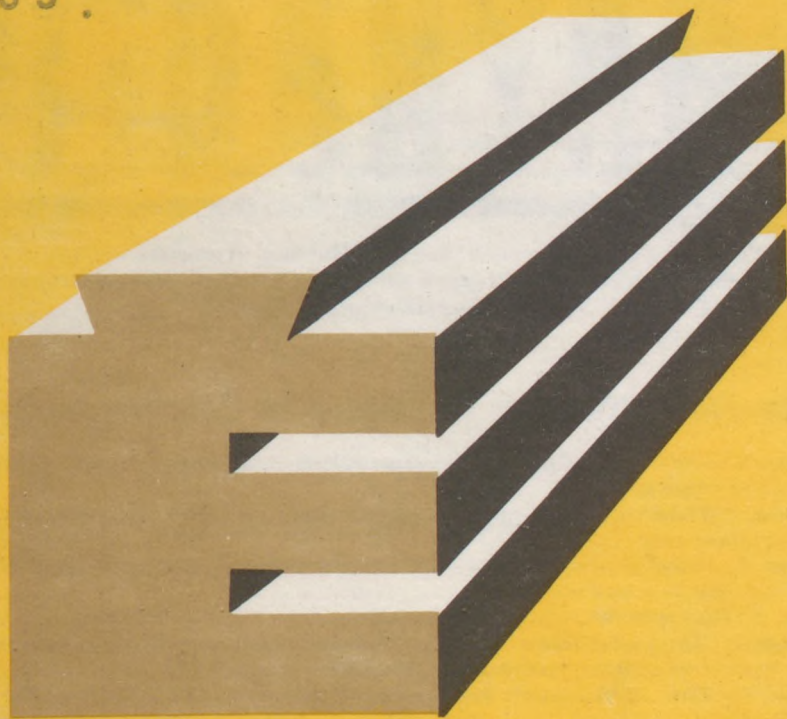


302935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

2

XXXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1987. FEBRUÁR
ÉPÍTŐANYAG, 39 (2) 33–64 (1987)

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

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Balázs György

Dr. Bálint Pál

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Iffy László

Dr. Jilek József

Dr. Kacsalova Lídia

Dr. Kertész Pál

Dr. Kovács Róbert

Dr. Kunvári Árpád

Lenkei György

Dr. Mátrai József

Dr. Mihócs Ferenc

Dr. Opoczky Ludmilla

Riesz Lajos

Sápi Lajos

Serédi Béla

Szetmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilwerger Ferenc

A rajzokat készítette
Loósz Józsefné

TARTALOM

<i>Vinczéné Székely Ildikó–Opoczky Ludmilla: Cementkiegészítő anyagként alkalmazott szilika-por hatásmechanizmusának vizsgálata</i>	33
<i>Ambrus Géza: Síküvegek fényáteresztőképességének csökkentése felületi réteggel</i>	39
<i>Meszes László: Nagy présfejnyomású vákuumprések áramlási viszonyai, csigáSOR kopása és a kopott csigák felújítása</i>	41
<i>Hums, Dieter: Az YTONG gázbeton előállítása, tulajdonságai, alkalmazása</i>	47
<i>Kunvári Árpád: Központi támogatási igényű, aktuális kutatási célpontok az építőanyagiparban</i>	55
<i>Nguyen Huu Thanh: A ferrocement mint építőanyag és építésmód</i>	60
<i>Avilág szilikátiparából</i>	38, 46

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Винцене, Секей И.—Опочки, Людмила: Исследование механизма влияния «кремнеземистой пыли» на гидратацию цемента</i>	33
<i>Амбруш, Г.: Снижение светопропускной способности плоских стекол путем нанесения поверхностного слоя</i>	39
<i>Месеш, Л.: Анализ износа шнековой цепи вакуумных прессов высокого давления и обновление элементов этой цепи</i>	41
<i>Хумс, Д.: Производство, свойства и применение ячеистого бетона «ИТОНГ»</i>	47
<i>Кунвари, А.: Актуальные исследовательские целевые направления в промышленности строительных материалов, требующие центральной поддержки</i>	55
<i>Нгуен Хуу Тхан: «Ферроцемент» как строительный материал и метод строительства</i>	60

INHALT

<i>Frau Vincze, Ildikó–Opoczky, Ludmilla: Untersuchung des Wirkungsmechanismus des als hydraulischen Zementzusatzstoffes angewandten Silikapulvers</i>	33
<i>Ambrus, Géza: Die Verminderung der Lichtdurchlässigkeit von ebenen Gläsern mittels Oberflächenschicht</i>	39
<i>Meszes, László: Schneckeverschleissanalyse und Erneuerung der verschleisssten Schnecken bei den Hochdruckvakuumpressen</i>	41
<i>Hums, D.: Die Herstellung, Eigenschaften, und Anwendung des YTONG-Gasbetons</i>	47
<i>Kunvári, Árpád: Aktuelle Forschungsziele mit zentralem Unterstützungsbedarf in der Baustoffindustrie</i>	55
<i>Nguyen, Huu, Thanh: Der Ferrocement, als Baustoff und Baumethod</i>	60

CONTENTS

<i>Vincze-Szekely, Ildikó–Opoczky, Ludmilla: Mechanism of Quality Improvement by Silica Fume, used as a Cement Additive</i>	33
<i>Ambrus, Géza: The Reduction of Light Transmittance of Sheet Glasses by Surface Coating</i>	39
<i>Meszes, László: Wear of pulley-blocks of High-Pressure Vacuum Extruders and the Renewal of Used Pulleys</i>	41
<i>Hums, D.: Cellular Concrete „YTONG” – Manufacture, Properties and Application</i>	47
<i>Kunvári, Árpád: The Building Materials Industry – Up-to-Date Research Targets Requiring Central Financial Support</i>	55
<i>Nguyen Huu Thanh: „Ferrocement” as a Building Material and a Building Method</i>	60

Cementkiegészítő anyagként alkalmazott szilikapor hatásmechanizmusának vizsgálata*

VINCZÉNÉ SZÉKELY ILDIKÓ-OPCZKY LUDMILLA
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül az a törekvés, hogy a népgazdaság különböző területein keletkező hulladékanyagokat minél szélesebb körben és minél nagyobb mennyiségben hasznosíthatóvá tegyék. Korábbi cikkünkben már beszámoltunk arról, hogy a Salgótarjáni Ötvözetgyár zagyvarónai üzemében keletkező ferroszilícium-szállópor (röviden szilikapor) — plasztifikátor alkalmazása mellett — felhasználható adalékanyagként fokozott szulfátállóságú cement (FSC) előállítására [1].

Ebben a cikkben az FSC cement betonvizsgálati eredményeit illetve az adagolt szilikapor hatásmechanizmusának vizsgálatát mutatjuk be.

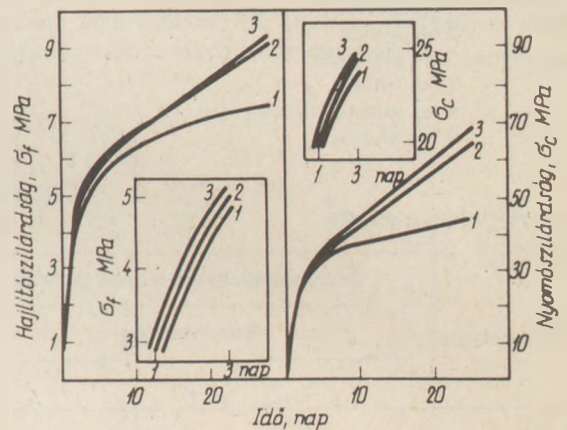
Az FSC cementtel végzett betonvizsgálatok

A betonvizsgálati eredmények ismertetése előtt röviden összefoglaljuk a korábbi cikkünkben ismertetett fontosabb megállapításainkat:

- a szilikapor — plasztifikátor adagolása mellett — 20–40%-kal növeli a cement szabványos szilárdságát (1. ábra).
- a szilikapor adagolásával a cement szulfátállósága 80–90%-kal növelhető (2. ábra).

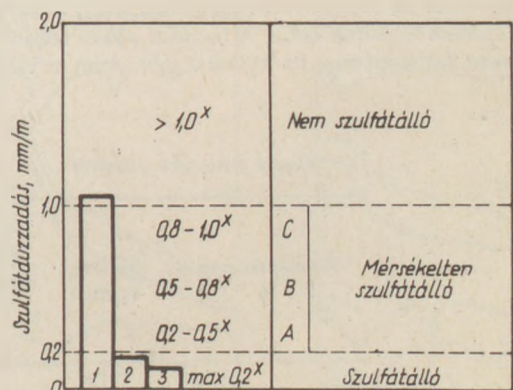
A habarcsban kapott kedvező eredmények alapján szükségesnek tartottuk a betonvizsgálatok elvégzését is, hiszen ilyen tulajdonságokat, mint szilárdság, vízzáróság, szulfátállóság a cement összetétele mellett a beton összetétele, illetve szerkezete is döntően befolyásol. A vizsgálatokat 3 különböző betonösszetétellel (1. táblázat) a SZIKKTI Betonosztály szakembereinek közreműködésével végeztük. Az MSZ 4715/4 szerinti szilárdságvizsgálatok eredményeit a 3. ábrán foglaltuk össze. Látható, hogy az FSC cementtel mintegy 30–35%-kal nagyobb szilárdság érhető el, mint az etalon cementtel mindhárom betonösszetételnél. Ezenkívül igen figyelemreméltó a 3. betonösszetételnél, az FSC cementnél 28 napos korban mért 67 MPa-os nyomószilárdság.

* A XVIII. Szilikátkémiai Ankéton 1986. október 17-én elhangzott előadás.



1. ábra. A cementek habarcsban mért szilárdsága

- 1 – Etalon cement (C)
2 – C 15% szilikapor + plasztifikátor
3 – C + 25% szilikapor + plasztifikátor



2. ábra. A cementek szulfátállósága

- 1 – Etalon cement
2 – C + 15% szilikapor + plasztifikátor
3 – C + 25% szilikapor + plasztifikátor

Az alkalmazott betonösszetételek

1. táblázat

Betonösszetétel kg m ⁻³	Jelölés		
	1	2	3
Cement	265	300	350
Víz	140	150	168
Adalék	2000	1970	1922

A gőzölési kísérlet eredményei

2. táblázat

Cement-fajta	Kor (nap)	Nyomószilárdság (MPa)	
		1. gőzprogram	2. gőzprogram
FSC	gőzölés után	33,8	42,6
	28	63,6	63,2
Etalon C	gőzölés után	30,4	34,4
	28	46,8	46,7

1. gőzprogram 2 óra pihentetés
2 óra felfűtés
8 óra izotermikus érlelés (70 °C)
2 óra lehűtés
2. gőzprogram 2 óra pihentetés
2 óra felfűtés
8 óra izotermikus érlelés (80 °C)
2 óra lehűtés

A cementhatékonysági mutatók

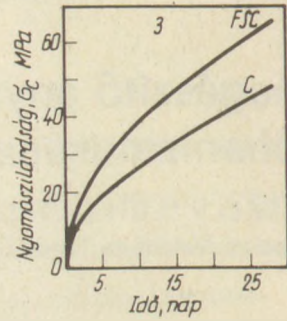
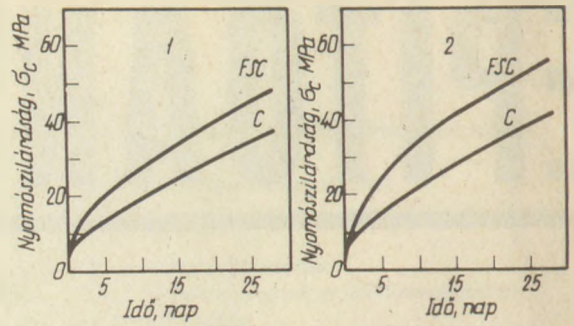
3. táblázat

Cementfajta	Cementhatékonysági mutató (MPa/kg)		
	Betonösszetétel		
	1	2	3
Etalon C.	0,142	0,141	0,142
FSC	0,183	0,189	0,191

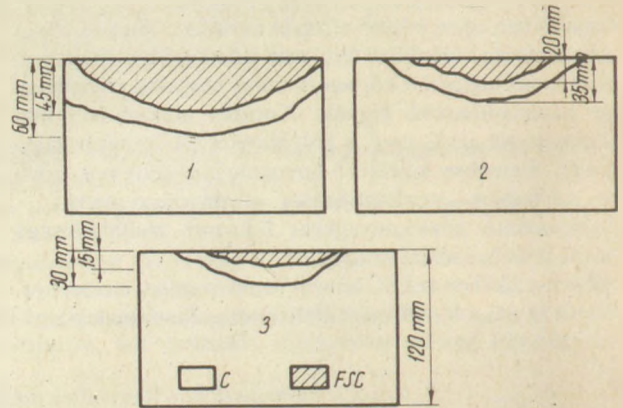
A 3. betonösszetétellel gőzölési kísérletet is végeztünk, az eredmények a 2. táblázatban láthatók. Az FSC cement gőzölés után 25–35%-kal nagyobb szilárdságot mutat, mint az etalon cement. A cement hatékony-gazdaságos felhasználásának mérőszáma a betonban az 1 kg felhasznált cementre vetített 28 napos nyomószilárdság, amely értékeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adatai szerint az FSC cement hatékonysága 30–35%-kal jobb, mint az etalon cementé.

A szilikapor fontosabb jellemzői

Kémiai összetétel %	Sűrűség (g/cm ³)	BET-felület (Aerometerrel) (m ² /g)	Ásványi összetétel Amorf kristályos fázis %	Puccolános aktivitás (mgCaO/g)
SiO ₂	85–90	2,18	~90	425–450
Al ₂ O ₃	1–2			(pernye 50–130)
Fe ₂ O ₃	3–5			(trassz 80–150)
alkáli	1–1,5			



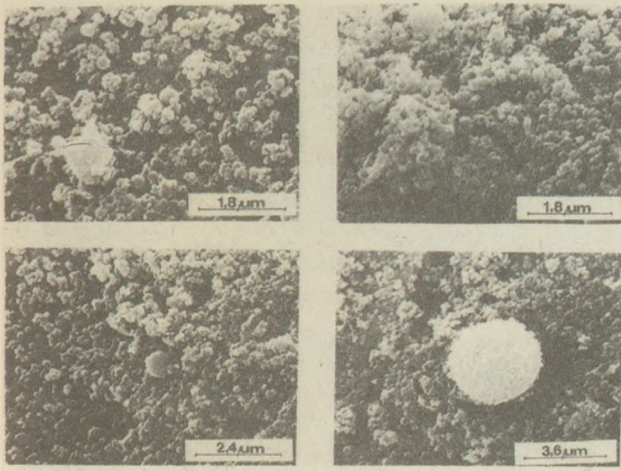
3. ábra. A kísérleti cementekből készült betonok szilárdsága



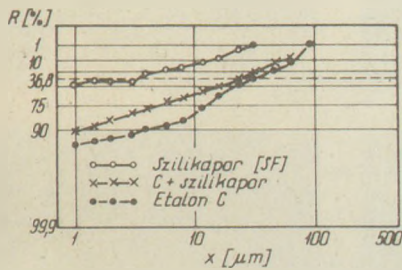
4. ábra. A betonok vízzárósága
Vizsgálati víznyomás: 0,1–1,6 MPa

A vízzárósági vizsgálatokat az MSZ 4715/3 szabvány útmutatásai alapján végeztük el az 1. táblázatban ismertetett betonösszetételeknél. A szabvány szerint vízzárónak minősül az a beton, amelyre adott víznyomásnak 48 óráig való hatása alatt a vízbehatolás mélysége nem haladja meg a próbatest vastagságának 1/3 részét, ami szabványos próbatest esetén 40 mm. Az eredményeket a 4. ábrán mutatjuk be. Látható,

4. táblázat



5. ábra. A szilikapor elektronmikroszkópos felvételei



Minta jele	Szemcseméret-eloszlás jellemzői (RRSB-egyenest)		
	Egyenletességi tényező, n	Finomsági mérőszám, x	Korrelációs együttható, r
SF	0,4996	2,39	0,9789
C + SF	0,7929	23,52	0,9988
C	1,1031	28,27	0,9813

6. ábra. A kísérleti anyagok szemcseméret-eloszlása

hogy 300 kg/m³ cementadagolás esetén mindkét cementfajtánál elérhető a szabvány által előírt vízzárósági követelmény, azonban az FSC cement általánosan és jelentősen (25–50%-kal) jobb vízzáróságot mutat, mint az etalon cement. Igen figyelemreméltó ez az eredmény, hiszen a legtöbb cementfajtánál csak ennél nagyobb cementadagolással biztosítható a vízzáróság, ami egyeszt gazdaságossági szempontból kedvezőtlen, másrészt a beton tulajdonságait is kedvezőtlenül befolyásolja. A cement mennyiségének növelésével a két cementfajta vízzárósága között egyre nő a különbség az FSC cement javára. A fokozott szulfátállóságú, vízzáró cement (FSC) igen széles körben alkalmazható, elsősorban olyan területeken, ahol fokozott igénybevétel van (pl. vízepítés, illetve mélyépítés területeken), valamint ott, ahol a talajvizek nagy szulfáttartalma problémát okoz.

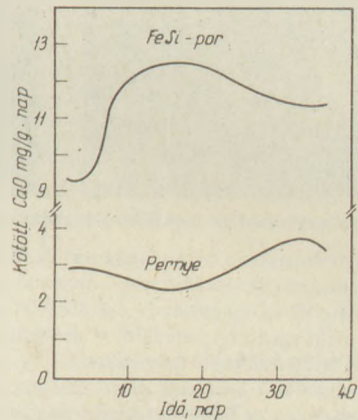
A szilikapor hatásmechanizmusának vizsgálata

A szilikapor fontosabb jellemzőit a 4. táblázatban foglaltuk össze. A gázfázisból, kondenzálás útján nyert szilikapor megközelítően azonos nagyságú (0,1–1 μm), gömb alakú részecskékből áll, ellentétben a cementrészecskék tört, szög-

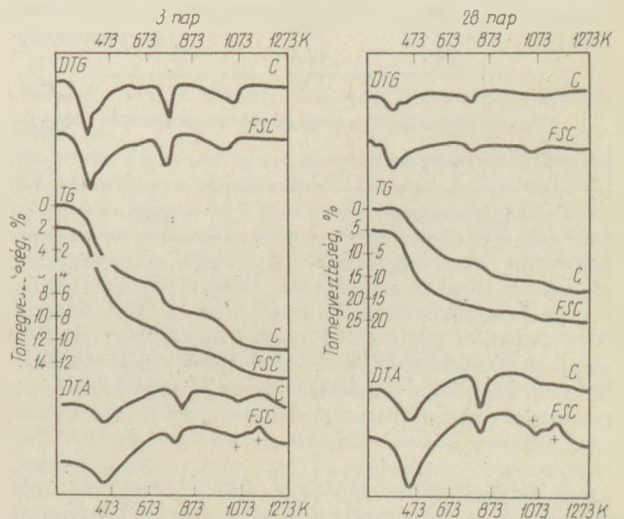
tes alakjával. Az adhéziós erők hatására a kis részecskék összetapadnak gömb, ill. szabálytalan alakú laza aggregátumokká, mint az az 5. ábrán látható. Ahhoz, hogy a betonban a kívánt tömörséget el tudjuk érni, le kell győznünk az egymással szomszédos részecskék között működő vonzó felületi erők (van der Waals-féle erők) blokkoló hatását, azaz a részecskéket megfelelően diszpergálnunk kell. Ezt megfelelő plasztifikátor alkalmazásával értük el.

A 6. ábrán a kísérleti anyagok lézer-granulometriás vizsgálatának eredményeit mutatjuk be RRSB diagramhálón ábrázolva, ahol feltüntetjük a szilikapor, az etalon cement, illetve — e két anyag összekeverésével előállított — FSC cement szemcseméret-eloszlását. Látható, hogy a szilikapor hatására a korrelációs együttható értéke nőtt, ami azt jelenti, hogy az FSC cement mért szemcseméret-eloszlási görbéje jobban megközelítette az egyenest, mint az etalon cementé.

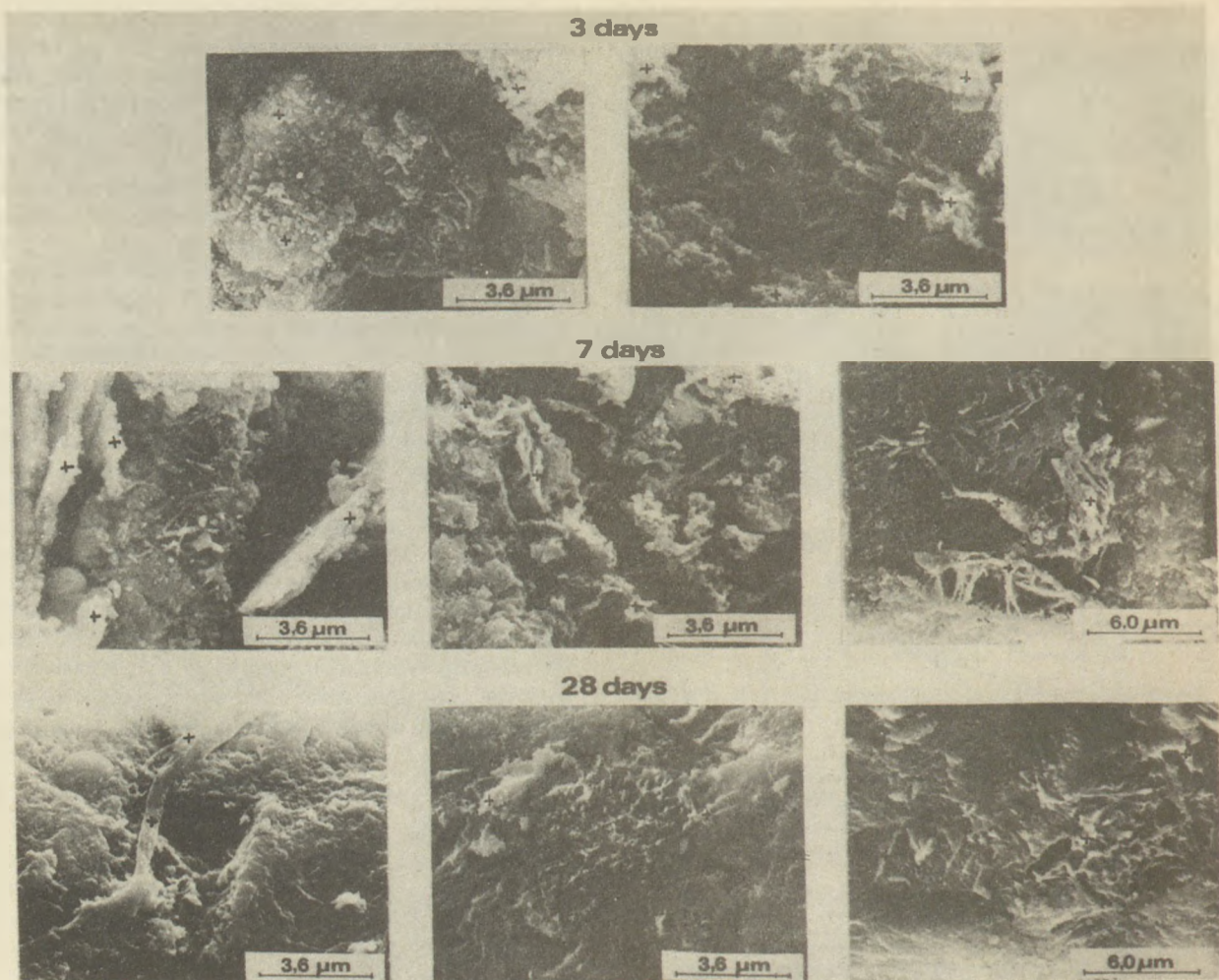
A szilikapor 85–90% aktív, röntgenamorf SiO₂-t tartalmaz, melynek következtében jelentős hidraulikus aktivitással rendelkezik. A szilikapor puccolános reakciójára nagy kezdeti reakciósebesség jellemző, amely mind abszolút értékben, mind tendenciában jelentősen eltér az összehasonlítása alapjául szolgáló pernye megfelelő értékeitől, mint az a 7. ábrán látható. A szilikapor puccolános reakciójának sebessége 3 nap után ugrásszerűen nő, míg a pernyé kezdetben csökkenő, majd növekvő tendenciát mutat.



7. ábra. Puccolános aktivitás



8. ábra. A cementpékek derivatográfiai felvételei 3, illetve 28 napos hidratáció után



9. ábra. Az FSC cementpép pásztázó elektronmikroszkópos felvételei 3, 7, ill. 28 napos hidratáció után. Jel: + CSH

5. táblázat
A kémiailag kötött víz mennyisége

Kor (nap)	Kémiailag kötött víz (%)	
	Etalon C	FSC
3	12,9	11,6
7	15,0	14,7
28	18,0	19,5
90	19,4	20,9

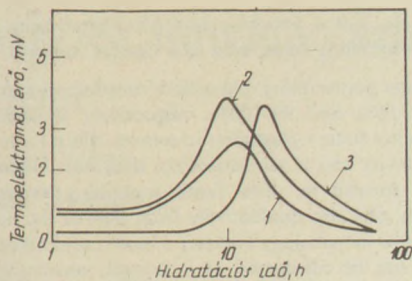
A trimetil-szililezés eredményei

Kor (nap)	Etalon cement (c)				FSC			
	Si ₁	Si ₂	Si ₃	Si ₂	Si ₁	Si ₂	Si ₃	Si ₂
	%	%	%	Si ₁	%	%	%	Si ₁
7	76,60	21,92	1,28	0,286	65,93	30,87	2,33	0,394
28	70,07	27,60	1,32	0,468	63,67	30,14	3,42	0,473

A 8. ábrán az etalon és az FSC cement termikus görbéi láthatók. A szilikapor reakcióba lép a cement-hidratáció során keletkező $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal, aminek növetkeztében kalcium-szilikát-hidrát (CSH) fázis keletkezik (1053, ill. 1133 K).

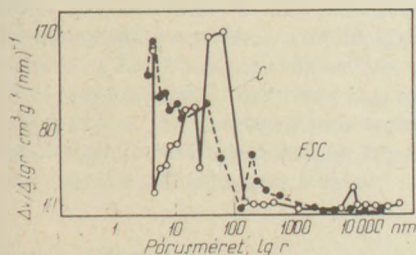
A $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mennyiségének csökkenése, illetve a CSH-fázis jelenléte már 3 napos korban is megfigyelhető (8/a ábra). Ezeket az eredményeket a röntgendiffrakciós vizsgálatokkal is alátámasztottuk [2]. A puccolános reakció során keletkező CSH-fázis létét a derivatogramok alapján kiszámított kémiaiilag kötött víz mennyisége is alátámasztja (5. táblázat). A táblázat adatai azt mutatják, hogy az FSC cement kémiailag kötött víztartalma kezdetben gyakorlatilag azonos volt az etalon cementével, azonban 28 napos korban már meghaladta azt, holott 20%-kal kevesebb cementet tartalmaz.

Vizsgáltuk a szilikapor tartalmú és etalon cementek hidratáció sebességét a Tamás-féle [3] trimetil-szililezési módszerrel. Szilikátok trimetil-szililezése információt ad a szilikátanionok molekuláris méreteloszlásáról, illetve a cement hidratációja során keletkező CSH-fázis természetéről és szerkezetéről [4]. A módszer lényege, hogy a vízben vagy savban oldható szilikátok szilikátanionjait megfelelő oldószerkeverékekkel átalakítjuk trimetil-szilik-észterekké, amely tükrözi ezen ionok eredeti szerkezetét. A mérési eredményeket a 6. táblázatban mutatjuk be. Az adatokból látható, hogy az FSC cementnél a hidratáció során az etalon cementtől eltérő szilikátanion-szerkezet alakul ki. A monomer (Si_1) mennyisége, ami megfelel a nem hidratálódott C_3S -nak, mindkét cementnél csökken az idővel, de az FSC cementnél már 7 napos korban jóval kevesebb monomer, illetve több dimer szililezett termék található ($\frac{\text{Si}_2}{\text{Si}_1}$ arány nagyobb). 28



10. ábra. A cementek hőfejlesztési görbéi

- 1 - Etalon cement (C)
- 2 - C + szilikapor
- 3 - C + szilikapor + plasztifikátor (FSC)



11. ábra. Pórusméret-eloszlási görbék

napos korban az FSC cementnél a gyűrűs trimer mennyisége is jóval nagyobb, mint az etalon cementnél.

A pásztázó elektronmikroszkópos felvételek (9. ábra) is bizonyítják, hogy az FSC cement hidratációja során kialakult CSH-fázis nemcsak mennyiségben, de morfológiában is különbözik az etalon cementétől, ugyanis azonos méretű kis részecskékből álló szigetecskék formájában jelenik meg 3 napos korban, majd későbbi korosztályban füzérszerű (7 napos), illetve szálas (28 napos) morfológiát mutat.

A 10. ábra szerint a szilikapor tartalmú cement hidratációs hője nagyobb, mint az etalon cementé, de az alit hidratációjára jellemző hőfejlesztési csúcs 10 órától 20 órára tolódik el. A csúcs helye és nagysága a plasztifikátor adagolásával befolyásolható. A szilikapor tartalmú cementpécek porozitása 6-7%-kal kisebb, mint az etalon cementé és a jellemző pórusméret 100 nm-ről a 10 nm-es pórusok irányába tolódik el (11. ábra).

Következtetések

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a szilikapor nagy hidraulikus aktivitása (425 mg CaO/g) következtében — plasztifikátor alkalmazása mellett — kedvezően befolyásolja a cement fizikai-kémiai, illetve hidraulikus tulajdonságait. Hatásmechanizmusa azonban jelentős mértékben eltér más hidraulikus cementkiegészítő anyagokétól (pernye, trassz, diatomaföld stb.), mivel kémiai hatásán kívül jelentős fizikai hatását is figyelembe kell venni. A plasztifikátorral diszpergált szilikapor részecskéinek gömb alakja, illetve kis mérete lehetővé teszi egy igen tömör rendszer létrehozását, mivel a betonsűrűséget nagymértékben befolyásolja a benne lévő legkisebb és legnagyobb részecske méretének aránya, ami a szilikapor alkalmazásával 1-2 nagyságrenddel növelhető.

A szilikapor gyorsítja a cement hidratációját azáltal, hogy már a szilárdulás kezdeti szakaszában intenzíven adszorbeálja a Ca^{2+} -ionokat és nagy felületet biztosít a keletkező

hidrátvegyületek kiválásához. A szilikapor és a $Ca(OH)_2$ reakciója során keletkező kalcium-szilikát-hidrát fázis a kapilláris pórusokban válik ki és tömöríti a cementkő pórusszerkezetét. A trimetil-szililezési vizsgálat eredményei, illetve a pásztázó elektronmikroszkópos felvételek azt bizonyítják, hogy az FSC cement hidratációja során keletkező CSH-fázis nem csak mennyiségében, de szerkezetében, morfológiájában is jelentősen eltér az etalon cementétől, azaz egy térhálósabb szerkezet, illetve szálas morfológiát mutató CSH-fázis alakul ki már 28 napos korban. A puccolános reakcióban részt nem vett szilikaporból — víz és plasztifikátor hatására — képződött kocsonyás, képlékeny hidrogél a kapilláris pórusokat eltömi, majd a cement szilárdulása közben merev koherens rendszerre (xerogéllé) alakul át. A fent leírt fizikai és kémiai hatások hozzájárulnak egy tömörebb pórusszerkezet kialakulásához, amely egyrészt növeli a beton szilárdságát, másrészt folyadék-, illetve vízzáróvá teszi.

Az FSC cement tulajdonságainak és a szilikapor hatásmechanizmusának további vizsgálata folyamatban van.

IRODALOM

- [1] Opoczky, L.—Vinczéné Székely I.: *Építőanyag*, 10 292. (1985).
- [2] Opoczky, L.—Székely, I. V.—Szatura, L.: 8th Int. Congr. on the Chem. of Cem. Rio de Janeiro (1986).
- [3] Tamás, F. D.—Sarkar, A. K.—Roy, D. M.: *Mag. Concr. Res.* 55 (1976).
- [4] Currell, B. R.—Midgley, H. G.—Montecions, M.—Parsonage, J. R.: *Cem. and Concr. Res.* 15 889 (1985).

Vinczéné Székely Ildikó—Opoczky Ludmilla: Cementkiegészítő anyagként alkalmazott szilikapor hatásmechanizmusának vizsgálata

A habarcsban, ill. betonban végzett vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a szilikapor — plasztifikátor alkalmazása mellett — a beton szilárdságát 30–35%-kal, vízzáróságát 25–50%-kal, szulfátállóságát 90–100%-kal növeli. A szilikapor igen nagy hidraulikus aktivitással rendelkezik, gyorsítja a cement hidratációját. A szilikapor tartalmú cement hidratációja során keletkező CSH-fázis nem csak mennyiségében, de morfológiailag is eltér az etalon cementétől, azaz egy térhálósabb szerkezetet, illetve szálas morfológiát mutat. A xerogélnak is felfogható szilikapor kis méretű, ill. gömb alakú részecskéi lehetővé teszik egy igen tömör rendszer létrehozását. Ezek a fizikai és kémiai hatások hozzájárulnak a beton tulajdonságainak kedvező alakulásához.

Винцене, Секей И.—Опочки, Людмила: Исследование механизма влияния «кремнеземистой пыли» на гидратацию цемента

На основе испытаний проведенных в растворах и бетоне было установлено, что «кремнеземистая пыль», добавленная к цементу в количестве 20–25% вместе с соответствующим пластификатором, повышает прочность бетона на 30–35%, водонепроницаемость на 25–50% и сульфатостойкость на 90–100%. «Кремнеземистая пыль», являющаяся промышленным отходом, обладает очень высокой гидравлической активностью и ускоряет гидратацию цемента. В цементах с добавкой «кремнеземистой пыли» фаза C-H не только количественно, но также и качественно отличается от таковой в эталонном цементе, а именно имеет более пространственную текстуру и волокистую морфологию. Мельчайшие частички «кремнеземистой пыли», имеющую правильную округлую форму способствуют формированию очень плотной структуры. Положительное влияние добавки «кремнеземистой пыли» на свойства затвердевшего цемента является следствием химических и физических факторов.

Frau Vincze, Ildikó-Opoczky, Ludmilla: Untersuchung des Wirkungsmechanismus des als hydraulischen Zementzusatzstoffes angewandten Silikapulvers

Auf Grund der in Mörteln, bzw. Betonen durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass das Silikapulver — neben der Anwendung eines Plastifikators — die Festigkeit um 30–35%, die Wassersperrfähigkeit um 25–50%, die Sulphatbeständigkeit des Betons um 90–100% steigert. Das Silikapulver hat eine sehr hohe hydraulische Aktivität, beschleunigt die Hydratation des Zementes. Die Menge und die Morphologie der zufolge der Hydratation des silikahaltigen Zementes bildenden CSH-Phase weicht von der des Etalonzementes ab, d. h. zeigt eine raumnetzige Struktur, eine faserartige Morphologie. Die kleinen, kugelförmigen Körnchen des als Xerogel betrachtenden Silikapulvers ermöglichen das Zustandekommen eines sehr dichten Systems. Diese physikalischen und chemischen Wirkungen beitragen der günstigen Gestaltung der Eigenschaften des Betons.

Vincze-Székely, Ildikó-Opoczky, Ludmilla: Mechanism of Quality Improvement by Silica Fume, used as a Cement Additive

Strength, water permeability and sulfate resistance are improved by 30–35%, 25–50% and 90–100%, respectively by the combined addition of silica fume + plasticizer to cement. Silica fume has a high hydraulic activity and it accelerates the hydration of cement. The CSH-phase, formed in silica fume containing cements differs quantitatively and also qualitatively from that of the normal one: shows a fibrous morphology and has a more crosslinked structure. Silica fume can be considered as a xerogel, consisting of small, spherical particles, thus helping the formation of a very dense system. These physical and chemical effects all contribute to the quality improvement of concrete.

A világ szilikátiparából

Új farostlemez gipszkötéssel

A müncheni Fraunhofer Intézet kutatói bútorgyártásra és épületbelső elválasztó falaihoz használható farostlemez-t dolgoztak ki, melynek kötőanyaga gipsz. Gyártáskor nedves farostot kevernek össze száraz, finomszemcsés gipsszel. A farost nedvessége elég a jó kötés létrehozásához. A keletkező gipsz-fa részecskékből álló homokszerű anyagot melegen lapokká sajtolják. A gyártás állítólag 60%-kal kevesebb hőenergiát igényel, mint a hagyományos gipszkötésű farostlemezek gyártása. Az eljárás jól tudja hasznosítani az erőművek füstgázainak kéntelenítéskor keletkező gipszet is. (Frankfurter Ztg. Blick d. d. Wirtschaft, 1986. november 13.)

A Howmet éves forgalma 22 amerikai, francia, angol és japán vállalatából 750 M USD. Ez részben precíziós ötvényekből (repülőgép-motorokhoz), részben különleges ötvözetekből és titántermékekből, részben pedig korszerű különleges kerámiákból áll.

(Industrial Minerals, 1986. október)

Vegyipari károk atlasza

Az NDK Vegyipari Minisztériuma irányításával a Minisztérium Korrózióvédelmi Központi Aktívája, a Műszaki Kamara (NDK MTESZ szervezete) Felületvédelmi és Anyagalkalmazási tudományos osztálya atlaszt adott ki a vegyipari károkról.

A repülőlapokkal folyamatosan kiegészíthető kiadvány az egyes károsítók hatását mutatja be. Rövid szöveges ismertetés tájékoztat a kárkép és károsító közötti összefüggésekről. A kiadvány tervezőknek, szerkesztőknek, anyag-gazdálkodó és korróziós mérnököknek, üzemeltetőknek és karbantartóknak jó segítség a károk megelőzésére és/vagy csökkentésére. Az Atlaszt folyamatosan kiegészítik újabb anyagok és műszaki eljárások ismertetésével. Ha valamelyik károsítóról új ismereteket tár fel a tudomány, akkor az erre vonatkozó lapot újjal pótolják. A korrózióvédelem területén az NDK czezzel újabb jelentős lépést tett előre. A mű eredeti címe Schadhenshild Atlas Chemie. Kapható 371 NDK márkáért az NDK Vegyipari Minisztériumától: Leitstelle für Korrosionsschutz, 7033 Leipzig, PSF 59. (Silikattechnik, 1986. 8.)

Kétszeresére növeli fejlesztési kiadásait a Howmet

A Howmet Turbine Components Corp., a Pechiney francia leányvállalat 1987-ben 25–30 M USD-re növeli kutatási és fejlesztési költségkeretét. Ezen belül szorosabb kapcsolatba lép a fejlesztés területén az anyavállalattal és annak testvérvállalatával a Ceramiques Techniques Desmarquest (CTD) céggel. Az együttműködés keretében a korszerű különleges kerámiák kutatását tekintik fő feladatnak.

A Howmet ezenfelül számos egyetem kutatási programját támogatja anyagilag és több vevőjével is kötött technológiai együttműködési szerződést jövőbeli elképzelések kidolgozására és megvalósítására.

Síküvegek fényáteresztő képességének csökkentése felületi réteggel*

AMBRUS GÉZA
Orosházi Üvegyár

Bevezetés

A síküvegtermékek legnagyobb részét épületek és járművek határoló felületeként használják fel, a legkülönbözőbb elvárásokkal. Ilyen lehet a nagy hőszigetelő képesség, csökkentett fényáteresztés is. A hőszigetelő képesség növelését többrétegű üvegezéssel, a táblák közötti hőátadás csökkentésével, a fényáteresztés csökkentését az üvegyang színezésével vagy különböző abszorbens vagy reflexiós felületi rétegekkel érik el. Az üvegbevonatok segítségével szinte tetszőleges fényáteresztési tulajdonságok érhetők el a teljes fényvisszaveréstől a reflexiómentes üvegig.

A síküveg és a vékonyréteg fényáteresztési tulajdonságai

Az üvegen áthaladó és a beeső fény intenzitásaránya:

$$T = 1 - A - R \quad (1)$$

A — abszorbeált energiahányad
 R — reflektált energiahányad

Abszorpciómentes síküveg reflexiója a látható tartományban kb. 0,08 (8%), ezt az értéket egy, a felületre felvitt nem abszorbeáló réteg az alábbi egyenlet szerint módosítja:

$$R = \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \delta}{1 + r_1^2 r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \delta} \quad (2)$$

ahol

$$r_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1}$$

$$r_2 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$$

$$\delta = \frac{4\pi}{\lambda} n_1 l_1 \cos^2 \varphi$$

n_0 = levegő törésmutatója
 n_1 = réteg törésmutatója
 λ = beeső fény hullámhossza
 l_1 = réteg vastagsága
 φ = fény beesési szöge

Az egy réteggel bevont üveg a (2) egyenlet szerint számítható reflexiós minimumokkal, illetve maximumokkal rendelkezik. Többrétegű bevonattal az extrémumok növelhetők, színsűrűk, 0,999 reflexióval rendelkező tükrök állíthatók elő.

A reflexión kívül lényeges tulajdonsága az üvegfelületnek az emisszióképesség. Kétrétegű üvegezés esetén a külső és a belső tábla közötti sugárzásos hőátadást a következő egyenlet írja le:

$$E = \epsilon \delta (T_1^4 - T_2^4) \quad (3)$$

ahol

E = átadott energia, Wm^{-2}

ϵ = emissziós tényező, síküvegnél kb. 0,9

$\delta = 5,67310^{-8} \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-4}$

T_1 = belső tábla hőmérséklete, K

T_2 = külső tábla hőmérséklete

Az egyenlet alapján szobahőmérsékleten a két üvegtábla közötti sugárzásos hőátadás kb. 5Wm^{-2} , közel ugyanolyan nagyságú, mint a táblák közötti légréteg hőáteresztése. Az alacsony emissziójú bevonatok célja jobb hőszigetelő képességű üvegszerkezetek előállítása. SnO_2 — InO_3 bevonatokkal $\epsilon = 0,1$ értéket is elértek, ami a hőáteresztést kb. 2/3-ára csökkenti.

Az üvegfelület bevonása

Jó minőségű bevonat készítése előtt az üveg felületéről el kell távolítani a szennyezéseket. Tisztításhoz savak, lúgok, detergenszerek vizes oldatai, valamint alkoholok, ketonok, szénhidrogének és halogénezett származékaiak használatosak.

Az oldatos tisztítás hatásfokát ultrahanggal javítják. A porlasztásos tisztítás során viszkózus, nagy sűrűségű folyadékot fúvatnak az üveg felületére. Ismert eljárások még: vákuumban hevítés, lakkréteglehúzás, ionbombázásos polírozás.

A bevonóeljárás lehet fizikai és kémiai.

Fizikai: rágózolás, katódporlasztásos stb.; kémiai: mérítéses, kémiai gőzleválasztás.

A továbbiakban a kémiai módszerekkel foglalkozunk.

A meritéses eljárás lényege, hogy fémvegyület oldatából bemerítés utáni kihúzással egyenletes oldatréteget kell kialakítani a felületen, amelyből kémiai eljárással állítható elő a bevonat. A kapott réteg minőségét és vastagságát az oldat koncentrációja, viszkozitása, gőztenziója, az üveg kihúzási sebessége, az oldat feletti gőztér összetétele és hőmérséklete befolyásolja. Ezen tulajdonságok együttes hatása a rétegvastagságra kísérletileg határozható meg a paraméterek változtatásával.

Maga a kémiai reakció lehet hidrolízis, oxidáció, redukció, pirolízis, egyéb vegyületekkel reagálás a kiinduló és az előállítani kívánt anyagtól függően. Oxidréteg előállításakor általában könnyen hidrolizálható fémvegyület oldatából indulnak ki, amely az üveg kihúzása során folyamatosan reagál a gőztér víztartalmával az oldószer elpárolgásával egyidejűleg.

A kiindulási anyagokat és a kapott rétegek tulajdonságait [1] foglalja össze.

A kémiai gőzleválasztás (CVD) gőzfázisba vitt fémvegyületnek az üveg felületén végbemenő kémiai reakciójával állít elő bevonatokat. A reakció leggyakrabban hidrolízis, oxidáció, pirolízis, redukció, a kapott rétegek anyaga fém vagy fémoxid. A használatos anyagok összefoglalása szintén [1]-ben található. A gyakorlati megvalósítás legnagyobb

* A IX. Szilikátipari Ifjúsági Napokon elhangzott előadás

nehézsége a gőzfázisú vegyület egyenletes elosztása a bevonandó felületen. Két elterjedt megoldás ismeretes: egyik szerint a fémvegyületet gőz alakban juttatják a bevonó berendezésbe, a másik szerint a fémvegyület oldatát porlasztják a forró üvegfelületre, itt a bevonó berendezésben alakul ki a gőzfázis.

Számos technikai megoldás ismeretes mindkét módszerre, közös lényegük, hogy a külső atmoszféra zavaró hatását tökéletesen elszigetelik a bevonó berendezéstől.

TiO₂-bevonatok készítése

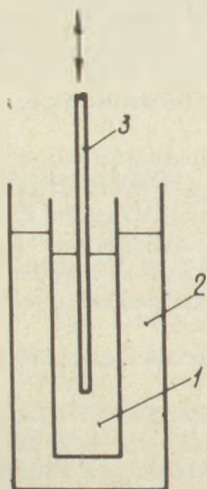
ATiO₂ mint üvegbevonat az öblösüvegek gyártásánál gyakran használt anyag. Növeli a felületi keménységet, nagy törésmutatója (kb. 2,2) révén erősen fényvisszaverő rétegek alakíthatók ki belőle. Napfényvédő üvegtáblák készíthetők tiszta vagy Pd-mal adalékolt TiO₂-réteggel. A bevonási kísérletek mérítési eljárással történtek.

A kísérletek során az irodalomban ajánlott Ti(OR)₄ helyett TiCl₄ alkoholos oldata kerül felhasználásra. Az oldás során a TiCl₄ reagál az oldószerrel TiCl₂(OR)₂-keletkezés közben [2]. A kapott oldat viszkozitása függ az alkalmazott alkoholtól és a koncentrációtól. A kísérletek TiCl₄ izopropanolos oldatával történtek. 0–80 g/l koncentrációtartományban az üvegtábla mérete 450 × 350 mm volt. A kísérleti berendezés vázlata az 1. ábrán látható.

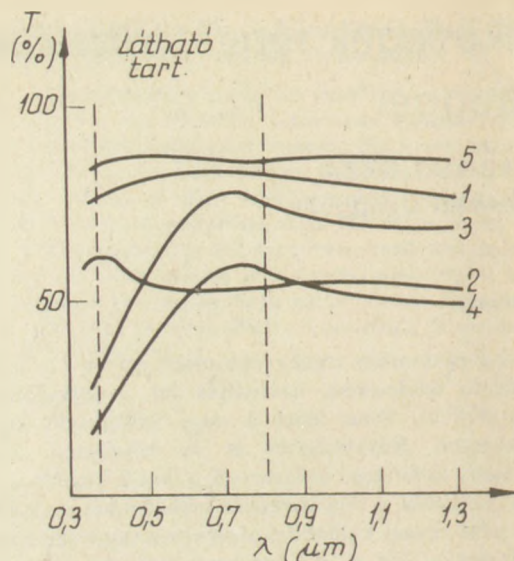
A legjobb minőségű bevonatok 10 mm/s kiemelési sebességgel 40 °C-os oldathőmérséklettel képződtek. A magasabb oldathőmérséklet a művelet gyorsításán túl a vízgőz kondenzációját is megakadályozza a felületen. A bevonat ráégetése 550 °C-on történt. Az oldatok összetételét az 1. táblázat, a minták fényáteresztő képességét a 2. ábra tartalmazza.

A 2. ábrán látható, hogy az adott körülmények között az áteresztőképesség (*T*) csökkenése arányos a koncentráció növekedésével.

A minták felületi keménysége némileg alacsonyabb az alapüvegénél, ez a ráégetés hőmérsékletének és időtartamának növelésével valószínűleg javítható. A hővezető képesség mérésére 0,25 × 0,25 m-es kétrétegű hőszigetelő üvegek készültek a mintákból. A hővezető képességet nem befolyásolták a bevonatok, ami egyrészt arra mutat, hogy nem változott meg a felület emisszióképessége a bevonatlan üveghez képest (*e* = 0,9), másrészt, hogy a rétegvastagság nem



1. ábra. Síküvegbevonó berendezés vázlata. 1 bevonóoldat; 2 termosztát; 3 üvegtábla



2. ábra. Bevonatos síküvegek fényáteresztő képessége

1. táblázat

Bevonóoldatok összetétele

Oldott anyag	Koncentráció (g/l)
1. TiCl ₄	24
2. TiCl ₄	80
3. FeCl ₃ 6H ₂ O/TiCl ₄	15/15
4. FeCl ₃ 6H ₂ O/TiCl ₄	30/30
5. Bevonatlan síküveg	

elegendő a nagyobb hullámhossztartományban a reflexió növelésére (vö. 2. egyenlet). Így ezek a bevonatok elsősorban a közvetlen napfény elleni védelemre használhatók, az üvegházhatás csökkentésére. De a bevonóanyag megváltoztatásával (SnO₂—In₂O₃) elérhető alacsony emisszióképesség (*ε* = 0,1) az üveg hőáteresztő képességét is jelentősen csökkentené, *k* = 3Wm⁻²K⁻¹-ről kb. 2Wm⁻²K⁻¹-re kétrétegű hőszigetelő szerkezet esetében (az üvegezés hatásáról az épületek energiámérlegére [3] ír részletesen). Más bevonóanyagok színezett üvegtáblákkal azonos tulajdonságokat mutatnak, pl. a Co-nitrát- vagy -acetyl-acetonát-oldattal barna üveg állítható elő. Az eljárás előnye az anyagában színezett üveggel szemben, hogy a mindenkori igényeknek megfelelő mennyiségű és tulajdonságú áru állítható elő az olvasztott üveg anyagának módosítása nélkül. A sokféle előnyös tulajdonság mutatja, hogy az üvegbevonatok előtt még nagy jövő áll.

IRODALOM

- [1] Pulker, H. K.: Coatings on Glass. Elsevier, Amszterdam 1984.
- [2] Neumüller, O. A.: Römppegyészeti lexikon. MK, Budapest, 1981.
- [3] Szabó, Gy.: Ablakszerkezetek energetikai méretezése. Étk., Budapest 1982.

Амбруш, Г.: Снижение светопропускной способности плоских стекол путем нанесения поверхностного слоя

Ambrus, Géza: Die Verminderung der Lichtdurchlässigkeit von ebenen Gläsern mittels Oberflächenschicht.

Ambrus, Géza: The Reduction of Light Transmittance of Sheet Glasses by Surface Coating

Nagy présfejnyomású vákuumprések áramlási viszonyai, csigasor kopásának elemzése és a kopott csigák felújítása*

MESZES LÁSZLÓ

Északdunántúli Téglá- és Cserépipari Vállalat, Győr

1. Bevezetés

Napjainkban az egyre növekvő gazdasági elvárások megkövetelik az üzemfenntartás költségeit csökkentő intézkedéseket. A téglá- és cserépiparban az agyaggal érintkező és ezáltal megkopott alkatrészek cseréjére és felújítására fordított költségek meghatározók.

A téglagyártási technológia legfontosabb egységeinek, a vákuumpréseknek gyorsan kopó alkatrészei a préscsigák.

A technológiák korszerűsödése révén kifejlesztették és alkalmazzák a nagy teljesítményű és présfejnyomású vákuumpréseket, és ezzel a csigasorok kopásának mértéke, az üzemfenntartás költsége tovább növekedett.

A témával összefüggésben az alábbiakban egyrészt képet kívánok adni a téglaprésekben fellépő áramlási viszonyokról és kopási körülményekről, és a megkopott csigák célszerű, gazdaságos felújításáról.

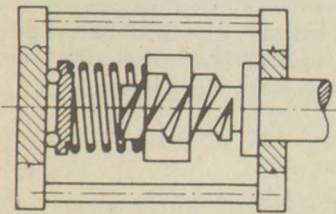
2. A csigaprésekben fellépő jellemző áramlási viszonyok és a préscsigákon észlelhető jellegzetes abrozív kopásnyomok összefüggése.

A csigaprés elvét már több mint 100 éve ismerjük. Eredetileg téglaiipari termelésre fejlesztették ki, azonban jelentős mértékben felhasználták más ágazatokban is. Sokáig nem tudták, hogy a csigaprésben milyen folyamatok és törvényszerűségek játszódnak le, miként irányítható a képlékeny massa áramlása a csigacsatornában. A présben lezajló folyamatok vizsgálatát a századunk húszas éveiben kezdték meg, és ebből az időszakból ismeretesek Rowella és Finlayson munkái.

A második időszak, — az 1950—1960-as évek között zajlott le, a műanyagok gyors fejlődése kényszerítette ki ezt a részletes vizsgálatot.

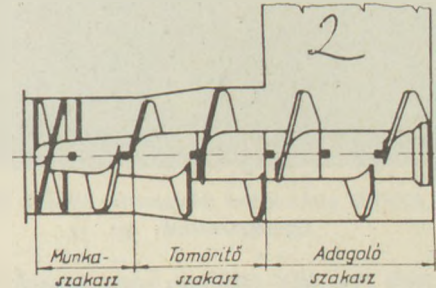
Ebben az időszakban befejezték a csigaprés elméletének kidolgozását.

A szakirodalom leggyakrabban a prés működésének azt a magyarázatát ismerteti, amely a képlékeny masszát szilárd, össze nem nyomható anyagnak tekinti. Az agyag úgy mozog a csigákon, mint anya a csavaron, ezt szemlélteti az 1. ábra [1].

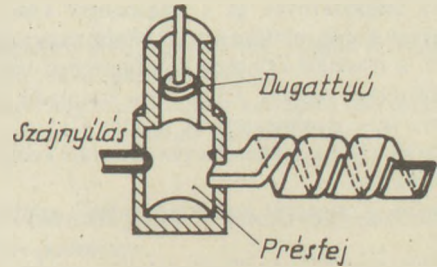


1. ábra. Anya- és csavarorsó, mint a csigaprés modellje

* A IX. Szilikátipari Ifjúsági Napokon elhangzott előadás.



2. ábra. Bongioanni préscsigasor elvi vázlata



3. ábra. A Schenkel-féle kísérlet elvi vázlata

A présben létrejövő áramlási viszonyok jelenleg csak az alábbi egyszerűsítő feltevésekkel számíthatók:

- képlékeny massa nem összenyomható
- a súrlódási együttható a massa és a hengerbetét, valamint massa és csiga között állandó marad
- csigák és hengerbetét közötti hézag állandó marad
- csigalevelek vastagságának hatása elhanyagolható.

Ezeket az egyszerűsítő feltevéseket azonban üzemelés közben nem lehet biztosítani [1].

A csigaprések elvi vázlatát szemlélteti a 2. ábra. A csigasor teljes hosszúságát funkció szerint három részre lehet osztani.

A présben fellépő áramlási viszonyok legjobban a munkaszakaszban érzékelhetők és követhetők. Festett agyaggal végzett vizsgálatok megmutatták, hogy a massa nem viselkedik szilárd anyagnaként a csigacsatornában. Inkább a folyadékhoz való bizonyos hasonlóságára mutatnak rá, mert a massa a csigahenger béléseknél nyíródik és a csigaagy közelében a csigával majdnem azonos sebességgel forog. A massa tehát a csigahenger belsejében erősen deformálódik [2].

Schenkel kísérletét szemlélteti a 3. ábra, aki a csigapréshez dugattyús prést illesztett, amely agyagot szállít a présfejbe. Az így benyomott agyag a présfejből két módon tud távozni:

- szájnnyíláson keresztül, amely meghatározott ellenállást mutat,
- csigacsatornán keresztül, amely hasonlóképpen nem jelent tömített lezárást a présfej irányában.



4. ábra. ÉLKEFÉM elektródával felhegesztett fejsziga, jellegzetes kopásnyomokkal

A dugattyús prés által szállított összes agyagmennyiség feloszlását szájníláson keresztül áramló és csigacsatornán visszaáramló részre, a massa sűrűdése a szájnílásban és csigacsatornában határozza meg.

Mivel a csigaszárnyak és a csigahenger között a már bekövetkezett kopás mértéke szerint kisebb vagy nagyobb rés keletkezik, a nyomáskülönbség következtében két egymástutáni csigamenet között fellép egy harmadik áramlási komponens is — a csigaszárnyak mentén [2].

Az előzők következtében három áramlási komponensről beszélhetünk:

- főáramlás, a csigaprés ún. „kiadóssága”, amiből termék készül
- „nyomásáramlás”, amely a csigacsatornán visszafelé irányul
- „szivárgási áramlás” a csigaszárnyak mentén.

A nyomásáramlás kielégítő nyomásesés esetében olyan nagy lehet, hogy a fő szállítási áramot teljes mértékben kompenzálja, így a csigaprés nettó szállítási teljesítménye nulla lehet [2].

A csigaprésben fellépő áramlási viszonyok meghatározzák a prészigák kopási körülményeit és helyeit. A prészigák kopásánál jellegzetes abrozív kopásról beszélhetünk. A csigák felületét az agyagban levő kemény oxidok, ásványi anyagok karcolják, és abból mikroforgácsokat választanak le [4]. Az apró, kis sebességgel mozgó, helyenként nagy nyomású (fejcsigánál 15–20 bar) szemcsék koptatta felület barázdált, kráteres és karcos.

A csigaprésben fellépő áramlási viszonyokat figyelembe véve, a csigák jellegzetes kopásai (4. ábra.) a következők:

- átmérő csökkenés, élszalag bekeveredés
- csigaszárnyak élszalaghoz közel eső homlokl felületének kopása, falvastagság
- kisebb mértékű kopás a csigaagyak mentén.

3. Javitó- és felrakó hegesztés gyakorlatilag minden kötő, hegesztésre alkalmas eljárással végezhető, de néhány eljárásnak ez a jellegzetes alkalmazási területe (pl. szóróhegesztés) [4].

Ez a technológia általában erősen ötvözött hegesztőanyagot igényel, és a hegesztési jellemzőket úgy kell megválasztani, hogy a varratban az alapanyaghányad lehető legkisebb legyen. Ez a drága import ötvözők csökkentése szempontjából előnyös, mert kevesebb rétegszámmal érhető el a kívánt varratösszetétel, továbbá csökkenthető a munkaidő-ráfordítás és maradó feszültségek nagysága.

3.1. Bevonat elektródás villamos ivhegesztés

Előnyei a többi eljáráshoz képest:

- elektródák viszonylag könnyű gyárthatósága;
- varrat összetétele az elektróda bevonatban elhelyezett ötvözőelemekkel széles határok között változtatható;
- nagy és állandó elektróda választék;
- a legtöbb elektródával kényszerhelyeztetű varratok is hegeszthetők;
- hegesztő áramforrások egyszerű felépítésűek és aránylag olcsók.

Hegesztéstechnológiai jellemzők:

- hegesztés viszonylag kis hőbevitellel folyik, így a hegesztési varrat lehülési sebessége és ebből adódóan az edzőési hajlam számottevő;
- ötvözött alapanyagoknál gyakran kell előmelegítést alkalmazni, a lehülés során fellépő feszültségek (repedések) elkerülése végett;
- FONTOS, hogy az egymás mellé lehegesztett varratok legalább 50%-os túlfedéssel készüljenek;
- az óránként leolvasható hegesztőanyag mennyiség az elektródák bevonatának vastagságától és az alkalmazott hegesztési áramerősségtől függően széles határok között változtatható.

3.2. Hegesztési technológia kidolgozásának főbb szempontjai

3.2.1. Hegesztési eljárás kiválasztása

Vállalatunk és az iparági vállalatok is a bevonat elektródás villamos ivhegesztéshez szükséges berendezésekkel (dinamó, heg. trafó) rendelkeznek. Így a hegesztő eljárás adott és meghatározza a technológia kidolgozását.

3.2.2. Hegesztő anyagok kiválasztása

Kiindulási alapnak kell tekinteni, hogy a hegesztéssel felrakott réteg keménysége az eredeti anyag (fejcsiga) keménységét haladja meg. A nagyobb keménység a kopással szembeni ellenállást növeli.

Kiválasztás további szempontjai :

- igénybevétel fajtája (esetünkben abrozív)
- elektróda ára
- elektróda beszerezhetősége
- elektróda hegesztési tulajdonságai [4].

A különböző hegesztési anyagokat előállító gyárak katalógusokban megadott keménységértékei a levegőn lehült varratok keménységét jelentik.

Abrozív kopásnak ellenálló hegesztési varratok 45 HRC feletti keménységűek.

Az ismertetett szempontok figyelembe vételével a vállalatunknál már használt ÉLKEFÉM elektróda mellett 5 féle elektródával végeztem kísérleteket.

A kiválasztott elektródák jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza [5].

3.2.3. Előmelegítési hőmérséklet szükségessége, mértéke

Tapasztalatok bizonyítják, ha a varratot közvetlenül övező részekben a keménység 300–350 HB-nél nagyobb, a szugo-

Megnevezés	Jel	1.	2.	3.	11.	22.	33.
Típus	ÉLKEFÉM*	FOX	LEDURIT 60	UTP 710	PANTRI	PANTHER	FLUXOFIL
Gyártó	Komáromi Állami Gazdaság	BÖHLER	SCHWEISS- TECHNIK	UTP SCHWEISS- MATERIAL	CSEPEL	CSEPEL	58 OERLIKON
		Művek Fém- műve, Mór	Művek Fém- műve, Mór				
	C	0,6—0,8	3,0	Erősen	4,0—6,0	0,3—0,4	0,45
	Cr	20,0—22,0	30,5	Cr—C	17,0—22,0	2,0—2,7	5,5
	Mn	0,8—4,4	0,8	ötvözött	4,0—4,5		1,6
	Mo		0,6	(gyártó nem ad %-os)			0,6
	Si		1,1				0,6
	Co v. Ni	4,5—6,5					
	Ti	0,15—0,3					
	W				4,0—5,5	8,0—12,0	
	V					0,2—0,6	
Elérhető keménység (HRC)		60—65	54—62	58—62	55—60	50—55	57—62
Hegesztő áram		= +	= + ~	= + ~	= + ~	= +	= +
Áramerősség (A)		220—240	140—170	120—140	200—220	140—180	200—240
Elektróda átmérő (mm)		5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,6 (huzal)

Az ÉLKEFÉM elektroda összetételében 25—30%-os mennyiségben még, * B4C, CR23C7, BC, CrB, illetve ezek vegyes kristályai találhatóak.

rodó anyagrészek belső feszültsége repedést okozhat. A kisebb keménységű anyagrészek kellően szívósak, képlékenyek ahhoz, hogy a zsugorodást alakváltozással kövessék. Ezért az edződő acélból készített alkatrészeket hegesztéshez előmelegítik. Az előmelegített alaptesten végzett hegesztéskor természetesen a varrat lehülési sebessége is csökken, és emiatt lágyabb varrat képződik, mint a katalógusban feltüntetett keménységérték. Ugyanez a jelenség tapasztalható, ha nem végzünk előmelegítést, de a folyamatosan végzett hegesztés következtében felmelegszik az alaptest.

Az előmelegített hőmérséklet gyengén vagy közepesen ötvözött anyagok a (C_e) szénegyenérték alapján határozható meg.

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + 0,0024s$$

— elemek vegyjele azok tömeg %-át,
— (s) pedig az anyagvastagságot jelenti mm-ben.
Szénegyenértékben tehát az ötvöző elemek és a munkadarab méretének hatását értjük az edződési hajlamra [3].

A kísérlethez felhasznált fejsziga ötvözői:

- C = 0,40%
- Mn = 1,02%
- Si = 0,44%
- Cr = 0,20%
- Ni = 0,25%
- s = 0,025%

Ez az összetétel egy gyengén ötvözött szerkezeti acélöntvénynek felel meg.

Kísérleti fejsziga esetén a szénegyenérték:

$$C_e = 0,68\%$$

— ennél az értéknél a szakirodalom 200—250 °C közötti előmelegítést javasol.

A fejsziga kísérleti felhegesztése során nem alkalmaztunk előmelegítést, ennek indokai:

- az átmeneti övezetben nem lehetett 300 HB-t meghaladó keménységet mérni,
- 3—4 sor varrat felhegesztését követően a hegesztés

környezetében a (C_e) egyenérték alapján javasolt 200—250 °C-ra felmelegedett a fejsziga,
— a felrakott kopásálló rétegen keletkező hajszálrepedések az agyagmassza sajtolását nem befolyásolják.

4. Magyar és külföldi javító- és felrakó elektródákkal végzett kísérlet és eredménye

4.1. Próbahegesztési varratok és azok vizsgálata

Az előzőekben kiválasztott elektródákkal próbahegesztések történtek. A próbahegesztési varratokat a fejszigaival azonos összetételű, 12 mm vastagságú anyagra hegesztettük. Minden elektródával két egymást átfedő varrat készült. A lehegesztett varratok hosszának és a próbadarab tömegének függvényében modellezhető volt a fejsziga felhegesztési körülménye. Minden különböző elektródával lehegesztett varratból csiszolat készült a keménységméréshez, ill. szövet-szerkezet vizsgálathoz.

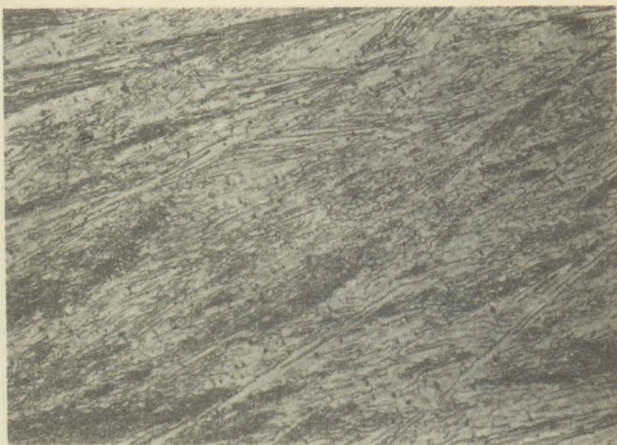


5. ábra. ÉLKEFÉM elektródával lerakott varrat szövetszerkezete (400 ×)

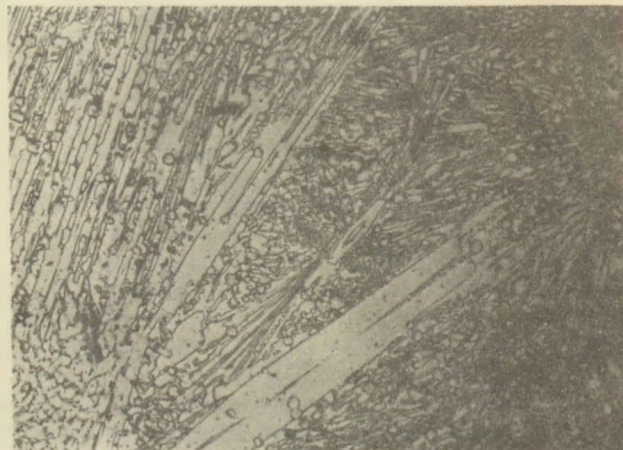
A huzalelektrodát a csigasorok későbbiekben megoldandó félautomatikus javítása miatt próbáltam ki.

Mért átlagkeménység: 53,1 HRC

A próbahegesztési varratokon végzett vizsgálatok mérési eredményei az üzemi kísérlethez szükségesek.



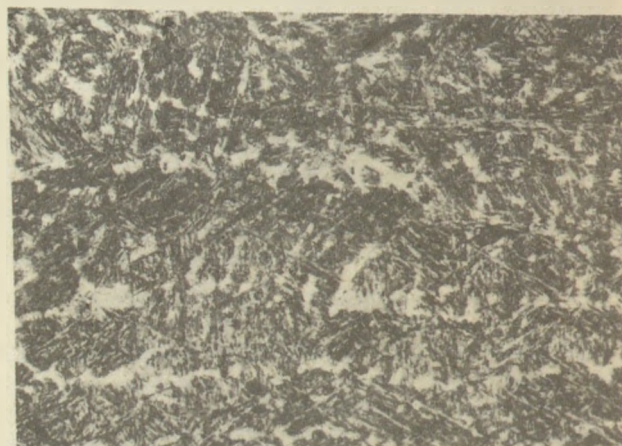
6. ábra. FOX LEDURIT 60 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete



8 ábra. PANTRI MCW 60 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete



7 ábra. UTP 710 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete



9 ábra. PANTHER CW1 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete

A szövetszerkezet vizsgálatnál a felületmarató „Nitál” volt, a felvételek $400\times$ -os nagyítással készültek.

Az 5. ábrán ÉLKEFÉM elektródával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely elektródából belekerült szilárd karbid-kristályokból, olvadékból kristályosodott karbidból, valamint martenzitből áll.

Mért átlagkeménység: 55,2 HRC

A 6. ábrán FOX LEDURIT 60 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely lemezes, tús karbidból és martenzitből áll.

Mért átlagkeménység: 55,6 HRC

A 7. ábra UTP 710 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely olvadékból kristályosodott durva karbid és martenzit. A felvétel érdekessége, hogy kristályosodás közben a hőelvonás iránya megváltozott.

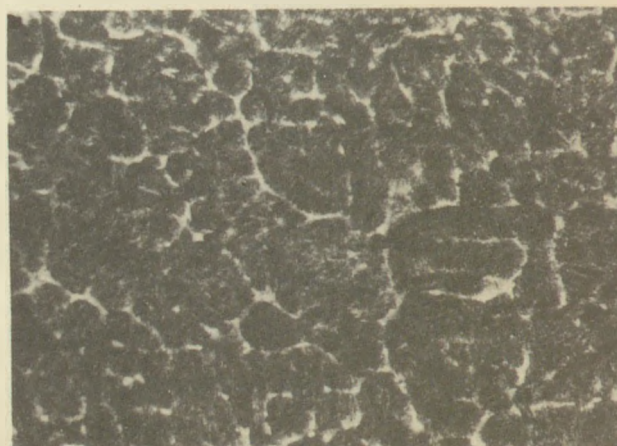
Mért átlagkeménység: 59,9 HRC

A 8. ábrán PANTRI MCW 60 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely durva, lemezes karbid és martenzit.

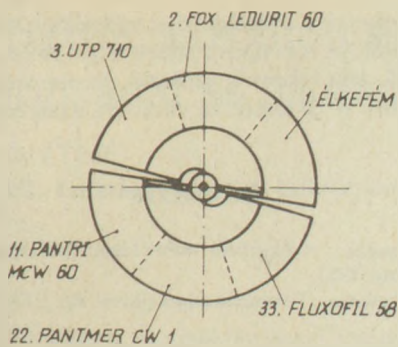
Mért átlagkeménység: 56,0 HRC

A 9. ábrán PANTHER CW1 elektródával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely martenzit, ferrit, perlit és boinit. Ebből a szövetszerkezetből következik az alacsonyabb átlagkeménység: 50,9 HRC

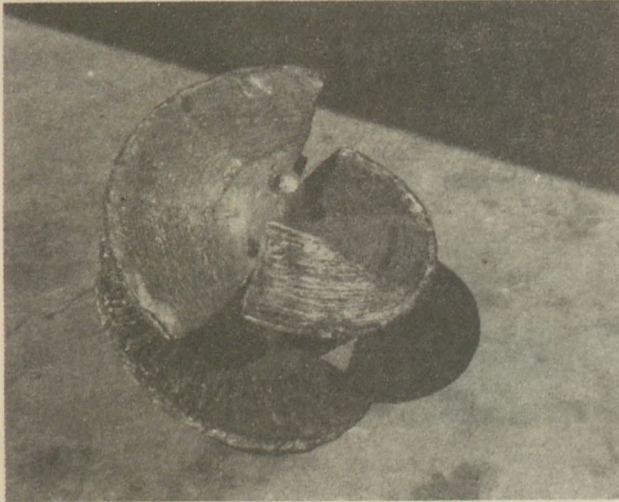
A 10. ábrán FLUXOFIL 58 huzalelektrodával lerakott varrat szövetszerkezete látható, mely martenzit, hálózatos ferrit és kevés perlit.



10 ábra. FLUXOFIL 58 huzalelektrodával lerakott varrat szövetszerkezete



11 ábra. A fejszigára felrakott kopásálló rétegek elhelyezkedésének vázlatja



12 ábra. Teljes egészében felhegesztett fejsziga

4.2. Fejsziga felhegesztése

A kísérleti idő rövidítése miatt a kiválasztott 6 féle elektródát a 11. ábrának megfelelő elrendezésben egy fejszigára hegesztettem fel. Ez a fejsziga már szükséges mértékben kopott volt.

Az egymással összehasonlításra kerülő elektródák azonos üzemi körülményeit a fejsziga azonos igénybevételi helyeire való hegesztéssel lehetett biztosítani.

Hegesztési varratok a csigaszárnyak homlokfelületén 150 mm szélességben, élszalagján az eredeti átmérőt kiegészítve és a csigaszárnyak hátsó felületén 30 mm szélességben készültek.

Üzemszerű igénybevétel után a fejszigán jelentkező kopás mértékét a külső átmérőn összehasonlító méréssel, homlokfelületén pedig szemrevételezéssel lehet megállapítani, és így az egyes elektródatípusokkal lehegesztett varratok kopásállóságát összehasonlíthatni.

A fejsziga felhegesztése szakaszosan a következő sorrend alapján történt :

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1. jelű ÉLKEFÉM | elektróda |
| 11. jelű PANTRI MCW 60 | elektróda |
| 2. jelű FOX LEDURIT 60 | elektróda |
| 22. jelű PANTHER CW 1 | elektróda |
| 3. jelű UTP 10 | elektróda |
| 33. jelű FLUXOFIL 58 | huzal elektróda |

Szakaszosságra a fejsziga nagymértékű felmelegedése miatt volt szükség. Ezért a fejsziga hőmérsékletét 350 °C-ban kellett maximálni, ha a hőmérséklet ezt az értéket elérte, a hegesztést beszüntették. Hegesztést csak a fejsziga 250 °C-ra való visszahűlése után lehetett folytatni, valamennyi elektródatípusnál egyenárammal és pozitív elektróda polaritással.

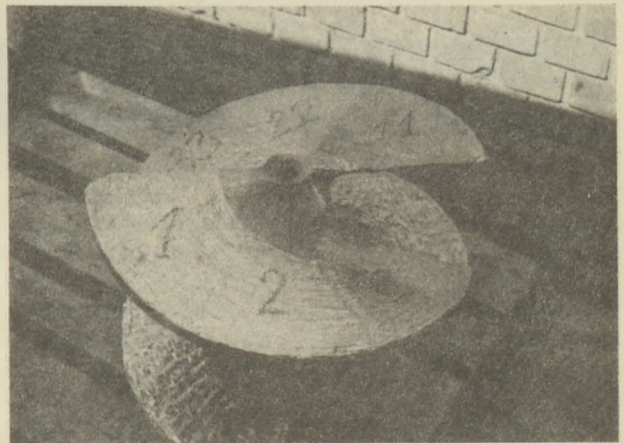
Hegesztés az elektródaátmérőknek megfelelő áramerősség alsó értékeivel történt, a minimális hőbevitel, valamint a lehető legkisebb alapanyaghányad elérése érdekében. Az előző tényezők a varratkeménységet befolyásolják. Mivel a fejsziga homlokfelületének felhegesztése egy rétegben történt, a katalógusokban közölt keménységértékektől a mért keménységértékek jelentősen eltérnek.

Teljes egészében felhegesztett fejsziga látható a 12. ábrán. Jól elkülönülnek a különböző típusú elektródákkal felrakott kopásálló rétegek.

4.3. Üzemi kísérlet a felhegesztett fejszigaival

A felhegesztett fejszigt 1985. június 26-án szerelték be Sopron I. Téglagyár MEV 28 Super tip. vákuumprésébe. A 656 órás üzemidő alatt 8 200 000 kmt egységnek megfelelő nyerstéglát sajtolt ki a téglaprés.

A fejsziga üzemelés után látható a 13. ábrán.



13 ábra. A fejsziga üzemelés után

A felhegesztett átmérő 550 mm-ről 545 mm-re kopott üzemeltetés alatt. Ezt a mértetet a kétszárnyú csigalevelek sugár irányú élszalagjának vonalában mértem. Ezen a helyen legnagyobb az igénybevétel. Az 1. jelű elektródával felrakott csigaszárny felület és élszalag sugár irányban megkopott, míg a szemben levő 11. jelű elektródával felrakott csigaszárny felületen és élszalagon nem volt látható és mérhető kopás.

A legnagyobb kopás a 22. jelű elektródával felrakott felületen és élszalagon következett be.

A többi elektródával felrakott felületrészek kopásának nagysága azonos volt az 1. jelű elektródával felrakott felületével, azonban a kisebb koptató igénybevétel miatt a kopásmértékük nagyobb.

4.4. Az üzemi kísérlet eredménye, elemzése

Az üzemi kísérlet bizonyította az ÉLKEFÉM elektróda — PANTRI MCW 60 elektródával történő helyettesítésére tett

elvi megfontolás helyességét. E két elektróda a fejsziga legnagyobb kopásnak kitett, azonos körülményeket biztosító felületére volt felhegesztve.

Anyagában jelentkező gazdasági eredmény

	PANTRI MCW 60	ÉLKE- FÉM	UTO 710	FOX LEDU- RIT 60
Elektróda ára Ft/kg	169,—	1073,50	330,—	350,—
Lehetséges megtakarítás PANTRI MCW 60 alk. esetén	—	904,50	161,—	181,—
Ár szorzó	1 ×	6,3 ×	1,9 ×	2,0 ×

Az elektróda felhasználás arányában az anyagból adódó eredmény növekszik.

Vállalati gyakorlat szerint az ÉLKEFÉM elektródával egy rétegben felrakott csigasorokat évente 4 alkalommal kellett feljavítani. PANTRI MCW 60 elektródát alkalmazva ez évi 3 alkalomra csökkenthető. Ezáltal megnő a kopó alkatrészek javíthatósági ideje, ezért csökkenthető ugyanezen tartalék alkatrészek beszerzési mennyisége, s ezzel költsége is.

Itt kell még szólni a téglagyártási technológia további kopó alkatrészeiről (pl. más típusú prések csigái és keverőlapátjai, kéttengelyű teknőskeverő lapátok), javításáról, amely a PANTRI MCW 60 elektróda olcsó ára miatt még gazdaságos.

IRODALOM

- Oldrich Firašek: A csigaprés technológiai funkciója. Bp. ÉTK. Tanulmány, 1983.
 C. O. Ples-Lausden: Formázás csigasajtóval. Bp. ÉTK. Tanulmány, 1975.
 Magyar Szabványügyi Hivatal: HEGESZTÉS I. és II. kötet. Bp. Szabványkiadó, 1984.
 Dr. Romvári—Dr. Béres: Javitó- és felrakó hegesztés. Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1984.
 PRODINFORM: A felrakóhegesztés gyakorlati példái „Témado-kumentáció” sorozat 1983/3. szám, Tempo Sokszorosító

Mecew, J.: Анализ износа шнековой цепи вакуумных прессов высокого давления и обновление элементов этой цепи

Meszes, László: Schneckeverschleissanalyse und Erneuerung der verschleisssten Schnecken bei den Hochdruckvaakumpresen.

Meszes, László: Wear of Pulley-Blocks of High-Pressure Vacuum Extruders and the Renewal of Used Pulleys

A világ szilikátiparából

Terjed a polietilénpalack használata

1976-ban kezdődött az USA-ban a PET (polietilén)-palackok térhódítása, egyes előjelzések szerint az üvegpalackok eltűnésével lehet számolni. Hollandiában 10%, Olaszországban 20% és Nagy-Britanniában 40% a PET-palackok hányada az összes palackfelhasználásból. Elsősorban étolajat, ecetet és ásványvizet csomagolnak beléjük. Előnyös tulajdonságuként az átlátszóságot, izzel szembeni semlegességüket, törésállóságukat és gázzárókéességüket említik. Állítólag a visszagyűjtésük is megoldott. (Verpackungs-Rundschau, 1986. 4. sz.)

Csökkenő vágási költségek az olasz márványbányászatban

Azok a kövágó láncfűrészek, melyeknél az új policrystalline gyémánt technológiát alkalmazzák, a vágás költségeit közel 65%-kal csökkentik a hagyományos spirális huzalú fűrész használatához képest.

Számos olasz márványbányában az új típusú láncfűrész a jellemző óránkénti 5,25 m²-nyi felületet USD 2,77/m² szerszámköltséggel állít elő. (Mining Journal, 1986. augusztus 29.)

Nemesfémek ásványok iparának fejlesztése Kínában

Kína 100 M Yuan-t (18,04 angol fontot) tervez beruházni az Ék-kínai Liaoning tartományban, a Haicheng magnezit bányánál egy új kezelő üzem építésére, mely 1988-tól évi 50 kt magas tisztaságú magnezitet termelne. Jelenleg a becsült termelés évi 10 kt alatt van. További három üzem építé-

se szerepel még a tervekben (kettő Haichengben és egy Dashi-chiaóban) összesen 110 kt kibocsátással. Kína több mint 1 mT alacsony és középminőségű magnezitet termel, és évi több mint 500 kt-t exportál.

Hivatalos kínai közlés szerint a 98% feletti tisztaságú magnezit iránt Japánban nagy a kereslet.

A jövőben Kínában a nemesfémek ásványoknak elsőbbséget kívánnak adni. Sajtóhírek szerint ezekre a területekre a beruházásokat megkétszerezik, s ez mintegy 500 M Yuan-t (90 M angol font) fog kitenni a folyó 5 éves terv ideje alatt.

A Haicheng-i talkum bányánál az USA-beli Pfizer-rel folytatnak tárgyalásokat arról, hogy egy évi 100 kt kapacitású flotáló üzemet állítanak fel, nagyon finom szemcsézetű talkum előállítására, melyet műanyagmázak készítésére használnak.

(Mining Journal, 1986. szeptember 5.)

Kína kőzetkészleteiről

A kínai Sheng tartománybeli Zhejiangban a bizonyított diatomit készletek az ország összkészletének több mint 65%-át teszik ki. A Sheng tartományban évi mintegy 40-50 kt diatomitot termelnek, melyet főként Sanghaiba és Ningbóba szállítanak.

Kína kőtermék kibocsátása az elmúlt évek folyamán jelentősen növekedett, márványból elérte az évi 200 000 m³-t. 1985-ben Kína márványlap termelése 1,5 M m², míg gránitlap termelése 50 000 m² volt. Az ország ipari kőbányászata nincs arányban az ipar feldolgozó kapacitásával, ahol a termelékenység alacsony. Az elkövetkező években Kína kőbányászatának magasabb szintre emelésére törekszik, különösen a gránitfélésegeknél.

(International Mining, 1986. július)

Az YTONG gázbeton előállítás, tulajdonságai és alkalmazása*

HUMS, DIETER

YTONG AG. Kutatási Központ, Schrobenhausen/Obb BRD

Bevezetés

A gázbeton sejtesített és autoklavolással szilárdított olyan építőanyag, amelyet gazdaságos előállítása, kis testsűrűsége, előnyös szilárdsági és hőtechnikai tulajdonságai, könnyű feldolgozhatósága folytán sokoldalúan és széles körben alkalmaznak elsősorban falazó- és szigetelőanyagként, de vasbetéttel ellátva tető-, földem- és falclemként is. Újabb alkalmazási területe a tűzvédelem. Granulátum formájában egyre nagyobb tömegben hasznosítják ad- és abszorpciós szerként, így például állati alomnak, olajfogónak, acélgyártási és vegyipari semlegesítőnek, füstgáz szűrőnek, ami a hulladékhasznosítás és a piacbővítés szempontjából is jelentős.

Az YTONG gázbetont Dr. Johan Axel Eriksson svéd építész fejlesztette ki azzal a szándékkal, hogy az épületfát kedvező tulajdonságú, nem éghető és nem korhadó építőanyaggal váltsa ki. Találmányát 1924-ben szabadalmaztatta. A gázbetont YTONG („Yxhult Betong”) néven 1929-ben kezdte gyártani Svédországban az egyébként kőzetek feldolgozására 1878-ban alapított Yxhults Stenhuggeri AB cég. Az YTONG AG központja 1983-ban települt Münchenbe és ugyanitt található a nemzetközi technikai és kereskedelmi tevékenység végzésére 1945-ben leányvállalatként alapult YTONG International GmbH székhelye is. Ma három földrész 14 országában mintegy 45 YTONG gázbetongyár működik és a legkülönfélébb éghajlati övezetekben újabbak létesítése van folyamatban. A gázbeton térhódítása — a majd mindenhol fellelhető nyersanyagoknak is köszönhetően — világszerte, előállításával több cég is foglalkozik. Az 1. ábrán a gázbetont gyártó országok láthatók, ezek szinte mindegyikében található YTONG gázbetongyár, némelyikben több is, így az NSZK-ban például 9.

A gázbeton tulajdonságait az egymással kölcsönhatásban álló nyersanyag minőség és gyártási technológia határozza meg, ez pedig a termék minőségre és az alkalmazhatóságra van hatással, ami végül is magán hordozza a technológiai rendszer sajátosságait. A következőkben célkitűzésünknek megfelelően az YTONG gázbeton gyártási és tulajdonságbeli sajátosságait, továbbá alkalmazási lehetőségeit tekintjük át, miközben a témakör általános ismerveinek taglalását sem kerülhetjük el.

Nyersanyagok

Mindennemű építőanyag-gyártási technológia kifejlesztése során olyan rugalmas eljárás kialakítására kell törekedni, amely a nyersanyagok különféle változatainak lehető leghatékonyabb felhasználását teszi lehetővé. A gázbetongyártásra nézve ez azt jelenti, hogy a technológiának lehetőleg a legkülönbözőbb kémiai összetételű és tulajdonságú homokok és pernyék, valamint a különféle cementek és/vagy meszek fogadására kell alkalmasnak lennie. Ez a pernyét illetően

* A SZTE és a SZIKKTI szervezésében Budapesten 1986. április 2-án rendezett YTONG ankéton elhangzott előadás.

azért is fontos, mert ez az általában olcsó hulladékanyag épp a szerkezeti építőanyagok, így például a gázbeton gyártásában hasznosítható a legésszerűbben.

Adalékanyag

Az YTONG technológia adalékanyagként elsősorban homokot használ. A homok megkövetelt SiO_2 tartalma általában 70 tömeg %, de ezt az értéket a kísérő ásványok mennyisége erősen befolyásolhatja. Gondot okozhat például a magas földpát- és csillám-, azaz alkálitartalom, bár ma már képesek vagyunk olyan homokokat is felhasználni, amelyek földpáttartalma 20–30 tömeg %. Az 1. és 2. táblázatokban olyan tipikus, különböző minőségű nyershomok minták kémiai és számított ásványi összetételét mutatjuk be, amelyek mindegyikéből megfelelő receptúra alkalmazásával optimális tulajdonságú gázbetont képesek az YTONG gyárak előállítani. A homokot olyan finomra kell őrölni, hogy a $90 \mu\text{m}$ lyukbőségű szitán a fennmaradó anyag mennyisége legfeljebb 20 tömeg % legyen. Az YTONG technológiában a száraz és nedves örlés lehetősége egyaránt adott, kiválasztása elsősorban a homok tulajdonságától és a gyár nagyságától függ. Ha a nyershomok szemnagysága kisebb, mint $500 \mu\text{m}$, akkor a keverőgépre nyershomokot is szoktunk adagolni. Az örlés teljes mellőzésétől az YTONG cég elzárkózik, mert az ily módon adódó minőségjellemzők általában nem kielégítőek.

A hulladékanyagok közül gázbeton adalékanyagként elsősorban a pernyék kerülnek felhasználásra. A pernye előnyös tulajdonsága, hogy olcsó, szemnagysága szinte kellőképpen finom, és alkalmazásával a környezetvédelemnek is szolgálatot teszünk. Kémiai, ásványtani és morfológiai tulajdonságaikban a pernyék igen különbözőek lehetnek, és gázbeton-gyártásra nem mindegyik típus használható kifogástalanul, például késztermék szilárdság elmaradás nélkül. A pernyék főképp falazóanyag előállítására alkalmasak. Követelmény, hogy SiO_2 tartalmuk legalább 45 tömeg % legyen. Több YTONG gyárban már évtizedek óta

1. táblázat

Nyershomok minták kémiai összetétele
[tömeg %]

Izzítási veszteség	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
0,23	96,7	1,60	0,27	0,10	0,04	0,93	0,10
7,07	75,0	5,58	2,50	5,00	3,17	1,04	0,60
2,23	90,9	2,67	0,79	1,34	0,65	1,02	0,40
0,38	93,8	2,60	0,48	0,39	0,07	1,08	0,42
4,20	86,1	1,97	0,58	5,40	0,10	0,66	0,32
4,92	77,6	5,71	0,86	6,54	0,45	1,89	1,12
0,38	95,4	2,18	0,57	0,15	0,07	0,99	0,25
0,50	90,6	4,97	0,32	0,23	0,10	2,52	0,79
0,47	93,3	3,14	0,73	0,41	0,14	1,27	0,55
0,47	98,0	0,81	0,24	0,27	0,03	0,13	0,02
0,11	99,2	0,36	0,06	0,05	0,01	0,17	0,03
0,26	95,3	2,54	0,21	0,08	0,03	1,38	0,20
0,84	92,9	4,27	0,35	0,11	0,14	1,35	0,07

Nyershomok minták számtott ásványi összetétele [tömeg %]

Káli-földpát	Nátrium-földpát	Összes földpát	Agyag-ásvány	Dolomit	Kalcit	Kvarc
5,5	0,8	6,3	1,1	0,2	0,1	92,0
6,1	5,1	11,2	8,8	14,5	1,2	61,8
6,0	3,4	9,4	2,3	3,0	0,8	83,7
6,4	3,6	9,9	1,9	0,3	0,5	86,9
3,9	2,7	6,6	1,8	0,5	9,4	81,1
11,2	9,5	20,6	4,6	2,1	10,6	61,2
5,8	2,1	8,0	1,8	0,3	0,1	89,3
14,9	6,7	21,6	2,4	0,5	0,2	75,1
7,5	4,7	12,2	2,2	0,6	0,4	83,9
0,8	0,2	0,9	1,6	0,1	0,4	96,7
1,0	0,3	1,3	0,3	0	0,1	98,3
8,2	1,7	9,8	1,8	0,1	0,1	87,9
8,0	0,6	8,6	6,8	0,6	0	83,8

3. táblázat

Különböző pernyék és összehasonlításul egy szokásos örölt homok kémiai összetétele [tömeg %]

Kémiai összetevők	Szokásos örölt homok	Barnaszén pernye	Feketeszen pernye	A széntartalom hatásának vizsgálatára kiizított	
				barnaszén	feketeszen
				pernye minták	
SiO ₂	75,4	51,3	37,3	45,8	44,4
Al ₂ O ₃	5,63	27,1	24,7	29,5	28,6
Fe ₂ O ₃	2,31	7,18	11,0	13,4	12,6
TiO ₂	0,39	6,44	0,84	0,99	0,95
K ₂ O	1,05	0,93	2,43	2,88	2,80
Na ₂ O	0,06	0,08	0,09	0,10	0,03
CaO	5,57	3,39	2,28	2,71	2,61
MgO	2,66	1,67	1,05	0,99	0,95
MnO ₂	0,07	0,12	0,07	0,07	0,07
P ₂ O ₅	0,04	0,35	0,52	0,64	0,61
PbO	0,01	0,01	0,05	0,04	0,05
BaO	0,01	0,14	0,21	0,18	0,18
SO ₃	0,08	0,10	0,80	—	—
Izzítási veszteség 1000 °C-on	6,66	1,01	17,8	1,01	4,94

dolgoznak a legkülönbözőbb pernyetípusokkal, ily módon alkalmazásukat illetően több éves tapasztalatok állnak rendelkezésre. A pernyék felhasználását mindig gondos vizsgálatok előzik meg, amelyek eredményére példa a kő- és barnaszénpernyék kémiai összetételének 3. táblázatbeli adata, amit egy szokásos örölt homokéval hasonlíthatunk össze. E pernyékkel az YTONG Kutatási Központban az utóbbi időben részletes alapkutatásokat végeztünk. A gázbetongyártáshoz használt pernyék általában száraztüzelésből származnak, de lehetnek olvasztókamrás tüzelésből eredő granulátumok is. Újabban arra is végeztünk kísérleteket, hogy a viszonylag nehéz pernyetípusok — mint amilyenek például a fluidágyas tüzelések pernyéi — milyen feltételek mellett használhatók gázbeton adalékanyagként.

Kötőanyag

Az YTONG technológia kötőanyagként örölt égetett meszet és cementet alkalmaz. E két komponens tömegaránya igen tág határok között, 5:1 és 1:3 tömegarány között változtatható, de rendkívüli esetben még ennél szélsőségesebb is lehet. Az eljárás tehát a kötőanyag kínálat és ár függvényében a leggazdaságosabb kötőanyag-adagolásra ad lehetőséget.

Az égetett mész — mint amelyiknek CaO tartalma több, mint 80 tömeg% — fehér mész kell legyen, és lényegében cementfinomságúra kell örölni. A mész akár enyhén, akár erősen égetett is lehet. A DIN 1060 Teil 1. (1986) és Teil 3. (1982) értelmezése szerint az örölt égetett építési fehér mész Dewar-edényben mért oltási hőmérséklete érje el a 60 °C-ot, és a 0,8-szoros oltási hőmérsékletéhez tartozó oltási időnek 1–15 perc között kell lennie. Ez az MSZ 108/2–72 felfogásában gyorsan és közepesen oltódó mésznek felel meg, miszerint az YTONG technológiában különböző reakcióképességű örölt égetett meszekkel lehet dolgozni.

A cement általában 35 N/mm², különleges esetben 45 N/mm² 28 napos minimális nyomószilárdságú portlandcement, de lehet kohósalak-portlandcement és kohósalakcement is, azaz olyan, amelyiknek kohósalak tartalma akár a 80 tömeg %-ot is eléri. Bizonyos gázbeton keverékekhez kiegészítő kötőanyagként gipszet vagy anhidritet adagolunk.

Gázképzőanyag

Gázképzőanyagként az YTONG technológia alumíniumportot használ, de nincs akadálya az alumíniumpaszta használatának sem. A gázbeton pórusait a Ca(OH)₂, a víz és az



1. ábra. Gázbetont gyártó országok

alumínium egymásra hatásából felszabaduló hidrogéngáz képezi. Az alumíniumpor minőségének meghatározó szerepe van, finomságának, szemalakjának, szemfelületének nagy mértékben kell a felhasznált többi nyersanyag és az előállítandó termék tulajdonságaihoz igazodnia.

YTONG gyártástechnológia

Az YTONG gázbetongyárak a piaci igényekhez igazodóan a legkülönbözőbb nagyságban és számos kivitelezési formában működnek. Éves kapacitásuk 50–1400 ezer m³ között válto-

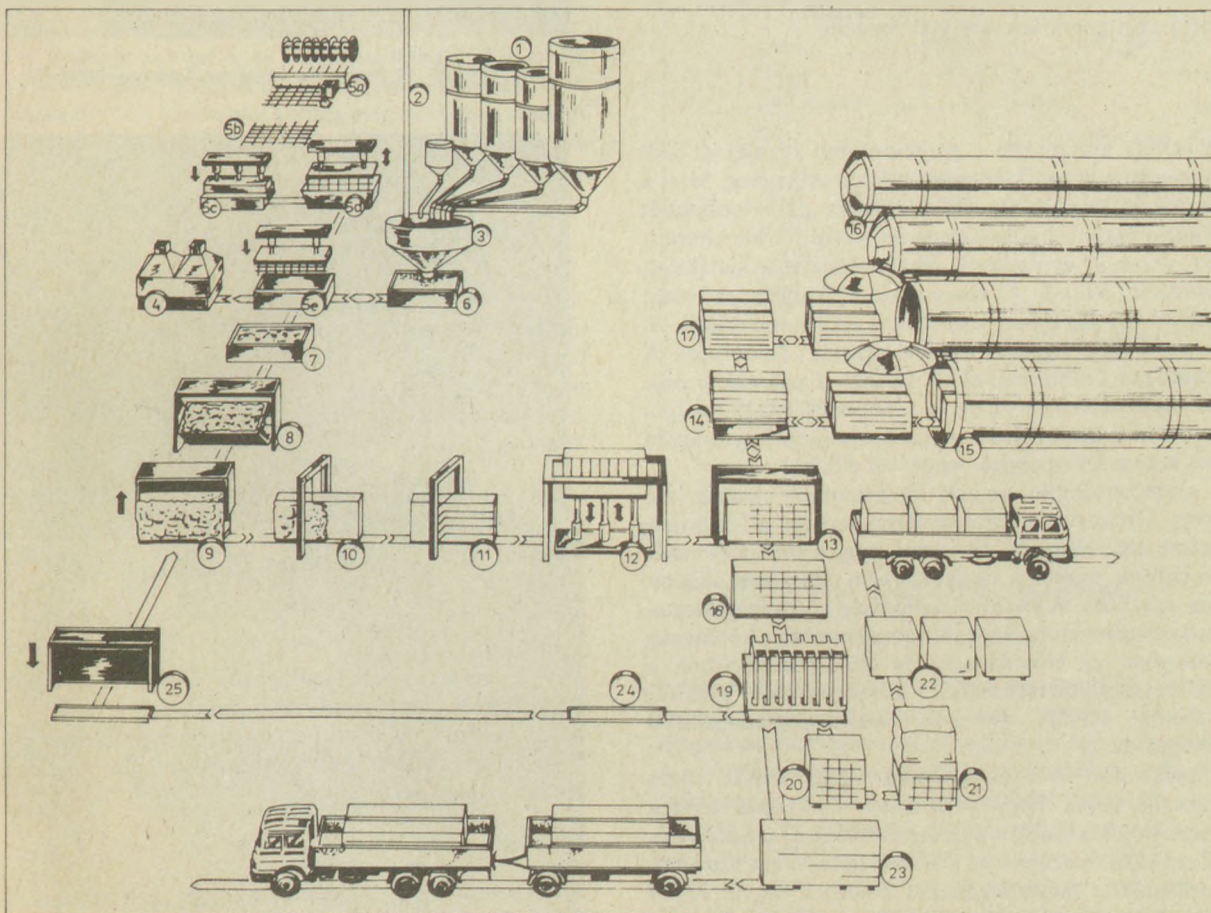
zik, a 200 és 1200 ezer m³ közöttiek tipizáltak. Mindegyikükre jellemző közös vonás, hogy valamennyi az YTONG technológia jellemző gyártásfolyamata alapján üzemel. A vasaltan és vasalt YTONG termékek — nyersanyagörlést követő — gyártásának folyamatábráját a 2. ábrán mutatjuk be, amelynek jelölései a következők:

1. Nyersanyag silók az őrölt kvarchomok vagy pernye, a mész, a cement, az alumíniumpor számára. 2. A víz bevezetése. 3. A gázbeton keverése. 4. Az öntőformák bealajozása.

Acélbetét-előkészítés a vasalt termékek gyártásához: 5a. Egyengetés és hegesztés. 5b. Acélháló szállítás. 5c. Hajlítás. 5d. Korrózióvédő bevonat felhordása. 5e. Az acélbetét behelyezése az öntőformába.

6. A nyerskeverék öntése. 7. A keverék kelesztése és pihentetése nyugvó helyzetben. 8. A gázbetontömbtel teli öntőforma átforgatása 90°-kal. 9. Az előszilárdított gázbetontömb kiszaluzása. 10. A gázbetontömb szélelése, szükség esetén felületi megmunkálása. 11. Vízszintes vágás. 12. Függőleges vágás. 13. A feldarabolt gázbetontömb autokláv-kocsisra szállítása. 14. A gázbetontömb autokláv-kocsira rakása. 15. Berakodás az autoklávba. 16. Autoklávolás. 17. az autokláv bontása. 18. Továbbítás a csomagoláshoz, illetve a késztermék elszállításához.

Blokkgyártás esetén: 19. A felvágott és megszilárdult gázbetontömb lazítása és leválasztása a formakocsiról. 20. Palettaképzés. 21. Csomagolás fóliába. 22. Tárolás és elszállítás.



2. ábra. Az YTONG gázbetongyártás folyamatábrája

Szerkezeti elemek gyártása esetén a felvágott és megszilárdult gázbetontömb lazítása és formakocsiról való leválasztása után: 23. Építési helyre szóló megrendelés szerinti célraktervezés azonnali elszállításához vagy főképp télen időszakos készenléti tároláshoz.

Öntőforma-kezelés: 24. A formakocsi visszaszállítása. 25. Az öntőforma összeszerelése.

Az YTONG gázbetongyártás fent leírt folyamatának néhány szakasza, így a kelesztés, a vágás, az autokláválás és a csomagolás részletesebb ismertetést érdemel.

Kelesztés

Mint már említettük, az YTONG gyártási folyamat különböző minőségű nyersanyagok, összetételek, kötőanyag-kombinációk alkalmazását teszi lehetővé. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy lehet dolgozni igen mérszűs összetételekkel és magas kelesztési hőmérsékletekkel, vagy mérszűs és cementdús változatokkal, melyekhez alacsony kelesztési hőmérséklet tartozik. E kötőanyag arányának és tartalomnak képezi függvényét a kelesztési és előszilárdítási pihentési idő, amely 30 perctől 3 óráig terjedhet. Sok esetben előnyös lehet igen rövid pihentési idővel, kis öntőformakészlettel és csekély számú várakozóhellyel dolgozni, ami mellett nagyobb kötőanyag mennyiséggel kell számolni. Más esetekben gazdaságosabb lehet többet beruházni az öntőformakészletre és a várakozóhely kiépítésre, hogy azután a kisebb kötőanyag igény folytán a termelés legyen olcsóbb. Az YTONG technológia e tekintetben igen rugalmas, sőt a megváltozott nyersanyag minőség követésére is képes, ezért alkalmazásával igen jó gazdasági mutatók érhetők el. A gazdaságosság érdekében e befolyásoló körülményeket a gyár létesítése előtt gondosan meg kell vizsgálni.

Vágás

Az YTONG technológia a gázbetontömb vágását az 1-3. fényképen bemutatott különleges módon oldja meg. Mint a fényképeken látható, az előszilárdított gázbetontömböt tartalmazó öntőformát hossz tengelye körül 90° -kal elfordítjuk (1. fénykép) és az egyik, tömbhordozónak kialakított hosszoldalára állítjuk. Az öntőformát a tömbhordozó oldal kivételével egy darabban leemeljük a gázbetontömből (2. fénykép), majd elvégezzük a tömb vágását (3. fénykép). A tömbhordozó öntőforma oldal egészen a palettaképzésig, illetve vasalt termékek esetén a késztermék elszállításáig a gázbetontömb alatt marad. A gázbetontömb hosszoldalra állítása három szempontból rendkívül előnyös:

— A gázbetontömböt az acél tömbhordozó oldallal való merev alátámasztás következtében csekély előszilárdság mellett lehet vágni. Ez azt jelenti, hogy a pihentetési idő rövidbebbek, mintha a vágást alá nem támasztott állapotban végeznénk. A kisebb előszilárdság kötőanyag-megtakarítást eredményez, ugyanis normál esetben a kötőanyag elsősorban az előszilárdság és csak másodsorban a végszilárdság biztosításához szükséges. Az YTONG gázbeton 20-25 tömeg % kötőanyag-adagolással állítható elő.

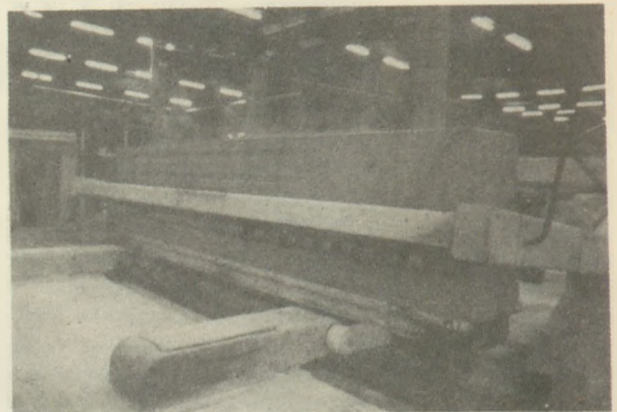
— A gázbetontömb a hosszoldalra állítás folytán olyan helyzetbe kerül, hogy valamennyi kivágandó termék keskeny oldala szabadon hozzáférhetővé és megmunkálhatóvá válik. A 3. ábrán az YTONG termékeket, közöttük a felületükön megmunkáltakat mutatjuk be. E vágási technológia tette lehetővé legutóbb a blokkvéglapokba bemart, ún. fogóagyáló kialakítását, amely a blokkok kézi



1. fénykép. A gázbetontömböt tartalmazó öntőforma hossz tengely körüli fordítása



2. fénykép. Az öntőforma leemelése a gázbetontömből



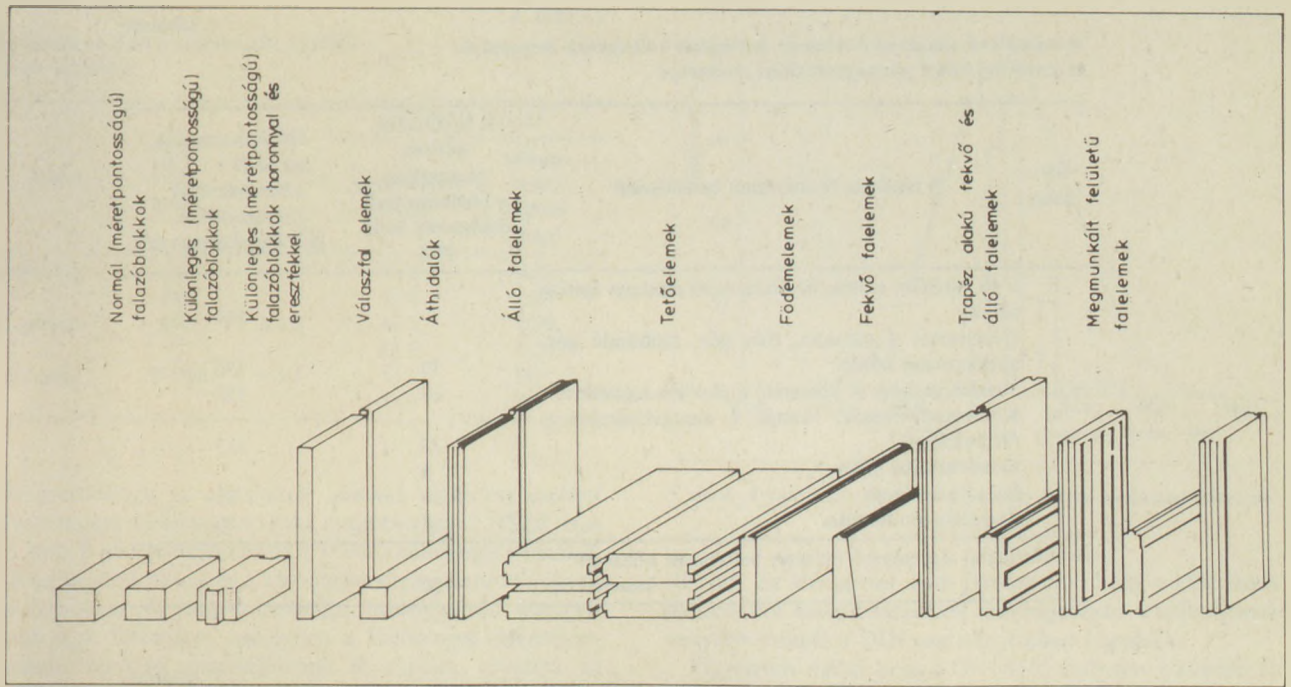
3. fénykép. A gázbetontömb vágása

emelését jelentősen megkönnyíti. A fogóagyalós blokkok az NSZK-ban nagy népszerűségnek örvendenek.

— A hosszoldalra állított gázbetontömböt rövid hűrokkal lehet vágni és ezért az YTONG gázbetontermékek méretpontossága nagy.

Autokláválás

Köztudott, hogy a gázbetonok mintegy egyharmaddal kevesebb gyártási energiát igényelnek, mint más építőanyagok, például a téglák, ami nem jelenti azt, hogy a gőzfelhasználás



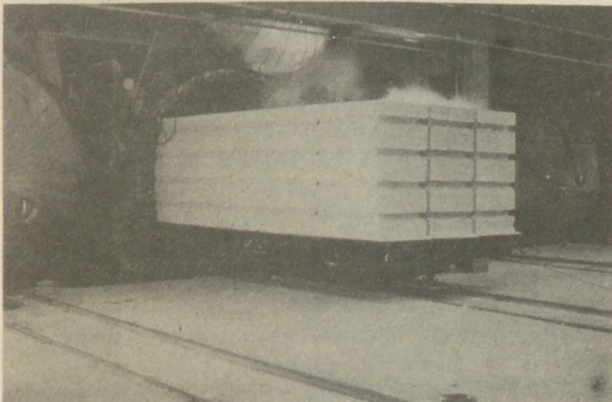
3. ábra. YTONG termékek

korlátozására szükségtelen lenne újabb és újabb erőfeszítéseket tenni. Az energia-megtakarításra az YTONG technológiában a legkülönbözőbb lehetőségek vannak, mert a légcseré és a gázbetontömb előmelegítés az autoklávokban fáradtgyözös öblítéssel, vagy a kazánban lévő vákuummal történik.

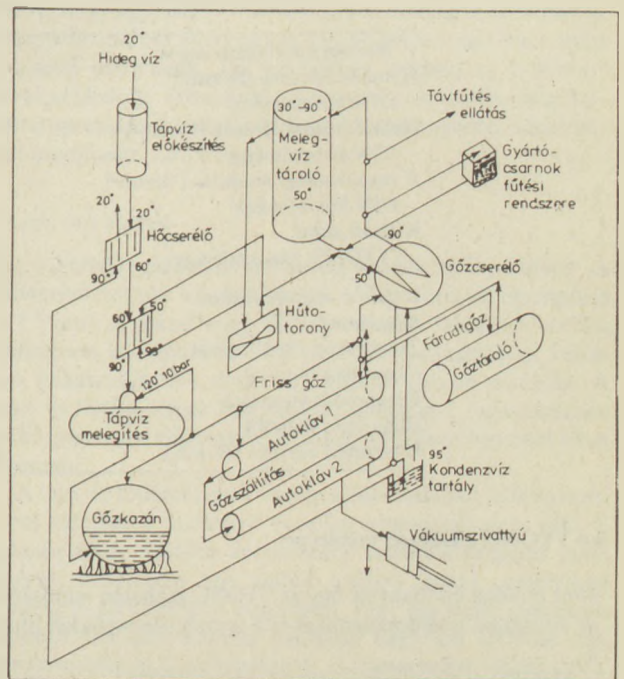
A 4. fényképen az autokláv kibontása látható. A 4. ábrán egy YTONG gyár hulladékhő visszanyerő rendszerét, a 4. táblázatban ennek beruházási költség megoszlását és az egyes berendezések üzemeltetésével fokról fokra csökkenő gőzfelhasználás mértékét mutatjuk be. A fáradtgyöz értékesítő rendszer megépíthető a gyárlétesítéssel egyidejűleg, vagy az építészekrényelv alapján utólagosan is.

Csomagolás

Az álló helyzetű gázbetontömb vágási rendszer következtében az YTONG gyárakban különleges lazító, formakocsiról leválasztó, palettázó és csomagoló automatagépekre van szükség. Az európai gyárakban a biztonságos szállítás, a nedvességtől való védelem érdekében a blokkok faraklapra



4. fénykép. Az autokláv kibontása



4. ábra. Hulladékhő visszanyerő rendszer

kerülnek és zsugorítókamencében műanyagfólia csomagolást kapnak. Más csomagolás, mint például egy egyszerű fémpántos átkötés természetesen éppen úgy megvalósítható. A nagyméretű és vasalt elemeket építési helyre szóló megrendelés szerint gyártjuk, építéshelyenként szükséges célrakatot képezünk, és lehetőleg tárolás nélkül az építési helyre szállítjuk. Előállhat azonban az az eset, hogy az elkészült szerkezeti elem célrakatot az építéshely még nem tudja fogadni, és ekkor a tárolóterén időszakos készenléti tárolásra van szükség. Erre elsősorban télen lehet számítani.

A hulladékhő visszanyerő rendszer beruházási költségének megoszlása és üzemeltetésének gőzmegtakarítási eredménye

Sor-szám	A rendszer N sorszámú berendezése	A beruházási költség megoszlása a hővisszanyerő rendszeren belül [%]	Gőzfelhasználás, ha az (1 + ... N) berendezések megépülnek [gőz kg/gázbeton m ³]
1.	6 db autokláv esetén, hővisszanyerő rendszer építése nélkül		160
2.	Gőzelosztás a vákuum, friss gőz, túláramló gőz, gőzkieresztés között	30	130
3.	Vezetékrendszer és hőcserélő a tápvízmelegítéshez	10	123
4.	Kondenzvízvezeték, vezeték a melegvíztárolóhoz, fűtőrendszer	22	115
5.	Kondenzációs hűtés	4	
6.	Fáradtgőz tároló	26	85
7.	Autokláv automatika	8	70
A hulladékhő visszanyerő rendszer beruházási költsége, összesen %		100	

5. táblázat

Az YTONG gázbeton anyagtani tulajdonságai

Anyagtani tulajdonságok	Testsűrűségi osztály alsó határértéke [kg/m ³]							
	200	300	400	500	600	700	800	1000
<i>1. Mechanikai tulajdonságok</i>								
Nyomószilárdság [N/mm ²]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5	7,5	9,0	12,0
DIN követelmény	—	—	2,5	3,5	5,0	5,0	7,5	—
Hajlító-húzószilárdság [N/mm ²]	—	0,3	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	2,0
DIN követelmény	—	—	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—
E rugalmassági modulus [N/mm ²]	—	—	1250	1750	2250	2500	3000	3500
DIN követelmény	—	—	1250	1750	—	2500	—	—
Kúszási szám (YTONG házi szabvány)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<i>2. Hő- és hidrotechnikai tulajdonságok</i>								
Zsugorodás vízzel telített állapotban [mm/m]	—	—	0,25	0,25	0,25	0,25	—	—
Zsugorodás légszáraz állapotban [mm/m]	—	—	0,10	0,10	0,10	0,10	—	—
Hővezetési tényező [W/mK]	0,06	0,07	0,12	0,16	0,18	0,20	0,25	—

Az YTONG gázbeton minősége

Mint minden építőanyag, úgy az YTONG gázbeton minősége is az anyagtani tulajdonságokkal és a termékjellemzőkkel írható le.

A gázbetonok anyagtani tulajdonságainak főbb csoportjai a mechanikai és a hő- és hidrotechnikai tulajdonságok, amelyek lényegében a testsűrűségnek képezik függvényét. Ezért az YTONG gázbetonok anyagtani tulajdonságait az 5. táblázatban testsűrűség szerinti csoportosításban mutatjuk be. Az 5. táblázatban a nyomószilárdságot, a hajlító-húzószilárdságot, az E rugalmassági moduluszt, a kúszási számot mint mechanikai tulajdonságot, valamint a vízzel telített és a légszáraz állapotú zsugorodást, a hővezetési tényezőt mint hő- és hidrotechnikai tulajdonságot tüntettük fel. A szilárdsági értékeket illetően látni, hogy az YTONG gázbeton biztonsággal felel meg a DIN szabvány szilárdsági követelményének. A 400–700 testsűrűségi osztályok a DIN 4223 és 4165 szabvány szerintiék, de ezeken túlmenően az YTONG eljárással olyan különlegesen könnyű és nehéz termékeket is elő lehet állítani,

amelyek ezekben a szabványokban még nem szerepelnek. A különlegesen könnyű termékek előállításánál az átforgatást illetően a gázbetontömb alátámasztott volta, a különlegesen nehéz termékek előállításánál a nagyon rövid vágóhúrok alkalmazása jelent előnyt. A hő- és hidrotechnikai tulajdonságokkal kapcsolatban utalni kell a kis zsugorodási értékekre és a nagyon kedvező hővezetési tényezőkre.

A termékjellemzőkről, mint az alakról, a kialakításról, a méretpontosságról szólva figyelemre méltó, hogy a gázbetontömb átforgatásnak köszönhetően a simára vágott felületű és még nedves állapotú falazóanyagok és vasalt termékek keskeny oldalaiiba a legkülönbözőbb formájú és mélységű horony- és eresztékprofilok, habarcstáskák, kiöntési hornyok, fogómélyedések marhatók. Az YTONG termékek falazóanyag választékának kisebb része normál (± 3 mm méretpontosságú) blokként, nagyobb része különleges (6. táblázat szerinti méretpontosságú) blokként kerül eladásra. Ezeket a különleges blokkokat 1 mm-es vékonyágyazatos fugával rakják falazatba, miáltal közel fugamentes, hőhíd nélküli falszerkezet alakítható ki. Ennek a termékek nagy

A különleges (méretpontosságú) blokkok mérete és tűrése

Méret	Előírt érték [mm]	Szabványos tűrés [mm]	YTONG termék	
			szilárdsági osztály	átlagos mért eltérés [mm]
Hosszúság	624	$\pm 1,5$	G 2	0,3
	499		G 4	0,5
Magasság	249	$\pm 1,0$	G 2	0,20
			G 4	0,25
Vastagság	50–365	$\pm 1,5$	G 2	0,3
			G 4	0,5

méretpontossága az előfeltétele, aminek szabvány szerinti követelménye a különleges blokk magasságára az NSZK-ban ± 1 mm. E követelménynek az YTONG különleges termékek a rövid vágóhúrokra és a különleges vágási technológiának köszönhetően jól megfelelnek. Ezt bizonyítandó szerepeltetjük a 6. táblázatot, amelyben a különleges (méretpontosságú) blokkok méretelőírását és tűrését, továbbá az YTONG termékeken mért ennél kisebb átlagos méreteltéréseket adtuk meg. Az 5. ábrán a különleges (méretpontosságú) blokk magasság méretének tipikus gyakoriság hisztogramját és görbéjét mutatjuk be. Ha a matematikai statisztikai elveknek megfelelően feltételezzük, hogy az esetek 97%-ában kisebb a méreteltérés, mint a mért magassági eltérések átlagának háromszorosa, akkor belátható, hogy a magassági mérettűrés 1 mm-es követelménye minden nehézség nélkül betartható.

A szerkezeti elemek teherbírása ugyancsak termékjellemző paraméter. Terhelhetőségük szélső esetben 800 kg/m^2 is lehet. Legnagyobb feszítávuk 6 m.

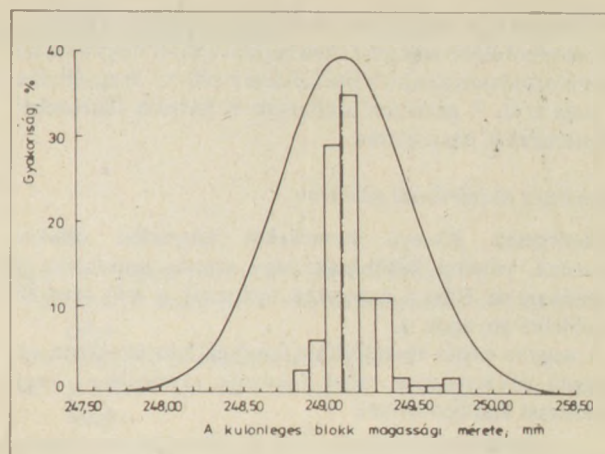
Az YTONG termékek alkalmazása

Falazóanyag

A falazóanyagok különböző blokkokként, válaszfal elemekként, álló, fekvő, megmunkált felületű falelemekként kerülnek forgalmazásra (3. ábra).

Fontos, hogy a különleges (méretpontosságú) blokkokból az azonos testsűrűség és nyomószilárdság ellenére építéstechnikailag és épületfizikailag jobb falszerkezetek építhetők, mint a normál (méretpontosságú) blokkokból, amely utóbbiakat általában 10 mm vastag normál falazóhabarcsba, esetleg könnyűadalék-anyagos hőszigetelő habarcsba rakják. Amíg a normál blokkokból normál habarcsba rakott falazat hővezetési tényezője a testsűrűségtől függően $0,22/0,29 \text{ W/mK}$ között, addig ugyanez a termékjellemző a különleges blokkokból ragasztva rakott falazat esetén $0,15-0,27 \text{ W/mK}$ között változik, de vele újabban már $0,12 \text{ W/mK}$ értéket is elérünk.

A különleges blokkokból épült falszerkezet további előnye, hogy az nagyobb szilárdságú, mint a normál blokkokból épülteké. A falszerkezet-vizsgálatok nagy számából ismertes, hogy a falazó idom és a falszerkezet nyomószilárdságának hányadosa égetett agyagtégla esetén legfeljebb 0,5. Normál gázbeton blokkokkal $0,6-0,7$ értékű, míg különleges blokkokkal a teljes felületű vékonygyazatos habarcsragasztásnak köszönhetően már $0,8-0,9$ értékű hányados érhető el anyagtani és blokk nyomószilárdságuk azonosságá-



5. ábra. A különleges (méretpontosságú) blokk magasság méretének gyakorisága

ellenére. Ez idő szerint azon fáradozunk, hogy a különleges blokkokból készült falazatok megengedhető feszültségének nagyobb értékét a DIN szabványokban rögzítsük.

Figyelemre méltó, hogy a DIN 4165 szabvány a közepes és nagyszilárdságú különleges blokkok nagyobb méretű típusai nyomószilárdságának kiszámításához 1,0-nél nagyobb értékű szorzó alaktényező alkalmazását engedi meg. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon falszerkezeti feszültségek hordásához a nagyobb méretű blokkoknak kisebb szilárdsága lehet, mint a kisebb méretűnek. Így ez esetben például az 5 N/mm^2 blokkzilárdsági követelményt a mért nyomószilárdság 1,2-szeres szorzatával kell elérni. E blokk megengedett falszerkezeti feszültsége $1,0 \text{ N/mm}^2$.

Szerkezeti elemek

Az YTONG gázbeton szerkezeti elemek tető-, fődém- és falszerkezetekben alkalmazhatók. Mérettűrésük egységesen $\pm 1,5$ mm. A fekvő vagy álló elrendezésű falelemek mellett különösen lakóépületek tételhatároló szerkezeteként kerülnek felhasználásra a vasalt és a vasalás nélküli faltáblák. A tető- és fődémelemek beépítésével, kiegészítő fugavasalások és körgerendák elhelyezésével tálcás tartószerkezeteket lehet létesíteni.

A tető- és fődémelemek vasszerelése általában felül nyitott, ezzel szemben a falelemek vasalása szimmetrikus és zárt. E szimmetrikus vasalás készítésekor háromféleképpen lehet eljárni: készíthető egy felfelé nyitott kosár, amelybe kiegészítő sikhálót kell hegeszteni, vagy egy kellő szélességű hálóból kell zárt kosarat hajlítani, vagy két sikhálót kell gerincvasalással összehegeszteni. A vasszerelést védeni kell a korróziótól. Kétrétegű korrózióvédelemként cementből, latexből és bitumenből készített keveréket alkalmazunk. Ezt a korrózióvédő szert évtizedek óta használjuk, minősége ellen kifogás nem merült fel.

Tűzvédelmi anyag

A vasalt és vasalatlan gázbeton alkalmazása tűzvédelmi anyagként viszonylag új, az iránta megnyilvánuló érdeklődés jelentős. Az elmúlt években nagy mennyiségű gázbeton termék került eladásra tűzvédelmi ajtók készítéséhez. Ennek egyik oka az eddig használt egyéb anyagoknál sokkal olcsóbb beszerzési lehetősége. A kereslet másik oka, hogy a gázbeton kiváló tűzvédelmi tulajdonságokkal rendelkezik, aminek háttérben egyrészt a kis hővezetőképesség, másrészt a

kémiaileg és fizikailag kötött víz áll, amit tűz esetén a hőnek a gázbetonból előbb teljesen ki kell hajtani ahhoz, hogy a tűzzel ellentétes oldalon az ajtó hőmérséklete a 100 °C-ot egyáltalán el tudja érni. A gázbeton acéltartók és kábelek tűzvédelmi szigetelésére is használatos.

Különleges testsűrűségű gázbeton

Különlegesen könnyű termékeket szigetelési célokra gyártunk, például hűtőházak vagy szervesiszap-tartályok építéséhez, de ebbe a csoportba tartoznak a már tárgyalt tűzvédelmi anyagok is.

A nagyon nehéz termékek az építőiparban általában ott találunk alkalmazásra, ahol fokozott zajvédelmet, vagy teherbírást kell biztosítani.

Ad- és abszorpciós granulátum

A gázbetongyártás vágási hulladékának egy része megszilárdult gázbeton törmelék, amelyből aprítással, osztályozással, esetleg szárítással ad- és abszorpciós anyag készül. E termék az NSZK-ban nagy mennyiségben kerül eladásra többféle célra, például állati alomként, olajfogó anyagként, acélgyártásnál öntvényiszigetelés céljára és legújabbán füstgázsűrítő anyagként. Legnagyobb piaca a szagmegkötés fokozására szárítás után savakkal kezelt macskaalomnak van, amelyből tavaly az YTONG AG 20 000 tonnát forgalmazott. Füstgázsűrítésre a gázbeton granulátum azért alkalmas, mert segítségével az olyan környezetre káros anyagok, mint a kén-dioxid, kén-trioxid, hidrogén-fluorid, sósav a füstgázból gyakorlatilag maradéktalanul eltávolíthatók.

Hums, D.: Az YTONG gázbeton előállítás, tulajdonságai és alkalmazása

A gázbetont gazdaságossága és kedvező műszaki tulajdonságai teszik keresett falazó-, hőszigetelő- és szerkezeti anyaggá. Gyártástechnológiáját úgy kell kialakítani, hogy minősége a különböző tulajdonságú adalékanyagok, kötőanyagok és gázképzőanyagok alkalmazása mellett is kifogástalan legyen. A gázbetontömb kelesztése, vágása, autoklávólása és a késztermék csomagolása az YTONG technológiában speciális módon történik. A termék minőségét a gázbeton anyagtani tulajdonságai és a termékjellemzők határozzák meg. Az YTONG termékek falazóanyagként, szerkezeti elemként, tűzvédelmi anyagként, ad- és abszorpciós granulátumként kerülnek felhasználásra.

Hums, D.: Производство, свойства и применение ячеистого бетона «ИТОНГ»

Экономичность и благоприятные свойства ячеистого бетона делают его популярным стеновым-, теплоизоляционным и конструкционным материалом. Технология производства ячеистого бетона должна быть организована таким образом, чтобы его качество оставалось безукоризненным также и в случае применения различных по свойствам дебавок, вяжущих веществ и газообразователей. Сооревание, резание, автоклавная обработка и упаковка готовой продукции в технологии «ИТОНГ» осуществляется специальным образом. Качество продукции определяется материальными свойствами ячеистого бетона и характеристиками продукции. Продукция «ИТОНГ» используется в качестве стенового материала, конструктивных элементов, огнозащитного материала, ад- и абсорбционного гранулата.

Hums, D.: Die Herstellung, Eigenschaften, und Anwendung des YTONG-Gasbetons.

Das Gasbeton ist wegen seiner Wirtschaftlichkeit, seiner günstigen technischen Eigenschaften ein gesuchter Mauer-, wärmeämmender- und Konstruktions-Baustoff geworden. Die Herstellungstechnologie des Gasbetons muss so ausgestattet werden, dass die Qualität dessen bei der Anwendung verschiedener Zuschlagstoffe, Bindemitteln und Gasbildender Stoffe einwandfrei sei. Das Quellen, Besnitten, Autoklavieren und die Produktverpackung der Gasbetonblöcke geschieht speziell nach der YTONG-Technologie. Die Qualität des Produktes wird durch die Materialeigenschaften des Gasbetons bestimmt. Die YTONG-Produkte werden als Mauerstoffe, Konstruktionselemente, Feuerschutzstoffe, Ad- und Absorptionsgranulate verwendet.

Hums, D.: Cellular Concrete "YTONG"—Manufacture, Properties and Application

Cellular concrete can be advantageously applied as walling, insulation and structural material, due to its economic and technical properties. Manufacturing technology must be adjusted to give an adequate product even if the properties of binders, additives or gas forming agents are changing. Expansion, cutting, autoclaving and the packaging of the product are made in a special way. Quality depend on the structure and texture of the product. Ytong can be also well applied as a granulate, having good adsorption and absorption characteristics.

Központi támogatási igényű, aktuális kutatási célpontok az építőanyag-iparban

KUNVARI ÁRPAD

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A központi támogatási igényű kutatási célpontok meghatározásához célszerű két oldalról közelítenünk. Egyfelől figyelemmel kell lennünk az irányítási rendszerünk változásainak formálódására, elsősorban arra a törekvésre, hogy a központi, állami irányítás egyre inkább makró szemléletű és funkcionális jellegű irányítási modellt akar érvényre juttatni, és ezáltal az ágazati irányításnak a központi, kormányzati célok, prioritások közvetítésére kell koncentrálnia. Másfelől nem mehetünk el amellett sem, hogy a gazdálkodás modellje — legalábbis az építőanyag-iparban — nem úgy működik, ahogy ezt az irányítási változások feltételeznék. Az építőanyag-ipari vállalatok különböző folyamatok és körülmények összecsése következtében (az építőanyag-kereslet konjunkturális mélypontjának összecsése a nagyfokú elvonással, az önfinanszírozást nem biztosító árképzéssel, a szervezeti változásokkal, a magas beruházási árszínvonallal és a nagy beruházási terhekkel stb.) olyan helyzetbe kerültek, amely eltereli a figyelmüket a műszaki fejlesztés perspektivikus feladatairól, sőt sokszor még a pillanatnyi műszaki fejlesztési lehetőségeik kihasználásához is figyelemmel kísérő, támogató irányítás szükséges.

Megpróbáltunk e kétoldali közelítés megfelelő súlyozásához egy kritériumrendszer kialakítani és ennek figyelembevételével meghatározni a központi támogatási igényű aktuális ágazati kutatási célpontokat.

1. Az ágazati szintűség kategóriái

Ha az aktuális kutatásokat a gyakorlatban szerepet játszó csoportosítások szerint vizsgáljuk, akkor a főbb csoportképző ismérvek:

- a hatókör
- a jelleg
- a hazai vagy a külföldi forrás
- a vonatkozási időszak és fázis
- a döntési hatáskör

E cikkben nincs módunk a csoportok belső tartalmának részletes kibontására, csak az ide vonatkozó végkövetkeztéseinket közöljük. Eszerint ha az egyes előbbi csoportképző ismérveken belül azokat a kategóriákat emeljük ki, amelyek a központi támogatási igényt és annak fokozatait juttatják kifejezésre, akkor az egyes csoportokon belül az ágazati szintűséget behatároló fokozatok a következők:

a *hatókört* mint az integráló és koordináló jellegű központi irányítási igény támasztását illetően, a fokozatok:

A/1 ágazatközi

A/2 ágazati

A/3 szakágazati és egyéb vállalatcsoporti koordinálási igényű kutatási célok;

a kutatás *jellegét* illetően a fokozatok:

B/1 alap kutatás

B/2 vállalati szintet meghaladó koncepcionális vizsgálat

B/3 átlagos nagyobb — vállalati szintet meghaladó — elméleti igényű kutatási célok;

a *hazai és külföldi forrást* illetően a fokozatok:

C/1 licence, know-how vétellel kapcsolatos adaptációs célok

C/2 visszerthes vállalati kutatási célok

C/3 kedvező hitelfinanszírozással támogatott kutatási célok;

a *vonatkozási időszakot és fázist* illetően a fokozatok:

D/1 a jövőbeni lehetőség kihasználását biztosító KMFA kutatási eredmények bevezetése

D/2 a jövőbeni innovációs lehetőségek kutatási feladatai

D/3 az eredményesen befejezett KMFA kutatások hasznosításának figyelemmel kísérése;

a *döntési hatáskört* illetően a fokozatok:

E/1 hatósági, szabályozási igényekkel kapcsolatos kutatások

E/2 a KGST államközi kötelezettséggel kapcsolatos kutatások

E/3 a konjunkturálisan és/vagy a szabályozásból adódóan kedvezőtlen vállalati hozzáállású, központi prioritást érintő kutatások

Ha a fenti behatároló besorolási kategóriarendszer fokozatsorozatjait egymással összevetjük, akkor — legalábbis az irányultságot illetően — nagy átfedés van a hatókör (A) és a hatáskör (E) csoportok között, valamint a jelleg (B) és a vonatkozási időszak és fázis (D) között, anélkül azonban, hogy azok az egyik, vagy a másik fokozatot helyettesítenék, illetve szükségtelenné tennék. Az azonos irányultság csak azt jelzi, hogy nem törekedtünk a besorolásnál, a kiemelésnél egymást kizáró fokozatképzésre, hanem lehetőséget akartunk találni az *egymást erősítő tényezők kiemelésére is*. Ezért ágazati szinten azok a célok a legfontosabbak, amelyek minél több (maximum 5) kiemelésben részesülhetnek, mégpedig minél kisebb számérték mellett. Figyelembe véve azonban azt, hogy a különböző ismérvek szerinti besorolás differenciálást is jelent, eltérő struktúrát is kifejezésre juttat, ezért a gyakorlatban ritkán fordulhat elő, hogy az adott cél mindegyik csoportképzésben helyezést ér el, mégpedig alacsony számértékkel.

2. A csökkenő, illetve szerény ágazati KMFA¹ finanszírozási lehetőség és a hatékony felhasználás követelménye

Ha az építőanyag-ipar aktuális műszaki fejlesztési céljaihoz kapcsolódó kutatási feladatok közül csak azokat a témákat emeljük ki, amelyek az előbbi kategóriákba besorolhatók, akkor is arra juthatunk, hogy az ágazati kutatási célpontok messze meghaladják az ágazati központi műszaki fejlesztési alap (KMFA) finansziális lehetőségeit, vagyis ezen belül is sorolnunk kell. *A kérdés tehát az, hogyan tudunk egy szűkreszabott KMFA lehetőségből az ágazati fejlődés jövője szempontjából a legnagyobb hatásfokkal kutatásokat finanszírozni.*

¹ KMFA = Központi Műszaki Fejlesztési Alap

A soroláshoz *először* is azzal kell tisztában lennünk, hogy az aktuális központi támogatásra számító célokak a megvalósításig terjedő támogatási igénye — még jelentős vállalati erőforrás igénybevétele esetén is — nemcsak sokszorosan meghaladja a KMFA finanszírozási lehetőségeket, hanem megfelelő előkészítés hiányában, többször várhatóan el fog maradni az ígért hatékonyságtól, sőt sokszor a hasznosulástól is. Ennek leginkább az az oka, hogy megfelelő felkészülés, elméleti és koncepcionális végiggondolás nélkül nemcsak az eredményességi célkitűzés kétséges, hanem egyáltalában a megvalósíthatóság sem lehet általában megnyugtatóan tisztázott.

A VI. ötéves KMFA kutatási eredmények elemzése alapján egyértelműen levonható az a következtetés, hogy először kisebb ráfordítások keretében végzett elvi és koncepcionális vizsgálati kutatások keretében kell és lehet tisztázni a racionális megvalósíthatóságot és az eredményesség realitását és csak ezt követően — pozitív minősítés esetén és után — szabad hozzákezdeni egy-egy nagyobb ráfordítással járó, realizálási terjedő műszaki fejlesztéshez. Az első fázisú kisebb ráfordítású kutatások a témák széles körére terjedhetnek ki, és a megfelelő előkészítettség után — szűkebb körben szabad és lehet koncentráltan ráfordításokat eszközölni, vagyis a KMFA-ból támogatott kutatásoknál legalábbis *kétfázisú kutatási-fejlesztési gyakorlatot* kell alkalmazni.

Másodszor azt is mérlegelnünk kell, hogy az így elkülönülő első fázis nemcsak *koncepcionális vizsgálati „rostát” képez*, hanem hozzájárulhat az elméleti alapozáshoz is. Ha külön-külön nem is, de az egymás után következő és kapcsolódó számos ilyen — intézményi keretekben folyó — kutatás-vizsgálat ugyanis együttesen másodlagos „termékként” bizonyos elméleti alapozást is lehetővé tesz. Ezt a másodlagos eredményt főleg azért kell kiemelni, mert ez az elméleti megalapozás egyértelműen a jövőre vonatkozó felkészülést jelent, sőt éppen a legérzékenyebb területen, a tudományos ismeretekben jelent — a gyakorlatban mutatkozó problémák szélességében — céltudatos felkészülést.

Hasonló értelmű elvi megalapozást segítenek a *külföldi eredmények adaptálásának munkálatai* is, mégpedig első lépésben: a megfelelő megoldás kiválasztása, második lépésben: az átvételre való felkészülés kapcsán. Ezen keresztül megint csak olyan korszerű ismeretekhez juthatunk egy-egy konkrét területen, amelyek összességükben az általános és a jövőre vonatkozó felkészültségünknek is serkentője, sőt forrása is lehet.

Harmadszor arra is gondolnunk kell, hogy a jövőre való felkészülésben döntő szerepet képező korszerű ismeretfelhalmozáshoz ezek a másodlagos források önmagukban még nem elegendők. Elengedhetetlen a *céltudatos tudomány-szintű alapozás is, ennek művelését célzó aktuális szintetizáló kutatások is*. Hozzá kell tenni, hogy ezek sokszor olyan jelentős ráfordításokat igényelnek, amelyeket az OTKA²-ből kellene, lehetne fedezni. Mindazonáltal a témák egy részének még a leszűkített jelenlegi minisztériumi KMFA keretekben is fedezetet kellene találni.

Negyedszer a kutatási struktúrát és prioritásokat illetően feltétlenül mérlegelni kell azt is, hogy kevés KMFA-nál ágazati szinten, szükségképpen az első fázisú kutatásokra kell koncentrálni. Ezzel összefüggésben a finanszírozásnál *szükségképpen az ágazati szintű közreműködést igényelő, széles spektrumú témakörben inkább érzékenyen kapcsolódni kész és képes szakági kutató-fejlesztő intézményre lehet célszerűen támaszkodni*. Ez ugyan többnyire nem ígéri a bevezetést, de

felfedi az aktuális témák bevezetéséhez szükséges feltételeket, lehetővé teszi a vállalatok számára a célok alaposabb mérlegelését, és az elért eredményektől függő választást és koncentráltást. Jelenlegi szerény nagyságrendnél a témák többségénél a minisztériumi KMFA finanszírozás aligha vállalhat többet. Ennek nem mond ellent, hogy ezen az általános korlátozottságon belül, az intézeti kutatásoknál is — és nemcsak a nagyobb ráfordítással, illetve eleve a bevezetési jelleggel adott megbízásoknál — a minél nagyobb gyakorlati hasznosításra való törekvésnek kell érvényesülnie, vagyis közvetlen szolgáltniok kell a műszaki fejlesztési prioritásokat.

Ennek megfelelően, *ötödször* valamennyi alkalmazott és fejlesztési kutatást egyben egy olyan optimalizálási tevékenységnek kell felfogni, mely egyfelől a terméktulajdonságok javítására, másfelől a termékek előállításához szükséges erőforrások minimalizálására, kiváltására irányul. A *kérdés mindig az, hogyan lehet a felhasznált nyersanyagok, az alkalmazott technológiák, a létrejött termékek tulajdonságai között olyan optimumot kialakítani, amelynek révén a termékek színvonala nő, a kihozatal javul, a folyamat egyszerűsödik, lehetővé válik bizonyos nyersanyagok és technológiák alkalmazása*. Ennek fő eszköze a nyersanyagok, technológiai eljárások során jelentkező anyagváltozások és a terméktulajdonságok közötti összefüggések megismerése és a technológiában való érvényesítése.

3. Aktuális kutatási célpontok a VII. ötéves tervidőszakban

Az 1. és 2. pontban leírtakból kiindulva próbáljuk a KMFA kutatások prioritásait is meghatározni.

Mindenekelőtt azokat a hatékonyságjavító *technológiafejlesztési* kutatási célokat kell kiemelni, amelyek a jelenlegi gazdasági feltételek kapcsán jelentenek prioritást. Ugyanis attól függően, hogy ezeket a „nyersanyag-technológia-terméktulajdonság” összefüggéseket milyen céllal vizsgáljuk és érvényesítjük, vagyis mi a *kutatás „támadáspontja”*, a hatékonyságjavító technológiafejlesztés irányulhat:

- termékkorszerűsítésre, minőségjavításra,
 - hulladékok, melléktermékek hasznosítására,
 - a fajlagos energia, anyagfelhasználás csökkentésére,
 - a kihozatali mutatók javítására, a fajlagos munkai igény csökkentésére,
 - az elektronizálás fokozására, az előbbi célok érdekében, vagyis a technológia-fejlesztési célok átfogják a legfőbb hasznosítási területek szerinti kiemeléseket. Ezek a legfőbb hasznosítási célok tehát végül is technológia-fejlesztési feladatokat jelentenek. Ez egyben igazolja azt is, hogy mennyire indokolt volt az ÉVM-2. célprogramot „Az építőanyag-ipari technológiák fejlesztése” témakörre irányítani.
- Az 1. és 2. pontban részletezett kutatási behatárolások azonban *túlmutatnak az így értelmezett technológia-fejlesztési feladatokon*, mégpedig elsősorban a következők szerint:
- Napirendre került olyan új termékek bevezetése is, amelyek mind a terméket, mind a technológiát, mind az alkalmazott nyersanyagot illetően újak számít. Többnyire külföldi megoldások átvételéről van szó, de az előzetes felkészülési, ismeretszerzési kutatásokat ezek sem nélkülözhetik.
 - Gyere sürgetőbbek a termékek, nyersanyagok, félkésztermékek tulajdonságait tudományosan minősítő, vizsgáló módszerekre vonatkozó kutatások, különösen a minőségjavítási műszaki fejlesztési prioritás kapcsán.

² OTKA = Országos Tudományos Kutatási Alap

— A komplex számítógépes folyamatirányítás (de a kapcsolatos operatív termelésirányítás is) már nem rendelhető a technológia-fejlesztés eseti „támadáspontjai” alá (pl. az égetési energiafelhasználás csökkentésének), hanem éppen fordított alárendeltség jelentkezik. A technológiai folyamatok és összefüggések olyan mélységű megismerésére és összekapcsolására, azonos szintre hozására van szükség, amely a mindenkor komplex, optimális üzemenetre is kiterjed. Ez feltételezi a komplex folyamatokra vonatkozó tudományosan megalapozott minősítő, vizsgáló módszerek kidolgozását és megfelelő érzékelőkkel való ellátását is, éppen úgy, mint a nagy szemleli felkészültséget igénylő kapcsolatos speciális szoftverek kidolgozását. A komplex folyamatirányítás egy új minőséget és egy új kutatási hozzáállást kíván a kutatás valamennyi résztvevőjétől és koncentrált erőfeszítéseket, koncentrált szakmai bázisokat igényel a hatékony megoldások kidolgozásához.

— Ugyancsak jelentős szuperpozíciót jelentenek a környezet- és egészségvédelmi kutatások, jelentőségük nő az előírások szigorodásával.

— A minisztériumi irányítás kulcskérdését képezi az ágazati fejlődés koncepcionális vizsgálata, megalapozása, ezen belül a KMFA célok realizálásának helyzete, a jövő fejlődésére való felkészülés kutatási feladatai, prognózisok és elemzések.

— Végül, de nem utolsó sorban, a technológia-fejlesztésen túlmutató jelentőségű kutatási terület a szilikátipari elméleti kutatások köre. Ezek hivatottak szintetizálni azokat az elméleti részeredményeket, amelyek a különböző kutatásokban melléktermékként teremtődtek.

A fentiek alapján a központi támogatási igényű aktuális célpontok a belátható 4-5 éves időszakban a következők:

1. az építőanyag-ipari technológiák hatékonyságjavító fejlesztésének kutatása,
2. új termékek előállításának kutatása, ideértve a külföldi átvételre való felkészülés feladatait,
3. a nyersanyagok, termékek, féltermékek tudományosan megalapozott, korszerű minősítési, vizsgálati módszereinek kidolgozása,
4. az optimalizálást célzó számítógépes folyamatirányítás és operatív irányítás,
5. munkaegészségügyi és környezetvédelmi kutatások,
6. ágazati koncepcionális kutatások és elemzések,
7. szintetizáló szilikátipari elméleti kutatások és az alapkutatások.

ad. 1. *Az építőanyag-ipar hatékonyságjavító technológia-fejlesztésének kutatását*, az „építőanyag-ipari technológiai fejlesztést” célprogramként is középpontba állították. Ami még javítandó az elsősorban a lehatárolt részfeladatokat és részcélokat helyett az adott konkrét előállítás teljes folyamatára, és az adott végtermékre való kihatás előtérbe állítása, nem is a kutatási címekben, hanem a kutatási tartalomban, a konkrét kutatási programokban. Így pl. az építőanyag-ipari technológiák hatékonyságjavító — prioritást képező — célkitűzéseiben meghatározónak kell lenni a „termékkorszerűsítés — minőségjavítás — nyersanyagbázis fejlesztése — energiaracionalizálás” együttes szemléletének, és biztosítani kellene, hogy nem egymással szemben, ellentétesen, hanem egymással kölcsönhatásban valósuljanak meg.

— a téglaiiparban a „k” tényező javításának, a minőségjavításnak, a melléktermékek, a hulladékok felhasználásának és az energia-felhasználás csökkenésének kutatásai (A/2, B/3, C/2, E/1, E/3),

— a finomkerámia-iparban a minőségjavítási, a gyors- és

egyszerűsítési és a fokozottabb hazai nyersanyag-felhasználás kutatásai (A/2, B/3, C/1, D/2, E/1),

— az üvegiiparban az élelmiszerüveg súlycsökkentésének, a csomagolóüveg minőségjavításának, az üvegiipari kimenekorszerűsítésnek és az oxigéndúsításnak kutatásai (A/1, B/3, C/1, D/2).

Valamennyi hulladék-, melléktermék-hasznosító, valamint az energiaracionalizálási kutatási témalapon szerepeltetni kellene a minőségre, a termékfejlesztésre való kihatások vizsgálatát is. A várhatóan minőségrontó, termékkorszerűsítést akadályozó megoldásokat eleve ki kell zárni, illetve a kutatásokat addig nem lehet eredményesnek tekinteni, amíg a kidolgozott megoldás minőségrontással jár. Kiemelkedő kutatási célokat képeznek a technológiafejlesztés, illetve technológiai eljárás fejlesztése révén biztosítható olyan termékfejlesztések, minőségjavítások, mint:

— a cementminőség egyenletességének javítása (A/1, A/2, C/2, E/3),

— gőzölést nem igénylő, nagy kezdőszilárdságú cementek hatékony előállítása (A/1, B/3, E/3),

— fokozott szulfátállóságú cementek és saválló habarcsok előállítása (A/1, B/3, E/3),

— korszerű betonadalékszer választék kifejlesztése (A/1, C/1, C/2)

— üvegiipari formák korszerűsítésével a csomagolóüveg minőségének javítása (A/1, C/1),

— az ampullák minőségének javítása (A/1, C/1).

ad. 2. Az aktuális állami közreműködést igénylő kutatási, műszaki fejlesztési célok között számos új termék kidolgozása, illetve külföldi átvétele szerepel. Az új termékek fontos szerepet játszanak az építőanyag-ipari termékstruktúra korszerűsítésében, ezért többnyire minisztériumi KMFA-kutatási prioritást is képeznek, és már az ÉVM-2. célprogramban is szerepelnek. Más részük azonban még nem került kutatási célként megfogalmazásra. Különösen kiemelkedő jelentőségű kutatási témák

— házgyári homlokzati panelekhoz korszerű téglaválaszték (A/1, B/2, C/2, D/2, E/3),

— füstgázgipsz építő-, építőanyag-ipari hasznosítása (A/1, B/2, E/3),

— elvileg új, energiatakarékos technológiával előállítható cementek (A/2, B/3, C/1, E/3),

— azbeszthelyettesítő szálanyagok alkalmazásának kutatása (A/2, B/3, D/2, E/3),

— oxidkerámiák gyártásának fejlesztése (A/1, B/3, C/2),

— float síküveg gyártására való felkészülés (A/1, B/2, C/1),

— korszerű üvegyapot-gyártásra való felkészülés (A/1, B/2, C/1),

— különleges üvegyöngyök előállítása (B/3, C/2, D/2),

— polimerbetonok és műanyagszálas betonok gyártására irányuló kutatások (A/1, C/2, D/2),

— PHG falazóidomok gyártása (B/3, C/2, E/3),

— tűzálló kerámiaszálak gyártására való felkészülés (A/1, A/2, B/3, D/2).

ad. 3. Nemcsak a termékek növekvő követelményekhez igazodó minőségfejlesztésének, hanem a minőségi szint tartásának is alapvető feltétele, hogy korszerű, megbízható vizsgálati-minősítő módszerek álljanak rendelkezésre. Különösen vonatkozik ez az időállóságra, a fagyállóságra, hőszigetelő-képességre, a beton-szilárdulási előrebecslésre. De azokra a gyártás közben észlelhető, érzékelhető paraméterekre is gondolunk, amelyek alapján megbízható következtetést lehet levonni a majdani termék meghatározó tulajdonságaira. Ahhoz igazodóan, ahogyan a minőségjavítás követelményei szigorodnak, ahogyan a korszerű termékszer-

kezet kialakítására, a korszerű és komplex folyamatirányításra törekszünk, szükségképpen fokoznunk kell a *minősítő, vizsgálati, érzékelő módszerek fejlesztését, ezzel összefüggő alap- és alkalmazott kutatási tevékenységet* (A/1, A/2, B/3, E/1).

ad. 4. Az optimalizálást célzó számítógépes folyamatirányítás és operatív irányítás a nehéz gazdasági helyzet ellenére is kiemelkedő ágazati szintű feladatot képez. Nemcsak azért, mert az ehhez szükséges szellemi koncentráció csak központi megbízások alapján biztosítható, s az első példamutató lépések megtételéhez szükséges kockázatot központilag kell viselni. Sőt nemcsak azért, mert ez a fejlesztési terület korszerű megközelítést ad az építőanyagipar átfogó hatékonyságjavítási, műszaki-gazdasági feladatainak megfogalmazásához és megoldásához, és rámutat a technológiai és felkészültségi gyenge pontjainkra, megkívánja a teljes technológiai folyamat valamennyi paraméterének bevonását az optimalizálásba. Azért is, mert egyes objektíve kedvező műszaki-gazdasági feltételekre is támaszkodhatunk. A 70-es években megvalósított, viszonylag korszerűnek minősíthető gyárainkban ugyanis az annak idején beépített analóg szabályozó- és mérőkészülékek és rendszerek zöme elavult, többnyire tovább már nem javíthatóan felhasználódott. Elkerülhetetlenül szükség van a korszerűsítésükre, olyan feltételek között, amikor időközben az eszközökben több „nemzedékváltás” történt és az új korszerű alkatrészek, készülékek és berendezések nemcsak olcsóbban, hanem nagyobb választékban és teljesítőképességben állnak rendelkezésre.

A mai komplex irányítás kidolgozásának alapvető feltétele az ún. osztott rendszerek hardver és szoftver tömbjeinek kimunkálása. Mivel az összetett technológiai folyamatok egy része (égetés, olvasztás, cementörlés) nem algoritmizálható kellőképpen, ezért módszertani kutatásokra is szükség van. Egyrészt a vonatkozó empirikus értékeket és összefüggéseket, a rendszerben helyettesítő additív szabályozást kell kidolgozni, másrészt célszerű az üzemvitelt irányító „tanácsadó” rendszerek kialakítását is megkezdeni. Mindezek figyelembevételével — a technológiailag és gépészetileg korszerűnek minősíthető gyárakban — a cementiparban, a téglaiiparban és az üvegiparban „mintaként” meg kell kezdeni a komplex automatizálás hazai megvalósítására való felkészülést, osztott rendszerű, heterogén hálózati, korszerű folyamatirányítás (additív szabályozós, szakértői rendszer stb.) kidolgozását (A/2, B/2, B/3, C/2, D/2).

Folytatni kell a megkezdett operatív termelésirányítás alkalmazási, kutatási felkészülést is. Keresni kell a folyamatirányítással való összekapcsolási, csatlakozási lehetőségeket, vagyis törekedni kell a „mintarendszereknél” arra, hogy az automatika mérési adatgyűjtő rendszere közvetlen csatlakozásban az operatív rendszer inputjait szolgáltatthassa. Már kialakult és megindult egy program egy üvegyárra vonatkozóan: „az informatikai lánc kiépítése a folyamatirányítástól a vállalati gazdálkodás szintjéig” c. témakörben (A/2, B/3, D/2).

Ezzel egyidejűleg az ágazat szélesebb területén folytatni célszerű a technológiafejlesztéseknek alárendelt elektronizációkat is, s ezek eredményeit is felhasználva lehet a komplex automatizáció felé közelíteni (A/2, C/2, D/2).

Végül — e kutatási területen — az ágazati KMFA fontos témája az építőanyag-ipari elektronizáció gyorsításának szervezése, az előrehaladás mérése, értékelése, a kereszty irányú információk folyamatának működtetése. E téma segítségével a célprogramban szereplő kutatások szervezésében épülhetnek be a vállalatok saját kezdeményezésű elektronizációs tevé-

kenységébe és fordítva, továbbá a külföldi K + F kapcsolatok ezen a téren eredményesebben csatlakoztathatóak (A/2, B/2, D/2).

ad. 5. A minisztériumi KMFA szerény keretei átfogó építőanyag-ipari környezetvédelmi kutatások finanszírozását nem teszik lehetővé, noha minisztériumi közreműködés nélkül ez a kutatási terület nem kaphatja meg azt a kiemelt szerepet, amelyet ez a témakör az ágazat fejlődése szempontjából — a fokozódó környezetvédelmi normák kielégítésére való felkészülés kapcsán — betölt. Ugyanakkor hagyományosan minisztériumi finanszírozású témacsoportot képeznek a *szilikátipari ergonómiai* kutatások.

Minisztériumi közreműködés szükséges ahhoz, hogy az OKTH-MTA ÉVM egyeztetésében kialakított országos környezetvédelmi programban prioritást kapjanak az ágazati fejlődés ökológiai megalapozását célzó következő kutatások:

- Termelés-környezet kapcsolatú, mikroszámítógépre alapozott mintarendszer kifejlesztése az építőanyag-iparban (A/2, B/3, D/2).
- Az energiastruktúra változtatásának hatása a környezetre, különös tekintettel az éghető hulladékok és melléktermékek építőanyag-ipari hasznosítására (A/2, B/3, D/2).
- Ipari hulladékok és melléktermékek építőanyag-ipari hasznosítása és a folyamatok várható hatása a környezetre (A/2, B/3, D/2).
- Nagy kiterjedésű szabad felületek (zagyterek) porzásának csökkentésére irányuló gazdaságos környezetkimelő módszerek (A/2, B/3, D/2).
- A technológiai folyamatok rendszeres és módszeres ellenőrzése a környezetkárosító hatások csökkentésére (A/2, D/2, E/1).
- A mikro- (munkahelyi) és makrokörnyezet egészségvédelmi összefüggései és technológiai aspektusai (A/2, D/2, E/1).

ad. 6. Ahhoz, hogy a jelenlegi gyorsan változó és bonyolult műszaki-gazdasági-irányítási környezetben az ágazati „K + F” irányítás kellően preventív és aktív lehessen, módszeresen törekednie kell az *ágazat helyének, fejlődési folyamatainak, hazai (és külföldi) ágazaton belüli és ágazatközi kapcsolatainak perspektivikus szemléletű, tudományos vizsgálatára, koncepcionális megalapozására*. Ez a kutatási terület az ágazati irányítás hatékony működtetése szempontjából meghatározó minisztériumi KMFA prioritást képez. Ezen belül a legfőbb kutatási témacsoportok a következők:

- az ágazat fejlesztésének hosszú és középtávú tudományos és koncepcionális megalapozása (prognózisok, koncepciók, elemző tanulmányok) (A/2, B/2, D/2).
- az építőanyag-ipari technológiák nemzetközi fejlődési tendenciáinak folyamatos tanulmányozása, ezek összevetése a hazai színvonallal, az összevetés hasznosítása a koncepcionális megalapozás során (A/2, B/2, D/2).
- az eredményesen lezárt, de nem hasznosított KMFA kutatások hasznosítási feltételeinek vizsgálata, javaslatok kidolgozása (A/2, B/2, D/3).
- elemzések a minisztériumi KMFA irányítással kapcsolatos konkrét témakörökben (A/2, B/2, D/2).
- a sokoldalú KGST-együttműködés ágazati szintű témakörében végzett tevékenység szervezése és finanszírozása (A/2, B/2, E/2).

ad. 7. A 2. pontban részletesen levezettük, hogy adott feltételek között a *jövőre vonatkozó felkészülés legfontosabb szelete, a korszerű technológiákhoz való felzárkózás napirenden lévő szakismeretbeli, elméleti megalapozási feladatai, ezeket célzó kutatási tevékenység*. Arra jutottunk, hogy főleg

az intézeti kutatások jelentős részénél — melléktermékként — ilyen eredmények is felhalmozódnak. Ezeknek szintetizálásához, az aktuális elméleti megalapozáshoz azonban elengedhetetlen ilyen — kifejezetten elméleti igényességű és követelményrendszerű — témák művelése is.

Az elméleti alapozó kutatások legelméletibb szeletét az alapkutatások jelentik. A megfelelő szaktudományi akadémiai kutatóintézet hiányában a szilikátkémiai alapkutatásokat is az ágazati intézményrendszernek kell megoldani, éppen abban az általános értelemben, ahogy azt a következők szerint az Akadémia megfogalmazta:

— a szilikátkémiai folyamatok energiacseréjének és kinetikájának elméleti kutatása, a gyártási eljárásokban az energiahordozókkal való gazdálkodás racionalizálása, új kerámiatermékek előállítására, a termékmínőség javítása (A/2, B/1, D/2).

Az alapkutatások finanszírozására létrehozták az OTKA-t. Az ide benyújtott eddigi pályázatok sorsa arra mutat, hogy az OTKA alapkutatási finanszírozáshoz nehéz hozzájutni. Ez azonban csak aláhúzza a vele szemben támasztott ágazati igényeket.

Ezzel kölcsönhatásban emelhető ki a gyakorlati szilikátipari fejlesztésekhez, különösen számítógépes optimalizációs folyamatirányítás megvalósításához szükséges a „nyersanyag-összetétel — technológiai paraméterek — félkész és késztermék tulajdonságok” összefüggéseinek optimalizálása, ill. az ezt célzó elméleti, alapozó kutatási témakörnek, valamennyi szilikátipari szakágazatra, de különösen (A/2, B/1, D/2)

- a cementiparra,
- az üvegiparra,
- finomkerámia-iparra,
- szigetelőanyag-iparra vonatkozó művelése.

IRODALOM

„Az építőanyag-ipar ágazati műszaki, fejlesztési és kutatási politika mozgásterét és céljai a VII. ötéves tervidőszakban” című — az ÉVM Fejlesztési Főosztály megbízásából, dr. Kunvári Árpád témafelelősségével kidolgozott — 9-152-IV. témaszámú SZIKKTI kutatási jelentés.

Kunvári Árpád: Központi támogatási igényű, aktuális kutatási célpontok az építőanyagiparban

A központi támogatási igényű építőanyagipari kutatások behatárolásához besorolási ismérveket dolgoztunk ki. Miután az így jelentkező támogatási igény messze meghaladta a finanszírozási lehetőséget, ezért meghatároztuk azokat a szűkítő elveket, amelyek — szűk keretek között — a hatékony felhasználás feltételeit képezik. A főbb célpont csoportok, amelyekben belül a konkrét célpontok kijelölésre kerültek, a következők:

1. építőanyagipari technológiák hatékonyságjavító fejlesztése,
2. új termékek előállításának kutatása, illetve a külföldi átvételre való felkészülés feladatai,
3. a nyersanyagok, termékek, féltermékek tudományosan megalapozott, korszerű minősítési, vizsgálati módszereinek kidolgozása,
4. az optimalizálást célzó számítógépes folyamatirányítás és operatív irányítás,
5. munkaegészségügyi és környezetvédelmi kutatások,
6. ágazati koncepcionális kutatások és elemzések,
7. szintetizáló szilikátipari elméleti kutatások és alapkutatások.

Кунвари, А.: Актуальные исследовательские целевые направления в промышленности строительных материалов, требующие центральной поддержки

Автором были разработаны принципы определения тех исследовательских целевых направлений, которые требуют центральной поддержки. В связи с тем что определенные таким образом потребности значительно превосходят возможности финансирования, были определены те факторы, которые дают предпосылки для эффективного использования резервов в рамках таких ограниченных возможностей. Ниже приводятся те главные группы целевых направлений, в рамках которых были определены конкретные целевые задачи:

1. развитие технологий производства промышленности строительных материалов, в целях повышения их эффективности,
2. исследования в области создания новых видов продукции, а также подготовительная деятельность для принятия зарубежного опыта,
3. разработка современных, научно обоснованных методов испытания и качественной оценки сырьевых материалов, продуктов, полупродуктов,
4. управление процессами с помощью вычислительных машин, оперативное управление процессами с целью их оптимизации,
5. исследования по защите окружающей среды и охране здоровья,
6. отраслевые концепционные исследования и анализы,
7. теоретические и фундаментальные исследования в области строительной промышленности.

Kunvári, Árpád: Aktuelle Forschungsziele mit zentralem Unterstüztungsbedarf in der Baustoffindustrie.

Es wurden Begrenzungsbedingungen für die Forschungen mit zentralem Unterstüztungsbedarf in der Baustoffindustrie ausgearbeitet. Die Unterstüztungsbedürfnisse sind höher, als die Finanzierungsmöglichkeiten, deswegen verengernde Bedingungen ausgearbeitet werden müssten. Die wichtigeren Zielpunktgruppen sind folgenden:

1. Die Effektivitätsverbessernde Entwicklung der Baumaterial-Technologien.
2. Die Forschung der Herstellung neuer Produkte, bzw. die Aufgaben der von Ausland übernehmenden Technologien.
3. Die Ausarbeitung der Qualifizierungs- und Untersuchungsmethoden der Rohstoffe, Halbprodukte und Produkte.
4. Die Verwirklichung der Prozess-Steuerung und operativen Steuerung mit Rechnermaschinen.
5. Arbeitshygiene- und Umweltschutz-Forschungen.
6. Konzeptionale Forschungen und Analysen für das Bauwesen.
7. Synthetisierende silikatindustrielle theoretische Forschungen und Grundlagereforschungen.

Kunvári, Árpád: The Building Materials Industry—Up-to-Date Research Targets Requiring Central Financial Support

Allocation methods were elaborated for the title proble, because the required financial support is much above the possibilities. Priority is given to the following research targets:

1. Improving the efficiency of technologies.
2. Research into technologies of new products or adaptation of foreign technologies.
3. Elaboration of up-to-date scientific quality assurance methods for raw materials, intermediates and products.
4. Computer process control resulting in optimisation.
5. Research on environmental control and safety.
6. Research and analysis of new conceptions.
7. Theoretical and basic researches of synthetic nature in the silicate industries.

A ferrocement mint építőanyag és építésmód

NGUYEN HUU THANH

Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok Tanszék

1. Bevezetés

Az építőipari szerkezetek legnagyobb mennyiségben felhasznált alapanyaga a beton és a vasbeton. Ugyanakkor — a legtöbb esetben — a vasbeton teherbíró-képessége a vékonyfalú térbeli szerkezeteknél nincs teljes mértékben kihasználva, ennek eredményeképpen nagyméretűek.

Napjainkban a leggazdaságosabb térbeli szerkezetek a héjszerkezetek. Ezek előállításához a gazdaságos szerkezettervezés mellett az anyag ésszerű megválasztása rendkívül fontos, mivel csak ezzel együtt tudják csökkenteni a vasbeton elemek vastagságát, tömegét. A vasbeton szerkezetek vastagságának, illetve tömegének csökkentésére irányuló törekvések során jutottak el egy érdekes építőanyaghoz, melyet a külföldi szakirodalom — érthetetlen módon — ferrocementnek nevezett el. Tisztában vagyok azzal, hogy ezt az elnevezést, mint Palotás professzor is megírta [4], a cementipar már évek óta lefoglalta a Ferrari típusú cementek számára. Mégis ezt az elnevezést használom abban a reményben, hogy ez a cikk hozzájárulna az építőanyag helyes elnevezéséhez.

A ferrocement a vasbetontól a vasalásának az ágyazó anyagban (habarcsban) való elhelyezési módjától, eloszlásától különbözik. A szoros térközű elhelyezett folyamatos, egyenletes vasalás általános elrendezése az ágyazó anyagot egy összetett anyaggá alakítja át, amely nem hasonlít a hagyományos vasbetonhoz. A szorosabb térköz (5–50 mm) és a vasalás kis átmérője miatt az anyagokat hatékony módon használják fel vékonyfalú szerkezetekben.

A finomszemcsés beton ($d_{\max} \leq 4,0$ mm) elvileg új kialakítású vasalása elősegíti a keresztmetszetekben az erők jóval egyenletesebb eloszlását és jelentősen növeli a húzóerőt és a repedéssel szembeni ellenállást. A finomszemcsés betonnal az acélszövethálókkal való nem központosított vasalása kedvező feltételeket teremt az anyagok együttműködéséhez, növeli a szilárdságot, különösen a húzószilárdságot.

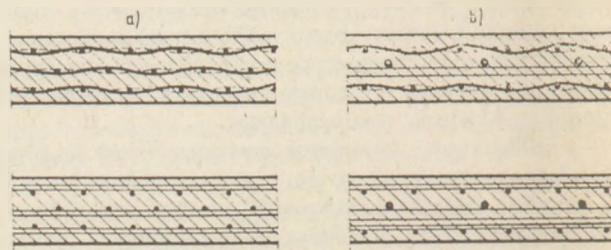
Ferrocementből 10–50 mm vastag szerkezetek készíthetők, az önsúly megtakarítás a vasbetonhoz viszonyítva átlagosan 30–50%. Ez nagyon lényeges, pl. a héjaknál az igénybevételnek mintegy a fele saját tömegéből származik.

A ferrocement egyre nagyobb és szélesebb alkalmazhatósága, gazdaságossága és a fizikai-mechanikai tulajdonságainak a hagyományos vasbetontól való eltérése miatt önálló építőanyaggá vált. Ennek következtében — a nemzetközi szakirodalmat tanulmányozva — a ferrocementet a következőképpen definiálhatjuk.

A ferrocement olyan hálókkel vagy hálókkel és egyedi betétekkel kombinálva vasalt, finomszemcsés betonból álló szerkezet, amelynek vastagsága legfeljebb 50 mm és a vasalása a következő lehet:

- hálóvasalás: vékony huzalokból fonott vagy hegesztett hálók, amelyek megközelítőleg egyenletesen oszlanak el a keresztmetszetben (1/a ábra),
- kombinált vasalás: vékony huzalokból fonott vagy hegesztett hálók, amelyek megközelítőleg egyenletesen vagy nem azonosan oszlanak el a keresztmetszetben, kombinálva az egyedi betétekkel (1/b ábra).

A hálók, illetve az egyedi betétek készülhetnek fémes vagy egyéb alkalmas anyagokból.



1. ábra. Vasalási rendszerek

2. A ferrocement alapanyagai és készítési technológiája

A ferrocement alapanyaga cement és finomszemcsés homok ($d_{\max} \leq 4$ mm) vizes keveréke, amely rostokat és kiegészítő anyagokat tartalmazhat a költségek csökkentésére, a zsugorodási és a kötési idő szabályozására, a korróziós ellenállás fokozására, a képlékeny és a megszilárdult állapotban vett tulajdonságok módosítására.

A cement

A szerkezetek rendeltetésétől függően kell magában foglalni a cementtípusokat. A felhasznált cement többnyire portlandcement, esetleg trasz-, pernye- vagy kohósalak tartalommal.

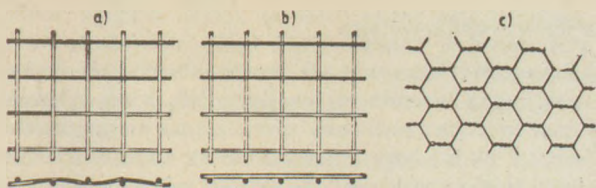
Mitrofanov [5] javaslata szerint a habarcs készítéséhez, földnedves habarcsvizsgálatnál, 400-asnál nem gyengébb minőségű portlandcementet kell használni a GOSZT 970-41 szerint. Shah a ferrocement víztartályok ideiglenes kivitelezési előírásaira [6] közönséges portlandcementet ajánl és ki kell elégítenie az ASTM-C-150 szabvány követelményeit.

Az adalékanyag

Világszerte sok kutató foglalkozott és foglalkozik azzal, hogy kifejlesszen eljárásokat a ferrocement tervezésére, az adalékanyag optimális összetételének meghatározására, a vizigény és a bedolgozhatósági követelmények szem előtt tartásával. A beszámolók ellentmondóak, de a legtöbb tanulmány szerint a ferrocement maximális szemmagysága ne legyen nagyobb 2,5 mm-nél [8, 9] vagy a ferrocement elemek vastagságának, illetve a vasháló lyukméretének egyharmadánál.

Az adalékanyag szemmegoszlással kapcsolatban először a szovjet kutató Vozneszenszkij [5], később az izraeli Raichvanger és Raphael [7] kutatási eredményei azt mutatják, hogy a ferrocement szerkezetek viszonylag nagy cementadagolása (500–800 kg/m³) csak jól megválasztott adalékanyag szemmegoszlással érhető el. Arra a következtetésre jutottak, hogy a ferrocement keverékekben a lépcsős szemmegoszlás az előnyös.

A ferrocement betonjának vizigényét meghatározó fő paraméterek a maximális szemcseméret, a finomsági modulus és a szemmegoszlás. A cikk szerzőjének kutatásában nagy figyelmet szentel az adalékanyag fajlagos felületének hatására a homok vizigénye és a hézagterfogatnak meghatározásában [10].



2. ábra. Jellemző hálótípusok

A vasalás

A ferrocement vasalására szolgáló dróthálóvasalás és kiegészítő vasalás elsősorban méreteiben (átmérőben), másodsorban a betonnal való együttműködés tekintetében tér el a vasbeton hagyományos vasalásától.

A hálóvasalás típusai közül megkülönböztethetjük a fonott, a hegesztett és a sodrott hálókat (2. ábra).

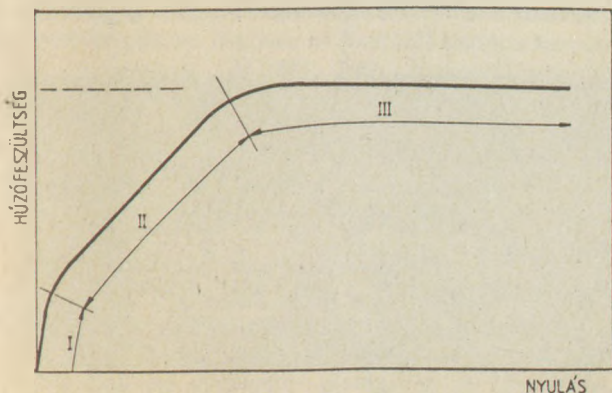
A fémbetétek két leggyakrabban alkalmazott módja a terpesztett fémháló és a lyukasított lemez.

A vasalás harmadik formája az ún. szálvasalás, amely folytonos szálakból áll, amelyek esetlegesen, vagy legalábbis szabálytalanul vannak két dimenziós gyékényre összeállítva. Ezek fémbetéteken kívül növényi rostokból (nádak) vagy üvegszálakból is kialakíthatók. Speciális esetekben térbeli rácsvasalást is alkalmaznak.

Az acélháló általában 0,6–1 mm körüli átmérőjű galvanizált huzalokból áll és a hálónyílás mérete 6–25 mm között mozog.

Készítési technológia

A cementhabarcs keveréséhez hagyományos eljárások és berendezések használhatók. A cementhabarcs jellegzetesen gazdag cementben, a cement (C) és a homok (H) adagolási viszonyaránya 1 : 1,5 vagy 1 : 2. Egyes beszámolók soványabb keverékekről (pl. 1 : 3) is említést tesznek. A vízcement-tényező általában 0,4–0,5 között van. Az optimális vízcement-tényező megválasztásánál, a bedolgozhatósághoz szükséges konzisztencia követelményeinek kielégítése mellett fontos a vízzáróság és a korrózióvédelem követelményeinek betartása, mivel a ferrocement szerkezetek általában 10–30 mm vastagságú elemekből állanak, amelyeknek mindössze 3–4 mm-es a betontakarásuk.



3. ábra. A tipikus húzófeszültség-nyúlás görbe [7]

3. A ferrocement mechanikai tulajdonságai

Nyomószilárdság

A ferrocement nyomás alatti viselkedése megegyezik a cementhabarcséval, módosítva a vasalás jelenlétével. A vasalás típusa, eloszlása és mennyisége jelentős szerepet játszik a törőszilárdság növekedésében.

Húzási viselkedés

A ferrocementre egy tipikus feszültségnyúlási görbét a 3. ábrán mutatjuk be. A görbét Walkus [7] három szakaszra bontotta:

- Az első szakasz a ferrocementnek a terhelésmentes állapottól a repedési terhelésig (ill. az első repedés megjelenéséig) terjedő szakasza. Ebben a szakaszban a habarcs és acélhálóvasalás lineárisan deformálódik, ezt rugalmas szakasznak nevezzük. Shah [11] a következő egyenletet javasolta az I. szakaszban az összetett szerkezet rugalmassági modulusának meghatározására:

$$E_{c,I} = E_m + E_{RL} \cdot V_L \quad (1)$$

ahol:

- $E_{c,I}$ a ferrocement rugalmassági modulusa az I. szakaszban
- E_m a cementhabarcs rugalmassági modulusa
- E_{RL} a vasalás rugalmassági modulusa hosszirányban
- V_L a hosszirányú acélszálak térfogathányada

- A második szakaszban a terhelés növekedésével több repedés keletkezik és a repedések távolsága egy olyan határállapot eléréseig csökken, mely után további repedések nem keletkeznek. Ezt a szakaszt „kvázi-rugalmas” szakasznak is szokták nevezni. Az első repedés utáni összetett rugalmassági modulusra Naaman és Shah [12] a következő egyenletet javasolta:

$$E_{c,II} = E_{RL} \cdot V_L \quad (2)$$

Azt tapasztalták, hogy húzásra a II. szakasz felső határa a vasalás rugalmassági határával egyezik meg és a legnagyobb nyúlás a vasalás mennyiségétől függ: minél nagyobb a vasalás mennyisége, annál nagyobb a megnyúlás.

- A harmadik szakaszban a huzalbetét viseli el az egész terhelést. A végső teherbíró-képesség egyedül a huzalbetét maximális teherbíró-képességéből becsülhető meg.

A hajlítási viselkedés

A hajlított ferrocement elemek helyett nagyrészt a ferrocement síklemezek alapvető hajlítási viselkedésére irányult a szakirodalom. Megfigyelések szerint [13, 14, 15, 16] a ferrocement hajlítás alatti viselkedése erősen hasonlít a vasbeton elemek hajlítási magatartására és három különböző szakaszból áll, amelyek közül első a repedés mentes, a második a repedezett, a harmadik pedig a folyás utáni szakasz.

Egyéb terhelés alatti viselkedés

Nagyon kevés információ áll rendelkezésünkre a ferrocement nyírószilárdságára nézve, talán azért, mert a ferrocementet általában olyan vékony panelekban használják fel, ahol a hajlító igénybevétel mellett nem a nyírás szabja meg a törést.

A ferrocement ütési és fáradási szilárdsága nagyobb a vasalatlan cementhabarcsénál, mivel a vasalás növeli az energiaelnyelő képességet.

beépített területet fedtek le ferrocement tetőelemekkel. Számos alkalmazási példa közül említést érdemelnek a Krasznójarszki 75 m-es fesztávú ferrocement hullámlemez tetőelemek és a jereváni pavilon 46 × 46 m-es kettős görbületű héja.

A mélyépítésben a ferrocement szerkezetek is számos helyen fontos szerepet játszanak. Leningrádban a metráló-lomás csarnokát íves ferrocement elemek alkotják [1]. Számos bányászati területen alkalmazzák a ferrocement elemeket szádfalként, ill. omlás elleni tartószerkezetként.

A fejlődő országokban a ferrocement az olcsó lakásépítés céljára történő felhasználási lehetősége már régóta ismert [1]. Castro [20] a házilag kivitelezésű olcsó lakásépítésben tetőelemként, ill. falpanelként való széles körű használatáról számolt be Mexikóban. Indiában [21], a Szovjetunióban [8] a lakóházszerkezeti egységek mint falpanelek, földem- és tetőszerkezeti elemek készítésére használják. Utóbbi időben elterjedten használják a katasztrófa sújtotta vidékek helyreállítási munkálatainál is, mivel élettartama a szükséghelyzet időtartamánál jóval hosszabb.

Dominikában, Új-Gandában, Thaiföldön stb. [22] kifejlesztett ferrocement-bambusz vázszerkezetű hibrid lakóházépítési mód.

Az előregyártott modul méretű vizes térelemek rendkívül kedvezően alkalmazhatók a tömeges lakásépítésben [21], mivel használatuk jelentős mértékben csökkenti az építési idő- és építőanyag-szükségletet, javítja a kivitelezési minőséget és a tervezett tömegterhelés révén a gazdaságosságot.

b) Ferrocement alkalmazása a mezőgazdaságban

A ferrocementet a mezőgazdaságban a raktárakon, feldolgozó üzemi csarnokokon kívül a gabonátároló silókra, biogáz telepekre, öntözőcsatorna rendszerekre is alkalmazzák. Thaiföldön sajátos jellegű gabonátárolót építenek, amelynek vázszerkezete bambusz szálakból áll [22]. Az ázsiai országban rizstermelő mezőkön az előregyártott trapéz keresztmetszetű elemek egymás után való lerakása ún. mozdítható csatornarendszert alkot. Ennek az az előnye, hogy viszonylag könnyű súlyú elemekből áll és a szerelése, ill. elhelyezése egyszerű és időszakosan áthelyezhető. Jelentős mennyiségű fejlesztési és helyszíni munka folyik Indiában [23, 24], ahol ferrocement gáztárolókat és emésztő tartályokat alkalmaznak. A szerkezeti Mérnöki Kutatási Központ optimális termegoldásokat dolgozott ki a biogáz telepekre.

c) A ferrocement víztároló tartályok

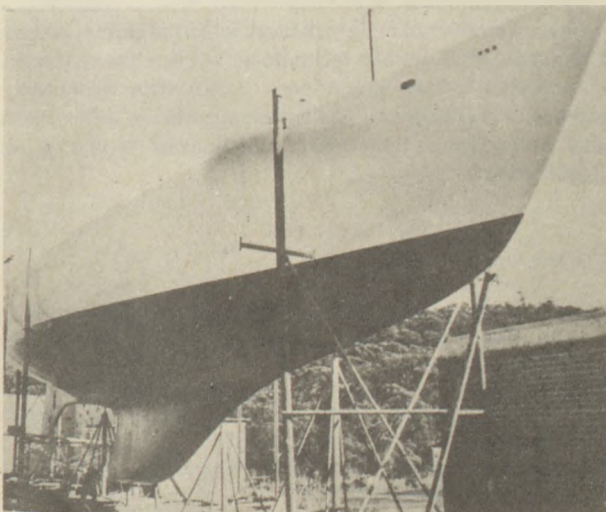
Olcsósága, könnyű karbantarthatósága és viszonylagos vízzárósága miatt a ferrocement a 22 700 literig terjedő befogadóképességű víztároló tartályok elterjedt anyaggá vált lakásoknál, a mezőgazdaságban, iparban és tűzoltáshoz való felhasználás céljaira, Naaman és Shah [25] szerint a ferrocement víztartályok 227 000 liter befogadóképességig építhetők. A gyakorlatban még ennél sokkal kisebb víztartályokat építenek. Új-Zélandban nagyon népszerűek a 900–22 700 liter befogadóképességű előregyártott ferrocement víztároló tartályok [1]. A tartályok alakja tetszés szerint alakítható a rendeltetési követelmények függvényében.

d) Ferrocement alkalmazása a hajóépítésben

A ferrocement hajóépítésre elsőként való alkalmazása, mellett ezen a téren megkülönböztetett helyet foglal el Ázsia és Óceánia csaknem valamennyi országában. A ferrocement hajók az egyik legjobb tulajdonsága a hagyományos faa-



2. fénykép. A ferrocement héjú hangár. Orvieto (1936) [18]



3. fénykép. A kész ferrocement hajótest állványon [28]

nyagú csónakokkal, illetve fémanyagú hajókkal szemben az, hogy könnyen formálható, hosszabb az élettartama és a károsodás esetén könnyen javítható.

A ferrocement hajók két típusba oszthatók. Az egyikbe tartoznak a kis hajók és bárkák, amelyek hagyományos alakkal csak hajótesttel vannak építve és csak kis folyókon és csatornákon való szállítás, illetve halászati célokra használhatók. A csendes-óceáni térségben kb. 3000 ilyen kisméretű (10 m-nél rövidebb) bárka van üzemben [26].

Az építési költségeket figyelembe véve a leggazdaságosabbak a 10–20 m hosszúságú ferrocement csónokok. A ferrocement hajók kategóriába tartoznak az ún. nyugati stílusú jachtok. Bonyolult hajótestekkel és költséges berendezésekkel vannak felszerelve. Ezeket inkább kereskedelmi célokra és iparosodott országokban használják (pl. Olaszország, Ausztrália, Kuba, Hongkong stb.).

Az utóbbi 15 évben nagy erőfeszítést fordítanak nálunk, Vietnamban a ferrocement kutatására és alkalmazására. Az alkalmazás legnagyobb területe a tengeri hajók építése, amely a kisméretű (15–20 m hosszúság) vitorlás halászati hajók és a nagyméretű teher szállító hajók (300 tonnás) kategóriájába csoportosítható [32].

6. Összefoglalás

A ferrocement kiváló tulajdonságai, jellemzői és alkalmazhatóságai révén világszerte magára vonta a mérnökök

figyelmét. Az általánosabb, ésszerűbb és megfelelő felhasználáshoz minden adott esetben szükség van előnyeinek és korlátainak a meghatározására. A ferrocement további szakszerű alkalmazási területeinek felderítése pontosabb anyagismeretet igényel, amely további kutatással érhető el. Láthatólag nagy szükség lenne egy nemzetközi ferrocement építési szabályzatra, amely irányelvként szolgálhatna.

A fejlődő országok többségében a népesedés szaporodása, valamint vidékről a városokba való költözése miatt nagy a lakáshiány és nehéz az életkörülmény. A fejlődő országok munka nélküli, szakképzetlen, nagy munkaerő tartalékai a figyelmet az előmunka igényes termelési eljárások szükséges voltára irányították. A fejlődő országokban a ferrocement alkalmazásának általánosítása lehetővé tenné a szegényebb néprétegek életkörülményeinek javítását.

A ferrocement a gazdaságilag fejlett országokban való elterjedése érdekében láthatólag túl kell lépni a technológia bizonyos küszöbértékét. Ennek megfelelően az előregyártásra is alkalmas, gépesítettebb technológia kifejlesztése szükséges a munkabér-költség komponens csökkentése érdekében. Ezeknek a kérdéseknek szellemes megoldása fellendülést adna a ferrocement egyetemes alkalmazási területeire és lehetőségeire is.

IRODALOM

- [1] National Academy of Sciences: Ferrocement: Applications in developing Countries. National Academy of Sciences. Washington. Feb. 1973. 93 p.
- [2] International Symposium on Ferrocement (1981) RILEM, ISMES. Co-sponsors: ACI and IASS; Proceedings, 24100 Bergamo - Italy, Viale Giulio Cesare 29.
- [3] American Concrete Institute (ACI): Ferrocement-Materials and Applications, Publication SP 61. 1979. 195 p.
- [4] *Nguyen Huu Thanh*: Ferrocement-Armocement. Mélyép. Tud. Szemle XXV. évf. 1985. 4. sz.
- [5] *Mitrofanov, E. N.*: Armocement. Leningrád, Sztroiizdat, 1973.
- [6] *Shah, S. P.*: Tentative recommendations for the construction of ferrocement tanks. ACI: Ferrocement-Materials and Applications. Publication SP-61, 1979. 103-113 p.
- [7] *Raichvarger, Z. and Raphael, M.*: Grading Design of Sand for Ferrocement Mixes, ACI: Ferrocement-Materials and Applications, Publication SP-61, 1979. 115-131 pp.
- [8] Armocement i armocementnie Konstrukcii. Gosztroiizdat. Moszkva, 1962. 267. sz.
- [9] *Subrahmanyam, B. V. and Abdul Karim, E.*: Ferrocement technology: a critical evaluations. The International Journal of Cement Composites. Vol. 1, Oct. 1979. 125-140 pp.
- [10] *Nguyen Huu Thanh*: A homok vizszükségletének és hézagterfogatójának meghatározása a ferrocement tervezéséhez. Mérnökmatematikai szakmérnöki diplomamunka, BME 1986.
- [11] *Shah, S. P.*: Ferrocement as a new engineering material. Report No. 70-11. Department of Materials Engineering, University of Illinois at Chicago Circle, 1970. 37 p.
- [12] *Nauman, A. E. and Shah, S. P.*: Tensile tests of ferrocement. Journal of ACI Proc. Vol. 68, No. 9. Sept. 1971. 693-698 pp.
- [13] *Walkus, R. and Kowalski, T. G.*: Ferrocement: A Survay, Concrete (London), Vol. 5, No. 1, Feb. 1971. 1-5 pp.
- [14] *Sabnis, G. M. and Nauman, A. E.*: Recent developments of ferrocement in North America. Proc. of the Int. Conference on Materials of Construction for developing Countries. Bangkok, Thailand, Aug. 1978. 661-675 pp.

- [15] *Karim, T. A. and Joseph, G. P.*: Investigation on flexural behaviour of ferrocement and its Application to long-span roofs. Journal of Ferrocement, Vol. 8. No. 1. Jan. 1978. 1-21 pp.
- [16] *Austriaco, N. C., Lee, S. L. and Pama, R. P.*: Inelastic behaviour of ferrocement slabs in bending. Magazine of Concrete Research, Vol. 27. No. 93. Dec. 1975. 193-209 pp.
- [17] *Guerra, A. J., Nauman, A. E. and Shah, S. P.*: Ferrocement Cylindrical tanks: Cracking and loakage behaviour Journal of ACI, Proc. Vol. 75. No. 1. Jan. 1978. 22-30 pp.
- [18] *Major, M.*: Pier Luigi Nervi-Architektura. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966.
- [19] *Khaidukov, G. K.*: Development of armocement structures. International Association of Shell structures, Bulletin No. 36, Dec. 1968. 85-97 pp.
- [20] *Castro, J.*: Applications of ferrocement in low-cost housing in Mexico, ACI: Ferrocement-Materials and Applications. Publication SP-61, 1979. 143-156 pp.
- [21] *Rao, M. G., Ramchandra, D. S., Iyaraman, R. and Joseph, G. P.*: Ferrocement service modules for housing. ACI: Ferrocement-Materials and Applications. Publication SP-61, 1979. 133-138 pp.
- [22] *Sharma, P. C., Pama, R. P., Walls, I. and Robles-Austriaco, L.*: Ferrocement Applications for rural development in Asian Pacific Countries. International Symposium on Ferrocement (1981) Bergamo - Italy, 1981. 3/113-3/126 pp.
- [23] *Raman, N. V., Narayanaswamy, V. P., Sharma, P. C. and Iyaraman R.*: Ferrocement gas holder for biogas plants. International Conference on Materials of Construction for Developing Countries, Bangkok, Thailand, Aug. 1978. 749-764 pp.
- [24] *Narayanaswamy, V. P., Raman, N. V. et al.*: Optimum design biogas plants. National Seminar on Technology for Agricultural Development, Chandigarh, India, 1977. 53-62 pp.
- [25] *Nauman, A. E. and Shah, S. P.*: Evaluation of ferrocement in some structural application. Proc. IASH Symp. on Housing Problems, Atlanta, Georgia, 1976. 1069-1085 pp.
- [26] *Pama, R. P., Lee, S. L. and Vietmayer, N. D.*: Ferrocement, a versatile construction material: its increasing use in Asia. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand, 1976. 106 p.
- [27] *Orosz, Á. és Böleskei, E.*: Héjak. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
- [28] *Peter E. Ellen*: Practical Ferrocement Design, Reinforcing and Post-Tensioning, RILEM International Symposium on Ferrocement. Bergamo - Italy, 1981. 3/18 p.
- [29] *Rühle, H. and Weiss, D.*: Ferrocement present aspects and trends. IASS Bulletin, No. 81. Vol. XXIV. 1. 1983. April.
- [30] Journal of ferrocement: Vol. 15. No. 1-2-4. 1985. „News and Notes”.
- [31] Journal of ferrocement: Vol. 16. No. 1. January 1986. „News and Notes”.
- [32] *L. Q. An*: Research and Application of ferrocement in Vietnam. Journal of ferrocement: Vol. 15. No. 1. January 1985.

Нгуен Хуу Тхан: «Ферроцемент» как стойкие материалы и метод строительства

Nguyen, Huu, Thanh: Der Ferrocement, als Baustoff und Baumethod

Nguyen Huu Thanh: "Ferrocement" as a Building Material and a Building Method

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Dr. Varga György

Kiadja:

Delta Szaklapíró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest VII., Garay u. 5. 1442

Telefon: 415-583, 215-440

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

Egy szám ára 26,- Ft. Előfizetés egy évre 342,- Ft.

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

Neotyp Nyomdaipari Szolgáltató Kiszövetkezet
Felelős vezető: Kurucz Gábor

INDEX: 25250
HU ISSN 0013—970 X

