

302935

24

1972

2

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

1

*XXIV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1972. JANUÁR*

Főszerkesztő:
Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:
Dr. Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla
Bretz Gyula
Csizi Béla
Erdély Imre
Dr. Grofcsik János
Dr. Kocsis Albert
Dr. Kovács Róbert
Lenkei György
Dr. Lócsei Béla
Dr. Soltész Gáspár
Dr. Szentmártony
Gusztáv
Dr. Tamás Ferenc
Dr. Tóth Kálmán
Vajda László

*

Szerkesztőség:
Budapest VI., Anker köz
1-3.
Telefon: 226-497

*

Kiadja:
Lapkiadó Vállalat,
Budapest VII.,
Lenin körút 9-11.
Telefon: 221-285

*

Felelős kiadó:
Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta.
Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzetszámára. — A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 22,50 Ft; félévre 45.— Ft; egyes szám ára: 7,50 Ft.
72.1., 16078 Réval Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Opoczky Ludmilla—Böcs Ágota: Azbesztszálak korróziójának vizsgálata</i>	1
<i>Csutor János: Vasbetoncsövek gyártása hengerléssel</i>	8
<i>Koós János: Kísérletek portlandcement és műanyag kombináltkötésű rendszerekkel</i>	14
<i>Kocsis Géza—Wojnárovitsné, Hrapka Ilona: A bazalt és adalékolt bazaltolvadékok viszkozitása és a hűtés során kialakuló szerkezet közötti összefüggés</i>	23
<i>Bálint Pál—Skvorecz Tibor: Agyagok kerámiai tulajdonságainak megítélése szorpciós nedvességtartalmuk alapján</i>	28
<i>Bocsi Imréné—Gémesi József—Kabdebon Imre: Tapasztalatok a Sajószentpéteri Üveggyár kísérleti kemencéjén végzett mérések és átalakítások alapján</i>	32
Egyesületi élet	7,
A világ szilikátiparából	40

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Опоцки, Л.—Бэч, А.: Коррозия асбестового волокна в асбестоцементной плитке многолетнего твердения</i>	1
<i>Чсупор, Я.: Производство железобетонных труб методом прокатки</i>	8
<i>Коос, Я.: Испытания систем комбинированного твердения портландцемент-пластмасса</i>	14
<i>Кочис, Г.—Войнорович, Ласлоне: Зависимость между вязкостью и сформировавшейся в процессе охлаждения структурой базальтовых и содержащих добавки базальтовых расплавов</i>	23
<i>Балинт, П.—Шкворец, Т.: Оценка керамических свойств глин на основе их сорбционной влажности</i>	28
<i>Бочи, Имрене—Гемеш, Йожеф—Кабобон, Имре: Выводы, сделанные на основании измерений, проведенных на экспериментальной печи на Шайосент-петерском стекольном заводе, а также после изменений этой печи</i>	32

INHALT

<i>Frau Opoczky, L.—Frl. Böcs, Á.: Untersuchung der Korrosion von Asbestplatten</i>	1
<i>Csutor, J.: Herstellung von Eisenbetonrohren durch Walzen</i>	8
<i>Koós, J.: Versuche mit Portlandzement-Kunststoff-Systemen kombinierter Abbindung</i>	14
<i>Kocsis, G.—Frau Wojnárovits—Hrapka, I.: Zusammenhang zwischen der Viscosität des Basalts und der mittelst Zuschlagstoffe verschnittenen Basaltschmelze und der beim Kühlen entstehenden Struktur</i>	23
<i>Bálint, P.—Skvorecz, T.: Beurteilung der keramischen Eigenschaften von Tonen auf Grund ihres Sorptions-Feuchtigkeitsgehaltes</i>	28
<i>Frau Böcsi, I.—Gémesi, J.—Kabdebon, I.: Der Versuchsofen im Glaswerk Sajószentpéter (Nordungarn). Meßergebnisse und Erfahrungen nach erfolgten Änderungen</i>	32

CONTENTS

<i>Opoczky, L.—Böcs, Á.: Corrosion of Asbestos Fibres</i>	1
<i>Csutor, J.: Manufacture of Reinforced Concrete Pipes by Rolling</i>	8
<i>Koós, J.: Experiments with Portland Cement-Plastics Combinations</i>	14
<i>Kocsis, G.—(Mrs.) Wojnarovits—Hrapka, I.: Connexions between Viscosity and the Structure Formed during Cooling of Basalt and Compounded Basalt Melts</i>	23
<i>Bálint, P.—Skvorecz, T.: Testing the Ceramic Properties of Clays by their Sorptive Moisture Content</i>	28
<i>(Mrs.) Bocsi, I.—Gémesi, J.—Kabdebon, I.: Experiences by Measurements and Changes carried out with the Pilot Kiln of the Sajószentpéter Glass Works</i>	32

Azbesztszálak korróziójának vizsgálata

OPOCZKY LUDMILLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

BŐCS ÁGOTA

Eternitművek, Nyergesújfalu

Bevezetés

Magyarországon 1903 óta gyártanak, illetve használnak tetőfedésre azbesztcement-lemezeket. Arra vonatkozólag azonban, hogy az azbesztcement-lemez fiziko-kémiai és egyéb tulajdonságai hosszú idejű használat után mennyiben változnak, kevés adat áll rendelkezésünkre. Kísérleteink során az 1912-ben üzemileg gyártott, azaz kb. 58 éven át a gyakorlatnak megfelelően atmoszferikus hatásnak kitett azbesztcement-lemezek szerkezetét és tulajdonságait vizsgáltuk meg.

A vizsgálatok során mindenekelőtt az azbesztszálak állapota érdekelt. Közismert, hogy a cement hidratációja során felszabadult mészhidrát és egyéb hidratációs termékek hatására az azbesztszálak korródálódnak. Ismeretlen azonban a korróziós folyamat jellege, a képződő vegyületek összetétele, valamint az azbesztszál korróziójának kihatása az azbesztcement-termék szerkezetére és tulajdonságaira. Emellett érdekes a kötőanyag, azaz a cement 58 évi szilárdulás utáni állapota is.

Az általános következtetések levonásához összehasonlítási alapként más korosztályú (1 hónapos, 1, 2, 4, 7, 8 és 16 éves) azbesztcement-termékek is vizsgálatra kerültek. Egyes termékek az azbesztcement kivül kis mennyiségben üvegszálakat is tartalmaztak.

Kísérleti vizsgálatok

Vizsgálati módszerek

Az azbesztcement-lemezek szerkezetét röntgen-diffrakciós, elektronmikroszkópi, fénymikroszkópi, termikus és egyéb korszerű vizsgálati módszerekkel tanulmányoztuk.

A vékony csiszolatok vizsgálatát „Opton” polarizációs mikroszkóppal végeztük, párhuzamos és konvergens poláros fényben, párhuzamos és keresztezett nikolok között. A relatív fénytörésmutatót Becke-módszerével, egyes esetekben pedig immerziós folyadékok alkalmazásával állapítottuk meg.

A porozitás vizsgálatára Carló—Erba gyártmányú, higanyos porozimétert alkalmaztunk, amellyel 75 és 75 000 Å közötti sugarú pórusok térfogatát és ennek eloszlását mértük.

A kísérleti anyag fontosabb műszaki jellemzői

Az 1912-ben gyártott azbesztcement-lemez kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja be.

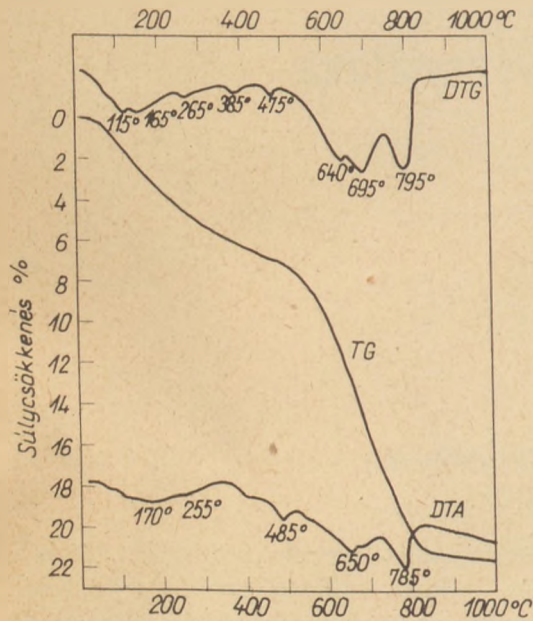
A felhasznált cement és az azbesztkeverék mennyiségére és összetételére vonatkozóan hiteles adatok nem állnak rendelkezésünkre.

Számításaink szerint az azbesztcement-lemez kb. 85,5% 0,8 körüli telítési tényezőjű cementből és 14,5% ismeretlen összetételű azbesztkeverékből

MAGYAR
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

1. táblázat

izz. veszt.	19,62%
SiO ₂	21,54%
Al ₂ O ₃	4,44%
Fe ₂ O ₃	2,67%
MnO	2,29%
CaO	42,75%
MgO	5,73%
Na ₂ O	0,10%
K ₂ O	0,38%
SO ₃	0,47%
CO ₂ (kalciméterrel meghatározva) ...	7,47%



1. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez derivatogramja

készült. Az anyagban talált mangánvegyület tudomásunk szerint festékanyagként került a tetőfedőlemezbe.

Az 1912-ben gyártott azbesztcement-lemez fiziko-mechanikai jellemzőit az 2. táblázatban foglaltuk össze. Ugyanebben a táblázatban található más korosztályú azbesztcement-lemezek fontosabb műszaki mutatói is.

A táblázatból látható, hogy az 58 éven át szilárdult azbesztcement-lemez rendkívül nagy hajlítószilárdsággal (540, illetve 388 kp/cm²) és egyéb kitűnő tulajdonságokkal rendelkezik (például vízfelvevőképesség, térfogatsúly). Így, az idők folyamán ezen azbesztcement-lemez hajlítószilárdsága nem csökkent, hanem inkább nőtt. Szerkezete tömör, összporozitása 0,0468 cm³/g körül van. Szerkezetében 75–1200 μm átmérőjű mikropórusok dominálnak.

Termikus vizsgálatok

Az azbesztlemez szerkezeti változásainak tanulmányozása céljából termikus vizsgálatokat végeztünk. A kísérleti minták DTG felvételei az 1-2. ábrán láthatók.

Az 1. ábrán az 58 éves lemez DTA, DTG és TG, a 2. ábrán a többi korosztályú minták DTG görbét mutatjuk be.

Az 1. ábrán látható DTG görbén a következő fontosabb csúcsok figyelhetők meg:

— a kb. 115–245 °C-on levő endoterm csúcsok a girolit típusú (CSH₂) kalcium-hidroszilikátból,

Azbesztcement-termék fiziko-mechanikai tulajdonságai

2. táblázat

Gyártási év	Termék kora	Cement		Azbeszt mennyisége, [%]	Üvegszál mennyisége, [%]	Térfogatsúly [kg/m ³]	Vízfelvétel [%]	Porozitás [cm ³ /g]	Hajlítószilárdság [kp/cm ²]	
		minősége	mennyisége, [%]						⊥	
1970	1 hó	600 pc.	kb. 86,0	kb. 14,0	—	1980	9,9	0,0638	495	289
1969	1 éves	500 pc.	kb. 86,0	kb. 14,0	—	1880	12,3	0,0622	382	253
1968	2 éves	500 pc.	kb. 86,0	kb. 14,0	—	1900	10,5	0,0560	388	264
1966	4 éves	500 pc.	kb. 86,0	kb. 11,0	kb. 3,0	2020	8,3	0,0530	362	262
1963	7 éves	500 pc.	kb. 86,0	kb. 11,0	kb. 3,0	1915	7,4	0,0402	336	256
1962	8 éves	500 pc.	kb. 86,0	kb. 11,0	kb. 3,0	2030	5,2	nem mért	316	234
1954	16 éves	500-as adalékos cem.	kb. 86,0	kb. 10,5	kb. 3,5	1850	6,4	0,0606	292	212
1912 ⁺	58 éves	cement t1 = 0,8	kb. 85,5	kb. 14,5	—	1890	8,4	0,0468	540	388

+ A cement minőségére és az azbeszt mennyiségére vonatkozó adatok feltételesek

a kalcium-hidroszulfó-aluminátból ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31-32 \text{H}_2\text{O}$), a kalcium-hidroaluminátoxból ($\text{C}_{2-1}\text{AH}_{7-19}$), valamint kalcium-hidroferitekből a kémiaiilag kötött víz távozását jelzik.

— a kb. 385°C -on levő endoterm csúcs a brucit [$\text{Mg}(\text{OH})_2$] bomlásából származik,

— a kb. 475°C -on levő endoterm csúcs a portlandit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bomlását jelzi. A csúchoz tartozó súlyvesztéséből számított $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mennyisége $2,4\%$ körül van,

— a kb. 640°C -on levő endoterm csúcs a magnézium-karbonát (MgCO_3), illetve a $640-695^\circ\text{C}$ -nál levő kétlépcsős, igen széthúzott csúcs egyrészt a krizotilazbesztet alkotó elsődleges, másrészt pedig az azbesztszál-korrózió következtében másodlagosan keletkezett magnéziumhidroszilikátok bomlását jelzi. Az a tény, hogy a 695°C -on levő csúcs az eredeti krizotilazbeszthez képest igen széthúzott (súlyvesztés $5,03\%$) arra enged következtetni, hogy kriptokristályos szerkezetű, azaz másodlagosan keletkezett magnéziumhidroszilikátok bomlásáról van szó,

— a kb. 795°C -nál levő endoterm csúcs a kalcit (CaCO_3) és egyes kalcium-hidroszilikátok (CSH , C_2SH stb.) bomlását jelzi. Megemlíthető, hogy a TG görbe szerint számított CO_2 tartalom ($3,10\%$) kisebb, mint a kalciméterrel meghatározott ($7,47$ százalék). Ebből feltételezhetjük, hogy a vizsgált anyagban a CO_3^{2-} ionok nemcsak a kalciumkarbonát (kalcit) összetételében, hanem a hidroszilikátok szerkezetébe beépülve is előfordulnak [1, 2, 3].

Röntgendiffrakciós vizsgálatok

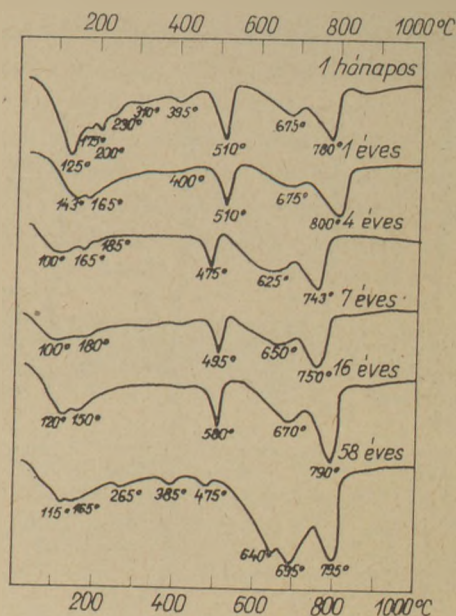
A kísérleti minták röntgendiffrakciós felvételei a 3. ábrán láthatók. Röntgenfelvételeink szerint az 58 éves lemez igen jól kristályosodott. Ha a hidratációs fok összehasonlítási alapjául az $1,76 \text{ \AA}$ -nél levő C_2S reflexiót vesszük, akkor láthatjuk, hogy az idő múlásával a reflexió intenzitása lényegesen csökkent, és a 16 éves mintában már teljesen el is tűnt.

Emellett azonban az 58 éves lemez még mindig tartalmaz bizonyos mennyiségben hidratálatlan klinkerásványokat ($2,18 \text{ \AA}$, $2,74 \text{ \AA}$, $2,77 \text{ \AA}$).

A portlandit mennyisége a többi korosztályú tetőfedőlemezekhez viszonyítva kisebb.

Azonosítható az ún. „tobermorit” fázis ($2,97 \text{ \AA}$, $3,03 \text{ \AA}$, $3,10 \text{ \AA}$).

Feltehető, hogy a $2,40 \text{ \AA}$, $3,28-3,33 \text{ \AA}$, valamint $4,22 \text{ \AA}$ -nál levő reflexiók C_2SH vegyületnek felelnek meg. [2]



2. ábra. Különböző korosztályú tetőfedőlemezek DTG görbéi

Jellemző, hogy a krizotilazbeszt reflexiók ($3,63 \text{ \AA}$, $7,24 \text{ \AA}$) semmiféle mennyiségi változásra nem utalnak.

Fénymikroszkópi vizsgálatok

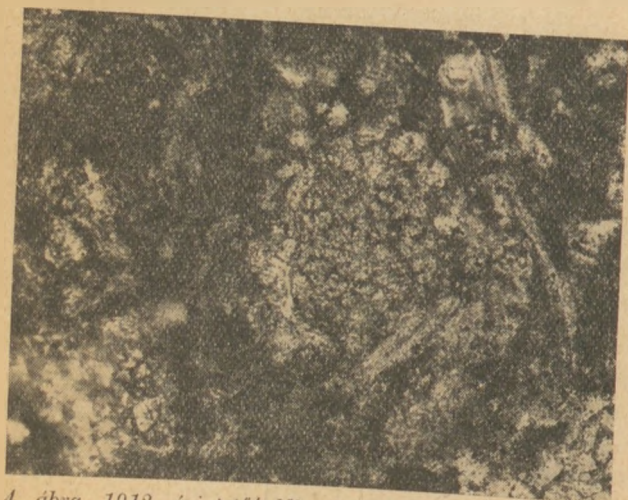
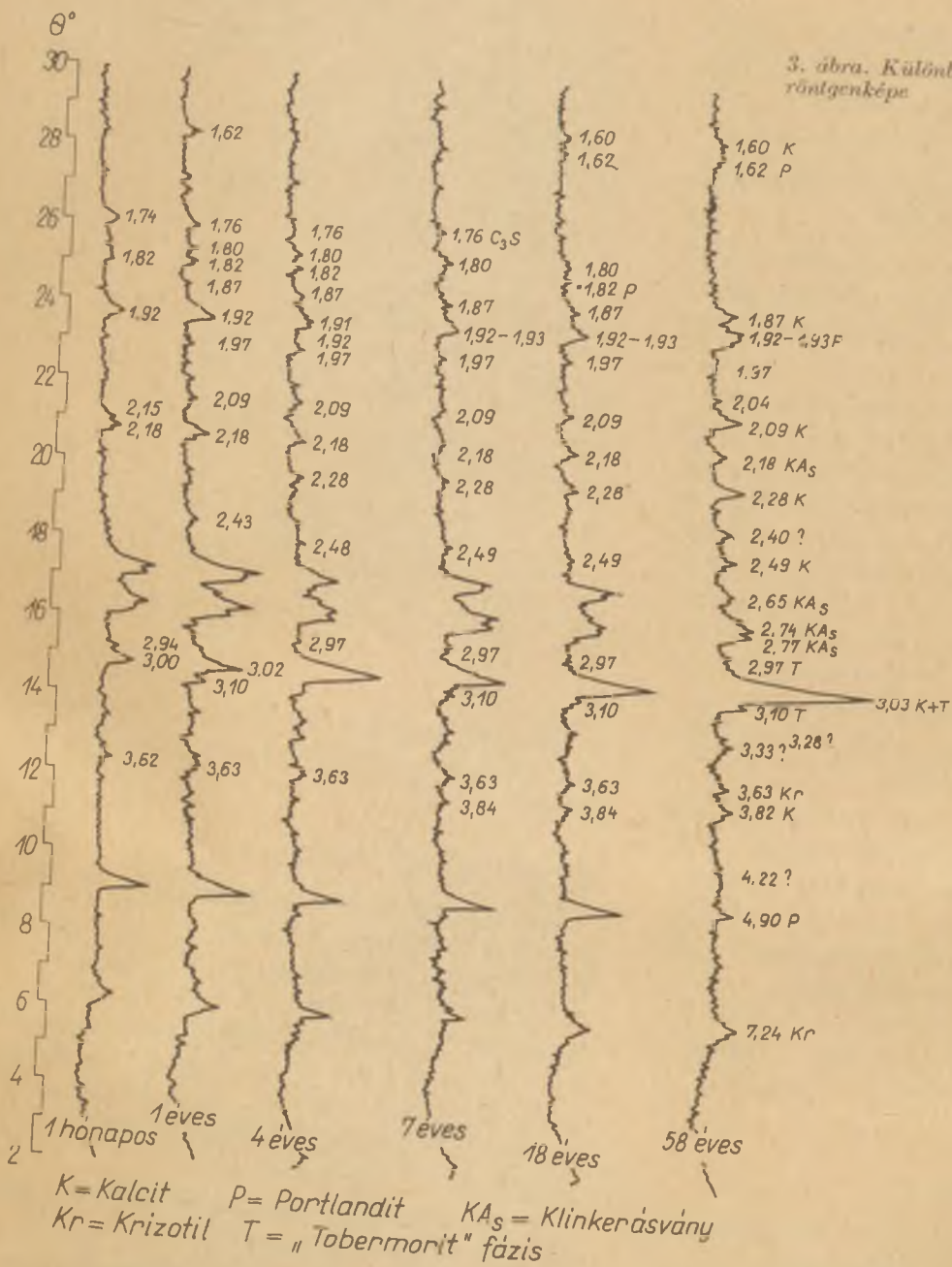
Érdekes eredményeket szolgáltatott az 1912-ben készült azbesztcement-lemez vékony csiszolatainak fénymikroszkópi vizsgálatai (4, 5, 6 ábra).

A lemez szövete teljesen kristályos porfiros. Az alapanyag főleg kalciumhidroszilikátok, valamint szintelen, nagy fény- és igen nagy kettős töréssel ($0,17$) rendelkező szögletes, egyes esetekben jól megfigyelhető romboéderes hasadási lapokkal rendelkező kalcit kristályokból áll.

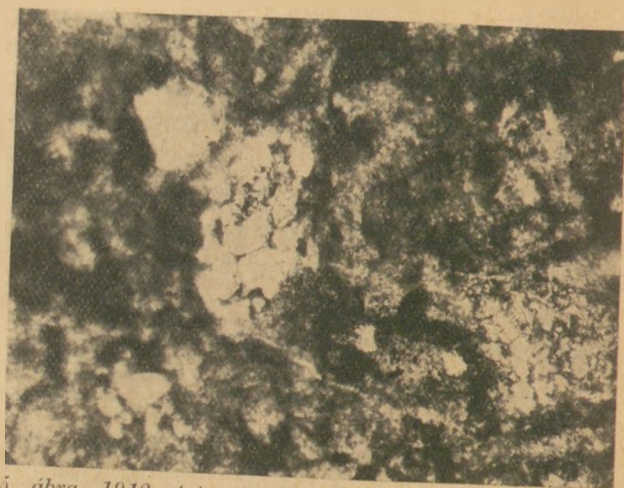
Kétféle kristályos kalciumhidroszilikátot sikerült megkülönböztetni és pedig:

— (I) a klinkerszemcsékből valószínűleg topokémiai folyamattal kialakult szintelen, vagy kissé sárgás-barnás kalcium-hidroszilikát kristályok, nagy és változó fénytöréssel ($1,640-1,649$) és kis kettős töréssel ($<0,005$). Orientációjuk különböző, kioltásuk hullámos, ami tökéletlen kristályosodásra utal. Egy optikai, vagy kis tengelyszögű két optikai tengelyűek. Optikailag pozitív. Mennyisége a csiszolatban 20% körül van. (4. ábra).

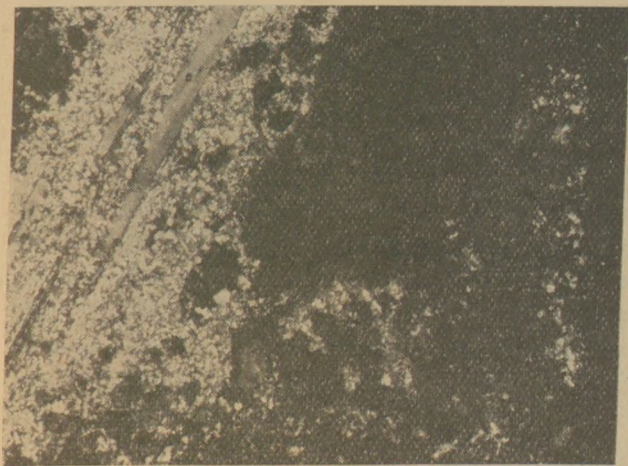
— (II) a gélből kristályosodott, szintelen, kis fénytörésű, izotróp, vagy igen kis kettős törésű apró fűrészrű és lemezes halmazokat alkotó kalciumhidroszilikát kristályok, gyakran $20-30 \mu\text{m}$ nagyságúak. Általában apró karbonátszemcsék koszorúja veszi körül. Csakis az idős, azaz 58 éves lemezben sikerült azonosítani. (5. ábra).



4. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez mikroszkópi képe.
(Keresztezett nikolok között. 350-szeres nagyítás)



5. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez mikroszkópi képe.
(Keresztezett nikolok között. 350-szeres nagyítás)



6. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez mikroszkópi képe.
(Keresztezett nikolok között. 350-szeres nagyítás)

Porfiros beágyazásokként találhatók, szintelen, orientációtól függően szálak, ill. táblás, kis fénytörésű, kis kettőtörésű ($\leq 0,008$) egyenes kioltású, negatív főzónakarakterű erősen felemésztett kri-zotilazbeszt szálak, melyeknek 50–55%-a korrodált állapotban van. (6. ábra)

Kétféle korróziós folyamat különböztethető meg,
— az azbesztszálak karbonátosodása, amely a szálak szegélyén észlelhető és belsejében nem mutatkozik. Inkább a fiatal korosztályú termékeknél figyelhető meg,

— a másik, amely kizárólag idősebb lemezeknél látható, főleg a szálak közötti hasadási lapok mentén megy végbe, és amelynek során szintelen, az azbesztnél kisebb fény- és kettőtörésű ($< 0,004$) zömök kristályokból álló anyag keletkezik. Az azbeszttel kiszorító, optikailag orientált összenövést mutató szemcsék sora pozitív főzónakaraktert mutat, vagyis az egyes szemcsék c -tengelyiránya párhuzamos az azbeszt hasadási irányával. Ugyancsak felemésztő anyagként, apró opak szemcsék szerepelnek. A lebontási termékben található szubmikroszkópos kalciumhidroszilikát kristályok ($N_p = 1,535$, $N_g = 1,545$) valószínűleg igen kis mésztartalmú girolit-típusú vegyületek.

Elektronmikroszkópi vizsgálatok

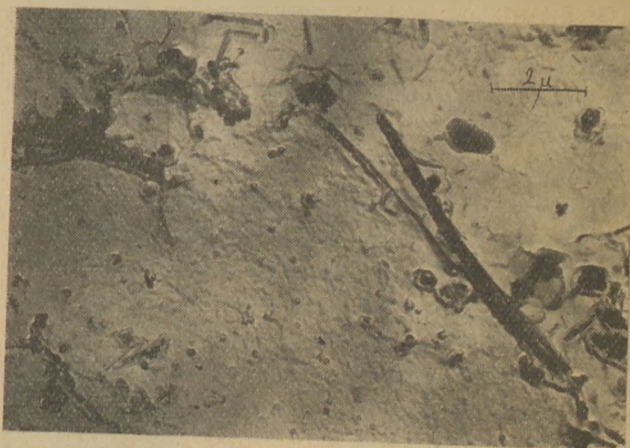
Az azbesztcement-lemezekből készült számos elektronmikroszkópi felvételtől csak néhány, az azbesztszál állapotára jellemző felvételt mutatunk be. (7, 8, 9. ábra)

Mint ahogy a 7. ábrán látható, az azbesztszálak már a 16 éves mintában is korrodált állapotban vannak. A 6000-szeres nagyítás nem elegendő ahhoz, hogy a szálak közvetlen környezetében esetleg végbement változásokat kimutassa. A szálak felületen szemlélésnél nem mutatnak szakadást,

töréseket vagy alakváltozást. Gondosabb vizsgálat során azonban főképpen a rostkötegeknél már felismerhetők a 16 év alatt végbement változások, még pedig a szálra lerakódott, illetve a szálak behorító kisebb zömök alakú szemcsék vagy ellip-tikus képződmények. Ezek sokszor csak színárnyalatbeli különbségben jelentkeznek.



7. ábra. 1954. évi tetőfedőlemez elektronmikroszkópi képe.
(6000-szeres nagyítás)



8. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez elektronmikroszkópi képe.
(12 000-szeres nagyítás)



9. ábra. 1912. évi tetőfedőlemez elektronmikroszkópi képe.
(36 000-szeres nagyítás)

Még tisztábban lehet látni ezeket a jelenségeket a 12 000-szeres nagyítással készült 58 éves azbeszt-cementlemez képen (8. ábra), ahol már a szálak környezetében történt átalakulások is felismerhetők. A felvételen láthatók a klinkerszemcsék konkáv, és konvex hidrátburkokkal körülvett maradványai is, amelyek környezete ritmikus átalakulást mutat.

A kép jobb felében levő két-három szál igen plasztikusan mutatja a szálaikon kialakult képződményeket, amelyek meglehetősen egyenletes távolságban követik egymást, megtartva az azbeszt-szál eredeti alakját és a szakadásmentes összefüggést. Vékonyabb szálaknál az átalakulás következtében hullámszerű vonalvezetés ismerhető fel.

Ugyanennek az azbesztlemeznek egy részén, amelyet a 36 000-szeres nagyítással a 9. ábrán mutatunk be, jól látható a szálak környezetében történt átalakulás. Az erősen korrodált azbesztszálak között még mindig található különböző méretű, köztük igen vékony ($<0,02 \mu\text{m}$) ép szálak is.

Következtetések

A megvizsgált 58 éven át szilárdult azbesztcement-lemez rendkívül nagy hajlítószilárdsággal rendelkezik. Az azbesztcement-lemez szövete teljesen kristályos, szerkezete tömör, ami többszöri átkristályosodásra utal. 75–1200 μm átmérőjű mikroporusok dominálnak.

Az alap-, azaz cementálóanyag főalkotói kalcium-hidroszilikátok. Az 58 éves azbesztcement-lemezben sikerült optikailag kétféle kristályos kalcium-hidroszilikátot megkülönböztetni, éspedig: a klinkerszemcsékből valószínű topokémiai folyamattal létrejött (I), valamint a gélből kikristályosodott, sokszor 20 μm -nál is nagyobb (II) kalcium-hidroszilikátkristályokat. Az utóbbiak általában fürtszerű és lemezes összeszővődéseket képeznek.

Az azbesztcementlemez kalcium-hidroszilikátjának (I) optikai mutatói nem egyeznek teljes mértékben az irodalomban közöltekkel, ami megnehezíti azonosításukat. Az optikai és egyéb eredményeket összevetve azonban megállapítható, hogy összetételük megközelítőleg a C_2SH_n -nek felel meg [2, 4]. Változó víztartalmával összefüggésben vannak a változó optikai mutatók is.

Az azbesztcement-lemez korával párhuzamosan fokozódik az azbesztszálak korróziója. Az azbeszt-szál-korrózió a következőképpen megy végbe: a cement hidratációja során felszabaduló mészhidrát és egyéb hidratációs termékek az azbesztszálakat megtámadják, minek során kovasavat, meszet, valamint magnéziumot tartalmazó gélyszerű anyag

keletkezik. A mész és a kovasav közötti reakció során, kis mézstartalmú girolit típusú (CSH_2) kalcium-hidroszilikátok keletkeznek. A feleslegben maradt kovasav a magnéziummal újra reagál. minek során másodlagos magnéziumhidroszilikátok keletkeznek, amelyek az azbeszthez hasonló optikailag orientált összenövést mutatnak. A korrózió folytán keletkezett termékek, azbesztszálak mentén helyezkednek el, megtartva a szál eredeti alakját és szakadásmentes összefüggést, és így ellensúlyozzák az azbesztkorrózió okozta, egyébként várható hajlítószilárdság-csökkenést. A magnézium egy igen kis része brucit formájában van jelen.

Meg kell jegyezni, hogy a megvizsgált azbesztcement-lemezekben az azbesztszálak inkább felületi (különböző mélységig terjedő) korróziót szenvedtek, azaz a szálasanyag teljes bomlása nem következett be.

Az elmondottak alapján az azbeszt korrózióját nem szabad káros bomlásnak tekinteni, és nem szabad azonosítani a mesterséges szálasanyagok (pl. üvegszál, bazaltgyapot stb.) káros bomlásával, mivel a két folyamat jellege egymástól erősen eltér.

IRODALOM

- [1] Gare R., Robertson R. H. S. (1956): „Mag. Concr. Res.” 8, 7.
- [2] H. F. W. Taylor (1964): *The Chemistry of Cement*. London and New-York.
- [3] Lach, V. (1970): „*IBAUSIL*” *Tagungsbericht*, Teil 1.
- [4] N. N. Smirnov (1962): *Azbesztcement petrográfia*, Goszizdat, Moszkva.

Opozckij Ludmilla—Böcs Ágota: Azbesztszálak korróziójának vizsgálata

Megvizsgáltuk az 1912-ben üzemileg gyártott, azaz kb. 58 éven át az atmoszférikus hatásnak kitett azbesztcement-lemezek szerkezetét és tulajdonságait.

Az azbesztcement szövete teljesen kristályos, szerkezete tömör, ami többszöri átkristályosodásra utal.

Az alapanyag főalkotói kalciumhidroszilikátok. Optikailag sikerült kétféle kristályos kalciumhidroszilikátot megkülönböztetni, illetve azonosítani.

A megvizsgált azbesztcementlemez még mindig tartalmazza bizonyos mennyiségben a klinkerszemcsék konkáv és konvex hidrátburkokkal körülvett maradványait.

A kizotilazbeszt szálak 50–53%-a korrodált állapotban van. A korrózió folytán keletkezett termékek főleg a girolittípusú, kis mézstartalmú kalcium-hidroszilikátokból, valamint másodlagosan kialakult, az azbeszthez hasonló, optikailag orientált összenövést mutató magnézium-hidroszilikátokból állnak. A korróziós termékek az azbesztszálak mentén helyezkednek el, megtartva a szál eredeti alakját és szakadásmentes összefüggést és így ellensúlyozzák az azbesztkorrózió okozta, egyébként várható hajlítószilárdság csökkenést.

Az azbeszt korrózióját tehát nem szabad káros bomlásnak tekinteni.

Опоцки, Л.—Беч, А.: Коррозия асбестового волокна в асбестоцементной плитке многолетнего твердения

Изучалась структура и свойства асбестоцементной плитки, изготовленной в заводских условиях в 1912 году и твердевшей на воздухе в течение 58 лет.

Структура асбестоцементной плитки является кристаллической, очень плотной, что указывает на многократные процессы перекристаллизации. Плитка имеет высокую прочность при изгибе.

Цементирующая масса представлена мелкими (< 10 микрон) и крупными (> 20 микрон) кристаллами гидросиликатов кальция. Удалось оптически идентифицировать два типа гидросиликатов кальция. Исследованная плитка по истечении 58 лет всё ещё содержит негидратированные зерна клинкера, окруженные гидратными оболочками.

50—55% хризотилового асбеста находится в корродированном состоянии. Кристаллическая фаза, зафиксированная в окружающей асбестовые волокна кристаллической массе, представлена субмикроскопическими гидросиликатами кальция ($n_g = 1,545$, $n_p = 1,535$) типа гиrolита, а также образовавшимися в процессе перекристаллизации вторичными гидросиликатами магнезия, с оптической ориентацией, аналогичной хризотилового асбесту. Продукты коррозии располагаются на асбестовых волокнах, сохраняя их первоначальную форму, ориентацию и непрерывность. Вследствие этого снижения прочности при изгибе не происходит.

Таким образом коррозию асбестового волокна можно считать не процессом разрушения, а процессом перекристаллизации.

Frau Opoczky, L.—Frl. Böcs, Á.: Untersuchung der Korrosion von Asbestplatten

Es wurden Struktur und übrige Eigenschaften von während 58 Jahre atmosphärischen Einwirkungen ausgesetzten Asbestzementplatten untersucht.

Das Gewebe der Platten ist durchweg kristallinisch, auch ist die Struktur dicht, was auf mehrfaches Umkristallisieren hindeutet.

Der Grundstoff der Asbestzementplatten besteht vorwiegend aus Kalziumsilikatkristallen. Es gelang zweierlei kristallisierte Kalziumsilikate darin zu unterschei-

den. Ein Teil der untersuchten Platten enthielt noch immer restliche Klinkerkörner, umgeben von konvexen und konkaven Hydrathüllen. Etwa 50—53% der Chrysotylasbestfaser unterlagen der Korrosion. Die Korrosionsprodukte bestehen aus wenig Kalk enthaltenden Kalziumhydro-silikaten des Typs Girolit ($CSiH_2$), ferner aus Magnesiumhydro-silikaten sekundärer Herkunft, die — gleich dem Asbest — optisch orientierte Verwachsungen zeigen. Die Korrosionsprodukte befinden sich längs der Faser, wobei die ursprüngliche Länge und Form rißfrei beibehalten wurden. Dadurch konnte die infolge Asbestkorrosion zu erwartende Verminderung der Biegefestigkeit nicht eintreten.

Also kann behauptet werden, daß die Korrosion des Asbests nicht als schädliche Zersetzung aufzufassen sei. (S. G.)

Opoczky, L.—Böcs, Á.: Corrosion of Asbestos Fibres

Structure and properties of asbestos-cement slates, manufactured in 1912 and exposed to atmospheric effects for 58 years were examined. The texture of the sheet is completely crystalline, which is a consequence of multiple recrystallisation. Two types of calcium silicate hydrates, optically distinguishable from the bulk of the matrix; but some remnants of the original clinker grains, surrounded with convex and concave hydrate lining are still visible. Abt. 50—53% of the chrysotil-asbestos fibres is corroded; corrosion products are mainly low-lime calcium silicate hydrates of the gyrolite-type and orientedly interlacing magnesium silicate hydrates, resembling to asbestos. Corrosion products are situated around the asbestos fibres, having the shape and uninterrupted cohesion of the fibres themselves, thus counteracting the decrease of flexural strength of the slate which would be otherwise a natural consequence of asbestos corrosion. The corrosion of asbestos should not be considered as a harmful phenomenon.

Egyesületi élet

Kaposvári csoportunk 1971. október 1-én megtartott klubnapján Nagy Lajos beruházási csop. vez. ismertette a harkovi „Vörös Október” gépgyár által gyártott téglaiipari gépek típusait.

Alács László ismertette a Belgrád I. téglagyárban a gépek technológiai sorrendjét és azok elhelyezését. Részletesen foglalkozott a gyárban tapasztalt munkatervezéssel és a termékek választékával.

A beszámolók után igen sok kérdés és hozzászólás hangzott el.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Borsod Megyei Csoportja 1971. október 15-én üzemlátogatást szer-

vezett a Hollóházi Porcelángyárba. Az üzemlátogatáson részt vettek az Északmagyarországi Téglá- és Cserépipari Vállalat, a Sajószentpéteri Üveggyár, a Kazincbarcikai Könyűbetongyár és az ÉGSZI Miskolci tagozat üzemszervezési osztályának dolgozói.

Az üzemlátogatáson részt vett 43 fő, három csoportban, külön kísérővel nézte meg a gyárat. Értékes tájékoztatást kaptak a gyártástechnológiát, valamint a termelés gazdaságosságát illetően. Sok kérdés hangzott el az új gáztüzelésű alagútke-mencék üzemelését illetően.

Az üzemlátogatás eredményes volt, a résztvevők meglegedéssel nyilatkoztak a látottakról és hallottakról.

Vasbetoncsövek gyártása hengerléssel

CSUTOR JÁNOS

ÉMEXPORT Fővállalkozó V. Budapest

1. Bevezetés

Hazánkban az általános fejlődésnek elválaszthatatlan része és velejárója (egyres gazdasági területeket illetően előfeltétele) a közművesítési program végrehajtása. A közművesítésnek több ága közül témánk elsődlegesen az ivóvízellátás és a szennyvízelvezetés (tágabban értelmezve: folyadékcsállítás) területéhez csatlakozik. E két nagy terület problémakörének műszaki értelemben vett alap-eleme a *cső általában*. Tapaszthatjuk, hogy a klasszikus fémcöveket — még a legigényesebb ivóvízellátásban is — a beton-, vasbeton- és feszítettbeton csövek fokozatosan kiszorítják. A fejlett ipari országokban ez a folyamat gyakorlatilag lezártnak tekinthető, az utóbbi években hazánkban is döntően felgyorsult. A betonanyagú csőre nézve ez azt jelenti, hogy egyaránt megteremtettük a szükséges gyártási kapacitásokat, és biztosított a csövek eltérő funkciójának megfelelő választék is.

Ez utóbbi állítás pontosítása érdekében emlékeztetnem kell arra, hogy a betonanyagú csövek esetében napjainkban az alábbi kategóriákat különböztethetjük meg:

1. Vasalatlan *közönséges betoncsövek*, amelyeket túlnyomórészt gravitációs szennyvízelvezetésre használnak. Névleges átmérőjük az

$$1,5 \cdot 10 \text{ [cm]} \leq D_n \leq 8 \cdot 10 \text{ [cm]},$$

gyártási hosszuk az

$$1 \cdot 10^2 \text{ [cm]} \leq L \leq 2 \cdot 10^2 \text{ [cm]},$$

a szállított folyadék belső túlnyomása az

$$5 \cdot 10^{-1} \text{ [kpcm}^{-2}] \leq p \leq 2 \text{ [kpcm}^{-2}]$$

tartományba esik. Az e csövekre jellemző gyártási eljárás hazánkban a Henke nyugatnémet és a Siome olasz rendszerű technológia.

2. A *vasbetoncsövek* lágyacél-betétekkel vasalt csövek. Átmérőjük a

$$4 \cdot 10 \text{ [cm]} \leq D_n \leq 2,2 \cdot 10^2 \text{ [cm]},$$

gyártási hosszuk a

$$3,5 \cdot 10^2 \text{ [cm]} \leq L \leq 5 \cdot 10^2 \text{ [cm]},$$

értékekkel határozható. A szállított folyadék belső túlnyomása

$$p \leq 5 \text{ [kpcm}^{-2}]$$

nagyságrendű. Általában pörgetéssel (Hunziker, Premo stb.) és hengerléssel (Rocla) készülnek.

3. *Feszítettbeton-nyomócsövek*, melyek mind a csőpalást alkotóinak mentén, mind radiálisan feszített szerkezetek. Névleges átmérőjük az

$$5 \cdot 10 \text{ [cm]} \leq D_n \leq 1,6 \cdot 10^2 \text{ [cm]}$$

tartományba esik, egységesen $L = 5 \cdot 10^2$ (cm) gyártási hosszban készülnek. A szállított folyadék túlnyomása

$$p \leq 2 \cdot 10 \text{ [kpcm}^{-2}]$$

értékű. Hazánkban e kategóriát a Sentab csövek képviselik. A gyártástechnológia eléggé bonyolult, a betont vibrálással és speciális sajtolással tömörítik.

Most a 2. csoportba sorolt vasbetoncsöveknek hengerléssel történő gyártását tesszük részletes vizsgálat tárgyává, mint hazai bevezetésre számításba vett módszert.

2. A betonanyagú csővezeték, mint komplex műszaki problémakör

A realizálás alábbi műveleti sorrendje általában nemcsak a csőre vonatkozatható, mégis ez az elem ezt a sorrendiséget azzal kényszeríti ki, hogy nagyértékű tömegcikket testesít meg. A komplexitás sajátosságaira e szemszögből nézve az alábbiakban lehet rámutatni;

Az *első lépés* a cső megtervezése. Ez a névleges átmérőnek (= effektív belső átmérőnek) a függvényében a falvastagság és a hossz számszerű meghatározásával egyenértékű. Ez azt jelenti, hogy a külső földnyomások és a belső csőtérben uralkodó nyomások stacionárius egyensúlyának feltételeiből héjszerkezetként kell méretezni ezeket a paramétereket. A cső — típusától függően — vagy vasalatlan, vagy vasalt kivitelben készülhet. Az elemet tervező számára a méretezésnél a gyártástechnológiai követelmények — bizonyos mértékig — itt még másodlagosak.

A második lépés a gyártástechnológus feladat-körébe vág, aki a megtervezett cső geometriai méreteit, valamint szerkezeti megjelenését adottságnak (=követelménynek) fogja fel. Emiatt másodlagosnak tekinti a falvastagság és a szerkezet méretezéséhez alapul szolgáló szilárdsági kritériumokat. A gyártás szempontjából nézve ugyanis a cső jellegzetes tömegcikk, amint erre már utalás történt. Gyártásához ezért gazdaságos és korszerű eljárásokat kell keresni. Ha a tervezett szerkezet nem teszi lehetővé a megfelelő technológia kialakítását, akkor ezt a szerkezetet még akkor is meg kell változtatni, ha egyébként szilárdságilag valamennyi követelménynek hiánytalanul megfelel.

Tételezzük fel, hogy a szilárdsági méretezés adta eredmények véglegeseknek bizonyulnak és a szerkezet sorozatban gyártható. Ebben az esetben a gyártástechnológus számára a gyártási eljárást *determináló* paraméter-sorrá válik a csőhossz, a falvastagság, a szerkezet és a csősúly. Valamennyi számérték statisztikus jelleget ölt, vagyis minden csőtulajdonság mérőszáma megengedett értékű szórással a középérték körül ingadozik.

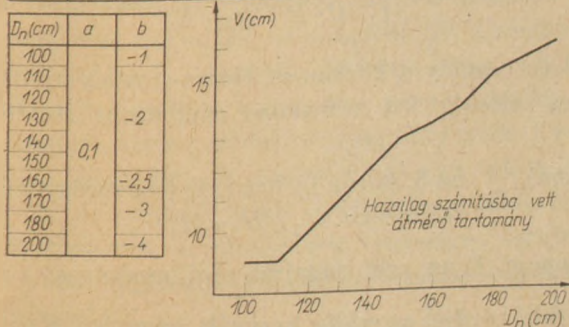
Az 1. ábrában foglalt és a DIN 4035 szabvány szerinti vasbetoncső-sorozat $\varnothing 100 - \varnothing 200$ (cm)-es tartományában pl. a falvastagságokat — mint a gyártás szempontjából egyik legfontosabb paramétert — a gyártástechnológus a névleges csőátmérő függvényében kifejezhető változónak tekinti. Ez azzal egyenértékű, hogy a szilárdsági feltételezések alapján számított falvastagságokat a

$$v = a \cdot D_n + b \quad (1)$$

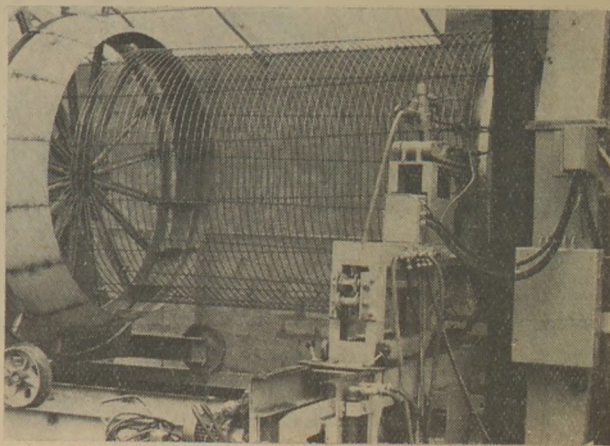
kifejezés határozhatja meg.

A gyártástechnológus feladata a továbbiakban a csöveket megfelelő módszerrel úgy gyártani, hogy egy *elvileg* vízzáró betonösszetétel a vízzáróságot a kész cső anyagaként is maximális mértékben biztosítsa.

D_n (cm)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
V (cm)	9	9	10	11	12	13	13,5	14	15	16



1. ábra. A falvastagság, mint a névleges átmérő függvénye



2. ábra. Acélváz-készítés hegesztéssel célgépen

A harmadik lépés a gyártott csövekből kapcsolatai mentén is vízzáró vezetékét összeszerelni a terepen.

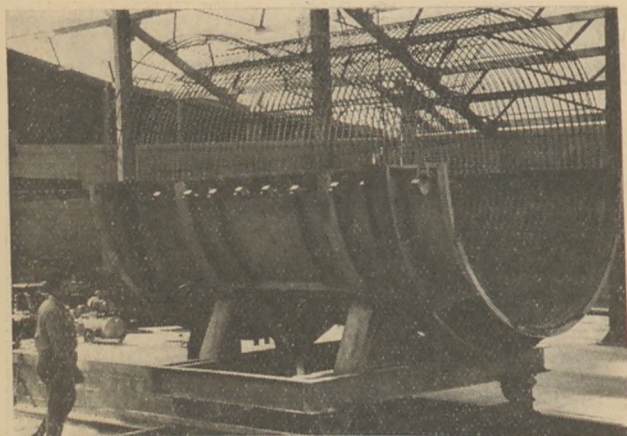
3. A csőhengerlés

A cső vasalása célszerűen acélspirális, amely a csőprofil követi. A spirálist eredeti acélművi huzaltekerescsből csévélük egy váz tartó matricára, majd a hengerpalást alkotóinak mentén hossz-acélszalakat hegesztenek rá. (2. ábra). A művelet részben programvezérelt, egyébként komplexen gépesített. Az elkészített vasvázat az acélsablon egyik félhengerébe helyezik (3. ábra). A váz egyes száaira távolságtartó gyűrűket fűznek fel, amelyek a sablonfalhoz képest előírt relatív helyzetben tartják. Ezután felteszik a másik sablonfelet, a csővégeket kialakító véggyűrűket és a két sablonfelet összecsavarozzák (4. ábra).

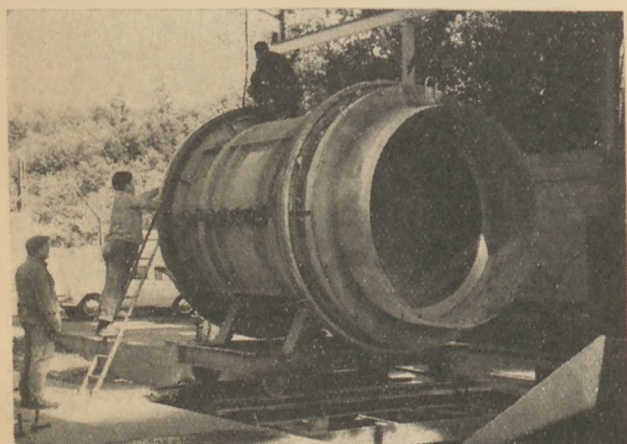
A hengergép (5. ábra) géptörzséből [1] kinyúlik a konzolhenger [2], amely $\omega [s^{-1}]$ szögsebességgel forog. Erre a konzolhengerre emelik fel az összeszerelt sablont [3]. A géptörzsön [1] keresztül a sablontérbe benyúlik a szállítószalag [7], amely a csőhossz mentén reverzibilis haladómozgásra is képes (a berajzolt nyílnak megfelelően). Ez a szállítószalag hordja a frissbetont a csőtérbe. Az $\omega_1 [s^{-1}]$ szögsebességgel forgó sablon forgása — elmentében a pörgetésnek nevezett gyártási eljárással — itt csupán olyan nagyságrendű, hogy a szállítószalaggal [7] betáplált frissbeton ne hullhasson vissza a sablonfalról. Ennek határfeltétele, hogy egy dm csőbeton-tömegelemre ható centrifugális erő egyenlő legyen a tömegelem dG súlyával. E feltételből a sablon határszögsebessége (5. ábra):

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{R_b}} [s^{-1}], \quad (2)$$

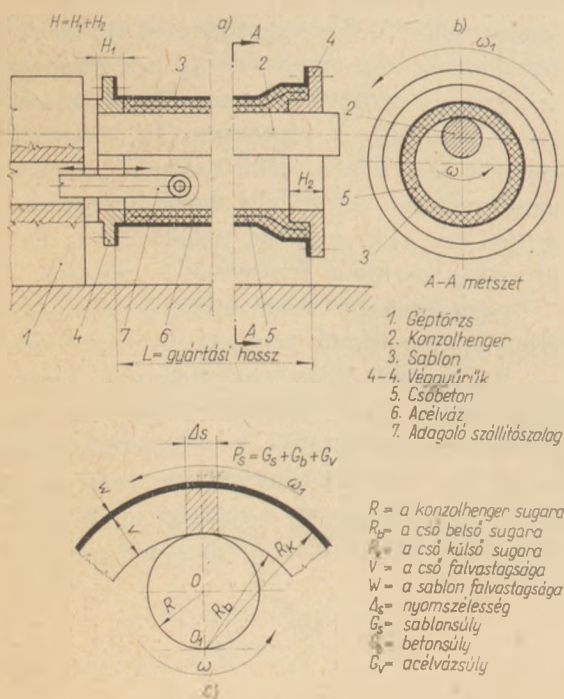
ahol $g [cm \cdot s^{-2}]$ a gravitációs gyorsulás.



3. ábra. Acélváz a sablonfélben



4. ábra. Készreszerelt sablon



5. ábra. A csőhengerlés elve és geometriája

Ha csak tisztán pörgetésről lenne szó, ω_1 -nek olyan értékűnek kellene lennie, amelynek révén a beadagolt betont az R_k sugáron mért

$$2 [\text{kpcm}^{-2}] \cong \left(p_t = \frac{\gamma}{g} \omega_1^2 \cdot R_b \cdot v \right) \cong 4 [\text{kpcm}^{-2}] \quad (3)$$

tömörítőnyomás éri. Itt

$\gamma [\text{kpcm}^{-3}]$ a frissbeton térfogatsúlya.

A (3)-ban megadott határok között a szükséges tömörítőnyomás ugyan mindig a betonösszetétel függvénye, de az ebből a feltételből a pörgetés tömörítőszögsebességeire számítható értékek mindig értelemszerűen jóval nagyobbak, mint amilyeneket a hengerlésre a (2) képlet megkövetel. Ez utóbbinál ugyanis a forgásból származó nyomás csak töredéke a tényleges sajtolónyomásnak. Ezt a konzolhenger és a sablon palástja közötti v (cm) vastagságú térben (5. ábra) a

$$P_s = G_b + G_v + G_s \text{ (kp)} \quad (4)$$

sajtolóerő hozza létre. Az a felület, amelyen a P_s sajtolóerő hat

$$\Delta F = \Delta s \cdot L \text{ (cm}^2\text{)}, \quad (5)$$

ahol L (cm) = a névleges csőhossz. (5)-ben a konzolhenger és a sablont lezáró két acél-véggyűrű egymásbahatolása dönti el a Δs szélességet, s ezzel a

$$p_s = \frac{P_s}{\Delta F} [\text{kpcm}^{-2}] \quad (6)$$

sajtolónyomás mértékét. Ha a sablonforgás szögsebességének alsó határértéke az (1) összefüggés szerinti, akkor a konzolhenger szögsebességére áll, hogy

$$\omega = \frac{R_b \cdot \omega_1}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{R_b g} [\text{s}^{-1}]. \quad (7)$$

Az eddig tárgyalt feltételek mellett a konzolhenger forgásviszonyaira nézve az 1. ábra szerinti átmérotartományban az 1. táblázatba foglalt értékeket számíthatjuk ki, ha a konzolhengerre $R = 3 \cdot 10$ cm.

A Δs nyomszélesség meghatározására jól használhatjuk a

$$\Delta s = 3,03 \sqrt{\frac{P_s}{H \cdot E} \cdot \frac{R_b R}{R_b - R}} \text{ (cm)} \quad (8)$$

képletet, amely a közismert Hertz-elmélet szerinti nyomszélesség két érintkező acélhenger esetére. Itt

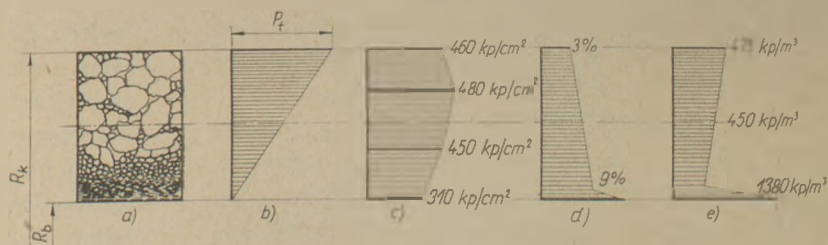
H (cm) az 5. ábrán látható (4) jelű zárógyűrűk szélessége: $H_1 + H_2 = H$,

E (kpcm^{-2}) az acél rugalmassági modulusa.

A többi betűjel az eddig használt jelentésű. Könnyen belátható, hogy a (8) képlet alapján számít-

6. ábra.

a) Pörgetett beton szemösszetételek. b) A tömörítónyomás változása pörgetett betonnal. c) A beton-szilárdság változása pörgetett betonnal. d) A porozitás változása pörgetett betonnal. e) A cement-tartalom változása pörgetett betonnal



1. táblázat

Forgásjellemzők a csőhengertésnél

$2R_b$ (cm)	ω_1 (s ⁻¹)	ω (s ⁻¹)	A sablon fordulat- száma n_1 [min ⁻¹]	A konzol fordulat- száma n [min ⁻¹]
100	4,43	7,38	4,23 · 10	7,05 · 10
110	4,22	7,74	4,03 · 10	7,39 · 10
120	4,06	8,12	3,88 · 10	7,75 · 10
130	3,88	8,41	3,71 · 10	8,03 · 10
140	3,74	8,73	3,57 · 10	8,34 · 10
150	3,62	9,05	3,46 · 10	8,64 · 10
160	3,47	9,25	3,31 · 10	8,83 · 10
170	3,40	9,63	3,25 · 10	9,19 · 10
180	3,30	9,90	3,15 · 10	9,45 · 10
200	3,13	10,43	2,99 · 10	9,96 · 10

ható nyomszélesség meghatározza az elméletileg lehetséges legkisebb

$$\Delta R = R_k - R_b = v$$

rés-szélességet (=falvastagságot), s ezzel a (6) szerinti sajtolónyomást. Tehát

$$P_s = \frac{1}{3,03L} \sqrt{\frac{P_s \cdot H \cdot E(R_b - R)}{R_b R}} \text{ (kpcm}^{-2}\text{)}. \quad (9)$$

A csőhengertéshez használt beton földnedves konzisztenciájú: $v/c = 3,2 \cdot 10^{-1} - 3,4 \cdot 10^{-1}$, szemben a pörgetésnél egyedül lehetséges igen magas $v/c = 7 \cdot 10^{-1} - 8 \cdot 10^{-1}$ vízcementtényezőjű betonnal. Ezért a hengerelt cső nem mutatja azokat a radiális inhomogenitásokat, mint a pörgetett (6. ábra), hanem minden alkotójára és minden tulajdonságára nézve homogén.

Az 5. ábra szerinti adagoló-szállítószalag szállítási sebességének határt szab a lazabeton szétesztályozódásának a veszélye. Ezért a szállítási sebesség nem nagy, így az adagolás jól kézbe tartható. Az eljárás lényegéből látható, hogy a (9) szerinti sajtolónyomás mindaddig nem alakulhat ki érdemben, amíg a csőfal-tér meg nem telik. Ez azt jelenti, hogy először lazabetonnal van tele a csőfal-tér. A hengerlés tehát azzal egyenértékű, hogy a lazabetonba az elméletileg lehetséges legtömörőbb állományhoz még szükséges betonanyagot kell belesajtolni.

Bizonyítható, hogy minden betonhoz tartozik az

összetételétől függő és rá jellemző tömörödési tényező. Erre általában áll, hogy

$$\frac{\text{laza beton térfogat}}{\text{tömör beton térfogat}} = \beta \approx 1 \quad (10)$$

Ha tehát a csőbeton-térfogat: $V_{cső}$ (cm³) = (tömör térfogat), akkor a lazabeton mennyisége

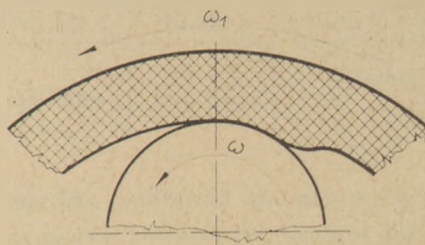
$$V_{laza} = \beta \cdot V_{cső} \quad (11)$$

Az ezzel az összefüggéssel meghatározott viszonyokon túl a csőbeton tömörsége nem fokozható. Túl-adagolás a tömörség határértékét nem növelheti, mert a 7. ábrán látható következményekkel járhat, vagyis a felesleges betonmennyiség a konzolhenger előtt kipúposodik. Előzetesen azonban az egyébként is csak földnedves konzisztenciájú betonból a többletanyag károsan sok vizet sajtolhat ki. A későbbiekben látható lesz, hogy a sablon + beton együttes súlya olyan nagy, hogy ez kizárja a sablon felemelkedését a konzolhengerről a többletbeton révén. A beton eredő minősége B500, a minimálisan adagolandó cementmennyiség $C = 500$ kp/m³, az adalék zúzalékkal javított homokos kavics. Súlyarányok:

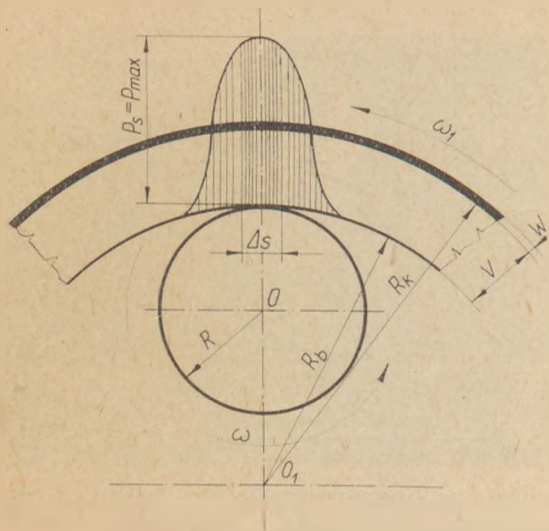
cement : zúzalék : kavics : homok = 1 : 1, 2 : 1, 2 : 1. Ezekről az arányokról jelentékeny eltérések nem célirányosak. Az adalék maximális szemnagyságát a vasbeton-szabályzat szerinti legkisebb vasalás-köz határozza meg: attól kisebb.

Az eddig tárgyaltak alapján látható, hogy a falvastagság-résben csak a nyomáscsúcsot tudjuk számítani a 8. ábrának megfelelően.

A készre-sajtolott csövet leemelik a konzolhengerről és a sablont függőlegesen ráállítják a padlóból kinyúló gőzvezeték-csonkokra. A csőszablon tetejét lefedik s a csőbeton gőzölése programvezérelt



7. ábra. A túl-adagolás miatt kipúposodott betonanyag



8. ábra. A számítható nyomásesés

módon, automatikusan lebonyolítható. A megszilárdult csövet kiszaluzzák, ezt a művelet mutatja a 9. ábra.

4. Számpélda és következtetések

Tetszőleges példaként vizsgáljunk meg két konkrét csövet. A kiindulási adatokat és az ezek alapján képleteinkkel számítható értékeket a 2. táblázat foglalja össze

Számpélda-adatok

2. táblázat

	$D_n = D_b = 2R_b$ (cm)	
	$1,6 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^2$
A cső súlya, G_{cs} (kp)	$6,7 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^3$
A sablon súlya, G_s (kp)	$4,45 \cdot 10^3$	$7,16 \cdot 10^3$
A sajtolóerő, $P_s = G_{cs} + G_s$ (kp)	$1,12 \cdot 10^4$	$1,54 \cdot 10^4$
A csőhossz, L (cm)	$3,5 \cdot 10^2$	
A konzolhenger sugara R (cm)	3 · 10	
A véggyűrűk szélesség-összege H (cm)	3 · 10	
A nyomszélesség, Δs (cm)	$2,799 \cdot 10^{-1}$	$3,178 \cdot 10^{-1}$
A viszonyítási felület, $F = \Delta s \cdot L$ (cm ²)	$9,79 \cdot 10$	$1,11 \cdot 10^2$
A sajtolónyomás-esés, p_s (kpem ⁻²)	$3,62 \cdot 10^2$	$4,38 \cdot 10^2$

A hengerléssel gyártható (és külföldön gyártott) teljes csősorozat az 1. ábrán bemutatott tartomány alatti (kiseb) és fölötti (nagyobb) átmérőkre is ki-

terjed. Emiatt a teljes sorozatra több gépnagyságot alakítanak ki, amelyekben egy tartomány elemei gyárthatók. Ennek ugyan elsődlegesen gép-szerkesztéstechnikai okai vannak, de megadja azt a lehetőséget, hogy egy-egy tartományon belül azonos betonokat lehet a csőkészítéshez felhasználni. Azonos betonok azonos tömörségéhez azonos tömörítőhatás (esetünkben: sajtolónyomás) szükséges. Feltéve, hogy a (9) képletben ilyenformán állandónak tekinthető p_s , L , R , P_s és E , az azonos tömörítőhatás feltételeként a

$$\frac{H \cdot (R_b - R)}{R_b} = \text{konstans} \quad (12)$$

geometriai kritériumhoz jutunk. Ebből $H = H_1 + H_2$ esetenként meghatározható.

Láthatjuk, hogy a 2. táblázat szerinti sajtolónyomások a betonra nézve

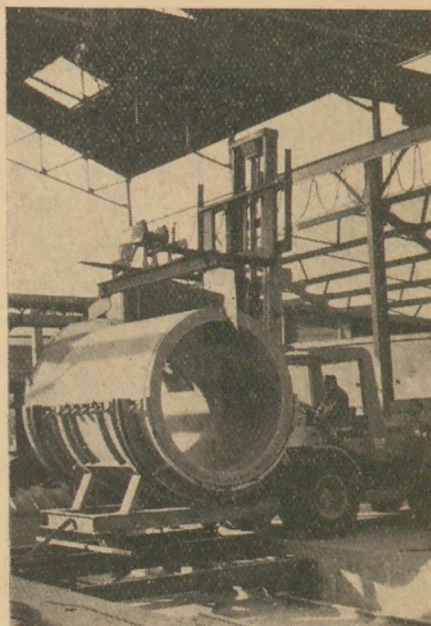
a) elméleti maximumokat jelentenek, amelyet csak a készítés befejező szakaszában lehet megközelíteni,

b) a különféle geometriai viszonyoktól függő minimális értékük is jóval nagyobb annál, sem hogy kiváló tömörség eléréséhez elegendő ne lenne.

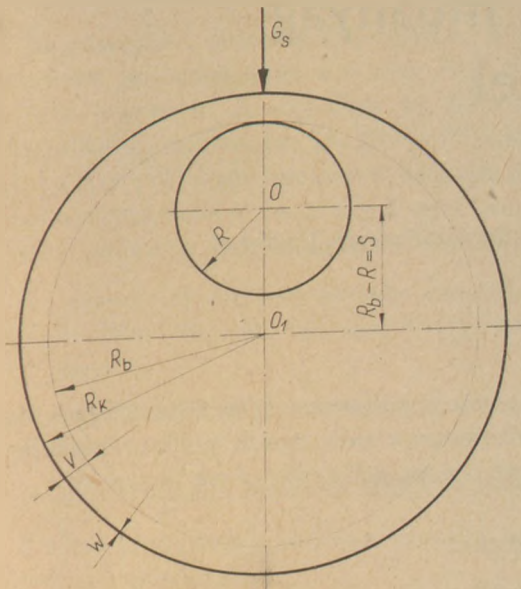
c) a sajtolónyomás érték-tartománya több nagyságrenddel nagyobb az egyszerű porgetéssel elérhető és a (3) alatt feltüntetett nyomás-tartomány-nál.

5. Energiaviszonyok

A cső tökéletesen tengelyszimmetrikus, a falvastagság a névleges csősugarhoz képest elegendően kicsi, a mozgás pedig a legegyszerűbb tengely



9. ábra. A kész cső kiemelése a sablonból



10. ábra. A hengerlés energiaviszonyaihoz

körüli forgás. Emiatt viszonylag egyszerűen képet alkothatunk a sajtoló-hengerlés energiaviszonyai felől. Induláskor a sablont kell felgyorsítani nyugalmi helyzetéből ω_1 szögsebességre. A sablonsúly a cső külső (=a sablon belső) sugara mentén elhelyezkedőnek fogható fel. Ebben az esetben a súlyos kör tehetetlenségi nyomatéka az O_1 forgástengelyre (10. ábra):

$$\Theta_{O_1} = \frac{1}{2} \frac{G_s}{g} R_k^2. \quad (13)$$

A forgatónyomatékot viszont a konzolhenger O forgástengelyén kell kifejtetni, ezért (13)-at az O forgástengelyre kell transzformálni. A Steiner-féle képlettel így

$$\Theta_O = \Theta_{O_1} + m \cdot s^2,$$

ahol $m = G_s/g$ [$\text{kps}^2 \text{cm}^{-1}$] a sablon tömege.

Ha ε a szöggyorsulás, akkor a hengergép O tengelyére a forgatónyomaték

$$M = \Theta_O \varepsilon = \Theta_O \frac{\omega}{t} \quad (\text{cmkp}), \quad (15)$$

ahol t (s) a felgyorsulás időtartama.

A „súlyos kör” tehetetlenségi nyomatéka az adagolt beton súlyának arányában növekedik. A szögsebesség állandó marad, tehát a forgatónyomaték

nak a növekedő tehetetlenségi nyomatékkal arányosan kell növekednie.

Az 1. ábra szerinti átmérőtartományban használatos gép hajtómotorja 110 Le teljesítményű. Az ebben a tartományban átlagosnak tekinthető $D_n = 1,6 \cdot 10^2$ cm átmérőjű cső elkészítése 20–25 percig tart. Ez adatok alapján számítható a berendezés termelőkapacitása, valamint a térfogat-egységnyi csőbetonra fordított közvetlen sajtoló-energia. Megállapítható, hogy más tömörítési eljárásokhoz képest a hengerlés nagyon energiaigényes, habár egyszerű és megbízható eljárás.

6. Befejezés

A tárgyalta gyártási eljárás a vasbetoncsövek kategóriájában az egyik legjobb csőminőséget szolgáltatja. Egyidejűleg eleget tesz azoknak a követelményeknek is, amelyeket a csővezetéknek, mint komplex műszaki objektumnak létesítésével összefüggő szakterületek vele szemben megalapozottan támaszthatnak.

Csutor János: Vasbetoncsövek gyártása hengerléssel

A vasbetoncsövek nagy szerepet játszanak a közművesítési programban. Egyik módja a nagyüzemi vasbetoncső-termelésnek az ún. hengerlés. A tanulmány ezt a módszert mutatja be és elméletet közöl a hengerlés során a friss betont érő sajtolónyomás meghatározására.

Чупор, Я.: Производство железобетонных труб методом прокатки.

Железобетонные трубы играют важную роль в программе коммунального строительства. Одним из методов является производство железобетонных труб прокаткой. В данной статье дается описание этого метода, а также теоретические обоснования для определения давления прессования, которое испытывает бетон во время его прокатки.

Csutor, J.: Herstellung von Eisenbetonrohren durch Walzen

Eisenbetonrohre spielen bei der Errichtung von Kommunalanlagen eine nennenswerte Rolle. Zum Teil erfolgt ihre Produktion im Großbetrieb mittelst Walzens. Dieses Verfahren wird beschrieben, auch enthält die Studie eine Theorie betreffs des Preßdrucks, dem der frisch erzeugte Beton unterliegt. (S. G.)

Csutor, J.: Manufacture of Reinforced Concrete Pipes by Rolling

Rolling is one of the best known methods for the large-scale manufacture of concrete pipes. The method of rolling is described and a theory is given for the determination of pressure, which fresh concrete is subjected to during rolling.

Kísérletek portlandcement és műanyag kombináltkötésű rendszerekkel

KOÓS JÁNOS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A portlandcement és műanyag kombinációját először Bakeland alkalmazta 1909-ben [1.] Termékeit a hőre keményedő fenolformaldehid gyantával állította elő.

A természetes kaucsuk-latex-portlandcement kombinációról először Stevens, H. P. és Stevens, W. H. számolnak be [2]. A latex-cement keveréket különböző vízhatlan vakolatok előállítására használták fel [3].

A szintetikus latexet út- és repülőter burkolatok építésénél használták [4.]

A műanyagipar új termékei további lehetőséget nyújtanak előnyös mechanikai-műszaki és fizikokémiai tulajdonságú speciális termékek előállítására [5–8]. Leginkább polimer vizes diszpergátumokat alkalmaznak [9]. Különösen a műanyag adalékanyagoknak a termék szilárdsági tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgálták. Vizsgálták továbbá a polimermentes beton bedolgozhatóságát, reológiai sajátságait, kémiai ellenállását stb. [6, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Az optimális műanyag/cement tényező meghatározásában alapvető munkát végzett Geist, J. N., Amagna, S. V. és Mellor, B. B. [15]. Cserkinszkij, J. S., Živica, V., Hosek, J. és mások vizsgálták a műanyaggal a rendszerbe kerülő kísérő anyagok cementszilárdulásra való hatását, a műanyag és cement kapcsolódásának lehetőségeit [6, 16, 17, 18, 19].

A SziKKTI-ben az elmúlt években kísérleteket végeztünk polimermentes betonnal és polimerbetonnal is [20, 21]. A kísérletekre szükség volt, hogy megismerhessük ezen új rendszerek tulajdonságait.

A műanyag és beton előnyös tulajdonságainak kombinálása oly módon is megoldható, hogy a megszilárdult betont monomerrel kell átítatni, majd polimerizálni [22].

Mivel az irodalomban az elnevezés nem egységes, a továbbiakban a cement és polimer keverékével

készített betont *polimermentes betonnak* és a megszilárdult betonba monomer ill. polimer bevitelével előállított betont *polimerbetonnak* nevezzük.

Kísérleti rész

Felhasznált anyagok

Polimermentes beton előállításánál tatabányai 500-as portlandcementet, a KGST—RSz 138—62. sz. szabványjavaslatban előírt homokot és polimerként polivinil-észter típusú, különböző polivinil-acetátot használtunk: Schkopau DC 44/11. Mowilith DM 21, Mowilith DC 56. Használtuk még az Acronal 500 D és Propiofán 5 D diszperziókat. (Ezek egy része homopolimer, más része kopolimer.)

Polimerbetont tatabányai 600-as portlandcementből és a KGST—RSz 138—62. sz. szabványjavaslat szerinti homokból állítottuk elő úgy, hogy a megszilárdult betonba monomerként metilmetakrilátot vittünk be. Iniciátor benzoil-peroxid volt.

Próbatestek készítése

Mind a polimermentes beton, mind a polimerbeton készítésénél 0,45-ös víz/cement (v/c) tényezővel dolgoztunk.

Polimermentes beton próbatesteknél a polimer vizes diszperzióját kevertük a cementhez. A polimertartalmat műanyag/cement tényezőként tűntettük fel. A cement-homok keveréket a KGST—RSz 138—62. sz. szabványjavaslatban előírt 1 : 3 súlyarányban készítettük el.

Polimerbeton próbatestek készítésénél is a KGST—RSz 138—62. sz. szabványjavaslat szerint dolgoztunk. A megszilárdult betonba monomert vittünk be. A monomer bevitelét átítatásos módszerrel végeztük. A bevitt monomert hőkatalitikusan polimerizáltuk. A próbatestek polimetil-metakrilát (PMMA) tartalmát a súlynövekedésből számítottuk ki, és a beton (habarcs) súlyára vonatkoztatva százalékban adtuk meg.

Vizsgálati módszerek, eljárások

Rugalmassági modulus (E) mérése. A polimer-cementes próbatesteknél a mérést BI-8 betonoszkóppal végeztük. A méréshez 40 Kc/s kristályt használtunk. Pontossága $10 \cdot 10^{-6}$ s. Polimerbetonnál az E -t próbatest nyomóerő hatására bekövetkező alakváltozástól határoztuk meg. Az alakváltozást indukciós alakváltozásmérővel mértük.

A nyomó- és hajlítoszilárdság vizsgálatokat a KGST—RSz 138—62. sz. szabványjavaslat szerint végeztük.

A fagyállóság vizsgálatát az MSZ 4715 alapján végeztük.

Hosszúságváltozás mérés az MSZ 523 szerint.

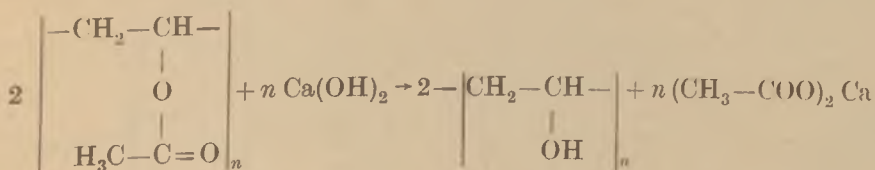
Ezekon kívül csak a polimerbetonnál végeztük a következő méréseket:

Vízjáróság. Az MSZ 4715 alapján határoztuk meg. A habarcs összetételéből adódó különbségeket a vizsgálat feltételeinél értelemeszerűen alkalmaztuk. A vizsgálati víznyomás 6 atü, a vizsgálati idő 48 óra volt. A vizsgálat után a próbatesteket kettétörtük és megállapítottuk a vízbehatolás mértékét.

A húzószilárdságot az MSZ 523 alapján mértük. Az MSZ 523 szerinti piskótakészítéstől annyiban térünk el, hogy ezeket a próbatesteket öntéssel, csömöszöléssel készítettük.

E vizsgálatokon túl mind a polimercementes próbatestekkel, mind a polimerbeton próbatestekkel kapcsolatos — általunk fontosnak tartott és elvégzett — további vizsgálatokat az alábbiakban ismertetjük.

A reakció:



A reakció eredményeképpen jelentkező polivinilalkohol nedvesség-, vízzérékenysége közismert.

Polivinilacetát-mész rendszer derivatogramjai. Annak bizonyítására, hogy az elszappanosodás bekövetkezik és polivinilalkohol képződik, készítettük a következő diagramokat. Az 1. ábrán közölt felvétel tiszta polivinilalkoholról készült.

A derivatogram DTA görbáját a következőképpen magyarázhatjuk: a légszáraz állapotú anyagból 140 °C-ig távozik a nedvesség. A 170 °C-os

Polimercementes rendszer

Elszappanosodás meghatározása. A kiválasztott polimerdiszperziókkal (különböző fajta polivinil-acetátok) végzett kísérletünk célja volt, hogy a kapott szilárdsági, hosszúságváltozási, fagyasztási stb. vizsgálatok mellett meghatározzuk a polimerdiszperzió és mézrendszerben ezek egymásra való hatását. Az elszappanosítást az alábbiak szerint végeztük:

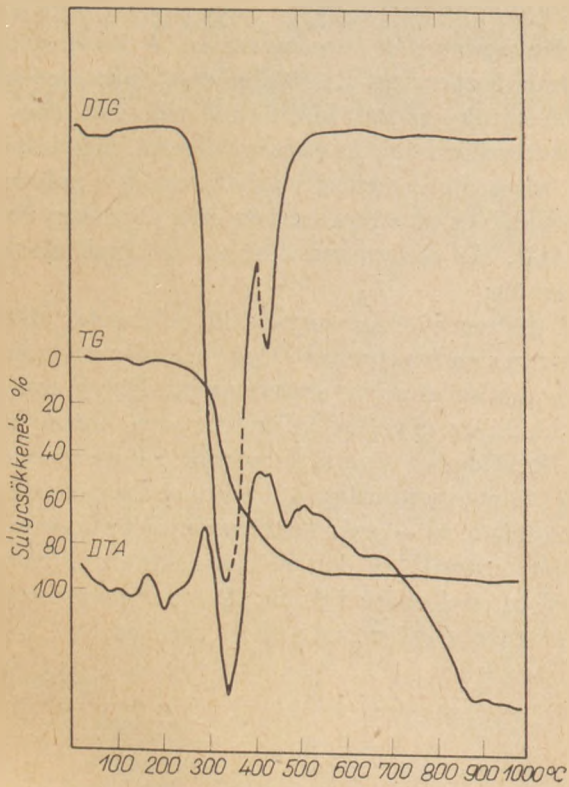
A diszperzió szárazanyag-, ill. polimertartalmának figyelembevételével stöchiometrikusan kiszámítottuk az elméleti észterszámot. Ebből számítottuk ki az egyenértékű kalciumoxid mennyiséget, figyelembe véve a savszámot. A diszperziók 10 g polimertartalmára — a teljes elszappanosodás biztosításához — számított mennyiségű kalciumoxidot adtunk. A káros széndioxidot kizárva 65 °C-os vízfürdőre raktuk. Az elszappanosodást az idő függvényében mértük (1. táblázat).

1. táblázat

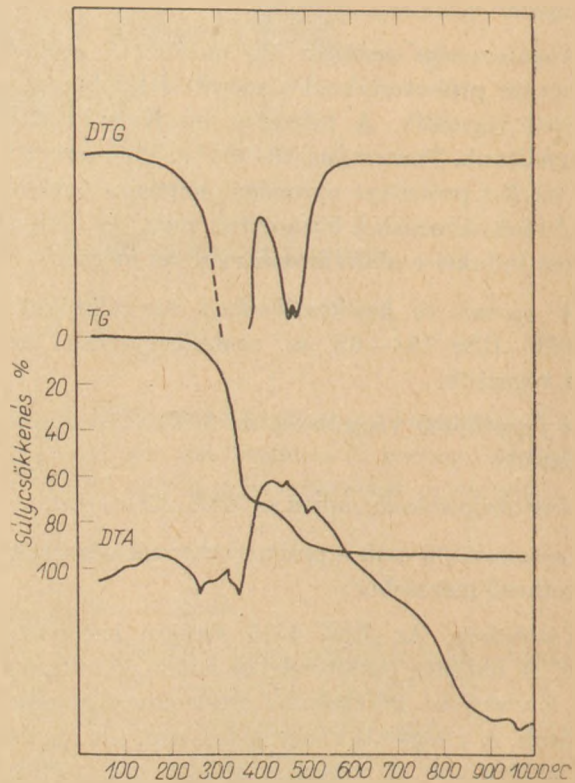
	Számított észterszám	Szappanszám		
		8 óra	24 óra	72 óra
		65 °C-os kezelés után		
Schkopau DC 44/11..	652	285	326	554
Mowilith DM 21.....	311	—	98	153

Az eredmények azt mutatják, hogy mind a homopolimer, mind a kopolimer elszappanosítható. Az elszappanosodás sebességét, mértékét lehet csökkenteni, de megakadályozni nem lehet. (72 órás kezelés után a homopolimernél 85%-os, a kopolimernél 50%-os az elszappanosodás).

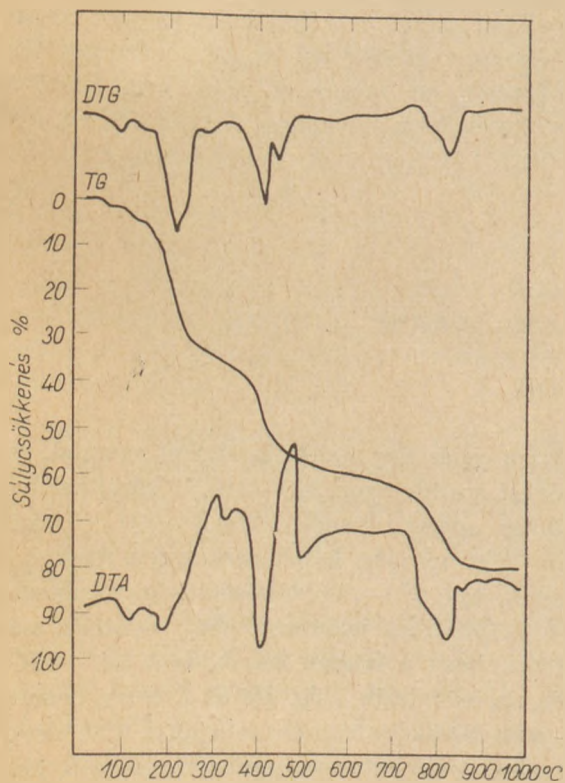
exoterm csúcs egy molekulán belüli mozgást, rendeződést mutat, majd 200—210 °C körül bekövetkezik az anyag olvadása. 200 és 300 °C között újabb belső mozgás, halmazszerkezeti rendeződés történik, ami 270—300 °C között még erőteljesebb. A 340—350 °C-nál jelentkező nagy endoterm csúcs mutatja, hogy a láncról leszakadnak az —OH-k, a lánc széttöredezik, elég. Ha az 1. ábrán bemutatott polivinilalkoholhoz hasonlítjuk 2. ábra elszappanosított polivinilacetát görbáját, látható, hogy itt is polivinilalkohol van a rendszerben. A csúcsok



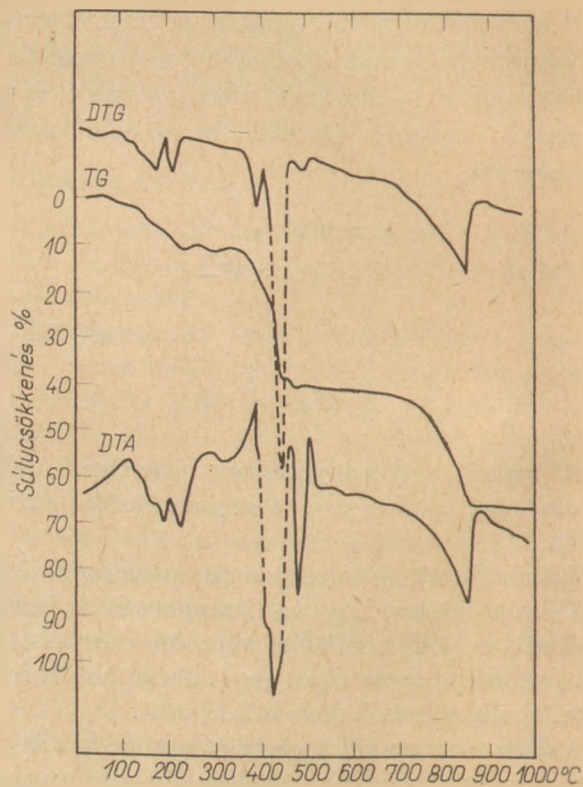
1. ábra. A tiszta PVA derivatogramja



3. ábra. A kiindulási PVAc derivatogramja



2. ábra. Elszappanosított PVAc derivatogramja



4. ábra. A kalcium-acetát derivatogramja

intenzitása, különösen az $-OH$ -k leszakadási hőmérsékletében jelentkező eltérések magyarázatát abban találjuk, hogy a kiindulási polivinilacetátunk (3. ábra) már eleve tartalmazott kísérő anyagokat (pl. lágyító), és a képződött kalcium-acetát (4. ábra) is jelentkezik.

Polimerbeton rendszer

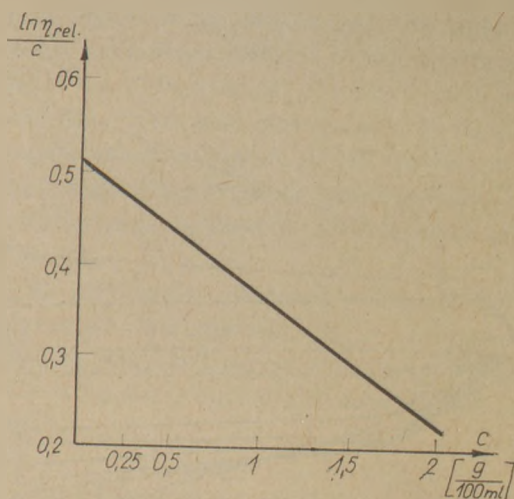
Szappanosítási vizsgálat. A polimerbeton előállításához használt polimetil-metakrilátot, hasonlóan a polivinil-acetáthoz, mésszel kezeltük. Megismételt méréseink azt mutatták, hogy a polimetil-metakrilátot nem lehetett elszappanosítani.

Metil-metakrilát polimerizálása. Az iniciátor mennyiségére, ill. a hőkezelés ($75\text{ }^\circ\text{C}$) időtartamának helyes megválasztására tiszta rendszerben polimerizálást végeztünk.

Az 1% benzoil-peroxid iniciátor adagolásnál 4 óra, 3% benzoil-peroxid iniciátor adagolásnál 2 óra volt a hőkezelési idő. A polimetil-metakrilát polimerizációs fokára tájékoztatást kaptunk a határviszkózitás meghatározásával. Ha a PMMA határviszkózitása $0,5-0,7$ a termék minősége jó. Toluol oldószert használva végeztük a molekulásúlyra jellemző határviszkózitási érték meghatározását, amelyet $0,51$ -nek találtunk (5. ábra). A határviszkózitás értékének meghatározását a 3% benzoil-peroxid iniciátorral előállított PMMA-ból végeztük.

Polimercementes próbatetek eredményei, értékelése

A polimercementes próbateteket $60-70\%$ relatív nedvesség mellett (továbbiakban „A” érlelési mód) illetve 100% relatív nedvesség mellett („B” érlelési mód) tároltuk.



5. ábra. A PMMA határviszkózitása

Hosszúságváltozás. A 2. táblázat a próbatetek a m/c , idő és tárolás relatív nedvességének függvényében végzett mérések adatait foglalja össze. Méréseink szerint a próbatetek hosszúságváltozása függ a m/c tényezőtől és a tárolási körülményektől. Az „A” érlelési mód mellett zsugorodás, a „B” érlelési mód mellett duzzadás történt.

Az „A” érlelési módnál a kezdeti időszak (a mérés első tíz napja) mérési eredménye szerint a $m/c=0,15$ és $m/c=0,20$ tényezőknél duzzadás jelentkezik, majd zsugorodás következik. A duzzadás mértéke mindkét m/c tényezőnél közel azonos ($0,10\%$), de a nagyobb m/c tényezőnél a zsugorodás később következik be. Alacsonyabb m/c tényezőknél a mérés első időszakában bekövetkező zsugorodás a legkisebb műanyagtartalomnál legnagyobb.

A mérés utolsó szakaszában a legkisebb m/c tényezővel a legnagyobb zsugorodást mértük (6. ábra).

Különböző érlelés melletti méretváltozások a Schkopau DC 44/11 adagolás függvényében

2. táblázat

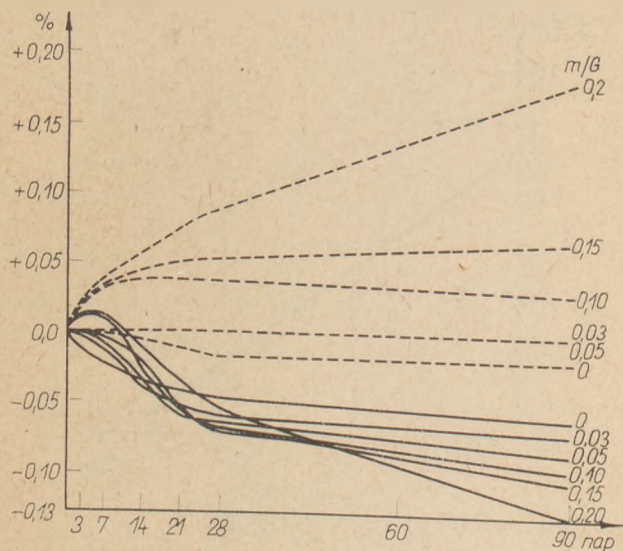
m/c	Érlelési mód	Méretváltozás %-ban					
		3 nap	7 nap	14 nap	21 nap	28 nap	90 nap
0	A	-0,014	-0,023	-0,033	-0,041	-0,047	-0,057
	B	0,0	0,0	-	-0,010	-0,018	-0,018
0,03	A	-0,005	-0,013	-0,040	-0,050	-0,060	-0,069
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,05	A	0,0	-0,008	-0,034	-0,060	-0,064	-0,074
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,10	A	0,0	-	-0,020	-0,053	-0,068	-0,094
	B	+0,018	+0,032	+0,040	-	+0,038	+0,030
0,15	A	+0,013	+0,010	-0,025	-0,060	-0,060	-0,000
	B	+0,023	+0,033	+0,045	+0,050	+0,055	+0,070
0,20	A	+0,015	+0,010	-0,013	-0,037	-0,057	-0,133
	B	+0,025	+0,048	+0,057	+0,075	+0,088	+0,180

- : zsugorodás + : duzzadás

Schkopau DC 44/11-gyel módosított cementhabarcsok súlynövekedés vízfelvétnél

m/c	Vízfelvétel súly %-ban			
	3 óra	1 nap	2 nap	5 nap
0	6,00	6,19	6,19	6,49
0,03	6,10	6,34	6,74	6,80
0,05	5,42	6,58	6,58	6,77
0,10	4,45	6,40	6,58	6,78
0,15	2,28	3,01	3,30	4,75
0,20	1,98	2,66	3,83	5,60*

* A vizsgált mintadarabokon hajszálrepedéseket lehetett megfigyelni.



6. ábra. Különböző érlelés melletti hosszváltozások a Schkopau DC 44/11 adagolás függvényében

Jelzések: — „A” érlelési mód. - - - „B” érlelési mód

A mérési eredmények azt mutatják, hogy a hosszúságváltozás — úgy az „A” érlelés, mint a „B” érlelés esetén — a műanyagtartalomtól függ. Az „A” érlelési módnál bekövetkező zsugorodást a műanyagból elpárolgó víz okozza. A „B” érlelési módnál a műanyag vízfelvétele a duzzadás jelenségét tapasztaltuk.

Vízfelvétel. A műanyagadalék hatásának eredményeképpen várható vízfelvétel-csökkenés csak részben következett be. A vízbemerítés első időszakában jelentkezett a műanyagadalék hatása. Ebben az időszakban az alkalmazott m/c tényező növekedéssel rohamosan csökkent a felvett víz mennyisége. (3. táblázat). Az idő függvényében vizsgálva a vízfelvételt, legkedvezőbb képet a $m/c=0,15$ érték adta. A $m/c=0,20$ tényezővel ké-

szült próbatestek korai eredményei jók, de a nagy műanyagtartalom és az azzal járó vízfelvétel eredményeképpen már 5 napos vízbentartás után a duzzadás repedéseket okoz.

Szilárdsági értékek. A szilárdsági értékeket befolyásolta a m/c tényező és a próbatestek tárolási módja (4. táblázat). „B” érlelési módnál a műanyag adagolása hátrányosan befolyásolta a szilárdság alakulását. Különösen nagymérvű a nyomószilárdság visszaesése — a kontrollhoz ($m/c=0$) viszonyítva — a nagy m/c tényező esetében. A 28 napos korrall kezdődően már a kisebb m/c tényezőknél előnyösebb a „B” érlelési mód, mint az „A” érlelési mód, de csak a nyomószilárdság javára.

A műanyagadalék pozitív hatása az „A” érlelésű próbatestek hajlítószilárdság értékeinél figyelhető meg. Az érlelési idő előrehaladtával egyre jobban túlhaladja a műanyagadalékos hajlítószilárdsága a kontroll minta hajlítószilárdságát. Az is megfigyelhető, hogy a szilárdság maximumok — az érlelési idő előrehaladtával — a nagyobb m/c tényező felé tolódnak. E szerint egyrészt a műanyagadalék még az „A” érlelési mód mellett is biztosítja

Hajlító- és nyomószilárdsági értékek a Schkopau DC 44/11 adagolás függvényében

Érl. mód	m/c	Hajlítószilárdság kp/cm ²					Nyomószilárdság kp/cm ²				
		3 nap	7 nap	28 nap	90 nap	180 nap	3 nap	7 nap	28 nap	90 nap	180 nap
A	0	30	37	44	44	50	148	211	255	238	292
B	0	30	42	56	59	66	135	239	351	444	448
A	0,03	30	46	64	67	73	142	220	302	301	337
B	0,03	29	39	52	58	55	100	170	284	385	408
A	0,05	27	39	68	71	82	94	181	264	328	347
B	0,05	25	36	47	57	53	89	145	230	350	436
A	0,10	20	34	70	77	94	61	120	241	264	307
B	0,10	16	27	36	46	45	50	90	150	260	330
A	0,15	13	27	57	79	92	32	81	178	245	300
B	0,15	12	23	31	39	40	30	69	113	185	252
A	0,20	16	27	50	74	85	25	54	143	239	299
B	0,20	10	21	27	30	30	17	40	77	120	164

5. táblázat

Rugalmassági modulus változása a Schkopau DC 44/11 adagolás függvényében

	Rugalmassági modulus [kp/cm ²]			
	„A” érlelési mód		„B” érlelési mód	
	28 nap	90 nap	28 nap	90 nap
0	370 000	415 000	385 000	480 000
0,03	330 000	370 200	340 000	430 100
0,05	310 000	345 000	325 000	400 000
0,10	275 000	305 000	290 000	350 000
0,15	252 000	280 000	262 500	304 700
0,20	242 300	263 750	250 000	277 500

a hidratációs folyamathoz a vizet, másrészt a műanyag a diszperziós víz elvesztésével mintegy kötőanyagként szolgál. Az optimális m/c értéket 0,15 körül találtuk.

Rugalmassági modulus (E). A méréseket változó m/c tényező mellett 28 és 90 napos korban végeztük. A kontroll minták rugalmassági modulusát találtuk a legnagyobbak (5. táblázat). Növekvő műanyagtartalommal csökkent a próbatestek rugalmassági modulusa. A rugalmassági modulus az m/c tényező növekedésével monoton csökkent és az $m/c=0,20$ tényezőnél a kontroll minták értékének már mintegy 60–65%-át mértük.

Fagyállósági vizsgálat. A szabványban előírt cikluson kívül 50 ciklusos fagyasztást is végeztünk a $m/c=0,0; 0,03; 0,05$ és $0,10$ tényezőknél. A $m/c=0,15$ és $0,20$ tényezőknél csak 25 ciklusban történt fagyasztás. A 6. táblázat csak a fagyasztási vizsgálaton átesett próbatestek szilárdsági értékeit tartalmazza, mivel a törési időpontjuk közel meggyezett a 90 naposakéval.

6. táblázat

Fagyasztás hatása a Schkopau DC 44/11-gyel módosított habarcsokra

Érl. mód	m/c	25 fagyasztási ciklus utáni szilárdság [kp/cm ²]		50 fagyasztási ciklus utáni szilárdság [kp/cm ²]	
		Hajlító	Nyomó	Hajlító	Nyomó
A	0	—	—	57	388
B	0	—	—	62	489
A	0,03	—	—	66	490
B	0,03	—	—	78	505
A	0,05	—	—	78	453
B	0,05	—	—	80	524
A	0,10	—	—	82	366
B	0,10	—	—	76	402
A	0,15	69	270	—	—
B	0,15	67	330	—	—
A	0,20	55	180	—	—
B	0,20	44	244	—	—

A 25, illetve 50 fagyasztási cikluson átesett próbatestek szilárdsági értékeit légszáraz állapotban mértük. Az 50 fagyasztási cikluson átesett minták szilárdsági értékei nem csökkentek a 90 napos nem fagyasztottakéhoz képest. A „B” érlelési módnál látható szilárdságnövekedés abból adódott, hogy a próbatesteket fagyasztás után légszáraz állapotban törtük.

A 25 fagyasztási ciklusnak alávetett nagyobb műanyagtartalmú mintákra is az előbbieket érvényesek, de meg kell jegyeznünk, hogy a fagyasztás káros hatása a hajlítószilárdságnál már jelentkezett.

Polimerbeton próbatestek eredményei, értékelése

A polimercementtel kapott kísérleti eredményekből, valamint abból kiindulva, hogy a beton tulajdonságait nagymértékben befolyásolja annak szövetszerkezete, keresnünk kellett olyan polimert, mely ellenáll a cement hidrolízisével jelentkező mésznek és a betonban való polimer kialakításával javítsuk a beton szövetszerkezetét. Ezeket a feladatokat eredményesen oldottuk meg egyrészt, mint az előzőkben látható, a megfelelő polimer kiválasztással, másrészt a polimerbeton előállítás technológia sajátossága révén a jobb polimerbeton szövetszerkezettel.

Szilárdsági értékek. Az átítatás paramétereinek változtatásával különböző metilmetakrilát tartalmú próbatesteket készítettünk. Megállapítottuk, hogy a szilárdsági értékek nagysága a polimertartalomtól függ. Az összehasonlításhoz szolgáló szabványvizsgálat szerinti kontroll és polimerbeton nyomó- és hajlítószilárdsági eredményeket a 7. táblázatban közöljük.

Meg kell jegyeznünk, hogy az alacsonyabb PMMA tartalomhoz tartozó nyomószilárdsági értékek elmaradnak a kontroll 28 napos eredményeihez képest. Ez azért van így, mert a kontroll próbatesteket szabványos körülmények között, a polimerbeton előállításához szükséges próbatesteket

7. táblázat

Polimerbeton PMMA tartalma [s. %]	Próbatest kora, nap	Szilárdság [kp/cm ²]	
		hajlító	nyomó
0	3	37,5	181
	7	52,0	299
1,75	28	70,3	484
	28	101,2	399
2,6	28	121,8	420
	28	271,7	855
5,55	28	311,5	1096
	28	321,0	1371

száraz (60% relatív nedvesség) szobalevegőn tároltuk.

A szilárdsági értékek nagyságát elsősorban így is a PMMA határozza meg és nem a cement hidratációs foka. Ennek bizonyítására elvégeztük a következő kísérletet: a polimerbeton előállításához szükséges próbatesteket elkészítés után sablonnal együtt azonnal szárítószekrénybe (100 ± 5 °C/16 ó) raktuk, majd ezután a szárított próbatestek egy részéből szilárdsági értékeket mértünk, másik részéből átítatással polimerizálással polimerbetont készítettünk. A polimerbeton előállításához szükséges próbatestek előállítása után 24 órával a következő eredményt kaptuk (8. táblázat).

8. táblázat

Polimerbeton PMMA tartalma [s. %]	Szilárdság [kp/cm ²]	
	hajlító	nyomó
0	20,6	67
8,0	323,3	1228

9. táblázat

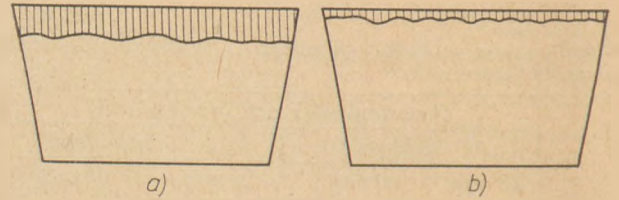
Polimerbeton PMMA tartalma [s. %]	Húzószilárdság [kp/cm ²]		
	3 nap	7 nap	28 nap
0	11,7	17,0	25,6
8,0	—	—	160,7

A húzószilárdság méréséhez a korábban ismertetett piskóta próbatesteket használtuk. A kontroll piskóta próbatestekkel kapott viszonylag alacsony húzószilárdsági értékekkel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a próbatesteket nem szabványos körülmények között, hanem száraz (60% relatív nedvesség) levegőn tároltuk (9. táblázat).

Rugalmassági modulus. (E). A PMMA telítettség növekedésével emelkedik a rugalmassági modulus értéke, de ez az emelkedés nem lineáris. Míg a rugalmassági modulus értéke 64%-kal nő, addig a törőerőnél 293%-os a javulás (10. táblázat). Megjegyezzük, hogy a kontroll eredmények a szabványos nedves érlelésű próbatestekre vonatkoznak.

10. táblázat

Polimerbeton PMMA tartalma [s. %]	Törőerő [kp/cm ²]	E [kp/cm ² .10 ³]
0	241	238
3,5	327	314
7,6	947	390



7. ábra. Víz záróság

a) vízbehatolás a kontrollnál 0,9 cm; b) vízbehatolás a polimerbetonnál 0,2 cm

Víz záróság. Az elvégzett mérésekből megállapítható, hogy a polimerbeton próbatestek víznyomással szembeni ellenállása lényegesen jobb, víz zárósági szempontból a beton tulajdonságait a polimer alapvetően befolyásolja (7. ábra).

Jelentős víz zárósági szempontból még, hogy a víz záróságot fokozó PMMA nem rétegszerű, tehát a polimerbeton esetleges kopása (csorbulása) nem befolyásolja a víz zárósági tulajdonságát.

Hosszúságváltozás. A polimerbeton próbatestek előállításakor a polimerizáció befejezése után 0,026%-os zsugorodást mértünk. A kész polimerbeton próbatestek szobalevegőn és -hőfokon hosszúságváltozást nem mutattak.

11. táblázat

	Vízfelvétel súlyszázalékban			
	4 óra	3 nap	7 nap	28 nap
Kontroll	5,95	6,45	7,13	7,35
Polimerbeton .	0,0	0,35	0,80	1,09

12. táblázat

	Hosszváltozás százalékban			
	3 nap	7 nap	14 nap	28 nap
Kontroll	+0,006	—	+0,012	+0,012
Polimerbeton .	0,0	0,0	0,0	+0,0

+ : Duzzadás.

Vízfelvétel. Vízfelvétel-mérést végeztünk kontroll- és polimerbeton próbatestekkel. A vízfelvételnél mértük a súly- és hosszúságváltozást (11. és 12. táblázat).

A kontroll próbatestek vízfelvétele a szokásos eredményt adta. Jelentős javulást kaptunk a polimerbetonnál. A vízbeverítés első időszakában vízfelvétel gyakorlatilag nincs. Később is jobb eredményt ad, mint a kontroll. Még a 28 napos vízfelvétele sem éri el, a kontroll próbatest által felvett vízmennyiség 15%-át (14,8%).

Hosszúságváltozást még egy hónapos vízben tartás után sem tapasztaltunk.

Fagyállóság. Az MSZ 4715 szerinti fagyállósági vizsgálat első 25 ciklusát külön szilárdsági vizsgálat nélkül végeztük.

A 25 fagyasztási ciklusnak alávetett kontroll és polimerbeton minták nem mutattak hibásodást (repedést, lepattogzást, elmállást stb.), súlyvesztéség nem volt.

Az 50 fagyasztási ciklus sem okozott károsodást, a próbatesteken. A polimerbeton szilárdságában csökkenés nem következett be. A kontroll minták nyomószilárdsága változatlan, csak a hajlítószilárdsági értéknél tapasztaltunk több mint 20%-os csökkenést (70,3 kp/cm²-ről 55,6 kp/cm²-re).

Összefoglalás

Eddigi kísérleteink alapján — összefoglalóul — az alábbi megállapításokat tehetjük:

1. Polimerbetonnal jobb eredmény érhető el, mint a polimercementes betonnal.

2. A polivinilacetát és az ebből levezethető származékok (polivinilészterek) a betonban meglevő lúgos (meszes) közegben elszappanosodnak. Az óriás molekula váza megmarad, csak a láncon kívüli csoportokban történik változás.

A reakció eredményeképpen megjelenő polivinilalkohol kedvezőtlenül befolyásolja a beton, ill. habarcs tulajdonságait.

A teljesen elszappanosított polivinilacetáttal készült polimercementes beton — az optimális *m/c* tényező és megfelelő száraz tárolás mellett — jobb szilárdsági eredményt ad, mint a kontroll beton.

3. A polimerbeton előállításához használt polimetil-metakrilát a betonban levő lúgos (meszes) közeg hatására nem szappanosodik el. Beton és polimetil-metakrilát kombinációjával lényegesen jobb hajlító-, nyomó- és szakítószilárdság, vízfelvétel, hosszváltozás és vízzáróság érhető el, mint kontroll betonnal.

A polimerbeton tulajdonságainak javulása a polimereltetés függvénye.

IRODALOM

- [1] 939.966. sz., 1909, nov. 17-én kelt USA szabadalom.
- [2] Stevens, H. P. and Stevens, W. H.: Rubber Latex. London 1936, Annual Report of the Rubber Research Institute of Malaya, 1931—1933.
- [3] Natural Rubber Latex-Cement Composition in Building. British Rubber Development Board, London 1953.
- [4] Building Material 16 (1956) Nr. 1. S. 10.
- [5] Rehbinder, P. A.: Fiziko-himieseszkaja mehanika. Znaniija, Moszkva, 1958.
- [6] Cserkinszkij, J. S.: Polimercementnűj beton. Moszkva. 1960.
- [7] Zsuravlev, V. P., Scseveleca, B. J.: Cement, 14. 1. sz. 8. 1948.
- [8] Szolomatov, V. J.: Sztoitelnűje Materialu, 9. 6. sz. 28. 1963.
- [9] Cserkinszkij, J. S., Kalasnikova, V. M.: Plastbeton. Silikattechnik, 12 [1], 28. (1961).
- [10] Master Builder 73 (1955) Nr. 4. S. 75—76. Building Research Station Digest (1955) Nr. 74.

- [11] Franke, W.: Die Verarbeitung von Plaströrteln und Plastrbetonen. Silikattechnik, 12 [4], 181 (1961).
- [12] Franke, W.: Laboratoriumsuntersuchungen und praktische Ehrfahrungen mit weichmacherhaltigen Plast für Plaströrteln und Plastrbetone. Silikattechnik, 10 [3], 123 (1959).
- [13] Franke, W.: Untersuchung der Eigenschaften von Latex-Zement-Mörteln. Baustoffindustrie, 1 [10], 259 (1961).
- [14] Franke, W.: Mischungsverhältnis und Plastanteil. Baustoffindustrie, 5 [9], 243 (1962).
- [15] Geist, J. N., Amagna, S. V. and Mellor, B. B.: Improved Portland Cement Mortars with Polyvinyl Acetate Emulsion. Industrial and Engineering Chemistry 45 [4], 759 (1953).
- [16] Hosek, J.: J. Am. Concrete Inst. 1966. pp. 1411—1423.
- [17] Andries, S.: Revista Constr. Mat. 1964. 7. sz. pp.: 380—387.
- [18] Živica, F.: Stavebnicky casopis. 1965. 4. sz. pp.: 237—249.
- [19] A műanyagok építőipari felhasználása. KGST Építésügyi Allandó Bizottság Építőanyagipari Szekció. Moszkva, 1965.
- [20] Koós János: Cement- műanyag alapú kötő- és habarcsanyagok kutatása. SziKKT 1969. Jelentés. Tsz.: 7—05/69.
- [21] Koós János: Cement- és műanyag alapú kötőanyagok kutatása. SziKKT 1970. Jelentés. Témaszám: 7—05/70.
- [22] J. T. Dikeon, L. E. Kukacka, J. E.: Backstrom and M. Steinberg: ACI Journal 66 [10], 829 (1969).

Koós János: Kísérletek portlandcement és műanyag kombináltkötésű rendszerekkel

Kísérleteink során a műanyagot (polivinilacetát diszperziók) részben a cementhez kevertük, és ezt a kombinált kötőanyagot használtuk fel beton készítéséhez (polimercementes beton), részben a betont hagyományos módon készítettük és a megszilárdult betonba vittünk metil-metakrilát monomert, melyet később polimerizáltunk (polimerbeton). Megállapítottuk, hogy a polimerbetonnal jobb eredmény érhető el, mint a polimercementes betonnal. Ennek oka az, hogy a polivinilacetát és származékai a betonban levő lúgos közeg hatására elszappanosodnak; a reakció során keletkező polivinil-alkohol rontja a beton tulajdonságait. A teljesen elszappanosodott polivinilacetáttal készült polimercementes beton — optimális műanyag/cement tényező és megfelelő tárolás mellett — jobb szilárdságot mutat, mint a kontroll. A polimerbeton előállításához használt polimetil-metakrilát lúgos közeg hatására nem szappanosodik el. Beton és polimetil-metakrilát kombinációjával a szilárdsági értékek, vízfelvétel, vízzáróság és az utólagos térfogatváltozások kedvezőbbek. A polimerbeton tulajdonságainak javulása a polimereltetés függvénye.

Коош, Я.: Испытания систем комбинированного твердения портландцемент-пластмасса

Испытания проводились следующими двумя путями: пластмассы (дисперсии поливинилового ацетата) смешивались с цементом, после чего это комбинированное вяжущее вещество использовалось для приготовления бетона (полимерцементный бетон), согласно второму методу в бетон, приготовленный обычным методом, после его затвердевания вводился метил-метакрилатовый мономер, который позднее подвергался полимеризации (полимерный бетон). Было установлено, что лучшие результаты достигаются в случае полимерного бетона. Причиной этого является тот факт, что поливинилового ацетата и его производные под влиянием щелочной среды бетона подвергаются омылению, и образующийся в ходе этой реакции поливинилового спирта оказывает отрицательное влияние на свойства бетона. Полимерцементный бетон, приготовленный с добавкой полностью омыленного поливинилового ацетата — при условии оптимального соотношения пластмасса — це-

мент, а также оптимальных условий хранения — имел более высокую прочность, чем контрольный образец. Полиметилловый метакрилат, использованный для приготовления полимерного бетона, не подвергался омылению под влиянием щелочной среды. В случае комбинации бетон и полиметилловый метакрилат достигаются более благоприятные показатели прочности, водопоглощения, водонепроницаемости, а также последующих объемных изменений. Улучшение свойств полимерного бетона является функцией полимерного насыщения.

Koós, J.: Versuche mit Portlandzement-Kunststoff-Systemen kombinierter Abbindung

Man hat im Rahmen der Versuche den Kunststoff (Polyvinylacetat-Dispersionen) zum Teil dem Zement beigemischt und das so erhaltene kombinierte Bindemittel bei der Herstellung vom Beton angewandt (Polymerzement-Beton); zum Teil aber wurde der Beton in der üblichen Weise hergestellt und das Methylmetacrylat-monomer in den erstarrenden Beton eingeführt und nachher polymerisiert (Polymerbeton). Es konnte festgestellt werden, daß letzteres zu besserem Endresultat führt als der Polymerzement-Beton. Die Ursache besteht darin, daß das Polyvinylacetat und seine Derivate im alkalischen Medium des Betons verseift werden: der im Laufe der Reaktion entstehende Polyvinylalkohol beeinträchtigt die Eigenschaften des Betons. Der mit durchweg verseiften Polyvinylacetat erzeugte Polymerzement-Beton zeigt — im Falle eines optimalen Kunststoff-Zement-Koeffizienten und bei entsprechendem Lagern — eine größere Festigkeit als das Kontrollge-

menge. Das bei der Herstellung von Polymerbeton angewandte Polymethylmetacrylat wird infolge der Einwirkung des alkalischen Mediums nicht verseift. Beim Kombinieren von Beton mit Polymethylmetacrylat erhält man bessere Festigkeitswerte, Wasseraufnahme, Wasserdichtigkeit und die nachträglichen Volumveränderungen gestalten sich vorteilhafter. Die Besserung der Eigenschaften des Polymerbetons ist eine Funktion der Polymersättigung. (S. G.)

Koós, J.: Experiments with Portland Cement-Plastics Combinations

The plastics (poly-vinyl acetate dispersions) were partly mixed to the cement and this compounded binder was used for production of concrete (concrete with polymer cement); and partly the concrete was manufactured in the usual way, saturated with a methyl metacrylate monomer which was polymerised later (polymer concrete). This latter method gave better results. The cause of this phenomenon is that polyvinyl acetate and its derivatives are saponified by the basic concrete matrix; the poly-vinyl alcohol developed by this reaction is however detrimental to concrete strength. Concrete made with completely saponified poly-vinyl acetate has higher strength than the control samples provided that the polymer/cement ratio was kept optimum and curing was adequate. Methyl metacrylate, used for the manufacture of polymer concrete is not saponified by the basic medium, therefore strength, water absorption, water permeation and volume changes are more advantageous in case of polymer concrete; this improvement is a function of polymer saturation.

HIRDESSEN AZ

ÉPÍTŐANYAG

CÍMŰ FOLYÓIRATBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII., Lenin körút 9—11.

A bazalt- és adalékolt bazaltolvadékok viszkozitása és a hűlés során kialakuló szerkezetek közötti összefüggés

KOCSIS GÉZA,

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

WOJNÁROVITSNÉ, HRAPKA ILONA

ÉVM. Könnyűbeton és Szigetelőanyagipari Vállalat

1. Bevezetés

A hőszigetelő és hangelnyelő célokra alkalmazható szintetikus szervesetlen szálakat, ezen belül a bazaltgyapotot is a különböző alapanyagok és korrekciós adalékok 1300–1500 °C-os olvadékából, különféle szálazó eljárásokkal állítják elő.

Valamennyi szálképzés mechanizmusa 10^{-3} – 10^{-4} sec alatt játszódik le az olvadék felületi erőinek ellenében, miközben a szilikátrendszerek viszkozitása a környező levegő hűtő hatása következtében megnövekszik. A KÖSZIG által alkalmazott centrifugás szálképzési eljárásnál a szakirodalom szerint, az olvadék 50–75 poise viszkozitása szükséges a jóminőségű szálak előállításához.

A szálképzés szempontjából fontos az olvadékok viszkozitás-hőmérséklet függvényének az ismerete. A szál minősége szempontjából pedig az olvadék hűlése során kialakuló szerkezet tanulmányozása.

A kísérleti munka során vizsgáltuk a bazalt- és adalékolt bazaltolvadékok viszkozitás-hőmérséklet összefüggését, a kémiai összetétel hatását a viszkozitásra.

A viszkozitás aktiválási energiájának változásából következtettünk a hűlés során kialakuló szerkezetre.

Vizsgálatunk tárgyát a hazai bazaltgyapotgyártás nyersanyagbázisa, a sümegi bazalt képezte, melyhez korrekciós adalékként egyrészt a gyakorlatilag számításba vehető többkomponensű rendszereket: dolomitot, kohósalakot, mádi kaolinmeddőt, aplitot, tokodi „überfang” opálüveghulladékot; másrészt az egyes rendszerekben leggyakrabban előforduló „tisza oxidokat”: szilícium-, alumínium-, kalcium-, magnézium-, nátrium-, lítium-oxidot választottuk.

2. Az anyagok előkészítése, vizsgálati eszközök

Kísérleti munkánk első műveleteként a porított alapanyagokat megfelelő arányban kevertük, homogenizáltuk, majd olvasztottuk. Az olvasztást házilag összeállított U-lángú, propán-bután gáz-tüzelésű kemencében, samott-tégelyekben végeztük.

Egy mintasorozat leolvasztása 6–8 órát vett igénybe, az 1400–1440 °C olvasztási hőmérsékletet kb. 2 óra alatt értük el. Az így nyert olvadékokból a dilatometrikus mérésekhez kb. 5–10 mm átmérőjű szálakat húztunk. Az olvadék többi része a zárt kemencével együtt hűlt le, majd megfelelő darabnagyságúra aprítva a viszkozitásmérés vizsgálati anyagaként szolgált.

Az olvadékok viszkozitását 10^2 – 10^6 poise viszkozitási tartományra kalibrált, módosított Endell-féle golyófelhúzásos viszkoziméterrel, korund és grafit-tégelyekben határoztuk meg. Méréseket a minta tökéletes megolvasztása után (1400–1350 °C), az olvadék fokozatos hűlése közben 20 °C-onként végeztünk.

A dilatometrikus görbék meghatározásához 1000 °C hőmérséklet-határú (Weiss gyártmányú) dilatométert alkalmaztunk.

3. A viszkozitás-hőmérséklet függvény kapcsolata

A folyadékok, olvadékok viszkozitása a hőmérséklettel általában fordított arányban változik, mivel a hőmérsékletet növelve a részecskék energiaszintje magasabb lesz, és így kisebb energia szükséges az elmozdulásukhoz [1].

Az üvegek teljes viszkozitás-hőmérséklet függésének kísérleti meghatározása a viszkozitásértékek sok nagyságrendbeli változása miatt egyetlen mérési módszer alkalmazásával nem lehetséges. Általában egymás mellett több mérési módszert alkalmaznak [2, 3, 4], de mivel ez időigényes munka,

ezért gyakrabban néhány mérési pont ismeretében számítással adják meg.

Egyes kutatók a különböző viszkozitástartományra vonatkozó viszkozitás-hőmérséklet-változás matematikai leírását különböző egyenletekkel kísérelték meg [5–12]. Ezek közül csak néhány fontosabbat ismertetünk.

Elméleti megfontolások alapján először Reynolds, majd de Guzman állította fel a 10^2 – 10^5 CGS viszkozitási tartományban jó közelítést adó következő összefüggést [13]:

$$\eta = A_1 \cdot \exp \left[\frac{B_1}{T} \right], \quad (1)$$

ahol η a dinamikus viszkozitás,

A_1 az anyag vegyi összetételétől és szerkezetétől függő állandó,

B_1 az aktiválási energiaállandó,

T az abszolút hőmérséklet.

Más szerzők a viszkozitás-hőmérséklet függvénykapcsolatot a következőképpen írják le [14]:

$$\eta = A_2 \cdot \exp \left[\frac{B_2}{T^2} \right], \quad (2)$$

ahol A_2 , B_2 állandók.

Knapp a transzformációs hőmérséklet¹ feletti tartomány viszkozitásváltozásának a leírására a következő egyenletet ajánlja [15]:

$$\eta = A_3 \cdot \exp \left[\frac{B_3}{T^n} \right], \quad (3)$$

ahol A_3 , B_3 állandók.

Az előzőekben láttuk, hogy a különböző viszkozitástartományra vonatkozó viszkozitás-hőmérséklet függést leíró egyenletek közös jellemzője, hogy mindig tartalmaznak egy $\exp \left(\frac{\text{konst.}}{T^n} \right)$ tényezőt, ahol $n=1, 2, 3$ és a számláló konst. értékének általában konkrét fizikai tartalma van (pl. aktiválási energia).

Mivel az egyes egyenletek alkalmazhatósági tartományát illetően az irodalmi utalások igen eltérőek, ezért a kísérleti munkánk során széles viszkozitástartományra, a különböző bazaltrendszer viszkozitás-hőmérséklet függésének leírását a következő többtagú empirikus egyenlettel kíséreltük meg:

$$\log \eta = a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^2}, \quad (4)$$

ahol T az abszolút hőmérséklet,

a, b, c az anyagra jellemző empirikus állandók (melyeknek különösebb fizikai tartalmat nem tulajdonítottunk).

A viszkozitás-hőmérséklet változás számításához szükséges viszkozitásértékként egyrészt az

¹ Transzformációs hőmérsékletnek a $\log \eta = 13$ viszkozitási fixponthoz tartozó hőmérsékletet nevezzük [8].

Endell-féle golyófelhúzásos viszkoziméterrel mért értékeket, másrészt a dilatometrikus lágyuláspont² alapján meghatározott $\log \eta = 11,3$ viszkozitási fixpontot vettük alapul [8]. Az egyenes rendszerekre jellemző állandók értékét az összes mérési pont felhasználásával, elektronikus optimalizációs számítógépi eljárással határoztuk meg. Az eljárás alkalmas volt azon a, b, c paraméterértékek számításához, melyekkel a [4] egyenlet által definiált, és a mért pontok által meghatározott görbék (a hibanégyszetek alapján definiált) eltérése minimális volt. A számított állandókat az 1. táblázatban foglaltuk össze, melyek ismeretében az egyes rendszerek viszkozitása $\log \eta = 2$ – 13 tartományban megadható.

1. táblázat
Az egyes összetételek viszkozitás-hőmérséklet függvényének számított empirikus állandói

Minta jelölése	a	$b \cdot 10^{-3}$	$c \cdot 10^{-6}$
Bazalt	1,624	-15,327	23,156
Bazalt + 5,064 mól% CaO	12,594	-40,753	37,382
Bazalt + 10,51 mól% CaO	11,319	-36,653	34,424
Bazalt + 6,913 mól% MgO	4,301	-19,476	24,266
Bazalt + 13,434 mól% MgO	10,313	-32,798	31,690
Bazalt + 2,482 mól% SiO ₂	0,036	-11,938	21,944
Bazalt + 4,945 mól% SiO ₂	12,468	-41,961	39,717
Bazalt + 7,400 mól% SiO ₂	20,033	-61,054	52,270
Bazalt + 2,133 mól% Li ₂ O	-9,750	9,765	8,986
Bazalt + 6,256 mól% Li ₂ O	-17,834	27,645	-2,110
Bazalt + 10,200 mól% Li ₂ O	17,721	-55,000	44,559
Bazalt + 2,944 mól% Na ₂ O	-6,454	1,781	13,483
Bazalt + 4,908 mól% Na ₂ O	8,892	-30,752	29,542
Bazalt + 6,862 mól% Na ₂ O	4,329	-21,679	24,751
Bazalt + 5 s% dolomit	0,082	-25,701	28,642
Bazalt + 10 s% dolomit	11,309	-38,388	36,496
Bazalt + 15 s% dolomit	2,510	-17,263	24,608
Bazalt + 10 s% kohósalak	8,943	-33,061	33,159
Bazalt + 20 s% kohósalak	13,998	-44,275	39,233
Bazalt + 30 s% kohósalak	14,593	-43,493	37,445
Bazalt + 5 s% mádi	-3,042	-2,352	14,884
Bazalt + 10 s% mádi	6,779	-25,727	28,621
Bazalt + 15 s% mádi	11,936	-37,017	34,233
Bazalt + 5 s% aplit	10,665	-49,811	41,517
Bazalt + 15 s% aplit	13,849	-43,353	38,223
Bazalt + 35 s% aplit	6,726	-22,524	26,240
Bazalt + 5 s% üveg	1,287	-14,937	22,889
Bazalt + 15 s% üveg	10,798	-35,691	33,223
Bazalt + 25 s% üveg	3,652	-17,969	23,859

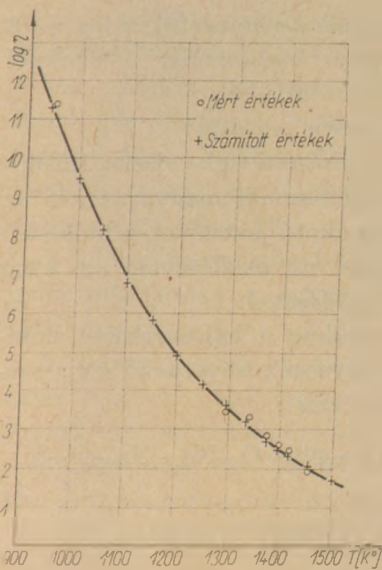
Számításaink jó közelítését igazolja az egy adott hőmérsékleten mért és a (4) egyenlet alapján számított értékek jó egyezése, amit a „bazaltüveg” példáján az 1. ábrán mutatunk be.

4. A viszkozitás energiája és a szerkezeti felépítés kapcsolata

Az üvegekre jellemző, hogy a hőmérséklet függvényében fokozatosan dermednek, ill. lágyulnak.

A dermedés állapota ellentétben a kristályos anyagok megszilárdulásával nem jár új fázis vagy

² Dilatometrikus lágyuláspontnak (ill. deformációs pontnak) a dilatometrikus görbének azt a pontját nevezzük, melyen a vizsgált rendszer dilatációja maximumot mutat. Ez az érték a $\log \eta = 11,3$ viszkozitási pontnak felel meg és a hozzátartozó hőmérséklettel jellemzik.



1. ábra. A bazalt-
olvadékok viszkozitá-
sának (η) hőmér-
sékletfüggése (T) a
mért és számított
értékek alapján

fázisok keletkezésével. Az olvadékokban, a hőmérséklet hatására bekövetkező szerkezetváltozás jól nyomon követhető a viszkozitás aktiválási energiájának változásán keresztül. A viszkozitás aktiválási energiája azt az energiaküszöb nagyságot jelenti, ami elmozdulás esetén az anyag részecskéinek átrendeződéséhez szükséges. A hőmérséklet csökkenésével a szilikátolvadékok aktiválási energiája növekszik, amit egyes szerzők a részecskék fokozatosan nagyobb polimerizált egységekké való asszociációjával magyaráznak, vagyis szerintük a viszkozitás aktiválási energiája a részecskék asszociációjának a fokmérője. Ebből adódóan a szilikátolvadékok kristályosodása az aktiválási energia egy adott hőmérsékletértéknél bekövetkező ugrásszerű változását kell, hogy eredményezze.

A viszkozitás állandó nyomáson (p) vett aktiválási energiája egy adott hőmérsékleten, a viszkozitás-hőmérséklet függvény ismeretében a következő egyenlet alapján számítható [16]:

$$E_{\eta} = RT^2 \cdot \left(\frac{d \ln \eta}{dT} \right)_p, \quad (5)$$

ahol E_{η} a viszkozitás aktiválási energiája (cal/mól),
 R a gázállandó (cal/°K mól),
 T az abszolút hőmérséklet (°K),
 η a dinamikus viszkozitás (poise).

Abból a célból, hogy a vizsgált olvadékok hűtése során kialakuló szerkezeti felépítésére következtethessünk, a $\log \eta = 2-13$ tartományban az aktiválási energia értékeit különböző hőfokokra számítottuk. Vizsgált rendszereink esetén a transformációs tartomány felső viszkozitáshatárának ($\log \eta = 13$) hőmérséklete — melynél alacsonyabb hőmérsékleteken szerkezeti átrendeződés már nem játszódhat le — számításaink szerint 900–1000 °K között változik.

A viszkozitás aktiválási energiájának értékeit egyes hőfokokra a 4, 5 egyenletekből adódó, következő végképlet segítségével határoztuk meg:

$$E_{\eta} = 2,3 \cdot R \left(b + \frac{2c}{T} \right), \quad (6)$$

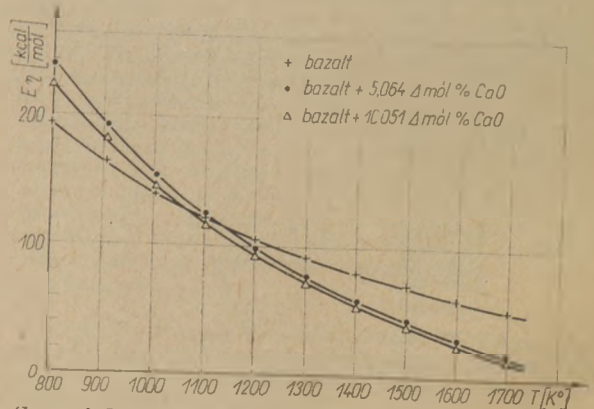
ahol E_{η} a viszkozitás aktiválási energiája (Kal/mól),

R a gázállandó (1987 Kal/°K mól),

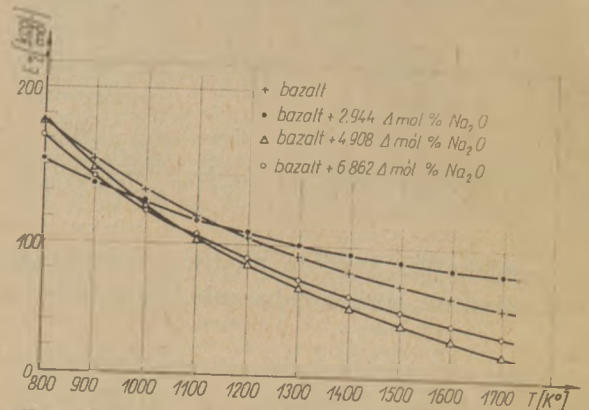
T az abszolút hőmérséklet (°K),

b és c állandók.

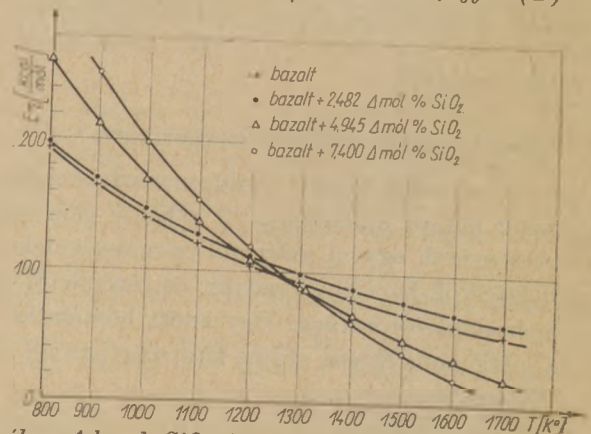
A számított adatokat a három legfontosabb „tiszta oxidál” adalékolt bazaltrendszerre a 2–4 áb-



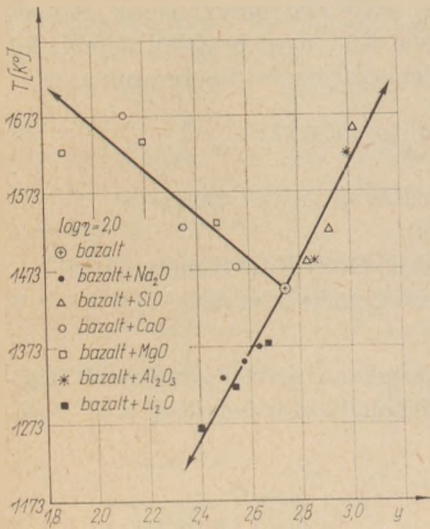
2. ábra. A bazalt — CaO olvadékokrendszer viszkozitás aktiválási energiájának (E_{η}) hőmérsékletfüggése (T)



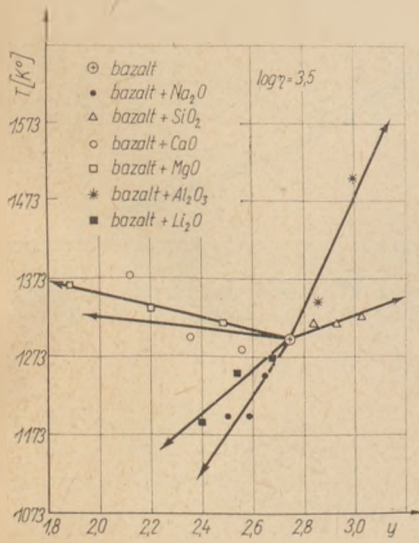
3. ábra. A bazalt — Na₂O olvadékokrendszer viszkozitás aktiválási energiájának (E_{η}) hőmérsékletfüggése (T)



4. ábra. A bazalt-SiO₂ olvadékokrendszer viszkozitás aktiválási energiájának (E_{η}) hőmérsékletfüggése (T)



5. ábra.
A bazalt- és „tisza oxidokkal” adalékolt bazalt olvadékok hőmérséklete (T) és a hídállású oxigénion okszáma (y) közötti összefüggés $\log \eta = 2,0$ értéknél



6. ábra.
A bazalt- és „tisza oxidokkal” adalékolt bazaltolvadékok hőmérséklete és a hídállású oxigénionok száma (y) közötti összefüggés $\log \eta = 3,5$ értéknél

rák szemléltetik. A többi adalékolt bazaltrendszerre számított görbék is hasonló lefutást mutatnak.

A különböző adalékolt bazaltrendszerek viszkozitásának aktiválási energiája a hőmérséklet függvényében fokozatosan növekszik, ami az olvadék fokozatos megszilárdulására utal. Ez alapján az olvadékok hűtése során üvegszerkezet kialakulására következtethetünk.

5. A vegyi összetétel hatása a viszkozításra

Az üveget alkotó egyes oxidok viszkozítására gyakorolt hatása különböző. Ez a hatás nemcsak az egyes oxidok egyéni jellegétől és mólszázalékos mennyiségétől, hanem a rendszer összetételétől és a hőmérsékletétől is függ. Egy adott hőmérsékleten a viszkozitás értéke szoros kapcsolatban áll az olvadék szerkezetével.

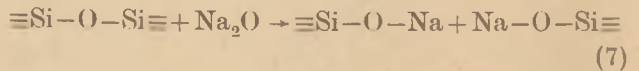
Az egyes adalékoxidok viszkozításra gyakorolt hatását a mérési adatok alapján, a hídállású oxi-

génionok³ (y) értékalakulásán keresztül, a $\log \eta = 2$ és $\log \eta = 3,5$ rögzített viszkozitási értékeknél vizsgáltuk (lásd 5–6. ábrák).

Az 5. ábra szemléletesen mutatja:

a szilícium- és alumíniumionok viszkozitásnövelő hatását. Ez egyértelműen magyarázható az említett ionok hálózatalakotó jellegével, a hídállású oxigénionok számának növekedésével, az üveg hálószerkezetének erősödésével.

Az alkáliionok beépülése a hálószerkezet bomlását, kisebb folyási egységek következő séma szerinti kialakulását feltételezi:



és ezen keresztül a viszkozitás csökkenését eredményezi.

A földalkáli ionok hatása ez előbbihez hasonlóan szemléltethető: [17]



A módosító oxidok bizonyos mólszázalékos mennyiségén túl ($y < 3$), az üveg hálószerkezetének fellazulása már olyan mértékű, hogy az egyes módosító oxidok bevitelle további szerkezeti fellazulást már nem eredményez. Ebből adódóan azok korábbi viszkozitáscsökkentő hatásával szemben, esetleges viszkozitásnövekedés észlelhető [18]. A már eredetileg sem tökéletes hálószerkezetű ($y = 2,75$) bazaltrendszerben a földalkáli-ionok viszkozitásnövelő hatása feltehetően azzal van összefüggésben, hogy az ionok két vegyértékűsége folytán a bontóállású oxigének bizonyos kötöttséggel rendelkeznek. Így ezeknek az ionoknak hálózat-erősítő hatása érvényesül.

Az egyes ionok hatására vonatkozóan nagyjából hasonlót mondhatunk a nagyobb viszkozitási érték ($\log \eta = 3,5$) esetén is (lásd 6. ábra), viszont míg a $\log \eta = 2$ értéknél a hálózatalakotó szilícium- és alumíniumionok, illetve a módosító magnézium- és kalciumionok, valamint a lítium- és nátriumionok hatását jelölő pontok egy egyenesre esnek, addig a $\log \eta = 3,5$ értéknél hatásukban már differenciálódnak.

Az alkáli- és földalkáli ionok közül a nagyobb kötéseerősségű lítiumion a nátriumionhoz, a magnéziumion a kalciumionhoz viszonyítva magasabb viszkozitási értékeket eredményez.

Az alumíniumionoknak a szilíciumionokhoz viszonyított erősebb viszkozitásnövelő hatása valószínűleg abból adódik, hogy ahhoz, hogy egy alu-

³ Hídállású oxigénionoknak nevezik azokat, amelyek pl. a szilikátüvegekben két hálózatalakotó ionhoz kapcsolódnak. Számításának menetét az Építőanyag előző számában már közöltük.

míniumion 4-es koordinációt alakítson ki, vagyis hálózatalakotóként szerepeljen, polarizált oxigénionok jelenléte szükséges. Ez alkáli- és földalkáli ionok jelenlétében teljesül. Az alumíniumion ilyen beépülésénél a bontott állások záródnak, ami a hálószerkezet erősödését, a viszkozitás növekedését vonja maga után [19].

A többkomponensű adalékoknak a viszkozitásra gyakorolt hatása az egyes oxidok komplex hatásától adódik.

Az előzőek alapján megállapítható, hogy az egyes oxidok viszkozitásra gyakorolt hatása az γ szerkezeti paraméter értékalakulásán keresztül jól megvilágítható, ami az üvegek szerkezeti felépítése és viszkozitása szoros kapcsolatára utal.

IRODALOM

- [1] Scholze, H.: Glas — Natur, Struktur und Eigenschaften. Friedr. Vieweg Sohn. Braunschweig, Berlin, 1964.
- [2] Hagy, H. E.: J. Amer. Ceram. Soc. 46, 93 (1963).
- [3] Skatulla, W., Schöne, S.: Silikatechnik. 15, 5 (1964).
- [4] Dietsel, A., Brückner, R.: Glastechn. Ber. 28, 455 (1955).
- [5] Kocsis G.: Építőanyag 18, 167 (1966).
- [6] Weyl, W. A., Marboe, E. Ch.: Glass Ind. 41, 620 (1960).
- [7] Stanworth, J. E.: J. Soc. Glass Technol. 32, 20 (1948).
- [8] Knapp, O., Korányi Gy.: Üvegipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1964.
- [9] Vogel, H.: Phys. Z. 22, 645 (1921).
- [10] Fulcher, G. S.: J. Amer. Ceram. Soc. 8, 789 (1925).
- [11] Tammann, G.: Z. Anorg. Allg. Chem. 156, 245 (1926).
- [12] Rothe, W.: Silikatechnik 15, 176 (1964).
- [13] de Guzman: J. Anal. Soc. Esp. Pis. Quim. 353 (1913).
- [14] Serban, S.: Műszaki szilikátok fizikai kémiája. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1962.
- [15] Knapp, O.: Építőanyag. 15, 176 (1964).
- [16] Moelwyn-Hughes, E. A.: Physical Chemistry. Pergamon Press, 1961. 717. old.
- [17] Chopra, S. K., Taneja, G. A.: J. Appl. Chem. 15, 157 (1965).
- [18] Trap, H. J. L., Stevels, J. M.: Glastechn. Ber. 32, 31 (1959).
- [19] Day, D. E., Rindene, G. E.: J. Amer. Ceram. Soc. 45, 489 (1962).

Kocsis Géza—Wojnárovitsné, Hrapka Ilona: A bazalt és adalékolt bazaltolvadékok viszkozitása és a hűtés során kialakuló szerkezet közötti összefüggés

A kísérleti munka során vizsgálták a bazaltgyapot előállítás szempontjából fontos bazalt — és adalékolt bazaltolvadékok viszkozitás — hőmérséklet függését, a viszkozitás aktiválási energiájának változását, valamint a vegyi összetétel viszkozitásra gyakorolt hatását.

A viszkozitás—hőmérséklet függés leírását a $\log \eta = 2-13$ tartományra vonatkozóan egy többtagú empirikus egyenlettel kísérelték meg, melynek állandóit az összes mérési pont felhasználásával számították.

A viszkozitás—hőmérséklet függvénykapcsolat ismeretében az aktiválási energia értékeket $\log \eta = 2-13$ tartományban, különböző hőfokokra számították. Az értékek változása alapján az olvadékok hűlése során üvegszerkezet kialakulására következtettek.

Az egyes oxidok viszkozitásra gyakorolt hatását a mérési adatok alapján, az γ szerkezeti paraméter értékalakulásán keresztül, a $\log \eta = 2$ és $\log \eta = 3,5$ rögzített

viszkozitási értékeknél vizsgálták. Mindkét esetben a hálózatalakotó ionok viszkozitásonnövelő, valamint a módosító alkáliionok viszkozitásoncsökkentő hatása állapítható meg.

Кочии, Г.—Войнорович-Храпка, И.: Зависимость между вязкостью и сформировавшейся в процессе охлаждения структурой базальтовых и содержащих до-бавки базальтовых расплавов

В ходе экспериментальной работы были исследованы такие важные, с точки зрения получения базальтовой ваты, параметры, как зависимость вязкость-температура, изменение энергии активации вязкости, а также влияние химического состава на вязкость.

Были сделаны попытки описания зависимости вязкость — температура относящейся к области $\log \eta = 2-13$, с помощью многочленного эмпирического уравнения, постоянные которого рассчитываются с помощью всех точек измерения.

Зная функциональную зависимость вязкость-температура, были рассчитаны значения энергии активации для интервала $\log \eta = 2-13$, для различных температур. На основе измерения этих значений были сделаны выводы в отношении формирования структуры стекла в процессе охлаждения.

Влияние, оказываемое отдельными окислами на вязкость, было исследовано на основании результатов измерений для значений вязкости, зафиксированных в области $\log \eta = 2$ и $\log \eta = 3,5$, через формирование структурного параметра „ γ “. В обоих случаях было установлено, что ионы, образующие структурную сетку, повышают, а щелочные ионы модификаторы снижают вязкость.

Kocsis, G.—Frau Wojnárovits-Hrapka, I.: Zusammenhang zwischen der Viscosität des Basalts, der mittelst Zuschlagstoffe verschnittenen Basaltschmelze und der beim Kühlen entstehenden Struktur

Im Rahmen der Versuche wurden die Funktion Viscosität-Temperatur bei Basalt und verschnittener Basaltschmelze — die hinsichtlich auf die Herstellung von Basaltwolle von Wichtigkeit ist — untersucht, ferner die Änderung der Aktivierungsenergie der Viscosität, wie auch der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die Viscosität.

Zur Beschreibung der Funktion Viscosität-Temperatur diente im Bereich $\log \eta = 2-13$ eine empirische Polynom-Gleichung, deren Konstanten man auf Grund sämtlicher Meßpunkte berechnet hatte.

In Kenntnis des Zusammenhangs Viscosität-Temperatur wurden im Bereich $\log \eta = 2-13$ die Werte der Aktivierungsenergie für verschiedene Temperaturen berechnet. Auf Grund der Änderung der Werte folgte man auf die Entstehung einer Glasstruktur, die im Laufe des Abkühlens der Schmelze entsteht.

Die Wirkung der einzelnen Oxyde auf die Viscosität wurde — durch die Wertgestaltung des γ -Strukturparameters — bei den fixierten Viscositätswerten $\log \eta = 2$ und $\log \eta = 3,5$ untersucht. In beiden der Fälle gelang die viscositätsteigernde Wirkung der netzbildenden Ionen und die viscositätvermindernde Wirkung der modifizierenden Alkaliionen festzustellen.

(S. G.)

Kocsis, G.—(Mrs.) Wojnárovits-Hrapka, I.: Connections between Viscosity and the Structure Formed during Cooling of Basalt and Compounded Basalt Melts

Viscosity vs. temperature interconnections, changes in the activation energy of viscosity and the effect of chemical composition upon viscosity were studied in case of basalt and compounded basalt melts. Viscosity vs. temperature relationship can be described (in the range $\log \eta = 2-13$) by an empirical polynomial equation; constants of this equation are given. Activation energies were calculated in the same range; its changes can be used to characterize the glass structure formed during cooling. The effect of oxides upon viscosity, interpreted in terms of the structural parameter γ were determined at $\log \eta = 2$ and $3,5$. In both cases lattice forming ions increase, lattice modifying ions decrease viscosity, respectively.

Agyagok kerámiai tulajdonságainak megítélése szorpciós nedvességtartalmuk alapján

BÁLINT PÁL—SKVORECZ TIBOR

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Irodalmi áttekintés

A száraz agyagok egyik jellemző sajátása, hogy a levegő nedvességtartalmából, ill. páratartalmából vizet képesek felvenni. Az ily módon megkötött vízmennyiséget szorpciós nedvességnek nevezzük. A szorpciós nedvességtartalom bizonyos egyensúlyi állapot elérése után az egyes agyagokra, ill. azok tulajdonságaira jellemző meghatározott értékek. Adott hőmérsékletnél és páratartalomnál (vízgőznyomásnál) minden agyag egy meghatározott, az anyagtulajdonságoktól függő, egyensúlyi nedvességtartalommal rendelkezik.

A szorpciós nedvességfelvétel hőfejlődéssel járó folyamat. A nedvesség megkötésekor és fordított esetben annak eltávolításakor energiaváltozás megy végbe, melynek értékét a kötési energiával jellemezhetjük. A kötési energiát a Kelvin-f. egyenlet alapján nyerhetjük.

$$C = 10,85 \cdot T \cdot \log \frac{P_0}{P} \quad (\text{kpm})$$

ahol C a kötési energia (kpm)

T a levegő hőmérséklet ($^{\circ}\text{K}$)

P_0 a telített vízgőz nyomása T hőmérsékleten (p/cm^2)

P a T hőmérsékletű levegő parciális vízgőznyomása (p/cm^2)

A szorpciós úton felvett víz mennyiségét részben a levegő állapotjellemzői (hőmérséklet és vízgőznyomás), részben az agyag tulajdonságai határozzák meg. A agyag-tulajdonságok közül — szorpciós vízfelvétel szempontjából — a legfontosabb szerepe az ásványi- és szemcseösszetételnek, valamint a fajlagos felületnek van.

Az agyagok egyensúlyi nedvességtartalmának alakulását állandó hőmérséklet és változó vízgőznyomás, illetőleg relatív légnedvességtartalom mellett az ún. szorpciós izothermák adják meg. A nagyobb agyagásvány tartalmú nyersanyagok szorpciós izothermái magasabban, vagyis a nagyobb egyensúlyi nedvességnek megfelelő tartományban helyezkednek el.

Keeling [1] a 24 óra alatt 20°C -on és 73% relatív légnedvességtartalom mellett felvett szorpciós nedvességtartalom és az ún. módosított izzítási veszteség meghatározása alapján módszert dolgozott ki az agyagok vizsgálatára. Ennek alapján az agyagok agyagásvány-tartalmának közelítő mennyiségi meghatározása is elvégezhető. Módszerét Svejda [2] is eredményesen alkalmazta kerámiai nyersanyagok agyagásvány-tartalmának közelítő megállapítására, illetőleg kiszámítására.

Alviset [3] és van der Velden [4] szoros összefüggést állapítottak meg az agyagok szorpciós nedvességtartalma és száradási tulajdonságai, elsősorban száradási érzékenysége között. Alviset az agyagok szorpciós nedvességtartalmát meghatározott hőmérsékleten (66°C) és relatív nedvességtartalmaknál (50, 60, 70, 75 és 80%) vizsgálta, s a kapott eredmények alapján módszert dolgozott ki a száradási érzékenység meghatározására.

Keeling módszeréből kiindulva — jelen munkasorán — összefüggéseket kerestünk az agyagok szorpciós nedvességtartalma és néhány kerámiai tulajdonsága között.

Vizsgálati módszerek, kísérleti eredmények és azok értékelése

Az agyagok szorpciós nedvességtartalmának meghatározását Keeling nyomán a következőképpen végeztük el: 25 g finoman porított és 105°C -on teljesen kiszáritott agyagot klímahelyiségben, 20°C -os és 73% relatív légnedvességtartalmú térben 24 óráig tartottunk, majd tömegét analitikai mérlegelén meghatároztuk. A felvett nedvességtartalmat a száraz anyagra számolva nyertük a szorpciós nedvességtartalmat, amely lényegében a 100 g száraz agyag által 24 óra alatt (20°C -on és 73% relatív légnedvességtartalomnál) felvett víz mennyiségét jelenti g-ban.

Az egyéb kerámiai tulajdonságokat — nevezetesen a megmunkálási nedvességtartalmat, az Atterberg és a Pfefferkorn féle képlékenységet, az

1. táblázat

Megnevezés	Szorpciós vízfelvétel, %	Képlékenység		Mégmunkálási víz %	Lin. szárad. zsugor. %	Szár. hajl. szil. (nyers) kp/cm ²	Macey-féle szám	< 2 μm szemcsék %
		Atterberg f.	Pfefferkorn f.					
Kőröshegy átlag	0,75	15,0	26,0	24,0	3,5	30,0	2,3	28,0
Paks 5. réteg	0,90	13,0	23,5	19,0	2,8	35,0	—	28,0
Kerámia átlag	1,33	14,0	—	24,1	3,3	39,0	2,1	22,0
Veresegyházi átlag	1,90	18,2	26,0	20,5	4,9	68,0	3,6	26,0
Békéscsaba 2. réteg	2,00	19,0	27,4	24,0	4,6	41,0	4,3	34,0
Tata I. sárga	2,10	16,0	29,6	24,0	3,7	48,0	4,5	31,0
Devecser sárga	2,10	17,0	28,7	22,0	2,7	50,0	2,0	27,0
Devecser kék	2,20	19,0	33,1	23,0	4,1	50,0	2,3	29,0
Mezőtúr 3. réteg	2,30	19,0	37,4	24,5	3,7	40,0	4,2	42,0
Békéscsaba 1. réteg	2,40	19,0	31,7	24,0	4,6	41,0	4,2	29,0
Bakonyszentlászló kék	2,50	25,0	39,0	26,0	5,4	50,0	3,1	42,0
Tata I. kék	2,60	19,8	34,2	24,0	5,2	69,0	5,3	31,0
Csorna I. réteg	2,70	—	38,1	23,6	4,5	61,0	5,3	31,0
Gyula átlag	2,90	22,8	38,5	32,5	6,8	69,0	7,2	44,0
Mályi kék	3,00	28,0	36,6	30,0	8,2	76,0	7,3	37,0
Hajdúszoboszló átlag	3,30	28,0	37,6	24,7	6,3	50,0	11,3	50,0

2. táblázat

Megnevezés	Szorpciós vízfelvétel, %	Képlékenység		Mégmunkálási víz %	Lin. szárad. zsugor. %	Szár. hajl. szil. kp/cm ²	Macey-féle szám	< 2 μm szemcsék %
		Atterberg f.	Pfefferkorn f.					
Békéscsaba 3. réteg	3,50	28,0	39,2	28,4	8,4	61,0	7,9	36,0
Tiszabercel 2. réteg	3,60	32,7	41,6	25,6	8,0	102,0	10,4	43,0
Beled 1. réteg	3,70	30,0	46,7	30,0	6,8	73,0	6,6	35,0
Békéscsaba 4. réteg	3,80	34,0	48,2	29,0	9,0	88,0	9,0	40,0
Teskánd 11. réteg	3,90	30,0	40,9	28,8	6,8	116,0	10,9	41,0
Békéscsaba I. átlag	4,00	34,3	40,7	30,5	8,1	107,0	14,1	49,0
Csorna 2. réteg	4,30	30,6	49,0	27,0	6,8	79,0	5,6	35,0
Teskánd 10. réteg	4,60	34,0	47,5	28,0	7,7	128,0	7,9	50,0
Karcag átlag	5,05	35,0	53,0	34,5	9,5	106,0	0,2	51,0
Csorna 4. réteg	5,40	35,0	52,6	28,8	9,1	109,0	7,8	59,0
Fehérgyarmat 2. réteg	5,60	40,0	52,2	29,0	9,6	109,0	14,7	47,0
Gütorfőde szürke	6,00	35,0	62,0	41,2	10,3	186,0	15,6	63,0
Bentonit M 4	7,86	47,0	70,0	49,0	—	—	—	—
Tiszabercel 4. réteg	8,00	44,0	50,8	32,0	10,6	108,0	14,6	66,0
Bentonit B 3	8,32	45,0	66,0	51,0	—	—	—	—
Tiszabercel 3. réteg	8,50	46,0	59,0	33,0	11,6	152,0	16,1	70,0
Istenmezei bentonit	10,30	58,0	88,0	72,6	13,6	157,0	27,9	66,0

agyagból formázott idomok lineáris száradási zsugorodását, hajlítózsilárdságát és Macey féle száradási érzékenységét a kerámiai gyakorlatban szokásos módon határoztuk meg.

Vizsgálatra zömében különféle képlékenyséű és ásványi összetételű hazai téglagyagokat, valamint néhány bentonitot választottunk ki. A kísérleteink során megvizsgált 33 nyersanyag szorpciós nedvességtartalmát, Atterberg és Pfefferkorn féle képlékenységi számát, megmunkálási nedvességtartalmát, lineáris száradási zsugorodását, hajlítózsilárdságát, Macey féle száradási érzékenységi számát és 2 μm alatti finom szemcséinek mennyiségét az 1. és 2. táblázatokban tüntettük fel.

A 33 kerámiai nyersanyag 1. és 2. táblázatban feltüntetett adatai alapján a szorpciós vízfelvétel, valamint a megmunkálási nedvességtartalom, a Pfefferkorn féle képlékenységi szám és a 2 μm

alatti szemcsék %-os mennyisége közötti összefüggések matematikai egyenletekkel* jól kifejezhetők. Ezen tulajdonságokat kifejező értékek statisztikai jellemzői $n = 30$ adat alapján:

	V	$\log W$	R	P
\bar{x}	3,79	1,444	42,3	42,0
s	2,18	0,109	12,8	13,3

ahol V a szorpciós nedvességtartalmat, W a megmunkálási nedvességtartalmat, R a 2 μm alatti finom szemcsék %-os mennyiségét, P a Pfefferkorn féle képlékenységi számot, \bar{x} az átlag értéket, s a szórást jelenti.

* A cikkben közölt matematikai egyenleteket Farnady Ferencné (SZIKKTI) tudományos munkatárs dolgozta ki.

A matematikai közelítésekhez meghatározott korrelációs együtthatókat az alábbi korreláció mátrixban adjuk meg:

	V	$\log W$	R	P
V	1	0,8136	0,8911	0,9294
$\log W$	0,8136	1	0,6738	0,8904
R	0,8911	0,6738	1	0,8212
P	0,9294	0,8904	0,8212	1

A mátrixban található minden korrelációs együttható jelentős (95%-os megbízhatósági szinten).

V	I. 0–3%			II. 3–6%		III. ≥6%			
	n	\bar{x}	s^2	n	\bar{x}	s^2	n	\bar{x}	s^2
L	14	4,0	1,29	13	8,0	0,70	6	11,5	2,22
f	14	50	146	13	93	541	4	151	1037

ahol n = a csoportelem szám, \bar{x} = az átlagérték, s^2 = szórásnégyzet.

A fentiekből megállapítható, hogy növekvő szorpciós vízfelvétellel a lineáris száradási zsugorodás és a száraz hajlítószilárdság jelentős növekedést mutat. 95%-os megbízhatósági szinten a II. csoportba tartozó agyagok lineáris száradási zsugorodása átlagban legalább 3,2%, de legfeljebb 4,8%-kal magasabb az I. csoportba tartozó agyagokénál, míg 2,3–4,7% közötti értékkel alacsonyabb a III. csoport nyersanyagainak lineáris zsugorodásánál.

A II. csoportba tartozó agyagokat átlagban legalább 27, de legfeljebb 58 kp/cm²-rel magasabb szilárdság jellemzi, mint az I. csoport agyagait, de 27–89 kp/cm² közötti értékkel alacsonyabb a III. csoport nyersanyagaihoz tartozó száraz hajlítószilárdságnál.

Vizsgálati eredményeink alapján úgy találtuk, hogy az agyagok szorpciós nedvességtartalma (V), megmunkálási víztartalma (W) és 2 μ m alatti finom szemcse frakciójának mennyisége (R) között az alábbi két változós összefüggés áll fenn:

$$V = 7,8055 \log W + 0,1071 R - 12,0158$$

Az ehhez tartozó korrelációs együttható: $r = 0,9255$ igen magas értékű, a maradék szórás: $s_r = 0,827$. A totális korrelációs együttható alapján számított szóródás kb. 14%.

Továbbá fennállnak a fenti korrelációs együttható ($r = 0,9255$) mellett az alábbi összefüggések:

$$\log W = 0,0518 V - 0,00212 R + 1,338$$

$$R = 5,9476 V - 17,7488 \log W + 45,396$$

A Pfefferkorn féle képlékenységi szám és a szorpciós vízfelvétel között a következő összefüggés áll fenn:

$$P = 5,6533 V + 20,5739$$

maradék szórás: $s_r = 4,90$; vagy P ismeretében $V = 0,1528 P - 2,6279$

maradék szórás: $s_r = 0,806$. Az adatok szóródása az összefüggéstől kb. 14%.

0–3%, 3–6% és 6% feletti csoportokba osztottuk.

Az előbbi egyenlet maradék szórása $s_r = 0,0413$, az utóbbié $s_r = 4,90$.

Az agyagok szorpciós vízfelvétele (V), lineáris száradási zsugorodása (L) és száraz hajlítószilárdsága (f) közötti összefüggéseket az ismert statisztikai módszerekkel vizsgáltuk. Ebből a célból a vizsgált agyagokat szorpciós vízfelvételük szerint

Összefoglalásként az alábbiakat állapíthatjuk meg:

a) Az agyagok szorpciós nedvességtartalma, mely viszonylag egyszerűen és gyorsan meghatározható szoros összefüggést mutat a kerámiai tulajdonságokkal.

b) A közölt matematikai összefüggések, valamint statisztikai számítások alapján az agyagok bizonyos kerámiai jellemzői közelítő pontossággal előre megállapíthatók, a szorpciós nedvességtartalom ismeretében.

c) Vizsgálataink alapján az agyagok szorpciós nedvességtartalmának meghatározása hatásos és gyors laboratóriumi vizsgálati és minősítő módszernek bizonyult.

IRODALOM

- [1] Keeling P. S.: Transactions of the British Ceramic Soc. 60, 217, 1961.
- [2] Svejda H.: Die Ziegelindustrie 15, 336, 1962.
- [3] Alviset L.: Methode zur Kategorisierung der in der Ziegelindustrie verwendeten Tone auf Grund ihrer Trocknungsfähigkeit. — Diplomarbeit, Paris 1966.
- [4] Van der Velden: Die Ziegelindustrie 16, 109, 1962.

Bálint Pál—Skvovecz Tibor: Agyagok kerámiai tulajdonságainak megítélése szorpciós nedvességtartalmuk alapján

A száraz agyagok által, meghatározott hőmérsékletű és páratartalmú levegőből felvett, ún. szorpciós nedvességtartalom az agyagokra jellemző érték. Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok szerint az agyagok szorpciós nedvességtartalma szoros összefüggést mutat a kerámiai tulajdonságokkal. A szorpciós nedvességtartalom és az egyes kerámiai tulajdonságok összefüggései matematikai egyenletekkel adhatók meg, melyeknek segítségével bizonyos kerámiai jellemzők a szorpciós nedvesség ismeretében előre kiszámíthatók.

Балинт, П.—Шкворец, Т.: Оценка керамических свойств глин на основе их сорбционной влажности

Количество сорбционной влаги, поглощенное сухими глинами при определенной температуре и влажности воздуха, является значением, характерным для глин. Согласно лабораторным испытаниям между сорбционной влажностью глин и их керамическими свойствами имеется тесная связь, которая может быть выражена математическими уравнениями. С помощью этих уравнений, зная значения сорбционной влажности, можно рассчитать определенные показатели керамических свойств.

Bálint, P.—Skvovecz, T.: Beurteilung der keramischen Eigenschaften von Tonen auf Grund ihres Sorptions-Feuchtigkeitsgehaltes

Der sogenannte Sorptions-Feuchtigkeitsgehalt, welchen die trockenen Tone aus der Luft bei bestimmter Temperatur und festgestelltem Feuchtigkeitsgehalt ansaugen, ist ein für den betreffenden Ton charakteristischer Wert. Laborversuche erlauben darauf zu folgern, daß zwischen Sorptions-Feuchtigkeitsgehalt und keramischen Eigenschaften ein enger Zusammenhang besteht. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen keramischen Eigenschaften läßt sich durch mathematische Gleichungen beschreiben, mit deren Hilfe man — in Kenntnis des Sorptions-Feuchtigkeitsgehaltes — bestimmte keramische Charakterzüge im vorhinein zu berechnen vermag. (S. G.)

Bálint, P.—Skvovecz, T.: Testing the Ceramic Properties of Clays by their Sorptive Moisture Content.

Sorptive moisture content i. e. the moisture adsorbed by the dry clay from the air of predetermined temperature and humidity is characteristic to clays. This moisture content and some ceramic properties are in strict interrelationship: by measuring the sorptive moisture content some of the ceramic characteristics can be calculated with the aid of mathematical equations.

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10. és

V., Bajcsy-Zsilinszky-út 76. sz. alatti

HÍRLAPBOLTOKBAN

Tapasztalatok a Sajószentpéteri Üveggyár kísérleti kemencéjén végzett mérések és átalakítások alapján

BOCSI IMRÉNÉ—

GÉMESI JÓZSEF

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

KABDEBON IMRE

Ü. M. Sajószentpéteri Üveggyár

A földgáz — mint új energiahordozó — megjelenése az üvegipari olvasztóberendezések szükség-szerű átalakítását vonta maga után. Elsősorban az égőkkel, a tüzeléssel kapcsolatos problémák kerültek előtérbe. Az égők helyes üzemeltetése ugyanis meghatározza az olvasztóberendezés működését. Egy berendezés működésének jellemzését ma már egyre inkább gazdasági oldalról közelítik meg. Ez a szemlélet az üvegipari olvasztókemencéknél két fontos kérdés előtérbe kerülését eredményezte:

- a hőátadás és
- a hőveszteségsökkentés kérdését.

A láng és az üvegolvadék közötti hőátadás egyrészt égő ill. lángkialakítási probléma, ezért tökéletesebb égőmegoldások szükségesek; másrészt viszont a kemence geometriai méreteinek felülvizsgálatát, vagyis az optimális méretarányok és szerkezeti megoldások keresését igényli. A hőveszteségsökkentés összefüggésben van a kemence optimális szerkezeti megoldásával és méretarányaival, de ettől független is, ha egyéb külső beavatkozásokkal, pl. a kemencék hőszigetelésével érjük el.

Ezekből az alábbi alapvető következtetések vonhatók le:

- a legmegfelelőbb égő, ill. lángkialakítást a kemence optimális méretarányainak kialakításával egyidőben és összhangban lehet elérni,
- a hőveszteség jelentős tételeit a jobb hőátadás biztosításán túlmenően külső beavatkozással is csökkenteni kell,
- ahhoz, hogy mindkét esetben eredményt tudjunk elérni, az adott kemence hőforgalmát, hasznos- és veszteségtételeit és üvegáramlási viszonyait részletesen ismerni kell.

A Sajószentpéteri Üveggyár kísérleti kemencéjén végzett méréseket és kemenceátalakításokat az előbbi megállapítások alapján végeztük el, a SziKKTi és az Üveggyár munkaprogramjának összehangolásával. A vizsgálatok és kísérletek célja a meglévő keresztlángú kemencéknél gazdaságosabban üzemelő, „U” lángú, regeneratív rendszerű kemencetípus kialakítása volt.

Az 1969-ben, ill. 1970-ben végzett méréseink tapasztalatait és az eddig elért eredményeket három témakörre csoportosítva foglaljuk össze.

1. Hőmérleg összeállítása, mérési tapasztalatok összefoglalása

A hőfogyasztás hasznoshőre és veszteségekre való felosztását a kemence energiamérlege, szűkebb értelemben hőmérlege foglalja össze. Mivel a hőáramok egy része anyagáramhoz kötött, a hőmérleget minden esetben anyagmérleg felállításával előzi meg.

A megváltozott körülmények és követelmények célszerűen rugalmas, szűkíthető, bővíthető hőmérlegösszeállítást igényelnek, áttekinthető formában, a mérleghatárok pontos megjelölésével, elvileg helyes hőtételekkel, és az összehasonlítás követelményeit figyelembevevő vonatkoztatási alappal. Ezeket a szempontokat figyelembe véve a Sankey diagramos ábrázolási mód helyett a célszerűbb, arány nélküli, vonalas ábrázolási formát követtük, amihez Trier, W. és Werner, T. elgondolásai adták meg az alapot [7]. Adott esetben a célszerű hőmérleg kiválasztását a következők döntik el:

- a következtetések levonásához milyen részletességű hőmérleg szükséges,
- az üzemi körülmények milyen részletességű hőmérleg felállítását teszik lehetővé,

— s nem utolsó sorban az alvagi költségek, amelyek a mérés folyamán, a hőmérség részletességétől függően jelentkeznek.

A kísérleti kemencén kettő, ill. három körre történő lebontást alkalmaztunk.

Az 1. ábrán látható hőmérséget az 1970. IX. 17-én végzett 24 órás mérésünk alapján állítottuk össze. Vonatkoztatási alapként — noha az ábrán csak a bevezetett hönél tüntettük fel az adatokat — 1 kg olvasztott üveget vettünk. A hőmérség mérleg-határa a közös füstesatornában kiképzett mérőhelytől, a feeder csatlakozásnál kiképzett mérőhelyig tart (I. j. + I. b. + II.). Két körre való lebontásnál az égőnyakban kiképzett mérőhelyek szolgálnak mérleghatárként. Eszerint a kemencét a hőcserélőrészt magában foglaló alsó kemencerészre (I. j. + I. b.), valamint az olvasztó- és munkakádat magában foglaló felső kemencerészre (II.) bontottuk.

Az alsó kemencerészt a jobb oldali (I. j.), valamint a bal oldali (I. b.) kamra szerint választottuk szét.

A bevitt hőmennyiség

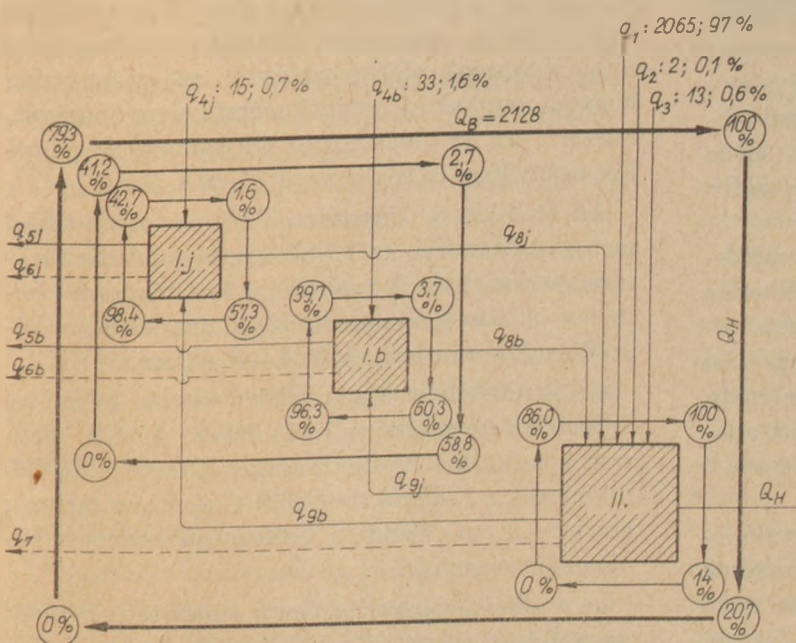
$$Q_B = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_{4b}$$

ahol q_1 a fajlagos hőfogyasztás a gáz kémiai hő-tartalma alapján,

q_2 a gáz érezhető hőtartalma,

q_3 a nyersanyag érezhető hőtartalma,

q_4 a regenerátorkamrába bevitt levegő érezhető hőtartalma, jobb- ill. baloldali megoszlás szerint.



A hasznos hő

$$Q_H = Q_0 + m \int_{208}^T c_p dT,$$

ahol Q_0 a kemencében lejátszódó folyamatok reakcióhője 25 °C-ra vonatkoztatva,

m a kidolgozott üveg mennyisége,

c_p az üveg fajhője,

T az üveg kidolgozási hőfoka.

A hasznos hő tehát a kidolgozásra alkalmas üveg entalpiája [6]. Meghatározásánál mérés technikai problémák jelentkeztek. Hazai üvegyárainkban ugyanis üveghőfokmérés még nincs. A mélységi üveghőfokmérés sikeres megoldásával kapott adatok arra utaltak, hogy a feederben áramló üvegolvadék keresztmetszetében a hőfokmező nem homogén.

A hőveszteségek

$$Q_V = q_{5j} + q_{5b} + q_{6j} + q_{6b} + q_7,$$

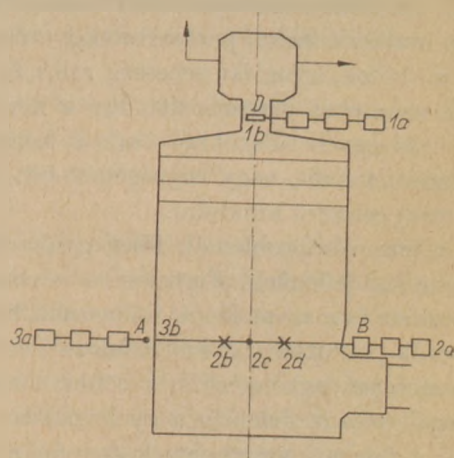
ahol q_{5j} ; q_{5b} a jobb-, ill. baloldali regeneratív kamrából kiáramló füstgáz hő-tartalma,

q_{6j} ; q_{6b} ; q_7 az egyes mérlegkörökhöz tartozó falazati és kisugárzási veszteség.

A regenerátorkamrából kiáramló füstgáz hőfoka a tüzelésváltás miatt az idő függvényében változik. Használható és jellemző adatot a periódus-időre vonatkozó „hőmérséklet-idő” görbe integrálközepe (T_i) szolgáltat:

$$T_i = \frac{1}{t_n - t_0} \int_{t_0}^{t_n} T(t) dt,$$

ahol $t_n - t_0$ a periódus idő (30 min.).



2. ábra. A kísérleti kád kemence elvi alaprajza a külső detektorok felállítási helyének megjelölésével. 1a, 2a, 3a: a külső detektorlánc. 1b, 2b, 2c, 2d, 3b: a mérőfejek

1. ábra. A: átépített kísérleti kád kemence háromkörös hőmérsége

A nyílásokon sugárzás útján leadott hőmennyiség kiszámolható, de nem jelentős tétel. A falazati veszteség azonban jelentős, és meghatározása mérés-technikailag a legproblematisabb. Elsősorban azért, mert nincs erre a célra kifejlesztett mérőberendezés, és a számítások alapját a külső és belső falhőmérsékletek képezik. A gyakorlatban elvégezhető hőfokmérések azonban részterületekre korlátozódnak, sőt ezen adatok felhasználása is elég nagy számítási bizonytalanságot rejt magában.

Kiindulva a sík fal hővezetési képletéből, a hőáram

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (T_1 - T_2) \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{ó},$$

ahol λ hővezetési tényező,

δ a fal vastagsága,

T_1 a fal belső hőmérséklete,

T_2 a fal külső hőmérséklete

λ/δ értékét az egyes mérési területeken belül állandónak feltételezve, az átlagra vonatkoztatott fel-ső hibakorlát

$$\frac{\Delta q}{\bar{q}} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{T_1 - T_2}$$

A számlálóban az adott mérési területre jellemző maximális és minimális hőfokértékek különbségei vannak feltüntetve az indexnek megfelelő belső és külső helyen, a nevezőben pedig a hőfokértékek átlagai.

Az összefüggés alapján méréseink arra utalnak, hogy elfogadható értékhez a kemencét rendkívül sok mérési területre kellene bontani. A kísérleti kemencén pl. 22 részterületre való bontásnál is 10–20% hibaértéket kaptunk.

A kádhűtés alkalmazása a kemence környezetében uralkodó fizikai paramétereket erősen befolyásolja (hőfok, áramlási sebesség stb.), és a gyakorlati méréseket megnehezíti. Így a környezeti hőfok- és egyéb adatokból csak a kemence egyes részterületeinél, vagy egységeinél (pl. regeneratív kamra) célszerű kiindulni.

A felsorolt problémák főleg gyakorlati, mérés-technikai jellegűek. Figyelembe véve a hőátadás összetett és a számolásnál felhasznált hőátadási tényezők pontatlanságát is, a falazati és kisugárzási veszteséget legcélszerűbb a többi hőtétel alapján megállapítani. Jelenleg a gyakorlatban mért adatok a falazati veszteségnek csupán nagyságrendi megítélésére alkalmasak.

Végül megjegyezzük, hogy a több körre való lebontás csak az égőnyakban végzett pontos mérések alapján reális. Az előmelegített levegő hőtartalma (q_{8j} ; q_{8b}), és a regenerátorkamrákba jutó füstgáz hőtartalma (q_{9j} ; q_{9b}) csak elszívásos pirométerrel

mért hőfokértékek alapján adható meg elfogadhatóan. Az általunk közölt hőmérleg még ilyen adatokra nem támaszkodhatott.

2. Izotópos áramlástan mérések

A hőmérlegek választ adtak a fajlagos hőfelhasználás és a hőveszteségek alakulására, ezek megszüntetésére, a kamrák működésére. Ezeknek az adatoknak azonban akkor kezdődik az igazi jelentősége, amikor számtalan kérdés felvetésére kényszerítenek.

1. Elégséges e az olvasztó és munkakád hőfokviszonyait összevontan tárgyalni?

Milyen összefüggés van a két egység között? Van-e a munkakádból visszaáramlás?

2. A falazati hőveszteség hogyan befolyásolja az üvegfürdő hőfokviszonyait?

Milyen az üvegfürdő mélység szerinti hőfokeloszlása? Milyenek az üvegfürdő áramlási viszonyai mélység szerint? Van-e összefüggés a mélységi hőfokeloszlás és az áramlási viszonyok között?

3. Egy adott kemencében, adott teljesítmény mellett, a beadagolt nyerskeverékből mennyi idő alatt lesz kidolgozásra alkalmas üveg? Ez az időintervallum hogyan függ össze a kemence aktív térfogatával?

A kérdések többségét az előbbi három témakörre lehet csoportosítani.

Ezekre izotópos áramlástan mérések és mélységi üvegfokmérések útján kerestük a választ.

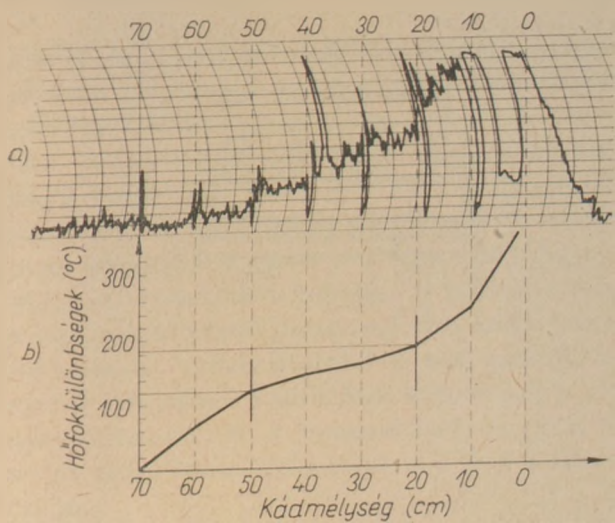
A mérések módszertani leírása és számszerű értékelése helyett, két lényeges témakör kiemelésére szorítkozunk. [1], [2], [3], [4], [5].

Nagy súlyt fektettünk a munkakád áramlási viszonyainak, a visszaáramlás kérdésének tisztázására. Méréseink alátámasztották azt a feltevést, hogy a munkakád eredeti mérete nem indokolt, célszerű azt az olvasztókád felületének megnövelése arányában lecsökkenteni. (7. és 8. ábra).

Az átalakított kemencén főleg az olvasztókád mélységi áramlási- és hőfokviszonyainak tisztázására törekedtünk. A 3. ábrán, a 3. a. diagram a kemence oldalfalánál végzett külső detektálással készült, a 2. ábrán megjelölt $A-B$ síkban.

Az érzékelőfejet 6 percenként vittük 10 cm-rel lejjebb az üvegfelszíntől kiindulva. A 3. b. diagram a mért hőfokkülönbségeket ábrázolja. A hőfokmérést a 2. ábrán megjelölt C pontban mélység szerint 10 cm-enként, a boltozaton bedugott hőelemmel végeztük.

A 3. ábra azt igazolja, hogy a mélységi izotópos áramlástan mérés és a hőfokmérés diagramja között egyértelmű összefüggés van. Mélység szerint a



3/a. ábra: mélység szerinti sugárzásintenzitások
 3/b. ábra: mélység szerinti hőfokelosztás
 3. ábra. A kísérleti kádkemence mélységi áramlási- és hőfokviszonyai

hőfokértékek és a sugárzásintenzitások csökkennek, ez a csökkenés azonban csak tendenciajellegű, szintek szerint különböző. 20 cm és 50 cm mélységben jelentős hőfokesés, ill. intenzitáscsökkenés jelentkezik. A felső rétegekben, mintegy 20 cm körüli részben található a jelzett anyag fele, az áramlások zöme tehát itt megy végbe. A jelzett anyag másik fele jut el az alsóbb rétegekbe, de ez is csak 60 cm mélyséig. 50–60 cm között még mutatkozik jelzett anyag kb. 5–6%-nyi mennyiségben, a kádfenekén azonban legfeljebb nyomokban jelenik meg.

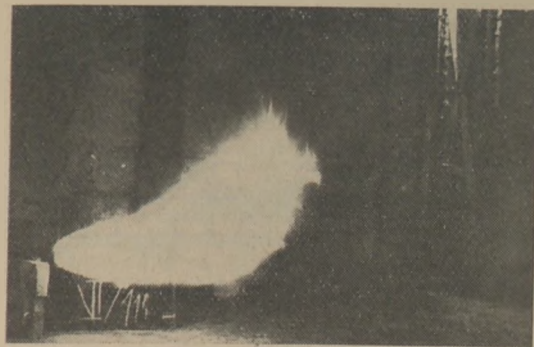
A mérési eredmények arra utalnak, hogy a termikus áramlásoknak döntő szerepe van az aktív térfogat kialakulásában. A termikus áramlásokat viszont az üvegolvadékot körülvevő hőfokmező, az itt kialakuló hőgradiensek hozzák létre. A felülről közölt hő, az oldalfalak hővesztése, az oldalfalaknál, az üveg szint magasságában alkalmazott kádköhűtés, a kádfenek hővesztése az ami ezeket a hőfokértékeket determinálja.

A hazai viszonylatban kialakult aránylag kis kádmélységek az aktív térfogat említett problémáira vezethetők vissza. Véleményünk szerint a falvesztés; főleg a kádfenek hővesztéscsökkenése a kádmélység növelésére is módot ad.

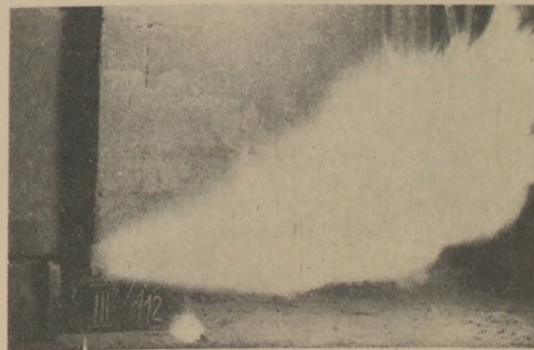
A hővesztés csökkentés szükségessége tehát áramlástani szempontból is jelentkezik, s így az üvegolvasztó kádkemencék szigetelését sürgős feladatnak tartjuk.

3. Lángkialakítás, kemencerendszer

A kemence hőtechnikai és áramlástechnikai jellemzőinek felmérése és értékelése után került sor egy célszerűen kialakított égetőberendezés létrehozására és a kemence átalakítására.



4. ábra. $0,85 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű fáklya lángképe



5. ábra. $2,8 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű fáklya lángképe



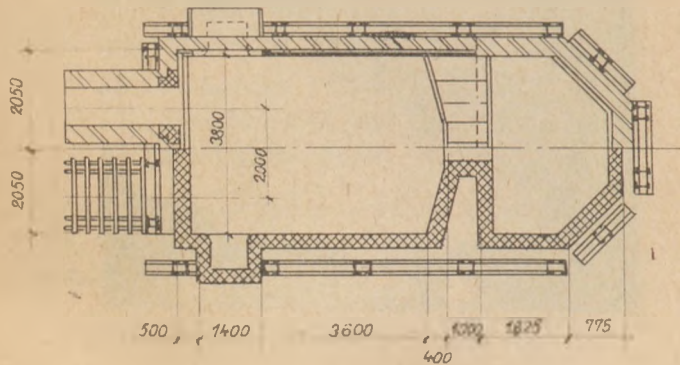
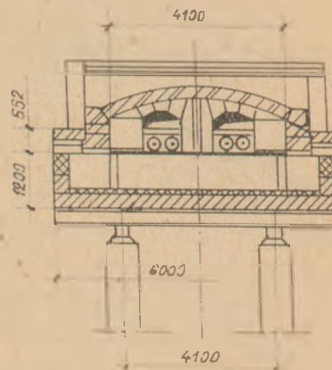
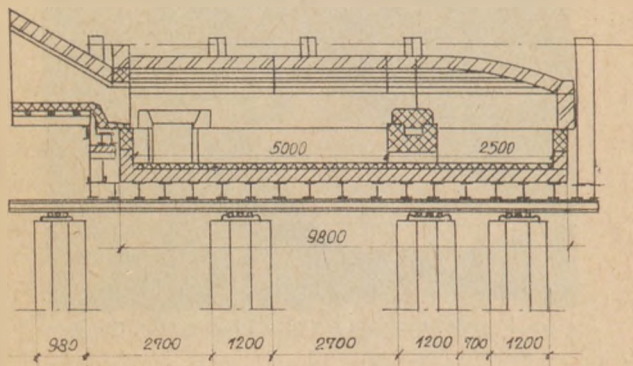
6. ábra. $2,9 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű fáklya lángképe

Olyan fáklya kialakítását tűztük ki célul, amely a hőátadás követelményeinek legjobban megfelel és alakját tekintve összhangban van a kemence felépítményével.

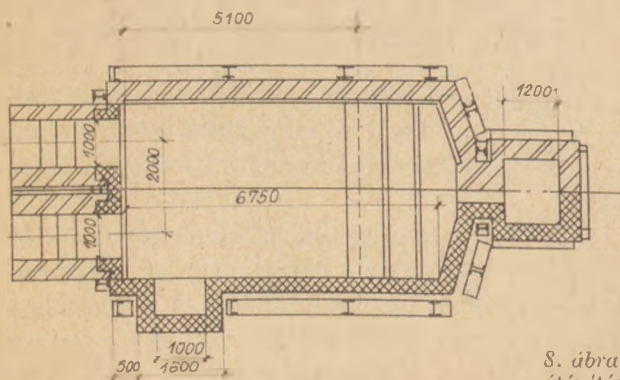
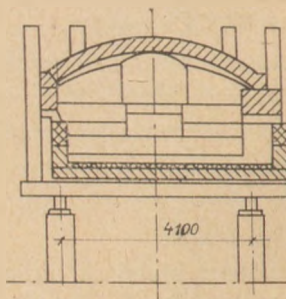
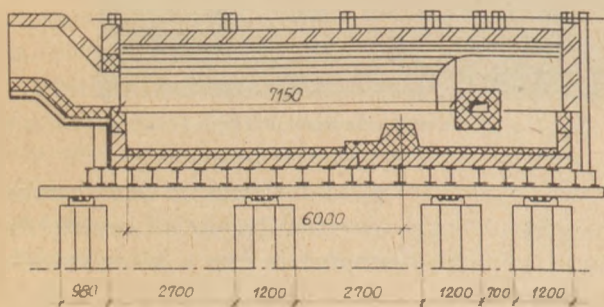
Előzetesen égőkísérleteket végeztünk, amelyek során összehasonlítottuk az önkarburációnak, ill. az olajbeporlasztással történő karburációnak, a fáklya kialakítására gyakorolt hatását.

Öt féle ismert elemi felépítésű gázbevezetőt próbáltunk ki. A fáklyákról felvételeket készítettünk, az összehasonlítás végett azonos körülmények között.

A 4. ábrán az eredetileg alkalmazott $0,85 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű, az 5. ábrán a $2,8 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű fáklya lángképe látható, A 6. ábrán látható a $2,9 \cdot 10^6$ kcal/h hőterhelésű fáklya, amelyet 96% gáz és 4% olaj elégetése esetén kaptunk. Leg-



7. ábra. A kísérleti kád kemence összeállítási rajja átépítés előtt



8. ábra. A kísérleti kád kemence összeállítási rajja átépítés után

jobbnak ez a vegyes üzemelésű égetőberendezés bizonyult, sajnos ezt a kemence üzemeltetésénél mellőznünk kellett a folyamatos olajellátás hiánya miatt. A kísérletek során optimálisnak talált fáklyának megfelelően módosítottuk a kemence felépítményét. A munkakád méretét csökkentettük, s ezzel arányosan a hosszabb fáklya miatt megnöveltük az olvasztókád méretét. A hőátadás és a technológiai folyamat összehangolása érdekében a gázbevezetést „visszahúztuk” a kád szélétől az égőnyak irányában. Változtatás történt még a kemence boltozatán is. A kemence átépítés előtti és átépítés utáni összeállítási rajzát a 7. és a 8. ábrán közöljük.

A kemencén történt változtatások helyesnek bizonyultak. Bár a kemence terhelését csak 25%-kal tudtuk növelni gépkapacitás hiánya miatt, a fajlagos hőfelhasználás így is 23,8%-kal csökkent. Ezen tapasztalatok alapján épült a Sajószentpéteri Üveggyár VI. sz. „U” lánghú kádkemencéje. Ez jelenleg a gyár legnagyobb felületi terhelésű és legkisebb fajlagos hőfelhasználással üzemelő kemencéje.

IRODALOM

- [1] Gémesi J., Szöllösi J.: Proc. 9th Conf. Silicate Ind. Budapest 1968. pp. 467—477.
- [2] Gémesi J., Szöllösi J.: Építőanyag XX. 1968. 7. pp. 264—269.
- [3] Gémesi J.: SzIKKTI Tud. Jelentés 1969., 1970. és 1971.
- [4] Gémesi J.: Ung. Ergebnisse von radioisotopischen Strömungsprüfungen der Glasschmelzwanneöfen. Konf. Techn. Fortschr. in der Glas u. Feinker. Ind. Várna 1970. (megjelenés alatt).
- [5] Gémesi J.: Proc. 10th Conf. Silicate Ind. Budapest 1971. p. 632.
- [6] Günther, R.: Glastechnische Berichte, 27. 1954. 2. pp. 41—46.
- [7] Trier, W., Werner, T.: Glastechnische Berichte, 37. 1964. 2. pp. 70—92.

Bocsi Imréné—Gémesi József—Kabdebón Imre: Tapasztalatok a Sajószentpéteri Üveggyár kísérleti kemencéjén végzett mérések és átalakítások alapján

A Sajószentpéteri üveggyár kísérleti kemencéjén hőtechnikai mérések és kísérletek, valamint áramlástanai vizsgálatok folytak. Ezek célja az iparban alkalmazott keresztlángú kemencéknél gazdaságosabban üzemelő „U” lánghú, regeneratív rendszerű kemencetípus kialakítása volt. Az eddigi tapasztalatokat és eredményeket a cikk három témakörre csoportosítva tárgyalja. Foglalkozik a célszerű hőmértékösszeállítás elvi kérdéseivel, a hőtételek meghatározásának gyakorlati lehetőségeivel, mérés-technikai és kiértékelési kérdésekkel.

Az izotópos áramlástanai mérések közül a külső detektálással végzett mélységi vizsgálatot emeli ki, amelyet összefüggésbe hoz a párhuzamosan végzett mélységi hőfokméréssel.

A legmegfelelőbb lánghú kialakítással összhangban került sor a kemence optimális méretarányainak kiválasztására. Közli a cikk a kemence összeállítási rajzát átépítés előtt és után, és értékeli az elért eredményeket.

Бочи И.—Гемеш И.—Кабдебон И.: Выводы, сделанные на основании измерений, проведенных на экспериментальной печи на Шайосентпетерском стекольном заводе, а также после изменений этой печи.

Были проведены теплотехнические измерения и эксперименты, а также испытания процессов в потоках экспериментальной печи на Шайосентпетерском стекольном заводе. Целью этих экспериментов было создание печи регенеративного типа с пламенем „U”-образной формы, вместо применяемых в настоящее время в промышленности печей с крестообразным пламенем. Полученные до сего времени результаты, а также накопленный опыт статья обсуждает в разбивке на три тематические группы. Занимается принципиальными вопросами оформления тепловых балансов, практическими возможностями определения теплотехнических параметров, а также вопросами техники измерения и оценки полученных результатов.

Среди изотопных измерений в потоке статья подчеркивает важность измерений глубины, проведенных методом детекталации, результаты которых рассматриваются в зависимости от проведенных параллельно измерений температуры в глубине потока.

В соответствии с формированием наиболее подходящего пламени были выбраны оптимальные размеры печи. Статья приводит чертежи печи перед и после ее перестройки, а также дает оценку полученных результатов.

Frau Bocsi, I.—Gémesi, J.—Kabdebón, I.: Der Versuchsofen im Glaserwerk Sajószentpéter (Nordungarn). Meßergebnisse und Erfahrungen nach erfolgten Änderungen

Auf dem Versuchsofen des Glaswerks Sajószentpéter wurden wärmetechnische Messungen und Versuche, ferner Strömungstechnische Prüfungen vorgenommen. Die Zielsetzung war: aus den gebräuchlichen Industrieöfen mit Querflamme einen ökonomischen Ofentyp regenerativen Systems mit „U”-Flamme zu entwickeln. Die vorderhand gewonnenen Erfahrungen behandelt die Studie in drei Themenkreisen: es werden prinzipielle Fragen der Aufstellung von Wärmebilanzen, praktische Möglichkeiten der Bestimmung von Wärmeposten, wie auch meßtechnische und Auswertungsfragen besprochen.

Von den Strömungstechnischen Prüfungen mittelst Isotope hebt die Studie die durch äußerliche Detektierung vorgenommenen Tiefenmessungen — im Zusammenhang mit den parallel erfolgten Temperatur-Tiefenmessungen — hervor. Im Einklang mit der meist geeigneten Flammengestaltung kam es zur Wahl der optimalen Dimensionierung des Ofens. Dessen Zusammenstellung wird mit Bauzeichnung vor und nach dem Umbau illustriert, auch werden die Versuchsergebnisse gewertet. (S. G.)

(Mrs.) Bocsi, K.—Gémesi, J.—Kabdebón, I.: Experiences by Measurements and Changes carried out with the Pilot Kiln of the Sajószentpéter Glass Works

Several thermal engineering tests, experiments and flow examinations were carried out with the pilot kiln of the Sajószentpéter Glass Works aimed at the development of a regenerative U-flame kiln, having a more economic operation than the present cross-flame furnaces. Experiences are grouped around three topics: the principles of energy balance construction, the practical possibilities of the determination of thermal engineering data and problems of metrology and data processing. Depth flow examinations can be well used with external detection, especially if temperature measurements are carried out simultaneously in the depth of the kiln. The optimum adjustment of flame characteristics brought about the choice of optimum kiln size ratios. The design of the kiln before and after reconstruction is given.

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület a Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Tudományos Egyesülettel és az Energiagazdálkodási Intézet közreműködésével f. év október 19–21 között Budapesten, élénk nemzetközi érdeklődés mellett megtartotta a III. Szárítási Konferenciát.

A beérkezett 71 szakdolgozat 7 szekcióülésen került ismertetésre, illetve megvitatásra. Az „A” szekció generálreferátumai 25 előadási anyagot foglaltak össze a szárítás elméletéről; a „B” szekció a mezőgazdasági és élelmiszer-iparok szárítási kérdéseivel foglalkozott, a szárítók gazdaságosságával, energiaigényével és gépi berendezéseivel kapcsolatos problémák a „C” szekció ülésén hangzottak el, a „D” szekció a szárítórendszereket és az infravörös szárítást vitatta.

Az „E” és „F” szekciók a különböző iparok (vegy-, papír-, fa-, textil-, gyógyszeripar) speciális szárítás-technikai és elméleti kérdéseit tüzték napirendre, míg a „G” szekció a szárítással, mint folyamattal és a kapcsolódó mérési feladatokkal foglalkozott.

A konferencia előadóinak, résztvevőinek a névsora, valamint a szakdolgozatok színvonala azt a tényt jelzi, hogy hazánkban nemzetközi érdeklődésre számot tartó munka folyik a szárítás elméletének és technikájának terén. E munkák az egyes ipari létesítményekben, kutatóintézetekben és egyetemi tanszékeken egyaránt folynak és egymás elért eredményei visszahatnak az egyes kutató, fejlesztő helyek munkájára, részben az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szárítástechnikai szakbizottságán keresztül. Endrényi Sándor prof. megnyitó beszédében e tevékenység fontosságát kiemelte azzal az adattal is, mely szerint az országos energia-mérlegben a különböző területeken alkalmazott szárítási folyamatok 3%-kal vesznek részt.

A konferencia elnökségében helyet foglalt dr. Korach Mór akadémikust, Egyesületünk díszelnöke, de sem az előadások anyagában, sem pedig a hallgatóságként résztvevők összetételében nem tükröződött az a tény, hogy a szilikátipar egyik legfontosabb technológiai folyamata a szárítás, és a fent említett 3%-ban jelentős hányadot tesz ki a durvake-

rámia ipar szárításra fordított energia-felhasználása.

Az iparunkban a szárítás technológiájának és az elvi tevékenységnek eredményei alapján nem látszik indokoltnak az az elzárkózás a többi ipar e területen folytatott jelentős tevékenységétől, amely ha talán nem is szándékoltan, de mégis megvan. Ezért célszerű lenne, ha Egyesületünk is megalakítaná szárítási szakcsoportját, amely, felvéve a kapcsolatot az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szárítási szakbizottságával, eredményes, iparágak közötti és iparon belüli koordinációs tevékenység kiindulópontja és fejlesztési tevékenységek inspirátora lehet.

*

A Szilikátipari Tudományos Egyesület *Üvegszakosztálya* 1971. október 12–13-án rendezte a III. Üvegipari Napokat, a vártnál is nagyobb érdeklődés mellett. Hazai és külföldi szakemberek számoltak be újabb kutatási, ill. fejlesztési eredményekről.

Bevezetőként Szokup Lajos vezérigazgató, az Egyesület elnöke vázolta a IV. ötéves tervben az üvegiparra váró feladatokat, technikai és gazdasági célkitűzéseket.

A további előadások 7 témakörben folytak.

Az üveg szerkezete és tulajdonságai témakörben október 12-én Szalontay Károly vezérigazgató-helyettes elnöklete mellett Dr. Náray Szabó István az „Üvegszerkezet elméletének újabb fejlődése” címmel ismertette a szabálytalan háromdimenziós tetraéderhálózatos üvegszerkezeti elmélet újabb alátámasztásait.

Beszámolt a boroszilikát-üvegek szerkezetével kapcsolatos újabb elméletekről, hogy ólomüvegek szerkezetének felépítésében minden valószínűség szerint a PbO_3 trigonális piramisok részt vesznek a háromdimenziós hálózat kialakításában. Sőt újabban kimutattak PbO_4 tetraéderez szerkezeti elemeket is. Ismertette a legújabb Ge—As—Sb—Bi szulfidjaiból, szelenidjeiből és tellurjaiból képződő üvegeket, melyek ugyancsak poliéderez szerkezetűek, főleg tetraéderekből és oktaéderekből épülnek fel.

Dr. Lőcsei Béla „Vitrókerámiai anyagok felhasználását meghatározó tulajdonságok” című előadásában azokról a kutatási eredményekről is

irányokról adott tájékoztatást, amelyek a Szilikátipari Központi Kutató-és Tervező Intézetben folynak, a vitrokerámiai anyagok felhasználási lehetőségeinek kiszélesítésére. Ismertette a szilárdságot, kopásállóságot, korrózióállóságot, elektromos tulajdonságokat befolyásoló összetételi, technológiai és hőkezelési feltételeket. „A nyersanyagok előkészítése — keverés” témakörben Déry Attilának, a SZIKKTI osztályvezetőjének elnökle mellett Körössi László: „Korszerű keverőüzemi berendezések” címmel tartott előadást. Ismertette a technológiai műveletek automatizálása és a központi vezérlés területén elért újabb eredményeket, a fluidizációs homokszáritókat, pneumatikus kirakódó és szárító berendezéseket, szódaszákbontó berendezéseket és a legújabb automatikus bemérő mérlegeket, amelyek automatikus vezérléssel is működnek.

Pyreschitz Alfréd (Ausztria): „Mérlegelő berendezések az üvegipar részére” című előadásából tájékoztatást kaptunk a Pfister-cég legújabb 1 kg-os méréshatártól kezdve 1/100 pontossággal mérő berendezéséről. A komplett bemérő berendezések működhetnek analóg, vagy digitál vezérlési módszerrel. A receptbeállítás pedig potencióméterrel, lyukkártyával vagy kazettás tárolóval, folyamatszabályozó számítógépekkel.

A különböző rendszerek pontossága 0,002 és 1% között változhat.

„Az olvasztási technológia és kemencék” témakörben dr. Löseki Bélának, a SZIKKTI tudományos főosztályvezetőjének elnökle mellett Sorg Nikolaus „Korszerű öblösüveg-olvasztókemencék” c. előadásában tájékoztatást kaptunk egy kristály- és ólom-oxid-tartalmú üveg olvasztására alkalmas kádkemencéről, amely automata kehely- és pohárgyártó gépsorok kiszolgálására alkalmas. Újabb fejlesztési eredmény a vertikális, teljes elektromos olvasztási kemence, amely tetszés szerint alkalmazható szintelen és színezett üvegek előállítására. Újabban 80—100 m²-es olvasztófelületű, U-lángú regeneratív kemencéket terveztek és építettek, amelyek 2500—3000 kp/m² olvasztási teljesítménnyel 1200—1400 kal/kg fajlagos energiafelhasználással dolgoznak.

Igen érdekes látványt szolgáltatnak a bemutatott, speciális kemence-periszkóp segítségével készített infravörös felvételek, amelyek a lángképek mellett a tűzállóállapot állapotát is figyelhetővé tették.

Jermendy Károly „Az elektromos pótűtés hazai tapasztalatai” című előadásában az Egyesült Izzó első hazai regeneratív keresztlángú kemence elektromos pótűtésével elért teljesítménynövekedéséről számolt be, valamint arról, hogy 1 kg többlet-üveg olvasztása 750 Kcal/ba kerül. „Kádkemencék rádióizotópos áramlásvizsgálatainak újabb eredményei” címmel Gémesi József összeállítást adott az eddig végzett vizsgálatok eredményeiről, a kemencék aktív terfogtatásáról számításáról.

1971. október 13-án dr. Vissy László, a SZIKKTI tudományos főmunkatársának elnökletével „Tűzállóanyagok” témakörben Harrach Walter: „Olvasztva öntött cseppadagoló kövek” c. előadásában a federek szerkezeti elemeinek olvasztott tűzállóanyagból történő formázásáról és felhasználásuk területén elért eredményekről számolt be. Walter Glaser (Didier), „Újonnan kifejlesztett tűzállóanyagok az üvegipar részére” c. előadása képet nyújtott a Didier cégnél a tűzállóanyagok fejlesztésével elért fajlagos termelési költségek javulásáról, továbbá a speciális tűzállóanyagok térhódításáról. Ács Tibor „Olvasztva öntött fazekak” címmel ismertetést adott a 30% zirkon-oxid tartalmú olvasztott tűzállóanyagból öntött fazekak alkalmazási lehetőségeiről zománc, alumínium és üveg olvasztásánál.

Az „Öblösüveggyártás” témakörben Vig Jenőnek, az Üvegipari Művek főosztályvezetőjének elnökletével Walter Wijman (Hollandia) „Az üvegipari hűtőkemencék fémszállító szalagjai” címmel adott ismertetést a hűtőkemencék üzembiztonságának javításáról.

Csizmadia Jenő: „Duplacsappes gyártás hazai tapasztalatai” című előadásában az Orosházi Üvegyár termelésnövelési tapasztalatairól számolt be.

Simon István: „Öblösüveg előformázásnak hőtechnikai vizsgálata” című előadása megadta azokat a számítási módszereket, amelyek a forma hőmérséklet függvényében az optimális fulvastagság meghatározását lehetővé teszik és kijelölik a fejlesztési irányt.

„Táblaüveggyártás” témakeret előadásait Buritz Árpád a SZIKKTI főosztályvezetője vezette.

Farkas János: „Orosházi Síküvegyár technológiája” címmel tájékoztatást adott az új épülő létesítményünkről.

Wilweger Ferenc: „Fourcoulit táblaüveggyártás jövője” címmel azokról a fejlesztési tevékenységekről beszélt, amelyek az üveg optikai torzításának csökkentésére és a termelési struktúra bővítésére irányulnak.

Juhász Gyula: „Táblaüveg feldolgozó kisgépek” címmel ismertette a Salgótarjáni Síküvegyárban újabban alkalmazott üvegágó, fúró- és csiszológéppel elért eredményeket, amelyek a feldolgozott üveg minőségének javulását és választékának bővítését eredményezték.

Deák Mihálynak, az Egyesület Üvegszakosztálya elnökének vezetésével folyt a „Díszműgyártás és formatervezés” c. témakörben Tusnádiné Marik Klára „Dizeiner szerepe és az anyagi haszon az üvegiparban” című előadása, melyben a jellegzetes magyar forma kialakításának lehetőségéről és szükségességéről halottunk érdekes tájékoztatást. „Ólom- és kálirkristályüveg folyamatos keverése kádkemencében” címmel Drescher Károly az utóbbi évek egyik igen érdekes technikai fejlesztéséről, a finom háztartási üvegvadékok fo-

lyamatos keveréssel történő homogenizálásáról adott tájékoztatást. Az előadás ismertette a különböző kidolgozóter-és keverő-megoldásokat, ezek építészeti, gépészeti kialakítását, ami a gyakorlatban jelentős gazdasági eredményt hozott.

*

Az Üvegszakosztály 1971. X. 29-én 28 fő részvételével tanulmányutat vezetett Fehérvárcsurgóra az Országos Érc- és Ásványbányák dunántúli kvarchomok üzemegységébe.

A tanulmányúton részt vettek a keverőházak és laboratóriumok vezetői, illetve beosztott munkatársai.

A fehérvárcsurgói bánya geológiai adottságait a jövesztés és nemesítés technológiáját Trembiczy Lajos üzemvezető és Nagy Béla laborvezető ismertette. A fehérvárcsurgói bánya létesítése 1963-ban történt évi 25 ezer tonna kapacitásra.

Ma a bánya 260 ezer tonna fehér üveghomokot állít elő, kielégíti a hazai durvaöblös-és síküvegyári igényeket, ezenkívül exportra is termel.

Termelés jelenleg a bitóhegyi bányában történik, a jövesztés és az anyag beszállítása hidromechánikai úton megy végbe.

Az agyagásvány és a 0,06 mm alatti szemcsék eltávolítása hidrociklonok, a durva szemcsék forgó dobszittákkal (melyeknek szitaszöveve perlomból van) való leválasztással történik. A homokszemcsék limonitos bevonatát koptatással (forgó dobban) a további vashordozó ásványokat (magnetit, ilmenit, rutil) flotálással távolítják el. A flotálás közel semleges, illetve semleges pH-nál történik. Az így kapott homok vastartalma Fe₂O₃-ra számítva 0,045—0,055% között változik.

A dúsítóüzemben jelenleg, már előállítanak 0,035 és 0,028% Fe₂O₃-tartalmú homokot és kidolgozták a 0,020% Fe₂O₃-tartalmú homok előállítás technológiáját is. Legújabb termékük a kvarcörlemény.

Az ismertetést sok hozzászólás és vita követte. Az üvegyári szakemberek elsősorban a homok finom frakciójának csökkentését kívánják, és a kis vastartalmú homok üzemi használatának megteremtését szorgalmazták. Vita tárgyát képezte a vagonok tisztasága és a téli szállítás kérdése is.

A bánya szakemberei minden kérdésre kielégítő választ adtak és ismertették azokat a fejlesztéseket és erőfeszítéseket melyekkel az üvegipar igényét maximálisan kívánják kielégíteni.

Ezután az üzem megtekintésére került sor. Az üvegipari szakemberek nagy elismerésüknek adtak kifejezést a bányauzem erőfeszítéséért, korszerű bányaművelés és a dúsítóüzemben látott magasszintű technológia kialakításáért.

A szakmai tanulmányút szívélyes eszmecserevel és minták (legújabb termékek) átvételével ért véget.

Ezután a csoport Székesfehérvárra utazott és a kulturális program keretében megtekintették a hajdani székesegyház és királyi palota helyén folyó ásatásokat, az ún. Romkerítet.

A világ szilikátiparából

kényszerül a technológiai lénc kialakításában és gyakran megtörténik, hogy nem eléggé indokolt berendezéseket és technológiát tervez.

Az utóbbi időben kialakult elvek alapján a szó igazi értelmében vett kőbányaipart fejlesztenek ki magas termelékenységgel és korszerű technológiai szinten. Ilyen korszerű nagyteljesítményű kőbányák létesültek Gorno Jezerovo, Bratja, Kuncsevi, Jabaokovo, Balgarovo, Tmsi Vidin, Samuilovo, Zimnice, Balatavoda, Bov, Dobrisce közelében. Új kőbányaüzemek megnyitását is előirányozták, amelyek korszerű technológiával és optimális kapacitással — 400 ezer m^3 -tól 1 millió m^3 -ig — fognak dolgozni. Így alapvető módon megváltozik a termelés szerkezete, mivel a kis termelőegységekről nagyteljesítményű koncentrált ipari üzemekre térnek át, amelyek az ország építőiparának igényét kielégítik. Olyan esetekben, mikor egyes körzetekben rövid időszakra nagymennyiségű anyag felhasználásra van szükség, közepes nagyságú 150—200 ezer m^3 kapacitású üzemeket hoznak létre, amelyeknek berendezéseit szükség esetén gyorsan át lehet telepíteni más helyre. Jelenleg a következő körzetekben kívánunk koncentrált termelőüzemeket létesíteni;

— Szófia — négy telep, telepenként 1 millió m^3 évi termeléssel. Ezek képesek lesznek teljes mértékig kielégíteni Ihtiman, Szófia és nyugati vidékek építőiparát;

— Plovdiv — Pazardszik két telep, telepenként 0,5 millió m^3 évi termeléssel;

— Dimitrovgrad — 0,6 millió m^3 évente;

— Burgas — 1 millió m^3 évente;

— Dragoevo—Sumensko — 0,6 millió m^3 évente.

A kőbányaiparban az egyik alapvető munkafolyamat az aprítás. Ez nagymértékben összefügg egyrészt a beruházási költségekkel, másrészt jelentősen befolyásolja a késztermék szemecösszetételét. Bulgáriai gyakorlatban kezdik bevezetni azt az irányzatot, hogy az előtörést magában a kőfejtőben végzik, ami megkönnyíti a kőzet szállítását és növeli a berendezés hatékonyságát.

Az eddig végzett kutatómunkák alapján megállapították, hogy az 1700 kg/cm^2 szilárdságú kővek aprításánál legmegfelelőbbnek a röpítőtoró

berendezések mutatkoznak a törés második vagy harmadik fokozatára. Ezek a gépek kockaszerű anyagot állítanak elő, és a leginkább keresett 5—20 mm közötti szemcse nagyságból nagy mennyiséget termelnek.

Az 1700 kg/cm^2 -nél nagyobb szilárdságú kővek aprításához, az utolsó törési fokozatnál, kúpos granulátórokat alkalmaznak.

A különböző granulátorok szerkezetének tanulmányozásánál mind Bulgáriában, mind az irodalmi adatok szerint külföldön is megállapították, hogy az 1200-as törőknél a párhuzamos zóna emelésevel és a forgókúp forgásának gyorsításával valamint az elektromotorok 930 fordulat/perces motorokra való kicserélésével kedvezőbb apríthatóság érhető el. Ezt a hatást tovább lehet növelni, ha az álló és mozgó kúp felületét speciális módon rovátkolják.

A Bratja Kuncsevi kőbánya rekonstrukciónál az ezzel kapcsolatos eredmények igen pozitívek voltak: növekedett a kubikus szemcse aránya és nőtt az 5—20 mm közötti szemcsek mennyisége.

Fontos probléma ezeknek az üzemeknek az autmatizálása. Az egyes termelési folyamatok szinkronizálása ennél komoly szerepet játszik. A helyenként jelentkező szűk keresztmetszetek az egyes gépek és berendezések kapacitásában mutatkozó összehangolatlanságnak tudhatók be.

Ezeknek a kérdéseknek a megoldására a Tröszt műszaki fejlesztési bázis felállítását tervezi, amelynek segítségével állandóan tanulmányozni lehet a munkafolyamatokat és tökéletesebb technológiákat lehet kialakítani.

A kő-kavicsbányászati termékek előállításai technológiájában alapvető elemként jelentkezik maga a kitermelés. Azok az állandóan változó feltételek, amelyek elsősorban a folyami kavics és homok kitermelésénél jelentkeznek, megkövetelik a technológia állandó változtatását. Kőfejtésnél a robbantólukák fűrésására 56 mm-től 105 mm átmérőig dolgozó fűrőberendezéseket kívánunk bevezetni, melyek lehetővé teszik a különböző szögben való fűrésést is.

A tömeges robbantások hatékonyságának biztosítására kifejlesztik az optimális technológiát, figyelembe véve a robbantási terület tényezőinek befolyását is.

K. Á.

A bolgár kőbányászat fejlesztése

Bulgáriában az adalékanyagtermelés legnagyobb részében elmaradt, termelékenysége és gépesítettsége alacsony szintű. Ennek okát részben az ország földrajzi helyzetében lehet keresni, ugyanis nagyon sok helyen van bányászásra alkalmas kőfejtő, így sok kisteljesítményű üzem alakult abból a célból, hogy a szállítási költségeket csökkentse.

A kőbányaipar szervezett tanulmányozása jelentős lépést tett előre, így minden lehelyre vagy már elvégzett, vagy jelenleg dolgozzák ki a pontos geológiai felvételeket, amelyek alapot képeznek a tervek kidolgozására. Nem kezdenek hozzá újabb telepek létesítéséhez anélkül, hogy a rendelkezésre álló kőanyag mennyiségére és minőségére pontos geológiai adatok ne lennének. Ugyanakkor meg kell említeni a tanulmányok komoly hiányosságait, amelyek elsősorban a nyersanyag elégtelen minőségi vizsgálatában és a legmegfelelőbb technológia kiválasztásának bizonytalanságában jelentkeznek. Így a technológiai tervező találgatásra

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos” pályadíjra.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alábbi témakörökben:

1. Az építőanyagipari nagyberuházások kivitelezési idejének optimalizálása, továbbá a megvalósulási idők reális csökkentése útján elérhető gazdasági eredmények.
2. Építőanyag gyártó gépsorokon belül tartalékkapacitás képzésének szükségessége és ennek gazdasági hatásai (beruházási költség, termelés biztonsága stb.).
3. Javaslat kidolgozása a szilikátipari gyártó berendezések automatizálása legkedvezőbb mértékére, valamint a várható gazdasági eredmények értékelése.
4. Számítógépes irányító rendszerek alkalmazási lehetőségeinek és feltételeinek vizsgálata az építőanyag gyártó iparágakban. Részletes modellt kidolgozása egy választott technológiára.
5. Javaslatok kidolgozása az iparági és iparágközi karbantartó szolgálat és szervizbázis létrehozására az építőanyagiparban.
6. Szilikátipari és építőanyag gyártástechnológiai folyamatokban a por- és zajártalom csökkentésére, továbbá a munkahelyi ergonómiai követelmények kielégítésére vonatkozó javaslat kidolgozása.
7. Korszerű, az egész szilikátiparban elterjeszthető szállítási és anyagmozgatási módszerek kidolgozása.
8. Korszerű csomagolási és rakodási eljárások kidolgozása különböző szilikátipari gyártmányfajtákra. (Pl. porcelán-, üvegipari, cementipari, azbesztcement és mészgátrmányok stb.)
9. Komplex vizsgálati módszerek kidolgozása különböző gyártástechnológiai folyamatok ellenőrzésére és számítógépes irányításra.
10. Egyes szilikátipari gyártástechnológiák fejlődési tendenciái, különös tekintettel a számítógépes irányítás követelményeire. Ezen belül vizsgálandók a meglévő technológiák számítógépes irányításának lehetőségei, illetve feltételei és követelménye, továbbá az új technológiai rendszerekkel szemben támasztott követelmények.
11. Módszer kidolgozása különböző korú és felhasználási célú kőzetfajták termelésének, jövesztésének optimalizálására. (Ezen belül pl. gépesítés, gépi berendezések összehangolása, meddő-leválasztás stb.)
12. Gazdasági irányítási rendszerünk irányvonalával összhangban az optimális gazdálkodási módszerek körvonalazása és ösztönzők kidolgozása.
13. Olyan termelési, szervezési javaslatok kidolgozása a szilikátiparra, melyek megvalósításával a jelentkező munkaerőgondok csökkenthetők.
14. Javaslatok kidolgozása a szilikátipar vállalatainál a forgóalapok optimális meghatározására és tartására. Ennek hatása a vállalatok pénzügyi gazdálkodására.

15. Az állóeszköz bővítés és a közgazdasági szabályozók működésének kölcsönhatása a tervezett nagyberuházásoknál a IV. 5 éves tervidőszak során.
16. Szilikátipari vállalatok műszaki fejlődését gyorsító belső szervezési feladatok és elemzési módszerek kidolgozása.
17. Népművészeti formakincsek és díszítőelemek felhasználása a különböző építőanyag-fajtáknál (régie és új technológiák esetében).
18. Meglevő és gyártásra javasolható szilikátipari termékek alkalmazása újszerű díszítési, homlokzati és burkolási feladatok megoldásában. Ezen belül a szintartóság és élettartam fokozása.

Az egyesület elnöksége az alábbiakra hívja fel a pályázók figyelmét:

1. A pályázati beadásokhoz mellékelni kell egy nyilatkozatot, hogy a pályamunka nem kutatási téma, — nem disszertáció, — önálló, — eddig sehol nem publikált munka.

A pályázó tudomásul veszi, hogy a publikálás joga elsődlegesen az egyesület „Építőanyag” című folyóiratáé.

2. Úgy egyéni, mint csoportosan (kollektíva által) kidolgozott pályaműveket lehet benyújtani.
3. A pályázatok elbírálásánál a bíráló bizottság igyekszik előnyben részesíteni azokat a pályamunkákat, amelyek:

a) a szilikátipar egészét érintő, de egy-egy konkrét példára is kidolgozottak;

b) az általános elvi kidolgozáson túlmenően több iparágban is megvalósíthatók.

A pályamunkák 2 példányban, (1 eredeti, egy másolat) a szabványnak megfelelő 25 soros, ritkán gépelt oldalakon, — ábrajegyzékkel küldendőek be az egyesület titkárságára.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

A pályamunkán fel kell tüntetni a pályázó nevét, címét, munkahelyét.

Pályadíjak:

I. fokozat 6000,— Ft

II. fokozat 4000,— Ft

III. fokozat 3000,— Ft

A díjazásban nem részesülő pályaművek közül a bíráló bizottság a legjobbakat 2000,— forintig terjedő pénzjutalomban részesítheti. Az egyes iparágak a számukra értékes tanulmányokat további nívódíjban részesíthetik.

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát visszatartsa vagy megossza.

A pályamunka beküldési határideje: 1972. szeptember 1.

A ma tudománya – a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia

Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Alumínium
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9–11. I. em. 120. (222-251).