

3029351



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**12**

XXXI. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST 1979. DECEMBER  
EPITAA 31 (12) 441—476 (1979)

## ÉPÍTŐANYAG

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

## Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kovács Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

## TARTALOM

<i>Bocsi Imre</i> : Lángban lebegtetett üvegszemcsék alakváltozásának vizsgálata tömör és üreges üveggyöngy előállítására céljából. I. Az alakváltozás sajátosságai .....	441
<i>Duma György</i> : Középkori habarcsok .....	448
<i>Csetényi József</i> : Finomkerámiai ömlesztőanyagok alkalmazhatósági vizsgálata .....	456
<i>Tóth Kálmán</i> : Az üvegfátyol előállítása, tulajdonságai és alkalmazása .....	462
<i>Balázs György – Kovács Károly</i> : Az impregnálás hatása a beton szilárdságára .....	466
Kitüntetettjeink .....	447
Konferencia hírek .....	465
Szabadalom figyelő .....	476
Lapszemle .....	476

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бочи, И.</i> : Испытание формы стеклянных частиц, находящихся во взвешенном слое в пламени, с целью получения плотного и пустотелого стекла. (I. Особенности изменения формы) .....	441
<i>Дума, Ль.</i> : Средневековые известковые растворы .....	448
<i>Четени, Й.</i> : Испытание применимости насыпных материалов промышленности тонкой керамики .....	456
<i>Тот, К.</i> : Изготовление, свойства и применение стекло холста .....	462
<i>Балаж, Дь.—Ковач, К.</i> : Влияние импрегнирования на прочность бетона .....	466

## INHALT

<i>Bocsi, Imre</i> : Untersuchung der Formänderungen in Flammen schwebender Glaskörnchen, zwecks Herstellung von Glasperlen und Hohlglasperlen. I. Eigenheiten der Formänderungen .....	441
<i>Duma, György</i> : Mittelalterliche Kalkmörtel .....	448
<i>Csetényi, József</i> : Untersuchung der Anwendbarkeit feinkeramischer Flußmittel .....	456
<i>Tóth, Kálmán</i> : Herstellung, Eigenschaften und Anwendung von Glasflies .....	462
<i>Balázs, György—Kovács, Károly</i> : Auswirkungen der Impregnierung auf die Betonfestigkeit .....	466

## CONTENTS

<i>Duma, György</i> : Calcareous Mortars from the Middle Ages .....	448
<i>Bocsi, Imre</i> : Deformation of Glass Particles Suspended in Flame; preparation of Dense and Hollow Glass Beads, I.: Characteristics of Deformation .....	441
<i>Csetényi, József</i> : Examination of Fluxes for Ceramic Whitewares Manufacture .....	456
<i>Tóth, Kálmán</i> : Manufacture, Properties and Application of Glassfibre wat .....	462
<i>Balázs, György – Kovács, Károly</i> : Effect of Impregnation upon the Strwngh of Concrete .....	466

## Lángban lebegtetett üvegszemcsék alakváltozásának vizsgálata tömör és üreges üveggyöngy előállításának céljából

### I. rész. Az alakváltozás sajátosságai

BOCSI IMRE

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

#### Bevezetés

Örléssel előállított üvegszemcséket megfelelő hőmérsékletű és sebességű lángban lebegtetve azok olyan mértékben hevíthetők fel, hogy az örlés során keletkező szabálytalan alakjuk megváltozik. A felhevülés során az üveg viszkozitása lecsökken, és egy — az adott összetételű üvegre jellemző — határhőmérséklet fölött, a felületi feszültség hatására, az üvegszemcse alakja változni kezd. (A szemcse hőmérsékletének növelésével az üveg felületi feszültsége is csökken, viszkozitás csökkenése azonban ennél nagyságrendekkel nagyobb.) Az alakváltozás során a szemcse felülete fokozatosan csökken, és az alakváltozás végén a minimális felülettel rendelkező alak — a gömbalak áll elő. Amennyiben a gömbalak felvételéhez szükséges idő nem áll rendelkezésre, az üvegszemcse eredeti szabálytalan alakja, valamint a gömbalak közötti átmeneti alakok állnak elő.

A határhőmérséklet fölött minden egyes hőmérsékletre tartozik egy minimális tartózkodási idő, amely a gömbalak kialakulásához szükséges.

Az alakváltozás akkor is végbemegy, ha az üvegszemcséket egy szilárd lapra helyezük, a tökéle-

tes gömbalak kialakulását azonban itt számos tényező gátolja: így például az alátámasztás helyén fellépő koncentrált erőhatás, de a két-különböző anyag érintkező felületén fellépő felületi feszültség is.

Ezzel szemben, a lángban illetve annak füstgázai között történő lebegtetéssel biztosítható az üvegszemcsék zavartalan alakváltozása, és ilyen körülmények mellett tökéletes gömbalak alakulhat ki. Az üvegszemcsék lebegtetésével olyan termék állítható elő, amely kisméretű, szabályos gömbökből áll. Ezt az üveggyöngynek nevezett, általában 1 mm-nél kisebb gömbökből álló terméket a műszaki gyakorlat számos területén alkalmazzák. Leggyakoribb alkalmazási területei: fényvisszaverő fóliák, táblák készítése; a gépiparban különböző fémek felületkezelése (formatisztítás, fáradásnak kitett gépalkatrészek ún. mikrokovácsolása, stb.); szűrők készítése; valamint töltőanyagként való felhasználása a műanyagok sajtolásánál.

A lebegtetéses hőkezelés során — meghatározott körülmények mellett — az üvegszemcse belsejében gázkiválás indul meg, s ha a gáz kidiffundálásához szükséges idő nem áll rendelkezésre, az üveggömb belsejében hólyagok képződnek. Tömör üveggyöngy gyártása esetén káros ez a

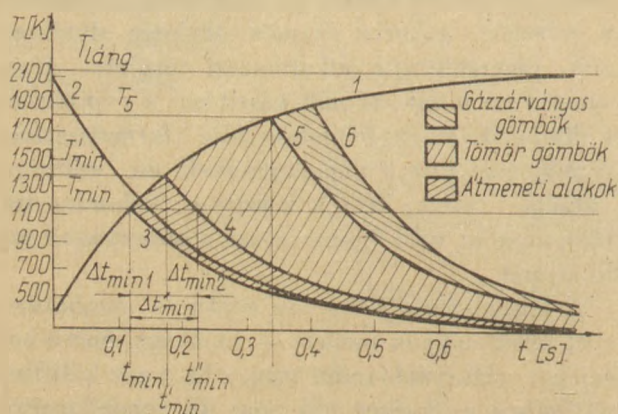
jelenség, mert rontja az üvegyöngytermék optikai és szilárdsági tulajdonságait.

A gázkiválás folyamatának megfelelő irányításával a lángban lebegő üvegszemcsékből vékonyfalú, belül üreges, de zárt pórusú üveggömb állítható elő. Az egyetlen buborékból álló, üreges üveggömb, kis falvastagsága ellenére ( $1 \mu\text{m}$ ), nagy külső hidrosztatikai nyomással terhelhető. Az így előállított termék alkalmazható például: nyomásálló hőszigetelő műanyaghabok készítésére, valamint folyékony robbanóanyagok (ún. robbanózagyk) érzékenyítésére.

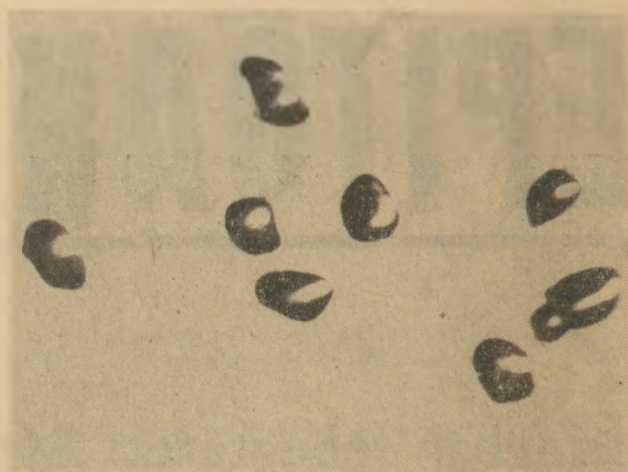
### A tömör és üreges üvegyöngy kialakulásának folyamata és gyakorlati feltételei

Az üvegszemcse hőmérséklete a lángba történő belépés után gyorsan növekszik. A felhevülés sebessége – azaz a hőmérséklet-idő görbe meredeksége – függ az üveg kémiai összetételétől, a láng hőmérsékletétől, a szemcse méretétől, és a szemcse alakjától. A lángban elvileg végtelen hosszú ideig tartózkodó szemcse hőmérséklete asszimptotikusan közelíti meg a láng hőmérsékletét. A valóságos esetben az üvegszemcsék véges ideig tartózkodnak a lángban, majd onnan kiesve, a környező hideg levegőn gyorsan hűlnek le. A felhevülési és lehülési görbéket szemlélteti az 1. ábra.

A lángban lebegő üvegszemcse hőmérséklete az 1-es görbe szerint emelkedik a lángból való kilépés pillanatáig, ezután pedig a 2-es görbe szerint csökken. Azok a szemcsék, amelyek nem hevülnek fel az alakváltozás megindulásához szükséges minimális hőmérsékletig, ( $T_{\min}$ ), változatlan alakkal esnek ki a lángból és hűlnek le. (A különböző összetételű üvegek  $T_{\min}$  hőmérsékletét hevítőmikroszkóp segítségével határoztuk meg.) Ha a lángban lebegő üvegszemcse hőmérséklete eléri a  $T_{\min}$  értéket, az alakváltozás megkezdődik, az élek és



1. ábra A lángban lebegő üvegszemcse felhevülési és lehülési görbéje ideális és valóságos esetben, egy adott szemcseméret esetén

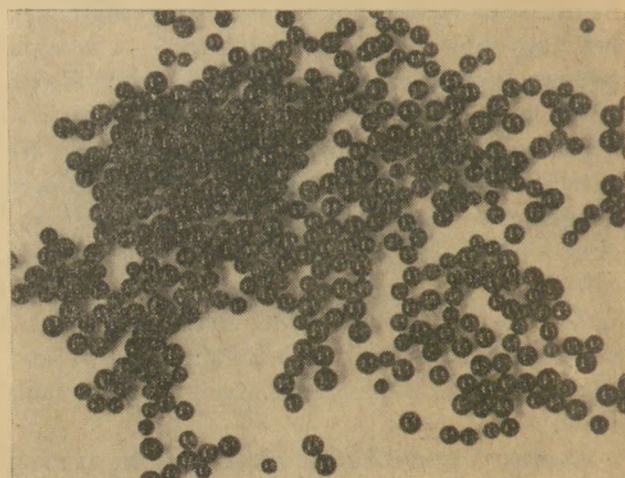


2. ábra. Az éleken és sarkokon legömbölyödött, de gömbalakot fel nem vett üvegszemcsék

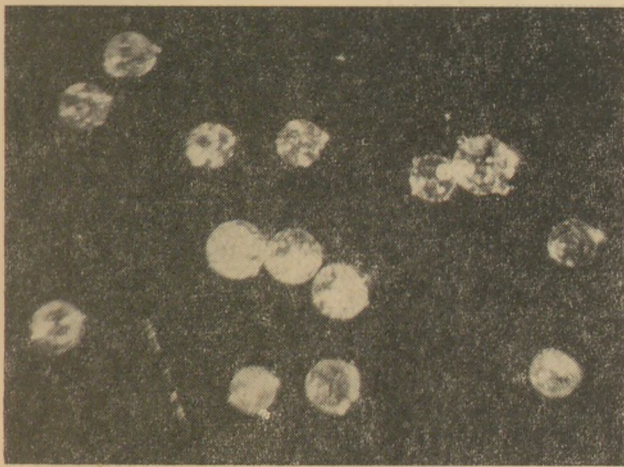
a sarkok legömbölyödésével. A  $T_{\min}$  vagy azt csak kissé meghaladó hőmérsékleten az alakváltozáshoz még nagyon hosszú időre lenne szükség, amely nem áll rendelkezésre.

Ahhoz, hogy az üvegszemcse a gömbalakot felvegye, el kell érnie a  $T_{\min}$  hőmérsékletet. Ehhez a határesethez tartozik a 4-es felhevülési illetve lehülési görbe. A 3-as és a 4-es görbék közötti tartományba eső görbék olyan röppályákat jelentenek, amelyeken haladó szemcsék élei leolvadnak, legömbölyödnek, de a tökéletes gömbalakot még nem veszik fel. Ilyen üvegszemcsék láthatók a 2. ábrán.

A gömbalak kialakulásához tehát a szemcséknek  $T_{\min}$  ideig kell a lángban tartózkodnia. Az alakváltozás azonban ezalatt az idő alatt nem fejeződik be, hanem egészen a  $T_{\min}$  hőmérsékletre történő lehülésig, azaz  $t_{\min}''$ -ig tart. A teljes alakváltozás ideje – az 1-es ábra alapján –  $\Delta t_{\min}$ , amely a lángban végbemenő alakváltozás  $\Delta t_{\min 1}$ , illetve a hűlés közbeni alakváltozás  $\Delta t_{\min 2}$  idejéből tevődik össze. Minden olyan üvegszemcse



3. ábra. Gömbalakot felvett tömör üvegszemcsék



4. ábra. Gázzárványos üveggömbök

esetén, amelynél  $\Delta t_{\min}$ -nél hosszabb idő áll az alakváltozás rendelkezésére, a gömbalak biztonságosan kialakul. Ilyen szemcsék láthatók a 3. ábrán.

Az üvegszemcsék lángban történő lebegtetésének sajátossága az, hogy a  $T'_{\min}$ -nél nagyobb hőmérsékletre felhevülő szemcsék esetén, a gömbalak kialakulásához  $\Delta t_{\min}$ -nél rövidebb idő is elegendő lenne, mert a hőmérséklet növelésével a viszkozitás gyorsan csökken, az alakváltozás sebessége pedig ennek megfelelően gyorsan nő, – a valóságban pedig mind a felhevülés, mind a lehűlés közben lejátszódó alakváltozásra rendelkezésre álló idő ( $\Delta t_1$  ill.  $\Delta t_2$ ) megnő.

A lángban való tartózkodási időnek további növelése esetén az üvegszemcsé olyan mértékben hevül fel, hogy belsejében gázkiválási folyamat indul meg. A gázkiválást egyrészt a nagy véghőmérséklettel együttjáró gáznyelési egyensúly megbomlása, másrészt a gyors atmoszféraváltozás okozza. Az üvegszemcsé ugyanis abban az

időpillanatban lép ki a lángból a környező levegőbe, amikor hőmérséklete maximális.

Ennek a gázkiválási folyamatnak az eredményeképpen az üveggömbök belsejében gázzárványok, hólyagok jelennek meg. Ilyen gázzárványos gömbök láthatók a 4. ábrán.

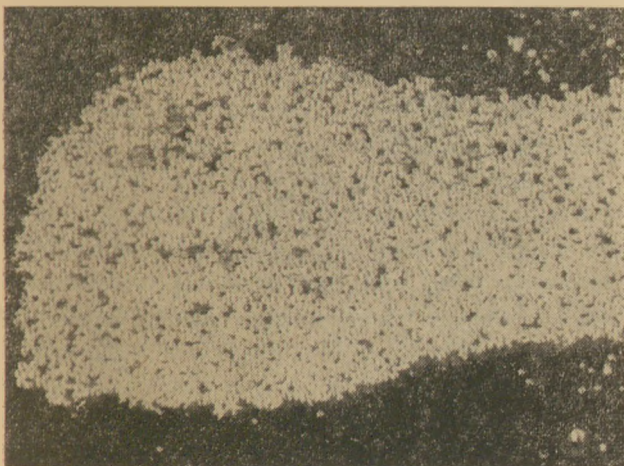
A gázkiválást fokozva, elérhető egy olyan állapot, amikor egyetlen buborékból álló vékonyfalú üveggömb jön létre. Ilyen üveggömbök láthatók az 5. ábrán.

Az üreges üveggömbök előállítási intervallumát az 1-es ábrán az 5-ös, illetve a 6-os görbék közé eső tartomány jelenti. A  $T_6$  hőmérsékletnél nagyobb hőmérsékletre hevülő szemcsékből ugyanis tömör gömbök alakulnak ki, mert az üveg viszkozitása és felületi feszültsége olyan nagy mértékben lecsökken, hogy a buborékok belsejében lévő gáz a vékony üvegfalat felszakítja, a gáz el távozik, és tömör gömb képződik.

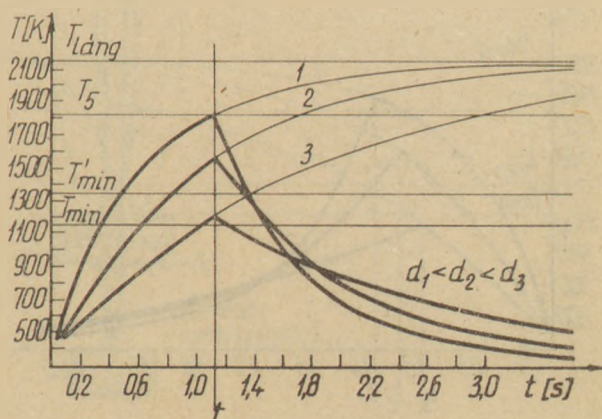
#### Az üvegszemcsék mérete és alakváltozása közötti összefüggés

Az előzőekben ismertetett felhevülési és lehűlési görbék egy adott szemcseméretre vonatkoznak. A gyakorlatban azonban a lebegtetett üvegörlemény szemcséinek mérete az örlemények ismert szemszerkezete szerint oszlik el. A lángban egyidejűleg lebegő szemcsék közül a kisebb méretűek gyorsabban hevülnek fel, és a lángból kikerülve gyorsabban hűlnek le, mint a nagyobb méretűek. Ezek felhevülési és lehűlési viszonyok láthatók a 6. ábrán, három különböző szemcseméret esetében.

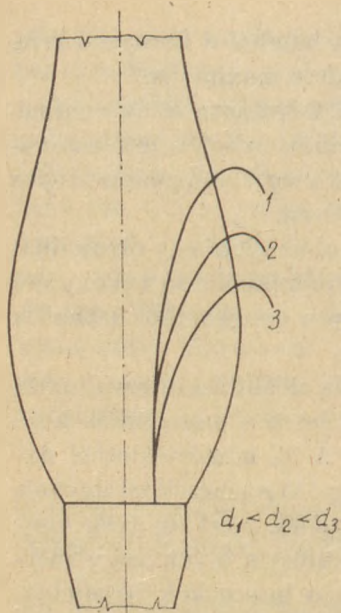
Azonos tartózkodási időt tételezve fel – ami idealizált esetet jelent – a lángból való kilépés pillanatában a szemcsék véghőmérséklete között



5. ábra. Vékonyfalú üreges üveggömbök



6. ábra. Különböző méretű szemcsék felhevülési és lehűlési görbéi

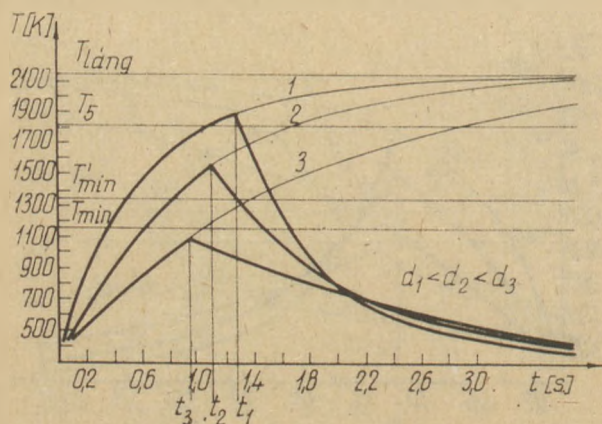


7. ábra. A különböző méretű szemcséknek a lángban megtett pályája

a következő arány áll fenn:  $T_1 > T_2 > T_3$  abban az esetben, ha  $d_1 < d_2 < d_3$ . A valóságos esetben a különböző méretű szemcsék nem azonos ideig tartózkodnak a lángban, mert a nagyobb méretű szemcsék a nagyobb ülepedési sebességük következtében hamarabb kiesnek a lángból, mint a kisebb méretűek, a 7. ábra szerint.

A szemcsemérettel fordítottan arányos tartózkodási időket jelölve meg a felhevülési és lehülési görbékben, adódnak a valóságos esetben kialakuló véghőmérsékletek, amelyek a 8. ábrán láthatók.

Az ábrán a  $T_{min}^*$  a gömbalak kialakulásához feltétlenül szükséges hőmérsékletet, a  $T_5$  pedig a gázkiválás kezdetének határhőmérsékletét jelenti. A  $d_1$  vagy attól kisebb méretű szemcsék a  $T_5$  hőmérsékletig, vagy annál nagyobb hőmérsékletig hevülnek fel, ennek következtében ezekből



8. ábra. A különböző méretű üvegszemcsék véghőmérséklete a valóságos esetnek megfelelő tartózkodási idők esetén

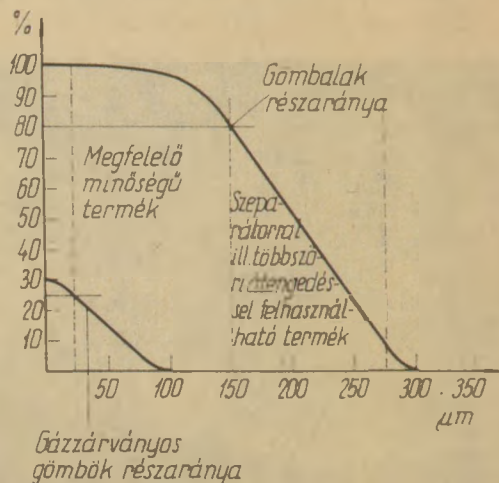
a szemcsékből gázzárványos gömbök keletkeznek. A  $d_2$  átmérővel jellemezhető szemcsék véghőmérséklete a  $T_{min}^*$  és a  $T_5$  hőmérsékletek közé esik, tehát ezekből a szemcsékből gázzárványmentes tömör üveggömbök képződnek. A  $d_3$  vagy ennél nagyobb átmérővel rendelkező szemcsék véghőmérséklete nem éri el a  $T_{min}^*$  értékét, tehát ezek a szemcsék vagy alakváltozás nélkül esnek ki a lángból és hűlnek le, vagy mindössze az élek és a sarkok gömbölyödnek le.

A szemcseméret növelésével tehát együttjár a tartózkodási idő és ennek megfelelően a véghőmérséklet csökkenése, ami azt eredményezi, hogy a késztermékben lévő gömbalakú szemcsék részaránya egyre csökken és egy adott szemcseméretnél gyakorlatilag meg is szűnik. Ugyanez mondható el a kisméretű szemcsékből kialakuló gázzárványos üvegyöngyök részarányát illetően.

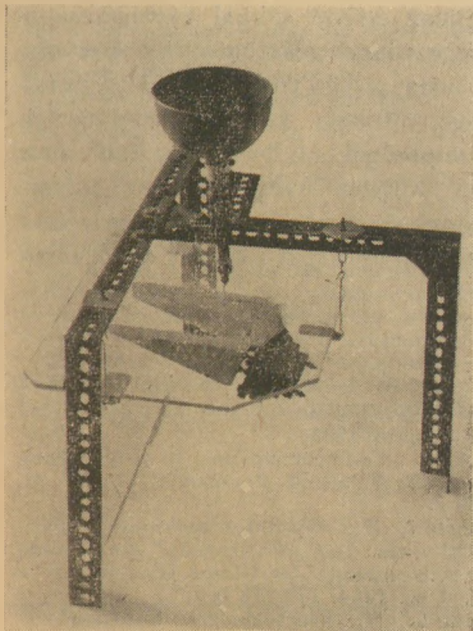
A különböző méretű üvegszemcsék lángban történő lebegtetése során lejátszódó alakváltozás eredménye látható a 9. ábrán.

A felvett diagram folyamatos üvegyöngygyártás közben végzett vizsgálat eredménye, adott üvegminőségre és adott égőre vonatkozik. Az ábra jellege azonban más üvegminőség, illetve égő esetén sem változik, csupán a mérethatárok változnak meg.

A 9. ábrán láthatók azok a határok, amelyek a jó minőségű üvegyöngy intervallumát határolják: a tömör üveggömbök részaránya 80%, vagy annál több, a gázzárványos gömbök részaránya pedig nem érheti el a 25%-ot. A 80%-nál kevesebb gömböt tartalmazó szemcsesfrakcióból is gyártható megfelelő minőségű üvegyöngy a gömb, illetve az attól eltérő alakú szemcsék szétválasztásával. Erre a célra a SZIKKTI-ben folyamatos működésű vibrációs szeparátort fejleszt-



9. ábra. Az üvegyöngy termék jellege a szemcseméret függvényében



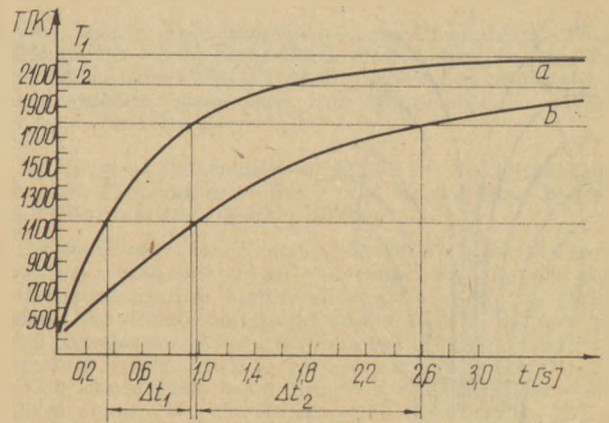
10. ábra. A gömb-, illetve attól eltérő alakú szemcsék szétválasztására kifejlesztett vibrációs szeparátor laboratóriumi kivitelben

tettünk ki. Ilyen vibrációs szeparátort mutat a 10. ábra laboratóriumi kivitelben.

A szeparátor alkalmazásának gazdaságosságát a gyártandó mennyiség dönti el. Amennyiben a nagyobb méretű szemcsékből jelentős mennyiséget kell gyártani, célszerűbb olyan égőt, illetve égőrendszert alkalmazni, amelynél a jó minőségű termék határa a megkívánt nagyobb szemcseméret felé tolódik el.

### Az üvegszemcsék felhevülési sebessége és alakváltozása közötti összefüggés

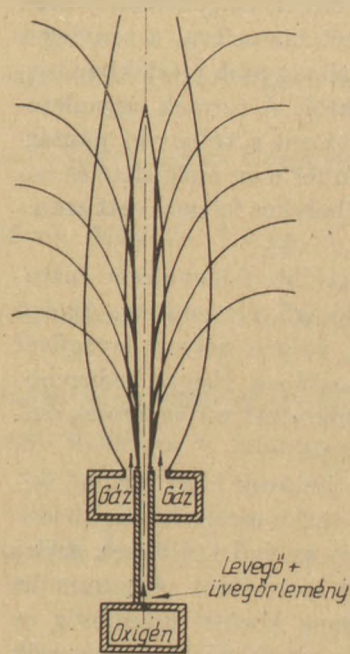
A lángban lebegő üvegszemcsék alakváltozásának a felhevülési és lehülési görbék alapján történő vizsgálata további – az üveggyöngy gyártása szempontjából fontos – következtetések megállapítását teszi lehetővé. A felhevülési görbe kezdeti szakaszának meredekségét – és ennek megfelelően – a szemcse felhevülésének sebességét elsősorban a láng hőmérsékletét határozza meg. Az azonos méretű szemcsék a lángban különböző pályákon haladnak végig, és ezeken a pályákon statisztikusan oszlanak el. Ahhoz, hogy egy adott méretű szemcséből tömör gázzárványtól mentes üveggömbök alakuljanak ki, a lángban való tartózkodási időnek egy adott intervallumba kell esnie, amelyet az alsó és a felső hőmérséklet-határ, valamint a felhevülési görbe határoz meg. Ez az időintervallum a nagy hőmérsékletű lángban



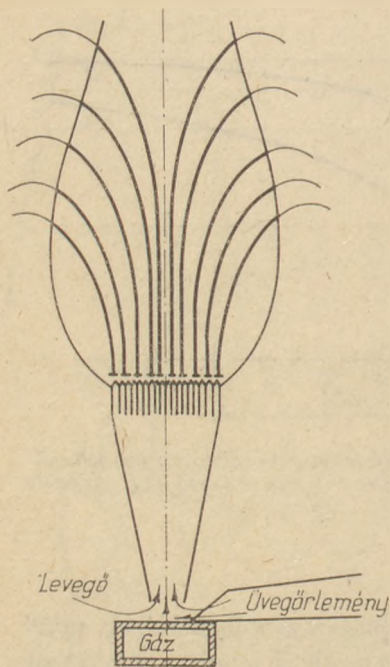
11. ábra. Az azonos hőmérséklet-határokhöz tartozó felhevülési időintervallumok gyors (a) illetve lassú (b) felhevítés esetén

gyorsan felhevülő szemcsék esetében kisebb, mint az alacsonyabb hőmérsékletű lángban lassabban melegedő szemcsék esetében. Ez az összefüggés látható a 11. ábrán. (Az alsó és felső hőmérséklet-határok a gömbalak kialakulásához feltétlenül szükséges  $T_{\min}$  hőmérséklet, valamint a gázkiválás kezdetének  $T_3$  hőmérsékletét jelentik az 1. ábra jelöléseinek megfelelően.)

A nagy lánghőmérséklettel jellemezhető gyors felhevülés a 12. ábrán látható égő, illetve láng esetén alakul ki. Az égő utókeveréses rendszerű, amelynél az oxigén az üvegszemcsékkel együtt lép be a lángba.



12. ábra. Nagy hőmérséklettel jellemezhető, gyors felhevülést biztosító láng, valamint az abban lebegő üvegszemcsék pályája



13. ábra. Lassú felhevülést biztosító, levegős láng, valamint az abban lebegő üvegszemcsék pályája

Az oxigén beáramlás helyén keskeny, nagy hőmérsékletű láng alakul ki. Az üvegszemcséknek ebben a lángmagban megtett minimális és maximális úthossza közötti különbség nagy, aminek következtében nagy a szemcsék véghőmérséklete közötti különbség is. Emiatt az ilyen típusú égővel nehéz egyenletes minőségű üvegyöngyöt gyártani, mert az alakváltozást nem mutató szemcsék részarányának növelésével nő a gázzárványos szemcsék részaránya, és viszont.

Lassú felhevítést, és ennek megfelelően hosszú átlagos tartózkodási időt biztosítva, a tényleges tartózkodási idők értékei nagyobb mértékben térhetnek el az átlagértéktől. A termék egyenletesebb minőségű lesz: csökken a túlhevült gázzárványos, illetve a kellően fel nem melegedett és ennek következtében gömbalakot fel nem vett szemcsék száma.

Az üvegszemcsék lassúbb felhevülését biztosítja a 13. ábrán látható égő, illetve láng. Az égő előkeveréses rendszerű, oxigén helyett levegővel üzemel, ennek következtében lángja hidegebb, mint az előzőekben ismertetett utókeveréses oxigénnel üzemelő égő lángja.

Az adott hőmérséklet határok közé történő felhevüléshez lassú felmelegedés esetén hosszabb időre van szükség, amelyet az égő különösen széles szájkialakításával lehet biztosítani. A minimális és a maximális úthosszak közötti különbség ez esetben kisebb, ennek megfelelően a szemcsék véghőmérséklete sem tér el olyan nagy mértékben egymástól, mint az oxigénes láng esetén.

Az ilyen típusú égővel sokkal egyenletesebb minőségű üvegyöngy gyártható, és további előnyt jelent, hogy az égő tüzeléstechnikai paramétereinek megváltozása kevésbé befolyásolja a késztermék minőségét. Az ilyen égők különösen a gázkiválásra hajlamos üvegeknél alkalmazhatók jó eredménnyel, amely üvegekben már kis mértékű túlhevülés esetén is intenzív gázkiválás indul meg.

## IRODALOM

- [1] Gruber I. – Blahó M.: Folyadékok mechanikája. Budapest, Tankönyvkiadó, 1963.
- [2] Beyersdorfer, P.: Oberflächenspannung und Viskosität. Sprechsaal für Keramik-Glas-Email. 96. 10. sz. 1963. 224-226 p.
- [3] Jeben – Marwedel, H.: Obefrächerspannung überwindet die Viskosität: Der „Mobilpunkt“ als aussichtsreiche Materialkonstante des Glases. Glastechnische Berichte. 27. 5. sz. 1954. 172-173 p.
- [4] Jeben – Marwedel, H.: Glastechnische Fabrikationsfehler. 2. Auflage. Berlin (Göttingen) Heidelberg, Springer Verlag, 1959.
- [5] Eljárás és berendezés üvegyöngy előállítására. 158.506 sz. magyar szabadalom.
- [6] Eljárás és berendezés folytonos görbületű, valamint ettől eltérő (torz) alakú szemcsék alak szerinti osztályozására. 165.136. sz. magyar szabadalom.
- [7] Lőcsei, B.: Az üvegyöngy-gyártás perspektívája. Szilikáttechnika. 5. sz. 1978. 105-107. p.

Bocsi Imre: Lángban lebegtetett üvegszemcsék alakváltozásának vizsgálata tömör és üreges üvegyöngy előállítása céljából.

### I. Az alakváltozás sajátosságai.

A lángban lebegtetett üvegszemcsék alakváltozásának vizsgálata során megállapított összefüggések igen fontosak a jó minőségű üvegyöngy előállítása szempontjából. Ezen összefüggések alapján az adott méretű üvegyöngy gyártására alkalmas égő rendszere megválasztható, és az összefüggések támpontokat szolgáltatnak a lebegtetést végző égő konstrukciós kialakításánál és méretezésénél, továbbá az üzemi paraméterek beállításánál.

Az üvegszemcsék lángban történő lebegtetésével indult meg a SZIKKTI-ben az üvegyöngy-gyártás 1968-ban. Jelenleg ilyen eljárással állítanak elő tömör üvegyöngyöt az Üvegipari Művek Kutató Intézetben, 1 mm mérethatárig, továbbá a SZIKKTI-ben üreges üvegyöngyöt, amelynek átlagos átmérője 50  $\mu\text{m}$ , falvastagsága pedig 1  $\mu\text{m}$ .

Бочи, И.: Испытание формы стеклянных частиц, находящихся во взвешенном слое в пламени, с целью получения плотного и пустотелого стекла. (I. Особенности изменения формы)

Зависимости, определенные в ходе испытания изменения формы стеклянных частиц, находящихся во взвешенном слое в пламени, являются очень важными с точки зрения получения стекла хорошего качества. На основе этих зависимостей может быть выбрана система обжига, пригодная для производства стекла соответствующего размера, и эти зависимости могут служить основой для создания и определения размеров конструкций горелок, осуществляющих обжиг во взвешенном слое, а также для установления заводских параметров.

Производство стекла началось в 1968 г. в СИККТИ путем обжига стеклянных частиц во взвешенном слое. В настоящее время этим способом изготовляют плотный стекларус в Научно-исследовательском институте Объединения стекольной промышленности, до размера 1 мм, а также в СИККТИ пустотелый стекларус, со средним диаметром 50 микрон, и толщиной стенок 1 микрон.



*Bocsi, Imre: Untersuchung der Formänderungen in Flammen schwebender Glaskörnchen, zwecks Herstellung von Glasperlen und Hohlglasperlen.*

#### **I. Eigenheiten der Formänderungen**

Die bei der Untersuchung der Formänderungen in Flammen schwebender Glaskörnchen bestimmten Zusammenhänge sind hinsichtlich der Herstellung hochwertiger Glasperlen von großer Bedeutung. Aufgrund dieser Zusammenhänge kann das zur Herstellung der Glasperlen gegebener Größe entsprechende Brennersystem gewählt werden und diese Zusammenhänge dienen als Anhaltspunkte zur konstruktiven Auslegung und Dimensionierung, sowie weiterhin zur Einstellung der Betriebsparameter der, die Schwebelage aufrechterhaltender Brenner.

Mit dem Schweben von Glaskörnchen in Flammen, begann in 1968 die Herstellung von Glasperlen im Zentralen Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatinindustrie (SZKKTII). Gegenwärtig werden mit diesem

Verfahren im Forschungsinstitut der Glasindustrie Werke Glasperlen bis zu einer Größe von 1 mm, und im Forschungsinstitut SZKKTII Hohlglasperlen mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 50  $\mu\text{m}$  und einer Wandstärke von 1  $\mu\text{m}$  hergestellt.

#### **Bocsi, Imre: Deformation of Glass Particles Suspended in Flame; Preparation of Dense and Hollow Glass Beads, I.: Characteristics of Deformation**

The determination of connexions between various deformation characteristics are very important from the point of manufacturing high-quality glass beads of various sizes, the dimensioning and adjustment of the operational parameters of burners. Glass bead preparation by this method was initiated in Hungary in 1968. For the time being dense glass beads (up to 1 mm dia.) and hollow glass beads (av. dia 50  $\mu\text{m}$ , wall thickness 1  $\mu\text{m}$ ) are manufactured in Hungary by flame suspension.

---

# KITÜNTETETTJEINK

## Az Építésügyi és Városfejlesztési Miniszter az 1979. évi Építők Napja alkalmából

- DOMOKOS Zoltánt, az Üvegipari Művek Salgótarjáni Öblösüveggyár üzemvezetőjét,  
DUDRA Istvánt, az Üvegipari Művek Sajószentpéteri Üveggyár üzemvezetőjét,  
DR. HENSZELMANN Frigyeszt, a Veszprémi Vegyipari Egyetem egyetemi docensét,  
FERENCZ Lajost, az Üvegipari Művek Nagykanizsai Üveggyár osztályvezetőjét,  
KECSKÉS Lászlót, az Üvegipari Művek Miskolci Üveggyár igazgatóhelyettesét,  
DR. SZALADNYA Sándort, a Nehézipari Műszaki Egyetem egyetemi tanárát,  
SZALONTAI Károlyt, az Üvegipari Művek vezérigazgatóhelyettesét,  
POLLÁK Imrét, a DÉLKŐ Déldunántúli Kőbánya V. műszaki, gazdasági tanácsadóját

## KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetésben részesítette.

A kitüntetetteknek gratulálunk.

Szilikátipari Tudományos Egyesület  
Vezetősége

# Középkori mészhabarcsok

DUMA GYÖRGY

Az ismertetett habarcsanyagok a Pilis hegységben levő, pilisszentkereszti kolostor és templomrom falmaradványaiból származnak. Az apátságot III. Béla alapította 1184-ben a franciaországi Ancey kolostorból érkezett ciszterci szerzetesek számára. A tatárok által 1241-ben felégetett, majd újjáépített kolostor a török hódoltság idején 1526–1541. években teljesen elpusztult. Megmaradt részeit később lebontották, az építőköveit felhasználták. Annak ellenére, hogy a kőanyag kitermelését a lakosság csaknem napjainkig folytatta, a hatalmas törmelékhalmozat alatt a falmaradványok jelentős része ma is összefüggő egységet képezve maradt fenn. Ez a körülmény tette lehetővé a felhasznált építőanyagok – kő és habarcsanyagoknak – vizsgálatát valamint a mintavétel helyének az épületen belüli pontos meghatározását.

A kolostorrom helyén már régebben is végeztek ásatásokat. A terület teljes és rendszeres feltárása azonban csak az 1965. évtől kezdődő – Gerevich László által vezetett – régészeti ásatások során vált lehetővé.

A felszínre került falmaradványok habarcsanyagának vizsgálata megszakításokkal több éven keresztül folyt. Célja a középkori egyházi építmények kötőanyagaival kapcsolatos technológiai kérdések megismerése volt, amit a habarcsanyagok és az épület kőanyagának természettudományos vizsgálatával kívántunk megközelíteni (1).

A középkori egyházi építészeti emlékeink között különösen jelentős kolostor történeti és régészeti vonatkozásaival a múlt századtól kezdve több tanulmány foglalkozik (2–9).

Történeti korok habarcsanyagaival kapcsolatban századunkat megelőzően is végeztek vizsgálatokat, s így e kérdést napjainkban terjedelme miatt aligha áttekinthető irodalom tárgyalja. Mindezek között azonban meglepően kevés tanulmány ismerteti a habarcsanyagokra jellemző anyagi sajátosságok meghatározására alkalmas módszereket. Korábban e célból meghatározták a habarcsok oldható kavasavtartalmát (10), kor-meghatározónak tartották a nem karbonátosodott „szabad” mész mennyiségét (11), a római habarcsok összehasonlítására alkalmazták a ké-

miai alkotók alapján meghatározható hidraulikus faktor és szilikátmodult (12), keresték a római habarcsok szilárdságának okát, ezzel összefüggően vizsgálták a kalciumszilikátok képződésének lehetőségét (13), technológiai kísérletekkel követték a terrazzók égetett agyagzúzalékának hidraulikus hatását (14). Mások jellemzőnek tartják a habarcsok sav és lúgoldhatóságának mértékét, a magnézium, kalcium és szulfáttartalmukat (15), újabban a karbonáttartalmuk valamint a savban oldható és abban nem oldható részek mennyiségi megoszlását (16). Megkísérelték az adalékanyagok szemcsemegoszlásából és a kémiai elemzés adataiból a habarcsok egykori keverési arányára következtetni (17), legújabban a mészpép és a homok számítással nyert térfogatarányából kor-meghatározáshoz is adatokat nyerni (18). E néhány példa jól szemlélteti, hogy a régészeti célkitűzéssel végzett habarcs és vakolatvizsgálatokra egységesen alkalmas módszer mindezekig nem alakult ki.

Kétségtelen, hogy a régészeti anyagvizsgálatok területén legtöbb nehézség a habarcs és vakolatvizsgálatokkal kapcsolatban merül fel. Ez önként következik abból, hogy azok mai állapotát mind az emberi tevékenység, mind az ahhoz kapcsolódó természeti folyamatok összefonódó alakító hatása határozza meg. Véleményünk szerint az emberi tevékenység, és az attól aligha elkülöníthető természeti hatásokra végbement változások mindenkor közös jellemző és ismertető jegyei a történeti korok mészalapú kötőanyagainak. A végtermékként keletkező szilárd mészhabarcsot mai állapotában az ásványos összetevői alapján karbonátos kőzetnek, ugyanakkor az egyes kémiai összetevőik viszonylagos megoszlása alapján cement-kötőanyagnak is tekinthetjük. A következőkben ismertetett vizsgálatainkat e szempontokat követve végeztük.

## A habarcsanyagok vizsgálata

A habarcsmintákat a kolostorrom régészek által kijelölt helyeiről vettük. Túlnyomó többségben falazatokból származtak, a mintavétel helyét,

mely azonosan 1 – 1,5 m magasságban volt, a helyszínrajzon rögzítettük. Ezek közül e tanulmányban területileg összefüggő és építészeti jellemző helyekről származó negyvenkét habarcs természettudományos vizsgálatokkal meghatározható sajátosságait ismertetjük.

Vizsgálatsorozatunk első lépéseként meghatároztuk a karbonátos kőzetnek tekintett habarcsanyagok teljes karbonáttartalmát, melyet a savval felszabadítható széndioxidtartalmuk százalékos megoszlásával ( $\text{CO}_2\%$ ) jellemeztünk (19). Az anyagokat a széndioxidtartalom csökkenő mennyiségét követő sorszámmal jelöltük és azokat az egyes habarcsok megjelölésére a továbbiakban azonos módon használtuk. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a habarcsok karbonáttartalma igen széles határok között változik. Kitént, hogy e meghatározás eredményei csoportosításukhoz nem adnak kellő támpontot. A karbonáttartalom elkülönítésére a végkövetkeztetéseink alapján kialakított I., II., III. – habarcs csoportokat használtuk fel. Ezeknek megfelelően választottuk el az igen magas (1–13. sz.), az ugyancsak jelentős (14–21. sz.), valamint a viszonylag alacsonyabb (22–39. sz.) karbonáttartalmú anyagokat. A kis számuk miatt nem csoportosítható igen alacsony karbonáttartalmú habarcsokat (40–42. sz.) külön tüntettük fel. (1. táblázat).

Mivel e vizsgálatok egyértelműen azt mutatják, hogy a habarcsok megszilárdulásában a levegő széndioxidtartalmának jelentős szerepe volt, ezért azokat a levegőn szilárduló mészhabarcsok csoportjába kellett sorolni.

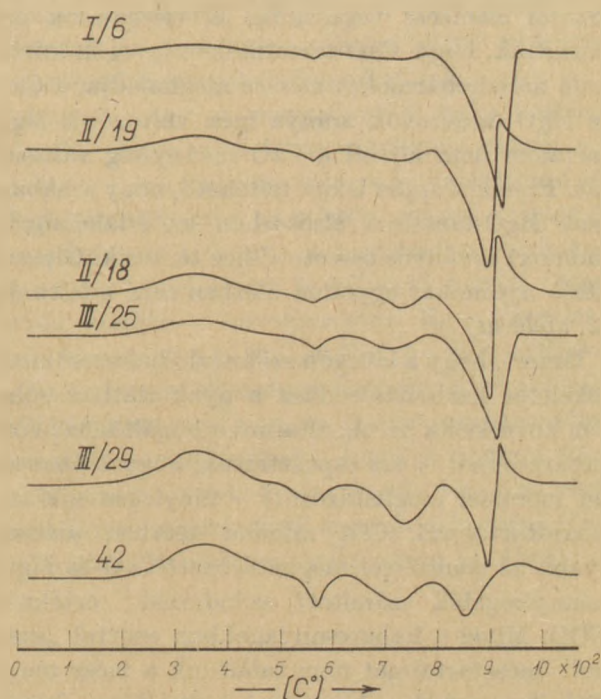
Ismert, hogy a habarcsanyagoknak mind az újonnan képződött karbonáttartalmuk, mind az adalékanyagok ásványos összetevői miatt jelleg-

1. táblázat

I.	II.	III.	–
sz. $\text{CO}_2\%$	sz. $\text{CO}_2\%$	sz. $\text{CO}_2\%$	sz. $\text{CO}_2\%$
1. 29,565	14. 21,567	22. 17,878	40. 10,808
2. 29,535	15. 21,158	23. 16,119	41. 6,837
3. 28,026	16. 19,646	24. 16,106	42. 5,399
4. 27,956	17. 18,920	25. 15,578	
5. 27,406	18. 18,806	26. 15,358	
6. 25,229	19. 18,766	27. 15,161	
7. 25,423	20. 18,626	28. 15,028	
8. 24,825	21. 18,568	29. 14,897	
9. 24,798		30. 14,857	
10. 24,698		31. 14,215	
11. 24,566		32. 14,176	
12. 24,565		33. 14,167	
13. 23,546		34. 14,109	
		35. 14,066	
		36. 13,876	
		37. 13,837	
		38. 13,397	
		39. 13,199	

zetes termikus reakciói vannak. A vizsgált habarcsokat a differenciál-termoanalitikai (DTA) vizsgálatok alapján 500 °C hőmérséklet felett három egymást követő endoterm és később egyetlen exoterm főreakcióval lehet jellemezni. Az első csúcs minden mintánál azonosan jelentkezik 570 °C hőmérsékleten, a kvarc átalakulására utal, erőssége a kvarctartalom arányában nő. A második kis eltéréssel 730 °C-nál észlelhető, a magas karbonáttartalmú anyagoknál hiányzik. A harmadik minden mintánál igen erősen kirajzolódó reakció csúcshőmérséklete 870–960 °C hőmérséklet határok között változik a kalciumkarbonát hőbomlását jelzi. Kísérletileg igazolható volt, hogy e reakció eltéréseit az adalékanyagok jelenléte okozza. A folyamatban egyetlen exoterm reakció észlelhető, csúcshőmérséklete 910–960 °C hőmérséklet határok között változik. A magas karbonáttartalmú mintáknál jellegzetesen hiányzik, némely mintánál kis mértékben másoknál igen erősen látható. Mind a második mind az utóbbi termikus reakció a habarcsanyagokban levő mész és az adalékanyagok ásványai között hevítés hatására, a DTA-vizsgálat folyamán végbemenő átalakulásnak tulajdonítható.

Feltehető, hogy a 730 °C hőmérsékleten észlelhető reakcióban a magnéziumkarbonát hőbomlása is közrejátszik. Mivel azonban a magas mésztartalmú anyagoknál soha sem észlelhető azért bizonyos, hogy a feldolgozott mésznek jelentős dolomit tartalma nem lehetett. A habarcsanya-



1. ábra. A mészhabarcsok jellegzetes eltérései és azonosságai a DTA-vizsgálatok alapján

habarcs csop. I.			II.		III.		-	
sz.	1-13		14-21		22-39		40-42	
	$\pm x\%$ *	$\bar{x}$ **	$\pm x\%$	$\bar{x}$	$\pm x\%$	$\bar{x}$	$\pm x\%$	$\bar{x}$
SiO <sub>2</sub>	27,48 - 40,09	32,72	37,59 - 48,20	43,00	45,74 - 61,61	54,67	65,76 - 70,51	68,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,58 - 4,08	1,94	1,56 - 8,41	4,20	0,80 - 5,65	3,19	2,34 - 4,69	3,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73 - 3,08	1,46	1,99 - 4,26	3,15	1,19 - 4,49	2,48	2,35 - 3,25	2,90
CaO	32,14 - 37,97	34,08	24,11 - 27,87	26,03	16,84 - 23,28	20,11	9,70 - 14,69	11,64
MgO	0,01 - 0,80	0,25	0,01 - 1,00	0,63	0,01 - 1,00	0,39	0,30 - 0,80	0,50
K <sub>2</sub> O	0,10 - 0,90	0,32	0,25 - 0,80	0,56	0,25 - 1,27	0,54	0,12 - 0,50	0,32
Na <sub>2</sub> O	0,15 - 1,15	0,37	0,22 - 0,77	0,48	0,12 - 1,22	0,49	0,12 - 0,60	0,29
Izz. v.	24,00 - 32,00	28,36	20,30 - 22,50	21,78	15,50 - 20,50	17,80	10,25 - 12,75	11,33
CO <sub>2</sub>	23,75 - 29,56	26,16	18,57 - 21,57	19,51	13,20 - 17,88	14,78	5,40 - 10,81	7,68

\* szélső érték:  $\pm x\%$ \*\* átlagérték:  $\bar{x}\%$ 

3. táblázat

habarcs csop.	I.		II.		III.	
	$\pm x\%$ *	$\bar{x}\%$ **	$\pm x\%$	$\bar{x}\%$	$\pm x\%$	$\bar{x}\%$
CO <sub>2</sub> - CO <sub>2</sub> <sup>v</sup>	0,00 - 2,55	0,79	0,92 - 2,41	1,34	0,23 - 3,29	1,43
CO <sub>2</sub> <sup>v</sup> 100 iv.	87,74 - 99,41	93,32	83,40 - 99,58	89,12	72,66 - 94,74	82,65
d. 100 iv.	0,59 - 12,26	6,68	0,42 - 16,60	10,88	5,26 - 27,34	17,35
savoldhatatlan	29,85 - 43,41	34,72	40,11 - 55,37	48,34	55,37 - 65,83	61,71

\* szélső érték:  $\pm x\%$ \*\* átlag érték:  $\bar{x}\%$ 

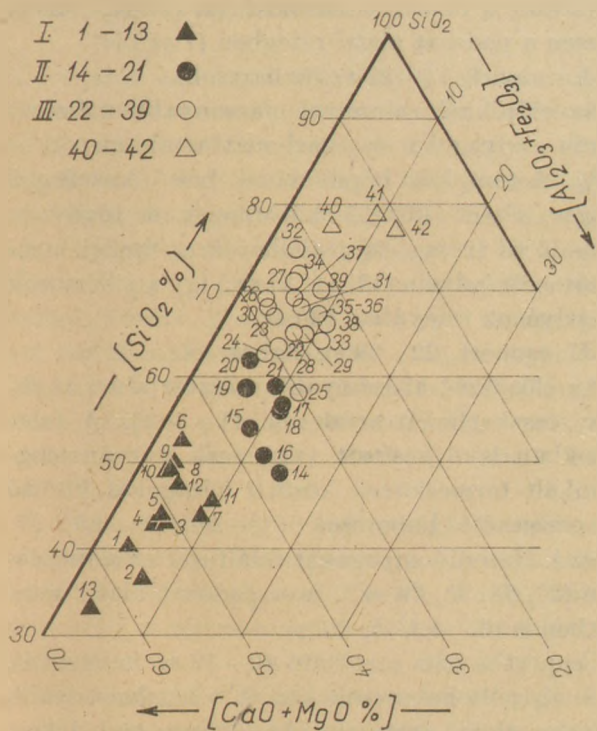
goknak a DTA-vizsgálatok szerinti elkülönítése csak részben felel meg a kialakított I-III habarccsoportoknak ami az adalékanyag igen eltérő ásványos összetételével magyarázható (1. ábra).

Minden habarcs anyagából teljes mennyiségi kémiai elemzést végeztünk. E vizsgálatok azt mutatták, hogy CaO-tartalmuk a levegőn szilárduló mészhabarcsokét messze meghaladja, a CaO és MgO összetevők aránya igen változó, a MgO tartalom nem követi a CaO mennyiség változását. Ennek alapján ismét feltehető, hogy a habarcsok MgO-tartalma elsősorban az adalékanyag (homok) ásványos összetevőihöz tartozik. Gipszre utaló nyomokat egyetlen esetben sem találtunk. (2. táblázat).

Ismert, hogy a levegőn szilárduló habarcsoknak tökéletes karbonátosodása a gyakorlatban soha sem következik be. Az általunk vizsgált középkori habarcsoknál is azt tapasztaltuk, hogy a közvetlen mérésel meghatározott – tényleges – széndioxidtartalmuk (CO<sub>2</sub><sup>v</sup>) minden esetben alacsonyabb az elemzéssel meghatározott CaO és MgO mennyiségéből számított széndioxid értéknél (CO<sub>2</sub><sup>v</sup>). Mivel a habarcsanyagokban ezúttal „szabad” mésztartalmat nem találtunk a mészkötésében minden bizonyítással hidraulikus folyamatok hatása is érvényesült (3. táblázat).

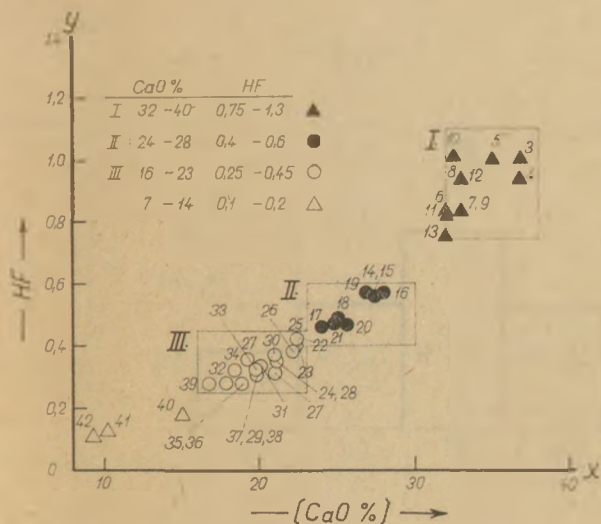
A kötőanyagok ábrázolására általánosan alkalmazott (CaO + MgO) - SiO<sub>2</sub> - (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) alkotókból álló rendszerben mind a hidraulikus hatásra mind a levegőn szilárduló mészhabarcsok a cementektől távol, a legmagasabb CaO-értékek tartományában tömörülnek. (20). Hasonló ábrázolásban a vizsgált mészhabarcsok meglepő módon a kohósalakcementeknek (1-13. sz.) és a savanyú kohósalakoknak (14-39. sz.) megfelelő területeken helyezkednek el. A kémiai összetevők e szokatlan viszonylagos megoszlása tette indokolttá a cement kötőanyagok közé sorolásukat. Mivel a kémiai összetevők említett rendszerében az adalékanyagok kémiai sajátosságai is érvényesülhetnek, azért ilyen módon a legtöbb habarcs megfelelően jellemezhető. A habarcsanyagok elkülönülése a pilisszentkereszti anyagoknál is megfigyelhető (2. ábra).

Ebben az esetben a habarcsanyagok anyagi sajátosságainak jellemzésére alkalmasabbnak bizonyult a – cementklinker és cementnyersanyagok gyakorlati megítélésére egykor általánosan használt – hidraulikus faktor  $\left( HF = \frac{CaO}{Fe_2O_3 + Al_2O_3 + SiO_2} \right)$  és a CaO tartalom kapcsolata. Ha az említett értékeket olyan derék-



2. ábra. A mészhabarcsok elkülönülése kiválasztott kémiai összetevők alapján a  $(CaO + MgO) - SiO_2 - (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$  rendszerben

szögű koordinátarendszerben ábrázoljuk melynek abszcisszáján (x) a CaO tartalom növekedő mennyiségét, az ordinátán (y) a megfelelő HF-értékeket tüntetjük fel. akkor a habarcsokat jelző pontok ( $P_{1-42} - yHF$ ;  $xCaO -$ ), jellegzetes csoportokat alkotnak, melyekben az 1 - 13., a 14 - 21., valamint a 22 - 39. jelzésű anyagok tömörülnek. A 40 - 42 jelzésű habarcsok ebben az esetben sem voltak a többi csoportba sorolhatók (3. ábra).

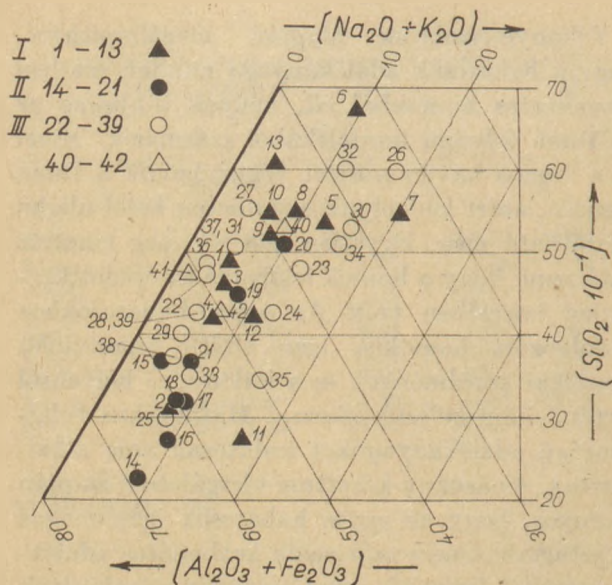


3. ábra. A középkori habarcsok jellegzetes csoportjai a  $P_{1-42}$ : ( $y.HF$ ;  $x.CaO$ ) koordinátarendszerben

Vékonycsiszolatok alapján megállapítható, hogy a habarcsok adalékanyaga minden esetben természetes homokból áll, melyek többsége az Ős-Duna folyami hordalékából származik. Mivel ez a homok-kavics sorozat végighúzódik a Duna mentén, azért lelőhelyük e területen belül aligha állapítható meg. Egyetlen esetben meg lehetett határozni, hogy a homok lelőhelye az épület közvetlen közelében volt. Az egyes habarcsokhoz feldolgozott homokok igen eltérő összetételét genetikai körülmények és a különböző helyekről történő kitermelésük okozza. Hidraulikus tulajdonságú adalékanyagokat tudatosan nem alkalmaztak. Az ásvány-kőzettani vizsgálatok alapján bizonyos, hogy az egyes habarcsok igen magas mésztartalma nem származik karbonátos adalékanyagoktól, mészkő, vagy márvány zúzalékától. A homokok ásványos összetételének, és szemcsemegoszlásának a habarcsokkal kapcsolatban rendszeres összefüggését nem lehetett kimutatni.

A mészhabarcsok savval felszabadítható széndioxidtartalma ( $CO_2$ ) és az izzítási veszteségük nagysága (iv) közötti mennyiségi eltérés (d) kisebb mértékben az égetett mész szennyezéseinek, döntően az adalékanyag ásványos összetevőinek súlyvesztéséből tevődik össze. Ásatási anyagoknál az izzítási veszteség nagyságát a talajból származó humuszanyagok is növelhetik kisebb mértékben. Jelen esetben ez utóbbi elhanyagolható volt. Azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált habarcsoknál az említett eltérés nagysága ( $d = iv - CO_2$ ) nem követi az adalékanyag mennyiségének változását. Ebből ismét arra lehet következtetni, hogy a habarcsokhoz eltérő ásványos összetételű homokokat dolgoztak fel.

Ismert, hogy a megszilárdult habarcsokban a kötőanyag és az adalékanyag, fizikai vagy kémiai úton mennyiségileg már nem választható el. Megkíséreltük ezért az adalékanyagok sajátosságaira közvetett úton - a természetes homokok ásványos összetételére is jellemző kémiai összetevők alapján - következtetni. Erre megfelelőnek bizonyult a  $(Al_2O_3 + Fe_2O_3) - SiO_2 - (K_2O + Na_2O)$  kémiai elemzéssel meghatározott alkotókból felépített rendszer. Az értékek grafikus ábrázolásából megállapítható, hogy a habarcsokhoz feldolgozott homokoknak megfelelő pontok rendszertelenül helyezkednek el, ami csak eltérő ásványos összetételükkel magyarázható (4. ábra).



4. ábra. A mészhabarcsokat jelző pontok rendszertelen eloszlása az adalékanyagokra-homokokra jellemző kémiai összetevők  $(Na_2O + K_2O) - (SiO_2 \cdot 10^{-1}) - (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$  rendszerében.

#### A habarcsok illetőleg habarcs csoportok jellegzetes megoszlása az épületen belül

##### I. csoport, 1–13 sz. habarcsok.

Igen magas mésztartalmú anyagok, összkarbonát tartalmuk 67–53%. A pontosan illesztett, gondosan megmunkált legjobb minőségű mész-kövek igen vékony rétegben alkalmazott kötő-anyaga. Jellegzetes a templom főhajójának pillé-reire (6, 8, 9, 10, 13 sz.) és falpilléreire (2, 4 sz.) valamint a kerengő falpilléreire (1, 3, 5 sz.),

előfordult a falazatok sarokrészén (11 sz.), kivé-telesen a padozat alatti rétegben (7 sz.) is.

##### II. csoport, 14–21 sz. habarcsok.

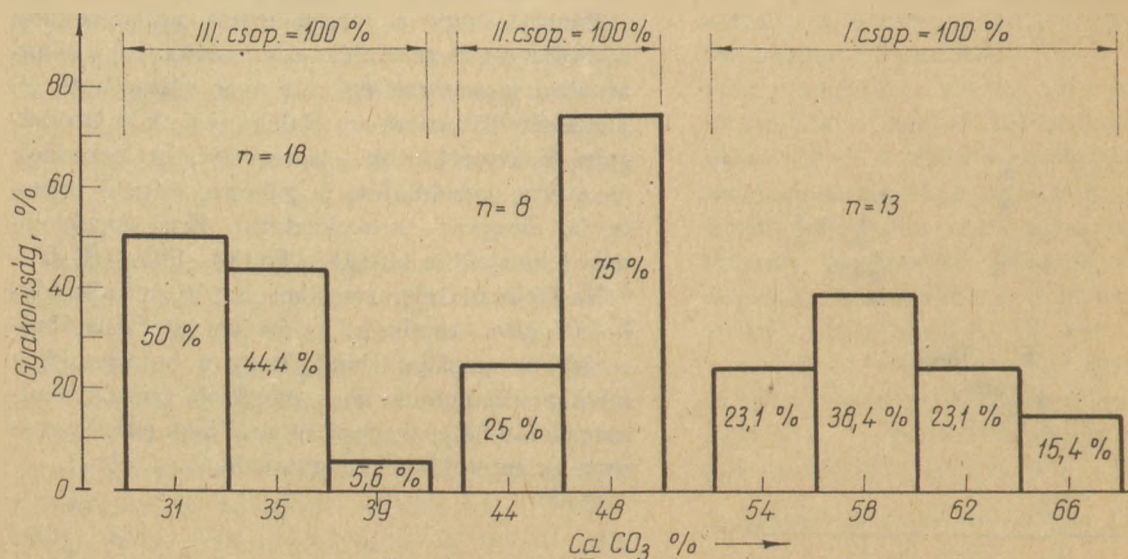
Az előzőknél valamivel alacsonyabb mésztar-talmú anyagok, összkarbonáttartalmuk 49–42%. A templom kőpilléreinek belső összefüggő üreges részét kitöltő kötőanyag kötőanyaga (14–16 és 19 sz.), megtalálható az épület meg-határozott helyein (17, 18, 21 sz.) így a pillérsorok tengelyének irányában (20 sz.).

##### III. csoport, 22–39 sz. habarcsok.

Az előzőknél alacsonyabb mésztartalmú anya-gok, összkarbonáttartalmuk 41–30%. A fala-zatokban levő hasított vagy csak durván meg-munkált terméskövek közötti hézagokat kitöltő és összetartó habarcsok (22–26, 29–35, 37, 38 sz.). Hasonló anyagokat találtunk az alapozás-ban (27, 28, 36, 39 sz.), és a padozat alatti réte-gekben is (35 sz.), (5. ábra).

Csoportba nem sorolható 40–42 sz. habarcsok.

A vizsgált habarcsok között a legalacsonyabb mésztartalmú anyagok. Az erősen omladékos, gyenge megtartású, széteső falakból származnak (40, 42 sz.), kivételesen a templom egyik pillé-rének magjában is előfordult (41 sz.). Az újjal mor-zsolható, kis szilárdságú feltehetően korróziós hatásokra átalakult, mállott anyagok vizsgálati eredményei aligha lehetnek jellemzői egykor anyagi sajátosságaira. Alkalmaskak lehetnek azonban arra, hogy igazolják azt a feltevésünket mely szerint a kolostorrom magas mésztartalmú habarcsanyagait korróziós hatások jelentősen nem érthették, s ezért mai állapotukban vizsgálati célra alkalmasak.



5. ábra. Az egyes habarcs csoportokban a mész mennyiségé-nek a gyakorisága, a CO<sub>2</sub>-tartalmuk alapján számított CaCO<sub>3</sub> szerint

## Technológiai következtetések

Kísérleteink azt mutatták, hogy a habarcsanyagok készítési technológiájára ma már határozottan következtetni nem lehet. A mész száraz oltására egyesek által jellemzőnek ítélt mészesomókat (21) az anyagokban nem találtunk. Az egykor általánosan alkalmazott jellegzetes technológiára esetleg a mészkeő gondos megválasztása utalhat. Ismert, hogy a  $\text{SiO}_2$  és  $\text{MgO}$  szennyezést nem tartalmazó mészkeő égetés után könnyebben oldódik mint a dolomittartalmú, szárazoltásnál, mészhidrattá – portlandittá  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – alakulásakor sokkal finomabb szemcséjű porrá hull szét (22, 23).

A tiszta mészkeők e sajátosságát a kolostor építői mind az építési hagyományok mind a saját tapasztalatuk alapján ismerhették, s ezért feltehető, hogy a nyersanyag megválasztása tudatosan történt.

A kialakított I–III habarcs csoportok egymás közötti valamint azoknak a mai habarcsokhoz viszonyított eltéréseinek szemléltetésére megkíséreltük a kémiai elemzés adatai alapján a feltehető keverési arányokra is következtetni. Számításainkhoz az irodalomból ismert térfogatsúlyokat (24, 25) alkalmaztuk. A keverési arányok utólagos meghatározásánál számos olyan tényezővel kell számolni, melyek az eredményt bizonytalaná tehetik. Ezért a közölt adatok csak közelítő értékeknek tekinthetők, tájékoztató jellegűek. A habarcsok keverési arányaiban ebben az esetben igen határozott eltéréseket találtunk. A levegőn szilárduló mészhabarcsok szabvány szerinti mészhidrát ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) és homok aránya 1:3.

A vizsgált középkori habarcsoknál a megfelelő összetevők arányai messze eltérnek ettől. Az I. habarcs csoportnál 14:3, a II. csoportnál 7,5:3, a III. csoportba sorolt habarcsoknál 5:3 átlagarányokat állapíthattunk meg (4. táblázat)

Hasonlóan rendkívül magas mésztartalmú habarcsokat még századunk elején is használtak, ugyancsak a pontosan illesztett faragott kövek kötőanyagának. Irodalmi adatok alapján ismert, hogy e habarcsok sajátos technológiával készültek, 3 rész mészhidrát, 1 rész „homok” és a felhasználásukkor közvetlenül hozzáadott 3/4 rész oltatlan mészből álltak. Négy nap elteltével megszilárdultak, három hónap után kőszerű keménységet nyertek (26). Laboratóriumi kísérleteink alapján tudjuk, hogy a hasonló keverési aránnyal készült mészhabarcsok kötési folyamatában a levegő széndioxidtartalmának csak alárendelt szerepe lehet, szilárdulásuk túlnyomóan hidraulikus folyamatok hatására jöhet létre. Ez utóbbihoz azonban meghatározott ásványos összetételű adalékanyagok szükségesek, melyek kivételesen természetes eredetű – az előzőkben homoknak nevezett – finomszemcsés kőzetlisztből is állhatnak.

Különösen a kolostorépület I. és II. csoportba sorolt igen magas mésztartalmú habarcsainál, a hidraulikus folyamatok csak jelentéktelen mértékben érvényesültek, mivel az adalékul használt homokok ásványos összetétele nem volt megfelelő. Ismert, hogy a magas mésztartalmú habarcsok karbonátosodására csak a felületi rétegekben – kis mélységig – van lehetőség. Bizonyosra vehető, hogy a falazatok többségének megkívánt szilárdsága ezért csak igen hosszú idő eltel-

4. táblázat

habarcs csoport	térfogatsúly kg/dm <sup>3</sup>				keverési arány térfogategységben		
	sz.	mész- hidrát	mész- pép	homok*	mész- hidrát	mész- pép	homok*
I.	1 – 13	0,35	–	1,5	17	–	3,0
		0,50	–	1,5	12	–	3,0
		–	1,3	1,5	–	12	3,5
II.	14 – 21	0,35	–	1,5	9	–	3,0
		0,50	–	1,5	6	–	3,0
		–	1,3	1,5	–	6	3,5
III.	22 – 39	0,35	–	1,5	6	–	3,0
		0,50	–	1,5	4	–	3,0
		–	1,3	1,5	–	3,4	3,5
DIN 1055 nek megf.		0,6	1,3	1,3	1	–	3,0
		–	–	–	–	1	3,5

\*természetes homok 3% nedvességtartalommal,  
térfogatsúly: 1,45 – 1,70 kg/dm<sup>3</sup>

tével alakulhatott ki. A templom pilléireinek gondosan faragott kövei közötti vékony fűgákat kitöltő, — gyakorlatilag adalékot nem tartalmazó — habarcsoknak (1–13 sz.) teljes karbonátosodása aligha képzelhető el. A templom pilléireinek pontosan illesztett köveivel körülvett, levegőtől elzárt, középső összefüggő üreges részét kitöltő törmelék ágyazóhabarcsának karbonátos kötése az épület fennállásának idejében még biztos hogy nem következett be. (14–16, 19 sz.). Nem lehet kétséges, hogy az épület magas mésztartalmú habarcsainak napjainkban tapasztalt karbonátos megszilárdulását csak évszázadok alatt végbement lassú folyamatok alakító hatása okozhatta. A természeti folyamatok építő máskor romboló hatása fokozott mértékben érvényesülhetett az épület pusztulása után és alakította ki a habarcsok jelenlegi sajátosságait.

Az előzőkből kitűnik, hogy a habarcsok természettudományos módszerek alapján történő elkülönítése messzemenően párhuzamot mutat az előfordulásuk rendszerével. Joggal feltehető, hogy az egyes habarcs típusokat az építkezésnél meghatározott céllal tudatosan alkalmazták, a statikai szempontok messzemenő figyelembe vételével. Mivel a habarcsoknál a mész — homok keverési aránya a hidraulikus mészhabarcsoknak felel meg, joggal hihető, hogy azok csak a nem megfelelő adalékanyagok miatt, hosszú idő elteltével, minden bizonnyal az épület pusztulása után, alakulhattak karbonátos kötésű habarcsokká. Mindazonon a helyeken ahol az I és II habarcs csoport anyagait alkalmazták messzemenően indokolt lehetett volna a nagyszilárdságú hidraulikus kötésű mészhabarcsok használata.

Mivel a falazatokba helyenként vulkáni tufát is beépítettek azért az építőknek tudomásuk lehetett a hidraulikus mészhabarcsokhoz megfelelő adalékanyag közeli előfordulásáról. Feltehető, hogy kitermelését, szállítását nem utolsó sorban az aprítását mind a termelő erők, mind a termelő eszközök hiányában nem lehetett megvalósítani. Ez a körülmény jól tükrözi az elmaradt társadalmi és termelési viszonyoknak az építkezéssel kapcsolatban is kiható meghatározó hatását. Úgy tűnik, hogy az építők kénytelenek voltak az adott körülmények miatt a hagyományos habarcskészítési technológiájuk (27) megtartása mellett a nyersanyagokkal kapcsolatban támasztott igényeiknél engedményeket tenni, a habarcsok minőségére és az épület tartósságára károsan kiható változtatásokat eszközölni. Minden bizonnyal nem tudatlanságból hanem kényszerből használták fel a különböző helyekről

összehordott eltérő összetételű, a hidraulikus habarcsokhoz nem megfelelő minőségű homokokat. A habarcsok keverési arányában tapasztalható technológiai fegyelem és az alkalmazásuknál megnyilvánuló rendszeresség, aligha párosulhatott hiányos anyagismeretekkel.

Mindezideig hasonló jellegű anyagvizsgálatokat sehol sem végeztek s így nem tudjuk, hogy az adott korban a probléma helyi jellegű vagy általános érvényű volt és ezzel kapcsolatban középkori épületeink pusztulását az építőanyagok nem megfelelő minősége mennyiben befolyásolhatta.

## I R O D A L O M

- [1] *Duma Gy. — Ravasz Cs.* (1977): Über die Prüfung der Mörtelstoffe bei einem mittelalterlichen Kirchenbau in Ungarn. Mitteilungen der Kommission für Burgenforschung un Mittelalter-Archäologie 113. 465–489.
- [2] *Békefi R.* (1891): A pilisi apátság története 1184–1541-ig. Pécs.
- [3] *Krompecher L.* (1928): A pilisi ciszter apátság és a Szent-keresztnek nevezett pilisi pálos kolostor építészeti maradványai. Magyar Mérnök és Építészegylet Közlönye LXII. 329–333.
- [4] *Gerevich T.* (1938): Magyarország román kori emlékei. Budapest.
- [5] *Voit P.* (1958): Pilisszentkereszt. Pest megye műemlékei, I. Budapest.
- [6] *Van der Meer F.* (1965): Atlas de l'Ordre Cistercien.
- [7] *Gerevich L.* [1971]: A gótikus klasszicizmus és Magyarország. Magyar Tudományos Akadémia Oszt. Közl. II. 20. 55–72.
- [8] *Gerevich L.* (1971): A kora gótika kezdetei Magyarországon. Magyar Tudományos Akadémia Oszt. Közl. II. 23. 146–169.
- [9] *Gerevich L.* (1977): Pilis Abbey a Cultural Center. Acta Archaeologica Hung. 155–198.
- [10] *Seger H. — Kramer E.* (1894): Untersuchung alter Mörtel. Tonindustrie Zeitung 18. 269–297, 903–904.
- [11] *Jordt H.* (1906): Untersuchung über Silikat und Carbonatbildung in antiken Mörteln (Diss.) Tübingen.
- [12] *Solacolu S., C.* (1934/35): Consideration sur la technique du ciment et du béton chez les Romains. — Étude du béton du pont Trajan sur le Banube. Bulletin de Mathématique et Physique — Bukarest. 136–150.
- [13] *Vastagh G.* (1943): Milyen kötőanyagot használtak a rómaiak a pannóniai erőd-építkezéseiknél? Magyar Mérnök és Építészegylet Közlönye. 25. 1–7.
- [14] *Vastagh G. — Iván E.* (1947): Adatok a római téglamész habarcsának a kémiaiához. Magyar Chemiai Folyóirat LIV. 1–4.
- [15] *Kociszewski L.* (1965): Bemerkung über Bestimmungstypen mancher technologischen Eigenschaften von antikeitischen Mörteln. 1<sup>er</sup> Congrès International D'Archéologie Warszawa V. 271–280.
- [16] *Jedrzejewska H.* (1960): Old Mortars in Poland — a new Methode of Investigation. Conservation. 5. 132–136.
- [17] *Müller — Skjold F.* (1940): Über antike Wandputze. Zeitschrift für Angewandte Chemie. 53. 139–141.
- [18] *Szabó Z.* (1975): Vakolatelmzés. Múzeumi Műtárgyvédelem 2. 271–290.
- [19] *Duma Gy.* (1976): Széndioxid gáztérfogatos mennyiségi meghatározása módosított Lunge-módszerrel. Építőanyag XXVIII. 437–439.
- [20] *Wesche K.* (1974): Baustoffe für tragende Bauteile 2. Wiesbaden.
- [21] *Quitmeyer F.* (1912): Zur Geschichte der Erfindung des Portlandzements. Berlin.



- [22] *Faderl B.* (1925): Wie entsteht der Mörtel. Tonindustrie Zeitung 49. 1082 – 1083.  
 [23] *Hasak D.* (1925): Mörteltechnik. Tonindustrie Zeitung 49. 1080 – 1081.  
 [24] *Wesche K.* (1974): 1. c. 108 – 109.  
 [25] *Szabó Z.* (1975): 1. c. 282.  
 [26] *Artus J.* (1883): Bereitung von Kalkmörtel. Deutsche Bauzeitung. 17. 120 – 135.  
 [27] *Biehl K.* (1930): Beiträge zur Kenntniss alter Mörtel. Tonindustrie Zeitung 54. 839 – 841.

#### *Duma György: Középkori mészhabaresok*

A pilisszentkereszti kolostorrom habarcsanyagai a mész – homok arányuk alapján három jól elkülöníthető csoportot alkotnak, azokat az épület meghatározott – statikailag indokolható – helyein alkalmazták. Rendkívül magas mésztartalmuk a hidraulikus mészhabaresok sajátossága. A habarcsok azonban az épület fennállásának idején a megfelelő adalékanyag hiányában a kötőanyagok e csoportjára jellemző rendkívül nagy szilárdságot nem érhették el. Mai szilárdságuk karbonátos kötéstől származik, mely csak igen hosszú idő elteltével, elsősorban az épület pusztulása után alakulhatott ki. A hidraulikus mészanyagokhoz nem megfelelő folyami homokoknak az alkalmazása azt mutatja, hogy az építőknek a habarcsok minőségére és ezzel kapcsolatban az épület tartósságára károsan kiható engedelményeket kellett tenni, amit messzemenően indokolhatnak az elmaradt társadalmi viszonyok.

#### *Дума, Ль.: Средневековые известковые растворы*

Строительные растворы развалин пилиссенткересцкого монастыря на основе соотношения известь-песок представляют собой три, хорошо делимые группы, которые применялись в различных – статически обоснованных – местах здания. Особенностью гидравлических известковых растворов является необычайно высокое содержание извести. Однако, эти растворы в связи с отсутствием соответствующего заполнителя в момент сооружения здания не достигли очень высокой прочности, характерной для этой группы. Их прочность в настоящее время связана с карбонатным твердением, которое имело место, очевидно, только по истечении очень долгого времени, в первую очередь после

разрушения здания. Применение речного песка, не пригодного для гидравлических известковых материалов, показывает, что строители вынуждены были сделать такие-вредные с точки зрения качества растворов, а в связи с этим долговечности здания – допущения которые полностью могут обосновать общественные условия.

#### *Duma, György: Mittelalterliche Kalkmörtel*

Die Mörtelstoffe der Klosterruine in Pilisszentkereszt können aufgrund ihres Kalk-Sand Verhältnisses auf drei gut unterscheidbare Gruppen geteilt werden, die – statisch bedingt – an gewissen Teilen des Gebäudes angewandt wurden. Ihr außerordentlich hoher Kalkgehalt entspricht den Eigenheiten der hydraulischen Kalkmörtel. Diese Mörtel konnten jedoch während dem Bestand des Gebäudes, mangels entsprechender Zuschlagstoffe, die für derartige Bindemittel charakteristische hohe Festigkeit nicht erreichen. Ihre gegenwärtige Festigkeit ist auf eine karbonatische Bindung zurückzuführen, die nur nach sehr langer Zeit, hauptsächlich nach der Zerstörung des Gebäudes zustande kommen konnte. Die Anwendung des, zu hydraulischen Kalkstoffen nicht entsprechenden Flußandes läßt darauf schließen, daß bei der Ausführung auf einige, auf die Qualität der Mörtel und dadurch auf die Lebensdauer des Gebäudes schädliche Kompromisse eingegangen werden mußte, was durch die seinerzeitigen rückständigen gesellschaftlichen Verhältnisse begründet sein konnte.

#### *Duma, György: Calcareous Mortars from the Middle Ages*

Mortars of the medieval monastery ruin in Pilisszentkereszt can be subdivided in three definite groups according to their lime/sand ratio. Their use was confined to certain, statically reasonable, points of the building. Hydraulic lime mortars have a high CaO content, yet underoptimum strength, due to the lack of adequate aggregate; their present-day strength is largely a consequence of carbonate bond, but this was achieved after a long time only, presumably after the decay of the building. River sand is inadequate for hydraulic limes, esp. as regards durability: This was well know for the builder, but the concession was primarily motivated by the underdeveloped condition of the medieval society.

## Konferencia hírek

### 5. Elektromos és különleges üvegolvastási konferencia Ústí nad Labem, Csehszlovákia 1980. szeptember 23–25.

A Csehszlovák Tudományos és műszaki Egyesület szilikátipari ta-

gozata 1980-ban ötödször rendezi meg nemzetközi konferenciáját az elektromos és különleges üvegolvastási kérdéskörében. A konferencia hivatalos nyelve: angol, francia, orosz, cseh, (német).

A rendezőség szívesen fogad a témakörhöz tartozó minden új, eddig nem publikált tanulmányt. Kéri a szerzőket, hogy tervezett előadá-

saik várható címét és 50 – 100 soros kivonatát legkésőbb 1979. december 31-ig küldjék meg a konferencia titkárságának címére:

Haus der Technik ČSVTS  
Dvořákova 1.  
400 21 Ústí nad Labem  
Tschechoslowakei

# Finomkerámiai ömlesztőanyagok alkalmazhatósági vizsgálata

CSETÉNYI JÓZSEF

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

## Bevezetés

A finomkerámiaipari masszák fontos alkotói az ömlesztőanyagok. A porcelán masszákban alkalmazott leggyakoribb nyersanyag a kálium-, ritkább esetben a nátrium-földpát. A földpát lelőhelyek kis száma, s a készletek fogyása s minőségromlása más ömlesztőanyagok felhasználására is készíti a felhasználókat.

Így került az ömlesztőanyagok sorába az aplit és a képlékeny nyersanyagként is felhasználható illit, majd a közelmúltban a pécsváradi földpátos homok is. Kedvező külföldi tapasztalatok alapján a nefelinszienit alkalmazására is sor került, s várható, hogy az anortit is rövidesen a hazai porcelánipar ömlesztőanyagává válik. A különböző hazai földpát pótlók, nagy alkáli-tartalmú vulkáni üvegek, s más nagy alkálitartalmú kőzetek (kálitufa, andezit, fonolit, pumicit, s mások) felhasználása is lehetővé teszi az import ömlesztőanyagok részbeni, vagy teljes helyettesítését. Az adott égetési hőmérsékleten alkalmazható új ömlesztőanyagok kiválasztását megkönnyítheti azok hevítőmikroszkópi vizsgálata. Az ömlesztésre felhasználható nyersanyagok áttekintése után a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén folyó kutató munka néhány eredményével kívánunk segítséget nyújtani az új ömlesztőanyagok kiválasztásához.

## A földpátok, a nefelin és a nefelinszienit

A földpátok tulajdonságait, a kerámiai masszákban azok égetése során végbemenő folyamatokat is régóta ismerjük.

A földpátok tektoszilikátok, háromdimenziós végtelen  $\text{SiO}_4$ -tetraéder vázából épülnek fel. Bennük a  $\text{Si}^{4+}$  egy részét  $\text{Al}^{3+}$  ion helyettesíti. Az elektroneutralitás megtartására minden helyettesítéskor egy-egy alkáli, illetve földalkáli-ion lép be a tetraéderek alkotta közbe (1).

A legfontosabb földpátok kémiai képlete:

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	albit
$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	anortit
$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	ortoklász
$\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	celzián

A porcelánipar a közelmúltig kizárólag a K-földpátot tekintette csak jó nyersanyagként. Ennek oka, hogy az  $1540^\circ\text{C}$ -os teljes olvadása előtt az  $1140 - 1170^\circ\text{C}$  közt olvadó leucitra ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ) bomlik. A keletkezett nagy viszkozitású olvadék lehetővé teszi a nagy hőmérséklet intervallumban történő égetést.

A Na-földpát  $1118^\circ\text{C}$ -on kis viszkozitású olvadékká válik, ami a régi típusú kemencékben (ahol a kemencetér egyes részei közt nagy hőmérsékletkülönbség is előfordulhatott) növelte a termék deformációjának veszélyét. A Na-porcelán több üvegfázist tartalmaz, mint a K-porcelán, s így a K-porcelánéhoz képest szilárdsága is kisebb. A K-földpát jelenlétében egyesek szerint több mullit képződik a cserépben az égetés során, mint a nagy Na-földpáttartalmú masszában. A Na-földpát az elsődleges mullitot is jobban megtámadja (2).

A Na-földpátokat és Na-dúsabb keverék földpátokat az égetési hőmérséklet csökkentésének lehetőségét kihasználva mind elterjedtebben használják. Ennek előfeltétele a kemencék égetőterének egyenletes hőfokeloszlása.

A kisebb hőmérsékleten, s a rövidebb égetési idő során kevesebb üvegfázis képződik, s az elsődleges mullit károsodása sem nagy. A Na-földpátokat egyre általánosabban alkalmazzák a timföldporcelán masszákban. Így a kiégetési csúcshőmérsékletet nem kell az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom növelésének arányában növelni.

A földpát egyre növekedő világpiaci ára, s a készletek csökkenése miatt más földpáttartalmú kőzeteket is mind elterjedtebben használnak ömlesztőanyagul, vagy éppen mesterségesen állítják elő a kívánt vegyületet. Így állítanak elő pl.

efelint ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) is. A természetes nefelin általában káliumot is tartalmaz. A nefelinszienit természetes kvarctartalmú kőzet, melynek fő komponense a nefelin. Összetétele lelőhelyenként más. Kanadában termelik ki a legtöbb nefelinszienitet. Európában a norvég nefelinszienitet használják (3).

## Hazai ömlesztőanyagaink

### Hagyományos ömlesztőanyagok

Földpát lelőhelyeink nincsenek, ezért a hazai finomkerámiaipar már régóta használja egyrészt ömlesztőanyagként, másrészt plasztikus alapanyagként az *illitet*. Ömlesztőanyagként való felhasználását a viszonylag nagy káliumtartalma indokolja. A kerámiai masszákban vastartalma, s néhány káros tulajdonsága miatt csak korlátozott mértékben használható fel.

A másik hagyományos hazai ömlesztőanyagunk az *aplit*. A székesfehérvári apltkőfejtőben külszíni fejtéssel bányásszák. Itt a hegységet ért pneumatolitos hatások során az aprószemcséjű telérgránit átalakult, a biotit felbomlott, — Mg- és Fe-tartalmának nagyrésze elvándorolt — s helyette turmalin képződött. Az összességében 8–10% alkáli-oxidot tartalmazó kőzet a hazai műszaki- és edényporcelán fontos alapanyaga volt, de jelenleg is számottevő mennyiségben használják. (4)

E két ömlesztőanyag egyenetlen minősége, szennyező anyagainak növekedése eddig is sok technológiai és minőségi probléma forrása volt, ezzel a továbbiakban is számolni kell.

### Új, s esetleg felhasználható ömlesztőanyagok

Új finomkerámiaipari nyersanyagunk a viszonylag nagy káliföldpát-tartalmú pécsváradi pannóniai fehér homok. Vastalanítása egyszerű. Az 5 s% fölötti  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma indokolja ömlesztőanyagkénti felhasználását is.

A kerámiai szakemberek előtt még ismeretlen a hasonló összetételű Celldömölk — Izsákfa — Köcsk térségében található 15–28s% földpáttartalmú homok. (5)

A 6–8 s%  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalmú fonolit szürke, esetleg zöld, ritkán vöröses alapanyagában sok földpát, földpátpótló, piroxén, amfibol, ritkán biotit található. A Mecsekben pl. Hosszúhetény (Köves-tető) Szászvár (Somló) határában a kréta vulkáni tevékenység alkalmával tört fel. (6)

Az andezit hazánk egyik legelterjedtebb kiömlési kőzete. Lényeges ásványos elegyrészei a fehér táblás kifejtődésű plagioklászok. Bár vastartalma nagyobb, mint a fonolité, s  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalma is csak mintegy kétharmada a fonolitban található, ömlesztőanyagként felhasználható. (6)

A Tokaj hegységben számos nagy  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalmú riolit-származék található. Ezek közé sorolható az ortoklászriolit (káliriolit), a kálitrachit és a tufakőzetek egyes fajtái, mint pl. a pumicit, vagy az ondit is. (7)

A felsoroltakon kívül még számos nagy alkáliatartalmú kőzet vár feltárára.

Finomkerámiai célra való alkalmasságuk kritériumai:

- nagy alkáli- (esetleg földalkáli) -tartalom,
- kis (5% alatti) vastartalom,
- egyenetlen minőség,
- az ipar számára elfogadhatóan nagy mennyiség.

Az alkáliadús kőzetek felhasználása terén úttörő munkát végzett a Zsolnay Porcelángyár, ahol már évekkel ezelőtt sikeres termelés folyt pécsváradi földpátos homok, andezit és fonolit ömlesztőanyagokkal.

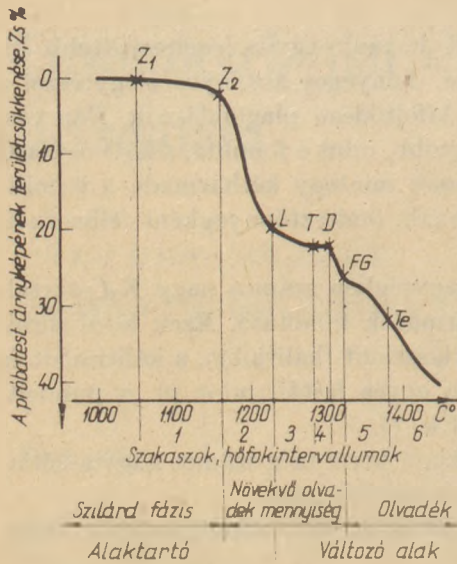
### Ömlesztőanyagok vizsgálata hevítőmikroszkóppal

Az ömlesztőanyagok minősítésére alkalmas módszer a hevítőmikroszkópi vizsgálat.

A hevítőmikroszkópos vizsgálatoknál általában az 1000 °C-ra felhevített próbatest árnyképének mérete (magassága, szélessége vagy területe) szolgálja az értékelési alapot (100%). Az ehhez viszonyított zsugorodás, illetve duzzadás %-os mértékének változásait szokás a hőmérséklet függvényében ábrázolni.

A görbék értékeléséhez támpontul szolgálhat az 1. ábra, mely a Norflot-K norvég flotált földpát hevítőmikroszkópi diagramját mutatja.

A görbe első része a lassú zsugorodási szakaszt jelzi, mely során a vizsgált mintában olvadákfázis még nem jelenik meg ( $Z_1$  pont). A  $Z_2$  pont a *zsugorodás* kezdetét jelzi. A vizsgált anyagban egyre nő az olvadákfázis aránya, s a hőmérséklet további növelésével a minta árnyképének sarkai, élei kezdenek letompulni, az anyag *lágylása* megkezdődik. (L pont). A hőmérséklet további növelésével tovább csökkennek a próbatest méretei, s eljut a teljes *tömörödési* állapotig (T pont). Ezt enyhe *duzzadás* követi. A duzzadás maximális



1. ábra. Norflot-K norvég földpát hevítómikroszkópi diagramja.

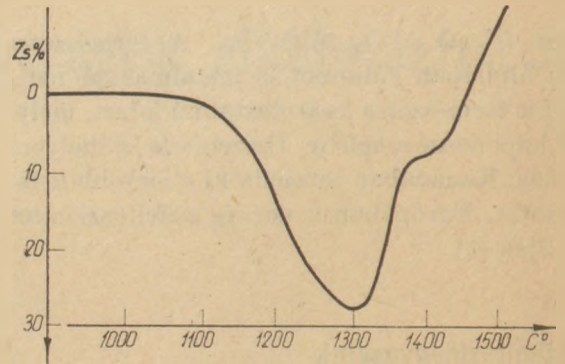
- Z<sub>1</sub> – lassú zsugorodás kezdete
- Z<sub>2</sub> – erőteljes zsugorodás kezdete
- L – lágyuláspont, az élek és a sarkok kezdenek letompulni.
- T – betömörödési pont; max. betömörödés
- D – duzzadási pont; max. duzzadás
- FG – félgömbpont
- Te – elfolyósodási pont; az olvadék az alátétlen kezd szétterülni

1. lassú zsugorodási szakasz
2. gyors zsugorodási szakasz
3. lágyulási szakasz
4. duzzadási-, tisztulási-, vagy főreakció szakasz
- 4+5 olvadási szakasz
6. elfolyósodási szakasz

értékének hőmérsékletét jelöli a D pont. A próbatest tovább lágyulása következtében félgömb alakúvá válik (FG pont). A görbe meredeksége e ponttól kezdve ismét mérséklődik, majd újra meredekké válik, amikor a próbatest az alátétlemezen szétterül (Te pont).

A földpátok vizsgálata során felvett diagramok hasonló lefutásúak. A görbék alakja más, ha a földpátokon kívül egyéb ásványok is vannak a vizsgálati mintában. A tiszta földpátok görbéinek meredeksége is eltérő a hőmérséklet hatására történő eltérő viselkedésük miatt. Ugyancsak más-más hőmérsékleten található T-pontjuk is. E hőmérsékleten éri el az ömlesztőanyagot tartalmazó massa optimális kiégetési hőmérséklete.

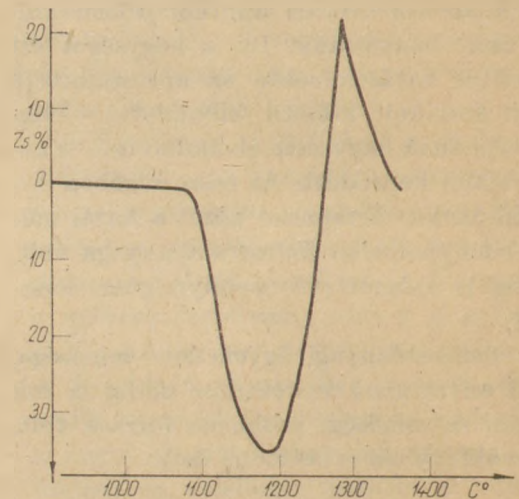
A nagyobb illit mennyiséget tartalmazó porcelán masszák égetésük során hajlamosak a duzzadásra. E jelenség tapasztalható az aplitos masszák túlégetésekor is. E jelenség az ömlesztőanyagban levő járulékos szennyeződések mennyiségével is összefüggésbe hozható. Jórészt ezeknek tudható be, hogy – mint ahogy a 2. sz. aplit



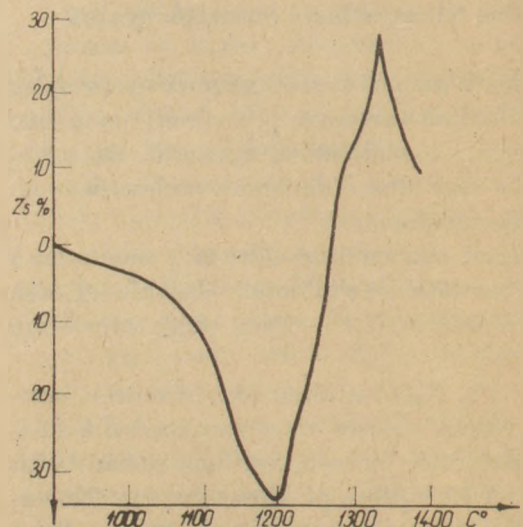
2. ábra. Székesfehérvári aplit hevítómikroszkópi diagramja

vizsgálata során felvett hevítómikroszkópos diagram is mutatja – egyes ömlesztőanyagok a teljes betömörödésük után a további hőmérséklet növelés hatására olyan nagy mértékben duzzadnak, hogy ezáltal a késztermék zárt porozitása is megnő.

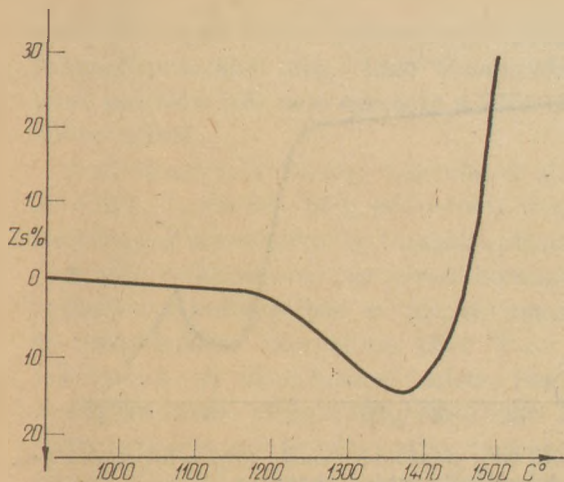
Hasonló jelenségek tapasztalhatók a nem földpátalapú ömlesztőanyagok vizsgálata – illetve fölhasználása során is. A 3., 4. és 5. ábra rendre



3. ábra. Andezit hevítómikroszkópi diagramja



4. ábra. Fonolit hevítómikroszkópi diagramja



5. ábra. Tolcsvai kali-riolittufa hevítőmikroszkópi diagramja

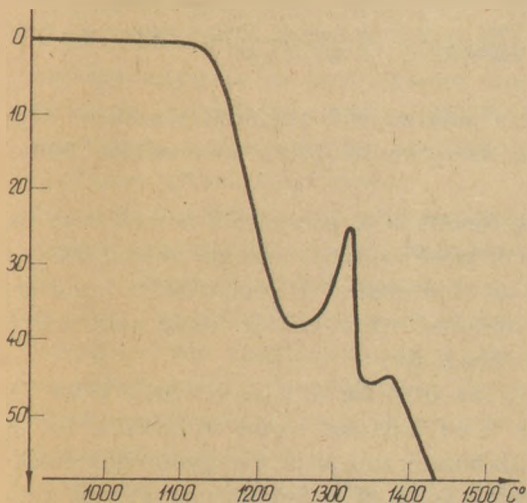
az andezit, a fonolit és a kali-riolittufa vizsgálata alapján felvett hevítőmikroszkópos görbéket mutatja.

Az andezit és fonolit 1200 °C hőmérsékleten, a kali-riolittufa 1270–1280 °C közötti hőmérséklettartományban kezdődő nagymérvű duzzadása lehetetlenné teszi e hőmérséklet határok fölött tömör szerkezetű késztermék kialakulását.

A 6. ábra a Zsolnay Porcelángyárban a P4 jelű masszában földpát mellett ömlesztőanyagként használt nefelinszienit hevítőmikroszkópos diagramját mutatja.

Ezen ömlesztőanyag a vizsgálat során 1100 °C-ról 1200 °C hőmérsékletre hevítése során 40%-ot zsugorodott. Betömörödési pontja 1230–1250 °C közt van.

A további hevítés hatására mintegy 15%-ot duzzad, s mintegy 1320 °C hőmérsékleten található az FG pontja. Az üzemben a szigetelő porcelán égetési csúcshőmérséklete 1300–1320 °C. Mint ahogy azt a gyakorlat is bizonyította a nefelinszienit ömlesztőanyaggal jó minőségű szigetelő porcelánt lehet ezen a hőmérsékleten égetni.



6. ábra. Nefelinszienit hevítőmikroszkópi diagramja

## Ömlesztőanyagok keverékének felhasználása

Az ipari gyakorlatban főleg gazdaságossági szempontok miatt szokás az ömlesztőanyag-keverékek használata. Technológiai szempontból is célszerű egy kisebb hányadú, alacsonyabb olvadáspontú ömlesztőanyaggal a kiégetési csúcshőmérséklet előtt kellő mennyiségű olvadékfázist képezni a termékekben, hogy a főreakció idejét megnyújtsák mintegy előrehozzák. Kellő szemcsefinomságúra őrlött, s jól homogenizált ömlesztőanyagok felhasználásával ez az elképzelés megvalósítható.

A pécsváradi homok, valamint annak fonolit, s nefelinszienittel alkotott keverékei hevítéses mikroszkópi vizsgálatát végeztük el. Keresztek az 1300–1320 °C közötti hőmérsékleten alkalmazható optimális arányukat. Ezen anyagok kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

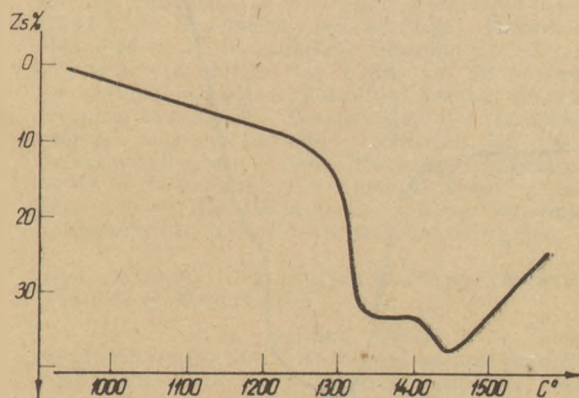
A pécsváradi mosott homok, s annak 10, 20, 30% fonolit, illetve nefelinszienitet tartalmazó keverékei hevítéses mikroszkópi vizsgálatának eredményeit mutatja rendre a 7., 8., 9., 10, 11. illetve 12. 13. ábra

A 10% fonolit 90% pécsváradi homok keverék vizsgálata során felvett görbe jellegében megegyezik a pécsváradi homokról felvett görbével. Az intenzív zsugorodási szakasz ugyan előbb jelent-

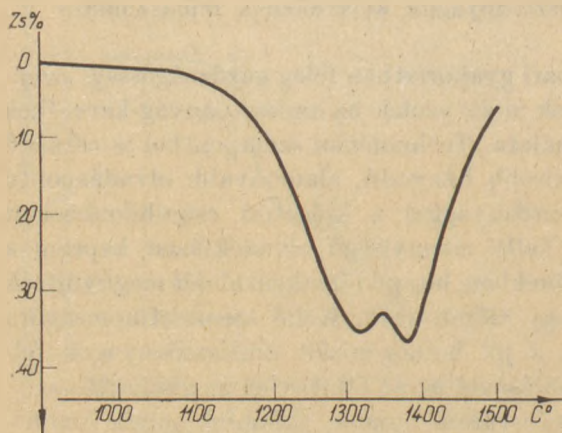
1. táblázat

Ömlesztőanyagok kémiai összetétele

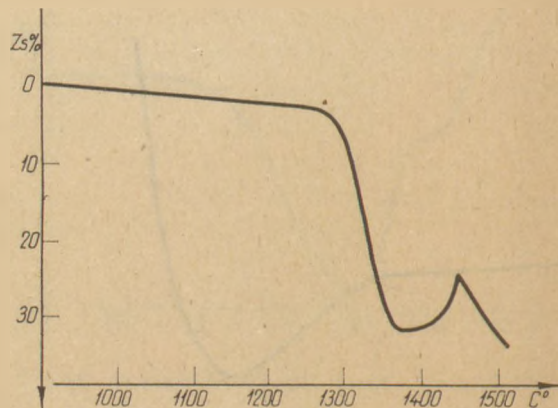
Komponens %	Pécsváradi homok	Fonolit	Nefelinszienit
SiO <sub>2</sub>	83,10	59,61	56,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,93	19,63	23,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,28	3,80	0,12
CaO	0,53	1,68	2,29
MgO	0,01	0,32	0,18
K <sub>2</sub> O	5,26	4,43	8,27
Na <sub>2</sub> O	0,78	7,22	7,84
izz. veszt.	0,51	3,28	1,13



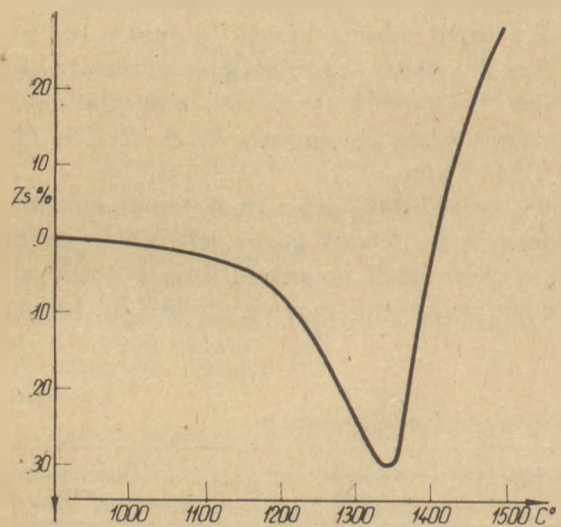
7. ábra. Pécsváradi mosott homok hevítőmikroszkópi diagramja



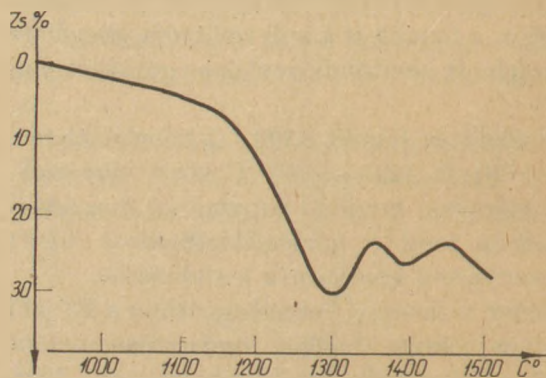
8. ábra. 90% pécsváradai homok, 10% fonolít keverékének hevítőmikroszkópi diagramja



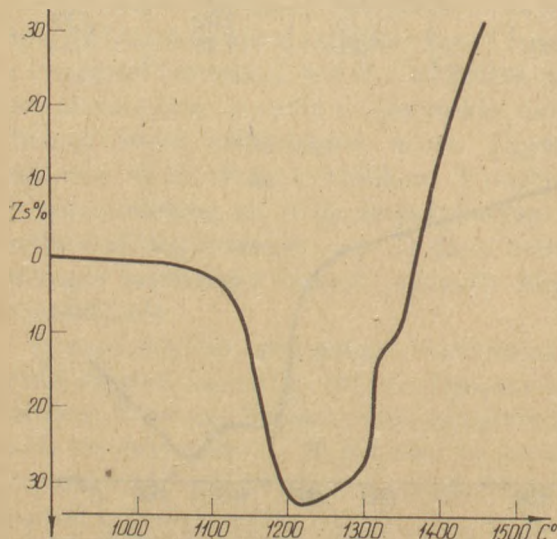
11. ábra. 90% pécsváradai homok, 10% nefelinszienit keverékének hevítőmikroszkópi diagramja



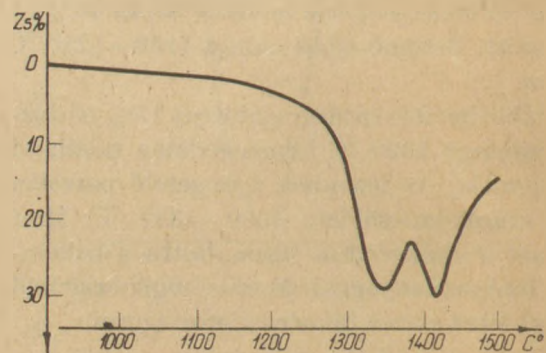
9. ábra. 80% pécsváradai homok, 20% fonolít keverékének hevítőmikroszkópi diagramja.



12. ábra. 80% pécsváradai homok, 20% nefelinszienit keverékének hevítőmikroszkópi diagramja



10. ábra. 70% pécsváradai homok, 30% fonolít keverékének hevítőmikroszkópi diagramja



13. ábra. 80% pécsváradai homok, 30% nefelinszienit keverékének hevítőmikroszkópi diagramja

kezik, de a maximális betömörödési szakasz nem változott. Az optimális égetési hőmérséklet 1300 – 1320 °C.

A 20% fonolít 80% pécsváradai homok keverék az előzőnél kisebb mértékű zsugorodással 1330 – 1350 °C-on tömörödik. A hőmérséklet kis mértékű növelésével e hőfokhatár fölött nagymérvű duzzadás kezdődik.

A 30% fonolítot tartalmazó keverék 1150 °C-ról 1220 °C-ra hevítése során tömörödik be. A pécsváradai homok tompítja, s nagyobb hőmérséklet irányába tolja el a fonolít nagymérvű duzzadási szakaszát. Ez a duzzadás 1300 – 1310 °C-on

kezdődik. Ilyen összetételű ömlesztőanyagot tartalmazó masszából 1300–1320 °C csúshőmérsékleten porcelán már nem égethető a felfúvódás veszélye nélkül.

A hevítéses mikroszkópi vizsgálatok alapján a 10–15% fonolit 90–85% pécsváradi homok ömlesztőanyag keverékeket tarthatjuk optimálisnak.

A 10% nefelinszienit pécsváradi homokba adagolásának következtében az intenzív zsugorodási és betömörödési intervallum 1300 °C-on együtt jelentkezik. A nefelinszienit 1300–1340 °C-os duzzadási csúcsa eltűnik. A görbe 1300–1400 °C közti szakasza szinte változatlan térfogatú képlékeny állapotú anyagra enged következtetni.

A 20% nefelinszienit 80% pécsváradi homok keverék vizsgálata során felvett görbe szerint ez a keverék kitűnik a mérsékeltébb, a pécsváradi homokéhoz hasonló mérvű betömörödésével. A betömörödési szakasz kisebb hőmérsékleten található, mint a pécsváradi homokról felvett görbén. A nefelinszienitről felvett görbén 1300–1320 °C közti hőmérsékletetartárok közt levő duzzadási csúcs e keverék vizsgálata során már megjelenik.

A 30% nefelinszienit 70% pécsváradi homok keverék vizsgálata során felvett görbe elnyújtottabb betömörödési szakaszt jelez. A betömörödési tartomány 1300–1320 °C közt van. A nefelinszienitre jellemző duzzadási csúcs már 1350 °C körüli hőmérsékleten élesen jelentkezik.

A 11. 12. és 13. sz. görbék alapján a 20% nefelinszienit 80% pécsváradi homok keverék tekinthető alkalmas ömlesztőanyagának 1300–1320 °C égetési hőmérsékleten. Ilyen keverékarány mellett mérsékelt betömörödési sebességet s nagyobb hőmérsékletintervallumban változatlan térfogatú reakcióképes, képlékeny állapotú olvadékfázist jelez a görbe.

Ezen vizsgálatok is bizonyítják, hogy a hevítéses mikroszkópi vizsgálat alkalmas módszer az ömlesztőanyagok és keverékeinek konkrét égetési hőmérsékletekre való kiválasztására, s az esetlegesen alkalmazandó új ömlesztőanyagok alkalmasságának megítélésére.

Nem mentesíthet ez a vizsgálat az így kiválasztott ömlesztőanyagokkal előállított masszák, s a belőlük égetett termékek egyéb vizsgálataitól. Ezekben a többalkotós rendszerekben már kis hőmérsékleten megkezdődnek a szilárd-, majd olvadékfázisban lejátszódó reakciók, melyek végső soron a termék szövetszerkezetét, s végső tulajdonságait kialakítják.

Ugyancsak kísérleti úton kell eldönteni azt is, hogy az egyébként megfelelő ömlesztőanyagot

milyen mennyiségben tartalmazza e massa a végtermékben kialakítandó kristályos és olvadékfázis megfelelő arányának biztosítása végett.

## IRODALOM

- [1] Radczewski, O. E.: Die Rohstoffe der Keramik Springer Verlag, Berlin 1968. 52–56.
- [2] Wiedman, T.: Sprechsaal 1967. 100 228–239.
- [3] Koenig, C. J.: J. Am. Cer. Soc. 1955. 38 231–241.
- [4] Jantsky B.: Ásványtelepeink földtana Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966. 262–295
- [5] Magyar Állami Földtani Intézet Középdunántúli Területi Szolgálat jelentése. 1978. aug. 15.
- [6] Papp F. – Kertész P.: Geológia. Tankönyvkiadó, Budapest 1966. 77–79.
- [7] Varjú Gy.: Építőanyag 1974. 26 405–410.

### Csetényi József: Finomkerámiai ömlesztőanyagok alkalmazhatósági vizsgálata

A finomkerámiaiparban zömmel hagyományos ömlesztőanyagokat (pl. földpát) használnak. Ezek minősége egyre romlik, ára emelkedik. Világviszonylatban megindult az új alkalmas nyersanyagok keresése esetlegesen mesterséges úton való előállításra. Hazánkban számos nagy alkálitartalmú kőzet található, melyek közül néhány már alkalmasnak bizonyult a finomkerámiai ömlesztőanyagok sorának bővítésére. A további újonnan feltárt nyersanyagok alkalmasságának megállapítására megfelelő módszernek tartjuk a hevítőmikroszkópos vizsgálatokat. Ennek kiválasztásához kívántunk támpontot nyújtani kísérleti munkánk néhány eredményének bemutatásával.

### Четени, Й.: Испытания применимости насыпных материалов промышленности тонкой керамики

В промышленности тонкой керамики главным образом применяются насыпные материалы (например, полевой шпат). Качество этих материалов постоянно снижается, а цена растет. В мировом масштабе начались поиски новых сырьевых материалов, изготовление их искусственным путем. В Венгрии имеется очень много пород, содержащих щелочи, среди которых некоторые оказались уже пригодными для расширения ассортимента насыпных материалов промышленности тонкой керамики. Для определения применимости сырьевых материалов пригодным считаем метод испытания с помощью нагревательного микроскопа. В статье дается несколько конкретных примеров испытаний.

### Csetényi, József: Untersuchung der Anwendbarkeit feinkeramischer Flußmittel

In der feinkeramischen Industrie werden größtenteils herkömmliche Flußmittel (z. B. Feldspat) verwendet. Die Qualität dieser Stoffe wird immer schlechter und ihr Preis immer höher. Weltweit begann die Suche nach neuen entsprechenden Rohstoffen, nach einer eventuellen künstlichen Herstellung solcher Stoffe. Ungarn verfügt über zahlreiche, beträchtliche alkalihaltige Gesteinsvorkommen, von denen sich einige zur Erweiterung der Reihe feinkeramischer Flußmittel bereits als geeignet erwiesen haben. Zur Bestimmung der Anwendbarkeit weiterer, neu erschlossener Rohstoffe ist das Untersuchungsverfahren mit dem Erhitzungsmikroskop als geeignet zu betrachten. Zur Auswahl dieser neuen Stoffe sollen durch die Bekanntgabe einiger Ergebnisse der durchgeführten Versuche Anhaltspunkte gegeben werden.

### Csetényi, József: Examination of Fluxes for Ceramic Whitewares Manufacture

The quality of conventional fluxes (e. g. feldspat) is steadily deteriorating, with a simultaneous price increase. This initiated the search for new natural and synthetic fluxes. Several now, high-alkali rocks were tested in Hungary. Hot-stage microscopy is the most adequate tool for practical simulation tests on target properties. Some results are discussed.

# Az üvegfátyol előállítása, tulajdonságai és alkalmazása

TÓTH KÁLMÁN

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

## 1. Bevezetés

A bitumenes fedéllemezgyártásnál szilárdságnövelő hordozóanyagként használatos üvegfátyol gyártása 1950-ben az NSZK-beli Schuller-cég eljárásával kezdődött. Az üvegfátyolhordozó alkalmazása a fejlett ipari országokban az egyéb hordozókhoz viszonyítva sokkal gyorsabban növekedett. Az NSZK-ban például az üvegfátyolhordozó részesedése 1966-ban még csak 19,4% volt, 1971-ben 39,8%, míg 1977-ben már 70% felett volt.

A Schuller cégen kívül az elmúlt évtizedek során számos más cég is berendezkedett üvegfátyol gyártására. Napjainkban alkalmazása a bitumenes fedéllemezgyártáson túlmenően számos más területen (korrózióvédelem, műanyag vakolatok stb. vázanyagaként) is terjedőben van, s az évi termelés több százmillió m<sup>2</sup>-ben adható meg. A nem korhadó betétes fedéllemez iránti igények hazánkban is fokozódnak. Hazai üvegfátyol gyártás hiányában a szükségleteket átmeneti jelleggel importból fedezik. A nagy érdeklődésre jellemző, hogy az 1976 évi kb. 1 millió m<sup>2</sup>-ről 1979-ig várhatóan kb. 7 millió m<sup>2</sup>-re növekszik a hazai üvegfátyolhordozós fedéllemez termelése. Az üvegfátyol alapanyag iránti hazai igény ezideig meglehetősen egysíkú, csaknem kizárólag a 85 g/m<sup>2</sup>-es üvegfátyolat használják.

Tekintettel az igények további gyors növekedésére, az üvegfátyol sokoldalú alkalmazási lehetőségeire várható, hogy a hazai előállítás igénye már nem túl távoli jövőben felmerül. Szükségesnek látszik ezért, hogy a hazai műszaki követelmény az üvegfátyolgyártás alapjait, termékskáláját, műszaki jellemzőit és alkalmazási körét megismerje. Ezt a célt kívánja szolgálni a jelen közlemény.

## 2. Az üvegfátyol (üvegszálnemez) előállítása, tulajdonságai, alkalmazásai

Az üvegfátyol (glass fibre mat, Glasvlies, Voile de verre, sztyeklovolochnisztüi holszt) 0,3 – 1,0 mm vastag, nagyfelületű, feltekereselt formában szállított, bitumenes fedéllemez, vagy más, pl. mű-

anyag-vízszigetelőanyagok szilárdságnövelő vázanyagaként felhasználható termék. Az üvegfátyol statisztikusan egyenletes eloszlású, síkban szabálytalanul rendezett elemi üvegszálakból áll, amelyet szerves ragasztóanyag köt egymáshoz. Az üvegfátyol a szakítóerő növelése, a szélek beszakadásának megakadályozása és a pontszerű terhelések jobb elviselése céljából valamilyen rendezett eloszlásban textilüveg szálból álló erősítő betétanyagokat is tartalmazhat. Az első ipari léptékben megvalósított gyártási technológia a SCHULLER cég ún. „bothúzó”-szálképzésen alapuló eljárása volt (1950). A bothúzó-eljárás és a üvegfátyol termékek használata azóta széles körben elterjedt. Mintegy két évtizede az üvegfátyolgyártás ún. „más”-eljárásai is kialakultak és elterjedtek.

## Az üvegfátyolgyártás eljárásai

### Alapanyagok

A direktolvasztó eljárások üveg nyerskeverékből indulnak ki, míg az indirekt eljárások alapanyaga saját, vagy más üvegyártól rendelt üvegbot, vagy pellet. Az üveg minőség legfontosabb kritériuma a hidrolitikai osztály, amely a DIN 12111 szerint meghatározva 3, vagy ennél kisebb lehet. E követelmények A, vagy C üveg összetétellel is kielégíthetők. Az A üveg sajátos összetételű mész alkáli-szilikát üveg, míg a C üveg az ún. „kemény műszerüveg”, 4–5% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ot is tartalmaz. A hidrolitikai osztály mellett fontos követelmény a vegyszerállóság is. A különböző szálgyártásra alkalmas üvegek vegyiösszetételét az 1. táblázat ismerteti. Ugyanezen üvegek saválló-ságát, ill. lúgállóságát a 2. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

Az üvegszálak vegyi összetétele

Üveg fajta	SiO <sub>2</sub> %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
E-üveg	54	0,5	0,5	18	4	15	8
C-üveg	65	9	1	14	2	4	5
A-üveg	68	12	4	6	3	5	2



A különböző üvegfajták vegyi ellenállóképessége

Üveg fajta	Hidrolitikai osztály DIN 12111	Savállóság DIN 12116	Lúgállóság DIN 52322
A-üveg	3	1	2
C-üveg	1	2	2
E-üveg	2	3	2

### Olvasztás

A direkt eljárásoknál az olvasztást nagyméretű kádkemencében végzik. Az üvegolvadékot külön elektromos fűtéssel ellátott, platina-ródium ötvözetből készült „húzócsónak” (bushing) finom nyílásain ( $\varnothing$  1,5–1,8 mm) vezetik ki.

Az indirekt eljárások pl. „bothúzás” esetében a SCHULLER-eljárás „know-how”-ját képező előtoló szerkezettel ellátott kisméretű ellenállás-fűtésű kemencéket, míg üveggolyó, vagy pellet alapanyag esetében elektromos ellenállás fűtésű kisméretű platina-ródium lemezből készített kemencéket alkalmaznak. A SCHULLER 2.-eljárás nemesfém kemencéje óránként kb. 28–30 kg olvadékot termel, kb. 1,2 kWh/kg energiafogyasztás mellett.

### Szálképző eljárások

Düznis-húzó szálképzésnél a perforált fenéklemezű, villamos ellenállásként kapcsolt platina-ródium lemezből készített húzócsónak kemence fogadja be az üveggolyó, vagy pellet alapanyagot. Az olvasztás hőmérséklete 1250 °C körüli. A húzás sebessége 1,2 mm átmérőjű húzónyílásokon keresztül elérheti a 30–60 m/sec értéket. Az elemi szálak átmérője: 5–13  $\mu$ m közötti. A húzást kb. 800 mm átmérőjű forgó hengerek biztosítják, amelyekre az elemi szálak feltekereslődnék. A henger telítődése után a hengeralkotó mentén felvágják az üvegszál nyalábot, így az elemi szálak párhuzamos nyalábjához jutnak el.

A SCHULLER 1. bothúzó eljárás szerint a 150–200 db, 5 mm átmérőjű, kb. 2000 mm hosszú üvegbot végét előtolószerkezet kis méretű kemencék tűzterében egyenletes ütemben előtolja. Az elcseppenő üveg önmagától is szállal alakul, amit egy 40–50 m/sec kerületi sebességgel forgó henger továbbhúz. A szálátmérő: 7–10  $\mu$ m közötti, a szálhosszúság 250–3000 mm közötti lehet.

Düznis-fúvó eljárás, mind nagyméretű kádkemence után kapcsolt „húzócsónak”-hoz (bushing), mind önállóan üveggolyóval, vagy pellettel táplált kiskemencéhez kapcsolható. A húzócsónak finom nyílásain kifolyó üvegolvadékot ver-

tikális irányban áramló nagynyomású gőz, vagy sűrített levegő alakítja szállalá. A húzási sebesség elérheti a 200–500 m/sec értéket. A szálátmérő 7–16  $\mu$ m közötti, a szálhosszúság 50–300 mm közötti lehet (Owens-Corning, ill. Saint-Gobain eljárás).

### Nemezsképzés

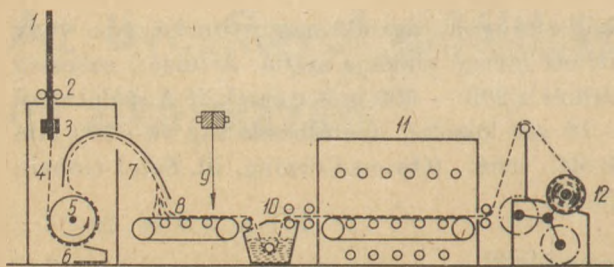
Két elvileg különböző módja alakult ki:

- „száraz”-eljárás
- „nedves”-eljárás.

A száraz eljárások időrendben korábban alakultak ki. A száraz nemezsképzés lényege az, hogy a képződött szálakat azonnal 1–2 m széles, változtatható sebességű, szívás alá helyezett, bronz szitaszövet hordfelületű szállítószalagra ülepítik. A nyersnemez ülepítésekor hordják fel a szakítószilárdság növelését célzó textil-üvegszálbetéteket is. A nyersnemez vastagsága (négyzetmétertömege) a szalagsebességgel változtatható. A nyersnemezt a továbbiakban egy, vagy több komponensű ragasztó oldattal itatják át, majd folyamatosan többszekciós szárítókamrába vezetve hőkezelik. A hőkezelés hatására a ragasztóval kezelt elemi szálak egymáshoz kötődnek. A szárítókamrából kilépő nemezt méretkalibrálás és minőségellenőrzés után automatikus berendezéssel feltekereslik. A kész tekerceket gondosan csomagolják.

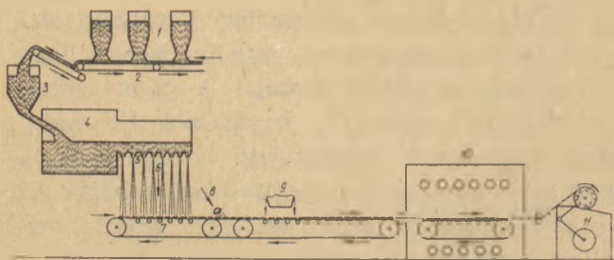
A „nedves”-eljáráshoz textil-üvegszálal, vagy a düznis-fúvóeljárás során nyert párhuzamos elemi szálakból álló nyalábot használnak fel. A szálakat 20–30 mm hosszú darabokra vágják, majd intenzív keverés mellett vízben felszuszpendálják. Az üvegszál szuszpenzióból a papíripari eljárásokhoz hasonlóan képeznek nyers nemezt. A további műveletek a száraz eljárásnál ismeretethez hasonlóak. A nedves eljárás előnye – a kétségtelenül nagyobb beruházási és üzemeltetési költségek ellenére – a termékek jobb minőségben, szélesebb gyártmányválasztékában, a rugalmasabb üzemvezetés lehetőségében rejlik. 1976 óta a nedves eljárás valamivel gyorsabb terjedése figyelhető meg. Nagyfokú homogenitás megőrzése mellett a nedves eljárásra 4 m gyártási szélességű gépsorokat is építettek, amelyek óriási termelékenységet biztosítanak. Egységteljesítményük elérheti a 80 millió m<sup>2</sup>/év értéket is.

A „száraz”-eljárások közül legismertebb a SCHULLER 1. ún. bothúzó eljárás, valamint a Saint-Gobain cég direkt-olvasztáshoz kapcsolódó száraz-nemezsképzés eljárása. Ezen eljárások technológiai folyamatrajzait az 1., ill. 2. ábrák ismertetik.



1. ábra Bothúzó üvegfátyolgyártás technológiai vázlatja

- |                   |                  |                            |
|-------------------|------------------|----------------------------|
| 1. üvegbotok      | 5. húzóhenger    | 9. szálerősítő felvitele   |
| 2. előtölgengerek | 6. csepp-fogó    | 10. kötőanyagátvitálás     |
| 3. el. kemence    | 7. fátlyozó      | 11. szárítóalagút          |
| 4. elemi szálak   | 8. nyers fátlyol | 12. feltekercselő automata |



2. ábra Direkt olvasztásos száraz-nemezgyártás

- |                        |                              |                                |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1. keverőüzem          | 6. szálerősítő szálak        | 9. kötőanyagátvitálás          |
| 2. szállítószalag      | 7. felvitele                 | 10. szárítás polikondenzáció   |
| 3. nyersanyagkeverő    | 8. ülepítés szállítószalagra | 11. automatikus feltekercselés |
| 4. kádkevence          |                              |                                |
| 5. nemesfémhúzó csónak |                              |                                |

### 3. Az üvegfátyolgyártás kötőanyagai és segédanyagai

A kötőanyagok minőségét és mennyiségét az üvegfátyol felhasználás követelményei alapján választják meg. Leggyakrabban az alábbi kötőanyagokat használják:

- karbamid-formaldehid, v. melamin-formaldehid gyanta,

- polivinilacetát-diszperzió,
- polivinilalkohol oldat,
- kukorica-keményítő.

Gombaölőszerként bázikus rézszulfát, króm-szulfát és egyéb vegyi adalékokat alkalmaznak.

A kötőanyag mennyisége a hőkezelés után a fátlyolra vonatkoztatott 25%-ot nem lépheti túl. A kötőanyagtól bizonyos hőállóságot (180 °C hőmérsékletű bitumennel szembeni ellenállóképességet) és mosásállóságot (kilugozásnak való ellenállás) is megkövetelnek.

A műanyag vázképzésre használatos termékek kötőanyagaiba tapadásfokozó adalékokat is tesznek.

### 4. Termékválaszték, műszaki jellemzők

Az üvegfátyolnak négy fő alkalmazási területe alakult ki:

- Bitumenes fedéllemez, tetőfedő zsindelek vázanyaga (ez az uralkodó felhasználási terület);
- Korrózióvédő bitumenes, műanyagkittes védőrétegek vázanyaga;
- Műanyag tapéták, padlóburkolóanyagok, vakolatok stb. vázanyaga (viszonylag új alkalmazási területek)
- Bár mennyiségileg nem jelentős, mégis említésre méltó az ólomakkumulátorokban szeparátor lemezként való felhasználás.

A továbbiakban az Európában legelterjedtebb SCHULLER cég MIKROLITH márkájú és a Saint Gobain cég VELIMAT márkájú üveg-

A Schuller cég MIKROLITH márkájú üvegfátyol termékeinek jellemzői

3. táblázat

Jellemzők	Bitumenes fedéllemez gyártásához		Padló- és falburkoló műanyag készítményekhez							
	DIN 52141 követelményei	R 50	SH 45/2	SH 50/1	SH 60/1	SH 80/1	SA 50/1	SA 50/2	SAC 50/1	SM 50/1
Négyzetméter-súly, g/m <sup>2</sup>	50	60	45	50	60	80	50	50	50	50
Kötőanyagtípus			karbamid – formaldehid				acryl		PVC	melamin.
Kötőanyagmennyiség, %	< 25	22	15	18	20	17	20	20	18	17
Szaktörő, N/5 cm										
– hosszirányban	> 150	180	150	190	230	270	150	150	150	130
– keresztirányban	> 100	120	110	130	160	210	130	130	120	110
Tekeresszélesség, cm	< 100	100,	2176 mm-ig rendelés szerint							
	200	200								
Tekereshossz, m	–	1500	1500	1500	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Elemi szálátmérő, µm	< 17	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Hidrolitikai osztály	3	3	2–3	3	3	3	2–3	2–3	2–3	2–3
Üvegszálarány, %	> 75	78	85	82	80	83	80	80	82	83

A Saint-Gobain cég VELIMAT márkájú üvegfátyol termékeinek jellemzői

Jellemzők	Fedéllemezgyártás, vízszigetelés						Bitumenes zszindely				Korrózióvédelem			
	50	60	121	124	130	132	140	143	145	147	201	202	203	204
Négyzetmétersúly, g/m <sup>2</sup>	60	85	95	65	125	65	52	105	50	105	85	110	74	50
Szakítóerő, N/5 cm	190	280	250	105	280	200	70	260	123	265	86	100	85	123
Szélesség, m	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	1;2	0,1	0,2	0,33	0,48
Hosszúság, m	1800	1200	1000	1200	800	1500	1200	1000	1200	1000	200	300	300	400
Elemi szálátmérő, μm	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	15	15	15	15
Hidrolitikai osztály	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Szálerősítés, g/m <sup>2</sup>	5	5	5	5	—	—	—	5	5	10	—	—	—	5
Kötőanyagtartalom, %	20	20	20	20	11	12	20	15	15	15	20	20	20	15

fátyoltermékeinek választékát és műszaki jellemzőinek táblázatos összefoglalását közöljük (3., ill. 4. táblázat).

A nedves-eljárással gyártott termékek műszaki jellemzői a legtöbb vonatkozásban közel állnak a száraz eljárással gyártott termékekéhez. Szembetűnő eltérés a nemezeken keresztirányú szakítószilárdságaiban állapítható meg, amelyek a nedves-eljárással gyártott termékekénél sokkal nagyobbak, számértékben közel vannak a hosszirányú szakítószilárdság értékeihez.

Az üvegfátyol termékek a táblázatos összeállításban közöltekén túlmenően a további fontos közös tulajdonságokkal rendelkeznek.

**Korhadás-, rothadásállóság.** A tömör üvegszálból álló fátylak nem higroszkóposak, tulajdonságaikat hosszú időn át igen nehéz körülményeknek (pl. talajbafektetés, stb.) kitéve is megtartják. Az üvegfátylak gyakorlatilag minden biológiai kártevőnek ellenállnak.

**Méretállandóság.** Az üvegfátylak nem zsugorodnak, nedvesség, gőz hatására nem duzzadnak fel. Napsugárzásra, vagy más hőhatásra teljesen érzéketlenek.

#### További előnyök:

- nagy szakítóerő,
- hőstabilitás kb. 200 °C-ig,
- nagy porozitása miatt bitumennel, ill. műgyantákkal könnyen és jól telíthető,
- a bitumennel telített fátyol légpórustartalma igen kevés,
- jó tárolhatóság (higroszkópos vízfelvétele 2% alatt van).

#### Összefoglalás

A tanulmányból is kitűnik, hogy mind a direktolvasztású, mind az indirektolvasztású eljárásokkal jó minőségű termékek széles skálája állítható elő. A felhasználó tehát nem elsősorban műszaki,

hanem gazdaságossági megfontolások (árfekvés, csomagolás, fuvar költség, stb.) alapján döntheti el, hogy melyik terméket vásárolja.

A különböző gyártási eljárások mérlegelése egy esetleges hazai adaptáció szempontjából már sokkal összetettebb kérdés. Vázlatosan – a teljesség igénye nélkül – az alábbiakat lehet megállapítani:

a) Az üvegyipari kádkemencét alkalmazó direktolvasztásos eljárások fő előnye a kisebb olvasztási energiaigény és a nagy termelékenység. Folyamatos üzemeltetés esetén ezért gazdaságosabb, mint az indirekt eljárások.

b) Az indirekt eljárások nagyobb energia felhasználás mellett rugalmasabb, a piaci viszonyokhoz jobban igazodó, szakaszos üzemmenetet tesznek lehetővé. Mivel a bot, ill. pelletgyártás a szálképzéstől, nemezképzéstől esetenként függetleníthető, a termelő üzem kisebb beruházási költséggel létesíthető.

c) A nedves-nemez képzésen, ill. textilüvegszál felhasználáson alapuló többlépcsős eljárás mind beruházási, mind üzemeltetési költségek szempontjából a legdrágább eljárás. Ezzel szemben kiváló termékek, igen széles skálában való gyártását teszi lehetővé. A lehetséges nagy gyártási szélesség és az ezen eljárással gyártható termékek különleges tulajdonságai a hagyományosak mellett ma még beláthatatlan új alkalmazásoknak nyithatja meg az utat.

#### IRODALOM

- [1] *Andernach, W.*: Proceedings of the Symposium on Roofing Technology, Washington 1978.
- [2] MIKROLITH Glasfaservlies Schuller kiadvány.
- [3] DIN 52 141 szabvány.
- [4] VELIMAT Saint-Gobain Isover gyártmány ismertető.

*Tom, K.*: Изготовление, свойства и применение стекло холста

*Tóth, Kálmán*: Herstellung, Eigenschaften und Anwendung von Glasflies

*Tóth, Kálmán*: Manufacture, Properties and Application of Glass fibre mat

# Az impregnálás hatása a beton szilárdságára

BALÁZS GYÖRGY – KOVÁCS KÁROLY

Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok Tanszék

## 1. Bevezetés

A betonban gélpórusokat, kapilláris pórusokat és légpórusokat különböztetünk meg.

*Gélpórus*nak nevezzük a cementgélben levő és a mikrokristályos hidráttermékek közötti teret, amely a cement és a keverővíz reakciójakor jön létre. Átmérője 10–1 nm. A gélporozitás az összporozitásnak kb. 30%-a. A gélpórusokban levő víz 100 °C-nál nagyobb hőmérsékleten elpárolog.

*Kapilláris pórus*nak az eredetileg keverővízzel töltött teret nevezzük. Átmérőjük kb. 1000-szer akkora, mint a gélpórusoké és a mikrométer tartományba esnek. A kapilláris pórusokban levő víz egyrésze kémiaiilag kötődik, másrésze – a környező levegő hőmérsékletétől és páratartalmától függően – már szobahőmérsékleten is elpárologhat. A kapilláris pórusok mérete a beton korával csökken, mert a hidráttermékek belenőnek azokba. Ha a vízcementtényező 0,4-nél kisebb, akkor nem marad kapilláris pórus. Tehát az, hogy mennyi a kapilláris pórus, a vízcementtényezőtől függ. Minél nagyobb a vízcementtényező, annál több kapilláris pórus marad.

A légpórusok keletkezésének okai:

a) Telítetlen a beton, tehát eleve nincs benne annyi cementhabarcs, amely a kavicszemcsék közötti hézagokat kitölthetné.

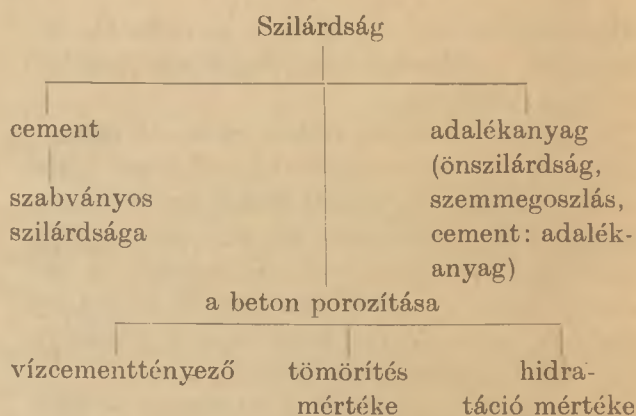
b) Telített vagy túltelített ugyan a beton, de hiányos volt a tömörítés.

c) Tervszerűen keletkeznek a légpórusképző adalékszer által.

A kapilláris pórusok összefüggnek egymással. A jól tömörített, telített betonban a légpórusok nem kapcsolódnak egymásba. A kapilláris pórusokhoz vagy kapcsolódnak, vagy nem. A telítetlen és a tömörítetlen betonban a légpórusok között is több kapcsolat lehet.

A kapilláris pórusokkal összefüggő pórusrendszer *nyitott pórusrendszernek* (látszólagos porozitás) is nevezzük és mértéke meghatározható a fokozatos vízbemerítéssel meghatározott vízfelvétel által.

Az ismert, hogy a beton tulajdonságait a következő tényezők befolyásolják:



A beton szilárdságára a cementkő, ill. a beton porozitásának nagy hatása van. Bármilyen módon csökkentjük a beton porozitását, nő a beton szilárdsága. Ez vezetett ahhoz a gondolathoz hogyha a pórusokat utólagos injektálással kitöltjük, akkor nő a beton szilárdsága, vízzárósága, korrózióállósága, időállósága, kopásállósága. A monomerrel impregnált beton kutatása terén külföldön jelentős eredményt értek el. Hazánkban a SZIKKTI-ben Koós János tudományos munkatárs végzett úttörő munkát.

A továbbiakban az *Építőanyagok Tanszék* eredményeiről számolunk be, abban a reményben, hogy eredményeink felhívják a figyelmet erre az új lehetőségre.

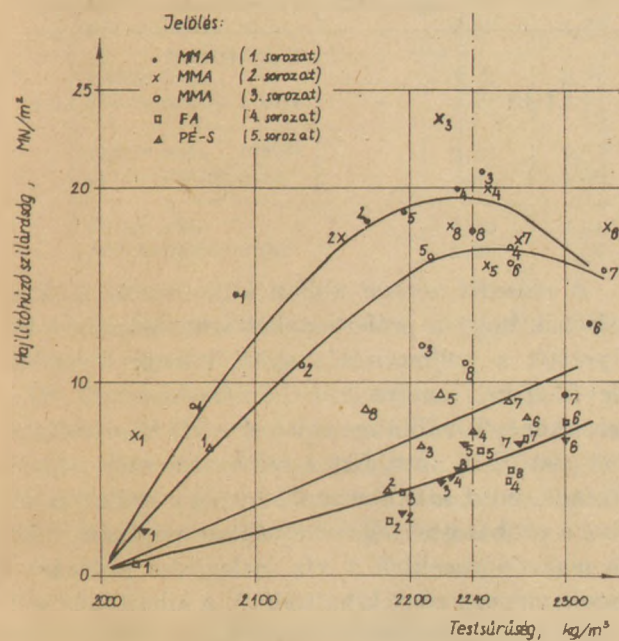
## 2. A kísérlet leírása

Az Építőanyagok Tanszékén különböző pórustartalmú betonokból 7 × 7 × 25 cm méretű hasábokat készítettünk (1. táblázat). A 8 jelű betonhoz 0,6% Biberol LP légpórusképzőt adagoltunk. A kísérlethez 450 pc.-t használtunk. Az adalékanyag finomsági modulusa a 0,063 mm-es lyukbőségű szitával kezdődő négyzetlyukú szita – ill

1. táblázat

A friss beton összetétele, tulajdonságai, a beton vízfelvétele szárítás előtt, a kiszáritott beton testsűrűsége

Jele	Friss beton test-sűrűsége, kg/m <sup>3</sup>	Cement-tartalom, kg/m <sup>3</sup>	v/c	Glan-ville tömörödési szám	Kiszáritott beton test-sűrűsége, kg/m <sup>3</sup>	Vízfelvételi fokozatos vízbe-merítésel, %
1	2180	164	0,81	0,875	2025	5,75
2	2290	218	0,66	0,85	2185	4,85
3	2345	264	0,54	0,85	2220	4,62
4	2390	312	0,56	0,84	2225	4,52
5	2380	353	0,42	0,765	2235	3,94
6	2380	400	0,38	0,75	2295	3,95
7	2375	500	0,34	0,71	2270	3,77
8	2410	358	0,42	0,835	2200	5,43

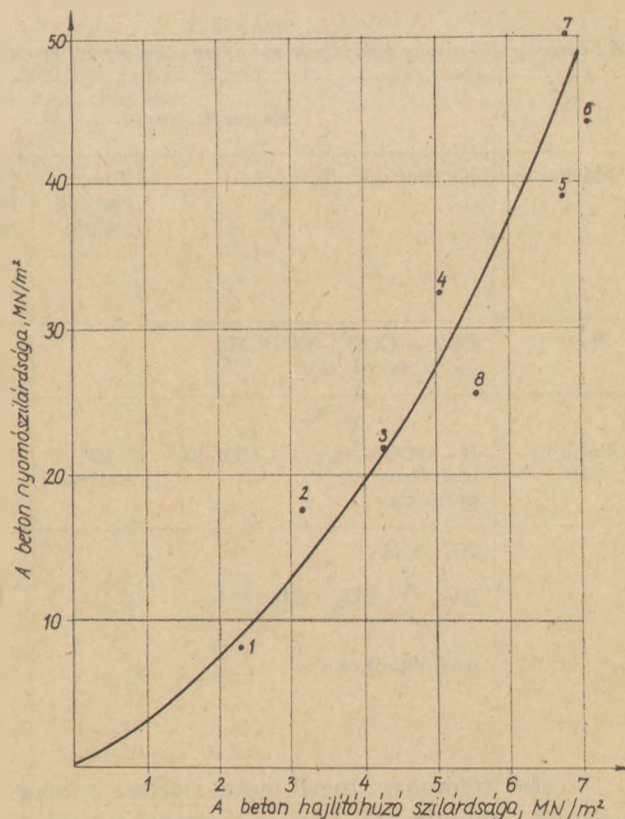


1. ábra. A kezeletlen beton szilárdsága a vízfelvétel függvényében

rostasoron 5,6. Az adalékanyag 90%-a 8 mm-nél kisebb szemcseméretű volt. A próbatesteket 1 hétig mésztelített vízben, majd laboratóriumban tároltuk egészen az impregnálásig.

A kezeletlen hasábok szilárdságát a vízfelvétel megállapítására használt próbatesteken határoztuk meg, vízzel telített állapotban. Először 21 cm-es támaszközön, harmadpontos erővel terhelve meghatároztuk a hajlítóhúzó szilárdságát ( $\sigma_{haj}$ ), majd 50 cm<sup>2</sup>-es nyomófelülettel terhelve a test-szilárdságát ( $\sigma_t$ ). Az átlagértékeket a vízfelvétel függvényében az 1. ábrán tüntettük fel. A hajlítóhúzó és a nyomószilárdság közötti összefüggést pedig a 2. ábrán ábrázoltuk.

Az impregnáláshoz felhasznált próbatesteket 150 °C hőmérsékleten 24 órán át szárítottuk, majd a kiszáritott betont az impregnálás kezdetéig zárt polietilénfólia zsákban tároltuk egészen



2. ábra. A kezeletlen beton nyomószilárdsága a beton hajlítóhúzó szilárdsága függvényében

a telítés időpontjáig. A telítéshez felhasznált anyagokat az alábbi szempontok szerint választottuk meg:

- Az irodalomban ismertetett, vagy említett legyen.
- Hazai termék legyen.
- Viszonylag olcsó legyen (ezért nem kísérleteztünk epoxigyantával).
- Laboratóriumi kísérleti körülményeink között a műveletek elvégezhetőek legyenek.
- A majdani ipari megvalósítás számára is alkalmazható technológia legyen.
- A termék a szilárdságnövekedés mellett egyéb tulajdonságok javulását is szolgálja.
- Az anyag, ill. a technológia a környezetre nézve ne legyen veszélyes.

Így választásunk a Fűzfői Nitrokémia Ipartelepek által gyártott metil-metakrilát monomerre és a Polikon 210 márkanevű poliészter termékre, valamint a Péti Nitrogénművek által előállított furfuril-alkoholra esett. Az impregnáló anyagok legfontosabb tulajdonságait, valamint az impregnáláshoz használt katalizátort a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Impregnáló anyag					Katalizátor-iniciátor		
Márkanév	Kémiai név, ill. képlet	Idegen anyag tart. %	Sűrűség 20°C-on kg/m <sup>3</sup>	Viszkozitás 20°C Pa. s	Márkanév	Kémiai név	Adagolás az impregnálóanyag %-ában
Plexi	$\text{CH}_2 = \text{CCH}_3 - \text{COOCH}_3$ metil-metakrilát	—	950	$8,8 \cdot 10^{-4}$			
Polikon-210	$\text{R} - \text{OOC} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COO} - \text{R}$ izoftálsav alapú poliészter	40% sztírol	1110	0,45	Finox M50L Beschleuniger CW	50% metil-etilketon-peroxid Co-naftenát	0,5 0,5
—	$\begin{array}{c} \text{HC} - \text{CH} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HC} \quad \text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \end{array}$ furfuril-alkohol	—	1130	$1,1 \cdot 10^{-3}$	—	1 : 1 hígítású HCl (sósav)	0,1

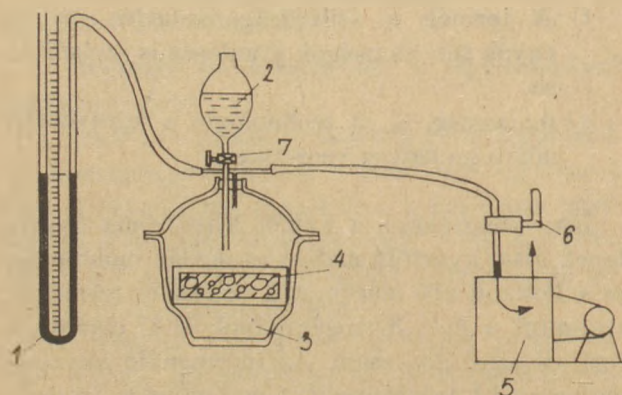
Az első sorozatban metil-metakriláttal impregnáltunk, vákuumban. Az impregnáláshoz a 3. ábra szerinti készüléket használtuk. Először létrehoztunk 2–3 Hgmm (kb. 270–400 Pa) vákuumot. Majd a 6 jelű csapot lezártuk és a 7 jelűt kinyitva a monomert a próbatestre juttattuk. Eközben a nyomás 20–30 Hgmm-re (kb. 2700–4000 Pa) nőtt. A monomer beadagolása után a két csapot úgy nyitottuk, hogy 5 perc alatt az edényben a vákuum megszűnjék. Ezt követően 30 percen át légköri nyomáson a monomerben tartottuk a próbatestet, majd kivettük a monomerből, lecsurgattuk, megmértük a tömegét és azonnal csapvízbe helyeztük. A vizet 80–90 °C-ra melegítettük és ezáltal polimerizáltuk. A hőpolimerizáció tartama (a 2.–4. sorozatnál is) 3 óra volt.

A második sorozat abban különbözött csak az elsőtől, hogy a próbatesteket nem csapvízbe helyeztük a polimerizálás előtt, hanem forrásban levő vízbe, amelynek a hőmérséklete 80 °C-ra csökkent. További melegítésre a víz hőmérséklete 85–90 °C-ra nőtt. Ezt a változatot azért választottuk, mert azt tapasztaltuk, hogy ezáltal azokból a próbatestekből, amelyekben péphiány volt, a makróporusokból a víz melegítése hatására a monomer egy része kihajtódik\*. A kihajtódás mértékét szemmel megbecsülhettük, ugyanis a vízbe jutott monomer ott polimerizálódva fehérszínű habot, illetve szivacsos szerkezetű üledéket hozott létre.

A harmadik sorozat kiszáritott próbatestjeit légköri nyomáson 1 napon át áztattuk MMA monomerben, majd kb. 80 °C-os vízben polimerizáltuk.

A negyedik sorozat próbatestjeit a 2. sorozatéhoz hasonlóan furfuril-alkohol (FA) előkondenzátummal impregnáltuk és forró vízben kondenzáltattuk.

A furfuril-alkoholos előkondenzátumot 1:1 arányban hígított sósavval állítottuk elő úgy, hogy 1 lit FA-hoz kb. 1 cm<sup>3</sup> HCl-t adtunk, langyos vízfürdőben megindítottuk a reakciót, majd megvártuk, míg az átlátszó furfuril-alkohol sötétzöld-barna színűvé vált. Amennyiben az elegy melegedett, úgy hideg vízfürdőben visszahűtöttük.



3. ábra. Impregnálás vákuumban. 1, manométer; 2, monomer adagoló edény; 3, exsikkátor, amelyben a vákuumot előállítottuk; 4, betontest; 5, légszivattyú; 6, és 7, csap

\* Gyors melegítés hatására a uonóméter hamar polimerizálódik és kevesebb hajtódik ki

Beton jele	Tömegnövekedés %	Telítősorozat jele és a felhasznált				
		1 MMA	2 MMA	3 MMA	4 FA	5 PÉ-S
1	telítés után polimerizálás után	8,7	7,8	4,6	9,8	7,9
		9,3	8,6	7,6	5,9	7,9
2	telítés után polimerizálás után	5,8	6,0	4,1	5,8	3,6
		7,0	6,5	7,1	5,1	3,6
3	telítés után polimerizálás után	5,41	5,50	3,78	7,35	5,02
		5,42	6,20	4,64	5,25	5,00
4	telítés után polimerizálás után	4,95	4,91	3,51	3,17	3,32
		6,40	5,70	3,83	3,09	3,32
5	telítés után polimerizálás után	4,49	3,76	3,41	2,15	4,11
		5,88	4,71	4,20	3,58	4,11
6	telítés után polimerizálás után	2,73	2,78	3,21	2,01	3,26
		4,22	4,17	3,12	3,04	3,25
7	telítés után polimerizálás után	2,78	3,57	2,66	2,01	3,32
		3,41	5,08	2,91	2,55	3,32
8	telítés után polimerizálás után	5,02	5,64	2,89	4,70	5,43
		6,20	5,55	4,69	4,18	5,43

Ennek az előkondenzátumnak a viszkozitása kb. a vízzel egyezett meg.

Az ötödik sorozatot vákuumban, katalizált és begyorsított PÉ-gyanta és sztírol monomer 60:40 arányú keverékével impregnáltuk. A polimerizációt polietilén fóliával burkolt állapotban infravörös lámpás melegítéssel segítettük elő.

### 3. A kísérleti eredmények értékelése

A kísérlet során előállított polimerrel impregnált betonok eltört darabjain tanulmányoztuk a beton polimerrel való átitatódását. Azt tapasztaltuk, hogy a MMA és FA monomerek a próbatesteket teljes keresztmetszetükben átitatták. Az is egyértelműen megállapítható volt, hogy a nagy légpórusok (0,5–2 mm, vagy annál nagyobb átmérőjűek) üresek maradtak. Az áztatással impregnált metil-metakrilátos próbatestek kevesebb monomert vettek fel, mint a vákuum alatt telítettek. A monomer-, ill. gyantafelvételek alakulását a próbatestek fajtájától, valamint a monomerfeleségtől függően a 3. táblázatban tüntetjük fel.

A telítőanyagokra vonatkozó rövidítések jelentése:

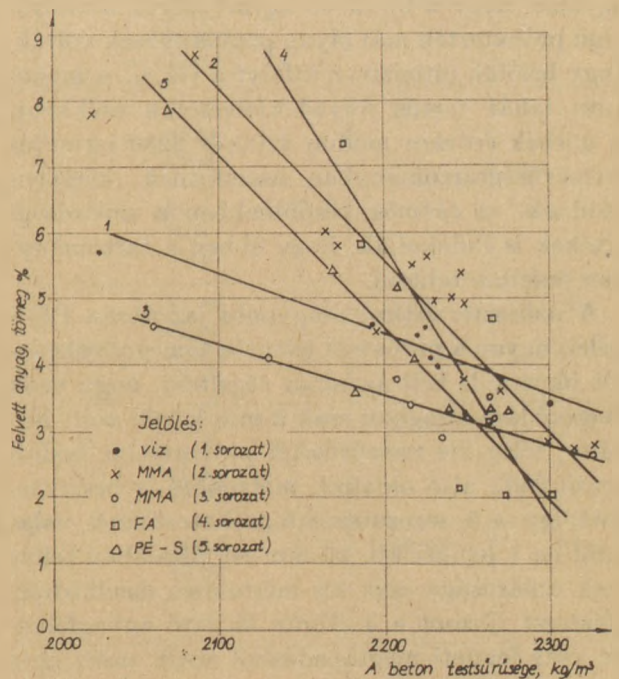
MMA = metil-metakrilát

FA = furfúril-alkohol

PÉ-S = Polikon P 210 poliészter-sztírol műgyanta.

E táblázatból kivehető a polimeresítés folyamán felvett további víz közelítő mennyisége is. A közelítő szó azért szükséges, mert ezeket víz alatt melegítettük, és lehetséges, hogy vizet vett fel a próbatest az esetleg kihajtott monomér tömegének helyére is, így az ott feltüntetett tömegváltozás-százalékok csak tájékoztató jellegűek.

A táblázat adatait a 4. ábrán szemléltethetjük. Az 1. görbét a vízzel telített próbatestek tömeg-



4. ábra. Testsűrűség-anyagfelvétel összefüggés

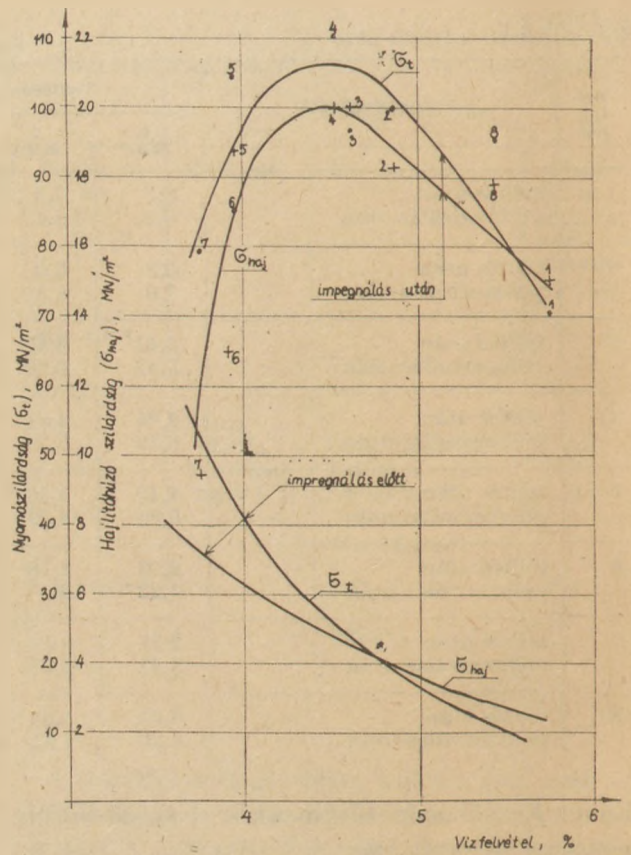
növekedéséből szerkesztettük. Látható az ábrából, hogy bár vízzel telített volt a próbatest, más anyagra nézve azonban nem ez jelenti a maximális telítettséget, mivel a telítettség függ a telítő kapilláraktivitásától is. Természetesen ezt nagyon befolyásolja a beton szárazsága. A jó szárítást az is mutatja, hogy nagyobb lett a hidrofób tulajdonságú monomerek felszívódása a vízhez viszonyítva. (a MMA és a FA sűrűsége is kb. 1 kg/l, tehát ez térfogatban is hasonló értékeket ad).

Az is kivehető az ábrából, hogy a beton testsűrűségének növekedésével a monomerek beszívódása erőteljesebben csökkent, mint a vízé. Az ábrán azonosan jelöltük az 1 és a 2. sorozattal elért eredményeket, mivel azok monomerfelvétele módszerében hasonló volt.

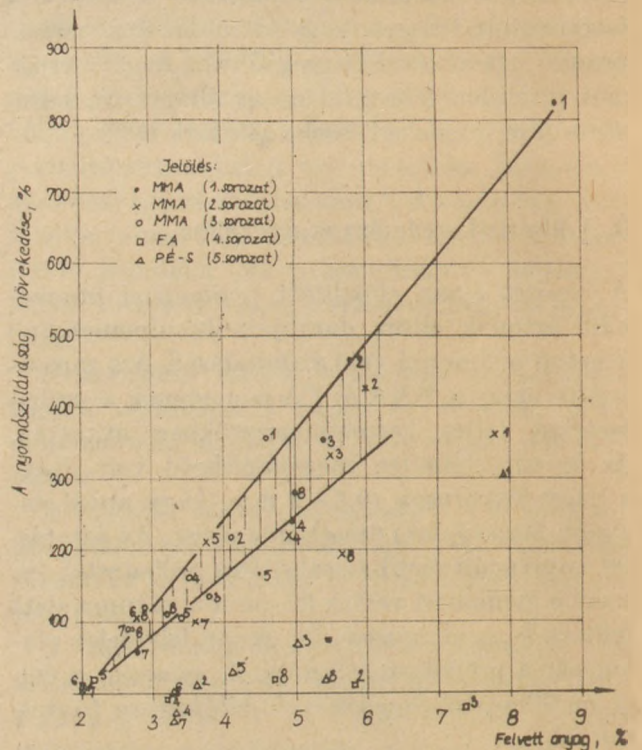
Látható az ábrákból, hogy a fokozatos bemeztetés légköri nyomáson (kb. 24 óra) nem adott tökéletes eredményt, mivel az anyagfelvételi görbe a többi alatt helyezkedik el. Érdekes, hogy ennek más az iránytangense is. Ez tulajdonképpen a beitatódás sebességének nyomásbeli függőségével magyarázható, s ebből a szempontból a vízzel csaknem azonos lefutású, de kissé lejjebb helyezkedik el. Ebből megállapítható, hogy a vákuumozás az impregnálást jelentősen segíti, alkalmazása szükséges.

A görbéket csak a mérési pontok között szerkesztettük meg, nem hajtottunk végre extrapolációt. Megfigyeléseink, valamint a józan ész szerint azonban azok alsó vége lefelé tér el az egyenestől, felső vége – (valószínűleg maximumon keresztül) – szintén lefelé fordul. Megfigyeltük ugyanis, hogy a kb. 2000 kg/m<sup>3</sup> száraz testsűrűségű próbatestek már olyan péphiányosak voltak, hogy belőlük intenzíven kifolyt a víz, ill. a monomer, tehát tartós folyadékfelvételük csökkent. A görbék érdekes módon 2200 és 2250 kg/m<sup>3</sup>-es testsűrűség tartományban összefutnak, kiegyenlítődnek, ez és még későbbiekben a szilárdsági értékek is indokolják, hogy ebben a tartományban érdemes telíteni.

A poliészter-sztirol műgyanta (az ábrán PÉ-S jellel) ugyan a próbatest jelentős tömegnövekedését okozta, le kell azonban rögzíteni, hogy azok beszívódása átlagban csak 2 mm körüli volt. Néhány, főleg kis testsűrűségű próbatestbe, bedolgozás felőli alsó oldalról, mélyebbre is beszívárgott, így az 5. sorozatszámú próbatesteknél, valamint az 1 jelűnél kb. 20 mm-re. Általában tehát ezek szilárdsága csak kis mértékben emelkedett. Másrészt viszont a 4. ábrán látható anyagfelvétel csak felületi megtapadásból eredt, ezért nem vethető össze a többivel.



5. ábra. Vizfelvétel-szilárdság összefüggés



6. ábra. A nyomószilárdság növekedése a felvett anyag függvényében

Fentieket előre bocsátottuk a próbatestek szilárdsága alakulásának a megmagyarázásához. A nyomószilárdsági eredményeket a 4. táblázatban foglaltuk össze.



## Az impregnált beton szilárdsága

Be- ton jele	Teltő anyag és sorozat jele	Hajlítóhúzó szilárdság			Nyomószilárdság		
		MN/m <sup>2</sup>			MN/m <sup>2</sup>		
		egyes	átlag	növekmény, %	egyes	átlag	növekmény, %
1	—	2,43 2,14	2,28	0	7,40 7,60 7,80	7,60	0
	MMA 1	11,82 17,17	14,50	536	70,8 59,6 70,8 80,0	70,3	825
	MMA 2	8,61 6,00	7,30	220	38,6 37,4 19,4 44,8	35,05	361
	MMA 3	7,72 9,86	8,79	285	43,2 24,8 39,0 32,0	34,75	357
	FA	0,83 0,36	0,60	- 4	9,8 5,4 4,8 4,4	4,85	- 36
	PÉ-S	6,3 6,95	6,62	190	43,8 17,6	30,7	304
2	—	3,09 3,33	3,21	0	17,4 17,8 15,6	16,93	0
	MMA 1	17,29 19,25	18,27	469	100,80 88,60 98,60 95,40	95,85	466
	MMA 2	16,45 18,47	17,46	444	77,20; 93,60 95,60 89,40	88,95	425
	MMA 3	9,33 12,47	10,9	239	42,00 55,00 60,60 58,00	53,90	218
	FA	2,97 2,73	2,85	- 11	19,60 16,00 20,60 19,40	18,90	12
	PÉ-S	3,62 4,99	4,30	34	17,80 22,60 16,60	19,00	12
3	—	3,62 5,35	4,48	0	20,6 20,8 23,2	21,47	0
	MMA 1	20,14 20,02	20,08	348	101,40 105,40 90,00 93,00	97,45	354
	MMA 2	24,83 22,33	23,58	426	104,20 86,40 102,80 76,00	82,35	330
	MMA 3	12,771 11,11	11,94	166	48,40 62,00 48,60 42,40	50,35	134

Be- ton jele	Töltőanyag és sorozat jele	Hajlítóhúzó szilárdság			Nyomószilárdság		
		MN/m <sup>2</sup>			MN/m <sup>2</sup>		
		egyés	átlag	növekmény, %	egyés	átlag	növekmény, %
3	FA	3,86 4,752	4,31	- 4	11,80 11,60 23,00 20,00	16,60	- 23
	PÉ-S	7,37 6,18	6,87	51	39,40 25,40 45,40	36,73	71
4	—	5,17 4,92	5,05	0	34,6 33,0 30,0	32,53	0
	MMA 1	19,48 20,49	19,99	296	112,00 119,80 108,60 101,00	110,35	239
	MMA 2	19,84 19,96	19,9	294	111,20 119,60 118,60 67,60	104,25	220
	MMA 3	17,82 16,16	16,99	236	92,60 101,60 53,40 91,00	84,65	160
	FA	4,75 5,05	4,90	- 3	31,00 26,60 27,40 34,20	29,8	- 8
	PÉ-S	7,84 7,01	7,42	47	26,20 21,40 19,20	22,27	- 32
	—	6,29 7,31	6,8	0	40,4 34,4 42,0	38,9	0
5	MMA 1	18,24 19,31	18,78	176	100,60 107,40 97,20 112,40	104,40	168
	MMA 2	16,93 15,14	16,04	136	119,80 122,00 120,00 124,00	121,45	212
	MMA 3	14,55 18,23	16,39	141	72,80 92,20 70,60 86,80	80,60	107
	FA	7,13 5,64	6,38	6	51,40 44,40 45,80	47,2	21
	PÉ-S	8,91 9,80	9,36	38	28,80 22,60 31,20	27,53	29
	—	7,72 6,42	7,07	0	46,0 40,0 47,2	44,4	0
	6	—	7,72 6,42	7,07	0	46,0 40,0 47,2	44,4

Be- ton jele	Telítő anyag és sorozat jele	Hajlítóhúzó szilárdság			Nyomószilárdság		
		MN/m <sup>2</sup>			MN/m <sup>2</sup>		
		egyed	átlag	növekmény, %	egyed	átlag	növekmény, %
6	MMA 1	15,08 10,99	13,04	84	109,40 85,20 62,00	85,53	93
	MMA 2	17,23 18,71	17,97	154	120,00 32,60 120,00	90,87	105
	MMA 3	15,50 16,81	16,16	129	101,80 90,60 87,80	93,4	110
	FA	8,14 7,78	7,96	13	52,80 48,80 46,20	49,27	11
		8,79 7,43	8,11	15	25,00 48,80 58,00	43,93	- 1
7	-	6,89 6,77	6,83	0	51,00 51,60 47,60	50,07	0
	MMA 1	8,32 10,57	9,4	38	90,00 85,80 60,60	78,80	57
	MMA 2	16,63 18,12	17,38	154	93,20 103,00 102,00	99,4	98
	MMA 3	15,44 16,04	15,74	130	95,20 89,40 98,60	94,4	88
	FA	7,13 6,83	6,98	2,2	47,00 56,00 50,80	51,27	2,4
	PÉ-S	8,97 9,03	9,00	31	29,60 25,20 31,60	28,8	- 42
8	-	5,94 5,17	5,55	0	21,0 30,8 24,2	25,33	0
	MMA 1	18,06 17,58	17,82	221	101,20 104,40 83,40	96,33	280
	MMA 2	17,46 18,65	18,06	225	64,20 70,60 89,20	74,67	195
	MMA 3	11,52 10,51	11,02	98,6	68,00 39,60 50,60	52,73	108
	FA	5,35 5,52	5,44	- 2,0	25,60 34,00 31,00	30,2	19
		9,03 7,90	8,47	52,5	27,00 31,80 35,40	31,4	24

Az 5. ábrán az 1. és a 2. sorozat szilárdsági eredményeit a vízfelvétel (látszólagos porozitás) függvényében ábrázoltuk. Az impregnált betonnak mind a nyomó-, mind a hajlítóhúzó szilárdsága kb. 4,5% vízfelvétel esetén adott optimumot. Ennél az optimumnál nagyobb vízfelvétel esetén a szilárdság közel állandó értékkel nőtt. A vízfelvétel csökkenésével nőtt az impregnálás hatása.

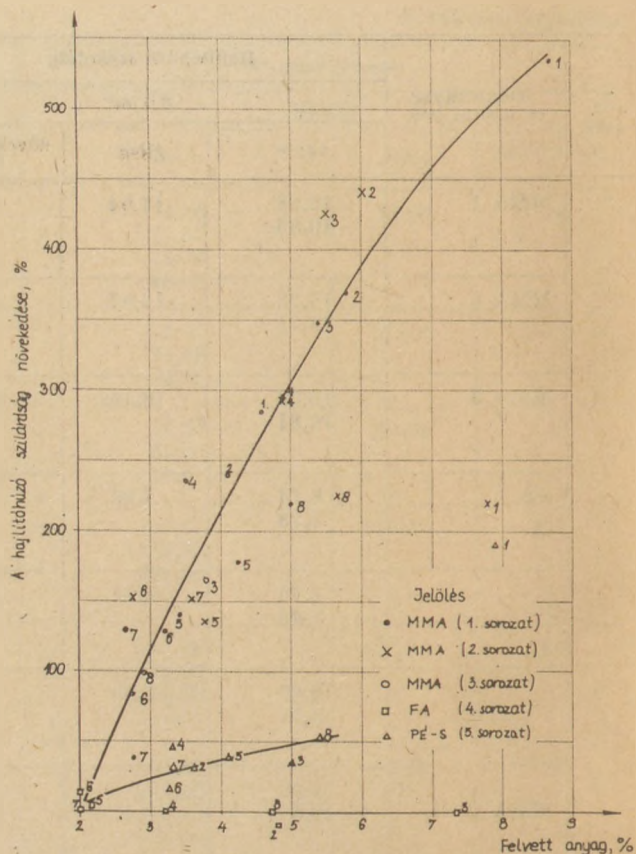
A szilárdságnövekedést a felvett anyag függvényében a 6. és a 7. ábra szemlélteti.

Látható az ábrákról, hogy az impregnálás, valamint a polimeresítés módjától függetlenül a próbatestekbe beszívott MMA mennyisége befolyásolja elsősorban a szilárdság alakulását. Kiolvasható tendenciát mutató görbékből, hogy a felvett anyagmennyiséggel közel lineárisan nő a szilárdság.

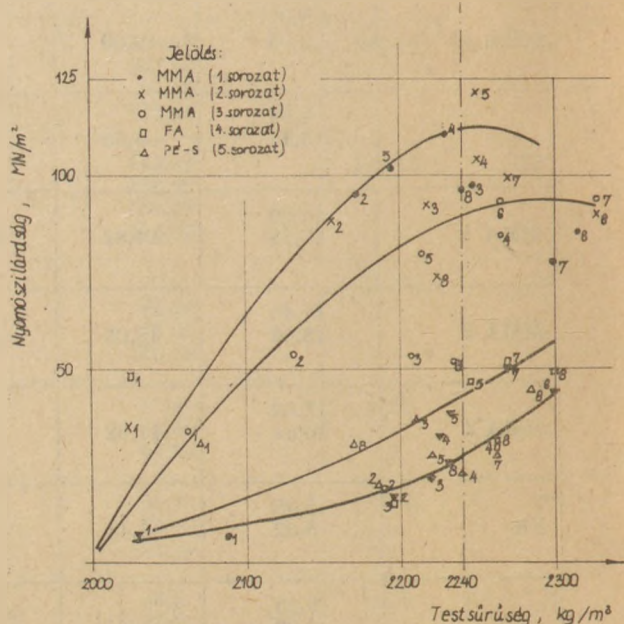
Észlelhető, hogy a görbéből erősen kieső pontok a nagy anyagfelvételnél találhatók. Ezt a péphányos próbatestek folyadékeleresztő tulajdonságával magyarázzuk. Sajnálatos módon meg kell állapítani, hogy a furángyanta – ilyen impregnálás esetén – nem javítja a szilárdságot, sőt esetenként rontja. Bár minden részletében nem vizsgáltuk, de szűrőpróbaszerűen megállapítottuk, hogy a FA – a savas katalizátora következtében – megszünteti a beton lúgos jellegét és a pH 7 körüli értékre száll le. Ez a körülmény azonban magával hozhatja a stabilnak feltételezett kalcium-hidroszilikátok bomlását is. A FA monomer savas katalizátorral nem alkalmas a beton impregnálására. A poliészter-sztirol műgyanta gyenge hatása arra vezethető vissza, hogy csak felületileg kötődik a betonra. Felhasználása ennek megfelelően csak korrózióvédelmi, vagy egyéb, pl. vízzáróságfokozó célokra ajánlható.

Amint azt a korábbiakban bemutattuk, a szilárdságnövekedés mértéke elsősorban a felvett polimer mennyiségtől függ. Az impregnált beton szilárdsága kialakulásában azonban az eredeti betontulajdonságok is szerepet játszanak. A 8. és a 9. ábrán azt vizsgáltuk, hogy az adott szemmegoszlás esetén milyen eredeti testsűrűséggel kapunk maximális szilárdságnövekedést. Csak a szilárdságot véve alapul – adott esetben – 2240–2280 kg/m<sup>3</sup> esetén adódott optimum MMA vákuum-impregnálása során. Itatással impregnált MMA-os próbatesteknél ilyen maximum nem volt kimutatható.

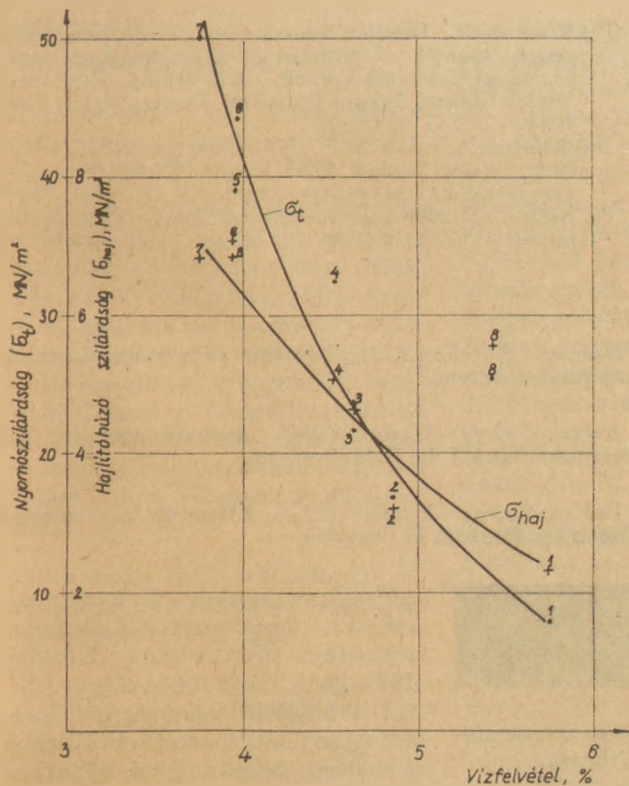
A 10. és 11. ábra összehasonlításából az is megállapítható, hogy az impregnálás megnöveli ugyan a beton törési alakváltozását és kezdeti rugalmassági modulusát, de korántsem olyan mértékben, amennyire megnöveli a szilárdságát.



7. ábra. A hajlítóhúzó szilárdság növekedése a felvett anyag függvényében



8. ábra. Az impregnált beton nyomószilárdsága az impregnálatlan beton testsűrűség-függvényében



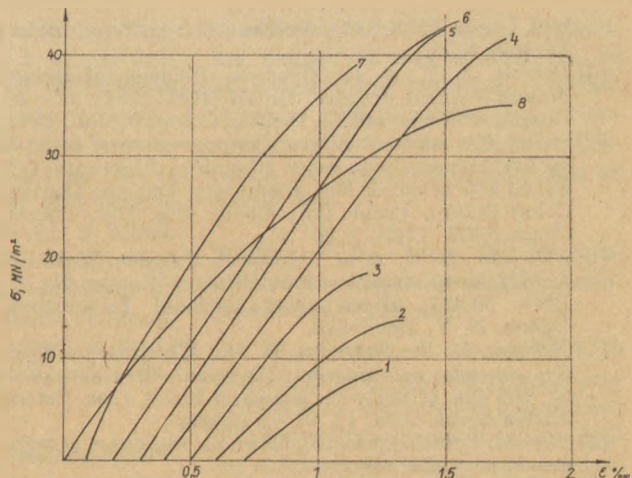
9. ábra. Az impregnált beton hajlítóhúzó szilárdsága az impregnálatlan beton testsűrűsége függvényében

#### 4. Összefoglalás

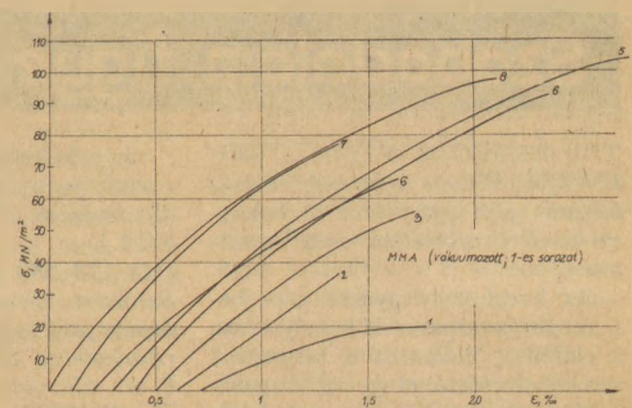
A kutatás során, melyet az ÉVM Műszaki Fejlesztési Főosztálya támogatásával az Építőanyagok Tanszékén végeztünk, az irodalomra támaszkodva, azt vizsgáltuk, hogy az impregnálásra használt monomertől, az impregnálás módjától és beton pórustartalmától hogyan függ az impregnált beton szilárdsága.

A beton pórustartalmát az eltérő cementtartalommal változtattuk. Az impregnálás előtt a betont 150 °C-os kamrában 24 órán át szárítottuk, majd elvégeztük a monomerrel-impregnálást és a hőpolimerizálást.

A legnagyobb szilárdságot olyan betonon értük el, amelynek a vízfelvétele fokozatos vízbe merítéssel 4,5% volt, ami kb. a péptelített betonnak felelt meg, és amelynek a testsűrűsége kb. 2240 kg/m<sup>3</sup> volt. (5. ábra). Telítésre legalkalmasabb a metil-metakrilát monomer, és a vákuumban végrehajtott telítés valamivel kedvezőbb volt a légköri nyomáson, fokozatos monomerbe mártásnál. A relatív szilárdságnövekedés annál nagyobb, minél nagyobb volt a beton pórustartalma és ezáltal a felvett anyag (6. és 7. ábra). A növekedés mértéke – szélső esetben – meghaladta az 500%-ot. Az impregnálás hatására nőtt a kezdeti rugalmassági modulus és a törési összenyomó-



10. ábra. Légszáraz betonok  $\sigma$ - $\epsilon$  diagramjai



11. ábra. Impregnált betonok  $\sigma$ - $\epsilon$  diagramjai

dás, de ez a növekmény nem volt arányos a szilárdság növekedésével.

A furfuril-alkoholos és poliészter-sztirolos impregnálás nem járt eredménnyel.

A metil-metakrilátos impregnálás révén nemcsak valamivel javítottuk a beton szilárdságát, hanem minőségileg más anyagot kaptunk, melynek minden tulajdonsága lényegesen eltér az impregnálatlan betonétól.

#### IRODALOM

- [1] Albertsen, N. D.; Haynes, H. H.: Polymer-impregnated concrete spherical hulls for seafloor structures Chemical Abstracts Vol. 80. 99553 (Ocean Eng: Dep. U. S. Nav. Civ. Eng. Lab., Port Hueneme, Calif.) Polym. Concr. 1973. 119–48 (Eng.) Amer. Concr. Inst. Detroit, Mich.
- [2] Bashenov, Yu. M.; Kosenko, V. S.; Kudoyarov, L. I.; Marückik, A. B.; Raichuk, F. Z.: Polymer-modified-concrete having enhanced physicomechanical properties and corrosion and freeze resistance Chemical Abstracts Vol. 80. 51790. Tr., Vses Proek, – Izyskatel' skii Nauch., Issled. Inst. „Gidroproekt” 1972. No. 74 235–8 (Russ)
- [3] Chen, W. F.; Dhal – Jorgensen, E.: Stress-strain properties of polymer modified concrete Chemical Abstracts Vol. 80. 111924 (Lehigh Univ., Bethlehem, Pa.) Po-

- lym. Concr. 1973. 347-48 (Eng) Amer. Concr. Instr.: Detroit, Mich.
- [4] *Dikeou, J. T. et al.: Concrete-Polymer Materials, Fourth Topical Report, USBR REC-ERC 72-10, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, Jan. 1972.*
- [5] *Heins, C.: Ambient pressure impregnation of concrete by low viscosity monomers. Chemical Abstracts Vol. 83. 64 912 (Denver Res. Inst. Univ. Denver, Denver, Colo.) Polym. Prepr. Am. Chem. Soc. Div. Polym. Chem. 1973. 14(2), 1130-5.*
- [6] *Kukacka, L. E. et al.: Concrete Polymer Materials for Highway Applications, Progress Report No. 3, BNL 50 417, Brookhaven National Laboratory, Upton, N. Y. Dec. 1973.*
- [7] *Nikolov, M. R.; Saronova, L. M.: Materials for effective concrete impregnation. Chemical Abstracts Vol. 83. 102 434 (USSR) Tr. Nauchno-Issled. Inst. Betoni Zhelezobeton 1974. 11. 21-6 (Russ)*
- [8] *Ohgishi, Sakichi, Ono, H.: Chemical resistance of polymer-impregnated concretes. Chemical Abstracts Vol. 81. 67 840 (Nagoya Inst. Technol, Nagoya, Japan) Zairyo 1974. 23 (247) 286-91 Japan*

- [9] *Ohamay, Y.: Relation between pulse velocity and compressive strength of polystyrene impregnated concrete. Chemical Abstracts Vol. 82. 34479 (Build. Res. Inst. Minist. Constr., Japan) Proc. Jpn. Congr. Mater. Res. 1974. 17., 137-9 (Eng.)*
- [10] *Steinberg, M. et Al.: Concrete-Polymer Materials First Topical Report, BNL 50 134 (T-509), Brookhaven National Laboratory, Upton, N. Y., Dec. 1968.*
- [11] *Koós J.: Portlandcement-műanyag kombinációk Építőanyagok 1972. 24 (1) p. 14-22.*

*Балаж, Дь. - Ковач, К.: Влияние импрегнирования на прочность бетона*

*Balázs, György - Kovács, Károly: Auswirkungen der Impregnung auf die Betonfestigkeit*

*Balázs, György - Kovács, Károly: Effect of Impregnation upon the Strength of Concrete*

## Szabadalom figyelő

T/16 689(51)C 03 D 11/02; C 03 C 17/02(71) *Eljárás és berendezés üveg talpszár gépi gyártására és kehelycsészével üvegkehellyé való egyesítésére*

Az üvegkehely gyártó gépi berendezés talpszár és kehelycsésze előállító, valamint a talpszárat a kehelycsészével egyesítő ragasztó gépegyeségből áll. A találmány üvegtalpszár gépi előállítására és kehelycsészével való egyesítésére vonatkozik. A találmány szerinti eljárás lényege, hogy az üvegceppet a talpszár osztatlan présformájában juttatjuk és benne a talpszárat kipréseljük, a kész talpszárat az osztatlan hűtött présformából kiemeljük, majd a talpszár végét felmelegítve tartókúpra helyeztett még meleg állapotú kehelycsészéhez illesztjük, anyaguk 400-700 °C hőmérséklet közötti egybeolvadásával összeragasztjuk, és az így nyert kész üvegkelyhet feszültségmentesítjük.

Az osztatlan talpszár présforma egy darabból készül. A talpszá-

rat a kehelycsészéhez központosítottan nyomófej illeszti.

(Szabadalmi Közlöny, 1979. 6. sz. 84. k.)

(11) 173 583 (51) F 28 1/00(73) *Szerkezet hőcserélő csövekbe a hőátadás javítására.*

(Szabadalmi Közlöny, 84. k., 1979. 6. sz., 436. old.)

T/1 6791 (51)

Az ismert beton alakítására és tömörítésére alkalmas megoldások hiányossága, hogy nem alkalmasak nagy alakpontosságú egyenletes minőségű betonelemek előállítására, továbbá utólagos kézi munkálatokat igényelnek, amivel számottevő élmunkát kötnek le és ugyanakkor a termelékenységet viszonylag alacsony szinten tartják.

A javasolt megoldással a fenti hiányosságokat úgy küszöböljük ki, hogy légmentesen lezárt gyártóterű gyártósablonban vákuumot hozunk létre, majd a beton alakítását és ezzel egyidejűleg annak tömörítését a vákuum alatti gyártóterű és a betonbetöltő nyílás hirtelen összenyitása után a betonnak a gyártóterbe

történő robbanásszerű beszippantásával, úgynevezett implozióva végezzük. (Szabadalmi Közlöny 1979. 84. k. 7. sz.) 467. old.

(11) 173.625 *Eljárás hidegálló, fuvartott ipari bitumenek előállítására paraffinos jellegű és egyéb kőolaj eredetű alapanyagokból.*

(Szabadalmi Közlöny, 1979. 84. k. 7. sz., 481. old.)

(11) 173.679 *Eljárás és berendezés alakos, előnyösen U-, vagy hasonló alakú keresztmetszettel rendelkező üvegszalag folyamatos szilárdítására.*

(Szabadalmi Közlöny, 1979. 84. k., 7. sz., 485. old.)

(11) 173.713 *Építőanyagként alkalmazható készítmény, épületszerkezetekhez*

(Szabadalmi Közlöny, 1979. 84. k. 7. sz., 488. old.)

(11) 173.721 *Eljárás nyitott tölcésrés végű üvegedények, különösen üvegampullák előállítására, valamint levelesztő gázegő az eljárás fogantatásához.*

(Szabadalmi Közlöny, 1979. 84. k. 7. sz., 488. old.)

(11)173.730 *Eljárás és berendezés poros levegő szűrésére, főként szűrőciklonokban.*

(Szabadalmi Közlöny, 84. k., 1979. 7. sz. 489. old.)

## Lapszemle

**BRICK AND CLAY RECORD,** Chicagó, 1979. 3. sz.

Jeffers, P. E.: *Téglagyár korszerűsítés és energia-megtakarítás,* 16-19. old.

Palmetto Brick Co. A téglagyártás energia szükségletének csökkentésére a gyártástechnológiát korszerűsítette. A nyersanyag agyag, kaolin és pernye. A pernye adagolás javítja a téгла színét és 7% energia-

megtakarítást eredményez, egyszerű megmunkálás után a nyers téglat sajtoltják és kemencekocsikra rakva a hulladék hővel fűtött szárítóba továbbítják. A kiszáritott árut hőszigetelt, automatizált, felső tüzelésű alagútkemencében égetik. Kemence hulladék hő hasznosítás.

**CEMENT,**  
Leningrád, 1979. 5. sz.

Babiscsevics, G. N.: *A cementipari automatizálás bevezetésének meggyor-rítása.* 2–4. old.

A cement I automatikus irányítási rendszer több üzemben sikeresen működik a Szovjetunióban. 1978-ban 70 db lokális automatikus rendszert vezettek be. A tervezés automatizálása. A nyersliszt készítés automatizálása a legjobban megoldott, amit a röntgenfluoreszcens analízis tesz lehetővé. A gyártóberendezések állapotának diagnosztizálása. Mikroprocesszorok alkalmazása.

Kravcsenko, I. V.—Harlamov, V. A.: *Gyorsan szilárduló szulfoaluminátcement.* 7–8. old.

A nyersanyagok kréta, gipsz, kaolinos agyag vagy pernye, az alumínium-oxid tartalom nagyobb, mint 20%. A klinker égetésekor kalcium szulfoaluminát és dikalciumszilikát képződik. Az égetési hőmérséklet 1150–1250°C. A 4700–5600 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felületűre őrölt cement szabványos szilárdsága 2 óra után 116–168 kp/cm<sup>2</sup>, 28 napra 631–707. A cementtel készített beton gőzölést nem igényel.

**CERAMIC INDUSTRY,**  
Chicago, 1979. 3. sz.

Duckett, J. E.: *Üvegtörmelék a városi hulladékból.* 18–19. old.

Öblösüveg gyárakban nyersanyagként részben üvegtörmeléket hasz-

nálnak. Az üvegtörmelék az üvegyártás selejtből és a városi hulladékból nyerhető. Az üvegtörmelék nem üveges részeket és szennyeződésekkel ún. köveket tartalmaz. A kövek az üvegolvasztáskor képződnek, az olvadék és a tűzálló falazat kölcsönhatásából. A kövek különböző összetételű ásványokat tartalmaznak, újraolvasztáskor az üvegtermékekben hibákat okoznak. Az üvegben gazdag kövek és kerámiai anyagokat tartalmazó hulladék hasznosítása.

Nedeljkovic, A. I.: *Zománcpor bevonatok.* 28–30. old.

A zománc bevonatok felvitelét fémfelületekre száraz elektrosztatikus szóró eljárással valósították meg. A szórási eljárásához különleges zománcporokat gyártanak. Alapvető a zománcporok szemszerkezete, elektromos ellenállása, tapadása és szórási teljesítménye. Hatékony szórást megfelelő relatív légnedvességű és hőmérsékletű szórófülkében valósítanak meg. Üveges jellegű porok is felszórhatók a felületekre. Ismerteti a zománcporok gyártását és a szabadalmazott Uniprocess eljárást.

**SPRECHSAAL,**  
Coburg, 5. sz.

Weneel, W. J.: *Korszerű üvegek és üvegtechnológiák.* 278–290. old.

Különleges üvegek alkalmazási területei. Fénykábelek, tűzálló üvegek, kis hőtágulású üvegkerámiák,

elektromágneses üvegek. Borszilikát üvegek az atomtechnikában és az egészségügy területén. Optikai üvegek. Üvegek formázása. Hengerfűvő eljárás. Síküveghúzás, úsztatás. Az üvegyártás alakulása az NSZK-ban.

Hoffmann, U.—Gaar, H.: *Energia-takarékos üvegolvasztás fátyol-eljárással.* 291–292. old.

A hagyományos összetételű és szemcseméretű nyersanyagot granulálják és különleges kialakítású 500 égőnyílással rendelkező sík égőfej előtt vezetik át. A láncszalagon áthaladva a nyersanyag megolvad és fátyolként terül el az üvegolvadék felületén. A kísérleti berendezésen 25%-os energiamegtakarítást értek el a hagyományos eljárással szemben.

*Új gépek és berendezések síküveg megmunkálásához.* 312–313. old.

Tapadókorongos daruszerkezet nagyméretű üvegtáblák mozgatására. Egy ember üzemelteti, különleges kivitelben a 8 tapadókorong 4,5 m távolságot fog át. Áramki-eséskor a szívás nem szűnik meg. Teljesen automatizált hossz- és keresztvágó berendezések. 3 mm vastag nagyméretű táblák esetén is alkalmazhatók. Rakodóvillák síküveg és szigetelőüveg táblák emelésére.

79/288. Franklin Nyomda, Budapest  
Felelős vezető: Vágó Sándorné igazgató  
Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI 1900 Budapest, V., József nádor tér 1.) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 25–96162 pénzforgalmi jelzszámára. — A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P.O.B.140. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 45,— Ft, félévre 90,— Ft, egyes szám ára 15,— Ft.

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

1368 Budapest VI., Anker köz 1–3.  
Telefon: 226–497

*Felelős kiadó:*

Siklósi Norbert

*Kiadja:*

Lapkiadó Vállalat. 1072 Budapest VII., Lenin krt. 9–11.  
Telefon: 221–285. Levélcím: 1906. Postafiók 223.

**INDEX: 25250**

**HU ISSN 0013–970 X**

