

✓ 302935 4

9



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

11

XXXVIII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1986. NOVEMBER
ÉPÍTŐANYAG 38 (11) 321–352 (1986)

A mész- és cement-,
az üveg-, a finomkerámia-,
a téglia és cserép-,
a kő-kavics- és 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

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilwerger Ferenc

A rajzokat készítette
Loósz Józsené

TARTALOM

<i>Bodó Imre</i> : A téglaiipar fejlesztési tevékenysége a magánlakásépítéshez	321
<i>Csizi Béla</i> : POROTON-36 és THERMOPOR-36 kerámia falazóelemek	323
<i>Barcs Vilmos</i> : A külső falak hőszigetelésének ésszerű határa és hazai megvalósításának lehetőségei	326
<i>Sobor Ede</i> : Huzalbetétes kerámiaháló	330
<i>Grószné Krupp Erzsébet</i> : Hőszigetelő habarcsok alkalmazása az UNIFORM és POROTON kerámia falazóelemeknél	332
<i>Kisbán Gábor</i> : Négykomponensű heterogén cementék hidratációja	334
<i>Kausay Tibor</i> : Zúzottkavics adalékanyagú betonok szilárdsága	344
A világ szilikátiparából	331, 343
Kitüntetettjeink	322

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бодо, И.</i> : Мероприятия по развитию кирпичной промышленности для удовлетворения требований частного жилищного строительства	321
<i>Чизи Б.</i> : Керамических стеновые элементы ПОРОТОН-36 и ТЕРМОПОР-33	323
<i>Барч, В.</i> : Рациональные границы теплоизоляции внешних стен и возможности их обеспечения в отечественных условиях	326
<i>Шобор, Э.</i> : Керамические сетки, на проволочной арматуре	330
<i>Гросснэ, К. Э.</i> : Применение теплоизоляционных строительных растворов для керамических стеновых элементов УНИФОРМ и ПОРОТОН	332
<i>Кишбан, Г.</i> : Гидратация четырехкомпонентных гетерогенных цементов	334
<i>Каушан, Т.</i> : Прочность бетона заполнителем-обогащенным гравием	344

INHALT

<i>Bodó, Imre</i> : Die Entwicklungstätigkeit der Ziegelindustrie für den Privatwohnungsbau.	321
<i>Csizi, Béla</i> : POROTON-36-, und THERMOPOR-33 keramische Mauerelemente ..	323
<i>Barcs, Vilmos</i> : Rationelle Grenze der Wärmedämmung von äusseren Mauerwerken und Möglichkeiten der heimischen Verwirklichung.	326
<i>Sobor, Ede</i> : Keramisches Netz mit Drahteinlage	330
<i>Frau Gross, Krupp, Erzsébet</i> : Die Anwendung wärmehemmender Mörtel bei den UNIFORM und POROTON keramischen Mauerelementen.	332
<i>Kisbán, Gábor</i> : Hydratation von vierkomponenten heterogenen Zementen.	334
<i>Kausay, Tibor</i> : Die Festigkeit der Betone mit Schotterzuschlagstoff	344

CONTENTS

<i>Bodó, Imre</i> : Development of the Brick Industry from the Point of Private House Building	321
<i>Csizi, Béla</i> : Ceramic Walling Units POROTON-36 and THERMOPOR-36	323
<i>Barcs, Vilmos</i> : Reasonable Limits of Thermal Insulation of External Walls and their Verification in Hungary	326
<i>Sobor, Ede</i> : Reinforced Ceramic Lattice	330
<i>Krupp Erzsébet (Mrs. Grósz)</i> : Application of Insulating Mortars for the Ceramic Walling Units UNIFORM and POROTON	332
<i>Kisbán, Gábor</i> : Hydration of Quaternary Blended Cements	334
<i>Kausay, Tibor</i> : Strength of Concrete with Crushed Gravel Aggregate	344

A téglaiipar fejlesztési tevékenysége a magánlakásépítéshez*

BODÓ IMRE

Tégla- és Cserépipari Tröszt, Budapest

A magyarországi lakóház és lakásállomány a második világháború alatt rendkívül nagy károkat szenvedett. Ezen időben, — az újjáépítés korszakában —, a jóformán egyedüli falazóanyaggal a téglával szemben fokozott igények jelentkeztek, melyeknek a téglaiipar, termelésének több mint háromszorosára való fokozásával tudott megfelelni. A hatvanas évek elejéig legnagyobb mennyiségben termelték gyáraink a kisméretű tömör téglát.

Európa fejlett építőiparral rendelkező országaiban a téglá mellett már az ötvenes években megjelentek a különböző konkurens falazóanyagok. A piac megtartása érdekében a téglaiipar hatalmas erőfeszítéseket tett elsősorban a gyártmányfejlesztés területén. Olyan gyártmányokat igyekeztek bevezetni, amelyek — a korábbiaknál kedvezőbb épületfizikai jellemzőkkel és — előnyösebb, termelékenyebb beépítési lehetőségekkel rendelkeztek.

Széleskörűen terjedtek az új gyártmányok, a gyártástechnológia színvonalának rendkívül gyors fejlesztése mellett.

A hazai téglaiiparban az európai tendenciák késéssel jelentkeztek, bár a korszerű gyártmányok fejlesztése már a hatvanas évek elején megindult. Az új gyártmányok széles körű bevezetését elsősorban iparágunk rendkívül alacsony technikai és technológiai színvonalára akadályozta.

Az 1960-as években megkezdődött és napjainkban is tartó gyártmányfejlesztési tevékenység fő célja, a téglagyártmányok pozíciójának megerősítése, illetve megtartása a hagyományos építés, felhasználás területén.

A termékfejlesztésnek kedvező bázisa, az iparágunk ezen időben megkezdődött technológiai korszerűsítése, rekonstrukciója, mely négy középtávú tervciklus alatt azt eredményezte, hogy 1985-ben termékeink 76%-át korszerűnek mondott gyárainkban állították elő. A korszerűség azt jelenti, hogy a gyártás jelentős mértékben függetlenített az időjárás viszonyaitól, másrészt részben vagy egészben megszüntette az egészségre ártalmas nehéz fizikai munkát. Termékeink felhasználási területe a családi-

ház építkezések felé tolódott el és az itteni speciális igények kielégítésére kifejlesztettük a „VÁZKERÁMIA” termékcsaládjainkat.

Vázkerámia alatt olyan égetett agyag termékeket értünk, mely

- testsűrűségének csökkentése és épületfizikai jellemzőinek javítása érdekében legalább 40% üreget tartalmaz,
- az egyes elemek térfogata a kisméretű téglának legalább négyszerese,
- az üregeket határoló külső és belső bordák vastagsága általában 12–8 mm.

A vékony bordák, nagy üregtérfogat miatt a vázkerámiák szállítására érzékenyebbek, ezért a megfelelő csomagolási és szállítási mód kidolgozása elengedhetetlen feltétel. A fenti kívánalmak kielégítése érdekében gyárainkban az elmúlt évben több mint 700 millió kmt-e-nek megfelelő mennyiségű falazóanyagot egységkratkban forgalmaztunk, ennek közel a felét úgy, hogy pántolva vagy fóliázva emberi kéz érintése nélkül kerültek kiszállításra.

Kidolgoztuk előbb az Alfa, majd a kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező Uniform és Rába termékcsaládokat. A fokozott hőszigetelési előírásokat a fejtieken kívül a Poroton, Thermoton, majd legutóbb a Thermopor gyártási licenstek megvásárlásával majd ezen termékek gyártásának bevezetésével kívántuk, illetve kívánjuk megvalósítani, hogy az előírásoknak megfelelő tulajdonságú termékekkel tudjunk vásárlóink rendelkezésére állni.

Termékfejlesztési alapkoncepciónk az, hogy mind az előző középtávú tervidőszakban, mind a VII. ötéves tervben lehetőleg homogén egyrétegű falazatok építésére alkalmas blokkokkal biztosítsuk a hőtechnikai előírások kielégítését. A VI. ötéves tervben a 30 cm-es falvastagságnál ezt biztosította a Poroton, Thermoton (egy rétegsor Nikecell betéttel) Uniform 13,14 hőszigetelő vakolattal és a 38-as Rába. Ez év január elsejétől a Poroton-36, Thermopor 36, Thermoton 30 (2 sor Nikecell betéttel) Rába 38-as téglá melyek megfelelnek a $k = 0,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ előírásnak.

Természetesen több mint egy évtizede foglalkozunk az ÉTI, ÉMI, BME, TTI, PMF bevonásával, a különböző, többretegű falszerkezetekkel is. Mint az

* Az ÉTE és SZTE közös ankétján
1986. jún. 17-én elhangzott előadás

„Építéstechnikai Információ”-ban közlőtekből látható megvizsgáltuk, illetve megvizsgáltattuk, hogyan tehetőek alkalmassá hagyományos termékeink különféle szigetelési módszerekkel a hővédelmi előírások kielégítésére.

A nyolcvanas évek elején jelentkező, valódi, de véleményem szerint felfokozott kisméretű téglahiány megszüntetésére, számos hagyományos gyárunkban részleges, 12 gyárunkban teljes rekonstrukciót hajtottunk (8 gyárban) illetve hajtunk végre (4 gyár). Ezen rekonstrukciók következtében termelésünk több mint 20%-át kisméretű téglában tudjuk biztosítani. Természetesen e 12 gyár termelése egyéb termékekre is konvertálható.

Fejlesztéseinknél már az előkészítés stádiumában, figyelembe vesszük azt a területi elvet, hogy legfőbb felhasználónknak, a lakosságnak, akik termékeink több mint 80%-át vásárolják, minél kisebb távolságról, lehetőleg minden házépítéshez szükséges falazó és tetőfedőanyagot biztosítani tudjunk. Nem minden esetben tudjuk ezt elérni, mivel a geológiai viszonyok nem teszik lehetővé ennek a kívánalomnak kielégítését, (pl. a Duna-Tisza közén) sajnos ilyen szempontból vannak fehér foltok az országban.

A lakossági igények jobb kielégítését célozzák további rekonstrukcióink, termékfejlesztésünk. Olyan technológiákat kívánunk a jövőben is megvalósítani, ahol a berendezések nemcsak a korszerű termékek gyártását, hanem annak minőségét is biztosítják.

Tovább kívánjuk kiterjeszteni az egységgyártásos csomagolást, az értékes termékek megóvása érdekében. A belkereskedelemmel együtt gyári befizetési lehetőséget, az üzemben házhozszállítási megrendelést (ÉPFU, VOLÁN kirendeltségében) kívánunk biztosítani legalább a nagyobb gyárainkban.

Bodo, H.: Мероприятия по развитию кирпичной промышленности для удовлетворения требований частного жилищного строительства

Bodó, Imre: Die Entwicklungstätigkeit der Ziegelindustrie für den Privatwohnungsbau

Bodó, Imre: Development of the Brick Industry from the Point of Private House Building

Kitüntetés

Az építésügyi és városfejlesztési miniszter az 1986. évi Építők Napja alkalmából – eredményes munkájukért –

Almásy László, a Baranya – Tolna megyei Téglá- és Cserépipari Vállalat osztályvezetője,

Bársony Béla, a Cement és Mészművek Bélapátfalvai Gyár munkaverseny vezetője,

Diskai József, a Zsolnai Porcelángyár üzemvezetője,

Fábián Ferenc, az Észak-magyarországi Kőbánya Vállalat osztályvezetője,

Bargel Tibor, a Délalföldi Téglá- és Cserépipari Vállalat osztályvezető-helyettese,

Bonomi Zoltán, az Alföldi Porcelángyár fejlesztő mérnöke,

Gencsy Endréné, az Üvegipari Művek Kutató Intézet osztályvezetője,

Kapás József, a Kavicsbánya Vállalat bányamestere,

Keresztes Sándor, a Somogy – Zala megyei Téglaiipari Vállalat osztályvezetője,

Kovács Emil, az Északmagyarországi Téglá- és Cserépipari Vállalat bányaműszaki vezetője,

Lippay Péter, a Téglá- és Cserépipari Szolgáltató Vállalat gazdasági igazgatóhelyettese,

Rosta István, a Somogy – Zala megyei Téglaiipari Vállalat művezetője,

Sallai József, a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet tudományos munkatársa,

Schmidt Mátvás, a Romhányi Építési Kerámiagyár osztályvezetője,

Széni Károly, az Üvegipari Művek Orosházi Üveggyár folyamatszervezője

Turbéki J. Péterné, a Cement- és Mészművek Lábatlani Gyár MEO-vezetője,

Vastag Ottilia, a Romhányi Építési Kerámiagyár osztályvezetője.

Az újítások hasznosításában és széles körű elterjesztésében kiemelkedő eredményt nyújtók közül

Varga László, az Üvegipari Művek Salgótarjáni Síkiüveggyár főosztályvezetője részére

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetését adományozott.

A kitüntetésekhez gratulál és tovább sikereket kíván a

Szilikátipari Tudományos Egyesület
Vezetősége

POROTON— 36 és THERMOPOR — 36 kerámia falazóelemek*

CSÍZI BÉLA

Tégla- és Cserépipari Tröszt, Budapest

Az 1986-tól életbelépett új hőtechnikai előírás újabb feladatok elé állította a téglaiipart. A VI. ötéves terv-időszakban ki kellett fejlesztenie azokat az új falazóanyagokat, amelyekből egyszerű építési technológiával lehet a szabványt kielégítő falat építeni.

Az előző időszakban bevezetett, az akkori követelményeknek megfelelő falazóanyagokkal szerzett gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy az építkezők körében a homogén, egyrétegű falszerkezetek falazóelemei találtak a legjobb fogadtatásra, pl. a POROTON—30 és —45 típusú falazóelemek. E megítélésben része volt annak, hogy

- gyártmányaink túlnyomó részét alacsonyabb építéstechnikai felkészültségű szervezetek építik be, számukra a megszokott építési mód vonzóbb, és egyúttal nagyobb biztonságot nyújt a hibák elkerülésére,
- a homogén szerkezetekből épült falak bekerülési költsége általában kedvezőbb, mint a más megoldásúaké.

A homogén falszerkezetek további előnyeként lehet megemlíteni azt, hogy

- nagyobb vastagsága és tömege következtében nem csak hőátbocsátási tényezője megfelelő, de hő-tárolóképesége, valamint léghang-gátló képessége is kedvező,
- ugyancsak előnyösek a páratechnikai és a fal nedvesség háztartásával összefüggő tulajdonságai is.

Ezek a tulajdonságok várhatóan hosszú távon biztosítják a homogén kerámia falak konkurenciáképességét különösen akkor, ha a felhasználási terület lényegében változatlan marad.

E vélemények és tapasztalatok ismeretében fogalmazódott meg az a célkitűzés, hogy a kerámia falazóanyagok továbbfejlesztésében a homogén falszerkezetek anyagai képezzék a fő irányt és az ipar — lehetőségeitől függően — elsősorban ezek gyártókapacitását növelje.

A fejlesztési munka részben a POROTON gyártásnál és felhasználásnál már meglévő tapasztalatokra támaszkodva indult el. Az új előírás által megkívánt, a korábbihoz képest kisebb hőátbocsátási tényező — ismeretes módon — két úton érhető el.

- a) a falvastagság növelésével,
- b) a falazat egyenértékű hővezetési tényezőjének csökkentésével.

A falvastagság növelésével elvileg bármely építőanyagból készült falszerkezet elérheti a $k \leq 0,7$ $W/m^2 K$ hőátbocsátási tényezőt. A legtöbb hagyományos falazóanyagnál azonban ez extrém nagy falvastagságot igényel, ami természetesen nagyon rontja

1. táblázat

A $k \leq 0,70$ $W/m^2 K$ követelményt kielégítő falazat megengedett legnagyobb egyenértékű hővezetési tényezője a falazat vastagságától függően

A vakolatlan fal vastagsága cm	A megengedett legnagyobb hővezetési tényező $W/m^2 K$
25	0,21
30	0,25
36	0,30
38	0,31
51	0,41

2. táblázat

Külföldön gyártott falazóanyagokból készült, vakolt falak hőátbocsátási tényezője

A falazóanyag neve	A falazat hőátbocsátási tényezője $W/m^2 K$	
	30 cm	36,5 cm
	falvastagság esetén	
POROTON N	0,89	0,76
POROTON E	0,68	0,59
THERMOPOR 60	0,75	0,64
THERMOPOR 90	0,69	0,58

a szerkezet gazdaságosságát minthogy nem csak a fal építése drágul meg, hanem a vastagabb fal az egész épület szerkezetére kihat. Így pl. tömör téglából 96 cm, B 30-as falazóblokkból 79 cm vastag fal lenne hőtechnikailag megfelelő, de az eddig gyártott POROTON termékekből is 38–40 cm falvastagságra lenne szükség.

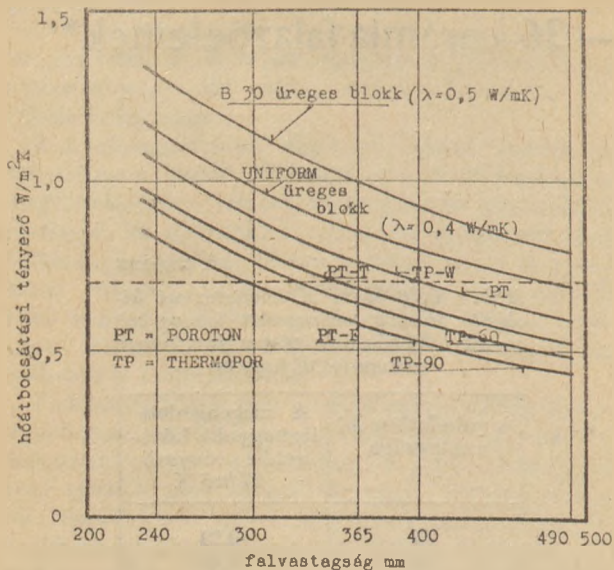
A falazat egyenértékű hővezetési tényezőjét alapvetően

- az alkalmazott falazóanyag és
- a falazóhabarcs hővezetési tényezője, valamint
- a falazóanyag és a falazóhabarcs aránya határozza meg.

A $0,70$ $W/m^2 K$ hőátbocsátási tényező eléréséhez a fal vastagságától függően a falazat egyenértékű hővezetési tényezőjének más-más értéket kell elérnie. Az 1. táblázat a szokásos falvastagságokhoz tartozó legnagyobb megengedett hővezetési tényezőket tartalmazza. Látható, hogy ahhoz, hogy a feladat reális falvastagsággal megoldható legyen, a falazat egyenértékű hővezetési tényezője legfeljebb $0,30$ $W/m^2 K$ lehet.

A korszerű falazóanyagokra közzétett külföldi adatok, amelyek $0,8$ kg/dm^3 térfogati sűrűségű falazó-

* Az ÉTE és SZTE közös ankétján 1986. jún. 17-én elhangzott előadás



1. ábra. Különböző kerámia falazóanyagokból készült falak hőátbocsátási tényezője a falvastagságtól függően

3. táblázat

A POROTON-36 és THERMOPOR-36 falazóelemek mérete

A falazóelem jele	Méreték cm		
	Hosszúság „a”	Szélesség „b”	Magasság „c”
POROTON-36/24 vagy THERMOPOR-36/24	24,0	36,0	14,0 [21,5] 29,0
POROTON-36/19 vagy THERMOPOR-36/19	19,0	36,0	14,0 [21,5] 29,0

A bekeretezett számok a járatos méretek

anyagokból a szokásos falazó és vakolóhabarcs felhasználásával készített, kétoldalt vakolt falakra vonatkoznak (2. táblázat), azt mutatták, hogy ezeknél a 0,30 W/mK hővezetési tényező gondos, ellenőrzött gyártással és az üregelrendezés továbbfejlesztésével biztonságosan elérhető és ennek megfelelően a 36 cm-es falvastagság esetén a szokásos falazó- és vakolóhabarcs használatával, csupán 20% többlet falazóanyaggal elérhető a kívánt hőátbocsátási tényező. Ezt a kismértékű anyagtöbbletet bőven kompenzálja az az előny, ami az egyszerű és olcsó kivitelezésben, az égetett agyag kiváló épületfizikai tulajdonságaiban megmutatkozik.

Azt, hogy a falazat hőátbocsátási tényezőjének ilyen mértékű csökkentése milyen jelentős kutatási-fejlesztési munkát igényelt, jól szemléltetik az 1. ábrának a POROTON és THERMOPOR gyártmányokra vonatkozó, egyre javuló értékeket mutató görbéi. Az egyes, újabb gyártmánytípusok bevezetését rendszerint többéves munka előzte meg.

A POROTON termékek gyártásánál pórusképző anyagként duzzasztott polisztirol gyöngyöt használnak. Ez import anyag, amelynek sok esetben lép fel ellátási zavar és árdrugulás. Kiküszöbölése olyan – a POROTON-hoz hasonló tulajdonságokkal rendelkező – falazóanyaggal lehetséges, amelynek gyártása során hazai ipari, vagy mezőgazdasági hulladékanyagokból, melléktermékekből előállított pórusképző anyagot lehet alkalmazni. Ilyenek a THERMOPOR falazóanyagok, amelyek gyártási eljárásának megvételére a külföldi fejlesztési eredmények ismerete alapján került sor.

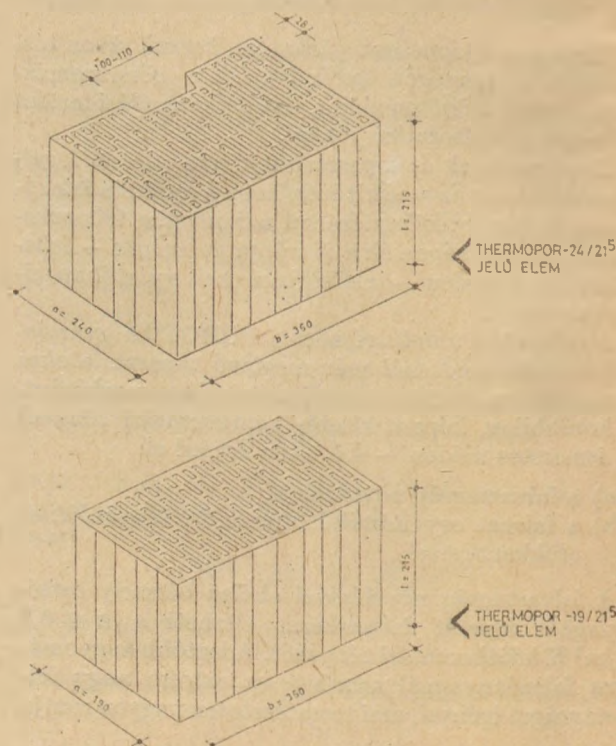
A POROTON-36 és a THERMOPOR-36 jelű falazóelemek több mérethben készülnek (3. táblázat). A falazóelemek alakja a 2. ábrán látható.

Az elemek üregtér fogata 50 és 55% között van, az üreg sorok száma legalább 19, az üreg keresztmetszete pedig legfeljebb 16 cm² lehet. Gyártható fogólyukkal is, ennek felülete legfeljebb 50 cm² lehet.

Amint az ábrák is szemléltetik, a 24 cm széles falazóelemen habarcsornyot kell kiképezni. A 19 cm széles elemeken szintén lehetséges a habarcsorony képzés. A habarcsorony és a fogólyuk felülete azonban nem haladhatja meg együttesen a téglafekvő felületének 12,5%-át.

A falazóelem külső bordáinak vastagsága legalább 10 mm, a megfelelő szilárdság érdekében. Az egy-egy elemben a falra merőlegesen futó bordák összes vastagsága azonban nem haladhatja meg 1 m falhosszúságra vonatkoztatva a 250 mm-t. A falazóelemek oldalait a habarcszapadást javítása céljából rovátkával kell ellátni.

A POROTON-36 és THERMOPOR-36 falazóelemek egyéb fontosabb tulajdonságait a 4. táblázat tartalmazza.



2. ábra. A POROTON-36 és THERMOPOR falazóelemek alakja

A POROTON-36 és THERMOPOR-36 falazóelemek fontosabb adatai

Anyag-tulajdonság	A falazóelem-fajta					
	POROTON-36 19/21,5 24/21,5		THERMOPOR-36 19/21,5 24/21,5			
A falazóelem térfogati sűrűsége kg/m ³	≤ 800		≤ 800			
A falazóelem nyomószilárdsága MPa	3,5	5,0	7,0	5,0	7,0	10,0
A falazóelem hővezetési tényezője W/mK	≅ 0,30		≅ 0,30			
A falazóelem hőátbocsátási tényezője W/m ² K	0,65	0,63	< 0,7	0,64		
1 m ² fal anyag-szükséglete elem-szükséglet db/m ²	22	18	22	18		
habarcsszükséglet 1/m ²	50	42	50	42		
A fal tűzállósági határértéke T _H óra	2 „nem éghető”		2 „nem éghető”			
A fal léghanggátlási mutatója E _R dB	-8,5		-8,5			

Csizi Béla: POROTON-36 és THERMOPOR-36 kerámia falazóelemek

A homogén falszerkezetekben alkalmazható kerámia falazóelemek képezik a téglaiipari falazóanyagfejlesztés fő irányát. A falakra a szabványban előírt hőtechnikai követelményeket a továbbfejlesztett POROTON-36 és az új

gyártmányként bevezetésre kerülő THERMOPOR-36 falazóelemekkel ki lehet elégíteni úgy, hogy a falazat egyéb tulajdonságai is igen kedvezőek.

Чизу, Б.: Керамические стеновые элементы ПОРОТОН-36 и ТЕРМОПОР-33

Главным предметом развития ассортимента стеновых материалов кирпичной промышленности являются керамические стеновые материалы, которые могут применяться в однородных стеновых конструкциях. Стандартные теплотехнические требования, предъявляемые к стеновым кладкам могут быть удовлетворены за счет применения ПОРОТОН-36, получившего дальнейшее развитие, а также нового материала, применяемого в качестве стенового элемента, ТЕРМОПОР-33, при этом прочие свойства стеновых кладок также являются благоприятными.

Csizi, Béla: POROTON-36-, und THERMOPOR-33 keramische Mauerelemente

Die in homogenen Wandkonstruktionen angewandten keramischen Mauerelemente bilden die Hauptrichtung der Mauerstoffentwicklung in der Ziegelindustrie.

Die durch die Norm vorgeschriebenen wärmetechnischen Forderungen können durch die weiterentwickelten POROTON-36 und die, als neu Produkt eingeführende THERMOPOR-33 Mauerelemente erfüllt werden, und daneben auch die übrigen Eigenschaften des Mauerwerks sehr günstig sind.

Csizi, Béla: Ceramic Walling Units POROTON-36 and THERMOPOR-36

Ceramic walling units to be used in homogeneous wall structure are currently in the mainstream of brick development. Recent products include in Hungary two types; POROTON-36 is an advanced product, While THERMOPOR-33 is newly developed. Both satisfy the requirements of the new Hungarian standard on the thermal insulation of houses. Other (esp. strength) properties are advantageous too.

Könyvismertetés

Ziegeltechnische Jahrbuch 1986 (Téglaiipari évkönyv 1986). Szerkesztette Dipl. Ing G. Schellbach. 474 old. A6, számos ábrával, táblázattal, diagrammal és beszerzési forrásokkal. Bauverlag GmbH Wiesbaden. Ára plasztikkötésben DM 45. -

Az évkönyv ezévi kötete számos időszerű témával foglalkozik: nyersanyagok, környezetvédelem, újszerű építőelemek és építésfizika. Foglalkozik ezenfelül, akár a korábbi évkönyvekben a durvakerámiai folyóiratok dokumentációjával, műszaki újdonságokkal és felismerésekkel a Téglaiipari Kutatóintézet (NSZK) munkájából; a Fischer P. professzornak a kerámiai laboratóriumról szóló sorozatában ezúttal a durvakerámiai cserép keletkezése kerül ismertetésre.

Az egyes tanulmányok a következők:

- Hilker, E. - Hauch, D.: Vasoxidtartalmú adalékok lehetősége a téglagyártásban
- Hauck, D. - Hilker, E.: A fluoremisszió csökkentésének lehetőségei a téglagyártásban,

- Junge, K.: Párlási gázok emissziójának csökkentése porózus falazóteglák energiatakarékos gyártásánál,
- Pauls, N.: Kivirágzások okai, elkerülése vagy kiküszöbölése,
- Schellbach, G.: Új méretlehetőségek nagyméretű szegélyteglákkal,
- Stern: Elemekből előállított kísérleti helyiségek kellemes, klímaviszonyainak összehasonlítása szegélyteglás és favázás építkezésnél,
- Schellbach, G. - Schneppe, R. - Kukartz, L.: Tetőcserepek fagyállóságának összehasonlítási vizsgálatai hőszigetelésű alépítésű tetőknél,
- A téglaiipari érintő új DIN szabványok (1984. nov. - 1985. okt.)

A szép, izléses kiállítású, amellet jutányos árú könyv kitűzött céljának megfelelően a téglaiipar időszerű problémáinak megoldásához megadja a várt segítséget.

Dr. Beke Béla

A külső falak hőszigetelésének ésszerű határa és hazai megvalósításának lehetőségei*

BARCS VILMOS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. A jelenlegi helyzet

Lakásépítésünk nagyobbik része a következő évtizedben hagyományos technológiával, zömében 1–2 szintes családi ház formájában fog megvalósulni. Emiatt a külső falakkal szemben jelenleg csak olyan hőtechnikai követelmény támasztható, amely egyrétegű, homogén szerkezettel is kielégíthető a technológiai és egyéb szempontokból ésszerű falvastagságok mellett. Így alakult ki a falszerkezetekre az I. ütemben (80–85) a $k_f = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$, a II. ütemben (86-tól) a $k_f = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ követelmény.

Ezek a követelmények ugyanis a hazai téglaiipar újabb termékeivel (egyes esetekben hőszigetelő vakolattal), valamint gázbeton építőelemekkel homogén falszerkezetként kielégíthetők.

A megnövelt pórustérfogatú kerámia falazóblokk hővezetési tényezője $0,3 \text{ W/mK}$, 45 cm vastagsággal hőátbocsátási tényezője $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ alá nehezen csökkenthető, mert ennek szilárdsági és gyártástechnológiai akadályai vannak, az inhomogén falszerkezeteket viszont a hazai hagyományos építési mód még nem fogadta be.

Emberi tartózkodásra szánt épületeknek a nyári külső hőterheléssel (napsugárzás + léghőmérséklet) szemben is védelmet kell nyújtaniuk. A külső falakra vonatkoztatva ez azt jelenti, hogy a 24 órás periódussal jelentkező külső hőmérséklet hullámzás kellő mértékben csillapítva érezhető csak hatását a fal belső felületén. Így a „v” hőfokcsillapítással kifejezett hőtehetetlenség a külső fallal szemben támasztott hőtechnikai követelmények közé került. Ennek kielégítése csak az ún. könnyűszerkezetes falakkal okoz problémát, a hagyományos falszerkezetek tömege kellő hőfokcsillapítást biztosít a fokozott hővédelem mellett.

2. A hőtehetetlenség hatása

Az utóbbi időben néhány külföldi szakirodalmi közlemény a külső falak hőátbocsátásával szembeállította a hőtehetetlenség fontosságát, azt bizonyítva, hogy a fűtési energiafogyasztás szempontjából a nagy hőtehetetlenség előnyösebb a kis hőátbocsátási tényezőnél. Ez csak olyan értelemben igaz, hogy bizonyos hőtehetetlenség alatt az emberi tartózkodásra szánt épületekben olyan hátrányok mutatkoznak (téli a

napsugárzás és a belső hő csekély hasznosíthatósága, nyáron az épület túlmelegedése), amelyek a „k” tényező jelentős csökkentésével sem ellensúlyozhatók.

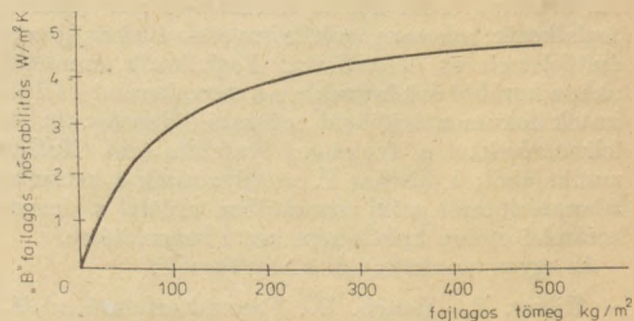
Mindazonáltal ez a szembeállítás helytelen, mert nyilvánvaló, hogy a lakóépületek hőtechnikai szempontból akkor a legértékesebbek, ha a külső falak hőtehetetlensége bizonyos érték felett, ugyanakkor „k” tényezőjük bizonyos érték alatt van. Egyik sem helyettesíthető a másikkal, hatásukat legjobban együttesen tudják kifejteni. [1] [2]

Matematikailag kifejezve a külső falak annál kedvezőbbek, minél kisebb a „k/B” viszonyszám, ahol „B” ($\text{W/m}^2\text{K}$) az ún. fajlagos hőstabilitás azt fejezi ki, hogy a helyiség hőmérsékletének 1 K-es ingadozásához mekkora hőáramsűrűség-ingadozás tartozik a fal belső felületén.

A fal tömegének hatása akkor érvényesül leginkább, ha homogén, vagy a külső oldalán hőszigetelt szerkezet, és a belső felülete nincs hőszigetelő burkolattal ellátva. Ebben az esetben „B” értékét a fal fajlagos tömegének kg/m^2 függvényében lehet közelítőleg meghatározni (1. ábra). 400 kg/m^2 felett a fajlagos hőstabilitás már nem nő lényegesen, 200 kg/m^2 alatt viszont jelentősen csökken. A tömeg legjobb hőtechnikai kihasználása tehát 200–400 kg/m^2 tartományban van a homogén, vagy a külső hőszigetelésű falak esetében. [3]

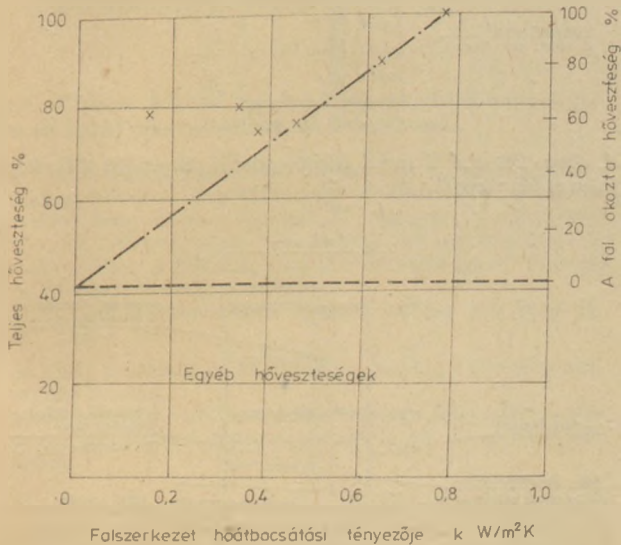
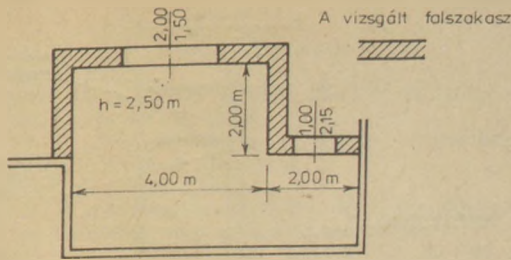
3. A fal hőszigetelésének ésszerű határa

A hőhidak, a sarkok és a nyílások (kávák) környezetében a belső felületi hőmérséklet alacsonyabb, mint a fal többi részén, ezért ezeken a helyeken megnő a transzmissziós hőveszteség. Ennek zavaró hatása a fal hőveszteségére relative annál nagyobb, minél kisebb a falszerkezet hőátbocsátása zavarmentes környezetben.



1. ábra. Homogén, vagy külső oldalán hőszigetelt külső teherhordó falak fajlagos hőstabilitása a fajlagos tömeg függvényében.

* Az ÉTE és SZTE közös ankétján 1986. jún. 17-én elhangzott előadás



2. ábra. NSZK (Holzkirchen) mérések a sarkok és a nyílások (kávák) zavaró hatásának vizsgálatára (1981 – 83)

Az NSZK Épületfizikai Intézetének kísérleti telepén (Holzkirchen) a kérdés vizsgálatára 1981 – 82 és 1982 – 83 telén speciálisan erre a célra épített kísérleti falszakaszokon méréseket végeztek. A falszakasz elrendezése olyan volt, hogy a sarkok hatása minél jobban érvényesüljön: 10 fm hosszú falhoz 3 db sarok tartozott. A valóságban általában kisebb a sarkok sűrűsége, még a kis alapterületű épületekben sem szokott 10 fm falra 1 – 2 saroknál több jutni (2. ábra).

A vizsgálat célja annak megállapítása volt, hogyan változik a több sarokkal és nyílászáróval kialakított mérőhelyiségek hővesztése akkor, ha csak a külső fal szerkezete és hőátbocsátási tényezője különbözik. Az eredményeket a falak „k” tényezőjének függvényében dolgozták fel és megállapították, hogy a fűtési energiafogyasztás gyakorlatilag lineáris kapcsolatban van a hőátbocsátási tényezővel $k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ körüli érték felett, az alatt azonban a hőmérsékletmező torzulása miatt nem lehetett közvetlen kapcsolatot találni a hővesztés és a hőátbocsátási tényező között. Ez a határ nyilván a szokásos építőanyagok és szerkezeti megoldások, illetve az ezekhez tartozó rétegvastagságok esetében adódik, 20 – 40 K hőmérsékletkülönbség fenntartása mellett.

A gyakorlatban használatos esetekben a $k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ alatti tartományban a sarkok és a nyílások környezetének rontó hatása relatíve any-

nyira megnő, hogy a falazat hőszigetelési értékét bizonytalanná, illetve a vastagságtól, rétegfelépítéstől és a zavaró körülmények konkrét megjelenési formájától függővé teszi. A homogén, vastagabb falak erre a jelenségre kevésbé, a hőszigetelő réteggel ellátott, vékonyabb falak nagyobb mértékben érzékenyek és a 0,4 alatti tartományban csak az utóbbiak készülnek. [4]

A $k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ feletti tartományban viszont a vizsgált jelenség sem a homogén, sem a többrétegű falszerkezetek hőmérsékletmezőjét nem torzítja olyan mértékben, hogy a hővesztés és a hőátbocsátási tényező lineáris kapcsolatát egy helyiség, illetve épület vonatkozásában érdemlegesen megváltoztatná.

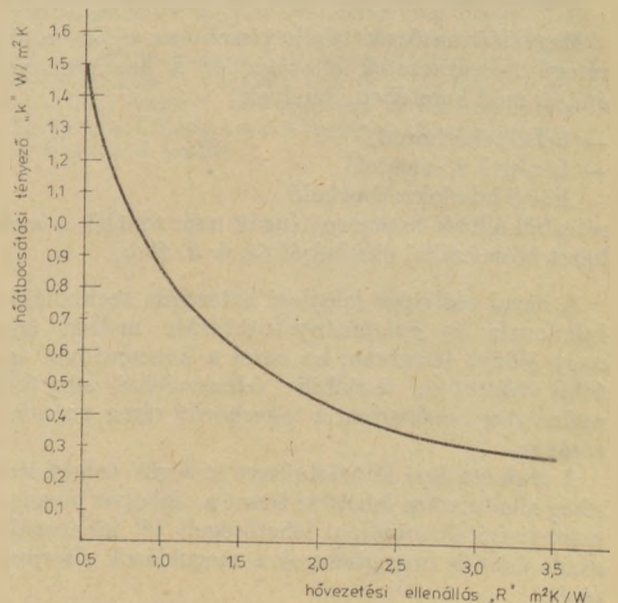
Egy másik megfontolás szerint a hőátbocsátási tényező görbéjének karaktere olyan (3. ábra), hogy a $k = 0,7$ alatti szakasz az R hővezetési ellenállás növekedésével jelentősen csökken, de $k = 0,4$ érték ($\sim R = 2,3$) alatt ellaposodik, vagyis az R további növelése alig csökkenti. Ha pedig optimumszámítást végzünk egy többrétegű téglafalra, amelynek hőszigetelő rétege $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$ hővezetési tényezővel és $1500 - 2000 \text{ Ft/m}^3$ fajlagos költséggel építhető be, akkor a hőszigetelésre $d_{\text{opt}} = 0,12 - 0,20 \text{ m}$, vagyis a falszerkezetre $k = 0,31 - 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$ adódik.

Mindhárom megfontolásból az tűnik ki, hogy a külső falakra vonatkozó követelmény ésszerű határa $k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, vagy a hővezetési ellenállással kifejezve $R = 2,3 \text{ m}^2\text{K/W}$, vagyis ugyanannyi, mint a tetőfödémekre jelenleg érvényes előírás, amely hasonló gondolatok alapján jött létre.

4. A további fejlesztés lehetőségei

Előző követelmény ésszerűen csak inhomogén

- integrált hőszigetelésű (hőszigetelőanyaggal kombinált falazóelemek),
- több rétegből felépített (külön hőszigetelőréteggel kialakított) falszerkezetekkel elégíthető ki.



3. ábra. A hőátbocsátási tényező alakulása a hővezetési ellenállás függvényében

Az integrált hőszigetelésű falazóelemek kerámia és hőszigetelőanyag (szálas, vagy műanyaghab) kombinációjából készülnek oly módon, hogy a hőszigetelést a falazóblokkok

- üregeibe helyezik,
- külső oldalára ragasztják,
- két rétege közé ragasztják.

Külföldi kutatások során számos megoldást alakítottak ki, amelyek egy részét a gyakorlatban is alkalmazzák, de széles körben ezek sem terjedtek el. Egyetlen hazai változata a THERMOTON, amelynek üregeibe építés közben kemény p.s. habot helyeznek el. [5]

Mivel az integrált hőszigetelésű falazóelemeket hagyományos technológiával habarcsolják, a habarcs fugák hőtechnikai szempontból hőhidat képeznek. Ennek rontó hatását mérsékelheti

- a habarcs mennyiségének csökkentése az érintkező felületek lecsiszolásával, vagy ún. habarcszsebek kialakításával, ill. horonyeresztékes illesztéssel,
- könnyű adalékanyagú, ún. hőszigetelő habarcsok alkalmazása.

Az első csoport fejlett gyártástechnológiát, nagy pontosságú gyártást és falazást igényel, a hőszigetelő habarcsok elterjedését magas árak és kisebb szilárd-ságuk korlátozza. [6]

Hazai viszonylatban nem látszik reálisnak az a koncepció, hogy a téglagyártást a $k = 0,4$ követelmény kielégítése érdekében integrált hőszigetelésű falazóelemek irányába fejlesszék, mert

- nem vág egybe az eddigi fejlesztésekkel,
- a jelenlegi gyártástechnológia átlagszínvonalának lényeges emelését kívánná olyan személyi és anyagi feltételekkel, amelyek nem állnak rendelkezésre,
- gondatlan falazás esetén a függőleges fugák üresen maradnak, azokon vakolás előtt átlátni, és ez a legjobb minőségű falazóelemekből is gyenge minőségű falazatot eredményez, tehát a jelenleginél lényegesen gondosabb falazást igényelne.

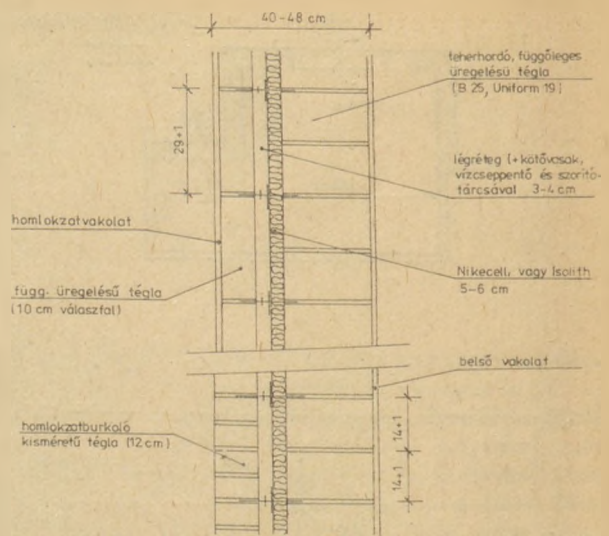
Megvalósíthatónak tűnik viszont az olyan több-rétegű falszerkezetek elterjesztése a hagyományos építési mód keretében, amelyek

- belső teherhordó,
 - középső hőszigetelő,
 - külső homlokzatburkoló
- rétegből állnak és átmenő fugák nem rontják a szerkezet hőtechnikai minőségét (4. és 5. ábra).

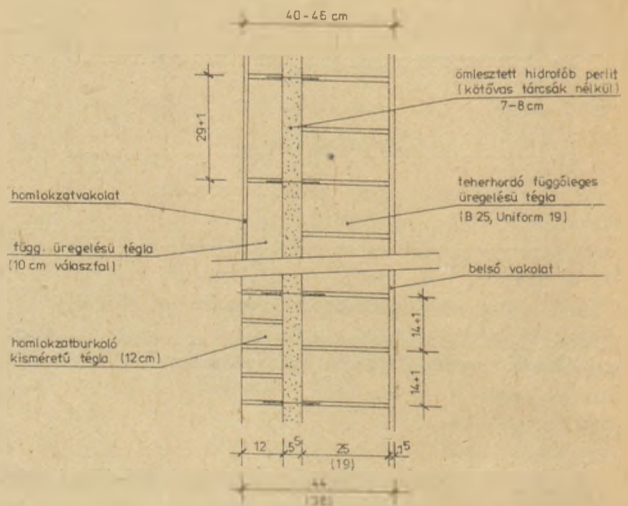
A hazai téglaiipar jelenlegi heterogén technológiai színvonala és gyártmánystruktúrája mellett igen nagy előnyt jelentene, ha ezzel a koncepcióval egy több változójú, variábilis felhasználási lehetőség nyílna meg, elsősorban a teherhordó réteg vonatkozásában.

A csak statikai követelményt kielégítő teherhordó réteg alkalmazása lehetővé tenné a téglaiipar jelenlegi mennyiségi és minőségi lehetőségeit jól kihasználó, gazdaságos és anyagtakarékos megoldások elterjesztését.

A hőszigetelőréteg tekintetében is több lehetőség kínálkozik a szálas, műanyaghab és ömlesztett anya-



4. ábra. $k \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényezőjű többretegű falazat légréteggel



5. ábra. $k \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényezőjű többretegű falazat légréteg nélkül

gok alkalmazására a gazdaságosság és energiatakarékosság figyelembevételével.

A külső burkolóréteggel kapcsolatban szükségesnek látszik bizonyos mennyiségi és minőségi fejlesztés – különös tekintettel a családi házak külső falainak utólagos hőszigetelésére – bár a jelenlegi gyártmányok közt is vannak erre a célra alkalmas termékek.

Kutatást, ill. vizsgálatot igényel viszont az a külső rétegnek a teherhordó réteghez való alkalmas bekötése, a hasonló külföldi megoldások adaptációja. Hőtechnikai szempontból az acél bekötőelemek hőhidat képeznek, amelyek a hőszigetelést áttörik, ezért a vizsgálatba célszerű bevonni műanyagból készült elemeket is. Utóbbiakkal kapcsolatban azt kell megvizsgálni, hogy az előzetes számítások szerinti 8–12%-os hővesztesség növekedés elkerülése más vonatkozásban milyen növekményekkel jár.

Úgy tűnik, hogy a hagyományos kézi falazási technológiával készülő szerkezetek hőtechnikai továbbfejlesztésének hazai lehetőségei adottak és akadályai elsősorban nem műszaki jellegűek.

- [1.] G. Hauser: Der „k“ Wert im Kreuzfeuer (Bauphysik, 1981/1.)
- [2.] M. Croiset: La nouvelle réglementation thermique 1982. (Chaiers du CSTB, 1982.)
- [3.] Dr. Barcs V.: A külső falakra vonatkozó hőtechnikai követelmények várható alakulása (SZIKKTI Tud. 1986.)
- [4.] H. Künzel: Wärmedurchgang durch die Gebäudeumhüllung im Vergleich zum rechnerischen k-Wert (Ziegelindustrie International, 1984/2. p. 59–65.)
- [5.] Matyasovszky Zs. T.: A hőtechnikai szabvány II. ütemének előírásait kielégítő téglafalazatok (SZIKKTI Tud. Közl. 1983)
- [6.] Dr. Csizi M.: Korszerű hőtakarékos kerámia építőelemek (ÉTK Tanulmány, 1984.)

Barcs Vilmos: A külső falak hőszigetelésének ésszerű határa és hazai megvalósításának lehetőségei

A külső falakkal szemben támasztott legfontosabb hőtechnikai követelmény kifejezője továbbra is a „k” hőátbocsátási tényező (esetleg az „R” hővezetési ellenállás) lesz, mert a 24 órás periódusú külső-belső hőmérsékletváltozások mellett a jelenleg szokásos 200-400 kg/m² tömegű falak hőtehetetlensége kielégítő.

A „k” követelményének ésszerű határa 0,4 W/m²K, mert

- ez alatt a sarkok és az ablakok (kávák) zavaró hatása erősen megnő,
- a hővezetési ellenállás növelése eddig a leghatékonyabb
- a gazdaságossági optimumszámítás ezt az értéket közelíti.

Ez a követelmény ésszerűen csak többretegű (teherhordó, hőszigetelő, burkoló) falszerkezetekkel valósítható meg, amelyekben a fugák sem rontják a hőtechnikai minőséget. Az ilyen irányú technológiai fejlesztés műszaki lehetőségei hazánkban is adottak.

Барч, В.: Рациональные границы теплоизоляции внешних стен и возможности их обеспечения в отечественных условиях

Важнейшим показателем, выражающем теплотехнические требования в внешним стенам, и в будущем будет коэффициент теплопроводности „k” (может быть сопоставлен с коэффициентом теплопроводности „P”), так как тепловая инертность применяемых в настоящее время традиционных стен массой 200—400 кг/м² при 24 часовых периодических колебаний внешней-внутренней температуры, является удовлетворительной.

Рациональной границей показателя „k” является значение 0,4 В/м К, по следующим причинам:

- при более низком значении резко возрастает мешающее влияние углов и окон,
- повышение сопротивления теплопроводности до этого значения „k” является наиболее эффективным,
- расчетное значение оптимальной экономичности приближается к этому показателю.

Вышеуказанное требование рационально может быть удовлетворено только за счет применения многослойных (несущей, теплоизоляционной, облицовочной) стеновых конструкций, в которых fugи не ухудшают теплотехнических качеств. В отечественных условиях имеются технические возможности для проведения технологического развития в таком направлении.

Barcs, Vilmos: Rationelle Grenze der Wärmedämmung von äusseren Mauerwerken und Möglichkeiten der heimischen Verwirklichung

Die wichtigste wärmetechnische Forderung gegen den äusseren Mauerwerken wird auch in den weiteren durch den k-Wärmeübergangszahl, oder durch R – Wärmeleitwiderstand ausgedrückt. Übrigens ist die Wärmeinhalt der Mauerwerke mit 200-400 kg/m² Gewicht dazu genügend bei den inneren-äusseren Temperaturschwankungen in einer 24 Stunden – Periode.

Die rationelle Grenze der k – Forderung ist 0,4 W/m²K, weil:

- unter dieser Wert die störende Wirkung der Ecken, und Fenster stark nimmt zu,
- die Steigerung des Wärmeleitwiderstandes bisher die effektivste, ist,
- die ökonomische Optimumberechnung zu diesen Wert nähert.

Diese Forderung kann nur durch mehrschichtigen (lasttragende, wärmedämmende, verblendende) Mauerwerke erfüllt werden, in denen die Fugen die wärmetechnische Qualität nicht schlechtern. Die Möglichkeiten der diesbezüglichen technischen Entwicklung auch in Ungarn gegeben sind.

Barcs Vilmos: Reasonable Limits of Thermal Insulation of External Walls and their Verification in Hungary

The most important single parameter to express thermal properties of an external wall is till the thermal conductivity k (or the thermal resistance, F), because the thermal inertia of usual walls (mass: 200-400 kg/m²) is adequate if external-internal temperature changes of 24 hr periodicity are considered. The reasonable limit of k is abt. 0.4 W/m².K, as below the limit the disturbing effects of corners, windows, etc. becomes considerable; the thermal resistance can be increased effectively to this limit only; and calculations on economic optimum approach this value too. This demand, however, can be reasonably achieved only by multilayers wall structures, where joints do not disturb thermal quality.

Huzalbetétes kerámiaháló*

SOBOR EDE

Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium

A falszerkezetekkel szemben támasztott fokozott hőtechnikai követelmények, valamint az a tény, hogy a magyar hővédelmi előírások a mérsékelt égövi országokban a „lazábbak” közé tartoznak, felvetik a kívülről hőszigetelt falazatok létesítéséhez szükséges építőanyagok gyártásának kérdését.

A hőszigetelés külső védelmére hazánkban burkolótéglát, síkpala-, vagy — kisebb mértékben — műanyag borítást használnak. A téglaburkolat kitűnő, de viszonylag drága, nagy szakértelmet igényel, a pala és műanyag borításnak nálunk nincsenek hagyományai és a rendelkezésre álló palatermékek minősége esetenként kifogásolható.

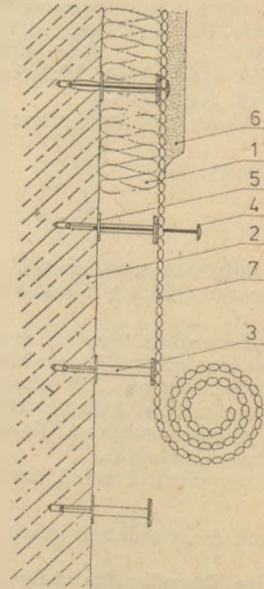
A hazai tradíciónak legjobban megfelelő vakolt falat viszonylag egyszerűen lehet acélhuzal-betétes kerámiaháló segítségével készíteni, de ez a termék számos egyéb célra is kiválóan megfelel.

A Stauss GmbH St. Pölten-i (Ausztria) gyárában a huzalbetétes kerámiaháló gyártásához finomra előkészített, kb. 12–14% nedvességtartalmú agyagot és az égetés során fellépő igénybevételeknek ellenálló acélhuzalt használnak. Az acélból szövőgépen hálót készítenek, majd erre mintázott palásfelületű hengerekkel préselik rá az agyagot. Az így keletkező nyers hálót 5 méteres darabokra vágják, feltekercselek, majd egy konveyorsor horgára emelik. A konveyor először a kemence mellett halad el, ahol a tekercs megszárad, majd a kemencén áthaladva az agyag kiég. A termék nagy részét így, tekercs formájában értékesítik. Továbbfeldolgozott terméként merevítőpálcákra hegesztve lemezként is árulják, valamint ezt a lemezt szigetelőanyaggal (pl. kőzet-, vagy üveggyapot) társítva szigetelőlemezként is forgalomba hozzák. Régebben a hálót több, különböző „hálómintá”-val gyártották [1], ma már csak egy típust készítenek, mert cementtejes befröcsköléssel ez a termék minden feladatra alkalmassá tehető.

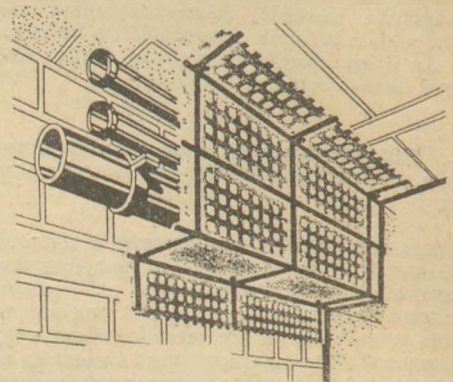
A huzalbetétes kerámiaháló- termékek fontosabb műszaki adatai a következők:

Tekercs:	hosszúság	5 m
	szélesség	1 m
	vastagság	5 mm
	felületi tömeg kb.	5 kg/m ²
Lemez:	hosszúság	2,5 m
	szélesség	1 m
	vastagság	5 mm
	felületi tömeg kb.	6 kg/m ²

Szigetelő lemez: hosszúsága és szélessége megegyezik a lemezével, vastagsága a szigetelőanyag szükséges vastagságától, felületi tömege a szigetelőanyag felületi tömegétől függ.



1. ábra. Hőszigetelés burkolása huzalbetétes kerámiahálóval
1. — hőszigetelés, 2. — falazat, 3. — tárcsás falék, 4. — rézszeg, 5. — stabilizáló alátét, 6. — vakolat, 7. — huzalbetétes kerámiaháló.

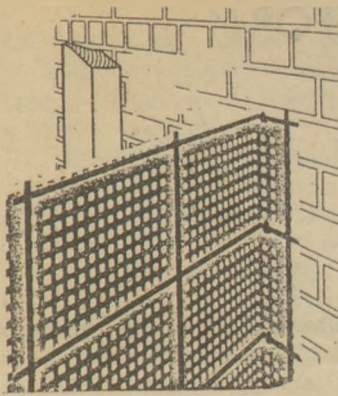


2. ábra. Szerelvények burkolása.

E termékek alapvető alkalmazási területe a falazat külső oldalán elhelyezett hőszigetelés védelmére vakolathordozóként való beépítés mind új épületeknél, mind pedig felújítások, utánszigetelések során (1. ábra). Ez megoldható légrés kialakításával (kiszellőztetett falszerkezet), vagy anélkül. Az itt alkalmazott távtartó tárcsás műanyag faliek lehetőséget ad magyszigetelés készítésére is oly módon, hogy a faliek tányérjára helyezett hálót a külső tányér és a rézszeg segítségével rögzítjük, a háló lyukait sűrű cementtejjel eltömjük, majd az így keletkezett rést ömlesztett perlittel kitöltjük, a hálót vakoljuk.

Gyakori alkalmazási területe a különböző csővezetékek és egyéb épületgépészeti szerelvények „elrabcolása” (2. ábra). Alkalmos a háló acélszerkezetek tűzvédő anyagainak burkolására (pl. acél tartóoszlop SZIKETHERM-mel való beszórása után vako-

* Az ÉTE és SZTE közös ankétján
1986. jún. 17-én elhangzott előadás



3. ábra. Nem terhelhető válaszfal kialakítása.

lathordozó anyagként), nem terhelhető, vékony térelválasztó falak (3. ábra) és álmennyezetek létesítésére is.

Előnyös tulajdonságai, széles körű, egyszerű alkalmazhatósága folytán a huzalbetétes kerámiaháló az építézet fontos anyaga lehet hazánkban is.

IRODALOM

- [1] Sobor E.: Egy kerámia felületkezelésű vakolaterősítő háló
Szilikátechnika, Bp. 1983/3.

Шобор, Э.: Керамические сетки на проволочной арматуре

Sobor, Ede: Keramisches Netz mit Drahteinlage

Sobor, Ede: Reinforced Ceramic Lattice

A világ szilikátiparából

Csökkenő tűzállóanyag felhasználás az acéliparban

Az IISI (International Iron and Steel Institute) tagországaiiban — a szervezetnek egy nemrég elkészült, az acélgártás tűzállóanyagaival foglalkozó tanulmánya szerint — a tűzállóanyag felhasználás 1980-ról 1982-re 2,4%-kal csökkent, s ez a tendencia az elkövetkező években is folytatódni fog. A fémek magas hőmérsékleten történő előkezelése a tűzállóanyag felhasználásra abban az irányban fejt ki hatását, hogy mindinkább kiszorulnak a szilikátartalmú anyagok és az olcsóbb minőségű samott termékek.

A konverterekben egyre nagyobb a tűzállóanyagok igénybevétele, ugyanakkor az IISI tanulmány szerint a konverter tűzállóanyagok felhasználása — nyilvánvalóan az anyagok tökéletesítése, az élettartam megnövekedése miatt — mennyiségben csökkenő tendenciájú lesz.

Az égetett dolomitot használják leggyakrabban az AOD (Argon Oxygen Decarburisation) üstben, de pl. Japánban a magnézitkróm belés is elterjedt.

Az elektrokemencés acélgártásnál a vízhűtési panelek terjedése csökkenti a tűzállóanyagfelhasználást, s ez a tendencia várhatóan folytatódik. A hagyományos kokillaöntési technológia visszaszorulásával és a folyamatos acélöntés elterjedésével a minőségi tűzállóanyagok és a különleges formátumú tűzálló termékek iránti igény nő.

(Metal Bulletin Monthly, 1986. június)

Új kaolin- és földpáthánya Jugoszláviában

Új kaolin és földpát bányát fejlesztenek ki Jugoszláviában Belgrád közelében Arandjelovac térségében. A beruházás magában foglal egy kaolin feldolgozó üzemet is.

Az első szakasz 1987. márciusára készül el, 20 kt kaolin, és 8 kt földpát kitermelő kapacitással. (Industrial Minerals, 1986. május)

Több segítség a kerámia vágószerszám kutatásra

Az USA kormánya 15 M USD alapot biztosít kerámia forgácsolószerszám kutatóintézet működéséhez. De ez csak a „jéghegy csúcsa” a tervezett kormánytámogatásból. A Fehér Ház tudományos szaktanácsadója, George Keyworth szerint az egyesített ipari és egyetemi kutató központok szövetségi támogatása az 1990-es évek elejére elérheti az évi egymilliárd USD-t. Az US Advanced Ceramics Association (különleges Kerámia Szövetség) biztatást kapott, hogy kooperáljon az egyetemekkel, mert a pénz rendelkezésre áll. A Szövetségi kormány pénzügyi aktivitásának célja, hogy forradalmasítsa a különleges kerámiák kutatását

(American Metal Market/Metalworking News, 1986. június 2.)

Vékony acéllemez korrózióvédő bevonatának csökkentése

A Rasselstein A. G. Neuwied-i finomlemezüzemében a korábban alkalmazott horgany védőbevonatról áttértek 89% Zn és 11% Ni tartalmú bevonatra. A Neuralyt márkanévű termék védőrétegét galvanizálással állítják elő. A bevonat jól alakítható és korrózióállóbb a tiszta horgany bevonatnál. A galvanbevonat kialakítására a korábbi nem oldódó anódok helyett az új eljárás titánból készül galvanizáló cellákba oldódó Zn- és Ni-elektrodokat merít be. Az elektrolit szűrése ugyan költséges, de a vas- és ólomszennyeződések teljesen kiküszöböli a módszer. A Neuralyt lapok kétoldali bevonattal (15–15 g bevonat/m²) vagy egyoldali bevonattal készülnek (50 g/m²). Utóbbi megoldásnál a bevonat vastagsága 7 μm.

(Frankfurter Zeitung, Blick d. d. Wirtschaft, 1985. júl. 11.)

Hőszigetelő habarcsok alkalmazása az UNIFORM és POROTON kerámiai falazóelemeknél*

GRÓSZNÉ KRUPP ERZSÉBET

Tégla- és Cserépipari Tröszt, Budapest

A téglai par gyártmányfejlesztésének második szakasza — mely napjainkig tart — az energiaínség hatására következett be.

Ezt az időszakot a 70-es évek közepétől számoljuk.

A gyártmányfejlesztés elsődleges célja a falazó-idomok hőszigetelési tulajdonságának fokozása.

Ennek főbb jellemzői röviden a következők:

- a téglaidom méretének növelése, mely egyben a habarcs 1 m^2 -re vetített arányát csökkenti,
- az alapanyag hővezető-képességének csökkentése az anyag porozitásának növelésével, különböző éghető adalékanyagok bekeverésével,
- a téglá testsűrűsége és hővezetési tényezője a termék üregtérfogatának növelésével is csökkenthető
- Az üregtérfogat növelés csak abban az esetben eredményezi a hőtechnikai paraméterek számottevő javulását, ha optimális üregelezéssel párosul.

Az elmondott irányelveket figyelembevéve, a külföldön végzett kutatások és szakirodalmi ismeretek adatait átültetve a hazai viszonyokra, szem előtt tartva a SZIKKTI e tárgykörre vonatkozó javaslatát, valamint a technológiai adottságokat, megtervezük az iparág új gyártmánycsoportját az UNIFORM termékcsaládot.

Az UNIFORM termékcsalád elemei 25, 30, 35, 40, 45, 50%-os üregtérfogattal készülnek úgy, hogy az üregtérfogat növelését az üregelemek számának növelésével érjük el.

A meghatározott üregtérfogat meghatározott üregelemek számához kapcsolódik.

A 45% üregtérfogatú idomoknál a fal síkjával párhuzamosan elhelyezett üregelemek száma 13, az 50% üregtérfogatú idomoknál az üregelemek száma 14.

Irodalmi adatok és mérések bizonyítják, hogy az üregelemek számának növelésével a hővezetési tényező 5–12%-os csökkenése érhető el.

Az üregelemek számának növelése a hőtechnikai tulajdonságok alakulására nagyobb hatású függőleges lyukelrendezésű téglák esetén, mint vízszintes lyukelrendezés esetén.

Hogy a függőleges üregekbe a falazóhabarcs ne folyjon be, meg lehet akadályozni az üregek alakjának, méretének, valamint az alkalmazott falazóhabarcs konzisztenciájának optimális megválasztásával.

A téglai par termékszabványok az üregelemek számának, valamint az üregek keresztmetszetének és kisebbik méretének előírásával az előzőek betartását a gyártók számára kötelezővé teszik.

Az eddig elmondottak a téglá keresztmetszetének optimális kialakítása, valamint a cserép testsűrűségének bekeverő anyaggal való csökkentése, a licencvásárlás útján a téglai par birtokába került POROTON termékekre is érvényes, ill. az idomok kialakításánál érvényesült.

A téglafalazatok hővezetési tényezője függ:

- a téglá hővezetési tényezőjétől,
- a falazóhabarcs arányától, és minőségétől,
- a vakolóhabarcs minőségétől és vastagságától.

A téglai par jelenlegi gyártástechnológiájával, $750\text{--}800 \text{ kg/m}^3$ testsűrűségű falazóidomok gyárthatóak. A $750\text{--}800 \text{ kg/m}^3$ testsűrűségű téglák esetén az egyenértékű hővezetési tényező $0,30\text{--}0,33 \text{ W/mK}$.

Az UNIFORM 13–14 soros elemű épített falazat hővezetési tényezője $0,4\text{--}0,37 \text{ W/mK}$, a 30 cm vtg. falazati vastagságot adó PF-30 és PF-45 jelű falazat hővezetési tényezője: $\lambda = 0,34\text{--}0,31 \text{ W/mK}$.

Ezzel szemben az alkalmazott falazóhabarcsok hővezetési tényezője: $\lambda = 0,87\text{--}0,93 \text{ W/mK}$.

A jó hőszigetelésű falazóidomok alkalmazásával a falazat habarcsrészei mindinkább gyenge pontjai lettek a hőszigetelésnek.

A szokványos min. 1 cm vtg. habarcsrészek nemcsak hőhídként szerepelnek, hanem kondenzáció következtében helyi nedvesség-dúsulást is eredményezhetnek. Ezért fontos ezeknek a gyenge pontoknak a megszüntetése.

Ennek egyik lehetséges módja a fugák vastagságának csökkentése, nagy méretpontosságú téglák gyártásával, vagy a téglaidomok vágási felületének méretpontos köszörülésével. Ez egyes NSZK-ban működő téglagyárakban bevált gyakorlat. Így a falazat közel homogén szerkezeteként viselkedik.

Másik a már hazai gyakorlatban is jelentkező lehetőség a hőszigetelő habarcs alkalmazása, melynél a szokásos fuga vastagság mellett, a habarcs hővezetési tényezője csökken.

A Terranova cég által kidolgozott perlites falazóhabarcs hővezetési tényezője $\lambda = 0,20 \text{ W/mK}$. A szárazkeverék halmazsűrűsége 650 kg/m^3 , nyomószilárdsága $2,5 \text{ N/m}^2$.

Amennyiben a falazóhabarcs hővezetési tényezője kisebb mint a téglá hővezetési tényezője $\lambda_h < \lambda_t$, akkor a falazat hővezetését a habarcs nem rontja, tehát nem szükséges hőtechnikai szempontból a habarcsréteg vastagságának mindenáron való csökkentése.

A téglafalazatok hővezetési tényezője tovább javítható a hőszigetelő vakolóhabarcsok alkalmazásával. 3–5 cm vastag hőszigetelő vakolat még hagyományos minőségű falazóhabarccsal történő falazás esetén is biztosítja a $k \cong 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket.

* Az ÉTE és SZTE közös ankétján 1986. jún. 17-én elhangzott előadás

A hőszigetelő vakolattal ellátott egyrétegű homogén téglafal kivitelezése egyszerű és házilagos kivitelezése is lehetséges. Szemben a többretegű falazatok bonyolultabb kivitelezhetőségével.

A 0,4–0,37 W/mK hővezetési tényezőjű UNIFORM idomok a 300 kg/m³ száraz térfogatsúlyú polisztirol-gyöngy adalékú hőszigetelő vakolat 4–5 cm vastag rétegben való felhordásával $k \leq 0,7$ W/m²K hőátbocsátási tényező értéket teljesítik.

Erre a célra többek között alkalmas az Országos Érc- és Ásványbányák polisztirol-gyöngy adalékos „Extra hőszigetelő vakolata”, melyre a gyártók a Terranova Extra könnyített nemesvakolati fedőréteget ajánlják kapart vagy dörzsölt kivitelben.

A 0,34–0,31 W/mK hővezetési tényezőjű POROTON falazatokra a hőszigetelő vakolatok szélesebb skálája alkalmazható.

A 300 kg/m³ testsűrűségű polisztirol-gyöngy adalékos vakolóhabarcs 3–4 cm vastagsága esetén a falazat hőátbocsátási tényező $k = 0,68–0,63$ W/m²K.

A hőszigetelő perlit alapvakolat 500 kg/m³ testsűrűségű 0,16 W/mK hővezetési tényezőjű anyagának alkalmazása 5 cm vtg-ban $k = 0,68$ W/m²K-t eredményez.

A 420 kg/m³ testsűrűségű perlitvakolat már 4 cm vtg-ban is biztosítja a 0,7 W/m²K értéket.

A külső falak hőszigetelőképességének növelésére irányuló törekvés — különösen az említett hőtechnikai szabvány követelményeinek életbelépésével — egyre újabb anyagok előállítására ösztönzi az építőanyaggyártókat.

Ezért az itt felsorolt anyagok a lehetséges választék széles skálájából csak néhányat tartalmaznak. De az itt elmondott szempontok — a mai ismeretünk szerint — fejlesztés alatt álló termékekre is érvényesek.

Гросс, К. Э.: Применение теплоизоляционных строительных растворов для керамических стеновых элементов УНИФОРМ и ПОРОТОН.

Frau Gross, Krupp, Erzsébet: Die Anwendung wärme-hemmender Mörtel bei den UNIFORM und POROTON keramischen Mauerelementen

Krupp Erzsébet (Mrs. Grósz) Application of Insulating Mortars for the Ceramic Walling Units UNIFORM and POROTON

GYÖRGY ISTVÁN

1899—1986



Eltávozott közülünk György István vegyészmérnök a XX. századi modern finomkerámiai ipar kiépülésének egyik utolsó szemtanúja és aktív részese, aki sokirányú tevékenységével ebben a munkában elvíthetetlen érdemeket szerzett. Munkája elismeréseként pályafutása során több állami kitüntetésben részesült. Alapító és

mindhaláláig fáradhatatlan tagja volt egyesületünknek, személye és munkája iránti tiszteletünk kifejeződik abban is, hogy a Szilikátipari Tudományos Egyesület örökös tagjai sorába választottuk.

Pályafutása alatt műszaki vezető, főmérnök, műszaki tanácsadó beosztásokban szinte a finomkerámiaipar minden területén tevékenykedett. Az ezt jelző főbb állomások: Herendi Porcelángyár, Romhányi Cserép-kályhagyár, Iparügyi Minisztérium, GRÁNIT Csiszolókorong- és Kőedénygyár, Kőbányai Porcelángyár, SZIKKTI, FIM.

Bárhol is dolgozott, elsődlegesen a műszaki-technológiai ismereteire építve vezette a gondjaira bízott gyárat, kollektívát. Ismeretei gyarapításában, tapasztalatai más területekre való átültetésében és annak továbbadásában egész életében fáradhatatlan volt, példát mutatva nekünk, utódainak.

Példamutatását követjük, emlékeit megőrizzük.

B. F.

Négykomponensű heterogén cementek hidratációja

KISBÁN GÁBOR

Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Pécs

Bevezetés

Az energiagazdálkodási- és a másodlagos nyersanyagok felhasználását célzó programok megvalósulását a nagy kiegészítőanyag-tartalmú cementek gyártási volumenének növelésében, az e célra felhasználható granulált kohósalak mennyisége korlátozza. Ez a tény motiválja a kohósalak egy részének pernyével történő helyettesítésével előállítható négykomponensű (klinker-gipszkő-kohósalak-pernye) heterogén cementek területén végzett kutatásainkat.

Szakirodalmi adatok és saját vizsgálataink alapján [1–6] megállapítható, hogy 20–60% összes kiegészítőanyag (pernye + kohósalak) tartalom esetén, a kohósalak egy részének pernyével történő helyettesítése mind a szilárdság, mind pedig az energiamegtakarítás szempontjából előnyös. Beszámoltunk arról [7], hogy a 30 illetve 40% kohósalakot és pernyét folyamatosan változó összetételben tartalmazó heterogén cementek szilárdsága maximummal rendelkező görbe szerint változik. A szilárdsági maximum a 25% kohósalak + 15% pernye, illetve a 20% kohósalak + 10% pernye összetételek közelében található.

Ipari körülmények között végzett kísérleti panel-elem gyártással bizonyítottuk [8], hogy négykomponensű heterogén cement alkalmazásával a bedolgozott beton nyomószilárdsága, illetve az elem hajlítószilárdsága szempontjából a jelenlegi üzemi termékekkel egyenértékű végtermék állítható elő. A szokásos házgyári technológián mindehhez alapvető változtatás nem szükséges.

Új és meg nem kerülhető terület a vizsgált négykomponensű rendszerben a hidratáció tanulmányozása, a kohósalak- és pernye szemcsék felületén keletkező CSH reakciótermékek C/S mólarányának, az összetétel időbeni változásának vizsgálata. Jelen munkánkban az e területen végzett kutató munkánkról kívánunk beszámolni.

A kohósalak-portlandcementek hidratációja

A nagy finomságúra őrölt, granulált kohósalak önmagában nem, vagy csak igen lassan képes kötésre, de aktiváló- vagy gerjesztőanyagok jelenlétében jelentős szilárdságot érhet el. Aktiválóanyagként szerepelhet a cementklinker hidratációja során keletkező portlandit is.

A kohósalak önmagában vízzel csak lassan hidratál, amikor a szemcsék felületén egy közelítően ASH_4 összetételű, 0,2 μm vastag, összefüggő hidráttréteg keletkezik. Kalcium-hidroxid és/vagy-szulfát, illetve alkáliák hatására az Al_2O_3 , illetve a SiO_2 kioldódik ebből a rétegből és így lehetővé válik a további hidratáció.

Hidratációs vizsgálatokkal igazolták, hogy a különböző hidraulikus modulusok, vagy az üvegfázis tartalom nem jellemzik egyértelműen a kohósalakok hidraulikus aktivitását [9]. A salak hidratációjának mechanizmusát az üvegfázis szerkezete határozza meg: a negatív töltésű hidroxil-ionok behatolnak az üvegfázisba, megbontva ezzel a rendszer elektrosztatikus egyensúlyát. A rendszer elektrosztatikus egyensúlyának megbontása az üvegfázisban levő nem kompenzált anionsoportokon keresztül történik. A salakszemcse és a telített meszes-gipsz oldat kölcsönhatásakor ioncsere következik be az oldat ionjai és az üvegfázis alkáli ionjai között. Az amorf szerkezetű hidrát fázis fokozatosan lerakódik a salakszemcse felületére. A gélserű vegyületek pontos összetétele még nem ismert, de egyes adatok szerint a hidráttermékek $\frac{C}{S+A}$ mólaránya a kezdeti időszakban

kb. 2,5, 28 nap után ez az arány 1,6–1,7-re csökken [10]. Feltételezhető, hogy a kohósalak-portlandcementben – éppen úgy, mint a portlandcementben – a szilárdulás folyamán nem sztöchiometrikus összetételű amorf hidrátok keletkeznek. Smolczyk szerint [11] a hidratálódott kohósalakcementben rendszerint jelen vannak a portlandcement kristályos hidrátjai:

1. $\text{C}_3(\text{A}, \text{F}) \cdot 3/\text{CaSO}_4, \text{Ca}(\text{OH})_2$ aq (AF₁-fázis)
2. $\text{C}_3(\text{A}, \text{F}) \cdot (\text{CaSO}_4, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{CaCO}_3, \text{CaCl}_2)$ -aq (AF_m-fázis)
3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Rendszeresen azonosítottak ettringitet, AF-fázist. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -t és kalcium-hidroszilikátokat, hidrotalkit típusú hidrokárbó-aluminátokat ($\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{14} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Egyes esetekben gehlenit-hidrátot ($\text{C}_2\text{ASH}_{13}$), hidrogranátot – $\text{C}_3(\text{A}, \text{F}) \cdot 3/\text{S}, \text{H}_2$ – és dikalcium-aluminát-hidrátot (C_2AH_3) is kimutattak, viszont egyetlen esetben sem találtak brucitot. Regourd szerint [12] a kezdetben kialakuló ettringit a későbbiek folyamán monoszulfáttá alakul, mely a C_4AH_{13} összetételű kalcium-alumináthidráttal szilárd oldatot képez.

Szatarin és Szürkin mutatott rá [13], hogy a kohósalakcement szilárdulási folyamata sebességében, a hidratáció intenzitásában, valamint a keletkező struktúrában különbözik a portlandcementek szilárdulásától. A kohósalak aktiválódási folyamatában különleges szerepet játszik a kalcium-hidroxid a bázikus közeg létrehozásában, kedvező feltételeket teremtve a kohósalak üveges részeinek a szilárdulási folyamatban való részvételéhez.

A kohósalak tehát nemcsak egyszerűen hígítja a cementet, hanem aktív kovasavtartalma reagál a

portlandcement hidratációja során keletkező kalcium-hidroxiddal, és így az egyébként szilárdság szempontjából inaktív anyagból ugyancsak szilárdsághordozó fázis keletkezik. A másodlagosan keletkező finomszemcsés gélképződmények átszövik a cementkő pórusait, csökkentve porozitását és növelve szilárdságát.

A kohósalakcementkő szerkezetének másik fő jellemzője a portlandcementkővel szemben a kisebb kristályos $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tartalom, mivel a Ca^{2+} -ionok a salakszemcsékkel kalcium-hidroszilikátokat képeznek.

A nagy kohósalaktartalmú cementek hidratációs termékei között csak alig, vagy egyáltalán nem található portlandit. E cementek CSH-gélje tömörebb, mint a portlandcement esetében és szilárd oldat formájában alumínium-oxidot is tartalmaz. Ezért az ilyen cementek kémiai ellenállóképessége is nagyobb.

A kohósalakcementkő szerkezetének említett jellemzői jól magyarázzák nagyobb tömörségét, jobb ellenállóképességét agresszív közeggel szemben, és meghatározzák a kohósalak-portlandcement felhasználásának egyéb speciális területeit.

A pernyés cementek hidratációja

A pernye kiegészítőanyag portlandcementek hidratációjával foglalkozó nagyszámú szakirodalmi közlemény [14–29] általában a következőkben egyetért:

a) A pernyés cementek szilárdsága (pernye tartalomtól függően) a fiatalabb korosztályokban elmarad a tiszta cement szilárdságától — mert a pernyeszemcsék kezdetben inert anyagként viselkednek — de jelentős utószilárdulásuk következtében előbb-utóbb utoléri, sőt meghaladja a kiegészítőanyag nélküli cement szilárdságát.

b) A pernyés cementeknél is minőségileg hasonló hidratációs termékek keletkeznek, mint a portlandcementeknél. Ezen termékek egy éves kor után lényegesen nem változnak.

c) A pernyekiegészítőanyag cement jelentős mennyiségű másodlagosan keletkező gélfázist és kevesebb $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ot tartalmaz.

A pernyés cementek hidratációja a szakirodalom elemzése és saját kutatási eredményeink alapján a következőképpen játszódik le:

A pernye puzzolános reakciója egy kettős film (hártya) kialakulásával kezdődik. A pernyefelületen egy 0,5–1 μm vastagságú vizes réteg és egy külső $\text{Ca}(\text{OH})_2$ réteg adszorbalódik. Ez a kettős réteg már az első 24 órában létrejön. A cement hidratációja során keletkező $\text{Ca}(\text{OH})_2$ egy része portlandit formájában kiválik, a Ca^{2+} -ionok másik része a vizes rétegen átdiffundálva elektrosztatikusan adszorbeálódik a pernyeszemcse felületén. A Ca^{2+} -ionok a felületen lassan reagálnak a Si és Al komponensekkel, kalcium-hidroszilikátok keletkeznek.

A pernyeszemcsét körülvevő rétegben fokozatosan csökkenő Ca^{2+} -ionkoncentráció pótlására az elsődlegesen kikristályosodott portlandit szolgál Ca -forrásként. Ennek következtében — mivel a pernyeszemcsét közvetlenül körülvevő rétegből a Ca^{2+} -ionok oldaton keresztül diffundálnak a felülethez és ez mindenképpen gyorsabb folyamat, mint a Ca^{2+} -ionok pótlása a portlanditból —, a pernye környezeté-

ben, a felülethez közeledve a C/S arány fokozatosan csökken. A kutatók többségének véleménye szerint a keletkezett hidrat termékekben a $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ mólaránya 0,8–1,0 körüli.

A hidrattermékek rétegvastagságának növekedése rendkívül lassú folyamat: a Ca^{2+} -ionok behatolási mélysége a pernyeszemcsébe 2 éves korban mintegy 1 μm , 10 éves korban 1,5–2 μm mélységű.

A keletkezett hidrattermékek kémiai összetételét illetően, véleményünk szerint, a hidrattermékek C/S mólaránya több tényezőtől függ: így az adott cement (klinker) minőségétől, a pernye mennyiségétől és hidraulikus aktivitásától, a hőmérséklettől és a tárolás (felhasználási hely) körülményeitől stb. Annyi mindenképpen feltételezhető, hogy a pernyés cementek hidratációs termékeiben a kalcium-szilikáthidráto C/S mólaránya kisebb, mint a portlandcementnél, ugyanakkor a CSH mennyisége viszont nagyobb.

A másodlagosan keletkező hidratok hajlamosabbak a karbonátosodásra, ezért a pernyés cementekben a karbonátfázis mennyisége nagyobb, mint a portlandcement esetében.

A pernye felületén, üregeiben keletkező hidrattermékek idővel fokozatosan átszövik a pórusokat, csökkentve a cementkő porozitását és növelve szilárdságát, fagyállóságát, kémiai ellenállóképességét, ami a tömörebb szerkezet következtében természetesnek tűnik.

Kísérleti rész

Vizsgálati anyagok

Vizsgálatainkhoz kétféle üzemi klinkert (B és D), dunaújvárosi kohósalakot, pécsi (P) és gyöngyösisontai (V) pernyét használtunk, utóbbit örölt állapotban is (ő). A felhasznált anyagok kémiai összetételét az 1. táblázatban közöljük. A keverékek gipsztartalma egységesen 5%, a kiegészítőanyag tartalom 30 illetve 40%, a klinker tartalom ezeknek megfelelően 65 illetve 55% volt. Az egyes cementek készítésénél az etalon klinkert gipszkövel, a keverékeknel a klinkert a kohósalakkal és a gipszkövel öröltük együtt, utólag hozzákeverve és homogenizálva a pernyét. Az egyes cementek jelölésénél az első betű a klinkert, a második az alkalmazott pernyét jelöli; az első szám a kohósalak-, a második a pernye tartalom százalékos értékére utal.

Termoanalitikai vizsgálatok

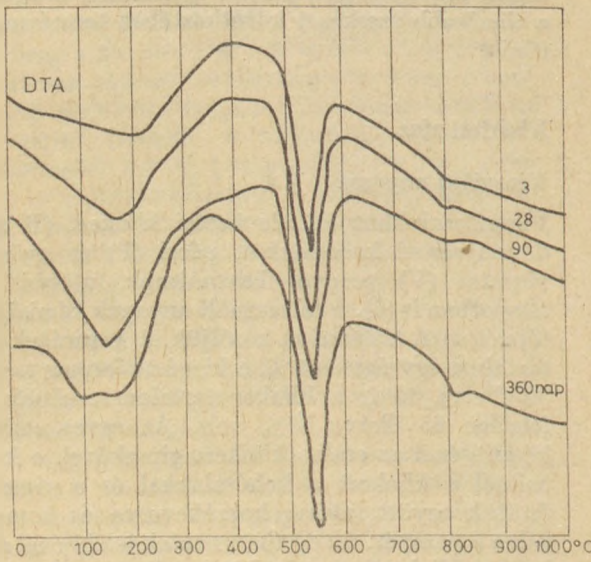
A cementminták lekötetlen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -tartalmát, valamint a hidratációs termékek kialakulását és mennyiségi változását PAULIK-PAULIK típusú derivatográfia vizsgáltuk. (A derivatográfiai vizsgálatokat a szilárdsági próbatestekkel azonos korú mintákkal végeztük.) A minták előkészítése során, a cementből lemerített mennyiségű vízzel készített próbatesteket legalább 96% relatív nedvességű térben tároltuk, a vizsgálati időpontban a hidratációt abszolút alkoholos kezeléssel megszakítottuk.

A heterogén cementek termikus görbéit az etalon cementekével összehasonlítva megállapítottuk, hogy a négykomponensű cementeknél is minőségileg

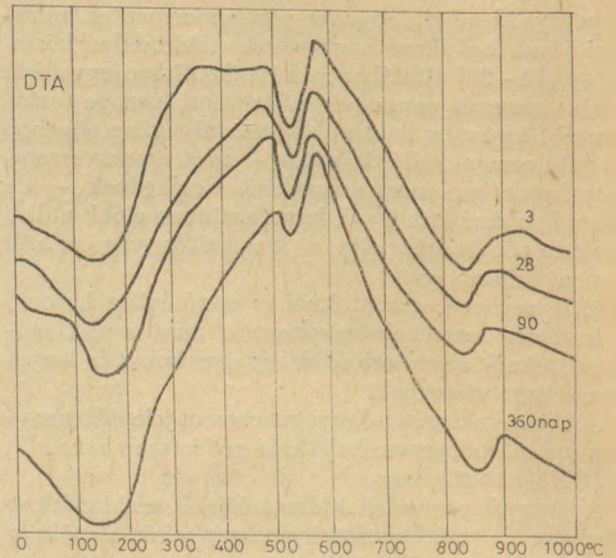
A felhasznált anyagok kémiai összetétele (%)

Összetevők	B-klinker	D-klinker	Dunaújvárosi kóhósalak	Visontai pernye	Pécsi pernye
Izzítási vesz.	0,28	0,59	3,65	5,20	4,72
SiO ₂	21,44	19,06	37,10	56,00	51,93
Fe ₂ O ₃	2,85	3,14	0,34	8,10	8,42
Al ₂ O ₃	5,73	6,19	8,60	22,70	27,01
CaO	65,80	67,46	40,70	5,40	2,77
MgO	1,00	1,11	6,75	1,40	1,00
SO ₃	0,81	0,16	3,15	0,87	0,20
CaO _{sz}	0,22	3,36	—	—	—
HCl-ben oldhatatlan	0,09	0,29	—	—	—

	B-klinker	D-klinker		B-klinker	D-klinker
SM	2,49	2,04	C ₃ S	61,43	71,88
AM	2,01	1,97	β-C ₂ S	15,03	0,32
HM	2,16	2,25	C ₃ A	8,29	9,01
Kst	96,30	108,17	C ₄ AF	8,66	9,55
TT	0,90	0,98			



a.)



b.)

1. ábra Az a/1. sz. (D 0-0) és b/11. sz. (DP 25-15) cementek DTA görbéi

ugyanolyan hidratációs termékek keletkeznek: a DTA görbéken ugyanazokra a kalciumszilikát- és alumínát hidrátokra, kalciumhidroxidra jellemző csúcsok figyelhetők meg. Terjedelmi okok miatt csak az 1. sz. (D 0-0) etalon cement és a 11. sz. (DP 25-15) heterogén cement DTA görbéit mutatjuk be az 1. ábrán. A kvantitatív elemzések több figyelemre méltó tényrt tártak fel. A kalciumhidroxid 520 °C-on végbemenő dehidratációjának számított értékeit a 2. táblázatban közöljük. A két etalon klinkerből keletkező nagy mennyiségű Ca(OH)₂ és ezen belül is a D-klinker értékei — a kémiai összetétel ismeretében — természetesnek tűnnek. Ugyanúgy elfogadható a 3. számú — csak kohósalakot tartalmazó —

cement nagy portlandit tartalma. Részletesebb számításokkal azonban bizonyítható, hogy a pernyét és kohósalakot együttesen tartalmazó cementeknél a Ca(OH)₂ nem a klinker-hányad arányában, hanem azt meghaladó mértékben keletkezik, azaz a klinker ezekben a cementekben nagyobb sebességgel hidrálódik. Különösen szembevetendő ez a jelenség a 16., 20 és 24. számú cementeknél, aholis a 3 napos korosztályban — a számítások szerint — minimális vagy negatív (!) a Ca(OH)₂ lekötése, ha az a klinkerhányad arányában keletkezne.

A kalciumhidroxid egyébként a hidratáció kezdeti szakaszában keletkezik jelentős mennyiségben, aránya a későbbi időszakban általában kissé növekszik, majd

A cementek $Ca/OH/2$ tartalma

A cement		$Ca/OH/2$ tartalom, %			
Sor-száma	jele	3	28	90	360
		napos korban			
1.	D 0-0	11,0	14,2	15,3	15,0
2.	B 0-0	5,9	8,2	9,9	9,8
3.	D 40-0	5,0	6,1	6,6	6,1
5.	DV 25-15	3,7	3,4	3,3	1,7
9.	DV 0-40	4,2	3,2	2,6	2,1
11.	DP 25-15	4,4	4,7	4,7	3,2
16.	BV 25-15	2,8	2,9	3,1	2,4
20.	BP 25-16	2,6	2,6	2,6	2,3
24.	BV 25-15	3,5	2,7	2,0	1,9
29.	DV 20-10	5,3	6,6	5,9	5,0
35.	DP 20-10	5,8	6,3	6,7	5,5

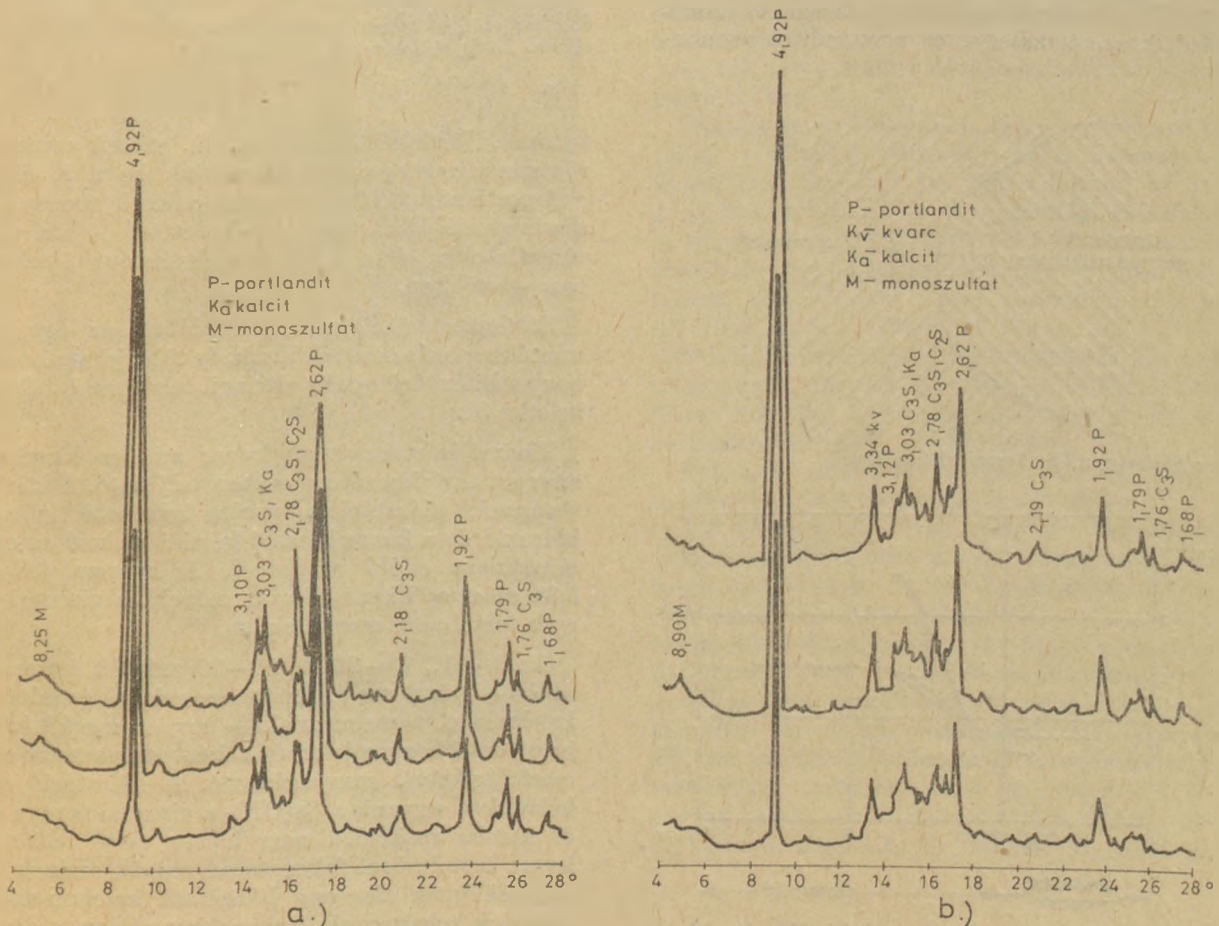
A hidrattermékek tömegcsökkenésének számított értékei

A cement		Tömegcsökkenés 680-830 °C között, %			
Sor-száma	jele	3	28	90	360
		napos korban			
1.	D 0-0	1,8	1,5	1,5	1,4
2.	B 0-0	2,8	1,9	1,8	1,7
3.	D 40-0	1,9	1,6	1,7	1,9
5.	DV 25-15	3,2	3,4	3,2	2,8
9.	DV 0-40	4,0	3,2	2,9	2,8
11.	DP 25-15	3,8	3,8	3,3	3,9
16.	BV 25-15	2,8	2,8	2,2	2,8
20.	BP 25-15	3,4	3,2	3,0	3,0
24.	BV 25-15	2,4	2,4	2,5	2,6
29.	DV 20-10	2,8	2,7	3,4	2,8
35.	DP 20-10	3,9	4,0	3,5	4,1

a 90 napos korosztálytól csökken. Az időállóság szempontjából megnyugtató, hogy a 40% pernyét tartalmazó (9. számú) cement portlandit tartalma 360 napos korban is 2,1%.

A hidratációs mértékére, a hidratfázisok mennyiségére jellemző a derivatogramokon a 680-830 °C közötti tömegcsökkenés, melynek számított értékeit a 3. táblázatban közöljük. A táblázat adataiból egyértelműen kiderül, hogy a kohósalakot és pernyét együttesen tartalmazó cementek hidratációja minden

korosztályban – tehát már a 3. napon is – intenzívebb, mint az etalon cementeké. A hidrattermékek tömege gyakorlatilag a teljes vizsgálati időtartamban állandónak tekinthető, de mennyiségük 3-4-szer több, mint az a klinkertartalomból (55 illetve 65%) következne. Ezt a jelenséget, hogy a négy komponensű heterogén cementekben a klinkerásványok relatíve nagyobb mennyisége hidratálódik, mint a kiegészítő anyag nélküli cementekben, mintegy kölcsönös gerjesztésnek lehet felfogni: egyrészt a klinkerből fel-



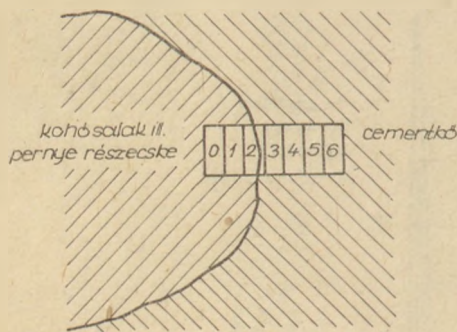
2. ábra Az a/1. sz. (D 0-0) és b/11. sz. (DP 25-15) cementek röntgendiffraktogramjai

szabaduló kalciumhidroxid hidraulikus kötésre gerjeszti a pernyét és kisebb mértékben a kohósalakot, ugyanakkor utóbbiak is gyorsítják a klinkerásványok hidratációs folyamatait. Mindez alátámasztja a klinker-hányadot meghaladó kalciumhidroxid keletkezéséről tett korábbi megállapításokat is.

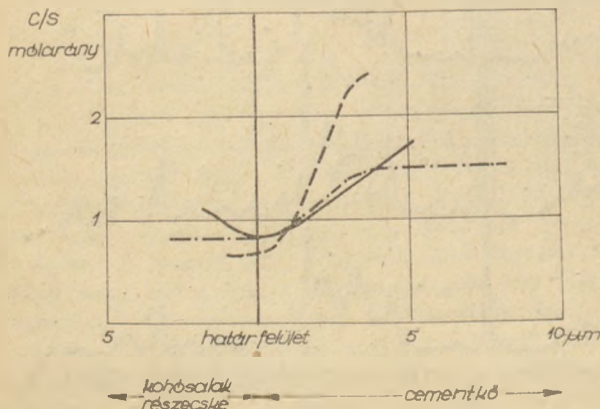
Az ugyanazon alapklinkerrel, azonos kiegészítőanyag tartalommal készült cementeknél a pécsi pernyével készült mintákban minden korosztályban nagyobb a 680–830 °C között dehidratálódó termékek aránya, mint a visontai pernyét tartalmazók esetében (5–11; 16–20; 29–35 minták összevetése). A hidráttermékek nagyobb aránya 28 napos kortól nagyobb szilárdságot is eredményez. A 30 és 40% kiegészítőanyagot tartalmazó minták hidratációs termékeinek mennyiségében nem találtunk lényeges különbséget, mint ahogy ezen cementek szilárdsága sem mutatott egyértelmű differenciálódást a kiegészítőanyag tömege szerint.

Röntgendiffrakciós vizsgálatok

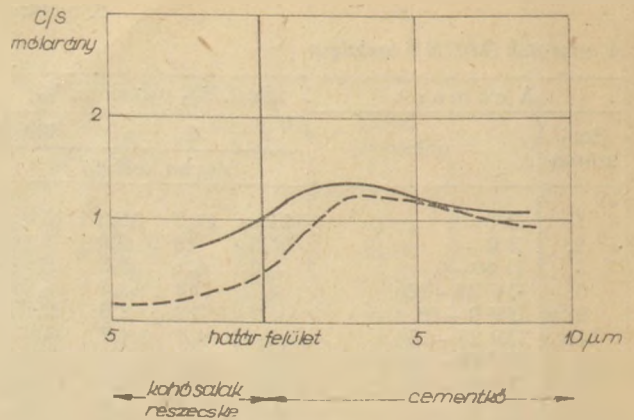
A cementminták hidratációs folyamatainak fázisanalízis vizsgálatát, valamint a hidratáció kristályos termékeinek meghatározását RYGA KU-DENKY típusú, japán gyártmányú röntgendiffraktométerrel végeztük a SZIKKTI-ben. A minták előkészítése az előzőekben leírtakkal megegyező volt. Közismert, hogy a cementek gélfázisának nagy része röntgenamorf, ennek megfelelően a mintákban általában hidratálatlan klinkerásványokat, ettringitet, monoszulfátot, kvarcot, kaleitot és portlanditot azonosí-



3. ábra Mikroszondával analizált területek

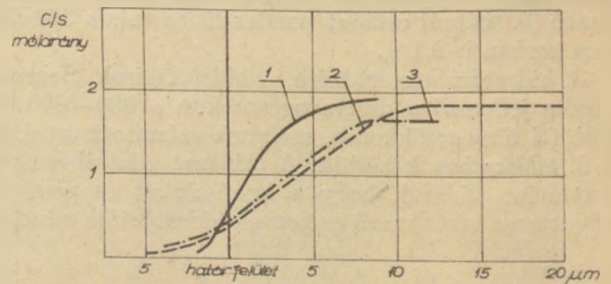


4. ábra A C/S mólárány változása a kohósalak részecske cementkő határfelületének környezetében (90 napos korban)



5. ábra A C/S mólárány változása a kohósalak részecske-cementkő határfelületének környezetében (360 napos korban)

1. 24. sz. cement, 90 napos korban
2. 35. sz. cement, 90 napos korban
3. 9. sz. cement, 360 napos korban



6. ábra A C/S mólárány változása a pernye részecske-cementkő határfelületének környezetében

tottunk. Példaként az 1. és 11. számú cementek röntgendiffraktogramjait mutatjuk be a 2. ábrán.

A portlandit (4,92; 2,62; 1,92; csúcsok) mennyisége a vizsgálati időtartam növekedésével – az előző vizsgálatokkal és a hidratáció elméletével összhangban – csökken.

Ettringitet (9,83 csúcs) általában az egy éves mintákban már nem találtunk, de több jel mutat arra, hogy a hidratáció során ettringit lokálisan ismételtelen keletkezik.

Minimális mennyiségű kvarc minden kiegészítőanyagot tartalmazó cementben található. A klinkerásványok hidratációja során keletkező kalciumhidroxid és a kvarc közötti kémiai reakció az egyes mintákban eltérő sebességű. A kvarcra jellemző 3,34 csúcs csökkenése legintenzívebb a visontai pernyét tartalmazó cementekben.

Az 5–11., 16–20. és 29–35. minták összevetése során – mivel ezek azonos mennyiségű és minőségű kohósalakot tartalmaznak – arra a megállapításra jutottunk, hogy e jelenség a két pernye típus eltérő morfológiájával magyarázható. A hidratáció előrehaladtával ugyanis a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a visontai pernye nagy és kémiai reakcióba nem lépett belső felületének kvarc tartalmával fokozatosan reagál, aminek eredményeképpen alacsony bázicitású kalcium-szilikáthidrátok keletkeznek. Ugyanakkor viszont a döntően gömb alakú pécsi pernye szemcsék felületén az elsőd-

legesen keletkezett termékeken keresztül a kalcium-ionok diffúziója lelassul és nem éri el a szemcsék belsejében található kvarc tartalmat.

Elektronmikroszkópos mikrostruktúra és mikroanalízis vizsgálatok

A cementminták struktúráját JEOL TEMSCAL 100 C típusú elektronmikroszkóppal tanulmányoztuk. A morfológiai vizsgálatokkal egyidőben kvalitatív és kvantitatív analízist is végeztünk a mikroszkópra adaptált ORTEC típusú röntgen mikroszondával. A mikroszondával analizált területek elhelyezkedéséről a 3. ábra ad tájékoztatást. A jellemzőnek tekinthető mérési eredményeket a 4–6. ábrákon mutatjuk be.

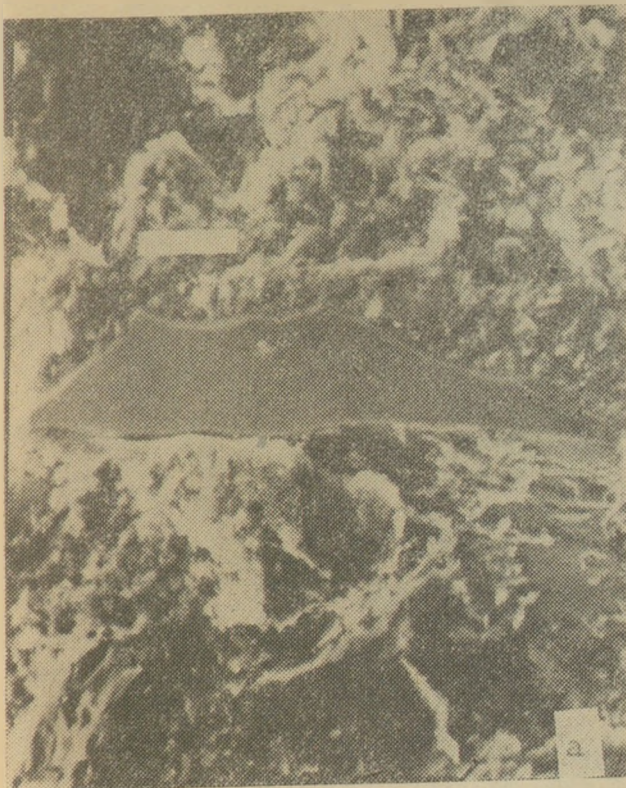
Általánosan jellemzőnek tekinthető a vizsgálatok alapján, hogy a dunaújvárosi kohósalak átlagos kémiai (oxidos) összetételétől az egyes szemcsék külső, határoló, 1–5 mikron vastagságú rétege jelentősen eltérő összetételt mutat: 43–45% SiO_2 , 27–31% CaO , 9–12% Al_2O_3 , 9–12% MgO tartalmat analizáltunk rendszeresen. Ezért – bár az átlagos összetételnek a $\text{C/S} = 1,18$ arány felelne meg – sok esetben mértünk 0,7 körüli C/S arányt a kohósalak szemcsék szélein.

A kohósalak szemcsék hidratációja során a Ca^{2+} -ionok diffúziója a szemcsék felületéhez egyértelműen igazolódik a 4. és 5. ábrák szerint. Ugyanezen ábrák összevetéséből az is látszik, hogy a diffúzió sebessége – így a hidrattermékek képződése is – 360 napos korra már jelentősen lelassul. 90 napos korban a határfelület környezetében a C/S arány 1,5–2,5, ami a hidratáció előrehaladtával, 360 napos korra csökken.

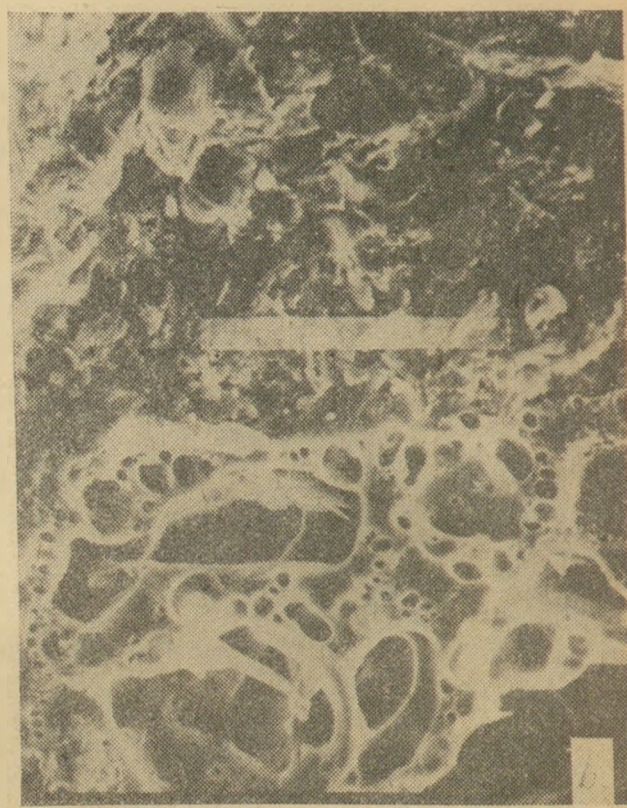
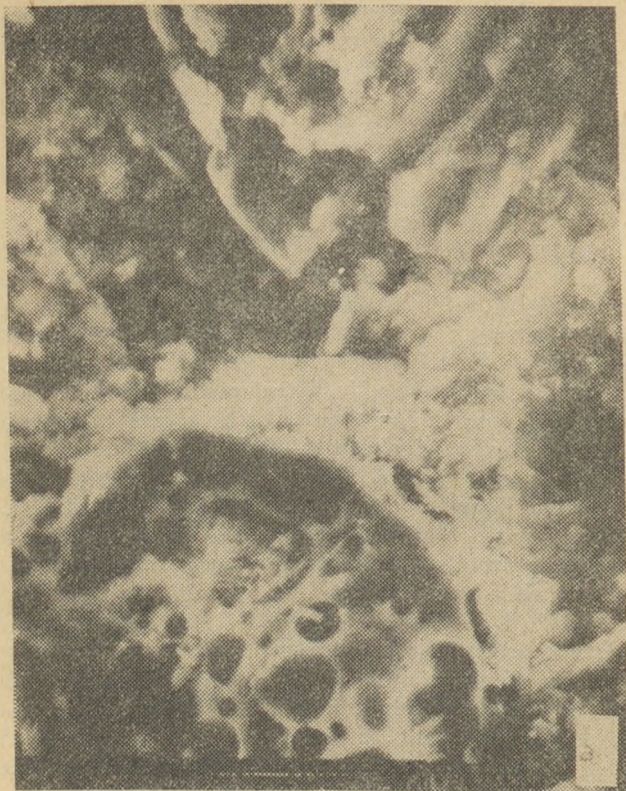
Megállapítottuk továbbá, hogy egy átlagos összetételű kohósalak részecske és a kohósalak-üveg hidratációs termékei 360 napos korban hasonlóak. A kohósalak részecske – cementkő határfelületen – 90 és 360 napos korban – a C/S arány a szemcse eredeti kémiai összetételének függvényében 0,5–1,0 között változik. 90 napos korban a C/S arány 0,7–0,8, ami a későbbiek során, a Ca^{2+} -ionok diffúziója következtében kissé növekszik. Így a hidratáció jelzett szakaszában CS_2H_n és CSH_n összetételű, illetve ezen két végpont közötti összetétellel rendelkező hidrattermékek keletkeznek.

Két, mikroszondával analizált kohósalak szemcsét és környezetüket mutatunk be a 7. ábrán.

A 8. ábrán két analizált visontai pernyeszemcséről és környezetükről készített elektronmikroszkópos felvételt mutatunk be. A Ca^{2+} -ionok diffúziója a szemcsék felületéhez itt is igazolódik (6. ábra). A határfelület közvetlen közelében (1–5 μm) meghatározott CaO koncentráció csökkenés igazolni látszik a szakirodalom azon megállapítását, hogy ebben a tartományban vizés (film) rétegen keresztül megy végbe a diffúzió, ami így érthetően, nagyságrendekkel nagyobb sebességgel történik, mint a cementből (illetve portlanditból) szilárdfázisú diffúzióval történő Ca^{2+} -ion utánpótlás. A visontai ill. pécsi pernye

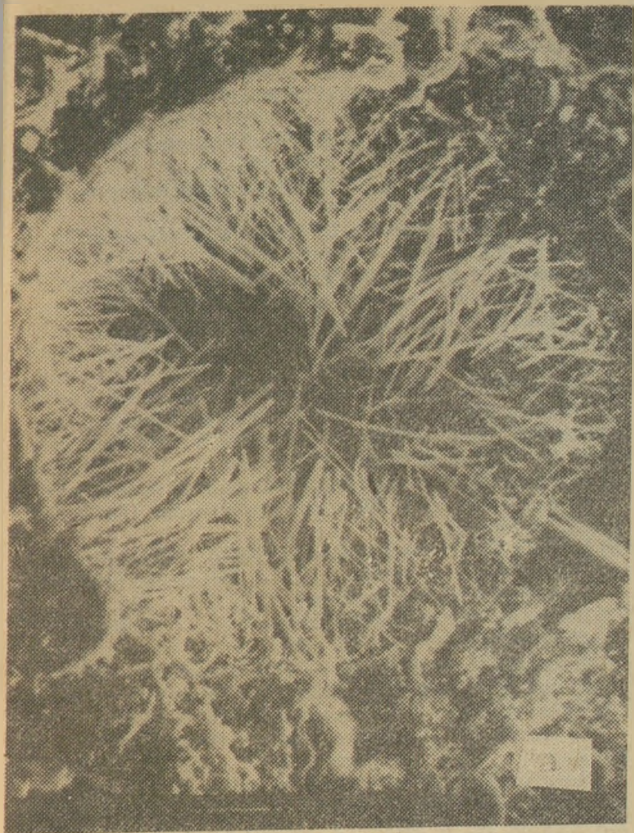


7. ábra Mikroszondával analizált kohósalak szemcsék
a/24. sz. cement, 90 napos korban 1000 \times
b/24. sz. cement, 360 napos korban 1000 \times



8. ábra Mikroszondával analizált pernye szemcsék
 a/24. sz. cement, 90 napos korban, 3000 ×
 b/ 9. sz. cement, 360 napos korban, 1000 ×

9. ábra Pernye szemcsék beépülése a cementkőbe
 a/ 5. sz. cement, 360 napos korban, hidráttermék eltávolítva, 2000 ×
 b/35. sz. cement, 360 napos korban, 500 ×



10. ábra Ettringit kristályok a cementkőben, 360 napos korban
a/ 1000 × b/ 600 ×

határfelületi reakciója nem mutat különbséget, tehát a pernye morfológiai felépítése a diffúziót és a keletkező hidráttermékek összetételét nem befolyásolja, 90 illetve 360 napos korban a pernye-cementkő határfelületén, a hidratációs termékekben kialakuló 0,4–0,5 C/S értékek lényegesen kisebbek, mint a korábban más kutatók által feltételezett 0,8–1,0 arány. Így a hidratáció ezen szakaszában alacsony bázicitású, CS_2H_n típusú termékek keletkeznek.

Az elektronmikroszkópos felvételek alapján lényeges megállapításnak tekintjük az üreges és a sima gömbfelülettel rendelkező pernyeszemcsék hidratálódásában — származási helytől függetlenül — mutatkozó különbséget. A 8. ábrán látható erősen üreges, a cementkőbe jól beépült visontai pernyeszemcsék belsejében még 3000-szeres nagyításban is alig látható hidráttermék. Más felvételek tanúsága szerint — 9/a. ábra — a hidrátok eltávolításával láthatóvá tett visontai illetve pécsi pernye üregeiben, még 360 nap után is csak jelentéktelen mennyiségű reakciótermék észlelhető. A sima gömbfelülettel rendelkező szemcsék — a 9/b. ábra tanúsága szerint — szintén jól beágyazódnak a cementkőbe, felületükön portlandit, ettringit és monoszulfát kristályok látszanak. Mindebből arra következtetünk, hogy, — mivel a hidratáció saját és szakirodalmi adatok szerint is erősen lelassul 360 napos kor után — a pernyeszemcsék pórusainak nagy része kvázi konzerválódik a cementkőben. A vizsgálatok során arról is meggyőződünk, hogy a teljes rendszerben a pernye-cementkő határfelületén kialakuló kötőerők a leggyengébbek, ugyanis az egyes próbatestek törésénél a pernye szemcsék nem törtek el, hanem vagy teljes egészben kiszakadtak, vagy szintén egészben a helyükön maradtak a töretfelületen. A sima gömbfelületen kialakult hidrátok kötődése a cementkőhöz azonban erősebb, mint a pórusokkal szabdaltságot felületen keletkezett termékeké. Ezért úgy véljük, hogy azonos körülmények között, az erősen pórusos pernye alkalmazásával kisebb szilárdság érhető el, mint golyó formájú szemcsékkel. Az általunk felhasznált visontai pernye döntő többsége igen sok pórust tartalmaz, míg a pécsi pernyében a sima gömbfelületű szemcsék dominálnak. Mindez magyarázattal szolgálhat a pécsi pernyével készült cementek nagyobb szilárdságát bizonyító eredményekre.

Mindegyik heterogén cementben találtunk kisebb-nagyobb mennyiségben ettringitet és monoszulfátot, 90 és 360 napos korban egyaránt. Ezek döntően a gömb felületű pernye szemcsék külső burkán és a cementkő pórusaiban fordultak elő. A 10. és 11. ábrákon a jellemző kristályformákat mutatjuk be; az ettringit hosszúkás, szálal vagy lemezes alakban, a monoszulfát jól fejlett, lemezes kristály formájában volt megtalálható.

IRODALOM

- [1] Tolocskova, M. G. — Berezovoj, V. F. (1971) Cement, 7. p. 19–20.
- [2] Mrákovics Pálné (1973) SZIKKTI zárójelentés, téma-szám: 1–19/72.

Кишбан, Г.: Гидратация четырехкомпонентных гетерогенных цементов

Было установлено, что при гидратации четырехкомпонентных (клинкер-гипс-доменный шлак, -зола ТЭЦ) гетерогенных цементов образуются такие же по качеству продукты гидратации- гидросиликаты кальция и алюминия, гидрат окиси кальция, этtringит, моносульфат-как и при гидратации бездобавочных цементов. В ходе гидратации гидрат окиси кальция и СЗН-фаза образуются в большем количестве, не пропорциональном доле клинкера. В образцах 360-суточного возраста на поверхности частиц шлака обнаруживаются продукты гидратации типа CS_2H_2 и СЗН-, а на поверхности частиц золы-типа СЗН-. На состав образующихся продуктов гидратации в первую очередь влияет химический состав поверхности (внешней) частиц шлака или же золы, принимающих участие в реакции. Морфология золы, ее гидравлическая активность не оказывают влияние на диффузию и состав образующихся продуктов гидратации.

Kisbán, Gábor: Hydratation von vierkomponenten heterogenen Zementen

Im Laufe der Untersuchung der Hydratation von vierkomponenten heterogenen Zementen (Klinker, Gipsstein, Hochofenschlacke, Flugasche) wurde festgestellt, dass qualitativ dieselben Hydratationsprodukte Kalziumsilicat-, und Aluminathydrate, Kalzium-Hydroxid, Ettringit,

git, Monosulphat) entstehen, als bei zusatzfreien Portlandzementen. Während der Hydratation entstehen Kalzium-Hydroxid und die CSH-Phase nicht in Verhältniss des Klinkeranteils, sondern mehr. Bis 360 Tage Alter bilden auf der Oberfläche der Schlackekörnchen C_2SH_n und CSH_n , auf der Oberfläche der Flugaschekörnchen C_2SH_n -Produkte. Die Zusammensetzung der Hydratationsprodukte wird hauptsächlich durch die chemische Zusammensetzung der reagierenden Oberfläche von Schlacke- und Flugaschekörnchen beeinflusst.

Die morphologische Aufbau, und hydraulische Aktivität der Flugasche beeinflusst die Diffusion und die Zusammensetzung der entstehenden Hydratprodukte.

Kisbán, Gábor: Hydration of Quaternary Blended Cements

The hydration of quaternary (clinker – gypsum – blast-furnace slag – fly ash) blended cements yields qualitatively similar product as of plain OPC (ca-silicate hydrates, Ca-aluminate hydrates, Ca-hydroxide, ettringite, monosulfate). The-hydroxide and CSH phases are developed in higher amounts as justified by the clinker ratio. Up to 360 days of hydration CS_2H_n and CSH_n phases are formed on the surface of slag particles, and only CS_2H_n on fly ash particles. The composition of hydration products is primarily determined by the external surface of the additive particles. Composition of hydrate phases is not affected by the morphology or hydraulic activity of the fly ash.

A világ szilikátiparából

Csúcseredmény India csillámexportjában

Az indiai Mica Trading Corp. az 1985/86. pénzügyi évben 270 M INR értékben exportált csillámot, összesen 22,150 tonnát. Ez a mennyiség a cég eddigi csúcseladása, 88%-kal magasabb, mint az 1982/83-as pénzügyi évben exportált mennyiség. (Industrial Minerals, 1986. május)

Titándioxid gyártás az NSZK-ban

A „Sachtleben Chemie GmbH” Duisburg – Hombergben 1985-ben 1480 dolgozót foglalkoztatott és 450 millió DEM forgalmat ért el. A forgalmi értéknek kb. fele exportból származik. Az 1878-ban létesült vállalat eredetileg litopont gyártott ma a forgalom 50%-át a titán-dioxid adja. Jelentős a bárium-szulfát termelés is. 1985-ben 187 000 tonna szilárd és 830 000 tonna cseppfolyós terméket gyártottak.

A vállalat a fehér pigmenteken kívül bárium-sókat, foszforsavat, víztisztító polielektrolitokat, stb. gyárt.

A gyártmányok fő átvéője a festék és a lakkipar.

A Sachtleben vállalat az utóbbi években átlag 30–40 millió DEM-t ruházott be. Ennek 50%-át korszerűsítésre, 30%-át üzemfejlesztésre és 20%-át környezetvédelemre fordította.

Kormányrendeletre a titán-dioxid gyártásakor keletkező szennyvíznek az Északi-tengerbe való bevezetését 1989-ig meg kell szüntetni. Ezért a „Kronos Titán GmbH”-val együtt közös hígsav újrahasznosító üzemet létesítettek. Ez az üzem évi 700 000 tonna hígsavat dolgoz fel, amiből 70 000 tonna 70%-os és 140 000 tonna 78%-os kénsavat, valamint 200 000 tonna vasgyártási alapanyagot nyernek vissza. A hígsav feldolgozó üzem beruházási költsége 125 millió DEM, ennek 15%-át Északrajna Westfahlen tartomány adja.

Az újrahasznosító üzemen kívül a Sachtleben vállalat 20 millió DEM beruházással a titán-dioxid kapacitást évi 80 000 tonnára akarja emelni. Jelenleg az üzem kihasználtsága 90%-os.

(Europa Chemie, 1986. március 5., 90. oldal)

Zúzottkavics adalékanyagú betonok szilárdsága

KAUSAY TIBOR

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A zúzottkőbetonok tulajdonságainak tanulmányozása [1] után a *Kavicsbánya Vállalat* megbízásából azért foglalkoztunk a zúzottkavics betonszilárdságra gyakorolt hatásával, mert vannak kavicsbánya üzemek, amelyekben a legalább 90 tömeg %-ban tört szemekből álló ún. tört termékek mellett a zúzottkavicsot 10–90 tömeg %-ban tartalmazó ún. vegyes termékek az össztermelésnek mintegy egyharmadát teszik ki. A témakör nemcsak betontechnológiai szempontból tarthat érdeklődésre számot, hanem azért is, mert a méreten felüli szemek aprítása folytán a vegyes termékek előállítására költséges, és értékesítése nem feltétlenül ezzel arányos áron történik, holott beton-adalékanyagkénti használati értéke a csak osztályozott termékénél magasabb.

A zúzottkavics hatásának tanulmányozására összehasonlító beton kísérleteket végeztünk. E célra a natur homokos kavicsot és a zúzottkavicsot a *Kavicsbánya Vállalat* a Nyékládházi Üzemből bocsátotta rendelkezésünkre. Vizsgálataink alapján az MSZ 18293–79 szabvány szerint a natur homokos kavics EHK 32-II.-P-TT minőségű, a zúzottkavics ZK 8/16–C-k minőségű volt.

A téma felvázolásáért és a tanulmány kidolgozása során nyújtott segítségéért köszönetet mondunk *Szabó Miklós* műsz. igazgatóhelyettesnek, *Balla Károly* csoportvezetőnek és *Gimpel Pál* termelési előadónak.

Betonkísérletek

A kísérleti adalékanyagokat 0/8, 8/16 és 16/24 mm szemnagyságú frakciókra bontottuk, és szemmegoszlásukat az 1. táblázatban tüntettük fel. Külön a natur kavics és külön a zúzottkavics 8/16 és 16/24 mm-es frakciókat 3 : 1 tömegarányban összekevertük.

A kísérleti beton-adalékanyagot a 0/8 mm-es osztályozott homokos kavics, a 8/24 mm-es osztályozott kavics és a 8/24 mm-es zúzottkavics frakciókból állítottuk össze a 2. táblázat szerinti keverési arányban. E kísérleti keverékek szemmegoszlása az 1. táblázat utolsó oszlopa szerinti, minőségi jele EHK vagy VEHK 24-I, aszerint, hogy az zúzottkavicsot nem tartalmaz vagy tartalmaz.

A kísérleti betonok MSZ 4719-82 szerinti várható nyomószilárdsági osztályát C 25 (B 350) és C 16 (B 200) értékűnek választottuk. A nyomószilárdsági

1. táblázat

A kiindulási, a frakcionált és a kísérleti keverék adalékanyagok szemmegoszlása

Megnevezés	Natur homokos kavics	0/8 mm homokos kavics	8/16 mm kavics	16/24 mm kavics	Zúzott kavics	0/8 mm zúzott hom. kavics	8/16 mm zúzott kavics	16/24 mm zúzott kavics	Kísérleti keverék
Minőségi jel	EHK 32-II.	EHK 8-II.	OK 8/16	OK 16/24	ZK 8/16	ZK 4/8	ZK 8/16	ZK 16/24	EHK vagy VEHK 24-I.
Szemnagyság mm	összes áthullott anyag mennyisége, tömeg %								
0,063	0,7	1,2							0,7
0,125	1,2	2,0							1,2
0,25	4,8	8,0			0,0	0,0			4,8
0,5	16,0	26,7			0,1	1,5			16,0
1	29,0	48,4			0,2	3,1			29,0
2	36,6	61,1			0,4	6,2			36,7
4	46,3	77,3			0,6	9,2			46,4
8	59,9	100,0	0,0		6,5	100,0	0,0		60,0
16	87,7		100,0	0,0	92,4		100,0	0,0	90,0
24	96,4			100,0	98,0			100,0	100,0
32	100,0				100,0				
Részarány, tömeg %		59,9	27,8	8,7		6,5	85,9	5,6	
Finomsági modulus	6,18	4,75	8,00	9,00	8,00	6,80	8,00	9,00	6,15

2. táblázat

Adalékanyag frakciók keverési aránya

Keverék csoport jele	01.	02.	03.	04.
Frakció jele	Keverési arány, tömeg %			
EHK 8-II.	60	60	60	60
OK 8/24	40	30	15	0
ZK 8/24	0	10	25	40

osztályok mindegyikéhez háromféle, azaz FN földnedves, KK kissé képlékeny és K képlékeny konzisztenciát rendeltünk. A betonok összetételét az MI-04.19-85 műszaki irányelvben foglaltak alapján terveztük meg. A betonkeverékek főbb tervezési jellemzőit a 3. táblázat tartalmazza.

A kétféle nyomószilárdsági osztály, háromféle konzisztencia és a négyféle adalékanyag összetétel kombinálásával 24 féle beton keveréket kaptunk, amelyek összetételét a 4. táblázatban tüntettük fel.

A betonok készítése során kötőanyagként bélapátfalvi 450 pc cementet használtunk.

A betonkeverékeket laboratóriumi ZZ 75 Zyklos típusú együttfutó kényszerkeverőgéphez egy percig tartó száraz és három percig tartó vizes keveréssel állítottuk elő. Keverékként 6 db Ø 150×300 mm méretű próbahengert készítettünk. A próbahengereket 2800/perc rezgésszámú RZ-4 típusú Épgép gyártmányú rázóasztalon tömörítettük, majd gondosan lesimitottuk és üveglap alatt szilárdítottuk.

A friss beton konzisztenciáját kifejező roskadási mértéket az MSZ 4714/3-78 szabvány, a testsűrűséget az MSZ 4715/2-72 szabvány szerint vizsgáltuk. A roskadási mértéket, a friss beton és a megszilárdult beton átlagos testsűrűségét, valamint a beton tényleges cementtartalmát az 5. táblázatban tüntettük fel.

A próbahengereket két héten át 20-22 °C hőmérsékletű és 95% feletti relatív légnedvesség tartalmú klímateremben, majd 28 napos korig ugyancsak 20-22 °C hőmérsékleten a laboratóriumban szobalevegőn tároltuk.

A próbahengerek szilárdság vizsgálatát 28 napos korban az MSZ 4715/4-72 szabvány szerint végeztük el. Három próbahengert nyomószilárdság, három próbahengert hasító-húzószilárdság vizsgálatnak vettünk alá. A nyomószilárdság vizsgálatra szánt pró-

3. táblázat

A betonkeverékek főbb tervezési jellemzői

Keverék csoport jele	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Nyomószilárdsági osztály	C 25	C 25	C 25	C 16	C 16	C 16
Konzisztencia	FN	KK	K	FN	KK	K
Vízcementtényező	0,50	0,50	0,50	0,63	0,65	0,67
450 pc cement, kg/m ³	260	300	360	205	230	260
Víz, kg/m ³	130	150	180	130	150	175
Adalékanyag, kg/m ³	1975	1975	1865	1975	1975	1960
Friss beton testsűrűsége, kg/m ³	2365	2425	2405	2310	2355	2395
Péptartalom, liter/m ³	213,9	246,8	296,1	196,1	224,1	258,9
Hozzávetőleges levegőtartalom, liter/m ³	38	5	0	56	28	0
péptelítettség	hiányos	telített	túl-telített	hiányos	hiányos	telített

4. táblázat

Beton keverékek összetétele, kg/m³

Keverék jele	11.	12.	13.	14.	21.	22.	23.	24.	31.	32.	33.	34.
450 pc	260	260	260	260	300	300	300	300	360	360	360	360
Víz	130	130	130	130	150	150	150	150	180	180	180	180
EHK 8-II.	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1119	1119	1119	1119
OK 8/24	790	592	296	-	790	592	296	-	746	560	280	-
ZK 8/24	-	198	494	790	-	198	494	790	-	186	466	746

Keverék jele	41.	42.	43.	44.	51.	52.	53.	54.	61.	62.	63.	64.
450 pc	205	205	205	205	230	230	230	230	260	260	260	260
Víz	130	130	130	130	150	150	150	150	175	175	175	175
EHK 8-II.	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1185	1176	1176	1176	1176
OK 8/24	790	592	296	-	790	592	296	-	784	588	294	-
ZK 8/24	-	198	494	790	-	198	494	790	-	196	490	784

A beton roskadási mértéke, átlagos testsűrűsége, tényleges cementtartalma

Keverék jele	11.	12.	13.	14.	21.	22.	23.	24.
Roskadási mérték, cm Konzisztencia	0,5 FN	0,5 FN	0,7 FN	0,6 FN	4,2 KK	4,0 KK	3,9 KK	3,7 KK
Testsűrűség, kg/m ³ friss beton 28 napos beton	2379 2338	2388 2352	2384 2350	2388 2336	2374 2336	2368 2336	2359 2322	2377 2340
Cementtartalom, kg/m ³	262	263	262	263	294	293	292	294

Keverék jele	31.	32.	33.	34.	41.	42.	43.	44.
Roskadási mérték, cm Konzisztencia	7,2 K	7,4 K	6,9 K	6,8 K	0,7 FN	0,9 FN	0,9 FN	0,5 FN
Testsűrűség, kg/m ³ friss beton 28 napos beton	2340 2313	2358 2316	2353 2324	2362 2320	2368 2321	2352 2322	2364 2323	2363 2330
Cementtartalom, kg/m ³	350	353	352	354	210	209	210	210

Keverék jele	51.	52.	53.	54.	61.	62.	63.	64.
Roskadási mérték, cm Konzisztencia	4,4 KK	3,9 KK	4,2 KK	3,7 KK	8,8 K	8,1 K	8,7 K	8,5 K
Testsűrűség, kg/m ³ friss beton 28 napos beton	2334 2322	2340 2332	2349 2327	2366 2326	2340 2322	2350 2330	2349 2326	2368 2328
Cementtartalom, kg/m ³	228	229	229	231	254	255	255	257

bahengerek felső véglapját simára gipszeltük. A nyomószilárdság vizsgálati eredmények a 6. táblázatban, a hasító-húzószilárdság vizsgálati eredmények a 7. táblázatban találhatók.

A kísérleti eredmények értékelése

A kísérleti eredmények értékelése során a 6. és 7. táblázatbeli szilárdság mérési adatok felhasználásával kiszámítottuk a különböző összetételű betonkeverékek átlagos R_m nyomó-, illetve R_{tsm} hasító-húzószilárdsághoz tartozó, az MSZ 4719–82 szabványnak megfelelő R_k nyomószilárdsági és R_{tsk} hasító-húzószilárdsági jellemző értékét:

$$\left. \begin{matrix} R_k \\ R_{tsk} \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} R_m \\ R_{tsm} \end{matrix} - k.t.s \right.$$

A számítást az MSZ 4720/2–80 szabvány szerint végeztük és eredményét a 8. táblázatban foglaltuk össze, amelyben k a szilárdsági eloszlástól függő

tényező $\{k = f(R_m, \text{ illetve } R_{tsm})\}$, t a próbatestek számától függő tényező (értéke jelen esetben 2,28), s a szilárdsági értékek szórása (a szilárdsági terjedelem 1,69 része azzal a feltétellel, hogy a szórás számításba vehető legkisebb értéke nyomószilárdság esetén 2,0 N/mm², hasító-húzószilárdság esetén 0,5 N/mm²).

Az R_{tek} hajlító-húzószilárdsági jellemző értékét az

$$R_{tek} = 1,13 \cdot R_{tsk}^{5/4}$$

összefüggésből számítottuk ki [2], és ugyancsak a 8. táblázatban tüntettük fel. A 8. táblázatban található a betonkeverékek MSZ 4719–82 szabvány szerinti tényleges C nyomószilárdsági és H hajlító-húzószilárdsági osztálya is.

A 9. táblázatban megadtuk, hogy a zúzottkavicsi mennyiségének változása betonkeverékenként milyen hatással van az átlag szilárdságra és a jellemző értékre. E hatást valamely betonkeverékre nézve annak, valamint a zúzottkavicsot nem tartalmazó betonkeverékek átlag szilárdságából, illetve jellemző értékéből

A beton nyomószilárdsága
N/mm²

Keverék jele	11.	12.	13.	14.	21.	22.	23.	24.
egyes	24,4	29,6	30,7	31,9	29,2	30,4	32,6	37,7
	25,8	26,0	29,6	28,2	29,8	31,9	32,9	33,4
	26,3	26,8	29,3	30,4	31,8	31,6	33,1	35,7
átlag	25,5	27,5	29,9	30,2	30,3	31,3	32,9	35,6

Keverék jele	31.	32.	33.	34.	41.	42.	43.	44.
egyes	31,8	33,1	36,4	38,0	21,2	21,8	25,7	24,6
	32,1	32,6	35,3	35,7	22,9	22,9	22,2	22,3
	34,6	35,7	34,9	34,1	21,5	23,2	24,6	25,5
átlag	32,8	33,8	35,5	35,9	21,9	22,6	24,2	24,1

Keverék jele	51.	52.	53.	54.	61.	62.	63.	64.
egyes	23,3	22,8	25,5	28,1	28,6	27,7	27,9	30,9
	21,6	24,2	24,4	26,4	27,9	25,5	29,4	30,2
	24,2	23,5	25,3	23,8	24,0	28,8	27,5	26,5
átlag	23,0	23,5	25,1	26,1	26,8	27,3	28,3	29,2

7. táblázat

A beton hasító-húzószilárdsága
N/mm²

Keverék jele	11.	12.	13.	14.	21.	22.	23.	24.
egyes	2,67	2,76	2,72	2,96	3,06	2,70	2,83	3,12
	2,79	2,88	3,01	3,10	2,55	2,89	3,08	3,59
	2,71	2,61	2,92	2,64	2,89	3,19	2,93	3,20
átlag	2,72	2,75	2,88	2,90	2,83	2,93	2,95	3,33

Keverék jele	31.	32.	33.	34.	41.	42.	43.	44.
egyes	3,30	3,24	3,64	3,32	2,42	2,21	2,75	2,74
	2,96	3,44	3,38	3,78	2,52	2,32	2,58	2,52
	2,82	3,09	3,46	3,88	2,09	2,52	2,48	3,09
átlag	3,03	3,26	3,49	3,66	2,34	2,35	2,60	2,78

Keverék jele	51.	52.	53.	54.	61.	62.	63.	64.
egyes	2,56	2,70	3,05	3,32	2,93	3,05	3,07	3,32
	2,45	2,75	2,79	2,90	2,61	2,89	3,28	3,16
	2,97	2,98	2,95	2,73	2,70	2,93	3,23	3,39
átlag	2,66	2,81	2,93	2,98	2,75	2,96	3,19	3,29

Keverék jele	Nyomószilárdság				Húzószilárdság				
	k	σ N/mm ²	R_{vk} N/mm ²	C	k	σ N/mm ²	R_{ts} N/mm ²	R_{tek} N/mm ²	H
11.	1,06	2,00	20,7	20	0,71	0,5	1,91	2,54	2,2
12.	1,08	2,13	22,3	20	0,71	0,5	1,94	2,59	2,2
13.	1,10	2,00	24,9	20	0,71	0,5	2,07	2,81	2,7
14.	1,10	2,19	24,7	20	0,71	0,5	2,09	2,84	2,7
21.	1,11	2,00	25,2	25	0,71	0,5	2,02	2,72	2,7
22.	1,11	2,00	26,2	25	0,72	0,5	2,11	2,87	2,7
23.	1,13	2,00	27,7	25	0,72	0,5	2,13	2,91	2,7
24.	1,15	2,54	28,9	25	0,73	0,5	2,50	3,55	3,5
31.	1,13	2,00	27,6	25	0,72	0,5	2,21	3,04	3,0
32.	1,14	2,00	28,6	25	0,73	0,5	2,43	3,43	3,0
33.	1,15	2,00	30,3	30	0,73	0,5	2,66	3,84	3,5
34.	1,16	2,31	29,8	25	0,74	0,5	2,82	4,13	4,0
41.	1,02	2,00	17,2	16	0,70	0,5	1,54	1,94	1,7
42.	1,03	2,00	17,9	16	0,70	0,5	1,55	1,95	1,7
43.	1,05	2,07	19,2	16	0,71	0,5	1,79	2,34	2,2
44.	1,04	2,00	19,4	16	0,71	0,5	1,97	2,64	2,2
51.	1,03	2,00	18,3	16	0,71	0,5	1,85	2,44	2,2
52.	1,04	2,00	18,8	16	0,71	0,5	2,00	2,69	2,2
53.	1,05	2,00	20,3	20	0,72	0,5	2,11	2,87	2,7
54.	1,06	2,54	20,0	20	0,72	0,5	2,16	2,96	2,7
61.	1,07	2,72	20,2	20	0,71	0,5	1,93	2,57	2,2
62.	1,08	2,00	22,4	20	0,72	0,5	2,14	2,92	2,7
63.	1,09	2,00	23,3	20	0,72	0,5	2,37	3,32	3,0
64.	1,09	2,60	22,7	20	0,73	0,5	2,46	3,48	3,0

Szilárdsági arány a zúzottkavics tömeg %-ában

9. táblázat

Keverék jele	p_z zúzott- kavics tömeg %	Nyomószilárdság		Húzószilárdság		
		r_m átlag	r_k jellemző érték	r_{ts} hasító átlag	r_{tek} hasító jellemző érték	r_{tek} hajlító jellemző érték
11.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12.	10	1,08	1,08	1,01	1,02	1,02
13.	25	1,17	1,20	1,06	1,08	1,11
14.	40	1,18	1,19	1,07	1,09	1,12
21.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
22.	10	1,03	1,04	1,04	1,04	1,06
23.	25	1,09	1,10	1,04	1,05	1,07
24.	40	1,17	1,15	1,18	1,24	1,31
31.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
32.	10	1,03	1,04	1,08	1,10	1,13
33.	25	1,08	1,10	1,15	1,20	1,26
34.	40	1,09	1,08	1,21	1,28	1,36
41.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
42.	10	1,03	1,04	1,00	1,01	1,01
43.	25	1,11	1,12	1,11	1,16	1,21
44.	40	1,10	1,13	1,19	1,28	1,36
51.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52.	10	1,02	1,03	1,06	1,08	1,10
53.	25	1,09	1,11	1,10	1,14	1,18
54.	40	1,13	1,09	1,12	1,17	1,21
61.	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
62.	10	1,02	1,11	1,08	1,11	1,14
63.	25	1,06	1,15	1,16	1,23	1,29
64.	40	1,09	1,12	1,20	1,27	1,35

képezett viszonyszámokkal fejeztük ki. Értékük 1,00–1,36 közötti szám.

Ezt követően azt vizsgáltuk, hogy e viszonyszámok milyen törvényszerűség szerint változnak a zúzottkavics tartalom és a szilárdság függvényében. Az azonos cementtartalmú betonkeverékek csoportján belül a szilárdsági jellemző érték viszonyszámának változását a p_z zúzottkavics tartalom függvényében

$$\left. \begin{matrix} r_k \\ r_{tsk} \end{matrix} \right\} = a \cdot p_z^2 + b \cdot p_z + 1$$

alakban kerestük. A legkisebb hibanégyzet összegek módszerével kiszámított a és b függvényegyütthatók értékét és a regressziós összefüggések korrelációs jellemzőit, nevezetesen az I korrelációs indexet, az S standard hibát és a H relatív hibát, továbbá a $p_z = 0$ tömeg % zúzottkavics tartalmú beton R_{ko} , illetve R_{tsko} szilárdsági jellemző értékét a 10. táblázatban tüntettük fel.

A 10. táblázatbeli függvény-együtthatók ugyancsak a legkisebb hibanégyzet összegek módszere segítségével kifejezhetők az R_{ko} , illetve az R_{tsko} szilárdsági jellemző érték függvényében és ezáltal a szilárdsági jellemző értéke viszonyszámának kifejezése általánosabb érvényű formát is ölthetnek:

$$r_k = (+0,000004379 \cdot R_{ko} - 0,0002064) \cdot p_z^2 + (-0,000220912 \cdot R_{ko} + 0,0124648) \cdot p_z + 1$$

$$r_{tsko} = (-0,000177674 \cdot R_{tsko} + 0,0003255) \cdot p_z^2 + (+0,006910971 \cdot R_{tsko} - 0,0071050) \cdot p_z + 1$$

E formulák paraméterei az MSZ 4719–82 szerinti szabványos nyomószilárdsági osztályok 16, 20, 25 és 30 N/mm² minősítő értékeire, valamint ezek átlagára (23 N/mm²), továbbá az irodalom szerint [2], az ezekhez bizonyos valószínűséggel rendelhető 1,7, 2,0, 2,25, és 2,5 N/mm² hasító-húzószilárdsági minősítő értékeire, valamint ezek átlagára (2,1 N/mm²) a 11. táblázatban feltüntetett értékeket veszik fel. A viszonyszámokat kiszámítottuk a szilárdsági osztály és a zúzottkavics tartalom függvényében és a

Szilárdsági osztályonkénti viszonyszám-függvények paraméterei

Szilárdsági osztály	a	b
Nyomószilárdsági osztály viszonyszáma $r_c = a \cdot p_z^2 + b \cdot p_z + 1$		
C 16	-0,000136336	+0,0089302
C 20	-0,000118820	+0,0080466
átlagos, 23	-0,000105683	+0,0073838
C 25	-0,000096925	+0,0069420
C 30	-0,000075030	+0,0058374
Hasító-húzószilárdsági osztály viszonyszáma $r_{tsH} = a \cdot p_z^2 + b \cdot p_z + 1$		
H _{ts} 1,7	+0,000023454	+0,0046437
H _{ts} 2,0	-0,000029848	+0,0067169
átlagos 2,1	-0,000047615	+0,0074080
H _{ts} 2,25	-0,000074266	+0,0084447
H _{ts} 2,5	-0,000118685	+0,0101724

12. táblázatban szerepeltetjük. Ebből kitűnik, hogy a nyomószilárdságnak a $p_z = 35$ tömeg % zúzottkavics tartalom környezetében maximuma van, amelynek helyét és nagyságát külön is megadtuk. Látszik továbbá, hogy a viszonyszámok változása a szilárdsági osztályok függvényében lényegében kisebb, mint a regressziós közelítés 10. táblázatbeli S standard hibája. Ezért e változás elha nyagolható, és a szilárdsági osztályonkénti viszonyszám függvény jól kifejezhető az átlagos szilárdsági minősítő értékhez tartozó együtthatókkal:

$$r_c = -0,000106 \cdot p_z^2 + 0,0074 \cdot p_z + 1$$

$$r_{tsH} = -0,000048 \cdot p_z^2 + 0,0074 \cdot p_z + 1$$

Az általános érvényű összefüggések 12. táblázatbeli viszonyszám értékei szerint mintegy $p_z = 35$ tömeg % zúzottkavics adagolás esetén a beton nyomószilárd-

10. táblázat

A keverékcsoportonkénti viszonyszám-függvények jellemzői

Keverék csoport jele	R_{ko}, R_{tsko} N/mm ²	a	b	I	S tömeg %	H %
Nyomószilárdság jellemző érték viszonyszáma $r_c = a \cdot p_z^2 + b \cdot p_z + 1$						
11–14.	20,7	-0,000167988	+0,0115888	0,985	0,014	1,27
21–24.	25,2	-0,000012922	+0,0042761	1,000	0,000	0,00
21–34.	27,6	-0,000103377	+0,0062085	0,983	0,007	0,67
41–44.	17,2	-0,000068135	+0,0060617	0,991	0,007	0,66
51–54.	18,3	-0,000090162	+0,0059868	0,941	0,015	1,42
61–64.	20,2	-0,000229956	+0,0121248	0,992	0,007	0,65
Hasító-húzószilárdsági jellemző érték viszonyszáma $r_{tsk} = a \cdot p_z^2 + b \cdot p_z + 1$						
11–14.	1,91	-0,000031131	+0,0035742	0,983	0,007	0,68
21–24.	2,02	+0,000176799	-0,0012922	0,972	0,022	2,01
31–34.	2,21	-0,000081645	+0,0102291	0,999	0,005	0,44
41–44.	1,54	+0,000111894	+0,0027004	0,987	0,019	1,68
51–54.	1,85	-0,000105727	+0,0084405	0,997	0,005	0,46
61–64.	1,93	-0,000153598	+0,0129178	1,000	0,000	0,00

Szilárdsági osztályonkénti viszonyszám értékek

P _z	5	10	15	20	25	30	35	40	Maximum	
									Γ _{Cmax}	P _{z (max)}
C Nyomószilárdsági osztály viszonyszám értéke r _c										
16	1,041	1,076	1,103	1,124	1,138	1,145	1,146	1,139	1,1462	32,75
20	1,037	1,069	1,094	1,113	1,127	1,134	1,136	1,132	1,1362	33,86
átlagos 23	1,034	1,063	1,087	1,105	1,119	1,126	1,129	1,126	1,1290	34,93
25	1,032	1,060	1,082	1,100	1,113	1,121	1,124	1,123	1,1243	35,81
30	1,027	1,051	1,071	1,087	1,099	1,108	1,112	1,113	1,1135	38,90
II _b Hasító-húzószilárdsági osztály viszonyszám értéke r _{tsH}										
1,7	1,024	1,049	1,075	1,102	1,131	1,160	1,191	1,223		
2,0	1,033	1,064	1,094	1,122	1,149	1,175	1,199	1,221		
átlagos 2,1	1,036	1,069	1,100	1,129	1,155	1,179	1,201	1,220		
2,25	1,040	1,077	1,110	1,139	1,165	1,187	1,205	1,219		
2,5	1,048	1,090	1,126	1,156	1,180	1,198	1,211	1,217		

ság jellemző értéke várhatóan 13%-kal, a hasító-húzószilárdságé 20%-kal nagyobb, mint zúzottkavics tartalom nélkül. A kettőt egybevetve mintegy 16%-os szilárdsági jellemző érték növekedésről lehet beszélni. Meg kell jegyezni, hogy a 35 tömeg % zúzottkavics tartalmú adalékanyag alkalmazásakor még nem romlik a beton bedolgozhatósága és a konzisztencia sem változik számottevően.

A zúzottkavics adagolás gazdaságossága

A gazdasági értékelésnél abból a kísérleti eredményből indulhatunk ki, hogy 35 tömeg % zúzottkavics adagolása 13% nyomószilárdsági jellemző érték növekedést eredményez. Kérdés, hogy ezt a nyomószilárdság növekedést zúzottkavicsot nem tartalmazó osztályozott homokos kavics esetén mekkora cement többletadagolással lehet biztosítani, azaz a zúzottkavics adagolás által mennyi cementet lehet megtakarítani.

Az MI-04.19-85 műszaki irányelv a beton cementtartalmát a beton nyomószilárdsági osztálya szerint szabályozza, a 450 pc minőségű cementtel készülő receptbetonok cementtartalmát $d_{max} = 24$ mm esetére a 13. táblázatban foglaltuk össze az adalékanyag

13. táblázat

Beton és vasbeton szerkezetekhez alkalmazható receptbeton cementtartalma $d_{max} = 24$ mm és 450 pc esetén (MI - 04.19 - 85 alapján)

Adalékanyag osztály Beton konzisztencia	I.	I.	I.	II.	II.	II.
	FN	KK	K	FN	KK	K
Beton nyomószilárdsági jell. érték, N/mm ²	Cementtartalom, kg/m ³					
16	202	228	260	230	262	305
20	230	260	295	265	300	350
25	260	300	360	300	345	410

osztálya, a beton konzisztenciája és nyomószilárdsági jellemző értéke függvényében. A 13. táblázat adatai alapján

$$c = a \cdot R_k + b$$

alakú lineáris összefüggést írtunk fel a beton R_k nyomószilárdsági jellemző értéke és a c cementtartalom között minden adalékanyag osztály és beton konzisztencia kombinációra. A legkisebb hibanégyzet összegek módszere segítségével kiszámított a és b együtthatók értékeit a 14. táblázatban adtuk meg. E függvény paraméterek felhasználásával kiszámítottuk és a 14. táblázatban szerepeltetjük az R_k nyomószilárdsági jellemző értékekhez tartozó c cementtartalmakat, valamint a 13%-os nyomószilárdsági jellemző érték növekménynek megfelelő $\Delta c = 13 \cdot a \cdot R_k$ többlet cementtartalmat.

A 14. táblázat adatainak átlagát véve megállapítható, hogy a 35% zúzottkavics adagolás átlagosan mintegy 27 kg/m³ 450 pc minőségű többlet cement adagolással egyenértékű, azaz általa mintegy 8,5%-os 450 pc cement megtakarítás érhető el. A 450 pc cement anyagárát 1430,- Ft/tonnának véve adódik, hogy a 27 kg megtakarított cement ára 38,5 Ft. Ezt a 690 kg/beton m³ = 0,46 m³/beton m³ zúzottkavics mennyiségre vetítve adódik, hogy a betonadalékanyagként felhasználásra kerülő zúzottkavics értéke a cement egyenérték alapján számolva átlagban 83,9 Ft/m³-rel nagyobb, mint a csak osztályozott kavicsé. Az érték különbség a mai termékekárakban korántsem érvényesül, holott a beton nyomószilárdsági egyenérték alapján számolva az érték különbség ennek többszöröse is lehet. Így például ha a C 16 és C 20 nyomószilárdsági osztályú beton anyagár különbsége 500 Ft/beton m³, akkor ebből a 13%-os jellemző érték növekményre 260 Ft/beton m³ anyagár különbség adódik. A nyomószilárdsági egyenérték alapján tehát 1 m³ zúzottkavics mintegy 565 Ft beton anyag érték növekedést hordoz magában. Ez durván hat és félszerese a cement egyenérték alapján számítottak, ami az esetenként reális számításai alap kiválasztásának fontosságára utal.

A 13%-os nyomószilárdsági jellemző érték növekedésének megfelelő cement egyenérték számítása $d_{max} = 24$ mm és 450 pc esetén

Adalékanyag osztály	I.	I.	I.	II.	II.	II.	Átlag
Beton konzisztencia	FN	KK	K	FN	KK	K	
Függvény paraméter, a	6,43	8,0	11,19	7,75	9,21	11,68	
b	100,0	100,0	77,5	107,5	115,0	117,5	
Beton nyomószilárdsági jellemző érték, R_k N/mm ²	A jellemző értékhez tartozó c cementtartalom és a 13%-os jellemző érték növekménynek megfelelő Δc többlet cement tartalom, kg/m ³						
16 c	202,8	228,0	256,5	231,4	262,4	304,4	247,6
Δc	13,4	16,6	23,3	16,1	19,2	24,3	18,8
20 c	228,5	260,0	301,3	262,4	299,3	351,1	283,8
Δc	16,7	20,8	29,1	20,1	24,0	30,4	23,5
átlagos 23 c	247,8	284,0	334,8	285,7	326,9	386,2	310,9
Δc	19,2	23,9	33,4	23,2	27,6	34,9	27,0
25 c	260,7	300,0	357,2	301,2	345,3	409,5	329,0
Δc	20,9	26,0	36,4	25,2	29,9	38,0	29,4
30 c	292,8	340,0	413,2	339,9	391,4	467,9	374,2
Δc	25,1	31,2	43,6	30,2	35,9	45,6	35,3
Átlagos cement egyenérték %	7,75	8,42	9,98	8,12	8,44	9,04	8,63

A zúzottkavics adalékanyag pépigénye

A zúzottkavics betonok szilárdsági tartalékaik folytán cementtakarékosak, de feltétlenül indokolt e kijelentés jogosságát a pépigény oldaláról is megvizsgálni. A beton cementtartalma ugyanis akkor optimális, ha a cementet hordozó cementpép maradéktalanul bevonja az adalékanyag szemek felületét és éppen kitölti a betömörített adalékanyag vázszerkezet hézagait. Az ilyen beton telített állapotú, az ennél kevesebb cementpépet tartalmazó beton megfelelő tömörítés mellett is levegőt tartalmaz és telítetlen, míg a többlet cementpéppel készített beton pépdús és túltelített. A telített beton előállításához szükséges cementpép mennyisége az adalékanyag pépigényével fejezhető ki [3].

A homokos kavics adalékanyag pépigényének számítási képletét dr. Ujhelyi János az *Építéstudományi Intézet* tud. tanácsadója dolgozta ki [3] és ebben a formában szerepel az MI-04.19-85 műszaki irányelvben is:

$$V_{po} = 350 - 22 \lg (U_{70} - 0,5) \cdot \frac{64}{16 + (m - 7)^2} \text{ [liter/m}^3\text{]}$$

ahol U_{70} az adalékanyag 70 és 10 tömeg %-os áthulláshoz tartozó szemnagyságai hányadosából számított egyenlőtlenégi tényező és m a finomsági modulus. Esetünkben az 1. táblázat utolsó oszlopában szereplő szemmegoszlású kísérleti adalékanyag egyenlőtlenégi tényezője $U_{70} = 10,08/0,34 = 29,65$, és a zúzott szemeket nem tartalmazó homokos kavics pépigénye $V_{po} = 226,7$ liter/m³.

A zúzottkavics keverékek pépigénye a homokos kavicsénál minden bizonnyal nagyobb, mert a zúzott szemek a legömbölyödöttekhez képest egyrészt azonos szemalak esetén is általában nagyobb térfogati fajlagos felülettel rendelkeznek, másrészt szemalakjuk a

térfogati fajlagos felületet növelve és a bedolgozást nehezítve lemezesebb lehet, harmadrészt ugyancsak a bedolgozást nehezítve a zúzott szemek érdesek, sarkosak és élesek. E hatások mértéke további vizsgálódás tárgyát kell képezze, a 3. táblázat alapján mégis arra következtethetünk, hogy betonkeverékeink nem voltak túltelítettek, a zúzottkavics szilárdságfokozó hatása nem párosult cement túladagolással, hogy a zúzottkavics betonok, ha cementtöbblettel készülnek, akkor annak a nagyobb pépigény ellenére elsősorban bedolgozhatósági és nem szilárdságnövelési okai vannak.

I R O D A L O M

- [1] Kausay T.: A zúzottkőbetonok és a különleges betonok tulajdonságai. Szabványosítás. 35. évf. 1983. 7. szám. 193 – 198. p. és 8. szám. 236 – 240. p.
- [2] Szalai K. (szerkesztő): A beton minőségellenőrzése. MSZH Szabványosítási Szakkönyvtár. 26. szám. Szabványkiadó. Budapest, 1982.
- [3] Ujhelyi J.: Betontechnológia I. Vízépítési segédletek. VIZDOK. Budapest, 1985. Főiskolai jegyzet.

Kausay Tibor: Zúzottkavics adalékanyagú betonok szilárdsága

A betonadalékanyag optimális zúzottkavics tartalma mintegy 35 tömeg %. Az ilyen összetételű homokos kavics alkalmazásakor még nem romlik a beton bedolgozhatósága, alig növekszik a pép- és cementigény, számottevően nem változik a konzisztencia, ugyanakkor javulnak a beton szilárdsági tulajdonságai. A 35 tömeg % zúzottkavics adagolás a nyomószilárdság növekedés szempontjából 27 kg/m³ pc minőségű cement többletadagolással egyenértékű, és 13 % nyomószilárdság és 20 % hasító-húzószilárdság növekedést eredményez. A zúzottkavics magasabb előállítási költségei betonszilárdság fokozó hatásuk révén térülhetnek meg.

Kausay, T.: Прочность бетона с заполнителем-обогащенным гравием

Оптимальное содержание обогащенного гравия в бетоне составляет 35 масс. %. В таком случае укладываемость (обрабатываемость) бетона не ухудшается, почти не увеличивается потребность в тесте-или же цемента, заметно не изменяется консистенция, и в то же время прочность бетона при сжатии повышается. Добавка 35 масс. % обогащенного гравия соответствует с точки зрения прочности при сжатии- дополнительной добавке 27 кг/м цемента марки 450, и приводит к 13 %-му повышению прочности при сжатии и 20 %-му повышению прочности на изгиб-растяжение. Повышенные расходы на приготовление обогащенного гравия компенсируются более высоким прочностным качеством бетона.

Kausay, Tibor: Die Festigkeit der Betone mit Schotterzuschlagstoff

Das optimale Schottergehalt des Betonzuschlagstoffes beträgt 35 Mass. %. Bei der Anwendung solches Sand-Kieselteines schlechert sich noch nicht die Bearbeitbarkeit

des Betons, nimmt ein wenig der Brei-, und Zementbedarf zu, ändert sich nicht bedeutend die Konsistenz, aber gleichzeitig verbessern sich die Festigkeitseigenschaften des Betons. Die 35 Mass. % Schotter-Zugabe ist gleichwertig mit einer Zementüberdosierung von 27 kg/m³ (PZ 45), und ergibt 13% Zunahme in der Druckfestigkeit, sowie 20 % Zunahme in der Biege-Zugfestigkeit.

Kausay, Tibor: Strength of Concrete with Crushed Gravel Aggregate

The optimum crushed gravel content of concrete is approx. 35 mass %; with this share the workability of fresh concrete does not deteriorate, the paste and cement demands increase only slightly, and consistency remains unaltered, but strength properties improve considerably. The addition of 35 % crushed gravel addition is equivalent to 27 kg/m³ overdosage of 450 pc, and results in a 13 and 20 % increase of compressive and tensile strength of the concrete, resp. Savings by improved concrete strength compensate for the higher cost of crushed gravel.

Konferencia hírek

Hulladékszegény technológiák '86

Az MTESZ, a FENTO Szocialista Országok Műszaki-Tudományos Szervezeteinek Szövetsége Környezetvédelmi Állandó Bizottsága és a KGST Tudományos-Műszaki Együttműködési Bizottsága Környezetvédelmi Tanácsa közös szervezésében 1986. szeptember 16–19. között *Hulladékszegény technológiák '86* címmel nemzetközi konferenciát rendezett az MTESZ székházában (Bp., V. Kossuth L. tér 6–8.)

A konferencia célja:

A hulladékszegény technológiák fejlesztésében és alkalmazásában elért eredmények bemutatása, az eljárások kölcsönös megismerésének és alkalmazásának segítése.

Az ipari, építőipari és mezőgazdasági termelés hatékony növelésének jelentős tartalékai vannak a fajlagos anyagfelhasználás csökkentése területén. Ezeknek a tartalékoknak a kihasználásában jelentős szerepe van a termelési hulladék csökkentésének, a keletkező hulladék hasznosításának, végső soron a hulladékszegény technológiák alkalmazásának.

Az elmúlt években felgyorsult a technológiák fejlesztése, és a baráti szocialista országok mérnökszervezetei is fokozták ezirányú tevékenységüket. Immár hagyományos, hogy öt évenként nemzetközi konferencián ismertetik új eljárásaikat, és kicserélik tapasztalataikat. Így került sor a hasonló célú drezdai és szófiai konferencia után a budapesti konferencia megrendezésére, ahol az egyes szekciók-

ban elhangzó új ismeretek széles körű megvitatására nyílt lehetőség.

A konferencia témái:

- I. Hulladékmentes technológiák általános kérdései
Szekcióvezető: LNK (NOT)
- II. Energiaipar, építőanyagok, bányászat
Szekcióvezető: NDK (KDT)
- III. Vas- és színesfémkohászat
Szekcióvezető: SZU (VSZNTO)
- IV. Vegy- és kőolajvegyipar
Szekcióvezető: MNK (MTESZ)
- V. Gépipar, textilipar, papír- és bőripar
Szekcióvezető: CSSZK (CSVTS)
- VI. Mezőgazdaság, élelmiszeripar, ffeldolgozóipar
Szekcióvezető: BNK (NTS)

A felsorolt szekciókban több mint 210 előadás adott tájékoztatást az egyes szakterületeken bevezetett eljárásokról. A konferencia plenáris ülésel kezdte munkáját, amelyen előadások hangzottak el a hulladékhasznosítás és a hulladékmentes technológia területén az egyes országokban elért eredményekről. Az ülésen a KGST Titkárság képviselője beszámolt a hulladékmentes technológiák és bevezetésük területén, a KGST együttműködés keretében folyó tevékenységről.

Ezt követően a FENTO Környezetvédelmi Állandó Bizottsága értékelte a legutóbbi évek ezirányú tevékenységét.

(folytatás a B/III. oldalán)

(előzmény a 352. oldalon)

A konferencián az elméleti kérdések mellett gyakorlati bemutatón is részt vehettek az érdeklődők 1986. szeptember 19-én.

Az alábbi tanulmányutak közül választhattak:

- Ózdi Salakfeldolgozó mű és a Gagarin Hőerőmű mellett épült Gázszilikát-gyár;
- Mátrai EFAG Parkettgyártó Üzeme — Eger — Szilvásvárad komplex felhasználás mátrai rendszere;
- MÉH Tröszt szegedi kábel-hulladék feldolgozó üzemének megtekintése.

Végül, de nem utolsó sorban érdemes megemlíteni, hogy hazánkban jelenleg hol is tartunk az említett területen. Hiszen a téma fontosságára utal, hogy nemrégiben ezt a kérdést a kormány ülésén is megvitatták. Az összkép, mely a helyzetet jellemzi, sajnos felemás, mert az eredmények mellett még akad bőven

tennivaló. Ezért a kormány már a VI. ötéves tervben meghirdette a ráfordítást mérsékelő programjait. Az elmúlt években e kormányprogramok célkitűzéseit társadalmi akciók is segítették. Az MTESZ ezirányú tevékenysége kapcsolódik a kormányzati cselekvési programokhoz, azokat erősíti és a konkrét akciókon túl a szemléletváltozást is elősegíti. Erre igen nagy szükség van, mivel hazánk nem bővelkedik nyersanyagokban, de mégis pazarló gazdálkodást folytat ezen a téren. Például az iparban az anyagköltség meghaladja a 50%-ot. Ebben az ágazatban tavaly 100,— Ft bruttó termelési értékre — összehasonlító áron számolva — 61,6 forint nettó anyagköltség jutott. Ugyanez a mutatószám a múlt évben az építőiparban 43,4 forintot, a közlekedésben 31,7 forintot, a mezőgazdaságban pedig 50,1 forintot tett ki. A múlt évben, 1985-ben az összes import 63—65%-a anyag, energiahordozó, féltermék és alkatrész volt.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 — 3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Dr. Varga György igazgató

Kiadja:

Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat
Budapest VII., Garay u. 5. 1442

Telefon: 415-583, 215-440

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Hírlapkézbesztő Hivataloknál és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján 1900 Budapest, V., József nádor tér 1. vagy átutalással a 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Egy szám ára 26,— Ft. Előfizetés egy évre 312,— Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra, 1389 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 86—253



86/2604 Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25250

HU ISSN 0013—970 X

Ára: 26,— Ft