsága a mérési pontosság határain belül nem függ a kezelési hőmérséklettől, vagyis a térfogatjellegű szerkezeti változásoktól. A szilárdságsökkenést csak a viszonylag vékony felületi rétegben (~0,5 mikron) lévő hibahelyek keletkezése és kifejlődése okozza [8, 9].

Kísérleti munkánkban három különböző összetételű és előállítási körülményű bazaltgyapotnál vizsgáltuk a hőkezelt szálak mechanikai változását.

2. Vizsgálati módszer

Az 1. táblázatban megadott kémiai összetételű anyagok hőkezelése során létrejövő szerkezeti változását sűrűségméréssel, valamint röntgen- és elektrondiffrakciós módszerekkel tanulmányoztuk. A morfológiai átalakulást pásztázó elektronszonda segítségével figyeltük meg. Az előzőekkel párhuzamosan vizsgáltuk a szálak mechanikai paramétereit.

1. táblázat

A vizsgált bazaltgyapotok legfontosabb jellemzői

| Kémiai összetétel (tömeg%) | „A” bazaltgyapot | „B” bazaltgyapot | „C” bazaltgyapot |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| izz. vesz. | — | — | 0,08 |
| SiO ₂ | 41,50 | 49,62 | 46,58 |
| Al ₂ O ₃ | 14,66 | 11,90 | 15,27 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,23 | 0,14 | 5,99 |
| FeO | 5,63 | 4,62 | 5,50 |
| TiO ₂ | 1,62 | 1,47 | 2,44 |
| CaO | 20,51 | 15,48 | 10,80 |
| MgO | 10,23 | 13,15 | 0,58 |
| K ₂ O | 1,51 | 1,70 | 1,36 |
| Na ₂ O | 2,54 | 1,46 | 2,58 |
| So ₃ | 0,21 | 0,10 | — |
| MnO | — | 0,13 | 0,17 |
| átlagos szálátmérő (µm) | 5,79 | 4,55 | 5,27 |

Hőkezelés előtt, a bazaltgyapoton lévő emulziót acetonnal eltávolítottuk. Mintánként 4 g, platinatégelybe helyezett anyagot programozható fűtésű derrivatográf kemencébe hőkezeltük, majd szobahőmérsékletre hűtöttük. Felfűtési sebesség 5 °C/min, a különböző hőfokokon való hőntartás 3 óra volt.

A hőkezelt bazaltgyapotok szerkezeti változásának mértékére az egy oxigénionra eső üvegtérfogat alapján következtettünk. Ez az oxidos összetétel és sűrűség ismeretében számítható. Az egyes minták sűrűségét hélium gázki-szorításon alapuló, Micromeritic gyártmányú, automata piknométerrel határoztuk meg. Mérési pontossága: ±0,002 g/cm³.

A röntgenamorf anyagban lévő 10–100 nm méretű kristallitokat UEMV-100 típusú transzmissziós elektronszonda segítségével, határolt területű elektrondiffrakcióval valószínűsítettük. E célból a mikrorostélyon kialakított kolloidum hártýára vákuumpárolgatással 30–40 nm vastagságú grafitréteget vittünk fel. Erre a hordozórétegre preparáltunk az achátmozsárban porított, alkoholban diszpergált, olvadékgöngy-tartalomtól mentesített szálanyagból.

A minták mechanikai vizsgálatára a DIN DVM 3801 szabvány előírásának megfelelően, az elemi szálakat 10 × 10 mm-es papírkerepre felragasztottuk. Az egyenként befogott szálak terhelés–nyúlás diagramját a szakítási határig CHEVENARD DP 49 típusú dilatométerrel vettük fel. A befogási helyek elmozdulási sebessége 40 mm/min, a befogási hossz 5 mm volt. A szakítóerő és az előzetesen meghatározott szálátmérő ismeretében számítottuk a szakítószilárdságot, valamint az erő–hossz-változás lineáris összefüggés iránytangensét, az ún. rugalmassági modulust. Ez utóbbi értéke az egységnyi rugalmas nyúláshoz szükséges

Különböző hőfokokon kezelt „A” bazaltgyapot
elektrondiffrakciós vizsgálatának eredménye

| Kezelési hőfok (°C) | Valószínűsíthető kristályfázis |
|------------------------|-----------------------------------|
| 300 | amorf |
| 400 | kilkoanit |
| 500 | kilkoanit, augit |
| 600 | kilkoanit, augit |

fajlagos húzóerőt jelenti. A szál rugalmassági modulusának növekedése csökkenő elaszticitására utal.

Mintánként 100 szál eredményes szakítása alapján meghatároztuk az azonos átmérőjű szálak átlagos szakítószilárdsági ($\bar{\sigma}$) és rugalmassági modulus (E) értékét.

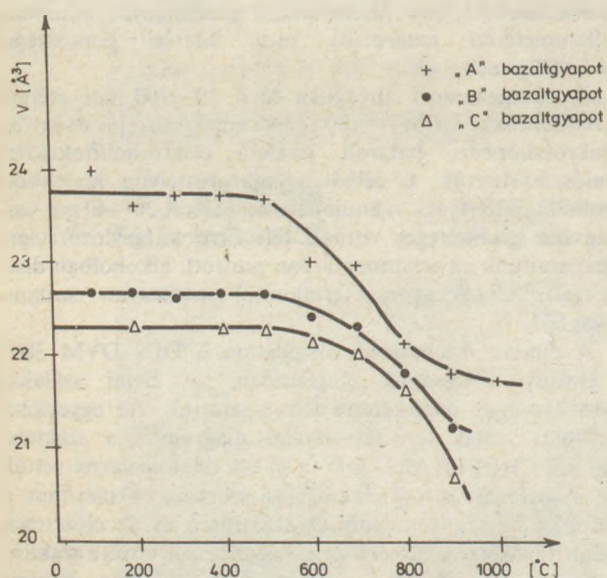
3. Vizsgálati eredmények

Szerkezeti és morfológiai változás

Az 1. táblázat adatai alapján a kupolókemencés olvasztással előállított „A” bazaltgyapot, az ugyancsak kupolókemencés olvasztású „B”, illetve a kádkemencés eljárással készült „C” anyaghoz képest a legkisebb szilícium-dioxid és a legmagasabb földalkáli-oxid-tartalmú. A „C” minta kitűnik magas vasoxid-tartalmával, melyen belül az Fe(II) nagyobb arányú. Legkisebb a „B”, legnagyobb az „A” bazaltgyapot átlagos szálátmérője.

A különböző bazaltgyapottok röntgendiffrakciós vizsgálatával a „C” anyagnál 750 °C-tól, az „A” és „B” mintáknál 800 °C-tól mutatható ki kristályosodás. A keletkező kristályfázis mindhárom esetben augit. Az egyes röntgenreflexiók intenzitásának összehasonlítása alapján, a 750-900 °C hőmérséklet-tartományban legkisebb kristályosodási hajlam a „B”, legnagyobb a „C” szálaknál volt megállapítható.

A röntgenamorf tartományban végbemenő szerkezeti



1. ábra. Különböző hőfokokon kezelt bazaltgyapottoknál az egy oxigénionra jutó üvegtérfogat változása

változásokra elektrondiffrakciós és sűrűségmérési módszerek eredménye alapján következtettünk.

Elektrondiffrakcióval mindhárom típusú anyagnál 400 °C-tól mutathatók ki kristallitok. A részletes vizsgálati eredményt az „A” minta esetén a 2. táblázat szemlélteti.

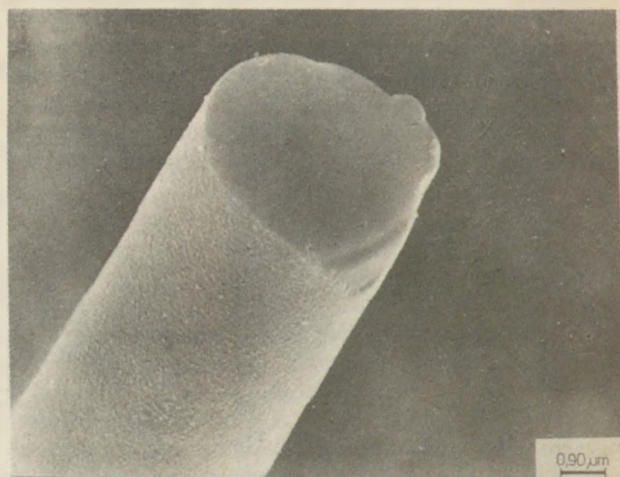
Az üvegszerkezeti tömörödést jól tükrözi az egy oxigénionra jutó üvegtérfogat (V_0) értékmódosulása (1. ábra). Ez a vizsgált szálaknál 600 °C-tól figyelhető meg. Ez a hőmérséklet összefügg a bazaltüvegben lévő Fe(II)→Fe(III) átalakulás kezdetével (3. táblázat), mely a kristálycsiraképződést és növekedést egyaránt iniciálja [10]. A kétértékű vas oxidációjával (600–800 °C) egyidejűleg a szálak intenzív kristályosodása indul meg.

Hőkezelés hatására (200–600 °C) az „A” és „B” bazaltszálak likvációja nagymértékben fokozódik. A nagyobb felületi feszültség révén az üvegmátrixtól cseppszerűen elkülönülő tartományok fokozatosan beborítják az egész szálfelületet (2–3. ábra). A „C” mintánál 500 °C-ig textúraváltozás nem tapasztalható. 600 °C-tól viszont a kristályosodási folyamat egyre intenzívebbé válik és 700 °C-os hőkezelés után, különösen a vastagabb szálaknál felületi kristályosodás is megfigyelhető (4. ábra).

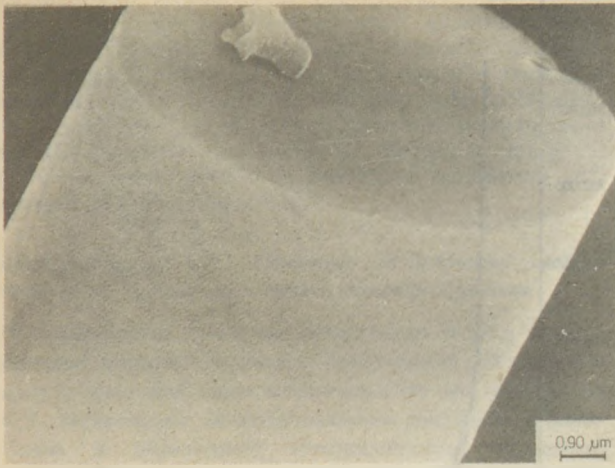
3. táblázat

Hőkezelt bazaltgyapottok Fe(II) és Fe(III) oxidtartalma

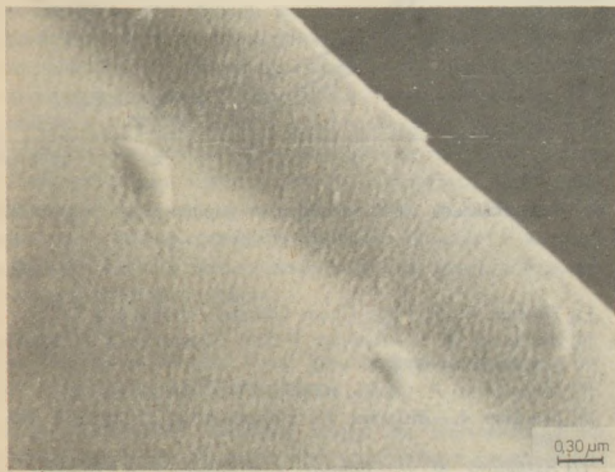
| Anyag | Kezelési hőfok (°C) | FeO (tömeg%) | Fe ₂ O ₃ (tömeg%) |
|---------------|---------------------|--------------|---|
| „A” bazaltgy. | eredeti | 5,63 | 1,23 |
| | 600 | 4,32 | 3,30 |
| | 650 | 2,92 | 4,69 |
| | 700 | 2,04 | 6,07 |
| | 800 | 0,30 | 7,20 |
| „B” bazaltgy. | eredeti | 4,62 | 0,14 |
| | 600 | 3,61 | 1,28 |
| „C” bazaltgy. | eredeti | 5,50 | 5,99 |
| | 600 | 4,22 | 7,27 |



2. ábra. 600 °C-on hőkezelt „A” bazaltgyapot



3. ábra. 600 °C-on hőkezelt „B” bazaltgyapot



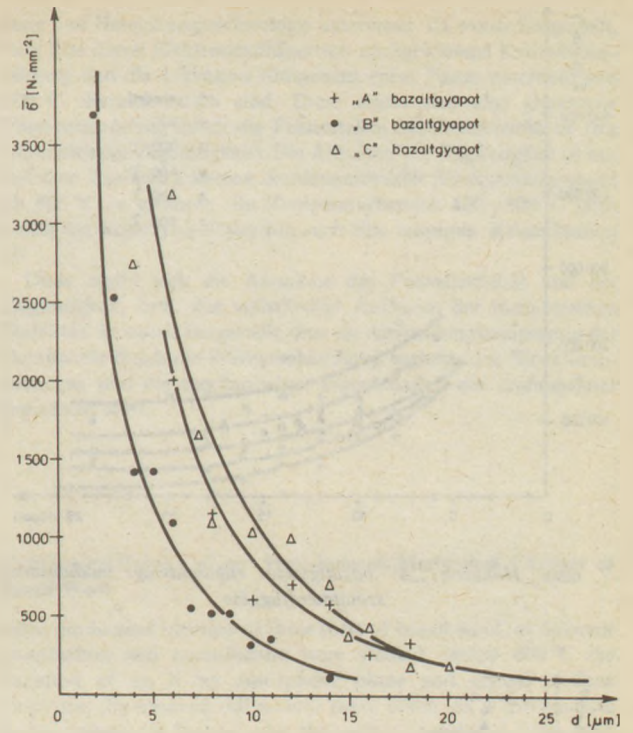
4. ábra. 700 °C-on hőkezelt „C” bazaltgyapot

Szálmechanikai változás

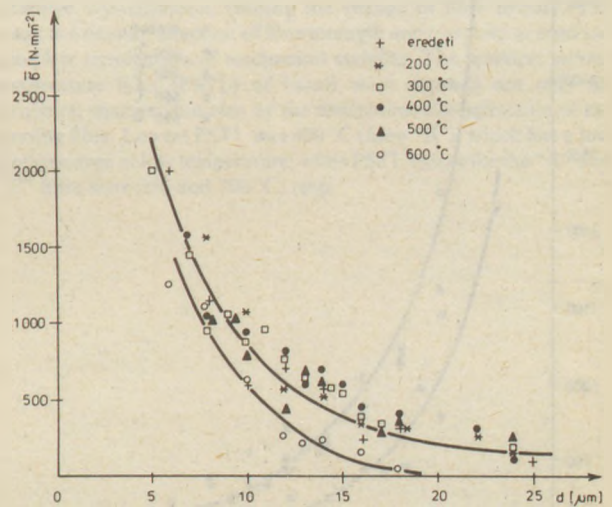
A különböző bazaltgyapotok mechanikai jellemzőit és a hőkezelés során végbemenő változását az 5–9. ábrák szemléltetik. Az 5. ábra alapján megállapítható, hogy az eredeti szálak szakítószilárdsága a szálátmérő csökkenésével növekszik. A vékonyabb szálak magasabb szakítószilárdsága a gyorsabb lehülés során kialakuló nagyobb stabilitása üvegszerkezet következménye [11]. Az azonos átmérőjű szálak szakítószilárdsági értéke legjobb a „C”, legrosszabb a „B” minta esetén. Az alapszálak mechanikai tulajdonságát az üveg összetételén kívül nagymértékben befolyásolja szerkezeti homogenitásuk. A „B” szál erős likvációjának tulajdonítható meglepően kis szakítószilárdsága, míg a kádkemencés olvasztás következtében viszonylag homogén „C” minta a legkedvezőbb paraméterű.

Az „A” és „C” bazaltgyapotok hőkezelése során 600–650 °C-ig a szakítószilárdság változatlan marad, a mechanikai tulajdonság romlása csak a szálelridegésből ered (6–9. ábra). Az eredetileg is kis szilárdságú „B” minta (5. ábra), a 400 °C-on fellépő szerkezeti változások hatására mechanikailag már nem volt vizsgálható.

A szakítószilárdság csökkenése csak a térfogatjellegű szerkezeti változások létrejöttével ($T \geq 600$ °C) tapasztalható



5. ábra. Különböző bazaltgyapotok szakítószilárdságának szálátmérőfüggése

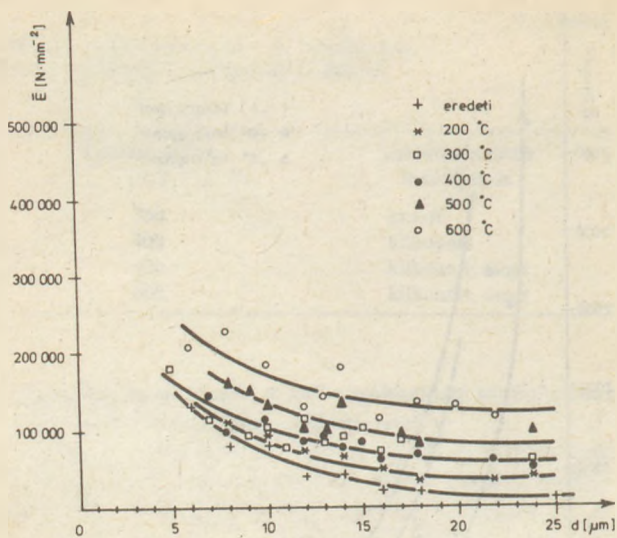


6. ábra. Hőkezelt „A” bazaltgyapot szakítószilárdságának szálátmérőfüggése

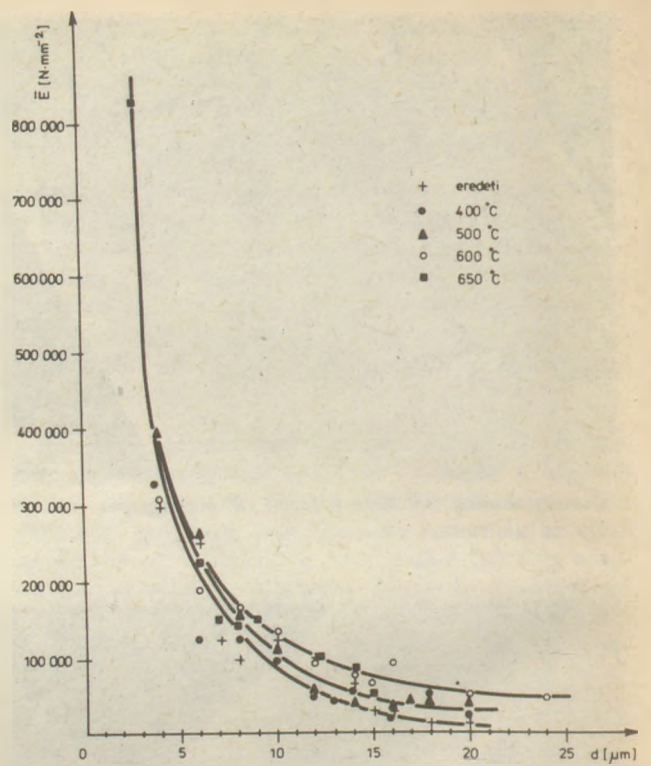
(6., 8. ábra). Ezt a hőfokot az Fe(II) oxidációja és az anyag sűrűségváltozásának kezdete jellemzi. Az anyag, intenzív kristályosodása a szálak mechanikai stabilitásának megszűnését eredményezi. Ezt az „A” bazaltgyapotnál 650 °C-on, míg az eredetileg legjobb szilárdságú „C” mintánál 700 °C-on tapasztaltuk.

A hőkezelt szálak szilárdsági és elaszticitási változása a vékonyabb szálaknál kisebb mértékű (5–9. ábra).

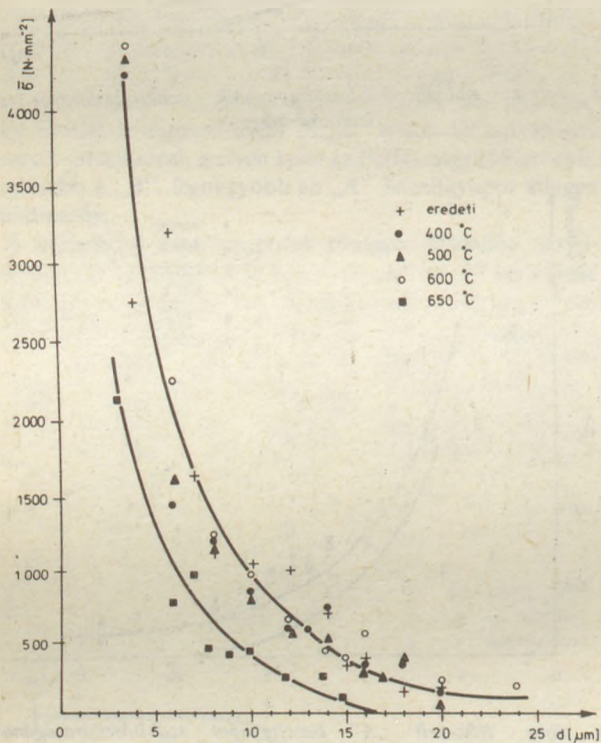
Összefoglalóan megállapítható, hogy a bazaltgyapot alkalmazhatósági hőfokát a hőkezelés során létrejövő szerkezeti módosulások mellett, nagymértékben befolyásolják az



7. ábra. Hőkezelt „A” bazaltgyapot rugalmassági modulusának szálátmérőfüggése



9. ábra. Hőkezelt „C” bazaltgyapot rugalmassági modulusának szálátmérőfüggése



8. ábra. Hőkezelt „C” bazaltgyapot szakítószilárdságának szálátmérőfüggése

alapszálak mechanikai tulajdonságai. A szálak mechanikai változása és az üvegszerkezeti átalakulásra jellemző paraméterek között nem találtunk olyan egyértelmű összefüggést, mely a hőállóság minősítés alapját képezhetné.

Irodalom

- [1] Bartenev, G. M.—Motorina, L. I.: Silikattechnik, 15 (1964) 9, 273—276.
- [2] Szpirin, J. L.—Usztenko, A. A.: Sztroiteln. Mat. 14 (1968) 6, 24—25.

- [3] Thomas, W. F.: Phys. Chem. Glasses, 1 (1960) 1, 4—18.
- [4] Aszlanova, M. C.—Rudnyev, V. Sz.—Filonyenko, A. P.: Sztaklo i keram. 26 (1969) 7, 18—20.
- [5] Mahova, M. F.: Sztaklo i keram. 25 (1968) 11, 22—23.
- [6] Brückner A.—Brüchner, V.: Silikattechnik, 27 (1976) 9, 297—299.
- [7] Aszlanova, M. S.—Balasov, J. C.—Ivanov, H. V.—stb.: Izv. Akad. Nauk. SzSzsR. Neorg. Mat. 9 (1973) 6, 1038—1040.
- [8] Aszlanova, M. S.: Verres et Réfr. 22 (1968) 6, 585—588.
- [9] Bartenev, G. M.—Motorina, L. I.: DAN. 155 (1964) 6, 1302—1305.
- [10] Wojnárovits, I.—Barna, Á.: Glastechn. Ber. 56 (1983) 12, 331—336.
- [11] Deeg, e.—Dietzel, A.: Glastechn. Ber. 28 (1955) 6, 221—232.

Wojnárovitsné, Hrapka Ilona: Bazaltgyapot hőhatásra létrejövő szálmechanikai változása

Három különböző összetételű és előállítási körülményű bazaltgyapotnál vizsgáltuk a hőkezelés során bekövetkező szálmechanikai változást.

Megállapítottuk, hogy 600 °C alatt, a röntgenamorf szálak likvációja és az elektrondiffrakcióval kimutatható kristálycsíra-képződés a jellemző. Ez a szálfelületi rétegekben létrejövő hibahelyeken keresztül (változatlan szakítószilárdság mellett) fokozott szálelridegést eredményez.

A szakítószilárdság csökkenése csak a térfogatjellegű szerkezeti változások létrejöttével $T \geq 600$ °C-on tapasztalható. A 600—800 °C hőmérséklet-tartományban az Fe(II) oxidációjával, az anyag sűrűségváltozásában is megnyilvánuló intenzív kristályosodás jön létre. Ez a szálelaszticitás és szakítószilárdság csökkenését, illetve a mechanikai stabilitás teljes megszűnését eredményezi.

Kimutattuk, hogy a bazaltgyapotok alkalmazhatósági hőfokát a hőkezelés során létrejövő szerkezeti változások mellett, nagymértékben befolyásolják a kiindulási alapszálak mechanikai tulajdonságai. Az eredetileg is kis szilárdságú „B” minta a 400 °C-on fellépő szerkezeti változások hatására mechanikailag már nem minősíthető. Ezt az „A” gyapotnál 650 °C-on és az eredetileg legkedvezőbb paraméterű „C” anyagnál 700 °C-on tapasztaltuk.

Войнаровитчнe, X. И.: Изменение механических свойств базальтового волокна под влиянием тепловой обработки

Было исследовано изменение механических свойств волокон различных составов и различного производства под влиянием тепловой обработки. Было установлено, что при температуре 600 °C характерным является ликвация рентгеноаморфного волокна и образование кристаллического зародыша, обнаруживаемого методом электронной дифракции. Эти явления приводят к охрупчению волокна за счет образования в поверхностном слое дефектов (при неизменной прочности на разрыв). Снижение прочности на разрыв наблюдается только при $T \geq 600$ °C, что связано со структурными изменениями в объеме волокна. В температурном интервале 600—800 °C при окислении Fe(II) происходит интенсивная кристаллизация, выражающаяся также и в изменении плотности материала. Это приводит к снижению эластичности волокон, их прочности на разрыв, и в конце концов к полному исчезновению механической стабильности. Было показано, что на температуру применения базальтовой ваты-наряду со структурными изменениями под влиянием температурной обработки-большое влияние оказывают также и механические свойства, которые волокно имело в исходном состоянии.

Frau Wojnárovits, Hrapka, Ilona: Fasermechanische Änderung der Basaltwolle zufolge der Wärmewirkung

Die fasermechanische Änderung zufolge der Wärmebehandlung wurde bei drei Basaltwollemustern mit verschiedenen Zusammenset-

zung und Herstellungstechnologie untersucht. Es wurde festgestellt, dass eine durch Elektronendiffraktion nachgewiesene Kristallkeimbildung und die Likvation röntgenamorpher Faser unterhalb von 600 °C charakteristisch sind. Diese ergibt sich eine gesteigerte Faserversprödung durch die Fehlerstellen der Faseroberfläche (bei unveränderter Zugfestigkeit). Die Abnahme der Zugfestigkeit ist nur mit dem Zustandekommen dreidimensionaler Strukturänderungen ab 600 °C zu erfahren. Im Temperaturbereich 600—800 °C läuft neben der Eisen (II.)-Oxydation auch eine intensive Kristallisation ab.

Diese ergibt sich die Abnahme der Faserelastizität und der Zugfestigkeit, bzw. das vollständige Aufhören der mechanischen Stabilität. Es wurde festgestellt, dass die Anwendungstemperatur der Basaltwolle durch die Wärmebehandlung begleitenden Strukturänderungen und die mechanischen Eigenschaften der Anfangsfaser beeinflusst wird.

Wojnárovits-Hrapka, Ilona: Heat-Induced Mechanical Changes of Basalt Wool

Fibre mechanical changes of three sorts of basalt wool, of different composition and manufacture were studied. Below 600 °C the liquation of an X-ray amorphous phase and crystal nucleus formation (by electron diffraction) takes place. As a consequence lattice defects are formed near the surface, causing a more rigid structure, although the tensile strength of the fibre remains unaffected. Over this temperature however structural changes of volume character take place, which in turn already decrease strength. These changes include the oxidation of Fe(II) between 600—800 °C, and an intensive crystallisation, causing the change of fibre density. The result is a drastic reduction of fibre strength and elasticity or even the complete termination of mechanical stability. The practical service temperature limit (PSTL) of basalt wool depends not only on structural changes, but also by the mechanical characteristics of the strating fibre. Lowest PSTL was 400 °C (fibre “B”), which has a low strength even at low temperature, while PSTL values for the “A” and “C” fibre were 650 and 700 °C, resp.

„PANTEX” önterülő padlókiegyenlítő és csemperagasztó anyag

5 éve gyártja az érsekivadkerti „Magyar-Csehszlovák Barátság” Mg. Tsz. ipari főágazata sikeresen a PANTEX nevű építőipari segédanyagot, mely abban különbözik a jelenleg forgalomban levő hazai és külföldi anyagoktól, hogy ez a termék azonosan használható fel padlókiegyenlítésre és csemperagasztásra.

Külön felhívja a figyelmet a termék ára – 11,50 Ft/kg termelői ár – fajlagos költség megtakarítást is eredményez a felhasználó számára.

A termék kapható a gyártó telephelyén, valamint az ÉPTEK Vállalatnál.

A termék rendelkezik érvényes ÉMI műszaki alkalmassági bizonyítvánnyal, valamint vizsgálati jegyzőkönyvvel. Az alábbiakban ismertetjük a felhasználási technológiát:

1. Padlósimítás:

Alkalmazási terület:

Természetes szilárdulású betonajzatok simítása, max. 6 mm vastagságban PVC, padlószőnyeg, parketta linóleum stb. burkolatok alá.

Műszaki jellemzők:

Hajlítószilárdság: min. 2 MPa 28 napos
Nyomószilárdság: min. 9 MPa 28 napos
Tapadószilárdság: min. 1 MPa 28 napos
Lineáris méretváltozás: max. 0,5% 28 napos

Külső megjelenés: zöldes szürke színű porkeverék, zúzott csomagolású.

Felhasználás:

Keverési arány:

25 kg PANTEX-hez 10 liter víz. ($\pm 15\%$ eltérés megengedett).

Az aljzat, olaj, gipsz, mész, festék, zsír stb. és por-szenyeződéstől mentes legyen. Az előkészítéshez P.V.A. vizes oldatát kell alkalmazni.

1 térf. rész P.V.A.

2 térf. rész vízhígításban.

Az előkezelést az első réteg száradása után meg kell ismételni.

Keverés:

A keverés során a poranyagot kell a keverő vízbe szórni, majd csomómentesre elkeverni.

Pihentési idő: 25–30 perc.

Beadolgozási hőmérséklet 5°C felett.

Felhasználhatóság: 3 órán belül.

A masszát, átkeverés után lehet az előkezelte aljzatra teríteni. A terítéshez csavarszivattyús berendezés is alkalmazható. Az anyag önterülő sajátságú, így a felületen a vastagságnak megfelelően el kell húzni. Az elkészített simítórétegre a burkolatot 3 napon belül fel kell ragasztani. (kb. 20°C hőm. mellett 3 nap). Amennyiben ez idő alatt a ragasztásra nem kerül sor, úgy a felületet fóliatakarással meg kell védeni. Az elkészített simítóréteget huzat, vagy erős napsütés nem érheti.

A felület járható:

24 óra után (kb. 20°C hőm. mellett)

2. Csemperagasztás:

Alkalmazási terület:

Véglegesen rögzített, természetes szilárdulású és gőzérlelt beton, továbbá téglafelületre, csempe, mozaiklap és egyéb hasonló felépítésű burkolóanyag ragasztására alkalmazható, belső térben. Gipszfelületen nem használható.

Műszaki jellemzők:

Nyírótapadó-szilárdság 28 napos min.

0,10 MPa.

Kötéskezdet: 3 óra után

Kötés vége: 24 óra előtt

Ragasztó készítése:

A poranyagot az előírt mennyiségű vízbe szórva csomómentesre kell keverni, majd 30 percig pihentetni.

Keverési arány:

1 kg PANTEX-hez 2,5 dl víz ($\pm 15\%$ eltérés megengedett).

A ragasztás előtt ügyelni kell arra, hogy a felület szennyződéstől mentes legyen. (zsír, olaj, festék, gipsz stb.)

A ragasztóanyagot a portalanított felületre, vagy a burkolóanyag hátoldalára kell kenni. A ragasztó nedves térben is használható. (fürdőszoba, konyha stb.)

Ragasztási hőmérséklet:

5°C felett.

A felület járható:

24 óra után, terhelhető 8 nap után.

3. Munkavédelem:

A PANTEX mérgező vagy gyúlékony anyagokat nem tartalmaz, nem fagyveszélyes. Felhasználása során a cementhabarcsokra vonatkozó előírásokat kell betartani.

4. Csomagolás:

40–25–5–1 kg-os egységekben.

5. Tárolás:

Fedett, száraz helyen.

6. Anyagsűrűséglet:

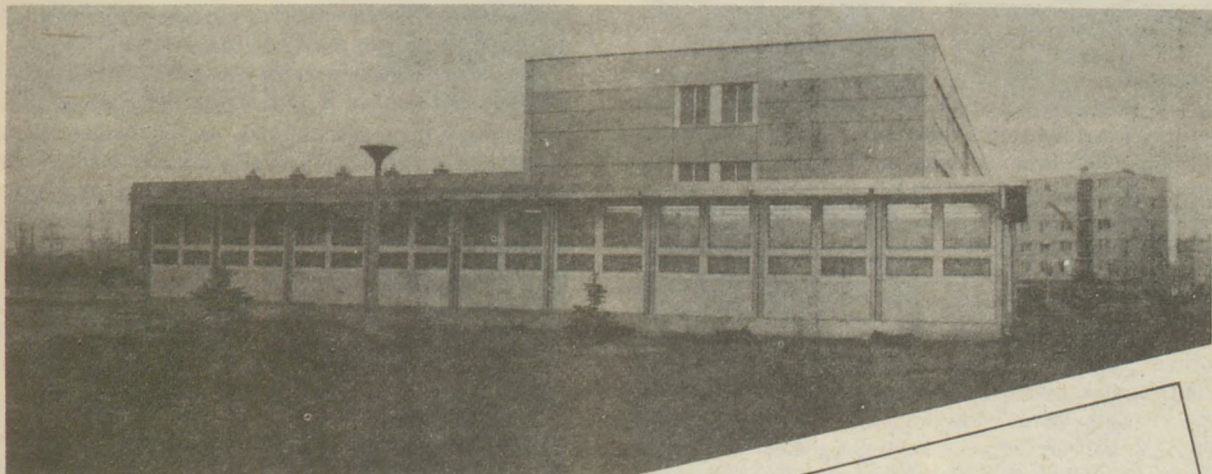
Padlósimításnál az aljzat minőségétől függően kb. $1,5\text{--}1,6\text{ kg/m}^2/\text{mm}$, csemperagasztásnál kb. $0,5\text{--}1\text{ kg/m}^2/\text{mm}$.

7. Szavatossági idő:

6 hónap

„Magyar-Csehszlovák Barátság”
Mg. Termelőszövetkezet
Érsekivadkert

ALUTÉR alumíniumvázas lakótérellemrendszer



Vegye igénybe szolgáltatásainkat, költséget, időt, energiát takaríthat meg.

Könnyűszerkezetes, modulelvű építési mód esztétikus, minimális karbantartást igénylő korrózióálló alumíniumvázas térelmekből, melyek szükség esetén károsodás nélkül áttelepíthetők.

A száraz és vizes egységek változatos kombinációval egy és többterű, max. kétszintes objektumok alakíthatók ki rendkívül széles felhasználási területen.

Referenciáinkban szerepelnek irodák, műhelyek, raktárak, kiszolgáló objektumok, munkásszállók, öltöző-mosdók, valamint különféle speciális technológiákat hordozó térelmek.

A térellemrendszer komfortfokozata, esztétikus megjelenése lehetővé teszi vendéglátóipari és idegenforgalmi, kiállítási épületek, üdülők gyors és korszerű kialakítását.

Különleges klimatikai körülmények közé telepíthető változata is létezik, melyre jó példa a Szovjetunióban – Tengizben – a közelmúltban létesített 4 000 fős lakótábor.

Rövid átfutási idővel (2–4 hónap) vállaljuk az ALUTÉR térellem objektumok tervezését, gyártását, telepítését, illetve igény esetén kulcsra-kész átadását is.

Az igényekhez alkalmazkodva megteremtjük a konténerépületek lízingelési lehetőségét.

További információkkal, ill. alkalmazástechnikai szaktanácsadással kereskedelmi osztályunk vállalkozási csoportja szolgál.



Gyártja és forgalmazza:

Alumíniumszerkezetek Gyára



Hódmezővásárhely,
Pf.: 37. 6800
Tel.: 62/44-622
42-509
Tx.: 84-219

Kohászati salakok közetfizikai tulajdonsága

GALOS MIKLÓS

Budapesti Műszaki Egyetem

Bevezetés

A kohászati salakokat szerte a világon több iparágban változó formában hasznosítják, amelyek közül az építőipari — aprított és osztályozott termékként — felhasználás vezető helyet foglal el. Ezen a területen a kohászati salakok zúzottkő, illetve homokos kavics helyett kerülnek beton- és vasbeton szerkezetekbe, falazóelemekbe, illetve utak pályaszerkezetének rétegeibe, vasúti ágyazatokba. Felhasználásukat kedvező anyagszerkezeti tulajdonságaik alapozzák meg, támogava azzal a ténnyel, hogy a nyersvas és az acélgyártás során folytonosan képződnek, folyamatos alapanyag-ellátást biztosítva.

Mind a betonkészítésnél, mind pedig az útpályaszerkezetek építésénél az alkalmazott adalékanyagoknak szemszerkezeti és közetfizikai követelményeket kell kielégítenie. Ezeket az ismert irányelvek és ágazati szabványok táblázatos formában tartalmazzák. Az adalékanyag szemszerkezeti tulajdonságai elsősorban az aprítás és osztályozás technológiájától függenek és csak második helyen említhetjük az anyagi tulajdonságokat. Ezzel szemben a halmaz közetfizikai tulajdonságait elsődlegesen az anyagtulajdonságok határozzák meg.

Így érthető, hogy azoknál a kohászati salakokból előállított halmazos termékeknél is, amelyeket az építőiparban adalékanyagként hasznosítunk, közetfizikai tulajdonságokról kell beszélnünk. Ez esetben az ún. „közetfizikai tulajdonságok” mint gyűjtőfogalom szerepel, amely magába foglalja a terméknek a minősítő tulajdonságjelző értékeit.

A felhasználás során mértékadónak tekintett tulajdonságok összefüggő rendszert alkotnak; nem teszik lehetővé azt, hogy egyetlen számértékkel minősítsünk. A kohászati salakoknál is az anyagszerkezeti jellemzők határozzák meg a számunkra fontos tömegeloszlási, szilárdsági és időállósági tulajdonságokat. Ennek megfelelően kell tehát ezeket — a közetfizikai tulajdonságot eredményező — tulajdonságcsoportokat az alkalmazási területek szem előtt tartásával elemezni.

Anyagszerkezeti tulajdonságok

A kohászati salakok — a nagyolvasztói és az acélművi salakok — anyagszerkezeti tulajdonságait a kohászati technológia, az alkalmazott nyersanyagok minősége (a nyersvas, a mész, a kezelő- és adalékanyagok), a salakelhelyezés és pihentetés módja határozza meg. Ezek a tényezők egy-egy üzemben belül is időben változnak, ami feltétlenül azt jelenti, hogy a képződő kohászati salakok mutathatnak eltérő tulajdonságokat.

A kohászati salakokban a lehülés során a bonyolult egyensúlyi viszonyoknak megfelelően gehlenit és akermanit, az akermanittal szilárd kapcsolatban wollastonit és forsterit, illetve a gehlenit és akermanit elegykristályai mellett, a szilárd fázison keresztül történő reakcióval, merwinit jön létre. A

képződés külső feltételeitől függően a megszilárdult fázisban más-más a kristályos és üveges rész aránya.

A salakban képződő ásványok, mint szilárd alkotók, a létrejövő pórusok és a szilárd alkotók között kialakuló kötések együttese adja a salak szöveti rendszerét, amely szövetek nagymértékben hasonlítanak a kiömlési közetek — andezitek, bazaltok — porfirios szövetére (1. ábra). Ezek az üveges elegyrészeket is tartalmazó porfirios szövetek (pilotaxitos, hialopilites, illetve vitrofrios) jó műszaki tulajdonságok hordozói, amelyeket azonban a pórusok gyakorisága erősen befolyásol.

Így a vizsgált kohászati salakok már makroszkópos vizsgálat alapján könnyen két csoportba sorolhatók, mégpedig egy

- tömör, kissé kagylós törésfelületű, kis porozitású változatra, ahol a pórusok kör keresztmetszetűek és nem alkotnak összefüggő járatokat (60—70%-ban alkotja a halmazt) és egy
- porózus, salakos változatra, amely 30—40%-ban fordul elő.

A szöveti tulajdonság számszerűen a mikrokeménység értékével jellemezhető. Az 1. táblázatban a hazai salakok mikrokeménységét foglaltam össze.

A fentiekből egyenesen következik, hogy a kohászati salakokat sem lehet egy kalap alá vonni; meg kell adni azt, hogy milyen salakról van szó, a származási hely feltüntetésével.

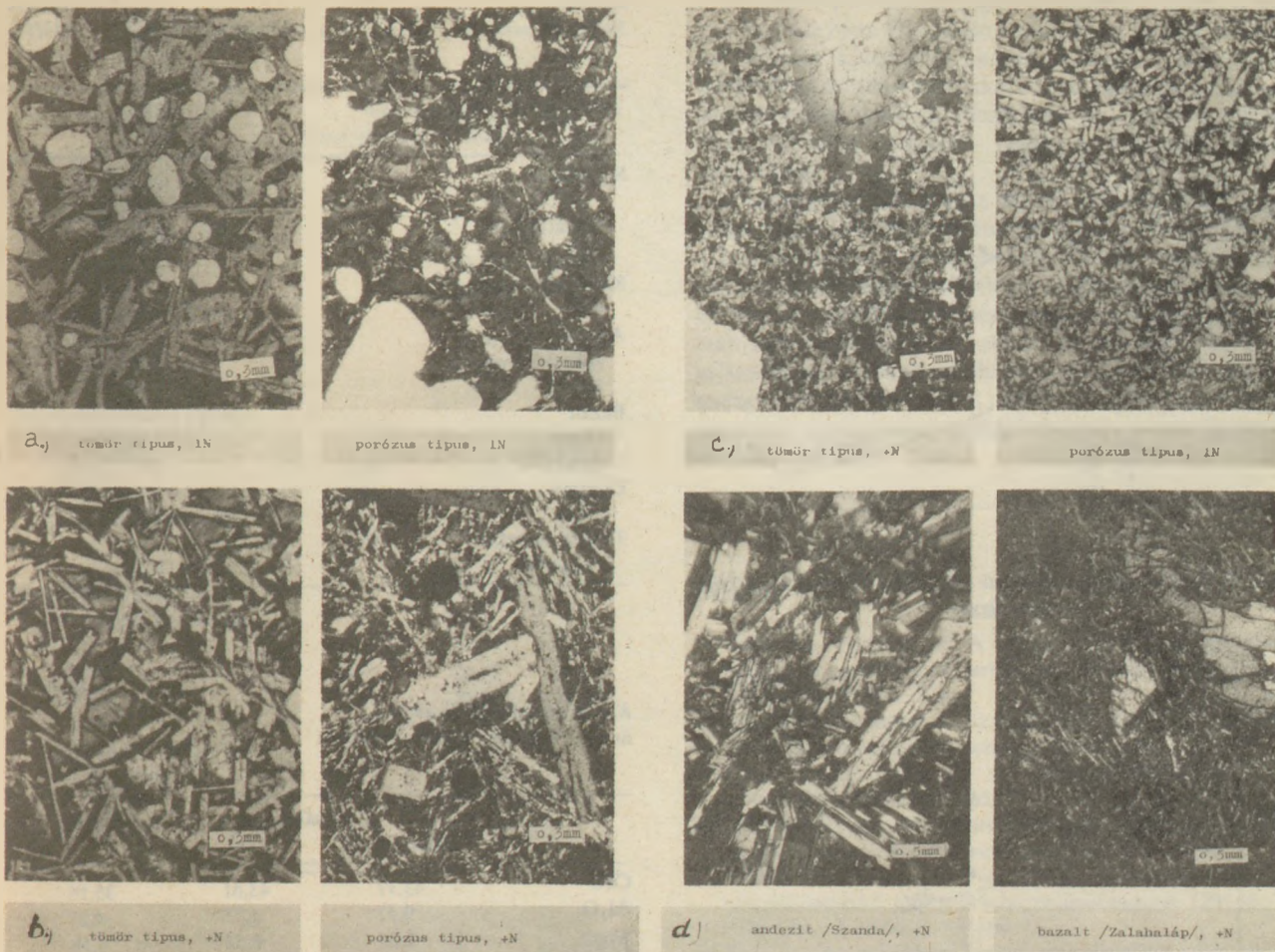
A vegyi összetétel és a vegyelemzés eredményéből meghatározható mutatók (2. táblázat) is jól példázzák a különbségeket. Kohászati salakjainkban a CaO-tartalom 45% alatt van, így meszes mállásra irodalmi adatok alapján nem hajlamosak, de ennek megnyugtató megítéléséhez a szabad CaO-tartalom meghatározására lenne szükség.

Tömegeloszlási tulajdonságok

A tömegeloszlási tulajdonságok sűrűségi, tömörségi és víztartalmi jellemzőkkel adhatók meg. Hazai kohászati salakjaink alacsonyabb anyag- és testsűrűségűek, mint a külföldi szakirodalomban közölt salakok [4], ami természetesen azt eredményezi, hogy a belőlük készített aprított és osztályozott termékeink halmazsűrűsége is alacsony értékű. Ezeket a sűrűségi eredményeket a porózus szemcsehányad viszonylag magas mértéke is magyarázza.

A tömör és porózus szemcsék mind a szilárdsági, mind az időállósági hatásokat másként viselik el. Így a halmaz tömegeloszlási tulajdonságaiba mutató heterogenitás számértékekhez kötötten jellemzi a vizsgált salakféleség anyagszerkezeti heterogenitását.

Véleményem szerint a korábban [2, 3] követelményként támasztott 2500 kg/m³-es testsűrűség felülvizsgálandó



1. ábra. a)–d) Kohászati salakok, valamint andezit és bazalt szövetei képe

határérték. Kohászati salakoknál a tört és osztályozott halmazt alkotó szemcsék testsűrűsége csak „től-ig” határértékkel adható meg, úgy hogy a halmazban 30–40 m%-ban előforduló porózus szemcsék jelenlétét is figyelembe kell venni.

A 2. ábrán az ózdi kohászati salakok légszáraz testsűrűségének és a vízfelvételüknek összefüggését mutatom be. Gyakorlatilag hasonló a görbék lefutása a légszáraz testsűrűség—porozitás viszonylatban is. A ponthalmazban jól elkülöníthetők a tömör és porózus szemcsék. Mind a testsűrűség, mind a vízfelvétel átlagértéke súlyozott átlag a halmazt alkotó tömör és porózus szemcséknek megfelelően.

A különböző helyen képződött salakok anyagsűrűségében mutatkozó különbségek magyarázzák a 3. ábrán láthatókat, ahol a szemnagysághatár függvényében a halmazsűrűségek láthatók.

Szilárdsági tulajdonságok

A kohászati salakok szilárdsági tulajdonságait

- a tömbből kifűrt szabályos próbatesteken végzett szilárdsági vizsgálatok eredményeivel,
- a szemcsék saját szilárdsági értékével és a
- halmazszilárdsági vizsgálatok minősítő értékeivel

jellemezhetjük. A legtöbb külföldi előírás és szabályzat egyetlen halmazszilárdsági vizsgálatához köti a közetfizikai minősítés

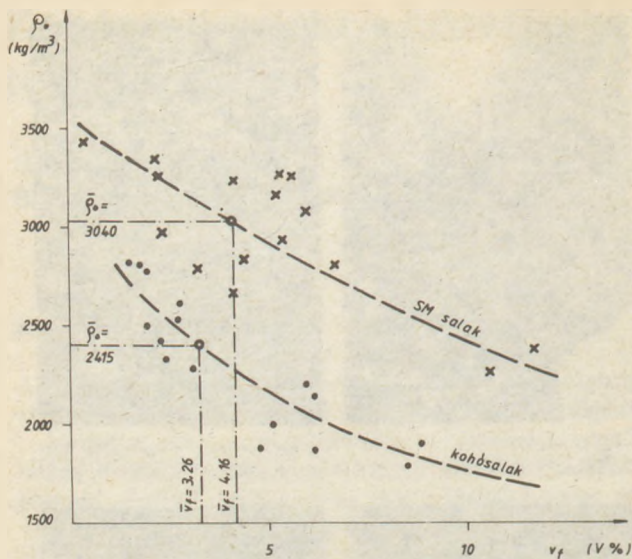
szilárdsági részét; mégpedig a Los Angeles-vizsgálathoz. Ilyen szempontból viszonylag egyedülálló a magyar szabvány, amely a Los Angeles-vizsgálat mellett 12 mm szemnagyság felett a száraz és vizes Deval-vizsgálat elvégzését is előírja.

A 3. táblázatban a kohó- és SM-salak tömör és porózus változatára, illetve halmazoknál néhány szemnagysághatárú termékre mutatom be a szilárdsági jellemzőket.

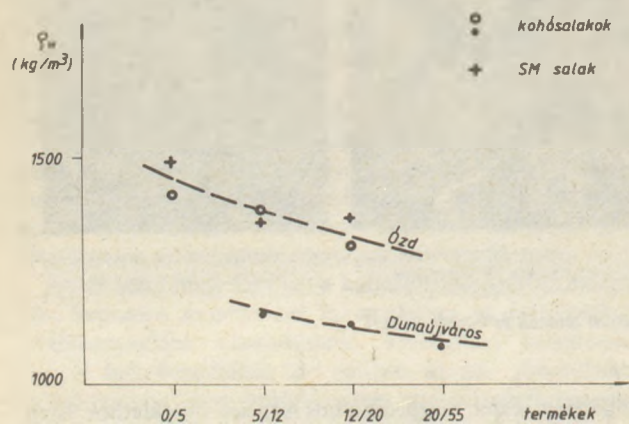
A mérési eredmények jól mutatják a tömör és porózus típus közötti nagy különbséget, ami a halmazos termék heterogenitásban is megmutatkozik. Ebből a szempontból is fontos vizsgálat a szemcsehasítás, amely alapján a szemcse-szilárdság számolható. Az itt közölt eredmények csak átlagértékek, de az anyagok összehasonlításánál — az értékelési munka során — a mérési eredményekből számított statisztikai jellemzők (szórás, eltérés, eloszlás) nagyon fontosak.

A dunaujvárosi kohosalak alacsonyabb szemcse-szilárdsága magyarázza magasabb Los Angeles-aprozódását, amit a szöveti tulajdonságot jellemző mikrokeményesség indokol. A mérési eredmények gyűjtésével célszerűnek látszik a szemcse-szilárdság és a Los Angeles-aprozódás közötti összefüggés kimutatása.

A vizsgált kohászati salakok „C” közetfizikai csoportba sorolhatók, amely alól kivételt képez a dunaujvárosi 35/55 szemcse-nagysághatárú termék. Annak nagyméretű porózus szemcséi magasabb aprozódási veszteséget adnak, így ez a szemnagysághatárú termék „D” közetfizikai csoportú.



2. ábra. Kohászati salakok vízfelvétele és légszáras testsűrűsége közötti összefüggés



3. ábra. Szemmagyság hatása az aprított és osztályozott kohászati salakokból készített termékek halmazsűrűségére

Időállósági tulajdonságok

A kohászati salakok időállósági tulajdonságait az általános időállósági szemlélet alapján elemezhetjük, amely szerint az anyagot érő hatásokat ún. vizsgálati hatásokkal modellezzük és a felhasználási cél szempontjából meghatározott jelzőtulajdonságok megváltozásának mértékét (változási jellemző) tekintjük a minősítés alapjának. Halmazok közetfizikai minősítésénél a nátrium- és magnéziumsulfátos ciklikus kristályosítási vizsgálat szabványosított. Ez esetben a jelzőtulajdonság a tömegvesztés. A nemzetközi előírások általában megelégednek egyfajta kristályosítási vizsgálattal és ez a nátriumsulfátos vizsgálat. Többnyire ez adja a mértékadó eredményt; tapasztalataim szerint a két kristályosítási vizsgálat eredményei között jó regressziós összefüggés mutatható ki.

Természetesen kohászati salakoknál is elemezhetjük az egyéb időállósági hatásokat is. Fontosnak ítélnék az anyagok vízerzékenységét, illetve fagyhatással szembeni ellenálló képességüket.

1. táblázat
Kohászati salakok és néhány hazai kőzet mikrokeménysége (MHV)

| Anyag és lelőhely | MHV (GPa) |
|-------------------|-----------|
| Kohósalak | |
| Dunaújváros | 3,75 |
| Ózd | 2,63 |
| SM-salak | |
| Ózd | 4,86 |
| Andezit | |
| Nógrádkövesd | 5,28 |
| Recsk | 4,96 |
| Bazalt | |
| Diszel | 7,10 |
| Zalahaláp | 4,95 |
| Dolomit | |
| Gánt | 2,50 |
| Tömött mészkő | |
| Polgárdi | 1,22 |

2. táblázat

Kohászati salakok fő alkotói és a bázikuságot jellemző mutatók

| | Kohósalak | | SM-salak |
|--------------------------------|-------------|-------|----------|
| | Dunaújváros | Ózd | Ózd |
| CaO | 43,17 | 43,61 | 35,16 |
| Al ₂ O ₃ | 9,57 | 5,75 | 4,27 |
| MgO | 7,25 | 6,57 | 7,58 |
| SiO ₂ | 39,85 | 37,44 | 26,28 |
| S | 1,85 | 1,15 | 1,24 |
| FeO | 0,19 | 1,59 | 10,35 |
| BM | -1,42 | 4,80 | 9,66 |
| M _B | 1,02 | 1,16 | 1,40 |
| E—B | 1,06 | 1,26 | 1,94 |

Bázikuságot jelző mérőszám (BM)

Bázikus modulus (M_B)

Endell—Birkmann-féle szám (E—B)

Kristályosítási vizsgálat alapján a kohászati salakok „A”, az ózdi SM-salak „B” közetfizikai csoportba volt sorolható (4. táblázat). A kohászati salakok megemelt ciklusszámú kristályosítási vizsgálat hatására sem mutattak fokozódó tönkremenetelt.

A kohászati salakok nyomószilárdságának változási jellemzője ($\lambda = \sigma_{C25f} / \sigma_{CO}$) 25 fagyasztási ciklus hatására 0,60 és 0,90 között változik. A kohósalakok alacsonyabb, az SM-salakok magasabb értéket mutatnak. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy ha az anyagot nem aprított és osztályozott — tehát a feldolgozási folyamattal homogenizált formában — használjuk fel, hanem tömbösen, akkor a rétegesen porózus részek időállóság szempontjából nagyon lerontják a salakok tulajdonságait.

3. táblázat

Szilárdsági jellemzők összesítése

| Vizsgálati mód | Kohósalak | | SM-salak | | |
|--|-----------------------|--------------|----------|-------|--|
| | Dunaújváros | Ózd | Ózd | | |
| Többből fűrt $\varnothing 5,5$ cm-es próbatesten nyomószilárdság (MPa) | | | | | |
| | tömör | 62,19 | 153,13 | | |
| | porózus | 28,80 | 38,54 | | |
| | húzószilárdság (MPa) | | | | |
| tömör | 6,02 | 8,40 | | | |
| porózus | 3,53 | 7,74 | | | |
| Szemcseszilárdság (MPa) | | | | | |
| | 12/20 anyag szemcséin | | | | |
| | tömör | 1,29 | 7,53 | 9,59 | |
| | porózus | 0,66 | 4,05 | 4,75 | |
| 20/55 anyag szemcséin átlag | 2,26 | | | | |
| Halmazszilárdság Los Angeles-aprozódás (m%) | | | | | |
| | 5/12 | 33,30 | 29,15 | 27,25 | |
| | 12/20 | 34,70 | 29,50 | 25,95 | |
| | 35/55 | 41,00 | | | |
| | Deval-aprozódás (m%) | | | | |
| | | 12/20 száraz | 2,45 | | |
| | | vizes | 6,65 | | |
| | | 20/55 száraz | 15,10 | | |
| | vizes | 16,85 | | | |

4. táblázat

Kohászati salakok kristályosítási vesztesége

| | Kohósalak | | SM-salak | |
|------------------------------------|-------------------------------|------|----------|-------|
| | Dunaújváros | Ózd | Ózd | |
| | kristályosítási veszteség, m% | | | |
| Na_2SO_4 -oldattal | | | | |
| | 5/12 | 0,27 | 0,58 | 3,06 |
| | 12/20 | 1,00 | 4,17 | 13,22 |
| | 25/35 | 0,18 | | |
| | 35/55 | 3,84 | | |
| MgSO_4 -oldattal | | | | |
| | 5/12 | 2,04 | 0,91 | 1,67 |
| | 12/20 | 4,66 | 4,72 | 14,42 |
| | 20/35 | 0,04 | | |
| | 35/55 | 5,15 | | |

Összefoglalás

A kohászati salakokból aprított és osztályozott termékek az építőiparban és ezen belül az aszfaltút építésben felhasználhatók, de a felhasználás során anyagi tulajdonságaikat szem előtt kell tartani. Az anyagi tulajdonságok határozzák meg a minősítés alapjául szolgáló tömegeloszlási, szilárdsági és időállósági tulajdonságokat, illetve az egyéb bedolgozással, tapadással, tömöríthetőséggel stb. kapcsolatos viselkedéseket.

A közetalapú adalékanyagok minősítése az építési kőanyagok szabványsora [9] alapján készül. Ha a kohászati salakokat közetek kiváltására akarjuk használni, akkor ennek szellemében a kohászati salakokra is ki kell dolgozni azokat a szabványokat, amelyek illeszkedve az építési kőanyagok szabványsorába, lehetővé teszik a kohászati salakok minősítését.

E szabványosítási munka mellett természetesen szükség van azokra a műszaki előírásokra, amelyek szerkezeteinkben a kohászati salakok beépítésének feltételeit szabályozzák a tervezéstől az építés utáni ellenőrzésen keresztül a létesítmény átvételéig. Természetesen ez az előírásgyűjtemény csak akkor töltheti be hivatását, ha mindazok az anyagi sajátosságok, amelyek a kohászati salakokra mint általános anyagtulajdonságok és mint a képződési hely függvényeként megjelenő konkrét anyagtulajdonságok, benne figyelembe vannak véve.

Irodalom

- [1] Gálos M.—Tóth M.-né: A Dunai Vasmű kohósalakkövéből aprított és osztályozott termék az útépítésben. Építőanyag, XXXIII évf. (1981), 5. sz.
- [2] Ütügyi Kutató Intézet 11. sz. kiadványa. Ács P.: Hazai kohósalakkövek útépitési alkalmazásai. UKI, Bp. 1960.
- [3] Ütügyi Kutató Intézet 35. sz. kiadványa. Reznák L.: Kő és kohósalakkő. UKI, Bp. 1965.
- [4] Laboratoire Central des Ponts et Chaussées kiadványa Les laitiers de haut fourneau et construction routière. Paris, 1970.
- [5] BME Ásvány- és Földtani Tanszék kutatási jelentése a dunaújvárosi kohósalakkő útépitési felhasználhatóságáról. (204.006/79.) (Gálos M.—Kertész P.—Marek I.)
- [6] BME Ásvány- és Földtani Tanszék szakvéleménye a dunaújvárosi kohósalakkövből nyert 0/5 mm termék közetfizikai minősítéséről (204.010/79—2/81). (Gálos M.—Kertész P.—Marek I.)
- [7] BME Ásvány- és Földtani Tanszék szakvéleménye a dunaújvárosi kohósalakkövből nyert 20/55 termék vasútépitési alkalmazhatóságáról (204.010/79—3/81). (Gálos M.—Kertész P.—Marek I.)
- [8] BME Ásvány- és Földtani Tanszék kutatási jelentése az Ózdi Kohászati Üzemek vastalanított és osztályozott nagyvolvasztói és SM acélműi, kohászati salakjainak vasútépitési és vízépítési felhasználhatóságáról (204.009/83). (Gálos M.—Kertész P.—Marek I.)
- [9] Építési kőanyagok szabványsorozata. Magyar Szabványügyi Hivatal. Szabványgyűjtemények 4. Betonok, habarcsok, építési kőanyagok. Szabványkiadó, Bp. 1981.

Галош, М.: Физические свойства металлургических шлаков

Gálos, Miklós: Gesteinphysikalische Eigenschaften von Hütten-schlacken

Gálos, Miklós: Rock Physical Properties of Metallurgical Slags

PORSZŰRŐK ALKALMAZÁSA



A környezetszennyezés növekedésének megakadályozása érdekében a géptervezők egyre több olyan berendezést terveznek a különböző technológiai folyamatokhoz, melyek a szennyezés mértékét csökkentik. Az egyik leggyakoribb s ezért nagyon veszélyes szennyező anyag a por, ami különösen a növényzetet károsítja.

Az ÉLGÉP már több évtizede gyárt különböző típusú porszűrő és porleválasztó berendezéseket. Mivel ezek nem nyújtottak megfelelő védelmet, olyan új rendszerű szűrőket kellett kifejleszteni, amelyek porleválasztó képessége eléri a kívánt értéket.

E fejlesztés eredményeként született meg az ÉLGÉP vállalatnál a PSZ típusú porszűrő család, melynek tagjai a szűrőfelület méreteit tekintve lehetnek 20, 30, 40, 60, 90 és 120 m²-esek. Valamennyi teljesen automatikus működésű, tartós üzemmódban alkalmazhatók, s a legkülönbözőbb fajtájú porok kiválasztását biztosítják nagy hatásokkal. (Pl. filterlisztnél ez az érték 98,99%!) A berendezés működését a mellékelt ábra jól mutatja.

A szűrendő levegő átáramlik a szűrőzsákon, miközben a por a zsák külső felületén leválik. A megtisztított levegő távozik a gépből.

A leválasztott por a kúpos garatba hullik, majd a kivezető szerelvényen (pl. légelzáró) át elhagyja a gépet.

Mivel a szűrőzsák tisztítás nélkül gyorsan eltömődne, sűrített levegő befúvatásával lehet az eltömődést megakadályozni. A befúvatás ideje, valamint a szünetidő a pneumatikus vezérlő egység segítségével változtatható.

A nagynyomású levegő fúvócsöveken át jut be a szűrőzsákba. A fúvócsövek úgy helyezkednek el, hogy a furatokon kiáramló nagynyomású levegő a szűrőkeretek nyílásán keresztül – belülről kifelé haladva – a lerakódott port a szűrőzsákról lefújja.

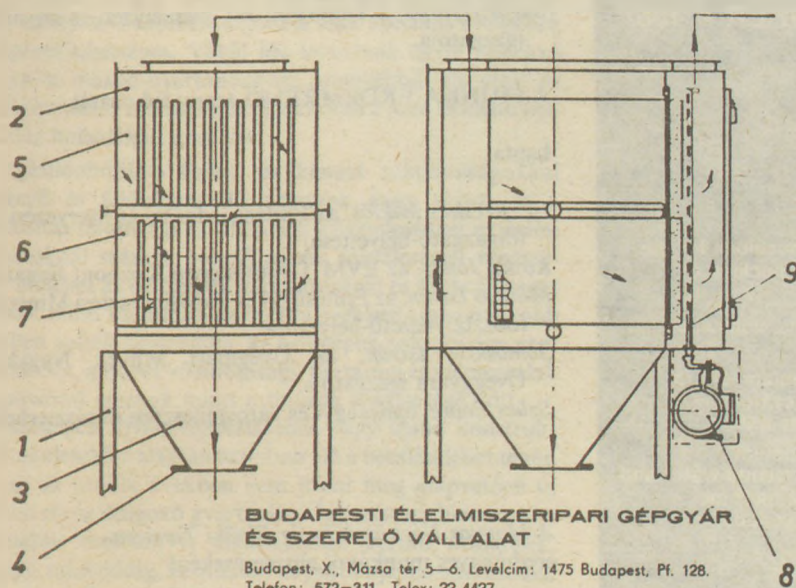
A zsák anyaga tűnemezelt poliészter szövet, merevítését a tartókeret végzi. A légtartályból a levegő membránszelepeken keresztül jut a fúvócsónkba.

A szelepek vezérlését pneumatikus vezérlő biztosítja. Amennyiben a leválasztott por nagyon tapadós vagy beboltozódásra hajlamos, a garatra pneumatikus vibrátor szerelhető. A vibrátor (vibrátorok) vezérlése is pneumatikával történik. Mivel a gép teljesen automatikus vezérlésű, kezelése egyszerű.

A berendezés építőszekrény-elv szerint készül, tehát a szűrőzsákok, a kamrák, a váz egyes részei, a vezérlés azonosak a különböző nagyságú porszűrőknél.

A gép minden olyan üzemben alkalmazható, ahol a poros levegő hőmérséklete a 80 °C-ot nem haladja meg.

Az új porszűrő család a környezetvédelem céljait messzemenően szolgálja. A mérések azt mutatják, hogy nagy terhelés esetén is csupán milligramm (mg/m^3) nagyságrendű por marad vissza a levegőben, tehát az előírt levegőtisztaságot biztosítani lehet. A megszárt levegőt az üzemi térbe is vissza lehet vezetni, ami energiamegtakarítást eredményez.



**BUDAPESTI ÉLELMISZERIPARI GÉPGYÁR
ÉS SZERELŐ VÁLLALAT**
Budapest, X., Mácsa tér 5-6. Levélcím: 1475 Budapest, Pf. 128.
Telefon: 572-311 Telex: 22-4427

- 1. Láb
- 2. Burkolat
- 3. Szerelt garat
- 4. Karima
- 5. Szerelt kimeneti karima I.
- 6. Szerelt kimeneti karima II.
- 7. Szűrőzsák
- 8. Pneumatika
- 9. Fúvócső

tecn. argilla

12th
INTERNATIONAL
MACHINERY
AND TECHNOLOGY
EXHIBITION
FOR CERAMIC
INDUSTRY

RIMINI/ITALY
SEPTEMBER 29
OCTOBER 4 1987

TRADE SECTORS

- Plants, machines and accessories for refractory material and tile making industry.
- Plants, machines and accessories for the building ceramic industry.
- Plants, machines and accessories for the pottery industry, bathroom fitting and artistic ceramics.
- Industrial heating systems and accessories for kilns.
- Compressed air generation plants.
- Plants and machines for the handling and packing of products.
- Raw materials, unfinished products.
- Laboratory equipment for production control and industrial research.
- Control equipment, antipollution plants and smoke, equipment for accident prevention.

Organizers:
Ente Autonomo Fiera di Rimini
C.P. 300 - Tel. 0541/773553
Telex 550844 FIERIM I

During the Exhibition a private coach-service will link TECNARGILLA with CERSAIE.



Please send me information on Tecnargilla:

Surname _____ First Name _____
Firm _____ Address _____
Town _____ Country _____

Please send to:
ENTE AUTONOMO FIERA DI RIMINI - C.P. 300 - Rimini - Italy - Tel. 0541/773553 - Telex 550844 FIERIM I

KITÜNTETTJEINK

Hazánk felszabadulásának 42. évfordulója alkalmából

az Elnöki Tanács kimagasló gazdasági és társadalmi munkájuk elismeréseként kitüntetések adományozott.

AZ ÁPRILIS NEGYEDIKE ÉRDEMRENDET
kapta:

Dr. Juhász Gyula, az Üvegipari Művek Salgótarjáni Siküveggyára igazgatója,
Sugár György, a Tungsram RT személyzeti és szociális igazgatója.

A MUNKA ÉRDEMREND arany fokozatát

kapta:

Dr. Kecskés Miklós, az Építésgazdasági és Szervezési Intézet főigazgató-helyettese,
Koska János, az ÉVM Továbbképző Központ főigazgatója,
Márkus István, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium főosztályvezető-helyettese,
Somoskőy István, az Üvegipari Művek Nagykanizsai Üveggyára igazgatója,
Szűcs Endre, építésügyi és városfejlesztési miniszterhelyettes.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa
eredményes munkájuk elismeréseként

Dr. Sikota Győzőnek, a Finomkerámiaipari Művek nyugalmazott művészeti vezetőjének a

MUNKA ÉRDEMREND ezüst fokozata,

Gliba Györgynek, a Budai Téglaiipari Vállalat pilisborosjenői gyára műszaki vezetőjének a

MUNKA ÉRDEMREND bronz fokozata

kitüntetést adományozta.

Az építésügyi és városfejlesztési miniszter eredményesen végzett gazdasági és társadalmi munkája elismerésül,
a nemzetközi nőnap alkalmából
dr. Puskás Béláné, a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet tudományos csoportvezetője

részére

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetést adományozott.

A kitüntetetteknek további sok sikert és jó egészséget kíván

a Szilikátipari Tudományos
Egyesület Vezetősége

A finomra és igen finomra őrlő folyamatok gépészeti megvalósítása*

HÖFFL, K.

Bergakademie, Freiberg

Az őrlőgépekkel köztes vagy végtermékké feldolgozandó anyagok igen sokfélék és különbözőek. A szilárd ásványi anyagoktól, mint az érc, tüzelőanyagok, sók, kövek és földfésések, az élelmiszer-gazdasági termékekig terjednek. Ehhez járulnak még a vegyi és műveleti folyamatok intermedierjei, amelyek továbbfeldolgozása csak speciális őrlőgépek segítségével lehetséges. Végül ide tartoznak egyre növekvő számban a másod-nyersanyagok, amelyekből itt csak az eröművi hamut, a műanyag-hulladékot és a fém- és elektronika-gyártás hulladékait említjük.

A legkülönbözőbb fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező és feldolgozandó anyagok nagy száma és a megvalósítás finomsági és tisztasági követelményei az őrlési folyamatoknál számba vehető gépek sokféleségeit eredményezte. Jóllehet az őrlőgépek alkalmasságát és többcélúságát mind bel-, mind külföldön az utóbbi években egyre nagyobb mértékben vették figyelembe, az őrlőgépek sokrétűsége nem változott. Sőt, a növekvő finomsági, tisztasági és szemcsealaki iránti növekvő igények miatt a típusok sokfélesége nőtt.

Az őrlőgépek továbbfejlesztésének vagy újabb konstrukcióinak az elemzése alapján azonban azt a becslést lehet tenni, miszerint az utóbbi években nem jelent meg alapvetően új működési elven dolgozó gyártmány. Így minden bizonnyal a legközelebbi években is alkalmazásra kerülő őrlőgépek, ugyanúgy, mint eddig, az őrlendő anyagot nyomással, ütéssel, ütköztetéssel és nyírással, ill. ezek kombinációjával fogják aprítani; még akkor is, ha a konstrukciós továbbfejlesztés sokféle intézkedésével egyre megfelelőbb gépekkel és a mikroelektronika növekvő térhódításával kell számolnunk. Mindez érvényes mind a durva, mind a közepes, a finom és az igen finom őrlés folyamatára.

Az új konstrukcióknál és a továbbfejlesztésnél az általános tendenciáknak megfelelően a fő figyelmet mind a felhasználóknál, mind a gyártóknál a hatékonyság növelésére fordították, így pl. a fajlagos energiaszükséglet csökkentésére, a kapacitás növelésére, a felhasznált anyag csökkentésére, az élettartam és a megbízhatóság növelésére, ezzel kapcsolatban a jobb méretezésre, figyelemmel az osztályozógépekkel való csatlakoztathatóságra egy komplett berendezéssel azzal a céllal, hogy növekvő mértékben lehessen a CAD/CAM rendszereket alkalmazni.

Számos fejlesztőmunkát kell ennek ellenére végezni, amivel megoldható

- a fajlagos energiaszükséglet további csökkentése,
- a bevitt energia hasznosításának a fokozása,
- a munkát végző elemek kopásállóságának növelése és a fajlagos kopás csökkentése,
- a következményekhez igazodó variabilitás és illesztés növelése a termékminőség egyidejű javításával, ill. biztosításával,
- még jobb automatizálhatósági megoldás kidolgozása és ezzel
- az üzemeltetési költségek csökkentése.

* III. Vegyipari Gépészeti Konferencián (Budapest, 1987. V. 12—15) elhangzott előadás.

Ezek alapján, továbbá azzal a céllal, hogy újabb finomsági és tisztasági követelményeknek, pl. új kerámiái szerkezeti anyagok és töltőanyagok előállításakor eleget lehessen tenni, kell a további kutatómunka súlypontjait kijelölni. Ilyen célok és súlypontok a következők:

- Kedvezőbb terhelési mechanizmusok és igénybevételi sebességek, ill. gyorsulások alkalmazása és kutatása éppúgy, mint a gépek jobb kialakítása a nyersanyag-tulajdonságok és minőségi követelmények, pl. egészen az 5 μm alatti finomságok eléréséig,
- az őrlőgépek konstrukciós javítása a munkát végző szerkezetek és a munkatér szempontjából, valamint kopásálló szerkezeti anyagok beépítése,
- az őrlési folyamatok alapösszefüggéseinek tisztázására irányuló kutatások, figyelemmel az adott körülmények között végbemenő őrlés mikrofolyamatainak kutatására és megismerésére, beleértve a szilárdtestfizikát is. Ezeket a területeket, éppen úgy, mint az őrlő- és osztályozó folyamatok modellezése területén az utóbbi években lényeges előrehaladás történt.

Ásványi nyersanyagok és az ezekből keletkező köztes termékek és kiválasztott másod-nyersanyagok finomra és igen finomra őrlésének az utóbbi években megismerhető irányzataiból kiindulva, valamint a megfelelő őrlő- és osztályozó gépek beépítésével kapcsolatos műszaki előkészületek alapján a Freibergi Bergakademie Előállító és feldolgozó gépek tudományos tagozatán (Wissenschaftsbereich Gewinnungs- und Aufbereitungsmaschinen der Bergakademie Freiberg) kiválasztott finomra és igen finomra őrlő gépekkel, mint pl. a hengermalmokkal és rezgőmalmokkal egy sor elméleti és kísérleti vizsgálatot végeztek.

A modell és félüzemi berendezésekkel végzett vizsgálatoknak az volt a célja, hogy elméleti és hasonlósági törvényeken alapuló módszerekkel méretezési elveket dolgozzanak ki a gépészeti fejlesztés számára, ill. meglévő módszereket tökéletesítsenek és optimalizálják a legfontosabb műszaki gazdasági mutatókat éppen úgy, mint az üzemeltetés folyamatát. Az összes ezzel kapcsolatban végzett vizsgálatot felhasználták arra, hogy a gépészeti és technológiai paraméterek befolyásait, pl. a fajlagos energiaszükséglet és a kopás mértékének csökkentését, megismerjék és ezekből a konstrukció kialakítására és az üzemeltetés feltételeire végkövetkeztetéseket tegyenek.

Eredmények és fejlesztési tendenciák a hengerořlésnél

A hengermalmokat puha és közép kemény anyagok, mint a mészkő, mész, bauxit, foszfátok, földpátok, magnézit stb. finomra és igen finomra őrlésére alkalmazzák. Ha az őrlő test kopásálló szerkezeti anyagból készül, akkor kemény anyagok, ideértve a cementklinkereket is, őrlésére alkalmasak. Ha a vivőközeg forró gáz, akkor ezek az egységek szárítókként is működnek, és akkor nedves anyagok is egészen 20% nedvességtartalomig őrlhetők.

A hengermalmok csoportjába sorolhatók mindazok a malmok, amelyeknél az őrlőtestek sík, hengeres, homorúra süllyesztett, vagy kúpos, vízszintesen vagy függőlegesen álló törőlapokon kényszerkapcsolatban legördülnek és eközben a törőlapok és az őrlőtestek közé kerülő őrlendő anyagot aprítják. A nehézségi erővel, a külső erővel (pl. rugóerővel) vagy a centrifugális erővel terhelt őrlőtestek a hengermalmoknál hengeres vagy kúp alakú hengerek vagy golyók lehetnek.

A nagy őrlőkapacitás iránti igény és kopásállóbb szerkezeti anyagok kifejlesztése hengermalmoknál a következő fejlesztési tendenciákat eredményezték az utóbbi években:

- A teljesítmény növelése nagy egységteljesítményű ($m = 500$ t/h) gépek kifejlesztésével és építésével. A Dessau-i VEB Zementanlegebau (Cementipari gépgyár) olyan hengermalmot fejlesztett ki (méret nagyság 34), amelynél a törőlap átmérője 3400 mm és a teljesítmény 300 t/h-ig terjed és jelenleg üzembe helyezés alatt áll.
- A fajlagos energiaszükséglet csökkentése a munkát végző elemek és légtechnikai egységek kedvezőbb kialakításával, ill. a külső őrlőmenny-körfolyam alkalmazásával.
- Az őrlőtest és törőlap élettartamának növelése a kopás csökkentésével.
- Az őrlőberendezések automatizálása és az őrlőtest helyzetének és az összeszorító erőnek az ellenőrzésére érzékelők beépítése.

A hengermalmoknál számításba jövő malomkonstrukcióknak és terhelési feltételeknek a töltetes malmokkal (golyósmalmok, csőmalmok) szemben a következők az előnyei:

- A kis fajlagos energiaszükséglet, amelyik az őrlőmenny finomságának és az őrlendő anyag őrlhetőségének függvényében 8—30 kWh/t, a relatív vékony szemcseréteg őrlésével magyarázható. Mivel a malmot hajtó motorok az összes energiaszükségletnek csak 50—60%-át igénylik, jelentékeny energia-megtakarítást lehet elérni az őrlési körfolyamat megváltoztatásával. Ezt a körülményt a dessau-i VEB Cementipari gépgyárral közösen vizsgálták, és a belső őrlési körfolyamatok, légáramok üzemeltetéssel szemben egészen 40%-ig terjedő energia-megtakarítást találtak. Ezzel kapcsolatban meg kell említeni, hogy egy 12-es típusmértű ZAB jelű malommal, külső őrlési körfolyamattal nagy szilárdságú PZ 1/45, ill. PZ 4/45 cementet is előállítottak, eközben az energiaigény a csőmalomhoz képest mintegy 30%-kal volt kisebb.
- Egy további nem lebecsülendő előny, hogy malom-nagyságtól függően egészen $d_A = 300$ mm-es feladási szemcseméretig el lehet menni, így az őrlendő anyag előkészítésénél többnyire egy őrlési fokozatot meg lehet takarítani.
- Mivel az őrlendő anyag a munkatérben aránylag rövid ideig tartózkodik, és az összeszorító erők egyszerűen változtathatók, ill. ezek az őrlendő anyaghoz könnyen illeszthetők, a hengermalmoknak kedvezően szabályozhatóak és alkalmasak a teljesen automatizált üzemvitelre.
- A kompakt építési mód miatt a hengermalmoknak fajlagos tömeg-, tér- és felület-szükséglete kicsi, ezért más malomtípusokhoz képest 50%-ig csökkent beruházási költséget igényelnek.

Hátrányt jelent a nagy súrlódó rész az őrléskor és az ebből, főleg a kemény anyagoknál következő kopás, amit manapság azonban már teljesen kézben lehet tartani.

A jövőbeli termelő üzemmel és a dessau-i VEB Cementipari gépgyárral együttműködve, azért, hogy az NDK-ban a belső és a külső őrlési körrel rendelkező nagy hengermalmok fejlesztését és építését megvalósítsák, a kutatómunkában a következő súlypontokra koncentráltak:

- A munkát végző szerkezetek és a munkatér-kialakítás vizsgálata, beleértve a munkatér áramlási viszonyait, az őrlőmenny recirkulációját és a szárítva őrlést is.
- Nagy hengermalmok számítási alapjainak kimunkálása, így pl. a teljesítményszükségletnek, a késztermék-kihozatalnak, a vivőközeg térfogatáramának, az összeszorító erőnek és más problémákörnek a tisztázása.

A hengermalmok őrléstechnikai és gazdasági okokból sokféle anyagok, ideértve a szenet is, őrlésére jól alkalmasak, és minden bizonnyal egyre jobban terjednek, jöhetnek a hagyományos dobmalomok golyósmalmok formájában még sok területen, így pl. a nedvesőrlésnél megtartják a jelentőségüket. Ez a megállapítás igaz a nagyobb finomságok elérésének terén is, tekintettel arra, hogy a hengermalmokkal jelenleg már nagy szilárdságú cementet és 60 μm -os határ-szemcséjű földpátokat állítanak elő.

Eredmények és fejlesztési tendenciák a rezgőmalmoknál

Az utóbbi években a már több mint 50 éve ismert rezgőmalom őrlés a malmok különböző geometriai kialakításával, minden keménységfokozatú anyag finomra és igen finomra őrlésével egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. A rezgőmalom egy vagy több, vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezett hengeres, gyűrű alakú, vagy teknő formájú őrlőterekből állnak, amelyek a szokásos kiviteleknel rugókra vagy gumituskókra támaszkodnak, és rezgést gerjesztő egységek segítségével kör alakú rezgést végeznek $\omega^2 = 12$ g gyorsulásig, néhány esetben még ennél nagyobb értékkel, miközben a meghajtás fordulatszáma $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ -től $n = 3900 \text{ min}^{-1}$ -ig terjed.

Az őrlőtérben lévő őrlőtestek, pl. golyók, cilipebsz vagy rudak 75-től 80%-ig terjedő őrlőtest töltési fokkal, az őrlőtestek közötti őrlendő anyaggal hajtó mozgást végeznek az őrlőtér falainak mozgása következtében. A hajtó és körkörös mozgást végző őrlőtest és őrlendő anyagotöltet az őrlendő anyagra ütést, ütközést és nyírást fejt ki, miáltal az őrlés az őrlőtestek között és az őrlőtestek és a malomfal között megy végbe. Ezeknél a malmoknál a nagy energiasűrűségű és annak megfelelő frekvenciájú terhelésnél a fajlagos felület növelése mellett kémiai, ill. fizikai-kémiai átalakulások is végbemehetnek az őrlőmennyben, amelyek az anyag szerkezetének megváltozásához és a reakcióképesség megnöveléséhez vezetnek. Eközben ügyelni kell arra, hogy pl. egy kívánt ütési igénybevételnél nemcsak az ω^2 gyorsulást, mint abszolút nagyságot kell figyelembe venni, hanem egy megfelelően nagy r rezgési sugarat is, amelyik az őrlési feladattól és az őrlőkamra nagyságától függően 2,5 mm-től 10 mm-ig terjed, esetleg 10 mm-nél nagyobb is lehet.

Mivel a hajtási, ill. terhelési folyamatot az őrlőtér fala gerjeszti, és az impulzus-terjedés az őrlőtest-őrlőmenny keverékben bekövetkező fékezés következtében az őrlőtér falától vagy a megfelelő gerjesztő szerkezettől távolodva csökken és energiaszegényebb lesz, a malomtér-átmérőket impulzusátadó beépítmények nélkül rendszerint 750 mm-nél kisebbre választják.

A nagyobb őrlőtér-átmérőjű rezgőmalomokat tehát

központi csövekkel vagy más beépítményekkel látják el. Újabban a mozgáspályák vizsgálata alapján a rezgőmalom munkatereibe cellakerekes elemeket is beépítenek, amelyek az örlőtér töltetével forognak és a holttereket folytatólágosabb újabb terhelésekkel megszüntetik. Ilyen módon egy 30%-ig terjedő teljesítménynövekedést lehet elérni.

A rezgőmalom a különböző keménységi fokozatú anyagok, ideértve az igen kemény és koptató anyagok, száraz és nedves, finomra és igen finomra őrlésére alkalmasak folyamatos és szakaszos üzemmódban, a feladási szemcsenagyságtól és a kívánt végtermékfinomságtól függően 40-től 50 t/h kapacitásig, sőt újabban durvaőrlésre is felhasználják. Más oldalról 5 μm -nál kisebb termékfinomság is elérhető. Esetenként rezgőmalom alkalmaznak mély hőmérsékletű őrlésre cseppfolyós nitrogén felhasználásával.

Mivel nagyobb szállítási sebességeknél az őrlendő anyag jobban aprítódik és nagyobb teljesítmény érhető el, a rezgőmalomokat gyakran rövid és többdarabos őrlőtérrel képezi ki, és különböző kapcsolási variációkat létesítenek. Így a kis őrlőcsőátmérő beépítésével egyidejűleg a nagy átmérőjű őrlőterek holt zónáinak a problémája is megkerülhető.

Az üzemvitel javítása és továbbfejlesztése érdekében szükséges volt gépészeti vizsgálatokat végezni a rezgőmalmon. A fejlesztés céljai a következők voltak:

- a rezgési állapotot befolyásoló tényezők elemzése,
- a rezgést gerjesztő hajtóművek gépészeti kialakítása egy stabil rezgési állapot biztosítása érdekében,
- a rezgőmalom munkaterei részére a kiviteli elvek megteremtése a kívánt kapacitás és szemcseméret-összetétel figyelembevételével a fajlagos energiaszükséglet lehetőleg alacsony szinten tartása mellett, mivel ez a finomságtól függően 30—50 kWh/t között, sőt különleges feladatoknál ezen értékek felett van,
- a modellek számítása alapján a teljesítményszükséglet és a rezgés paramétereinek stb. számítása.

Ezeknek a kérdéseknek a tisztázására a Bergakademi-n egy kísérleti berendezést fejlesztettek ki, amelyik alkalmas az elméleti összefüggések ellenőrzésére és a konstrukciós, valamint üzemeltetési paraméterek optimalására. Az őrlőberendezés egy RSM 35-2V típusú rezgő-csőmalom volt, amelyet pl. 30 g gyorsulásig és 10 mm lengési amplitúdóig lehetett üzemeltetni. Ezzel a kísérleti berendezéssel olyan paramétereket lehetett tehát megvalósítani, amelyek messze felette voltak más rezgőmalom paramétereinek.

Nagy teljesítményű rezgőmalomok, amelyek 10 t/h-nál nagyobb teljesítményűek, kielégítően nagy gyorsulások mellett, építésének alapvető előfeltétele a megfelelő rezgést gerjesztő egység jelenléte. A gépészeti kutatásokból ismert, hogy a rezgést gerjesztő egységek méretének a csapágyakban ébredő nagy igénybevétel, amelyik a növekvő gerjesztő erővel fokozódik, és az ezzel járó csökkenő élettartam határt szab. Ezért a hagyományosan tömegeivel gerjesztő egységekkel nem lehet tetszőlegesen nagy gépeket hajtani. A nagy őrlőtérreknél, amelyek 750 mm \varnothing -nél nagyobbak, a hajtás és energiaátvitel problémái a felelősek végső soron azért, hogy rezgőmalomokat csak kisebb kapacitással, általában 10 t/h alattival lehet beszerezni. A jövőre nézve is biztonsággal állítható, hogy nem lehet a hengermalmokhoz hasonló nagy kapacitásokat rezgőmalomoknál elérni. Ámbar kedvezőbb meghajtási lehetőséget is el lehet érni, ha áttérnek egy új meghajtásra, mint pl. a hengertömeges hajtásra (Massenwalzenantrieb). Ennél a meghajtási típusnál a gerjesztő erő csapágyazás nélkül adható közvetlenül egy üreges test felületének és arról az átvezethető a rezgő rendszerbe.

A rezgőmalomok hajtási problémáinak megoldásához a hajtóteljesítmény meghatározása és a rezgési amplitúdó számítása döntően fontos. Ebből a célból a többtömegű modellek és az ezeket leíró differenciálegyenlet-rendszerek alapján összefüggéseket kaptak a hajtóteljesítményre és a lengés amplitúdójára, amelyek a mért értékekkel jól egyeztek. Ez a megállapítás mind a vízszintes cső- vagy a függőleges rezgőmalomokra egyaránt igaz.

Az igen finomra őrlés vonatkozásában a rezgőmalom alkalmazását illetően mindenekelőtt a függőleges rezgőmalomokra kell utalni, amelyek mind szakaszos, mind folyamatos üzemmódban elsősorban a nedvesőrlésre alkalmasak. Stroncium-ferrit őrlésekkel ezzel kapcsolatban azt tapasztalták, hogy a függőleges rezgőmalom a gyöngymalomnál szűkebb szemcseeloszlást adott, az energia-felhasználás kedvezőbb volt, a minőség lényegesen jobb és az üzemvitel gazdaságosabb. Ilyen értelemben a függőleges rezgőmalom ferritek őrlésénél valódi alternatívát jelent a gyöngymalommal szemben.

A rezgőmalomokkal az új kerámiai szerkezeti anyagok előállításánál, valamint műanyagok, festékek töltőanyagának gyártásánál igényelt finomságot el lehet érni, ezért ezeken a területeken növekvő jelentőséggel bírnak. Egy további alkalmazási terület, ahol szintén növekvő elterjedésre számíthatunk, az igen finom barnaszénporok rezgőmalommal előállítására. A rezgőmalom technológia azzal az előnnyel jár, hogy a nagy, 75—80%-os őrlőtér-kitöltés miatt és az egyszerű anyagátvitel miatt nincs szükség védőgázra, és az őrlési technológia kis fogyasztók számára is megvalósítható. Ezzel kapcsolatban mechanikus diszpergátorokat (finomra őrlő ütköztető malmokat) is megvizsgáltak nagy igénybevételi sebességgel egészen $v_{rel} = 300$ m/s-ig, és az eredményeket összehasonlították a rezgő- és hengermalmok eredményeivel.

Az őrlő- és osztályozógépekkel igen energiaigényes folyamatokat valósítanak meg, amelyeknél az energiafelvétel 1000 kWh/t-ig, sőt ennél nagyobb értékig terjed. Ezért az energia-gazdálkodásnak, valamint az abszolút megbízható üzemvitelnek változó vagy rideg feltételek mellett is, az anyag-gazdálkodással és az ezzel kapcsolatos kopási folyamatokkal együtt fokozott jelentőséget kell tulajdonítani. Mivel az őrlő- és osztályozógépeknél rendszerint egyidejűleg többféle kopási jelenség és mechanizmus is fellép, és mivel az ásványi közties anyagoknál igen bonyolult terhelési feltételek alakulnak ki, befejezésül utalás történik a károsodási folyamatok szerkezetére, ill. a tribo-rendszerekre. Ebből az következik, hogy a kopás nem a szerkezeti anyag tulajdonsága, hanem egy komplex tribológiai rendszer tulajdonsága. Ezért a kopásnak kitett szerkezeti anyagok kiválasztásakor az egész rendszer összefüggéseit kell figyelembe venni.

A továbbfejlesztés alapvető szempontjai összefoglalva a következők:

1. Különös figyelmet kell fordítani a gépek munkatereiben végbemenő mikro- és makrofolyamatok matematikai modellezésére, mert ez a CAD/CAM-rendszerek növekvő alkalmazásának is előfeltétele, és lehetőséget teremt a tudományosan megalapozott üzemeltetésre.

2. Az őrlő- és osztályozógépek alkalmazási határait szisztematikusan meg kell határozni, miközben az egyes gépcsoportok alkalmazási lehetőségeit megfelelő illesztéssel bővíteni és az őrlés minőségét javítani kell.

3. Mivel az anyagi mutatóktól, a gép- és eljárás-technikai jellemzőktől függő kedvező automatizálhatósági megoldások átfogóan csak akkor lehetségesek, ha a gépek működésmódjai és karakterisztikus tartományai ismertek, ill.

módunkban áll a gépek paramétereit befolyásolni, ezért a legfontosabb befolyásolási tényezőket meg kell vizsgálni.

4. Szükség van folyamatosan dolgozó, kopásálló, nagy teljesítményű gépekre és berendezésekre növekvő kapacitás mellett, miközben az energia- és anyaggazdálkodásra az egyes folyamatlépcsők célszerű kombinációjával különös figyelmet kell fordítani.

5. A nemzetközi tendencia az egyre nagyobb és erősebb gépegységek felé mutat, mivel ez rendszerint előnyösen kapcsolódik az automatizálhatósággal, az üzemeltetés felügyeletével, a folyamatvezetéssel és megfelelő műszaki-gazdasági mutatóknál végül munkaerő-csökkenést jelentenek. Különböző esetekben azonban úgy tűnik, hogy ezek a határok már kirajzolódnak.

6. Kopásálló szerkezeti anyagokkal, megfelelő gépekkel és gépcsoportokkal, tervszerű és megelőző karbantartással az élettartam lényegesen növelhető.

7. Az energia- és anyaggazdálkodás további fokozásához, a végtermékek használhatósági tulajdonságainak emeléséhez, valamint új szerkezeti anyagok előállításához, mint pl. a funkcionális és szerkezeti kerámia, speciális üvegek, világítótestek, színezékek stb. egyre növekvő mértékben igen finom szemcséjű és követelményekhez igazodóan osztályozott anyagokra 5 µm-nél kisebb szemcseméretre van szükség. Ehhez új gépészeti megoldások kellenek, amelyek elérésére nemzetközileg intenzív munka folyik.

Хеффа, К.:

Машинное решение тонкого и сверхтонкого измельчения

Höfl, K.:

Die maschinentechnische Verwirklichung der Fein-, und Feinstmahlungsvorgänge.

Höfl, K.:

Machinery for Fine and Superfine grinding.

**ALUTERV · FKI
ALUMÍNIUMIPARI TERVEZŐ
ÉS KUTATÓ INTÉZET**



ALUMÍNIUMIPARI TANÁCSADÓ KÖZPONT

ALTAK

Díjmentes Alumíniumipari Tanácsadás

Gazdaságos

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

Magyar Alumíniumipari Tröszt ALUTERV-FKI

Cím: **ALTAK** Budapest, VI. Anker köz 1-3.

Telefon: 223-297, 427-787, 426-906

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Budai Ferenc főigazgató

Kiadja:

Delta Szaklapíró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest, IX., Közraktár u. 4. 1093

Telefon: 175-200

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Hírlapképesítő Hivatalok és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján 1900 Budapest V., József Nádor tér 1. vagy átutalással a 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

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

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

Neotyp Nyomdaipari Szolgáltató Kiszövetkezet
Felelős vezető: Kurucz Gábor

INDEX: 25250
HU ISSN 0013—970 X

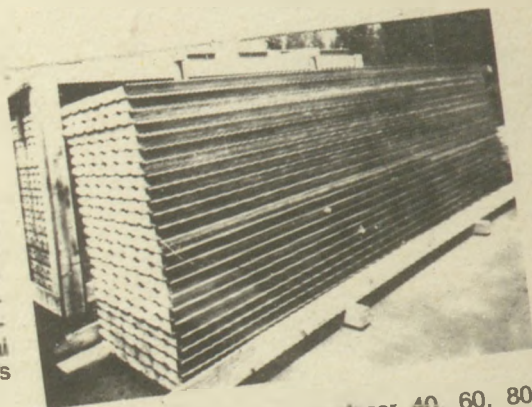
SZENDVICS- PANELEK

A poliuretánhabos szendvicspanelek a rövid idő alatt felépíthető könnyűszerkezetes épületek hosszú élettartamú, karbantartást nem igénylő burkolóelemei. Egyesítik a térelhatárolás, hőszigetelés és vízszigetelés funkcióját. A szerkezet hőszigetelését az alumínium fegyverzetlemezek közé folyékonyan habosított állapotban bevitt poliuretánhab képezi.

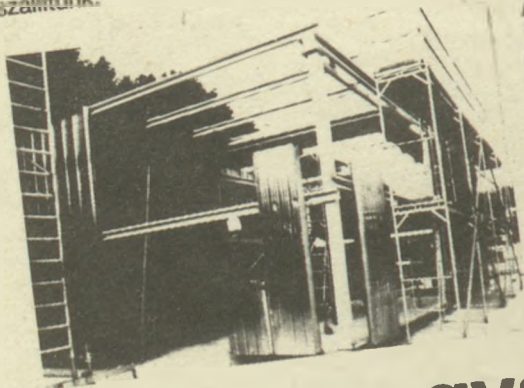
Az ALUPAN-HF típusú panelek kapcsolati rendszere rejtett, gyors és egyszerű szereléses tőkéletes tömítést is. Beépítési szélességük 900 mm. A 12 mm-es maximális gyártási hossz a tervezés és a beépítés során nagy szabadságfokot biztosít.

Az Alumíniumszerkezetek Gyára nem csupán a panelek szállítását vállalja, hanem az épület teljes burkolásához szükséges valamennyi letakaró-, sarokelemet, továbbá elzáró, tömítő és kiegészítő anyagokat is. A szendvicspanel- és burkolatok az alumíniumlemezek kiváló korrózióálló tulajdonságai miatt felületvédelem nélkül is beépíthetők, de magasabb esztétikai igények kielégítésére lakkozott kivitelben is számíthatunk.

**Korszerű
alumíniumfegyverzetű
térelhatárolók**



Az ALUPAN-HF panelrendszer 40, 60, 80, 100 mm vastagságban ipari, mezőgazdasági, termelési, sport funkciójú épületek, hagyományos 13/63-as és 10/150-es panelrendszerünk, 100-200 mm között hűtőházak, mélyhűtött raktárak létesítéséhez alkalmazható oldal- ill. álmennyezeti burkolatként. Az ismertetett panelrendszerek a hagyományos szerkezetű régi építészeti objektumok utólagos hőszigetelésére is gazdaságos lehetőséget nyújtanak. Vállalkozunk a tervezési munkára, burkolati anyagok legyártására, és az épületek kulcsra-kész átadására.



**Gyors megvalósítás,
hamarabb
megtérülő
beruházás**

AB
**HUNGALU
ASZGY**

Alumíniumszerkezetek Gyára
Hódmezővásárhely, Pf.: 37.

6801
Tel.: 62/44-622 Tx.: 84-219
42-509