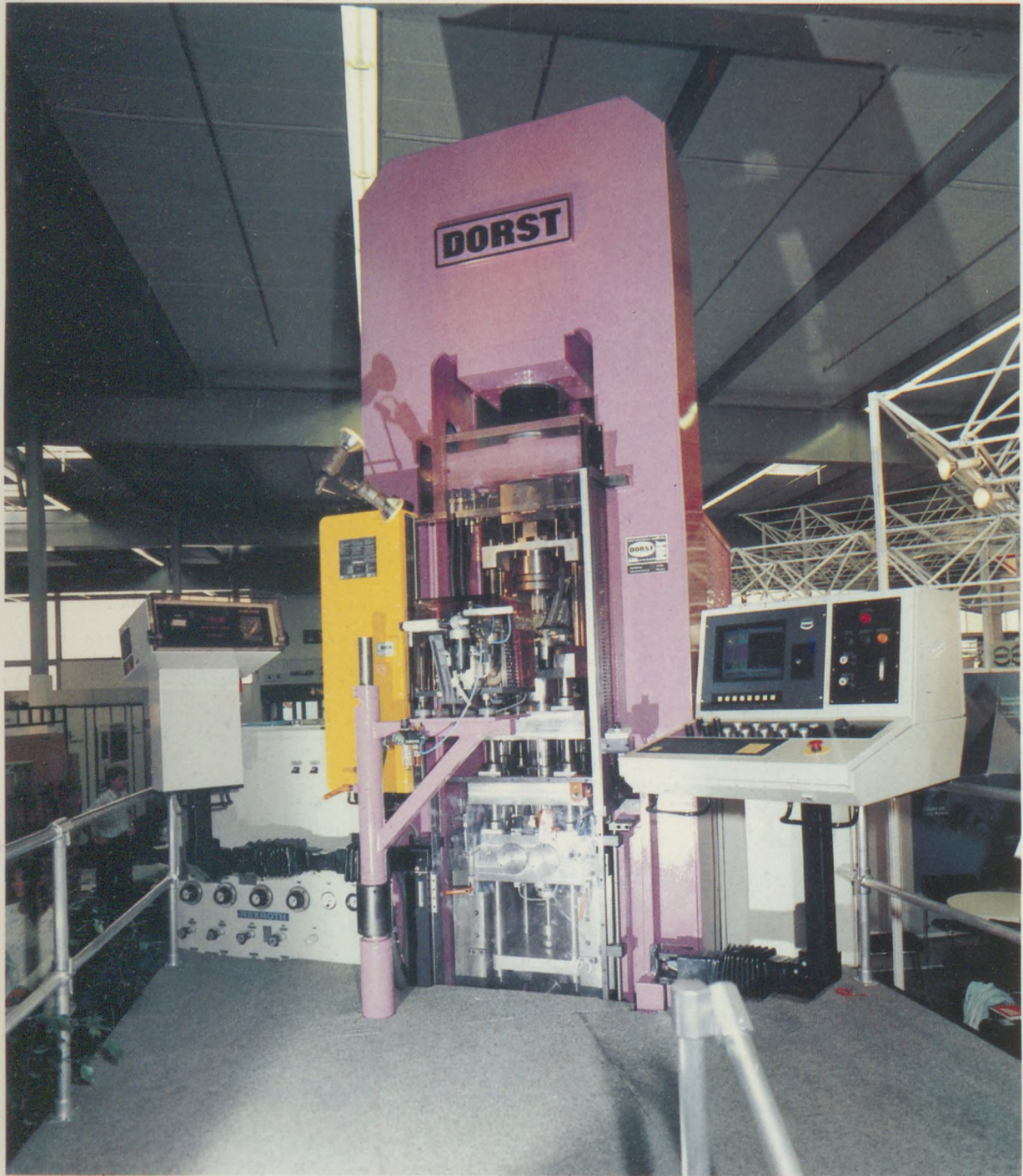


302935

ÉPÍTŐANYAG ○ 92/4

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA





HEJŐCSABAI CEMENT- ÉS MÉSZIPARI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

H-3501 Miskolc, Postafiók 21.
Telefon: (36) 46-367-133

Telex: 62259 HCM H
Telefax: (36) 46-365-830

Szerkesztőbizottság:

Elnök:
Prof. dr. TALABÉR JÓZSEF
Felelős szerkesztő:
WOJNÁROVITSNÉ
Dz. dr. HRAPKA ILONA

Rovatvezetők:

Szilikáttudomány
Prof. dr. JUHÁSZ A. ZOLTÁN
Szilikáutechnika
GARAI GYÖRGY
Újdonságok
Dr. HILGER MIKLÓS
Egyesületi és szakhírek
Dr. SZÉKELY ISTVÁN

Tagok:

Dr. ÁBRAHÁM Ferenc
Prof. dr. BALÁZS György
Dz. dr. FARKAS Ödön
FODORNÉ dr. SZÖRÉNYI Márta
GALLÉ Gábor
Dz. dr. GÁLOS Miklós
Dr. KOLOSTORI János
Dr. KOVÁCS Károly
Dr. LIPTAY András
PÉTER Gyula
SEY Pongrác
Dr. SZABÓ A. Szilárdné
Prof. dr. TAMÁS Ferenc
Dz. dr. TERÉNYI Gyula
Dr. WAGNER Endre

Szerkesztőség: 1027 Budapest II., Fő u. 68.
Telefon: 201-9360
Kiadja az Építészeti Tájékoztatói Központ.
Felelős kiadó: dr. Hamvay Péter igazgató.
Készült a TYPOPRESS Kft.
Nyomdaüzemében (920184) Budapest, 1992.
Felelős vezető: Dancsó Árpád.
Kiadói szerkesztő: Ágoston Jánosné.
Műszaki szerkesztő: Bernhardt Pál.
Azonossági szám: 48/92.
Megjelent: A/4 alakban,
5 A/5 ív terjedelemben.
Egy szám ára: 80,- Ft.
Külföldön terjeszti a Kultúra,
1399 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média,
1932 Budapest, Pf. 86-253
Belföldön terjeszti az ÉTK
1400 Budapest, Pf. 83

INDEX: 2 52 50

TARTALOM

<i>Ujhelyi, J.</i> : A betonstruktúra vizsgálatának módszerei és kritikája, a struktúra tervezése ..	123
<i>Duma, Gy.</i> : Pénzek porcelánból ..	129
<i>Ecsery, E.</i> : A Gellért-hegyi sziklateplom mázas pirogránit főoltára ..	135
<i>Barcs, V.</i> : Padlásfödém hőszigetelése polisztirolhab adalékú pemyebetonnal ..	138
<i>Szép Kiss, E.</i> : Szakaszos égetés bevezetése egyszerűsített keménycserépi kőedény termékekre ..	142
<i>Petrás, J.-Sz. Tóth, Gy.</i> : Regeneratív hőcserélő a téglaiiparban ..	146
<i>Bertalan, Z.</i> : A csempegyártás fejlődése az elmúlt 30 évben ..	152
Bemutkozik a DORST cég ..	155
<i>Demény, P.</i> : Maerz-rendszerű aknakemencés mészüzem a HCM Rt.-ben ..	156
Egyesületi és szakhírek ..	157

CONTENS

<i>Ujhelyi, J.</i> : Examination Techniques and their Criticism of Concrete Structure Testing, Structure Design ..	123
<i>Duma, Gy.</i> : Money made of Porcelain ..	129
<i>Ecsery, E.</i> : Glazed Pyrogranite Altar in the Rock Chapel (Budapest, Mt. St. Gellert) ..	135
<i>Barcs, V.</i> : Roof Insulation by Flyash Concrete with Styropore Aggregate ..	138
<i>Szép Kiss, E.</i> : Once-fired, Hardbody Stoneware – its Intermittent Firing ..	142
<i>Petrás, J.-Sz. Tóth, Gy.</i> : Regenerative Heat Exchanger in the Brick Industry ..	146
<i>Bertalan, Z.</i> : Development of Tile Manufacture in the Last 30 years ..	152
Introducing the Dorst Company ..	155
<i>Demény, P.</i> : Maerz-type Limeburning Shaft Kiln at HCM Ltd. ..	156
News from the Society and from the Industry ..	157

INHALT

<i>Ujhelyi, J.</i> : Methoden der Untersuchung der Betonstruktur und ihre Kritik, die Projektierung der Struktur ..	123
<i>Duma, Gy.</i> : Münzen aus Porzellan ..	129
<i>Ecsery, E.</i> : Das Pyrogranit Hauptaltar der Grottenkapelle am Gellért-Berg ..	135
<i>Barcs, V.</i> : Wärmedämmung von Dachbodendecken mittels Flugstaubbeton mit Polystyroschaumzuschlag ..	138
<i>Szép Kiss, E.</i> : Die Einführung des periodischen Brennens bei einmal gebrannten, Hartscherbe-Steingutprodukten ..	142
<i>Petrás, J.-Sz. Tóth, Gy.</i> : Regenerativer Wärmetauscher in der Ziegelindustrie ..	146
<i>Bertalan, Z.</i> : Die Entwicklung der Fließenerzeugung in den letzten 30 Jahren ..	152
Die Vorstellung der Firma Dorst ..	155
<i>Demény, P.</i> : Schachtofen-Kalkwerk des Systems Maerz bei der HCM AG. ..	156
Vereins- und Fachnachrichten ..	157

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Уйхельи, Я.</i> : Методы и критика исследования структуры бетона, проектирование структуры ..	123
<i>Дума, Дь.</i> : Деньги из фарфора ..	129
<i>Эчери, Э.</i> : Главный алтарь из глазурированного ниогранита церкви горы Геллерт ..	135
<i>Барч, В.</i> : Теплоизоляция чердачного перекрытия золобетоном с заполнителем из пенополистирола ..	138
<i>Сеп Киши, Э.</i> : Внедрение периодического обжига каменнокерамических изделий лднократного обжига с твердым черепком ..	142
<i>Петраш, Й - С-Том, Дь.</i> : Регенеративный теплообменник в кирпичной промышленности ..	146
<i>Берталан, З.</i> : Развитие производства облицовочных плит за прошедшие 30 лет ..	152
Ознакомление с фирмой Дорст ..	155
<i>Демень, П.</i> : Изветковый завод с шахтной печью системы Мэрц у А/О ХЦМ. ..	156
Известия научного общества и профессиональные новости ..	157



SZIKKTI

A SZIKKTI ÚJ KÜLDETÉSTUDATA THE NEW MISSION – BELIEF OF SZIKKTI

A történelmet nem lehet megváltoztatni, megállítani, letagadni. Az ÁVÜ állami felügyelet alá vonta a SZIKKTI-t 1992. június 3-ával. Nem vagyunk rá büszkék, nem is tagadjuk, sőt *mi* jelezzük Önöknek. Ugyanakkor őszinteségünk az Önök megnyerését célozza.

Nem fogadjuk el, hogy ez a vége az Intézetnek. Épp ellenkezőleg, igyekszünk megújulni. Ha ez nem sikerülne, az szomorú és komoly hiányosságokat bizonyítana, s nemcsak a SZIKKTI házatáján.

Szeretnénk megújulni, átalakulni, átszerveződni. KÜLDETÉS-t tudunk magunknak, magunkban. Elkezdtük, és folyik a SZIKKTI átszervezése, átalakítása. Vonatkozik ez a munkakörök felosztására, az egyes munkaterületek fokozott művelésére, a kapcsolatok erősítésére. Ami jó volt, az természetesen megmarad, ami nem, azt körültekintő elemzés után megváltoztatjuk, ha kell megszüntetjük.

Mindez csak akkor sikerül, ha ezt Önökért – az iparért, kutatásért, képzésért – tesszük, s az Önök aktív részvételével.

Számítunk a régi megbízóinkra, partnereinkre, egyúttal keressük az újakat, kicsiket és nagyokat egyaránt. Keressük a munkatársakat, "bedolgozókat". (Olvassák el hirdetésünket!)

Ha mindenki elfogadja, felismeri a maga *küldetését*, az eredmény nem maradhat el. Becsületes összefogással pezsdülni fog az élet a SZIKKTI-ben, az iparban, az egész országban. Ehhez kéri a segítségüket

Budapest, 1992. július 16.

dr. Verdes Sándor
privatizációs biztos, igazgató

Renascencing SZIKKTI relies on the cooperation with its former partners in abroad also in the future.

(Central Research and Design Institute for Silicate Industry, SZIKKTI, H-1034 Budapest, Bécsi út 124.)

A betonstruktúra vizsgálatának módszerei és kritikája, a struktúra tervezése*

Ujhelyi János
ÉTI, Budapest

A pórusstruktúra vizsgálatának különböző közvetlen és közvetett módszerei bizonytalan eredményeket adnak, mert:

- a minta előkészítése maradandó nyomot hagyhat a struktúrában (pl. a szárítás roncsolhatja a pórusfalakat),
- a vizsgálóeszköz és a minta kölcsönhatása nehezen küszöbölhető ki (pl. az elektronsugár hatása a mikroszkópban),
- a vizsgálati eredmények értékeléséhez nem igazolható hipotéziseket is használnak (pl. az a feltetelezés, hogy a higany fokozatosan hatol be a fokozatosan szűkülő pórusokba).

A pórusstruktúra és a betontulajdonságok összefüggése egyrészt a fenti bizonytalanságok miatt nehezen határozható meg, másrészt ezt az összefüggést az alapanyagok minősége, a beton összetétele és a készítés módja is befolyásolja, ezért igen hasonló tulajdonságú betonok készíthetők igen eltérő pórusstruktúrák mellett.

Az összefüggések meghatározását elősegíti a különböző paraméterek vizsgálata. Így pl. a víz-cement tényező mellett a beton péptartalmának és az adalékanyag pépigényének (adott víztartalmú, optimálisan tömörített adalékanyagváz hézagtartalmának) a viszonya, az ún. péptelítettség. Elméletileg is igazolható, hogy adott víz-cement tényező mellett a péptelítettségtől függően hogyan változik a megszilárdult és kiszáritott beton porozitása, továbbá vizsgálatokkal igazoltuk, hogy ez milyen változást okoz a különböző betontulajdonságokban, beleértve a tartósságot is. Optimális jellemzők a telített betonoktól várhatók.

Bevezetés

A betonszerkezetek tönkremenetele LITVAN [1] szerint azt jelenti, hogy az anyag nem képes teljesíteni feladatát az elvárt időtartam határáig. Megjegyzendő, hogy ha a tönkremenetelt előidéző feltételek hiányoznak, akkor a beton lényegében korlátlan ideig életképes. A tönkremenetelt előidéző tényezők a következők:

- kedvezőtlen hatású reakció a cementpép összetevői és a környezetből származó anyagok között, mint pl. CO_2 , SO_4^{2-} , Cl^- , savas eső, tengervíz, különböző kemikáliák;
- kedvezőtlen hatású reakció a cementpép összetevői és az adalékanyag között, mint az alkáli-kovav, alkáli-karbonát reakció;

The different direct and indirect methods for investigating pore structure give uncertainties in the results, since

- preparing sample for testing may leave its lasting mark on the structure (e. g. drying can destroy pore walls),
- interaction between testing device and sample can hardly be eliminated (e. g. effect of electron beam in the microscopy),
- hypothesis used for evaluating test results can not always be proved (e. g. presumption that mercury penetrates gradually into the pores getting gradually tighter, is not reliable).

Relationship of pore structure and concrete properties can hardly be determined because of the above uncertainties, furthermore this relationship is also influenced by quality of ground materials, concrete composition and production method, therefore concretes of very similar properties can be made of very different pore structures.

Determining these relationships may be more correct by control of further parameters. One of them, beyond the water-cement ratio, is ratio of paste content in concrete and paste demand in aggregate (latter: void content of optimal compacted aggregate matrix of given water content), i. e. the paste saturation degree. It can theoretically be verified also how the porosity in hardened and dry concrete of given water-cement ratio changes depending on paste saturation degree and it had been proved by investigations, how differences in concrete properties are caused by it including durability. The paste saturated concrete can have optimum features.

- a betont érő fizikai hatások, mint pl. a fagyás-olvadás, a gyorsan lejártszódo hőmérsékletváltozás, száradás, koptatás, kavitáció;
- a betont érő mechanikus hatások következtében keletkező repedések.

A felsorolt tényezőkkel szembeni ellenállás nem függ feltétlenül a beton szilárdságától, bár igaz ROY [2] megjegyzése, hogy változatlan feltételek mellett általában több bizalmat ébreszt a szilárdabb anyag a kevésbé szilárdnál. Kijelenthető azonban FELDMANN-nal egyetértve [3], hogy a megszilárdult betonok legtöbb fizikai és mechanikai tulajdonságát, beleértve a tartósságot is, a beton struktúrája, szövetszerkezete szabályozza.

Az anyagkutató a szövetszerkezetet PRATT [4] szerint olyan szinteken értelmezi, amelyek az anyag egyedi kémiai fázisaitól a makroszerkezetig terjednek. Ennek megfelelően vizsgálja mikroszinten a cementkő fázisösszetételét, a rácshibákat, a diszlokációkat, a gél belső fajlagos felületét, a gélpórusokat, mezoszinten a cementkő és az

* A „Betonstruktúra - tartósság” c. anketon 1991. október 17-én elhangzott előadás.

adalékanyagváz határfelületét, a kapillaris pórusokat, a repedések kiinduló helyeit, végül makroszinten a beton-összetevők térfogatarányát és a durva hibákat. Ahogyan FELDMANN [3] megállapította, a beton tartóssága szempontjából talán legfontosabb jellemző az áteresztőképesség, következésképpen a szövetszerkezetnek a tartósságot tekintve legfontosabb jellemzője a pórusstruktúra.

A beton pórusainak a kialakulása OBERHOLSTER [5] után a következő okokra vezethető vissza:

- a beton természetes porozitása: gélpórus, kapillaris pórus, a kolloid állapotú gélbe zárt pórus, mesterségesen – pl. légpórusképző adalékszerrel – bevitt légbuborék és az adalékanyag porozitása;
- a beton nem tökéletes összetétele vagy készítése miatt keletkezett porozitás: vérzés a durva adalékanyag szemcsék és a vízszintes helyzetű betonacél alatt, kavicsfészkek, tömörítési hiány miatti pórus, péphiány, a cement csomósodása;
- a terheletlen beton repedései miatti légtartalom plasztikus zsugorodása, ülepedés, hőmozgások, száradási zsugorodás következtében.

Az Alap és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szövetsége (IUPAC) pontosította a pórusok különböző szintjeit [6]:

- mikropórus: $d < 2 \text{ nm}$
- mezopórus: $2 \text{ nm} < d < 50 \text{ nm}$
- makropórus: $d > 50 \text{ nm}$

ahol d a pórus reprezentatív mérete, hengeralakúnál az átmérő, horonyalakúnál a szélesség, de megjegyzendő, hogy a tényleges pórusalak sohasem ilyen kényelmesen egyszerű.

A pórusméret maximuma $\approx 0,5 \text{ mm}$, azaz az a méret, ahol a kapillaritás megszűnik. Az alsó határ a molekula méret, mert az a pórustérfogat nem mérhető, amelybe a molekula már nem fér be. Az adott porozitásvizsgálati módszerrel nem mérhető pórustartalmat a szakirodalom „elkallódott” porozitásnak nevezi. A $d > 0,5 \text{ mm}$ -es pórusokat hézagoknak tekintjük.

A struktúra vizsgálatának a módszerei

A struktúra tartósság szempontjából fontos jellemzőinek, mégpedig a pórusméretnek, a pórustartalomnak, a pórusméret-eloszlásnak, az eloszlás mediánjának és módusának, a felületi fajlagos területnek, a pórusok összekapcsoltságának (átjárhatóságának) a vizsgálatára közvetlen és közvetett módszereket használnak. Ezekről az utóbbi években megjelent összefoglaló munkákból [7], [8] és megrendezett konferenciák előadásából [9], [10] bőseges tájékoztatást lehet kapni.

Közvetlen vizsgálatok

A közvetlen vizsgálat az anyag síkmetszetének a mikroszkópiai ellenőrzése. HAYNES-nek [6] az a véleménye,

hogy bár az ilyen mérések a pórustér „igazi” geometriai képét adják, de még nagy vonalakban sem tájékoztatnak az anyagtulajdonságokról, mert a síkmetszetből nehéz a porozitás térbeli jellemzőire következtetni. SCRIVENER [11] munkája azonban cáfolja ezt a véleményt, mert a pórusok térbeli csavarodottságát és összekapcsoltságát is képes volt kimutatni MACDONALD és mások [12] homokkő-vizsgálatai alapján készített cementpép-metszetsorozatok scanning elektronmikroszkópos felvételei segítségével. Megjegyzendő, hogy a síkmetszetek sorozatának egyes elemei egymástól csak 2–5 μm -es hézagokkal különültek el.

A közvetlen vizsgálati módszert a mikrostruktúra-jellemzők méretéhez illeszkedve kell kiválasztani, továbbá a kívánt tájékoztatás fajtájától függően, hogy a vizsgálat tartama alatt a vizsgált jellemző ne változzék meg sem a sugárzás, sem a választott mikroszkóp környezete következtében.

A betonminták foszforeszkáló gyantával kezelt vékony metszeteinek a vizsgálata optikai mikroszkópban jól igazolt technika, amelyet csak a látható fény hullámhossza korlátoz. A metszetek felvételei jelzik a cement és az adalékanyag arányát, az ásványi kiegészítő anyagokat, a víz-cement tényezőt, a tömörítés eredményességét, az alkáli-kovav sav reakció jelenlétét. Kimutatják a fázisok és a pórusok térbeli eloszlását, a morfológiát, a fénymikroszkópok felbontóképességének a határáig.

Az elektronsugár rövidebb hullámhossza miatt az elektronmikroszkóp nagyobb felbontóképességű, de legtöbbször a minta gyors és tökéletes kiszárítása szükséges nagynyomású vákuumban. A hagyományos átbocsátó mikroszkópok fejlesztése a 70-es években a képfelbontó, a tipikusan 1 MV-tal működő nagyfeszültségű és nagy felbontóképességű elektronmikroszkópok kialakításához vezetett. Ez utóbbival a kristályrácsokat lehet közvetlenül tanulmányozni. A 80-as években fejlesztették ki a jobban kezelhető középfeszültségű elektronmikroszkópokat az elektronsűrűség kvantitatív mérésével és az energiaszóró röntgensugár-analízishez alkalmas eszközzel. A képfelbontó elektronmikroszkópból fejlődtek ki a másodlagos és a visszaszórt elektronok képeit detektáló eszközök.

Gyors eredményeket értek el az akusztikai mikroszkópokkal: a nagy felbontású akusztikus mikroszkópiában piezoelektromos átalakítóval szorítják össze és veszik fel az ultraszónikus hullámokat [3], [4], [11], [14–19].

Kereskedelembe kapható a mikroszkópfelvételek kvantitatív értékelésére alkalmas számítógépes képelemző technika, amely különösen alkalmas a porozitás jellemzőinek (méret, méret-eloszlás, medián, módus stb.) a számítására. Ilyen berendezés kb. 1 éve működik az Építéstudományi Intézet Betonosztályán a beton pórusstruktúrájának a vizsgálatára.

Közvetett vizsgálatok

A közvetett vizsgálati módszerek a pórusstruktúrától függő tulajdonságok, mint pl. az áteresztőképesség, az adszorpció, a kapilláris vízfelszívás stb. mérésén alapulnak. Ezek a tulajdonságok a megszilárdult betonban lejátszódó és a tartósság szempontjából fontos transzportfolyamatokat jellemzik. A transzportfolyamatok típusait LAWRENCE [20] a következőképpen osztályozza:

1. Egyszerű diffúzió: száradás-átnedvesedés, gázállapotú oxigéndiffúzió a pórusoldatban és a cementhidrátban, ionos diffúzió;
2. Diffúzió + reakció: gázállapotú CO_2 , SO_4^{2-} vagy Mg^{++} ionos diffúzió a pórusoldatban vagy a cementhidrátban;
3. Telítés: nedvesítés vízzel, tengervízzel, klorid- vagy szulfát oldattal;
4. Áteresztés: vízmozgás a fagy hatására, talajvízmozgás a hidrosztatikus nyomásgradiens következtében.

A transzportfolyamatok a mikrostruktúrától függenek, ezért – bizonyos feltételezésekkel – a transzportfolyamatok kvantitatív mérésének az eredményeiből a pórusstruktúra jellemzői számíthatók. Ezt a számítást azonban megnehezíti, hogy a megszilárdult cementpép önmagában és a betonban szélsőségesen összetett, amelyet DIAMOND [21] az alábbiakkal jellemez:

1. A pórusméret tartománya – a legtöbb más rendszerhez hasonlítva – nagyon tág. A beton pórusainak és hézagainak a határméretei 1 nm és 1 cm lehetnek (7 nagyságrend), a cementpépé pedig 1 nm és 1 mm (6 nagyságrend).
2. A pórusfolyadék nem víz, hanem nagy töménységű kálium- és nátrium-hidroxid oldat. Száritáskor a szilárd anyagok lerakódhatnak a pórusokban.
3. A vizsgálatok világosan jelzik, hogy az első szárítás a megszilárdult cementpép struktúráját bizonyos módon maradandóan megváltoztatja. A változások némelyike elkerülhető a szárítás előtti folyadékcserevel, de még kevés az egybevágó tájékoztatás magáról a helyettesítési folyamatról és a helyettesítő folyadék kiszárításának a következményeiről.
4. A megszilárdult cementpép eloszlása a betonban nem homogén, mikrostruktúrája nagymértékben különböző minden finom és durva adalékanyag-szemcsével határos felület közelében.
5. A megszilárdult cementpép a betonban nemcsak gél és kapilláris pórusokat, hanem a készítés következtében bezáródott, vagy mesterségesen bevitt levegőt is tartalmaz. E légbuborékok eredetüket, méreteloszlásukat, alakjukat, összekapcsoltságukat és folyadékkal való kitöltöttségük mértékét tekintve sokban különböznek egymástól és a cementpép eredeti pórusaitól.
6. A betonban az adalékanyag szemcséi nem szükségképpen pórusmentesek, de saját pórusrendszerük

teljesen különböző lehet a szemcséket körülvevő megszilárdult cementpép pórusrendszerétől.

A fentiekhez kiegészítésül fel kell hívni a figyelmet a terheletlen beton repedéseire [19], [22]. Ezek nemcsak a zsugorodás következményei sugárirányú repedések formájában, hanem tangenciális repedések is a víz alatti tároláskor fellépő duzzadás miatt. A vérzés miatti vízszákok csúcsaiból ugyancsak repedések indulhatnak. ZIMBELMANN [23] vizsgálatai mutatták ki továbbá, hogy a cementkő-adalékanyagváz határfelületeken túlnyomórészt $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ből álló 2–3 μm vastagságú réteg alakul ki, amelynek rendkívül gyenge a tapadása, és ezért a cementkő elválhat a betonfelületről, hézagot képezve.

A felsorolt nehézségek dacára a közvetett módszerek már csak a vizsgált testeknek a síkmetszetekénél lényegesen nagyobb térfogata miatt is jól alkalmazhatók. HAYNES [6] úgy véli, hogy ha a közvetett módszert találóan választják meg és az eredményeket kellő szkepticizmussal értelmezik, akkor messze több tájékoztatást adnak a beton pórusstruktúrájáról, mint a közvetett módszerek.

A legelterjedtebben használt módszer a higanyos porozimetria, mert az egyetlen elérhető eljárás, amely majdnem a teljes pórusméret-tartományt lefedi. Méréshatára 3 nm és 1 mm közötti [5]. Az értékelést azonban DIAMOND [21] szerint megnehezíti, hogy

- a nyomás-higanybehatolási görbe értelmezésére használt Washburn-egyenlet az egyedi pórusokat hengeralakúnak tételezi fel, s ez a modell eltér a megszilárdult cementpép realitásaitól; a pépben a legkülönbözőbb alakú pórusok vannak, de hengerek nincsenek;
- hallgatólagosan feltételezik, hogy egyrészt a próbatesten a feltöltött pórusok térbelileg elkülönülnek: kívülről befelé haladva a pórusméretek fokozatosan csökkennek, másrészt a higany behatolását a szűkületek nem befolyásolják. Ezek a feltételezések azonban nem helytállóak, ezért a mért pórusméret-eloszlást inkább lehet „névleges”-nek, mint valódinak tekinteni;
- a próbatestet vizsgálat előtt ki kell szárítani s ez a pórusstruktúrában maradandó nyomot hagy;
- a pórusméret-eloszlás számításához pontosítani kellene a higany-cementkő illeszkedési szögét. Úgy tűnik azonban, hogy ennek mértékéről nincs teljes egyetértés, és arra sincs válasz, vajon a különböző típusú pépekre és a váltakozó nyomások alatt állandó marad-e az illeszkedési szög;
- a kisméretű pórusok mérését korlátozza a penetrométer nyomási kapacitása, ugyanakkor szélsőségesen nagy nyomás alatt a higany megszilárdulhat. Ez elkerülhető higanyoldat felhasználásával, ahogyan WINSLOW [24] javasolta.

A cementpépek csekély húzószilárdsága a nagy, 15–1000 μm méretű gömb alakú pórusok következménye

[18]. BIRCHALL [25] véleménye szerint ez higanypenetrációval nem figyelhető meg, mert a szűk toroknyíláson keresztül nem lehet a higanyt átpréselni. Higany helyett alkalmazható a Wood-féle fém olvadéka (50% bizmut, 10% kadmium, 13,3% ón és 26,7% ólom), amelynek illeszkedési szöge a cementpéphez 102°. RAHMAN [26] 0,92 és 40 MPa nyomással impregnálta a cementkővet, és a pórusstruktúrát a fém megszilárdulása után ellenőrizte. Vizsgálatai szerint a Wood-fém sem töltötte ki teljesen a nagyméretű pórusokat.

Hosszú története van a nitrogénzorpciós vizsgálatoknak, a kapilláris kondenzációs modelleknek (mérés-tartományuk kb. 4–50 nm [5]). E mérést is nyomorítják DIAMOND [21] szerint a következő előfeltételek:

- a pórus alakját ugyan nem szükséges feltételezni, de azt igen, hogy a pórus a kapilláris kondenzációval leírható mérés-tartományban van, azaz legfeljebb kb. 40 nm méretű. Ezért a módszer önmagában a betonnak, illetve a cementpépnek csak kis pórustartományát értékeli, a teljes méréshez más módszert is segítségül kell hívni (pl. képelemzéses mikroszkóptechnikát);
- a kapilláris kondenzációs módszerek is szenvednek a szárítás következményeitől, mert a vizsgálathoz a mintákat magas hőmérsékleten, vákuumban szárítják ki;
- a kísérletekhez szükséges nitrogén-hőmérsékleten a diffúzió nagy pórusok közötti szűk átmenetekben nagyon lassú, néhány pórusban nem is lesz kapilláris kondenzáció.

A szárítást oldószeres helyettesítéssel több szerző is ellenőrizte. DAY és munkatársai [27] izopropanolt, PARROTT [28] metanolt és oldószereket használva azt találták, hogy az oldószeres helyettesítést követő 38 °C hőmérsékletű szárítás után mért oxigénáteresztés lényegesen kisebb volt, mint az azonos jellemzőjű mintákon erőteljes szárítás után mért áteresztés. Ebből a szerzők egybehangozón arra következtettek, hogy akár a nagy hőmérsékletű kemencés, akár a 20 °C hőmérsékletű vákuumos szárítás nagymértékben durvítja a pórusokat maradandó módon.

További, kevésbé elterjedt közvetett vizsgálati módszereket PRATT [4] közleménye tartalmaz.

A közvetlen és a közvetett módszerekkel meghatározott pórusstruktúra jellemzőket sok kutató hasonlította össze a transzportfolyamatok mérési eredményeivel, elsősorban áteresztési és diffúziós adatokkal. Ezek értékelése azért nehéz, mert az áteresztési és a diffúziós vizsgálatok nem egységesek, nincsenek szabványba foglalva, az eredményeket azonban a beton utókezelése, kora és a vizsgálati módszer, illetve a körülmények alapvetően befolyásolják. HOOTON [29] közölt adatokat a változatlan feltételek mellett többször megismételt áteresztési vizsgálatok tetemes eltéréseiről: pl. 36 vízáteresztési vizsgálat háromszor megismételve 51,9%, 12 oxigénáteresztési

vizsgálat 5–9-szer megismételve 30,6% variációs tényezőjű eredményeket adott.

A pórusstruktúra és a betontulajdonságok összefüggésének bizonytalanságai

POWERS és BROWNYARD [30] alapvető vizsgálatait óta nem vitatják, hogy a cementkő áteresztőképessége összefügg a kapilláris porozitással, de az előbb példaképpen megadott jelentős eltérések, amelyek más munkákban is megtalálhatóak, szükségessé teszik a beton pórusstruktúrájának és transzportfolyamatainak a további vizsgálatát és hatásuk tisztázását a beton tartósságára. De ugyanígy szükséges a pórusszerkezetek és más anyagtulajdonságok összefüggéseinek a további vizsgálata is, mert ezek – HAYNES [6] megfogalmazásával élve – az utóbbi 1–2 évtizedben végzett számos munka ellenére szívfájdítóan sötétek maradtak.

Bár vitathatatlan a pórusszerkezet hatása a nyomó- és húzószilárdságra, a keménységre, a törési merevségre, a rugalmassági modulusra, a zsugorodásra, a kúszásra, az agresszív hatásokkal szembeni ellenállásra, mégis OBERHOLSTER [5] szerint ma még csak az valószínűsíthető, hogy a nyomószilárdság a teljes pórustartalomtól, a húzószilárdság a 100 µm-nél nagyobb pórusok térfogatától és az áteresztőképesség a pórusméret-eloszlástól függ, de csak a nyomószilárdság becsülhető megbízhatóan az összes pórustartalom ismeretében.

Egyet kell érteni a HAYNES-szel [6], hogy a bizonytalanságok egyik oka a struktúrától minden bizonnyal függő többféle betontulajdonság, pl. az áteresztőképesség-szilárdság vagy az áteresztőképesség-rugalmassági modulus stb. korrelációira vonatkozó kutatások hiánya. Pedig az ilyen megközelítés potenciális előnye abban a tényben van, hogy pórusstruktúra közvetlen és közvetett vizsgálati eljárásaihoz szükséges minták előkészítése a struktúrát megváltoztatja, továbbá a mérési eredményekből nem mindig igazolható feltételezések alapján kell az adott jellemző értéket kiszámítani. Az ilyen keresztkorrelációk ellenőrzése az irreális modelleket kiszűrheti.

A beton tartóssága sem becsülhető számszerűen a beton pórusszerkezetének és mechanikai-fizikai tulajdonságainak jól értékelhető összefüggései nélkül. Van némi tájékoztatás arról, hogy a pórusszerkezetet a víz-cement tényező, a kötőanyag fajtája és mennyisége, az adalékszerek és a kiegészítő anyagok, továbbá a keverés, bedolgozás és utókezelés hogyan befolyásolja, de ez még nem teljes értékű. Nem tudjuk továbbá azt sem, hogy pl. az adalékszerek a tartósságra hogyan hatnak.

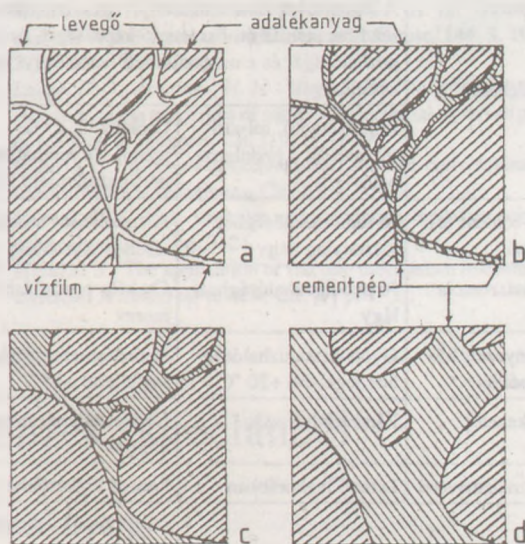
E kérdések megválaszolására a további vizsgálatok során az ésszerűen kiválasztott és társított közvetlen és közvetett technikákat együttesen célszerű alkalmazni a vizsgálandó anyagösszetételek szisztematikus változtatásával együtt. Így lehet megérteni a tulajdonságok és a struktúra

összefüggéseit, és ez vezethet el a szerkezetek optimalizálásához, a struktúra tervezéséhez.

A következőkben irodalmi adatok és saját vizsgálataim alapján a struktúra tervezésének néhány szempontját ismertetem.

A tartós beton struktúrájának a tervezése

Az adalékanyag szemcséinek a felületét a cementpép vékony filmmel vonja be, és tömörítés után az adalékanyagváz hézagait többé-kevésbé kitölti. Nedves utókezelés után a pép idővel megszilárdul, és a különböző méretű adalékanyag-szemcséket összeragasztja. A cementpéppel való telítettség annak a mértéke, hogy a cementpép a friss, bedolgozott betonban mennyire tölti ki az adalékanyagváz hézagait. Ezt szematikusan az 1. ábra mutatja.



1. ábra

Tájékoztató vázlat a beton telítettségéről

Az 1/a ábrán a nedvesített adalékanyagból tömörítés után kialakult váz szerkezete látható: a szemcséket méretüktől, a víz felületi feszültségétől és a tömörítés dinamikus hatásától függő vastagságú vízfilm burkolja, ezért a szemcsék nem érintkeznek közvetlenül, és a tömörített nedves halmazban számos levegővel töltött hézag van.

A nedvesített halmazhoz minimális mennyiségű, 100–150 kg/m³ cementet keverve a tömörített sovány betonban az adalékanyagváz gyakorlatilag ugyanolyan marad, mint az 1/a ábrán. A szemcsék változatlan elhelyezkedése az 1/b ábrán látható, ezt nevezzük telítetlen betonnak.

Növelve a cementpép mennyiségét, a levegő helyét fokozatosan a pép foglalja el, de kezdetben az adalékanyagváz elhelyezkedése nem változik. Amikor a cementpép valamennyi, az 1/b ábrán látható üreget kitölti, akkor az

1/c ábra szerinti struktúrát kapjuk, amelyet *telítettnek* nevezünk. A telített betonban az adalékanyagváz elhelyezkedése megegyezik a nedvesített adalékanyagéval, illetve a telítetlen betonéval, azaz az egységnyi térfogatba bedolgozható adalékanyag-térfogat változatlan marad.

Tovább növelve a péptartalmat, a pép már nemcsak a levegőt, hanem az adalékanyagot is fokozatosan kiszorítja, és a beton fokozatosan *túltelítetté* válik az 1/d ábra szerint, szélső esetben tiszta cementpéppé.

Vizsgálataim alapján az adott szemeloszlású adalékanyagból készíthető különböző konzisztenciájú betonok telített állapotának az eléréséhez szükséges péptartalom vizsgálható, illetve számítható az adalékanyag finomsági modulusa és egyenlőtlenégi együtthatója segítségével [31]. Ezt a péptartalmat az adalékanyag *pépigényének* nevezzük.

Ismeretes, hogy a víz-cement tényező meghatározza a megszilárdult beton kapilláris pórustartalmát, s ez közelítő számítással is igazolható. A portlandcementtel készített 28 napos betonban az el nem párologtatható víz mennyisége a cement átlagosan 15%-ára tehető, a készítési víz ezenfelüli része elpárolog, amelynek helyén pórusok – főleg kapillárisok – maradnak vissza. Az elpárologtatható víz, illetve az ennek helyén maradó pórusok térfogata tehát

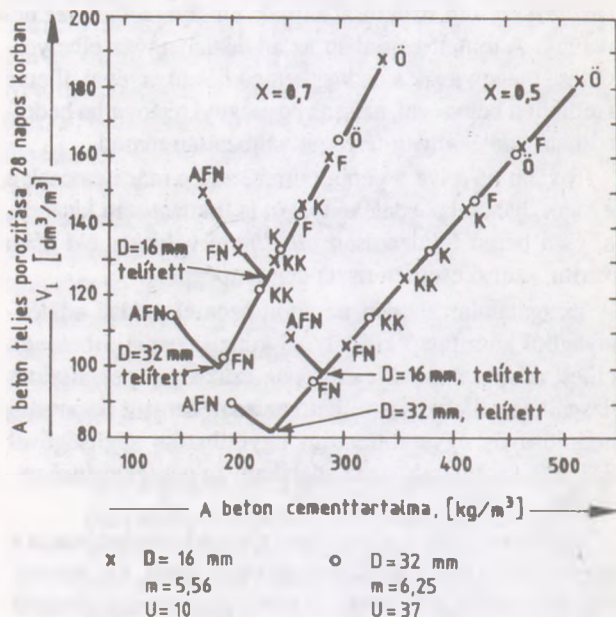
$$V_w = V_1 = m_c (x - 0,15) \text{ dm}^3/\text{m}^3,$$

ahol V_w illetve V_1 az elpárologtatható víz, illetve a pórusok térfogata, dm³/m³; m_c = a cementtartalom, kg/m³; x = a víz-cement tényező.

Kísérlettel és közelítő számítással is igazolható, hogy adott víz-cement tényező mellett a telített, megszilárdult beton a legkisebb kapilláris pórustartalmú. Ez látható a 2. ábrán a két víz-cement tényezőre (0,5 és 0,7) az ábra szerinti összetételű betonkeverékek esetén. A telített betont pl. $D = 16$ mm legnagyobb szemnagyságú, adott szemeloszlású adalékanyagból 232kg/m³ cement- (abszolút térfogatban 75 dm³/m³) és 162 kg/m³ víztartalommal lehetett elérni $x = 0,7$ víz-cement tényező és kissé képlékeny-konzisztencia (terülés 38 cm) mellett. Az ehhez a konzisztenciához tartozó pépigény 237 dm³/m³. Ha a cementtartalom ennél kisebb, akkor a beton telítetlen és a pórustartalom növekedését a péphiány okozza.

A víz-cement tényező befolyásolja a pórusméret-eloszlás módusát: minél kisebb a víz-cement tényező, annál kevesebb a kapilláris pórus, és annál kisebb az átlagos pórusméret. A tartós betonok csekély átteresztőképességűek, azaz finom pórusúak, ezért a betonokat a lehető legkisebb víz-cement tényezővel kell készíteni, tehát kis vízigényű adalékanyagot kell használni. A víz-cement tényező csökkenthető képlékenyítő és folyósító adalékszerekkel is, azonban ezek hatását a tartósságra még nem ismerjük pontosan.

A pórusméretek csökkenthetők hidraulikus kiegészítő anyagokkal, mint az őrlött granulált kohósalak, a porított pernye, trasz. Ezek kedvező hatását számosan megállapították, de még nincs tisztázva kellően, hogy heterogén ce-



2. ábra

A beton teljes porozitásának a változása 28 napos korban a telítettségétől függően

mentek gyártása-e a célravezetőbb, vagy jobb a kiegészítő anyagot a helyszínen keverni a portlandcementhez. Az ultrafinom mikroszilika (pl. szilikafüst) adagolása számos dolgozat alapján kimutatható módon javítja a struktúrát (a pórusstruktúrát és a cementkő-adalékanyag határfelületének a homogenitását).

A tartós struktúra tervezésekor az alapanyagok és a keverési arány célszerű kiválasztásán túlmenően meg kell tervezni a készítési technológiát is. Ebbe többek között beletartoznak a hidratációs hő mérséklésére szolgáló módszerek is (pl. jégbekeverés). Ha a cementtartalom 600 kg/m^3 -nél nagyobb, különösen fontos a struktúra megfelelő kialakulásához a legfeljebb $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ környezeti hőmérséklet, főleg az első 24–48 órában karcsú szerkezetek készítésekor, míg a nagyobb tömegűeket hűteni kell.

A beton tulajdonságait a betonösszetétel és a készítés kölcsönhatásai alakítják ki, ugyanakkor a struktúrát az eddigi ismereteink szerint kedvezően befolyásoló tényezők általában nincsenek összhangban a gazdaságos és egyszerű kivitelezés feltételeivel. Az ellentmondások – vázlatosan – az 1. táblázat szerinti.

A készítéshez és a tartóssághoz kapcsolódó igények ellentmondásait fel kell oldani, ezért a struktúra tervezése a struktúra optimalizálását jelenti. A tervezés eredménye adott betonösszetétel és készítési módszer, amely csak szűk határok között változhat. A tervezett struktúra megszabja a beton várható nyomószilárdságát, ennek szűk tartományát. Ez pedig azt jelenti, hogy a tartós betonszerkezetek méretezési elveit is módosítani kell, mert a beton szilárdsága nem cél, hanem következmény, mégpedig a tervezett struktúra következménye. Ezért a betonszerkezetek tervezésének első lépése azoknak a környezeti ha-

A beton struktúráját befolyásoló tényezők ellentmondásai az optimális készítést és tartósságot tekintve

A feltétel tárgya	Készítés	Tartósság
Cementfajta	Gyors szilárdulás, nagy korai szilárdság érdekében nagy őrlésfinomság, nagy C_3S/C_2S arány	Repedésmentesség érdekében kis őrlésfinomság és C_3S/C_2S arány
Cementtartalom	Jó összetartó-képességhez, mozgékony-sághoz, nagy cementtartalom, túltelített beton	Csekély porozitáshoz telítettnél megfelelő cementtartalom
Adalékanyag	Jó víztartóképes-séghez, könnyű kezelhetőséghez sok finomrész	Kis vízigényhez kevés finomrész
Kiegészítőanyag	A hidraulikus kiegészítőanyagok javítják a víztartóképes-séget, csökkentik az átteresztőképességet és az átlagos pórusméretet	
Adalékszer	A légpórusképző adalékszer javítja a betonkeverék homogenitását, összetartó-képességét, bedolgozhatóságát és a megszilárdult beton fagy- és sózásállóságát	
	Képlékenyítő, folyósító: javítják a bedolgozhatóságot	Csökkentik a víz-igényt, de ronthatják a pórus-struktúrát [13]
Víz-cement tényező	Jó tömöríthetőséghez viszonylag nagy	A kapillaritás csökkentéséhez viszonylag kicsi
Konzisztencia	Jó bedolgozhatósághoz lágú	Csekély porozitáshoz merev
Környezeti hőmérséklet	Gyors kiszaluzhatóság-hoz legalább $+20 \text{ }^\circ\text{C}$	Repedésmentességhez legfeljebb $+15 \text{ }^\circ$
Utókezelés	Párazáró bevonat	Nedvesentartás hosszú időn át
Használatbavétel	Lehető legkorábban	Lehető legkésőbb

tásoknak a felmérése, amelyek a megépített betonszerkezeteket érik, második lépése a hatásoknak ellenálló struktúra megtervezése, majd a várható szilárdság becslése a struktúra jellemzőiből. Csak ezután lehet ellenőrizni azt, hogy a szerkezet struktúrából következő betonszilárdsága milyen keresztmetszetek és vasalás mellett ad megfelelő teherbírást. Nagy a valószínűsége, hogy a megfelelő tartósságúra tervezett betonstruktúra a legtöbb esetben statikailag is megfelelő, de alig lehet elvárni, hogy a teherbírási követelmények alapján tervezett szilárdsági jel ki fogja elégíteni a tartóssági követelményeket is.

Irodalom

- [1] Litvan, G. G.: Mechanism of cement paste degradation due to chemical and physical processes. Cit. [9] p. 359–361.
- [2] Roy, D. M.: Mechanism of cement paste degradation due to chemical and physical factors. Cit. [9] p. 362–380.
- [3] Feldman, R. F.: Pore structure, permeability and diffusivity, related to durability. Cit. [9] p. 336–356.

- [4] *Pratt, P. L.*: Physical methods for the identification of microstructures. Cit. [9] p. 106–117.
- [5] *Oberholster, R. E.*: Pore structure, permeability and diffusivity of hardened cement paste and concrete in relation to durability: status and prospectus. Cit. [9] p. 323–335.
- [6] *Haynes, J. M.*: The influence of processing on the microstructure of materials. Cit. [9] p. 83–84.
- [7] *Fracture Mechanism of Concrete*. Developments in Civil Engineering. 7. Ed.: Wittmann, F. H. Elsevier. Amsterdam–Oxford–New York–Tokyo. 1983.
- [8] *Technology in the 1990s: Development in the Science and Technology of Hydraulic Cements*. Phil. Trans. Royal Soc. London. A 310. 1983.
- [9] RILEM-Congress: From Materials Science to Construction Materials. 9–11 Sept. Versailles. Matériaux et Constructions. Paris. 1988. No. 21.
- [10] *Pore Structure and Permeability of Cementitious Materials*. Ed.: Roberts, L. R.–Skalny, J. P. Materials Res. Soc. Symposium. 28–30 Nov. 1988. Boston. MRS Pittsburgh, Pennsylvania. Vol. 137. 1989.
- [11] *Scrivener, K. L.*: The use of backscattered electron microscopy and image analysis to study the porosity of cement paste. Cit. [10] p. 129–140.
- [12] *Macdonald, I. F.–Kaufmann, P.–Dullien, F. A. L.*: Quantitative analysis of finite porous media. Journal Microsc. 144. 3. 1986. p. 277–316.
- [13] *Lange, D. A.–Jennings, H. M.–Shah, S. P.*: The influence of pore structure on the properties of cement paste: initial observation about research in progress. Cit. [10] p. 47–54.
- [14] *Rosario, G.*: A review of conventional and non-conventional pore characterisation techniques. Cit. [10] p. 75–82.
- [15] *Pereira, C. J.*: Pore structure and its relationship to properties of materials. Cit. [10] p. 3–21.
- [16] *Midness, S.*: The application of fracture mechanism to cement and concrete. A historical review. Cit. [7] p. 1–30.
- [17] *Double, D. D.*: New developments in understanding the chemistry of cement hydration. Cit. [8] p. 53–66.
- [18] *Kendall, K.–Howard, A. J.–Birchall, J. D.*: The relation between porosity, microstructure and strength, and approaches to advanced cement based materials. Cit. [8] p. 139–153.
- [19] *Wittmann, F. N.*: Structure of concrete with respect to crack formation. Cit. [7] p. 43–74.
- [20] *Lawrence, C. D.*: Durability of concrete: molecular transport processes and test methods. CCA Technical Report. Wexham Springs. No. 544, 1981. July
- [21] *Diamond, S.*: Methodologies of PSD measurements in hcp: postulates, peculiarities and problems. Cit. [10] p. 83–89.
- [22] *Ziegeldorf, S.*: Phenomenological aspects of the fracture of concrete. Cit. [7] p. 31–42.
- [23] *Zimbelmann, R.*: A contribution to the problem of cement-aggregate bond. Cement and Concrete Res. Vol. 15, 1985. p. 801–808.
- [24] *Winslow, D.*: Some experimental possibilities with mercury intrusion porosimetry. Cit. [10] p. 93–103.
- [25] *Birchall, J. D.*: Shells, cements and ceramics. Journal Proc. Cem. Soc. Vo. 83, No. 6, 1984. p. 158–165.
- [26] *Rahman, A. A.*: Characterization of the porosity of hcp. Proc. British Cer. Soc. 35. 1984. p. 249–266.
- [27] *Day, R. L.–Joshi, R. C.–Langan, B. W.–Ward, M. A.*: Measurements of the permeability of concretes containing fly ash. Proc. 7th Int. Ash Utilisation Symp. Orlando. USA. Vol. 2, 1985. p. 811–827.
- [28] *Parott, L. J.*: Novel methods of processing cement gel to examine and control microstructure and properties. Cit. [8] p. 155–166.
- [29] *Hooton, R. D.*: What is needed in a permeability test for evaluation of concrete quality. Cit. [10] p. 141–149.
- [30] *Powers, T. C.–Brownyard, T. L.*: Studies of the physical properties of hardened portland cement paste. ACI Journal. Vol. 18, 1946–1947. No. 2–8.
- [31] *Ujhelyi, J.*: A beton összetételének és struktúrájának a tervezése. MTA Doktori Dissz. 1989.

Pénzek porcelánból

Duma György
Magyar Iparművészeti Főiskola

Kínában a 13. században – Tibet kivételével – külső jegyei alapján a porcelánnal azonos aprópénz volt használatban, melyet Marco Polo „fchér porcelán”-nak nevezett. Évszázadok múltán Európában a fémpezsek helyettesítésére – rendszerint szükségpénzként – kivételesen porcelánból készített pénzek kerültek forgalomba. Hasonló pénzeket, az 1920 és 1923 közötti időszakban, Európán kívül is használtak.

Első írásos adatok a porcelánról

Európában minden bizonnyal már a 13. századot megelőző időkből is szórványosan feltűntek azok a tárgyak – túlnyomóan edények –, amelyekben az ókori szerzők által megcsodált „murrhynum” vázák anyagát vélték felfedezni. E megnevezés a magyarországi középkori latinság szóhasználatában is meghonosodott: „scutella murrhyna” (csésze murhinumból) [8]. Később a 14–15. században a francia és spanyol kastélyok leltárkönyveiben ugyanazok

„White Porcelain” as described by Marco Polo was used as money in China (with the exception of Tibet). According to external features it was really looking like porcelain. After centuries similar porcelain coins were used in Europe too, usually as emergency money, to substitute metal coins. Similar coins were circulated between 1920 and 1923 also outside of Europe.

a tárgyak már gyakran porcelán néven szerepelnek: „petites escuelles de porcelaine” (kis porcelán-csészék) [9].

Egykor úgy tudták, hogy a porcelánok Ázsia – a Tanais (Don) folyón túl elterülő – akkor még ismeretlen földjéről érkeztek. E földrész, mely a középkorban Európa számára még „terra incognita” volt, Idrisi, arab földrajztudós 12. században írt – később latin nyelven 1619-ben Geographia Nubiensis néven megjelent – művében Sina (Kína) megnevezéssel szerepel. Jól ismerték az India megkerülésével odavezető tengeri utat és a porcelán-

edényeket, melyeket Idrisi a művében „*vasa Sinica*” néven említ: „Aden pedig egy szegény város, mindazonáltal élénk forgalmú kikötője van a két tenger között, innen horgonyt szedve hajóztunk Sindába, Indiába és Kínába, ahonnan porcelánvázákat szállítottunk (Aden...., *ex ipsa solvuntur navigia Sindae, Indiae, et Sinarum et ad ipsam deferentur vasa Sinica*)” [10].

A porcelánról és annak Idrisi által Sina-nak nevezett hazájáról, a „*novus orbis*”-ról, az első Európában mindenki számára hozzáférhető átfogó leírás Marco Polo 1271–1289 közötti időben történt távol-keleti útjáról készült beszámolója volt, melyet Rusticello da Pisaval – abban az időben ismert íróval – közösen készített. A kéziratot 1289-ben fejezték be; mint ismert, Marco Polo a szöveget 1307-ben még átjavította [11].

Az útleírást Marco Polo életében olvasói *Il milione* néven illették, mely számos későbbi megnevezése mellett mint: *Novus orbis*, *Livre des merveilles*, *Dei viaggi di Marco Polo* stb. ma is a legnépszerűbb. Jelentőségét jól mutatja, hogy Kolombusnak is volt egy latin nyelvű példánya, melyhez számos széljegyzetet készített [12]. Az évszázadokon keresztül napjainkig forrásanyagként tekintett műnek számunkra különösen értékesek kerámiatörténeti vonatkozásai, melyekhez a porcelánpénz is tartozik.

A porcelánpénz forrásanyaga, az *Il milione* kérdései

A kézirat első példánya elveszett, így az útleírás csak másolatokból és fordításokból ismert. Jelenleg 143 kéziratot és számos ősnymotatványt tartanak számon. Ezek azonosságai és azon belüli eltérései alapján több csoportot – kéziratcsaládot – képeznek, melyek közötti összefüggéseket minden vonatkozásban tisztázni lehetett [11].

A porcelánpénzre vonatkozó szövegek hasonlóságainak és eltéréseinek szemléltetésére hat jellegzetes kéziratot [1–5]; [7], és az azok közé sorolt első ősnymotatványt [6] választottuk. Később, a 16. század kezdetétől, a kérdéses szövegrészek változását a kiadványok alapján követtük.

A ma ismert kéziratok között a legkorábbinak, az 1938-ban ismét megtalált latin nyelvű Zeleda-kódexet tekintük – Z– [1], [13]. Régebben ennél korábbinak vélték a francia-olasz keverék nyelven írt teljesebb –F– [2], [14], valamint egyik azzal rokon, csak töredékben fennmaradt kéziratot. Ez utóbbiak hűen tükrözik az olasz jövevényszavakkal és formákkal keveredett ófrancia Rusticello-szövegek nyelvi jellegzetességeit [15]. Ezért bizonyosnak tekintjük, hogy az eredeti kézirat is ezen a nyelven íródott [12], [16], melyet abban az időben köznyelvként használtak.

A kéziratok legnagyobb családját az útleírás – Pipino bolognai szerzetes által a 14. században, még Marco Polo életében készített – latin nyelvű fordítása képezi, melyből 50 kézirat maradt fenn –P– [4], [17]. A rendkívül népszerű Pipino-féle változat számos korai kiadványból ismert [18], [19], [20], [21], [22]. A mű szükségzavú előszavából

kitűnik, hogy Pipino a népies helyett az emelkedettebb latin nyelvet használta, és ezzel az útleírás a tanult világ olvasmányává vált. Újszerű volt, hogy a korábban összefüggő szöveget három részre – könyvre – különítette el, mely később általánossá vált.

A kéziratok közé sorolt ősnymotatvány az útleírás legkorábbi, 1477-ben Nürnbergben kiadott, valamint 1481-ben Augsburgban megjelent német nyelvű kiadása –D– [6] (1. ábra).



1. ábra

Marco Polo útleírása német nyelvű kiadásának címlapja 1477-ből (Wien, Nat. Bibl. Ink. 13. G. 2.). A kép körüli szöveg: *!Ez a nemes lovag Marco Polo! Velencéből a nagy utazó, aki számunkra megírta a világ nagy csodáját! Melyet ő maga látott a kezdetektől a napnak nyugatáig. Hasonló még soha sem volt hallható!*

A másolók és fordítók az eredeti szöveget már kezdetben gyakran kiegészítették, nemritkán a számukra érdektelen részletek elhagyásával lerövidítették. Ezért már a középkorban szükségessé vált az eredeti szöveget minél jobban megközelítő kritikai kiadás létrehozása. Az első ilyen munka Ramusio olasz földrajztudós nevéhez fűződik. Marco Polo útleírása átdolgozott formában első alkalommal Ramusio halála után két évvel, 1559-ben jelent meg olasz nyelven, majd azt 1606-ban annak újabb kiadása követte –R– [23], [24]. A 19. századtól kezdve a műnek számos fordítása ismert [25], [26], [27].

Ramusio a munkájához – a Pipino-féle változaton túl, melyből többek között a hármastagozódást is átvette – még további négy, sajnos általa meg nem nevezett régebbi forrásművet használt fel. Bizonyos, hogy ezek egyike a Zeleda-kódex –Z– [1], vagy annak még korábbi formája

volt. Állítását, mely szerint Marco Polo szövegét sikerült az eredeti formájára visszaállítani, az újabb kutatások messzemenően igazolták. Ezért a szövegek összehasonlításának alapjául e tanulmányban is a Ramusio-féle változatot tekintettük.

Az aprópénzként használt fehér porcelán

A régi kínai írások többször megemlékeznek olyan tárgyakról, melyek csillogóak, gyakran fehérek, máskor az eső utáni ég kék színére emlékeztetnek, anyaguk leginkább jadeihez hasonlítható [28]. Később ezeket yao, majd t'se névvel jelölték [9]. E sajátos anyag Marco Polo művében porcellana –Z– [1], [23], máskor porcelaine –F– [2], [21] néven szerepel. Tudta, hogy kerámiai technológiával: „gyönyörű edények készülnek földből, melyet porcelánnak neveznek (... scutelle pulcerrime fiunt de terra, qui dicitur porcellana)” –P– [4]; másrészt ismert volt előtte az a természetes „fehér porcelán, mely a tengerben található (... porcellanas albas qui reperuntur in mari)” –P– [4].

Marco Polo útleírásából vált ismertté, hogy az utóbbit, a tengeri eredetű fehér porcelánt Kínában a 13. században, a Kublaj-kán birodalmában – Thebet (Tibet) kivételével – mindenhol aprópénznek használták.

Az a körülmény, hogy Marco Polo művében az aprópénzként használt fehér porcelánra vonatkozó szövegrészek, helyenként kisebb eltérésekkel, minden kéziratban azonosan megtalálhatók, és azok később a különböző nyomtatásban megjelent kiadásokban is szerepelnek, jól mutatja, hogy e meglepő közlésnek évszázadokon keresztül igen nagy jelentőséget tulajdonítottak.

Marco Polo, a pénzként forgalomban levő fehér porcelánról négy tartomány leírásánál tesz említést. Ezeket: Caraian, Carazan, Cardandam és Tholoman néven nevezi. Az útleírás kérdéses szövegrészeinek a Ramusio-féle változat [23] alapján készült magyar nyelvű fordítását a következőkben ismertetjük.

A nagy tartomány Caraian és annak fővárosa, Jaci leírásánál: „Pénzként a fehér porcelánt használják, melyet a tengerben találnak, ugyanazt nyakukon díszként is hordják...” Carazan tartomány leírásánál: „Ott ugyancsak a már előzőleg említett porcelánt használják, mely nem található e tartományban, hanem azokat Indiából hozzák.” Cardandam tartomány és Vocian város leírásánál: „A pénz melyet használnak az arany súly szerint (a peso) és még a porcelán...” Tholomán leírásánál: „Porcelánt használnak aprópénznek, melyet Indiából hoznak.”

Amint már az előzőekben említettük, a kéziratok másolói és fordítói többször szükségesnek tartották az eredeti szöveg módosítását, így a pénzként használt porcelánnal kapcsolatos közléseket is mind újabb részekkel egészítették ki.

A 14. század kezdetéről származó toszkán nyelven írt szövegben olvasható: „pénzként a tengerben lelhető porcelánt használják, mint amilyen edényeket (scodelle) készítenek” [3], [24]. A 14. század elejéről származó óné-

met tájszólásban írt kézirat szerint a porcelán növényi eredetű, fűnemű anyagból készül. Indiából behozott portulaca – a trópusi és szubtrópusi tájakon elterjedt, nálunk kertekben, kapás kultúrákban gyomnövényként, porcsin, kukacvirág, pondrócska stb. néven ismert, pozsgás leve-lű, apró virágú heverő füvek, latin néven: portulacae – „kérgeből állítják elő (von dem krute portulaca borgil)”. Ugyanebben a kéziratban más helyen olvasható: „Ennek tehát nagy gyökere van (hot also groze wurzelin), melyből szép és nagy edények (schone und groze schusilln) készülnek” –VG– [7], [15]. A nevezett kézirat szerint a porcelánpénz előállításánál – hasonlóan a Kublaj-kán papírpénzéhez, melyet eperfa kérgeből készítettek [23], ugyancsak növényi anyagot, a porcsin kérget használják. „A nagy érme aranyból van a kisebb fűféléből (di mynste von dem krute), melyről már beszéltünk... Ugyanabból a növényből filléreket készítenek... (Von dem selbin krute werdin pfennyge gemacht)” [7]. Hasonlóan a 15. századi latin nyelvű kéziratban: „... a tartományban forgalomban levő szokásos pénz indiai portulacisból van (monetam usalis ex portulacis India facta)” –LA– [5]. Az útleírás 1477-ből származó első német nyelvű kiadásában olvasható: „Ebben az országban a pénzérme egy kőből van, porcelánnak hívják (... ist die muncze von eme steyn der heyst porcielana), tengerben található... Ezek a porcelánok mind fehérek, mint az ezüst (seyn alle weiß als das silber)” –Di– [6]. A Pipino-féle változat német nyelvű kiadásában: „az érmékhez egynémely kövecskéket (Steinlin) használnak, melyek aranyszínűek és fehérek (die sind goldfarb und weiß)” [19]. Ennek latin nyelvű változatában: „... kövek, melyek aranyosak és fehérek (Lapillis quibusdam aureis et albis)” [20]. A Ramusio-féle változat német nyelvű kiadásában olvasható: „az érmékhez porcelánnak nevezett kövecskéket használnak, melyek aranyosak és fehérek... (goldfarb und weiß)” [29]. Az egyik további latin nyelvű változatban a pénz szó mellett lábjegyzetben szerepel: „fehér porcelán (porcellanis albis)” [30]. Végül a Pipino-féle változat késői, 18. századi francia nyelvű kiadásában már: „Pénzként bizonyos arany és ezüst (monnai blanche) kagylók szolgálnak, melyek tengerben található (Ils servent our monnoi de certaines coquilles d'or et blanche...)”; megjegyzésként: „fehér kövekből (des pierres blanches)” [31].

A tengerben található fehér porcelán azonosítása a kagylópénzzel

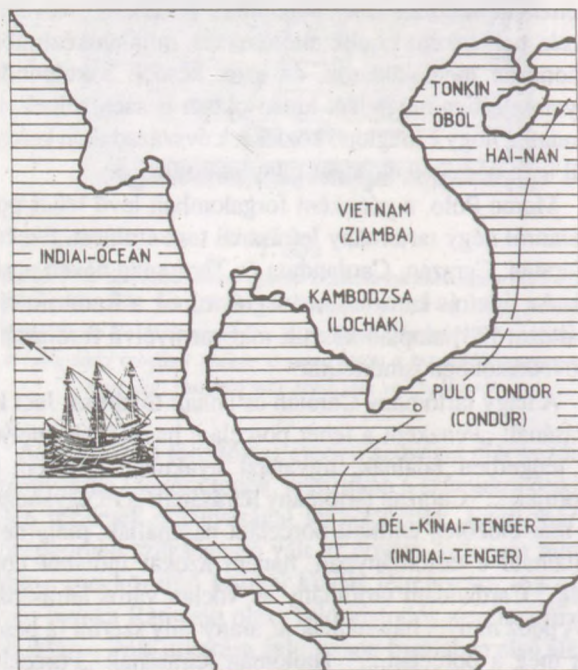
Marco Polo Thebet (Tibet) leírásánál említi: „a lakosság-nak nincs szüksége pénzérmékre, sem a Nagy-kán papírpénzére, mert pénzként korallt használnak (corallum pro monetam habent)” –P– [4]. Az a körülmény, mely szerint egyrészt e sajátos pénzt csak egyetlen tartományban Thebetben használták, másrészt annak tengerben található anyagát külön megnevezi, kizárja annak a lehetőségét, hogy a korall az általánosan használt ugyancsak tengeri

eredetű fehér porcelán anyagával azonos legyen. Mivel Marco Polo szerint a pénzként használt porcelán indiai eredetű és tengerből származott, ezért már a 19. század elején, az útleírás első magyarázóí úgy gondolták, hogy annak anyagát, a fehér színű, áttetsző, külső jeleik alapján porcelánszerű tengeri kagylóhéjak vagy csigák házai képezheték. E feltevést megerősíteni látszott, hogy ezek közül több, egykor pénzként volt használatos. A kagylópénz, – mely gyűjtőneve az értékül szolgáló kagylóhéjaknak vagy csigaházaknak – a föld meghatározott területein a fizetés általánosan használt kezdetleges eszköze volt, melyet részben ékszerként is alkalmaztak [23]. Így betöltötte a pénz jellegzetes értékmérő szerepét. Ismert, hogy a 19. század kezdetén a kagylópénz még számos helyen, így többek között Afrikában, a Fülöp-szigeteken, a Maláji-szigeteken, Közép-Ázsiában, az egykori Sziám területén is forgalomban volt [32]. Ugyanakkor Kínában már csak egyetlen tartományban ismerték [34].

Ha feltételezzük, hogy az említett fehér porcelán is kagylópénz volt, akkor az annak megfelelő tengeri állatok leginkább az elülkopoltyús csigák (Prosobranchiata) rendjébe sorolt *Cypraea* Lam. csiganembe tartozhattak. Ezekre jellemző, hogy házukon a légzőnyílás számára kis csőrszerű kinyúlás, vagy kivágás látható. Többségük mérete mindössze 2–2,5 cm. Mintegy 185 faja ismert [40]. A kauri (ang.: kowri) gyűjtőnéven nevezett kisméretű *Cypraeidák* – porceláncsigák – a kagylópénzek legnagyobb csoportját alkotják. Közöttük „a barna színnel pontozott *Cypraea caurica* L., a sárgászöld színű alapon fehérén pontozott, mindenkor egy ibolya színű folttal díszített *Cypraea erosa* L., valamint az erősen barna színű folttal díszített *Cypraea helvolna* L. pénzként ritkán voltak használatosak. Elsősorban a domború hátán húzódó sárga-piros karikákról jól felismerhető, fehér színű *Cypraea anulus* L., különösen az ugyancsak fehér színű, jellegzetesen kígyófej alakú – ezért Schlangenköpfschen-nek nevezett – *Cypraea moneta* L. voltak kedveltek [32]. Ez utóbbiakat a „Thierbuch”-ban, a 16. században megjelent állattanban még kis vénuskagyló (*concha venerea minima*) néven nevezik, de már a porcelánkagylók (*concha porcellana*) csoportjába sorolják [39].

Az említett tengeri csigák ma is jelentős mennyiségben található az Indiai-óceánban fekvő korallszigetek, a Malevidák területén; gazdag előfordulásuk ismert a Csendes-óceán nyugati – az Indiai-óceán felé eső – részén fekvő Fülöp-szigetek és Borneo, a Csendes-óceánhoz sorolt Szulu-tengerben levő Szulu-szigetecsoport; valamint Melanézia területén, különösen az odatartozó Salamon- és Bismarck-szigetek partjain. Az irodalomban említett Kelet-kínai-tengerben, a kínai partok közelében fekvő Riu-kiu-szigetekenél található többször vitatott előfordulásuk [32] alapján, a Dél-kínai-tengerben feltételezett egykori gazdag előfordulásuk aligha bizonyítható.

Marco Polo a pénzként használt fehér porcelán lelőhelyeül az Indiai-tengert említi, mely a mai Dél-kínai-tengerrel azonos. Annak közelebbi meghatározására Condur- és Sondur-szigeteket jelöli meg. „Ebből a birodalomból hozzák az összes porcelánt, melyet más országokba szállítanak, hogy ott pénzként használják, mint előzőekben mondtam” [23]. „Ha az ember Jávát (Giava maggiore –R–, magna Iana –P–) elhagyja, és hétszáz mérföldnyire dél és délnyugatra kormányoz, úgy két szigethez érkezik, melyek közül a nagyobbak Sondur, a másiknak Condur a neve” [23]. Mivel Jáva szigetétől a megadott irányba hajózva az Indiai-óceánba jutunk, a leírásban szereplő Jáva megnevezés nyilvánvalóan tévedés, helyette Ziamba [27], pontosabban az ahhoz tartozó Hai-nan-sziget értendő. Ziamba néven nevezték azt az 1477-ig fennállt királyságot, melyhez a Tonkini-öböltől Kambodzsáig terjedő tengerpart – a mai Vietnam – tartozott. A kérdéses szigetek közül Condur a Dél-kínai-tengerben fekvő Pulo-condornak felel meg. Sondur helye nem volt pontosan meghatározható, feltehető, hogy a két sziget azonos [33]. A szigetcsoport Vietnam déli partjaitól nem messze, a Mekong torkolatától déli irányban található. „A kérdéses szigetcsoportot a 9. században arab utazók Sundar Fulat néven említik (Fulat azonos a maláji Pulo szó többes számaival)” [27], (2. ábra).



2. ábra

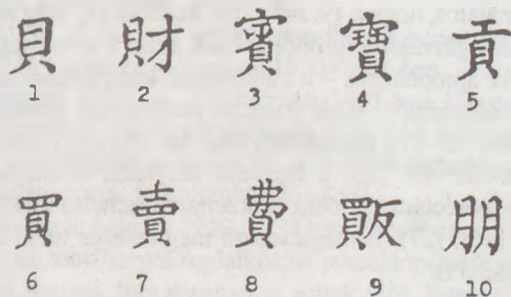
Az indiai eredetű, tengerből származó fehér porcelán Marco Polo által megnevezett lelőhelye: Condur, a mai Pulo-condor szigete

A szigetcsoport utóbbi helymeghatározásának helyességét az útleírás következő sorai is alátámasztják: „Innen ötven mérföldet nyugatra vitorlázva egy gazdag tartomány érhető el, ennek egy részét, Lochak-nak nevezik”

[23]. A szövegben említett Lochak Kambodzsa részének felel meg, fővárosa egykor Loech volt [27].

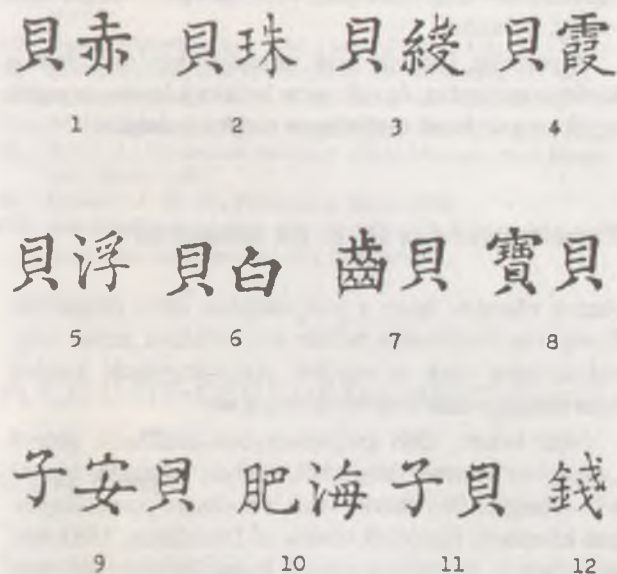
A kagylópénz használatára utaló kínai írásjegyek

A kagylópénz Kínában történt ősi használatára írásjegyek alapján is lehetett következtetni. A legrégebbi írásjelek közé tartozik a pei, mely már megtalálható a



3. ábra

A pei kínai szógyök és annak az érték fogalmával összefüggő kapcsolatai: tengeri csiga –pei– (1), gazdagság –thsai– (2), szegénység –pin– (3), ékszer, gazdagság –pao– (4), ajándékok felajánlani egy hercegnek –koung– (5), megvásárolni –mai– (6), árulni –mai– (7), szélszórni a gazdagságot –fei– (8), megvásárolni olcsón és eladni drágán –fan– (9), egy pár nagy pei, a –phung– (10).



4. ábra

A pei kínai szógyök kagylókkal kapcsolatos megnevezések írásjegyeiben: piros színű kagyló –tchhy pei– (1), gyöngykagyló –tchou pei– (2), kagyló kék alapon sötétzöld mintával –cheou pei– (3), felhős, piros színű kagyló –hia pei– (4), kagylók melyek úsznak –feou pei– (5), pénzként használt fehér színű kagyló –pe pei– (6), kicsiny fehér kauricsiga (*Cypraea moneta* L.) –pei tshi– (7), ugyancsak pénzként használt kagyló –pei pao– (8), ugyanaz mint az előző –pei ngan tsu– (9), „kincs” –hai fi– (10), a kagylók fogazata –pei tsu– (11), a kisméretű rézpénz a –thsian– (12)

Schang (i. e. 1783–1122.) és Tschou (i. e. 1122–249) dinasztiák idejéből származó legkorábbi hieroglifák között, melyek bronztárgyakon és harangokon szerepelnek [32]. A Choue-wenn-féle szótárban a pei írásjel értelmezése: „tengeri állatokat, csigákat, kagylókat jelent. Régebben vásároltak és eladtak ezekkel a pei csigákkal, és a teknős drága páncéljával. A pei jelentése azonban nemcsak tengeri csiga vagy kagyló, hanem azon túl, gazdagságot, árat, értéket, az ezüst költését is jelentheti” [34]. Értelmezése ugyan az évszázadok alatt változott, de ma is számos olyan írásjegy összetételében szerepel, melyek fogalomkörük szerint kapcsolatba hozhatók az értékkel, tehát a kagylópénzzel is (3. ábra), [34].

Siang pei king könyvében, a pei-írársjel többször előfordul a tengeri kagylók és csigák megkülönböztető megnevezésére használt összetett szójegyekben (4. ábra: 1–11), [34]. (A kínai szavaknál a francia irodalomban követett írásmódot alkalmaztuk.)

A kagylópénzek és a porcelánpénz változó értéke

Kínai írások megemlítik, hogy már a Chong-dinasztia alatt (i. e. 200 évvel) a kagylópénzt, a pei-t kicserélték, helyette a kereskedelem számára a thsian-t hozták forgalomba (4. ábra: 12). A thsian, négyzetes lyukkal ellátott kisméretű kerek rézpénz volt, melyhez hasonló még a 19. században is használtak. A kagylópénz használata azonban ennek ellenére tovább élt. Később a Han-dinasztia alatt (i. e. 200–i. u. 223.), a Wang-mang időkben (i. u. 6–36.) különböző nagyságú kagylópénzeket használtak, melyek értéke méretük szerint változott. Egy pár nagy pei, a Phung (3. ábra: 10), ha mérete négy kínai hüvelyk 8/10 vagy annál nagyobb volt, 216 darab thsian-nal volt egyenértékű. Egy pár kis pei (3. ábra: 1) egy kínai hüvelyk 2/10 méretű, már csak 10 darab thsian-nak felelt meg. Amelyiket nem lehetett párosítani, az nem ért többet 3 db thsian-nál [34].

A 13. században, Marco Polo idejében a Kublaj-kán birodalmában „nyolcvan fehér porcelán egy saggio ezüstnek, vagy két velencei garasnak felelt meg. Nyolc saggio ezüst egy saggio arannyal volt azonos értékű” [23].

Újabb időkben a kagylópénz használata fokozatosan megszűnt, a 19. század kezdetén már csak egyetlen tartományban, Yünnan-ban volt forgalomban. A kagylópénz darabját tschouang-nak nevezték, 4 tschouang azonos volt 1 cheou-val, 10 cheou (40 darab tschouang) egy fél saggioval, 20 cheou (80 darab tschouang) egy egész saggioval, ami egyenlő volt 6 li-vel. Ez utóbbi a tacl, vagy a kínai ezüst uncia 6/1000 részének felelt meg [34].

A tael Kínában az arany és ezüstrendszer egysége volt, mely mint tömegegység, tulajdonképpen pénzegységet is jelentett. Értéke a gyakorlatban 1 kínai unciával volt azonos. A tael mint kereskedelmi egység 1890-ben 33,387 g, Sanghaiban 34,346 g, Kantonban 37,573 g színezüstnek

felelt meg. Mivel 1834-ben az akkor még működő Angol Kelet-indiai Társaság (East India Company) 1 uncia színezüstöt 6 shilling 8 penny értékkel számolt el, azért abban az időben 80 kagylópénz (tschouang) értéke mindössze 0,5 penny volt.

Az előzők szerint Marco Polo idejében 80 porcelánpénznek egy saggio felelt meg, ami akkor 1/6 unciával, átlagosan 5,85 g ezüsttel volt azonos. Az újabb kori kagylópénz azonos mennyisége már csak 6/10000 unciának, azaz 0,210 g ezüstnek felelt meg. Következésképpen a porcelánpénz értéke egykor az újabb kori kagylópénz értékének mintegy 28-szorosa volt.

A porcelánpénz megnevezés valószínű magyarázata

Az a körülmény, mely szerint Marco Polo a pénzként használt fehér porcelán leírásától eltekintett arra utal, hogy az a váltópénz – a thsian – szokásos kerek alakjától és méretétől aligha térhetett el. Szükségesnek tartotta megemlíteni a porcelántárgyakkal egyező megjelenését, jellegzetes – a pénzeknél szokatlan – fehér színét és tengeri eredetét, mivel arra külső formai jegyei alapján már aligha lehetett következtetni.

Marco Polo részletesen leírja a Kublaj-kán papírpénzének, az aranypénznek, sőt a sóból készült pénznek az előállítását, ugyanakkor a porcelánpénz készítéséről sehol sem tesz említést. Ez csak azzal magyarázható, hogy abban az időben az Indiai-tengerből származó porcelánpénz, már megmunkált állapotban – feltehetően kis fehér színű érmék alakjában – érkezett Kínába.

A kagylópénzekkel foglalkozó néprajzi irodalomból ismert, hogy földünk több helyén, így a Csendes-óceánban fekvő Melanézia néven ismert szigeteken, még a századforduló idején különböző tengeri kagylók héjának – porcelánrétegéből – kagylópénzek számára csiszolással kicsiny, középen rendszerint lyukkal ellátott korong formákat, fémpénzekhez hasonló kerek lapokat – érmeket – alakítottak ki [32].

E sajátos pénz készítésének munkamenetét és a csiszolásnál használt munkaeszközöket többen részletesen leírták. E tevékenység elsősorban női munka volt, mellyel egykor egész falvak foglalkoztak. „A zaj a pénzkészítő faluban munka idején olyan volt, mint amit a fűrésztelep udvarán hallani” [32].

Ha azonban az aprópénznek használt fehér porcelán kis kerek lapokból állt, akkor azok számára az egykor pénzként leg többször használt kauricsigák aligha szolgálhattak alapanyagul. Ez utóbiak, sajátos alakjuk és kicsiny méretük miatt, a kerek porcelánlapok – korongok – gazdaságos kialakítására nem lehettek alkalmasak. Mint már korábban említettük, a természetes fehér porcelán Marco Polo által megnevezett lelőhelye Condur és Sondur – a mai Pulo-condor – szigete amúgy sem tartozik a kauricsigák gazdag előfordulásai közé.

Az a körülmény, mely szerint a kagylópénzek számára egykor leginkább kedvelt fehér színű kauricsiga [32] külső jegyei – áttetszősége és porcelánfénye – alapján már a 16. században az „egyedül egyetlen összehajló héjból álló” porcelánkagylók (concha porcellana) között szerepel [39], és az napjainkban is a porceláncsigák (Cypraea Lam.) rendjébe tartozik [40], tetszetős és látszólag tudományosan alátámasztható [24] megoldást kínált az aprópénzként használt fehér porcelánnak a porceláncsigával (Cypraea moneta L.) való azonosítására.

Sajnálatos, hogy a 19. századtól kezdődően, még Marco Polo legkiválóbb fordítói is éltek ezzel a lehetőséggel [26]. Az aprópénznek – a különböző kéziratokban azonosan előforduló – fehér porcelán elnevezését (porcellana albas –Z– [1]; porcelaines blanche –F– [2]; porcellane blanche –R– [23] a fogalom helytelen értelmezése alapján porcelánkagylókra (Porzellanmuscheln) alakították át [26], [27]. E megtévesztő megnevezés ment át a köztudatba is.

A kérdéses aprópénz eredeti elnevezését annál inkább kívánatos volna megőrizni, mivel a porcelán – Marco Polo értelmezésének megfelelően – évszázadokon keresztül egyaránt szolgált a külső jegyeik alapján a „földből készült porcelánhoz” –P– [4] hasonló tárgyak, valamint egyes kőzetek, ásványok, virágok és állatok megkülönböztető elnevezésére. A porcelánnak számos napjainkig továbbélő szóösszetétele ismert nyelvünkben is: porcelánpát, -föld, -jaspisz, -csiga, -rák, -virág, -vászón.

A porcelán fogalma csak századunkban szűkült le a kerámia területére, és vált azon belül a kőedényanyagok egyik csoportjának kizárólagos meghatározójává.

Porcelánpénzek a 19. és 20. században

Annak ellenére, hogy a porcelánpénz iránti érdeklődés Európában évszázadok múltán sem csökkent, annak megvalósulására csak az európai porcelángyártás kezdete után mintegy száz évre kerülhetett sor.

Mint ismert, több gyűjteményben található pénzek „agyaghoz hasonló anyagból, melyet gyengén égettek ki”. A hagyomány szerint ezek a meissenai porcelángyárban készültek. Hasonlók tűntek fel Drezdában, 1803-ban, árverésen is. Az említett pénzek leginkább gipszből, vagy kénből készült másolatokhoz voltak hasonlóak, forgalomban aligha lehettek [36].

Porcelánpénzeket Európában először 1800-ban az angol porcelángyárak állítottak elő [35]. Nem sokkal később, 1830-ban hasonlókat készítettek Németországban is. Ez utóbbi, gyári jelzés nélküli porcelánpénzek, az ezüstérmék negatívjainak felhasználásával készültek. Igen éles rajzolatuk alapján feltehető, hogy azokat a pénzverésnél használt eredeti formák segítségével állították elő [36].

Az első világháborút követő gazdasági válság idején, az 1920–1922. években a meissen gyár szükségpénz céljára a gyár védjegyével – két karddal – jelzett porcelánpénzeket készített, melyek a forgalomban levő fémpénzek másolatai voltak. A pénzekhez egyrészt a meissen gyárban újra felfedezett, Böttger-porcelán néven ismert, vörösbarna kőedényanyagot, másrészt a gyár fehér színű mázatlan (biskuit) porcelánanyagát alkalmazták. Kezdetben gipszformákat használtak. Mivel egyetlen gipszformából csak 30 pénzt lehetett előállítani, később általánossá vált a fémformák használata.

A 20, 10 és 5 M értékű aranyérmék helyettesítésére szolgáló porcelánpénzeket 1920–1921-ben aranyozott peremmel látták el. Kivételesen 1921-ben Meissenben munkanélküli segélypénzként 20, 10 és 5 M értékben, vilamosközlekedés számára 30 és 50 Pf értékben kerültek porcelánpénzek forgalomba [36], [37].

Meissen példára 1920–1922 közötti időben Németországban több helyen foglalkoztak porcelánpénzek gyártásával, melyek forgalomban is voltak [36]. Hasonló pénzek Európán kívül 1920-ban Guatemalában [36] és Siamban is forgalomba kerültek [38].

Irodalom

- [1] Bibliothèque Cathedral, cod. 49. 20.; latin –Z– Toledo (1470).
- [2] Bibliothèque Nationale, cod. fr. 1116.; francia –F– Paris (14. sz.).
- [3] Bibliotheca Nationale, cod. II. iv. 88.; toszkán –TA– Firenze (1305).
- [4] Nationalbibliothek, cod. 1283. ; latin –P– Wien (14. sz.).
- [5] Staatsbibliothek, cod. 18770. ; latin –LA–k München (15. sz.).
- [6] Nationalbibliothek, Ink. 13. G. 2. ; német –Di– Wien (1477).
- [7] Stiftbibliothek, cod. 504. ; német –VG– Admont (14. sz.).
- [8] Bartal, A.: Glossarium mediae et infinae latinitatis regni Hungariae, Lipsiae (1901).
- [9] Hofmann, F. H.: Das Porzellan..., Berlin (1932).
- [10] Abu Abdullah Muhamed –ibn– Abdallah Idrisi: Geographia Nubiensis (lat. ford. Simonita, G.), Paris (1619).

- [11] Benedetto, L. F.: Marco Polo, Il milione, Florenc (1928).
- [12] Yule, H.: The book of ser Marco Polo II., London (1926).
- [13] Moule, C.–Peliot, P.: The description of the world, London (1938).
- [14] Voyage de Marco Polo. Recueil de voyage et mémoires publié par la Société Géographie I., Paris (1824).
- [15] Tscharmer, H.: Der mitteldeutsche Marco Polo, Berlin (1935).
- [16] Pauthier, M. G.: Le livre de Marco Polo I–II., Paris (1865).
- [17] Prasek, J.: Marka Pavlova z Benatek Milion, Praha (1902).
- [18] Grimaei, S.: Novus orbis regionum..., Basel (1532)
- [19] Grimaeus, S.: Die new Welt der Landschaften..., Strasbourg (1534).
- [20] Grimae, S.: Novus orbis regionum..., Basel (1537).
- [21] Marc Paule: La description géographique des provinces ..., Paris (1556).
- [22] Reiner Reneccius: Chronicum hierosolomytatum – Historia orientalis, – Helmaestad (1584).
- [23] Ramusio, Giov. Batt.: Dei viaggi di Messer Marco Polo gentil' homo venetiano, in: Delle navigationi et viaggi, Venetia (1559).
- [24] Baldelli-Boni, Giov. Batt.: Il milione di Marco Polo I. (Testo di lingua del secolo decimoterzo) ; II. (Testo Ramusio) Firenze (1825).
- [25] Marsden, W.: The travels of Marco Polo..., London (1818).
- [26] Bürck, A.: Die Reisen des Venetianers Marco Polo, Leipzig (1845).
- [27] Lemke, H.: Die Reisen des Venetianers Marco Polo..., Hamburg (1908).
- [28] Julien, Sta.: Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise, Paris (1856).
- [29] Megiserus Hieronymus: Chorographia Tartariae, Leipzig (1611).
- [30] Müller Greifenhagen, A.: Marci Pauli Veneti de Regionibus Orientalibus III., Brandenburg (1671).
- [31] Bergeron, F.: Voyages faits principalement en Asie..., Haye (1735).
- [32] Rabbe, C.: Muschelgeld Studien, Dresden (1905).
- [33] Guignard, E.: Il milione, Zürich (1938).
- [34] Klaproth, M.: Sur l'usage des cauries en Chine. Nouv. Journal Asiatique, Paris 13 (1834) p. 146.
- [35] Jewit, L.: Arts of Great Britain, London (1878).
- [36] Horn, O.: Die Münzen und Medaillen aus der staatlichen Porzellanmanufaktur zu Meißen, Leipzig (1923).
- [37] Franke, O.: Münzen aus Porzellan, Steinzeug und Ton. Die Münze (Schriftenreihe 20) (1975).
- [38] Ramsdon, H. A.: Siamese Porcelain and other Tokens, Yokohama (1911).
- [39] Gessner, C.: Das Thierbuch, Zürich (1563).
- [40] Dance, S. P.: Das große Buch deer Meeres-Muscheln Stuttgart (1977).

A Gellért-hegyi sziklatemplom mázas pirogránit főoltára

Ecsery Elemér

Történeti áttekintés

Egy hosszú létre szánt műalkotás méltatása – vagy akár újraértékelése – mindig aktuális. Vonatkozik ez a Gellért-hegyi sziklatemplom új főoltára is. Elemzéséhez azonban előbb egy rövid történelmi áttekintés szükséges.

A történeti és világnézeti tisztánlátáshoz tudni kell, hogy a pártállam 1945 utáni magyarországi tobzódása szüntette meg, és négy évüzed után, 1989. augusztus 27-

én nyílhott csak meg újra az egyetlen magyar alapítású szerzetesrend, a pálosok sziklatemploma. Folytathatja az 1951-ben megszakadt működését a visszakapott kolostoruk is, amely a Gellért-hegy délkeleti oldalán helyezkedik el. A Széchenyi Társaság által adományozott, s a pécsi Zsolnay Gyárban készült új oltárt Sikota Győző iparművész tervezte, s alkotását 1990. október 13-án szentelte fel Angelo Acerbi érsek, pápai nuncius. Az esztétikai szempontból újszerű, s ugyanakkor a liturgiai követelményekhez is alkalmazkodó oltárnak és tartozékainak az

elemzése előtt kívánatos visszaemlékezni a szakrális komplexum genezisére.

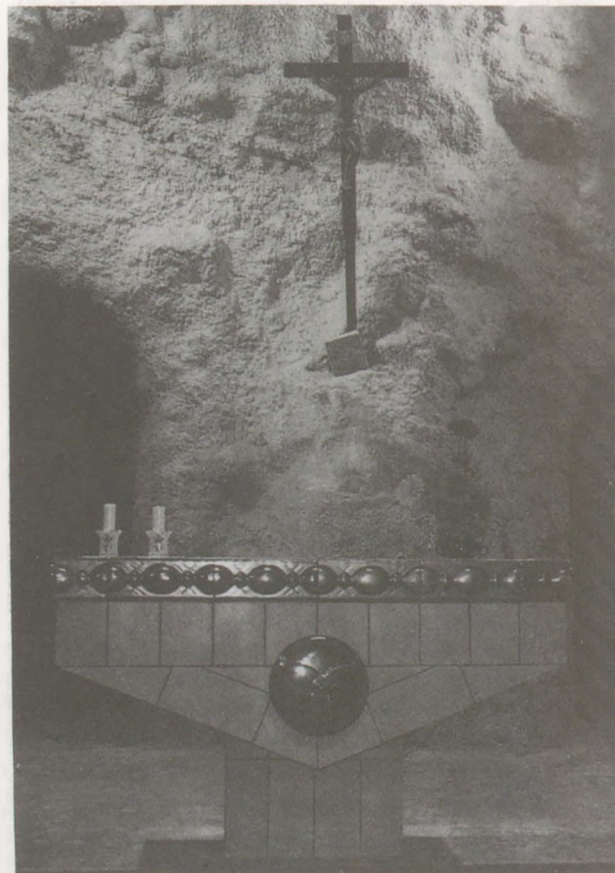
A templom létesítésének gondolata 1924-ben vetődött fel a Lourdes-ba zárandokolt Mária-kongreganisták kívánságára. A főváros megvalósult kegyhelyét – a barlangnyílásból kiképzett kápolnát és a lourdes-i Mária-szobrot – előbb, 1926 pünkösdjén szentelték fel; majd a látogatók számának folyamatos növekedése folytán szükségessé vált bővítés eredményeként a belső barlangtemplomot 1931. május 25-én, ugyancsak pünkösöd napján. A pálos rend Lengyelországból való hazatelepítése egy kolostor létrehozását is szükségessé tette. Ennek 1933. évi megnyitása 16 szerzetes működését biztosította. Egyházi beiktatásuk 1934. május 21-én, pünkösdhétfőn történt Zichy Gyula érsek által, míg a kolostort Serédi Jusztinián bíboros, esztergomi érsek szentelte fel.

Történelmünk egyik kitörölhetetlen szégyenfoltja a sziklatemplom 1945 utáni módszeres felszámolása. Előbb – 1948. május 13-án – Mindszenty József bíboros, esztergomi érsek Mária-évi beszédének 60–70 ezres hallgatóságát verték szét az ÁVH pribékjei, majd – 1951. március 26-án, húsvéthétfőn – a pálos atyákat hurcolták el. A rendfőnököt, Vezér Ferencet – koholt vádak alapján – halálra ítélték, a többieket bebörtönözték. A Rákosi-féle vörösfasizta rendszer jogtipró, embertelen eljárásához tartozott az is, hogy a durván megszüntetett templomot raktárhelyiséggé alakították át. Az pedig már a kádári ellenforradalmi kurzus bűneinek számát növelte, hogy az ötvenes évek végén a barlangbejáratot befalaztatták, a rendházból pedig bolsevik rendeltetésű kollégiumot csináltak.

A sziklatemplom főoltára

A Gellért-hegyi sziklatemplom főoltára elkészítésének előzményéhez tartozik, hogy a tervezésére való felkérést a korábbi – Hollóházán legyártott – békásmegyeri porcelánkereszt sikerének preferenciája hozta meg Sikota Győző számára [1].

Jelen esetben nem a sziklatemplom egy oltáráról, hanem teljes oltárkomplexumáról van szó. Ez pedig nehezítette a tervezést. E feladatnál nyilvánvaló volt, hogy a több elemből álló főoltár – a természet által kialakított amorf térképződmény miatt – nem képzelhető el centrális elrendezéssel, így itt csak a jóval fajsúlyosabb aszimmetrikus komponálás módozatain belül lehet gondolkodni. A lényeg tehát az egyensúlyteremtés látszatán, a harmonikus térképzés megközelítésén, vagyis a pszeudo-szimmetrián volt. Ezt a bonyolult első akadályt Sikota Győző hozzáértő találékonysággal oldotta meg. Ám ugyanekkor e komplexumnak esztétikai képződménynek is kellett lennie, artisztikai minőséget hordoznia. S lám, a tervezőművész e követelménynek is megfelelt, amikor megvalósítandó alkotása alapkoncepciójaként a barlangüregben és -sziklákban egyféle enteriőrt látott; olyasfélét, mint amelyek az egyháztörténet ókeresztény korszakának ka-



1. ábra

A Gellért-hegyi sziklatemplom mázas pirogránú főoltára, mely Sikota Győző iparművészeti terve alapján készült

takombái, titkos és rejtett, kultikus rendeltetésű gyülekezőhelyei voltak. Mögötte tehát olyan társadalomtörténeti eseménysor „megidézése” állt, mint amikor a római impérium vaskézzel üldözte az egyre erősödő kereszténységet, s emiatt az istentiszteletek a föld alatti sziklasírokba kényszerültek. Felfogható ez a kommunista valóságüldözés elől rejtőző magyar hívők katakombája allegóriájának is; ezért került a tervezés fókuszába az ókeresztény eszmeiségben megtestesült tárgyi megjelenítés, az ősi motívumkincs egyik szimbólumának alkalmazása.

Az oltáregyüttes leglényegesebb alapideája tehát: az esetlegesen alakatlan tér, az érdes-rusztikus felületű sziklabarlangfal és a geometrikus-konstruktív formákba zárt fegyelem ellentétének szimbiozisa. Ha most már magát az oltárt, annak formarendjét és díszítőelemeit nézzük, akkor mindenekelőtt a különös esztétikai kategóriájának eredeti és újszerű módozatát emelhetjük ki, biztosítva számára a prioritás jogát. Ennek elemzését azonban meg kell, hogy előzze a főoltár és tartozékainak – olvasóállvány (miskönyvtartó) és a jobboldalra helyezett többszemélyes pad ismertetése.

Valamennyi elem magas hőfokon égetett pirogránitból készült, amelynek materiális tapinthatósága a szikláéhoz hasonul, amely, ha csak egy jottányit is, de oldja az ellen-

téteket. Ritkán fordul elő, hogy egy amorf környezetbe egy modern tagolású, egyenes vonalrendszerű forma kerül, de a kettőnek ez az ellentéte is erősíti a főoltár jelentőségét, központi szerepét. Miközben a már tárgyalt ellentétekre figyelünk, máris jelentkezik egy újabb, s szintűgy jelentős kontraszt: a nyers, színtelen pirogránit és a zöld, tükörsima eozin máz. E markánsan elütő spektrum ellentétei illyképpen most sem öncélúak, hanem együttesen segítik, irányítják a tekintetet, ezzel is figyelmet kelendővé téve az oltárt.

Különleges formamegoldása és artisztikuma miatt további és más megközelítésű fejtegetést kíván maga az oltár egyrészt önmagáért, másrészt, mert hozzáigazodnak a már említett tartozékok is. Szinte azonnal kitűnik, hogy az oltárlap alatti architektonikus tömb egy „fejreállított” timpanon-formát rejt, amely egy pontosan középpüött álló, az oltárhossz egyharmadát kitevő posztamensen nyugszik. A megfordított oromzat természetesen tömör, nem ékesítheti semmiféle antikizáló szoborcsoport – mely a legtöbb görög-római timpanont jellemzi –, viszont sima, négyzetes gránitmezők vonalhálózata tagolja fegyelmizetten. Az oltár fő attraktivitása és artisztikus díszje a frontális oldal közepén kidomborodó körforma és annak hármas *halmotívum* rajzolata. Az első pillanatban – a zöld fényű eozinmáz miatt – még úgy hat, mint a görögmondabeli Küklpsz szeme, melynek dermesztő hatását feloldja és megszelídíti az őskeresztény századok művészetének gyakori halmotívuma. Majd rövidesen rájövünk: itt mégiscsak valami másról – az őskeresztény-bizánci szimbólum egyfajta jelentéstartalmáról van szó.

A Sikota Gyöző által alkalmazott keresztény jelkép bővebb leírása előtt tekintsük át az őskeresztény és bizánci kultúrák gyakorta megjelenített – egy- és többértelmű – jelképeit: *galamb*, *szarvas*, *páva*, *bárány* és a *hal*. Lássuk, mi mindent tartalmazhat, és milyen képiséggel a *hal*. Ez a legösszetettebb és a legbonyolultabb szimbólum. Ismeretelésében *Tóthné Gaál Zsuzsa* „Keresztény szimbólumok a képzőművészetben” c. ikonográfiai tanulmányából idézünk szó szerint:

„a hal

– több jelentéstartalommal is bíró, a korakeresztény művészetben igen gyakran szereplő motívum. A még titokban összegyülekező első keresztényeknek titkos jele is volt, a görög IKTHÜSZ (hal) Jézus nevének kezdőbetűiből alkotva (Ieszousz KHRisztosz THEou Üosz SZótér = Jézus Krisztus Isten Fia Megváltó),

– öt kenyér + két hal, utalás a csodálatos kenyérszaporításra, amikor Jézus ötezer embert látott el ennivalóval, és még 12 kosár maradékot szedtek össze utána, ahogy ezt több evangéliumban is olvashatjuk, pl. Máté 14:13-21-ben. Érdekes módon az őskeresztény Utolsó vacsora ábrázolásokon is gyakran a kenyér és a bor helyett hal látható, mint pl. a ravennai San Apollinare Nuovo-ba-

zilika jobb oldali legfelső sorában található, VI. századból való mozaikképen láthatjuk.

Az oltári szentségre (eucharisztia = hálaadás) való utalás, helyesebben Jézus áldozatát kifejező ószövetségi előképek ábrázolása szinte kötelező módon jelenik meg az apszisban, az oltár közelében (Ábel áldozata, Ábrahám feláldozza Izsákot, és Melkisédék áldozata) ez az epikus ábrázolás még a középkor folyamán tovább is fennmaradt.

– Jézus tanítványai közül többen halászok voltak, így a Péter csodálatos halfogásának története kapcsán, a halal és a vízzel a megkeresztelt hívőket is jelképezték.

(»Kövessetek engem, és azt mívelem, hogy embereket halásszatok« Máté 4:19.)” [2]. (A csodálatos halfogás mozaikja is a San Apollinare Nuovo-bazilikából való.)

A jelképes tartalmú hal-díszítőelem Sikota megoldásánál plasztikai hangsúlyt kap olyképpen, hogy a háromágú csillagalakzatban elrendezett dekoratív haltestek egyetlen közös fejben találkoznak. Az így teremtett harmonikus rend az Atya-Fiú-Szentlélek hármas egységének, vagyis a Szentháromságnak jelképe, s egyben stilizált attribútuma. Ugyanakkor eme oltárdíszítésen egy ősi ikonográfiai téma újszerű értelmezésének, eddig nem alkalmazott formamódosításának is szemléltetői lehetünk, és annak is, hogy valamely eszmét hordozó jelkép princípiuma idő múltával – lényegét megőrző – transzformáción mehet keresztül.

Az uralkodó halmotívumos korong felett – az oltárfelel mind a négy oldalán – ugyancsak eozin mázas, tojásdad alakú díszítés domborművű láncolata fut körbe frízszerűen. Ez a díszítő megoldás tovább növeli a mű egységét és megnyugtató hatását. A fríz motívumai ugyanakkor a hármas halkompozíció ritmusát is átveszik. Ugyanezt a tervezési koncepciót követi – mellérendelt szerepkörrel – az olvasóállvány, valamint az oldalt elhelyezett padosor. Összességében tehát olyan egységes szemléletű tervezést és kivitelezést oltárdíszít kapott a templom, amely nemcsak funkcióját teljesíti jelesen, hanem méltó a hagyományokhoz és érdemben megfelel az iparművészeti szemlélet megújult követelményének is.

A Gellért-hegyi sziklatemplom főoltárának a tervezésével és építésével nemcsak az iparművész írta be nevét az egyházművészet jelenkori történelmébe, hanem a pécsi *Zsolnay Gyár* is, amely mind a múltban – gondoljunk csak a Mátyás-templomra vagy a Lechner Ödön által tervezett kőbányai templom majolika díszítésére, tetőcserepeire –, mind korunkban esztétikai-technikai felkészültségével remekelt, tovább öregbítve egyetemes jó hírnevét.

Irodalom

- [1] *Ecsery, E.*: Építőanyag. 42, 230. (1990).
- [2] *Gaál, Zs.*: Művészeti vizuális nevelés. 1, 4 (1991).

Padlásfödém hőszigetelése polisztirolhab adalékanyagú pernyebetonnal

Barcs Vilmos

Az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésére eddig már igen sok hőszigetelő anyagot, hőszigetelési módszert, illetve technológiát fejlesztettek ki. Alkalmazásukat a helyi igények és lehetőségek, műszaki és gazdasági körülmények kivitelezői szokások és érdekeltségek határozzák meg.

A kutató dolga ilyen körülmények között az, hogy a lehetséges alternatívák körén belül kijelölje az alkalmazás biztonságos és gazdaságos műszaki feltételeit. A lehetséges alternatívák egyike a könnyűbetonok alkalmazása olyan helyeken, amelyeken annak szilárdsági, hőtechnikai és kivitelezés technológiai előnyei érvényesülnek. Ilyen helynek számít a padlásfödém, ahol a kellő lépésállóság, hőszigetelő képesség és hőtárolás, továbbá a magyar építőiparban szokásos hagyományos monolisztikus betonozás által biztosított előnyök határozottan megjelennek.

A SZIKKTI műszaki-fejlesztési témái közt az utóbbi években szerepelt a könnyűbetonok alkalmazása építőipari hőszigetelés céljára. Ennek egyik sikeres példáját mutatja be ez a cikk.

A munka során különös figyelmet kellett fordítani arra, hogy a hőszigetelő anyagok fizikai jellemzői az alkalmazás feltételei, illetve a beépítés körülményei szerint változnak, és csak ezek ismeretében lehet azok számszerű értékét a tervezéshez megválasztani. A kutatás egyik feladata éppen ezért ezeknek a tervezési értékeknek a hozzárendelése az alkalmazás körülményeihez. A korszerű hőtechnikai tervezés ugyanis már nem elégszik meg a hőszigetelő anyag minőségének ismeretével, hanem figyelembe veszi az alkalmazás és a beépítés, valamint az üzemeltetés összes feltételeit.

Előzmények

A K+F téma célja olyan hőszigetelési eljárás kidolgozása és alkalmazásának bevezetése volt, amely az eddigi szokásos módszerekhez képes egyszerűbben kivitelezhető, hulladék anyagokat hasznosít, tehát olcsóbb. A kidolgozott eljárás márkaneve ISOFLASH, kivitelezője szolgáltatói szabadalom alapján az ISOTECHNIK Kiszövetkezet. Az eljárást eredetileg elsősorban lapostetők hőszigetelése

sére kívánták kifejleszteni, időközben azonban a vízszigetelések országosan jelentkező hibái miatt lapostetők helyett padlásteres tetők alkalmazása került előtérbe, ezért a téma hasznosítása érdekében a megbízó a megbízottal és a megvalósítóval egyetértésben a téma olyan módosítását határozta el, hogy a kutatás és a megvalósítás ne lapostetőkre, hanem padlásfödémekre irányuljon.

A K+F téma a kitűzött célt elérte, a kidolgozott eljárás alkalmazására belső terekben (padlásfödém, pincefödém stb.) az ÉMI engedélyt adott, ennek alapján az ISO-TECHNIK Kiszövetkezet a hőszigetelés kivitelezését megkezdte és jelenleg is folytatja, eddig elsősorban a káposztásmegyeri lakótelep magastetős panelépületeinek padlásfödémén, jelenleg pedig a Vizafogó-lakótelepen.

A hőszigetelés anyaga

Az ISOFLASH márkanevű anyag polisztirol habgyöngy, vagy zúzalék adalékanyagú cementkötésű pernyebeton, amelyet vízüveg bekeverésével erősítenek. Ezt a könnyűbetont a helyszínen monolitikusan hordják fel a szigetelendő felületre (pl. nyersfödémre), és felületvédelmét, illetve lépésállóságát a szilárdulás után kéregbeton borítással, illetve cementsimítással biztosítják.

A hőszigetelő könnyűbeton receptúráját az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Az ISOFLASH hőszigetelő anyag receptúrája

Megnevezés	A beton jele	
	ISOFLASH „A”	ISOFLASH „B”
PS-gyöngy (duzzasztott)	1 m ³	–
PS-hab zúzalék	–	1 m ³
Cement	150 kg	150 kg
Pernye	120 kg	120 kg
Vízüveg	5 liter	6 liter
Víz (a pernye nedvesség-tartalmától függően)	100–120 liter	100–120 liter

Az alkalmazott polisztirolhab adalékanyag kétféle minőségű:

- 2–3 mm szemcseméretű, előhabosított PS-gyöngy,
- PS-habzúalék (száraz polisztirol termékek hulladékából darálással előállított anyag).

A felhasznált polisztirolhab adalékanyagtól függően az ISOFLASH könnyűbeton is kétféle minőségű, amelyek ISOFLASH „A”, illetve ISOFLASH „B” jellel vannak ellátva.

Az ISOFLASH „A” anyagai:

- Cement: 350 szilárdság, MSZ 4702/80 szerint. Tárolása és kezelése MSZ 4702/1 szerint.
- Pertye: (AKTIMET-tel törtető vizsgálattal minősített.) Depóniába ömlesztve földnedves állapotban.
- Alternatíva: szárazon szállított pertye. Tárolása bunkerben, vagy zsákos szállítás esetén a cementre vonatkozó előírás szerint.
- PS-habgyöngy (duzzasztott): 2–3 mm szemcseméretű, ömlesztett anyag;
- Vízüveg: MSZ 929–83 minőségű (nátron). Tárolása, kezelése: hordó, vagy kanna.
- Keverővíz: ipari minőség.

Az ISOFLASH „B” anyagai: az „A” minőség anyagától eltérés, hogy a PS-habgyöngy helyett:

- PS-habzúalék (száraz polisztirolhab termékek hulladékából darálva). 1–10 mm szemcseméretű: 16–20 kg/m³ halmazsűrűségű.

A védőréteg anyagai:

- Hs 60 cementhabarcs MSZ 16000, vagy a követelményeknek megfelelően.
- C9 minőségű beton MSZ 4719 szerint.

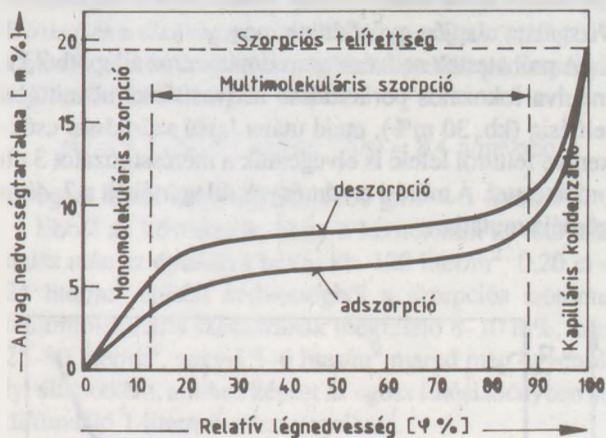
Laboratóriumi vizsgálatok

A korábbi anyagvizsgálatok ellenőrzésére és kiegészítésére a SZIKKTI Hőtechnikai laboratóriumában 1990-ben vizsgálatokat végeztünk a gyártó, ISOTECHNIK Kiszővetkezet által beküldött mintákkal.

Adszorpciós izoterma

A $\rho = 280 \text{ kg/m}^3$ száraz testsűrűségű mintákat különböző állandó relatív nedvességtartalmú, 20 °C-os exszikátorokba helyeztük szárazon és párával telített állapotban, majd súlyállandóság elérése után súlyméréssel meghatároztuk a nedvességtartalmukat m%-ban.

A szárazon elhelyezett minták egyensúlyi nedvességtartalma alapján megállapítottuk az adszorpciós (nedvesedési) görbét, a párával telített minták egyensúlyi nedvességtartalma alapján pedig a deszorpciós (száradási) görbét (1. ábra).



1. ábra
ISOFLASH szorpciós izoterma ($\rho_0 = 280 \text{ kg/m}^3$)

A szorpciós izoterma élesen megkülönböztethető szakaszból áll, mégpedig a

- monomolekuláris szorpció 12% környezeti relatív légnedvesség alatt; ebben a szakaszban a kis átmérőjű (>20 m μ) pórusok falain keletkezik vízfilm, a szakasz végén az anyag nedvességtartalma 4–5 m%;
- multimolekuláris szorpció 12–90% környezeti légnedvesség mellett; ebben a szakaszban az összes pórus falán megjelenik a vízfilm, a szakasz végén az anyag nedvességtartalma 8–10 m%;
- kapilláris kondenzáció 90% környezeti légnedvesség felett, amikor a kapillárisokban is megjelenik a víz, és az anyag rohamosan eléri a mintegy 20 m%-os szorpciós telítettséget.

Az adszorpciós nedvesedés és a deszorpciós száradás görbéi egymáshoz viszonylag közel futnak, a köztük lévő nedvességtartalom különbsége 2 m% körül mozog. Ez a tény, továbbá a stabil multimolekuláris szakasz abból adódik, hogy az anyagban a pernyetartalom miatt a kis átmérőjű pórusok dominálnak, amelyek a multimolekuláris szakaszban kevésbé befolyásolják az anyag nedvességtartalmát. Ugyancsak a pernyetartalomnak tulajdonítható, hogy a nedvességtartalom magasabb, mint az építőanyagoké általában.

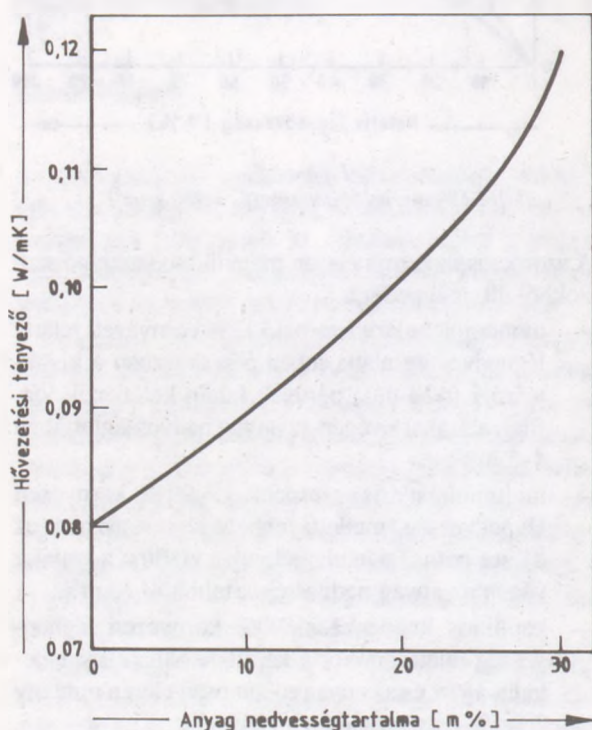
A hővezetési tényező függése a nedvességtartalomtól

A gondosan előkészített (mérőfelületek csiszolása, párhuzamosítása, derékszögűsítése) 30x30 cm-es, 4 cm vastag próbatestek hővezetési tényezőjét USA gyártmányú Dinattech „Rapid – k tester” berendezésben mértük, különböző nedvességtartalmak mellett.

A viszonylag kis vastagság és a gyors mérés következtében a mérés ideje alatt az anyag nedvességtartalmának elcsúszása a próbatestben nem változott meg olyan mértékben, hogy az átlagos nedvességtartalom ne legyen karakterisztikus a hővezetési tényező szempontjából. Erről a

próbatest közvetlenül mérés utáni nedvességtartalom vizsgálata alapján győződünk meg.

A próbatestek nedvességtartalmát száraz állapotból kiindulva fokozatos porlasztásos nedvesítéssel növeltük a telítésig (kb. 30 m%), majd utána lassú szárítással csökkentve felülről lefelé is elvégeztük a méréssorozatot 3 db próbatesttel. A mérési eredmények átlagértékeit a 2. ábra görbéje mutatja.



2. ábra

A hővezetési tényező függése a nedvességtartalomtól ($\rho_0 = 280 \text{ kg/m}^3$)

A görbe $\lambda_0 = 0,08 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ értékből kiindulva mintegy 12% nedvességtartalomig gyakorlatilag lineáris, utána a telítés eléréséig gyengén felfelé görbül és eléri a $\lambda_v = 0,12 \text{ W/(m} \cdot \text{20K)}$ értéket. Az $m = 12\%$ -ig terjedő lineáris szakasz a

$$\lambda_v = \lambda_0 + 0,883 \cdot 2010^{-3} \cdot 20m_v$$

összefüggéssel modellezhető.

Mivel a helyszíni vizsgálatok, illetve a mintavételek alapján megállapíthatók, hogy a padlásfödémbe épített ISOFLASH hőszigetelés nedvességtartalma $m_v = 10\%$ körül stabilizálódik, a hővezetési tényező tervezési értéke padlásfödémbe beépített anyagra vonatkozóan

$$\lambda = 0,09 \text{ W/(m} \cdot \text{20K)}$$

A nedvesedés hatására a hővezetési tényező azért növekszik, mert a víz ($\lambda = 0,6$) a levegőt ($\lambda = 0,025$) fokozatosan kiszorítja és a helyébe lép. A növekedés görbéjének menete különböző anyagokra az anyag szerkezetétől

függően más és más. Jelen esetben feltételezhető, hogy $m_v = 12\%$ nedvességtartalomig – miként az a szorpciós görbék multimolekuláris szakaszából is következtethető – a pórusokban megjelenő víz a pórusok falát elborítja, de a pórusokból a levegőt még nem szorítja ki teljesen. Tehát a levegő kisebb térfogatú, de lényegében azonos számú zárványban megmarad az anyagban, a nedvességtartalom további növekedésével viszont először a kisebb, majd később a nagyobb levegőzárványok teljesen eltűnnek, ezért nő erőteljesebben a hővezetési tényező, mint az alsóbb szakaszban.

ISOFLASH hőszigetelésű padlásfödém

Az ISOFLASH hőszigetelés elsőrendű alkalmazási területe a padlásfödém, mert a nyers földémre monolitikusan felhordott hőszigetelőanyag a padlástérben szabadon leadhatja az építési nedvességet, továbbá télen az alsó tértől a nyersfödémeken keresztül átdiffundáló pára eltávoztása nincs akadályoztatva a padlástér irányában.

A hőszigetelő anyagot a felhasználás helyén állítják elő, és monolitikusan hordják fel a nyersfödém felületére. A 2–3 napos megszilárdulás után a hőszigetelés felületét Hs 60 minőségű cementhabarcsból, vagy C9 minőségű betonból készült védőréteggel látják el.

A vizsgálatok nyomán kialakult tervezési anyagjellemzők felhasználásával a következő célszerű padlásfödém szerkezet alakítható ki, alulról felfelé sorolva a rétegeket:

- 16,5 cm vb. nyersfödém (alsó felületén diszperzit falfestékkel),
- 20 cm vtg. ISOFLASH hőszigetelés,
- 1,5 cm vtg. cementsimítás (járófelület).

Az így kialakult padlásfödém szerkezet hő- és páratechnikai viszonyait, az egyes rétegeinek hőmérsékletét, telítési és parciális párányomását, valamint a relatív nedvességtartalmát a 3. ábra mutatja.

A számítás szerint a padlásfödém hőátbocsátási tényezője

$$k = 0,396 \approx 0,4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{20K)},$$

a fajlagos téli hővesztesége

$$q = 13,5 \text{ W/m}^2,$$

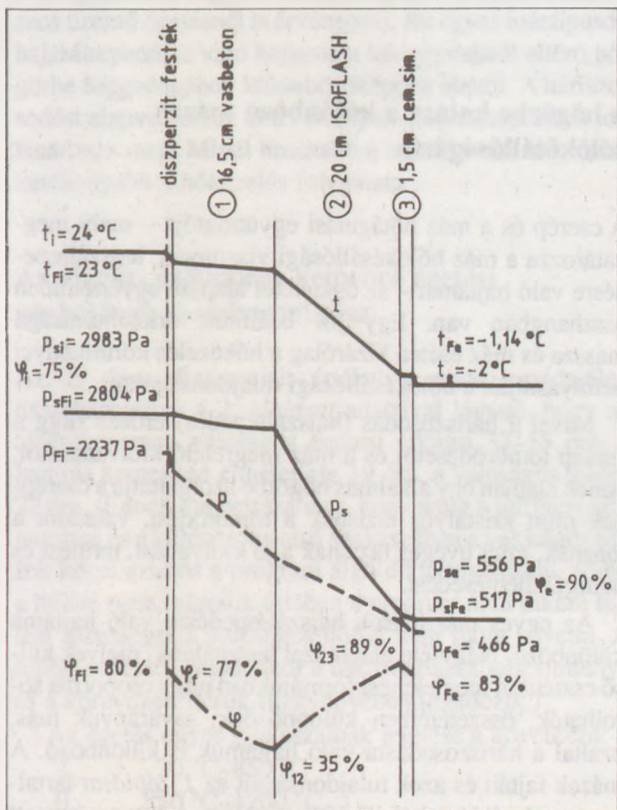
tehát kielégíti a hőtechnikai követelményeket.

Az ábrában a telítési és parciális párányomás görbéjének menetéből látható, hogy páradiffúziós eredetű kondenzáció veszélye a szerkezet belsejében nem áll fenn. A parciális és a telítési nyomás viszonyából képzett relatív páratartalom

$$\varphi = \frac{p}{p_s} \%$$

görbét berajzolva megállapítható, hogy az mindenütt 90% alatt marad, tehát kapilláris kondenzáció az anyag-

ban nem lép fel, így a nedvességtartalom nem éri el a szorpciós telítettséget, és az anyagban kialakuló nedvességtartalom különbség hatására folyékony halmazállapotú nedvességtranszportra számítani nem kell.



3. ábra
Padlásfödémek hőmérséklet és pára diagramja

A szerkezet hő- és páratechnikai viszonyainak szám-
szerű értékeit a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat

Padlásfödém hő- és páratechnikai viszonyai

Hely megnevezése	Hőmérséklet °C	Telítési nyomás p_s , Pa	Parciális nyomás p , Pa	Relatív nedv. %
Belső levegő (i)	24,0	2983	2237	75
Belső felület (Fi)	22,97	2804	2237*	80*
1,2 réteghatár (1,2)	21,88	2623	922	35
2,3 réteghatár (2,3)	-0,98	563	507	89
Külső felület (Fe)	-1,14	556	466	84
Külső levegő (e)	-2,0	517	466	90

*A diszperzít festék alatt 2163 és 77%

Az ISOFLASH anyag páradiffúziós tényezője a polisztirol és a vízüveg tartalom miatt igen kicsi ($0,29 \cdot 10^{-10}$ kg/msPa), ezért a szerkezeten átdiffundáló páramennyiség rendkívül csekély

$$m_v = 9,7 \cdot 2010^{-8} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot 20\text{s}) = 8,4 \text{ g}/\text{m}^2 \text{ nap},$$

az egész fűtési idényben kb. $1000 \text{ g}/\text{m}^2 = 1 \text{ liter}/\text{m}^2$.

Ebből az következik, hogy a kivitelezést követő száradás után az építéskor bevitt kb. $120 \text{ liter}/\text{m}^2$ $0,20 \text{ m} = 24 \text{ liter}/\text{m}^2$ építési nedvességből a szorpciós izoterma multimolekuláris szakaszának megfelelő 8–10 m%, azaz $25\text{--}30 \text{ liter}/\text{m}^3$, vagyis $5\text{--}6 \text{ liter}/\text{m}^2$ marad meg egyensúlyi állapotként, amihez képest az egész fűtési idényben átdiffundáló $1 \text{ liter}/\text{m}^2$ elhanyagolható.

Igen fontos, hogy a hőszigetelésből az építési nedvesség egyensúlyi nedvességtartalom feletti része szadon eltávozhasson, ezért párafékező, vagy párazáró réteg alkalmazása sem a hőszigetelőréteg fölött sem alatta nem engedhető meg.

Az eddigiekből megállapítható, hogy a bemutatott padlásfödém hő- és nedvességtechnikai szempontból megfelelő, kielégíti a hőtechnikai követelményeket, és a nedvességtartalom 8–10 m% értéken stabilizálódik.

Tervezési adatok

A laboratóriumi és a helyszíni vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a PS adalékanyagú ISOFLASH hőszigetelő anyag padlásfödémekben alkalmazva mind hőtechnikai, mind szilárdsági szempontból kielégíti a követelményeket.

Az anyagjellemzők tervezési értékei padlásfödémekbe beépítve a következők:

- testsűrűség $\rho = 300 \text{ kg}/\text{m}^3$
- nedvességtartalom $m_v = 10 \text{ tömeg}\%$
- hővezetési tényező $\lambda = 0,09 \text{ W}/(\text{m} \cdot 20\text{K})$
- fajhő $c = 1170 \text{ J}/\text{kgK}$
- páradiffúziós tényező $0,29 \cdot 2010^{-10} \text{ kg}/(\text{m} \cdot 20\text{s Pa})$
- nyomószilárdság $\sigma = 0,26 \text{ N}/\text{mm}^2$

A padlásfödém (16,5 cm vb. nyersfödém) 20 cm ISOFLASH hőszigetelés + 1,5 cm cementsimítás) hőtechnikai jellemzői:

- hőátbocsátási tényező $k = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot 20\text{K})$
- legalacsonyabb belső felületi hőmérséklet $\vartheta_i = 23 \text{ °C}$
- hőfokcsillapítási tényező $v = 156$
- fáziskésleltetés $\varepsilon = 12,8 \text{ h}$
- páralecsapódás veszélye a szerkezetben nem áll fenn.

Az ISOFLASH hőszigetelő könnyűbeton belső terek (padlásfödém, pincefödém stb.) hőszigetelésére ÉMI Építőipari Alkalmassági Bizonyítvány alapján akár új épületekhez, akár utólagos hőszigeteléshez alkalmazható.

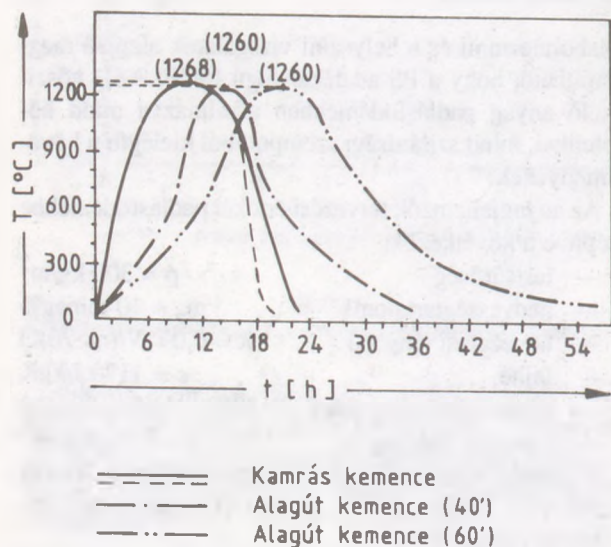
Szakaszos üzemű égetés bevezetése egyszerűgetett keménycserépű kőedény termékekre*

Szép Kiss Edit

Bevezetés

A „GRANIT” Vállalat finomkerámiai termékeket gyártó gyáregységében 1989 végéig az égetést kizárólag egy Riedhammer jellegű földgáztüzelésű, folyamatos üzemű alagútkemencében végezték 37–55 órás égetési ciklussal. Abban az évben a gyáregység egyik nagy beruházása a SAFF-típusú szakaszos üzemű, földgáztüzelésű kamrás kemence volt, amely 22 órás égetési ciklussal üzemel. A két kemence nemcsak működési elvben tér el egymástól, hanem a hőgörbe lefutásában is.

Az 1. ábra szemlélteti a két különböző típusú kemence hőgörbéjét, ahol külön bontásban szerepel az alagútkemence hőgörbéje 40 perces, illetve 60 perces tolási időkre.



1. ábra
A két különböző típusú kemence hőgörbéje

Mindkét kemence égetési görbéje alkalmas az egyszerűgetett keménycserépű kőedény megfelelő hőkezelési folyamatait biztosítani, azonban a 22 órás ciklus ideálisabb, ezáltal hatékonyabb. A hőkezelés az egyszerűgetett termék egyedi jellegéhez illeszkedik, mely szerint a cserép és a máz egyidejűleg, azonos hőfokon, hőtartással és hőgörbe mellett ég.

* XI. SZIN-en (1990. augusztus 23–24., Zalaegerszeg) tartott előadás

A hőgörbe hatása a különböző mázak hőlékésállóságára

A cserép és a máz hőtágulási együtthatója – mely meghatározza a máz hőlékésállósági viszonyait, hajszáltrepedésre való hajlamát – az összetétel alapján egyértelműen összhangban van. Egy jól beállított őrlésfinomságú massa és máz esetén kizárólag a hőkezelés körülményei befolyásolják a hőlékésállósági tulajdonságokat.

Mivel a háriszosodás (hajszáltrepedés) erősen függ a cserép tömörödésétől és a máz megfelelő kiolvadásától, ennek alapján egy alkalmas hőgörbe szolgáltatja a cserépnek mint kristályos fázisnak a tömörödést, valamint a máznak, mint üveges fázisnak a jó kiolvadást, terület és buborékmentesedést.

Az egyes máztípusok hajszáltrepedésre való hajlama különböző. Négyféle alpmázatot használunk, melyek külső esztétikai megjelenési formájukban négy csoportba sorolhatók, összetételben különbözőek, savarányuk más, ezáltal a háriszosodásra való hajlamuk is különböző. A mázak fajtáit és azok tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatból jól látható, hogy a fényes és matt mázknál a savarány – mely befolyásolja az olvadáspontot, a mázak kiolvadását, így a háriszosságot is – eltérő!

1. táblázat

Mázak jellemzői

Jelölés	Elnevezés	Megjelenési forma	Jelenlevő fázisok	Savarány	Lágyuláspont [°C]
„T”	Transzparens	– átlátszó – fényes	üvegfázis	1,78	1040
„F”	Fedő	– átlátszatlan – fényes	üvegfázisban ZrSiO ₄ egyedi mikrokristályok	1,78	1150
„M”	Matt	– átlátszatlan – fénytelen	üvegfázisban egyenletes ZnO; SnO ₂ kristályok	1,18	1160
„P”	Cinkoxid nélküli természetes agyag-alapú	– átlátszatlan – fénytelen (Fe ₂ O ₃ tartalmú patinás barna)	üvegfázisban egyenletes kristályos fázis	1,05	1155

A lágyuláspont értékei a mázak „mozgásának” kezdetei. Ezeket az értékeket a hógörbe fontos szakaszainak határai miatt kell pontosan ismerni.

A négyféle máz a folyamatos üzemű alagútkemencében ugyanazon hógörbe mellett ég, ez a feltétel a szakaszos üzemű égetésnél is érvényesül. Az egyes máztípusok hajszálrepedésre való hajlama a két egymástól eltérő hógörbe függvényében különbözőképpen alakul. A háriszósodást alapvetően az aktív zónában való tartózkodási idő határozza meg. Minél hosszabb a tartózkodási idő, annál hatékonyabb a hőkezelés folyamata.

Az alagút- és kamrás kemence égetési görbéjének összehasonlítása

Az 1. ábra diagramjait értékelve, majd egyidejűleg összehasonlítva a 2. táblázat adataival látható, hogy az alagútkemence valóságos égetési ciklusa 37–55 óra, a kamrás kemencéé elméletileg 19 óra, a valóságos ciklus 22 óra. (Ennek magyarázata az, hogy amíg a felfűtési szakaszban és a hűlési zóna első szakaszában a valóságos hőfok közel azonos a program által diktált hőfokkal, addig a hűlési zóna második felében a program által diktált hűlési sebességet a valóságos hőfok nem tudja követni. A hűlési sebesség mindenkor a hűtőventilátor teljesítménye és a környezeti hőfok függvényében ingadozik.)

Az égetés egyes szakaszainak jelölése a következő:

I.	20 °C–850 °C	} aktív zóna
II.	850 °C–1260 °C	
III.	1260 °C hőntartás	
IV.	1260 °C–1030 °C,	
V.	1030 °C–100 °C	

A két különböző görbéről általános érvénnyel megállapítható, hogy az egyes égetési szakaszok időtartama fordítottan alakul.

I. szakasz

Alagútkemence: lassú, kíméletes felfűtés.

Kamrás kemence: gyors felfűtés.

A kamrás kemence gyors felfűtése határozottan előnyösebb, mint az alagútkemence lassú felfűtése, ugyanis

az összes nyers termék szárazon kerül a kemencébe égetés előtt, azaz nem kell az égetés első szakaszát kíméletes szárításként alkalmazni, valamint a kordierit égetési segéd-eszköz hőökésállósága is megfelelő a gyors felfűtéshez.

II. szakasz

Alagútkemence: rövidebb idő alatt éri el a csúcshőmérsékletet,

Kamrás kemence. hosszabb idő alatt éri el a csúcshőfokot.

A kamrás kemencében hosszabb időtartamú a felfűtési szakasz második fele. Ez az előnyösebb megoldás, ugyanis 850 °C felett kezdődnek a masszában és a mázban az átalakulások. A mázak lágyuláspontjának alsó határa 1030 °C. A masszában a kristályos fázisok ekkor kezdenek kialakulni, valamint az α-kvarc 870 °C α-krisztobalit átalakulás is ebben a hőmérséklet-intervallumban játszódik le. A felfűtési szakasz második felének idejét növelni kellett, mivel a mázak egyenletes megolvadásához megfelelő időtartamra van szükség.

III. szakasz

Alagútkemence: rövidebb hőntartás.

Kamrás kemence: hosszabb hőntartás.

A kamrás kemencében alkalmazott hosszabb hőntartás előnyösebb a máz területe, megfelelő kiolvadása és buborékmentesedése miatt. A máz üveges fázis, melynek olvadása során megfelelő idő szükséges, hogy a szerkezetbe nehezen beolvadó komponensek, elsősorban a kvarcszemcsék is olvadt állapotba kerüljenek. A hosszú hőntartás elősegíti a máz részecskéinek azonos energiaszintre kerülését, ezáltal a feszültség egy újabb forrásának kiküszöbölésére irányul.

IV. szakasz

Alagútkemence: rövidebb ciklus.

Kamrás kemence: hosszabb ciklus.

A hűlési zóna első szakaszának időtartama a mázban levő feszültségek további kiküszöbölése miatt a kamrás kemencében hosszabb.

2. táblázat

Égetési ciklusidők

Kemence típusa	Égetési CIKLUS [óra]	Idő [óra]	Idő [óra]	Idő [óra]	Idő [óra]	Idő [óra]	Idő [óra] 100–50 °C	AKTÍV ZÓNA [óra]
		20–850 °C I.	850–1260 °C II.	1260 °C III.	1260–1030 °C IV.	1030–100 °C V.		
Alagútkemence (40')	37	9,5	4,5	1	2,5	16,5	3	8
Alagútkemence (60')	55	14,25	6,75	1,5	3,75	24,75	4	12
Kamrás kemence	19 (elm.) 22 (gyak.)	3,25	7,2	2	4	2,5 (elm.) 5,5 (gyak.)	—	13,2

V. szakasz

Alagútkelemence: hosszabb hűlési zóna.

Kamrás kemence: rövidebb hűlési zóna.

Az alagútkelemencében indokolatlan a hosszú hűlési időtartam, mivel a mázak megszilárdulása után a hűlés sebessége olyan gyors mértékű lehet, amely a termék és az égetési segédeszköz hőlkésállósága által megengedett, azaz hűlési repedés, hűlési feszültség ne keletkezessen!

Következésképpen megállapítható, hogy az alagútkelemencében kevésbé meredek, de rövidebb hőntartási időtartalmú görbe szerint végezzük az égetést. A kamrás kemencében meredek fel- és lefutású a hőgörbe, de az aktív hőmérsékleti intervallumban laposabb. A 22 órás égetési

ciklus alatt a termék 13,2 órát tartózkodik az aktív zónában, míg az alagútkelemencében a 37 órás égetési ciklus alatt mindössze 8 órát tartózkodik ugyanazon hőmérsékleti intervallumban.

Kísérletek ismertetése

A kísérleti munka összefoglalása a 3. táblázatban látható. Az alagútkelemence égetési ciklusának ideje közel a felére csökkent a kamrás kemencében. A táblázat mutatja be, hogyan alakult ki a lerövidült hőgörbe. A mindenkor viszonyítási alap a mázak repedezettségének mértéke volt, amely a továbblépés irányát megadta.

A hőgörbe leglényegesebb paraméterei:

3. táblázat

A hőgörbe hatása a mázak hőlkésállóságára

Égetési görbe hőfok-tartományai (°C)	Hőkezelési időtartam (óra)	Kamrás kemence hőgörbéire						Alagútkelemence (40') hőgörbéjére
	1	2	3	4	5	6		
20-800	5	5	3,75	3,75	-	-	9,5	
20-850	-	-	-	-	4	3,25	-	
800-1260	8	-	-	-	-	-	4,5	
850-1265	-	8	8	8	8	-	-	
850-1268	-	-	-	-	-	7	-	
1260	1	-	-	-	-	-	1	
1265	-	1,5	1,5	2	2	-	-	
1268	-	-	-	-	-	2	-	
1260-980	3	-	-	-	-	-	-	
1265-980	-	3	-	-	-	-	-	
1265-1030	-	-	3	4	4	-	2,5	
1268-1030	-	-	-	-	-	4	-	
980-100	2,5	2,5	-	-	-	-	-	
1030-100	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5 (5,5)	-	
1030-50	-	-	-	-	-	-	19,5	
Ciklusidő	19,5	20	18,75	20,25	20,5	18,75 (21,75)	37	

Mázak hőlkésállósága szerinti minősítés	Mennyiségi minősítés (%)	Kamrás kemence hőgörbéire						Alagútkelemence (40') hőgörbéjére
		1	2	3	4	5	6	
„T” jó	1	100 (e) 5 (b)	38	75	75	99	61	
háriszos	99	0 (e) 95 (b)	62	25	25	1	39	
„F” jó	0	98 (e) 2 (b)	35	75	75	98	75	
háriszos	100	2 (e) 98 (b)	65	25	25	2	25	

c = egyszerű forma
b = bonyolult forma

- aktív hőmérsékleti intervallum,
- hőtartási idő 1260 °C-on.

Az 1. hőgörbe esetén az aktív zóna időtartama 12 óra, ebből a hőtartási idő 1 óra. A lehűtési próbák eredményeiből látható – mely szerint a mázak háriszosak –, hogy ez a hőgörbe nem megfelelő. Hőkezelés szempontjából a „T” és „F” típusú mázak a legérzékenyebbek, így e két máz képezte a vizsgálat tárgyát.

A 2. hőgörbe esetén a 12,5 órás aktív hőmérsékleti tartományban már 1,5 óra a hőtartási időtartam, és a csúcshőmérséklet is emelkedett. A 2. hőgörbe szerint égetett termékek mázainak háriszosságát kétféle bontásban vizsgáltuk. A vékonyfalú, technológiailag egyszerű formát jelentő termékek hősokkal szembeni ellenállása megfelelő. Ebben az esetben a hőgörbe jól funkcionál. Az „F” mázak 2%-a háriszos, a „T” mázak minősége jó. Azonban a hőgörbének megfelelőnek kell lennie vastagabb falú és bonyolult formájú termékek esetén is, ahol egy anyagszerkezetbeli feszültségen túl egy alaki feszültség is felléphet, hiszen a máz egy ívet, illetve hajlatot követve kifeszül, míg egy lapos terméken elterül. A 3. táblázatban látható, hogy ez a hőgörbe erre a hőkezelési folyamatra még nem alkalmas, mivel a „T” típusú mázak mindössze 2%-a és az „F” mázak 2%-a megfelelő.

A 3. hőgörbén látható, hogy továbblépést jelentett a felfűtési szakasz első felének rövidítése, ezenkívül a hűlési zóna első felének rövidítése, valamint a hűlési zóna első szakaszának alsó határa 980 °C-ról 1030 °C-ra módosult. Ezáltal laposabb lett a görbe. A hőlékésállósági tulajdonságok kismértékű javulást mutatnak.

A 4. hőgörbe esetén az aktív zóna időtartama 14 óra, melyből a csúcshőfokon való tartózkodási idő 2 óra. A hőtartási idő növelése ugrásszerű javulást mutatott a mázak minőségi vizsgálatainak eredményeiben. A „T” és „F” mázak 75%-a a hőlékésállósági próbának minőségileg megfelelt.

Az 5. hőgörbe esetén nem tapasztalható változás a 4. görbéhez képest.

A termelésben jelenleg a 6. hőgörbe szerint végezzük az égetést. A lényegi változás a csúcshőfok növelése volt. a 3. táblázatban látható, hogy a hőgörbe szerint égetett mázak minősége jó.

A mázak hőlékésállósági próbáját a klasszikus módszer szerint végeztük. Először 150 °C-ról, majd 180 °C-ról 1 órás hőtartás után hirtelen szobahőmérsékletű (20 °C-os) vízbe dobva figyeltük a hősokkal szembeni ellenállóképességet. A vizsgálat utáni következtetések csak a 180 °C-os próbára vonatkoznak.

Eredmények értékelése

Megállapítható, hogy a gyorsabb égetés során arra kell törekedni, hogy a felfűtési és lehűtési szakasz idejét a termék és az égetési segédanyag hőlékésállósága által meg-

engedett minimumra csökkentjük, de a csúcshőfok közelében való tartózkodási idő minél hosszabb legyen.

A kamrás kemencében a 22 órás égetési ciklusra jellemző hőgörbe az aktív zónában laposabb, mint az alagút-kemencét jellemző égetési görbe esetén, ezáltal hatékonyabb. Ezt a mázak minőségére vonatkozó 98%-os I. osztályú minőségi kihozatal bizonyítja. Az alagút-kemence 40 perces tolási idővel való működésekor kialakuló hőgörbe esetén rosszabb a mázak minőségi kihozatala (3. táblázat), mint a kamrás kemence jelenleg használt hőgörbéje mellett.

A kamrás kemence előnyei

A két kemence összehasonlítását a 4. táblázat mutatja be, mely alapján jól láthatók a működési paraméterek.

- A kamrás kemencében az égetési időtartam közel a felére csökkenése növeli a termelékenységet.
- A 13,2 órás aktív zónában való tartózkodási idő miatt a mázak minőségi kihozatala jelentősen javult, ezáltal a kamrás kemence hőgörbéje az égetés minőségjavító tényezőjeként hat.
- Fajlagos energiafelhasználása kedvezőbb, mint az alagút-kemencéé.

4. táblázat

Az alagút- és kamrás kemence összehasonlítása

Kemence típusa	Üzemenet	Működési elv	Ciklus-idő [óra]	Hőtartási idő [óra]	Csúcshőmérséklet [°C]
Alagút-kemence	folyamatos	huzattal	37—55	8—12	1260
Kamrás kemence	szakaszos	túlnyomással	22	13,2	1268

Kemence típusa	Atmoszféra	Tüzelés	Környezetszennyezés	Gázfogyasztás (m ³ /tonna)	Égetési segédanyag	Ár (millió Ft)
Alagút-kemence	oxidáló: füstgázban O ₂ : 3-4% CO ₂ : 8-9%	földgáz	CO=0 CO ₂ : nagy hígításban	1089	anyaga: kordierit SiC élettartam: 1 év ár: 150 E Ft/t	20-50
Kamrás kemence	CO: 0,01% (ny)* λ = 1,15-1,25	földgáz	N-oxidok: 0,01% (ny)*	660	anyaga: kordierit élettartam: 1 év ár: 500 E Ft/t	5

*Nyomnyi mennyiségben

- A kemence programozható. A programba 9 hőmérsékleti pont, ehhez 9 időintervallum és egy hőntartási idő írható be.
- A szabályzóegység kész programokat tud tárolni.
- A kamrás kemencében a technológiához szorosan kapcsolódó alacsony hőfokú dekorégetés is végezhető.
- Jól beállított égők esetén a 10 m^3 -es kemencetérben a hőfokdifferencia $\pm 9 \text{ }^\circ\text{C}$.
- A kamrás kemencénél hátrányként jelentkezik a szakaszos üzemmenet, mely a termelés folyamatosságát kissé visszafogja.
- Az égetési segédeszköz anyaga kordierit, hasonlóan az alagút kemence felépítményéhez, de a mobilizálható kocsiépítés, az új forma és a könnyített

tényértokok miatt drága, mely szintén hátrányként említhető.

- Hátrányként jelentkezik még a kamrás kemence túlnyomásos működési elve. Jobb megoldásnak bizonyul az alagút kemence huzattal történő üzemelése, mivel a mázából felszabaduló gőzök-gázok könnyebben eltávozhatnak.

Összefoglalás

A kedvező beruházási költségű és fajlagos energiafelhasználású kamrás kemence a rövidített égetési ciklusa (22 óra) miatt növeli a termelékenységet. Hőgörbéjének aktív zónája hosszú időtartamú, ezáltal a termékek minősége megfelelő, így az égetés minőségi javítására irányul.

Regeneratív hőcserélő a téglaiiparban

Petrás János – Sz. Tóth György*
 UNIFORM Téglá és Cserépipari V., Budapest
 * Energiagazdálkodási Intézet, Budapest

Bevezetés

A racionális energiagazdálkodás a népgazdaság minden területén egyre nagyobb jelentőséggel bír.

A téglá- és cserépipar nagy energiafogyasztó. A felhasznált energiamennyiség viszonylag kis hányada hasznosul, nagyobb része különböző formában a környezetbe távozik.

A technológia egyes fázisaiban felhasznált hő- és villamos energia többszöröse annak, mint amit a mechanikai, fizikai-kémiai és kémiai átalakulások a gyártás során igényelnek.

Egy meglévő technológia energetikai megítélését leginkább a veszteségek elemzésén keresztül lehet elvégezni.

A hőenergia-gazdálkodás szempontjából a veszteségek két csoportba oszthatók:

- azok a veszteségek, amelyeket a rendszerből távozó anyagáramok hőtartalma képvisel,
- azok a veszteségek, amelyek nem kötődnek közvetlenül a technológiai anyagáramhoz.

A b) szerinti veszteségek a sugárzási veszteségek, a falakon keresztül átadott konvektív hőáramok, szivárgási, tömítettségi veszteségek, zsilipelési veszteség stb. Meglévő redszemél ezek a veszteségek elsősorban a technológiai fegyelem betartásával, a gondos karbantartással, esetleg egyes berendezések cseréjével csökkenthetők.

Az a) szerinti veszteségek:

- a környezeti hőmérsékletnél melegebb késztermék által kivitt hő,
- a füstgázok által elvitt hő,

- a szárítólevegő által elvitt hő.

A felsoroltak közül a késztermék által elvitt hő nagyságrenddel kisebb a másik két veszteségnél.

Az alacsony hőmérsékletű hőhasznosítás energetikai és gazdasági lehetőségei

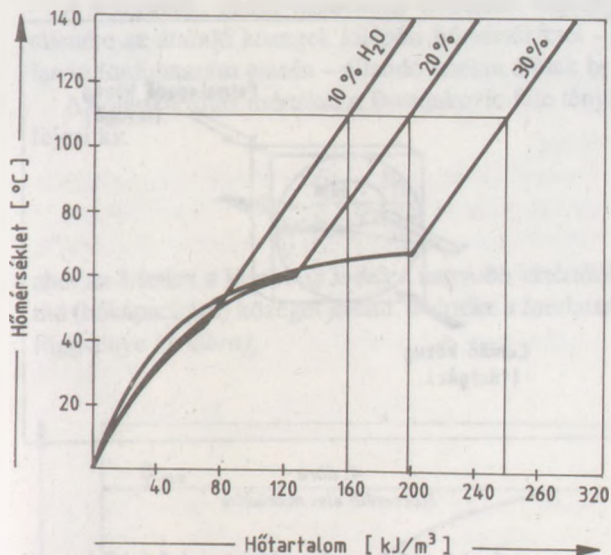
A füstgázvesztesség, illetve szárítólevegő által elvitt hővesztesség csökkentése, azaz végső soron az üzemeltetési költségek csökkentése felveti az alacsony hőmérsékletű hőhasznosítás elvi és gyakorlati kérdéseit.

A hasznosítható hő a kilépő gáz mennyiségétől, hőtartalmától és hőmérsékletétől függ.

Az 1. ábra ugyanazon komponensekből álló, de különböző nedvességtartalmú füstgáz entalpia – hőmérséklet görbéjét ábrázolja. A diagramból jól látható, hogy kb. $70 \text{ }^\circ\text{C}$ lehűtési hőmérsékletig a nedvességtartalom nem befolyásolja lényegesen a visszanyerhető hőmennyiséget. A vízgőz kondenzációjának megindulásakor viszont a nedvességtartalom döntő szerepet játszik a visszanyerhető hő szempontjából.

A hőhasznosítás mértékét azonban nemcsak ezek, a rendszerből kilépő közeg jellemzői, hanem a hőfelvevő közeg is korlátozhatja.

Az egyértelmű, hogy a hőfelvevő közeg hőmérsékletének alacsonyabbnak kell lennie a hőleadó közeg hőmérsékleténél, hiszen ez a pozitív hőmérsékletkülönbség szolgáltatja a hőátadás hajtóerejét. A 2. ábra azt mutatja,



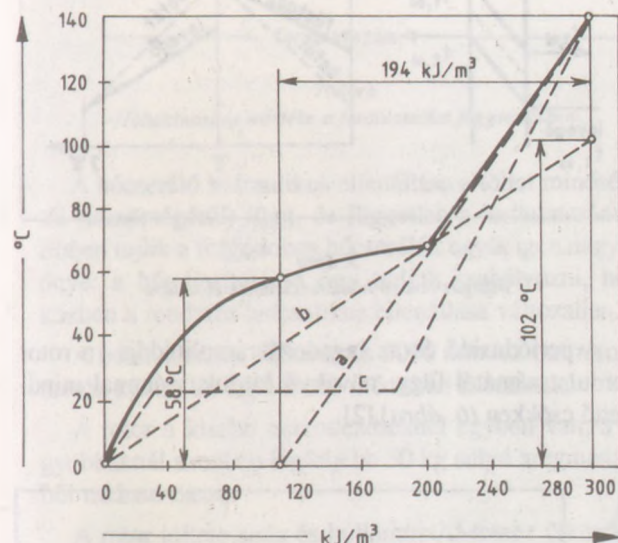
A száraz gáz összetétele:

CO₂ 16 tf %
N₂ 84 tf %

100

1. ábra

Enthalpia-hőmérséklet görbék



Hőleadó közeg:

CO ₂	11,2 tf %
N ₂	58,8 tf %
H ₂ O	30,0 tf %
100,0	

$W_a = 1,39 \text{ kJ/K/m}^3$

$W_b = 2,16 \text{ kJ/K/m}^3$

2. ábra

Hőfelvevő közeg vízértékárma

hogy a hőfelvevő közeg vízértékárma (hőkapacitás árama) is befolyásolja a hasznosítási lehetőségeket.

Ha a hőfelvevő közeg vízértékárma

$$\dot{W} = \dot{W}_a = 1,39 \text{ k J/K/m}^3,$$

akkor annak ellenére, hogy a hőfelvevő közeget a hőleadó közeg belépő hőmérsékletéig fel lehet melegíteni (végtelen felületű hőcserélőben), a hasznosítható hőmennyiségnek mégis csak legfeljebb a 64%-a hasznosítható. Ha viszont a hőfelvevő közeg vízértékárma

$$\dot{W} \geq \dot{W}_b = 2,16 \text{ kJ/K/m}^3,$$

akkor bár a teljes hőmennyiséget hasznosítani lehet, a hőfelvevő közeg hőmérsékletét nem lehet 102 °C fölé emelni.

Az ideális természetesen az lenne, ha olyan – az adott rendszeren belül szükséges – hőfelvevő közeget találnánk, amilyent a *c* jelű görbe jellemez, mivel ebben az esetben mind a rendelkezésünkre álló hőmérséklet-tartományt, mind a hőmennyiség-tartományt ki lehetne használni.

A hőhasznosítás mértékét az is befolyásolja, hogy a hőfelvevő közeget az adott technológián belül, a hőbevitel csökkentésére használjuk-e fel, vagy más technológiához kapcsoljuk.

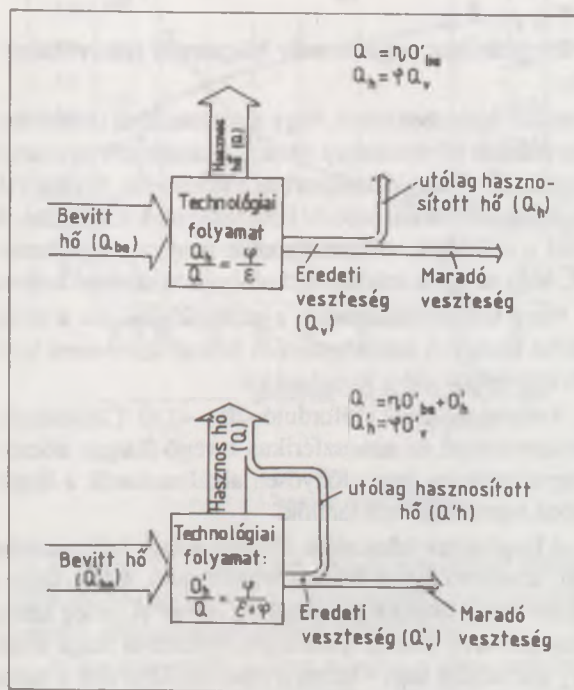
Ha ugyanis a hőhasznosítás alkalmazásával a bevitt energiát csökkentjük, akkor ennek arányában a veszteség-hő is csökken, és így a hasznosítható hőmennyiség is kisebb lesz.

Legyen az utólagos hőhasznosítás mértéke

$$Q_h = \varphi Q_v$$

ahol Q_v az eredeti veszteség (3. ábra).

Mivel $Q_v = (1 - \eta) Q_{bc} = \frac{1 - \eta}{\eta} Q$ így az utólag hasznosított hő az eredeti hasznos hőhöz viszonyítva:



3. ábra

Hőhasznosítás, hőforgalom

$$\frac{Q_h}{Q} = \frac{1 - \eta}{\eta} = \frac{\varphi}{\varepsilon}$$

ahol

$$\varepsilon = \frac{\eta}{1 - \eta}$$

Ha az utólag hasznosított hőt az adott technológián belül kívánjuk felhasználni, akkor – változatlan kihozatal esetén – a Q értékének növelésére nincs szükség, a megtakarítás a bevitt energiának csökkentésében jelentkezik.

Ebben az esetben

$$Q_{be}'' = \frac{Q}{\eta + \varphi(1 - \eta)}$$

és

$$Q_h'' = \varphi(1 - \eta) Q_{be}''$$

azaz a relatív hasznosított hő:

$$\frac{Q_h}{Q} = \frac{\varphi}{\varepsilon + \varphi}$$

Mivel $\varphi > 0$, belátható, hogy visszacsatolós rendszerben a hasznosítható hő mértéke mindig kisebb, mint visszacsatolás nélküli rendszerben.

Az eddigiekből láttuk, hogy a hasznosítás mértéke zérus és egy elméleti $\varphi_{max} \leq 1$ határ között változhat. Hogy ezen határok között milyen értéke legyen φ -nek, azt a konkrét megvalósítási lehetőségek, illetve végső soron azok gazdaságossága dönti el.

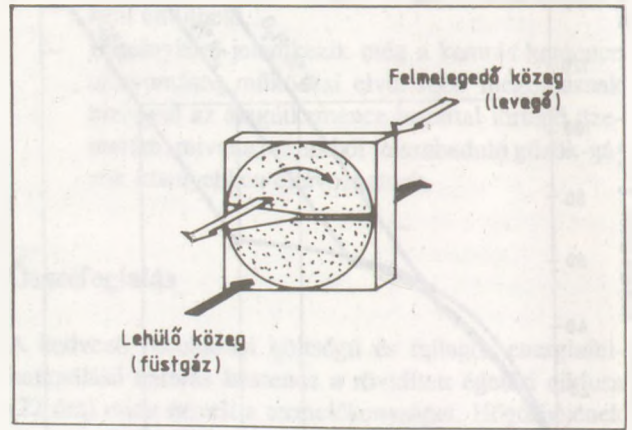
A forgódobos regeneratív hőcserélő ismertetése

Az előző fejezetben láttuk, hogy a kemencéből távozó füstgáz jelentős hőveszteséget okoz, ugyanakkor a nyerstégla szárítására hőenergiát kell bevinni a rendszerbe. Elvileg a távozó füstgázokat közvetlenül bevezethetnénk a szárítóba, de ezzel a szárítógáz vízhatmátpontját annyira megváltoztatjuk, hogy az egész szárítási technológiát módosítani kellene.

Nem kell módosítanunk a technológián, ha a rendszerbe amúgy is szükségszerűen belépő környezeti levegőt melegítjük elő a füstgázokkal.

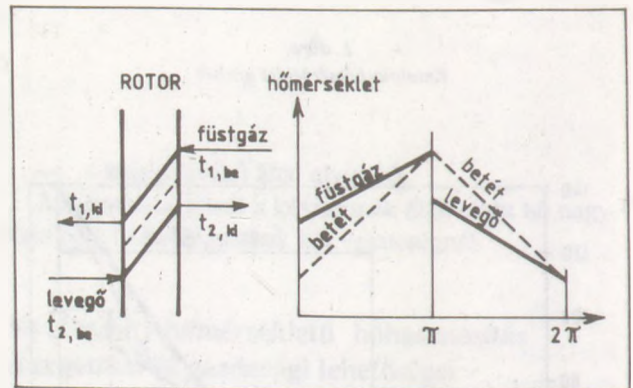
A téglagyártásnál előforduló $-20 - +130$ °C hőmérséklet-tartományú és atmoszférikus levegő-füstgáz hőcsere megvalósítására igen előnyösen alkalmazhatók a forgódobos regeneratív hőcserélők.

A forgódobos hőcserélők lényege a nagy hőkapacitású dob, amelynek egyik felén a felmelegedő, másik felén a lehűlő közeg áramlik keresztül (4. ábra). A meleg közeg a dobban levő töltetet felmelegíti, miközben maga lehül. Egy félfordulat után viszont a felmelegedett dob a hideg árammal kerül érintkezésbe, ezáltal felmelegíti a hideg áramot (5. ábra).



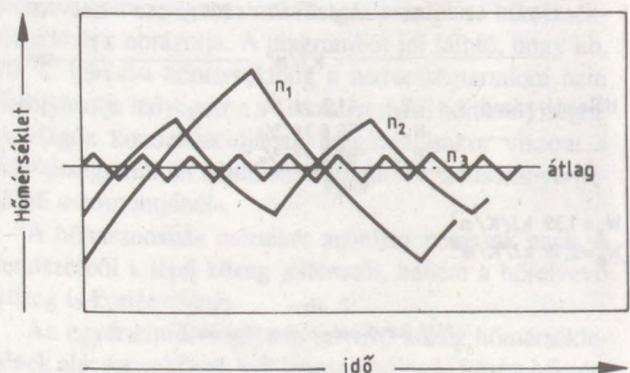
4. ábra
Hőcserélő elvi működése

Az egymást követő felmelegedési és lehűtési folyamatok a dob töltetében egy állandó átlag körüli periodikus hőmérséklet-ingadozást hoznak létre.



5. ábra
Füstgáz-levegő hőmérsékletének eloszlása

A periódusidő és az ingadozás amplitúdója a rotor fordulatszámától függ: növekvő fordulatszámmal mindkettő csökken (6. ábra), [2].



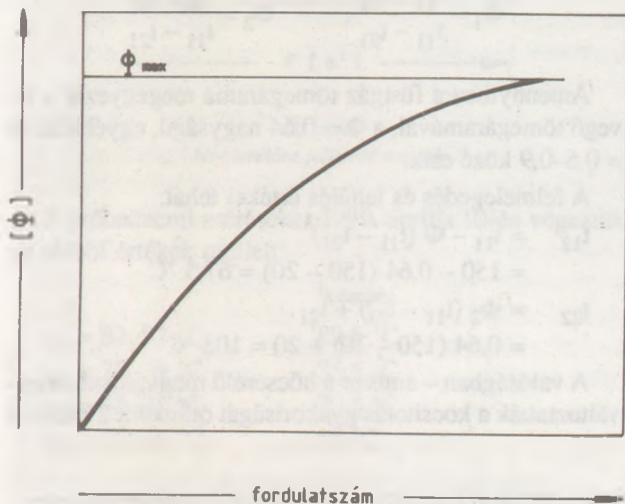
6. ábra
Hőfokingadozás a periódusidő függvényében

A hőcserélőn belüli instacioner hőátadási viszonyok ellenére az áramló közegek kilépési hőmérsékletei – állandó fordulatszám esetén – állandó értékre állnak be.

A hőhasznosítás mértékét a Bosnjakovic-féle tényező fejezi ki:

$$\Phi = \frac{t_{1ki} - t_{1be}}{t_{2be} - t_{1be}}$$

ahol az 1 index a kisebb, 2 index a nagyobb víztétkáramú (hőkapacitású) közeget jelenti. Φ értéke a fordulatszám függvénye (7. ábra).



7. ábra

Hőhasznosítás mértéke a fordulatszám függvényében

A hőcserélő hidraulikus ellenállása a töltet minőségétől (tömörségétől) függ, de független a fordulatszámtól. Ebben rejlik a forgódobos hőcserélők egyik igen nagy előnye: a hőteljesítményt úgy tudjuk szabályozni, hogy közben a rendszer hidraulikus ellenállása változatlan.

A berendezések 600 mm és 5000 mm közötti rotorát-mérek között 20 különböző méretben készülnek.

A rotor a kisebb berendezéseknél egyben van, a nagyobbaknál azonban legfeljebb 50 kg súlyú szegmensekből rakható össze.

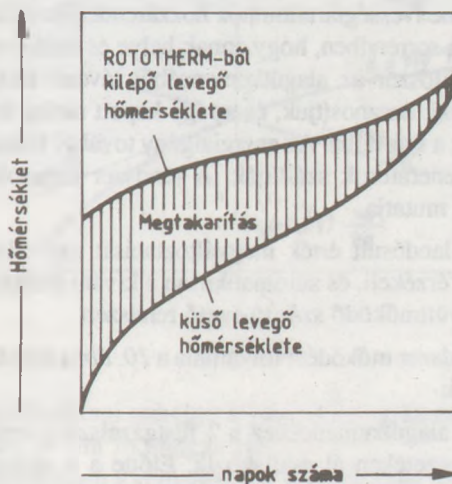
A rotor töltete sima és hullámos Al-lemez ütközőelemek nélkül, így az elszennyeződés és az eltömődés veszélye minimális.

Különleges esetektől eltekintve a berendezés előtt nem kell légszűrőket alkalmazni.

A rotor kétféle, 9 és 14 jellel ellátott sűrűséggel készül, a 9 jelűnek kisebb a hidraulikai ellenállása, míg a 14 jelű jobb hőátvitelt biztosít.

A hőcserélő szabályozó egysége a bemenő jeltől függetlenül szinte tetszőleges szabályozási folyamatokat tud megvalósítani. A fordulatszám szabályozási tartománya: 0,01–10 ford/min között.

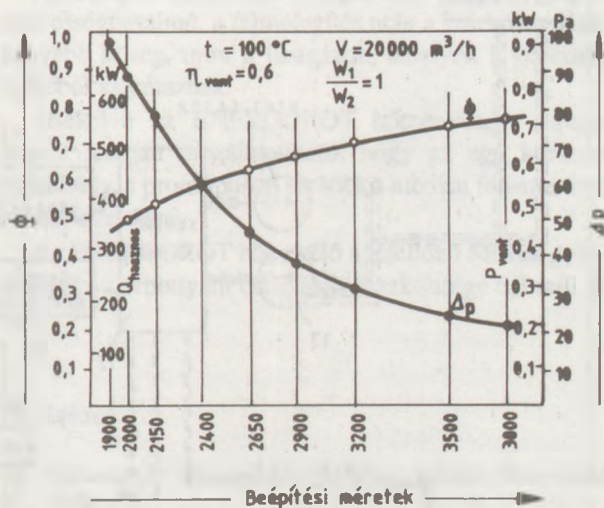
A hőcserélő által visszanyerhető hőenergia a környezeti hőmérsékletek függvénye. Minél alacsonyabb a külső hőmérséklet, annál nagyobb lehet a hőhasznosítás mértéke (8. ábra).



8. ábra

Hőhasznosítás és a környezeti hőmérséklet összefüggése

A hőcserélő méretének kiválasztása a tömegáramok és a megengedhető nyomásesés alapján történik. E két paraméter már jól behatárolja az elérhető hőhasznosítás mértékét is (9. ábra).



9. ábra

Segédlet a hőcserélő kiválasztásához

A Téglá- és Cseréipari Tröszt megbízása alapján az EGI néhány téglagyárban megvizsgálta a regeneratív hőcserélő alkalmazhatóságának lehetőségeit.

A témát komplex módon kezelve a kemencék és szárítók hőtechnikai együttműködését biztosító szabályozott rendszerre készült egy részletes tanulmány. Ezt követően

megépült egy referenciaberendezés az Őrbottyáni téglagyárban.

A forgóbetétes hőcserélő alkalmazásával az energiamegtakarítást azzal érjük el, hogy a szárító egy határozott szakaszán egy kísérletileg beállított hőmérséklet és szárítóközeg nedvességtartalomhoz hozzárendeljük a forrásokat olyan sorrendben, hogy annak helye és értéke ne változzék. Először az alagútkezemencéből távozó füstgázok hőtartalmát hasznosítjuk, és az így kapott meleg levegőt nyomjuk a szárítóba. Az energiaigény további fedezetét a füstgázgenerátorok szállítják. A rendszer kapcsolását a 10. ábra mutatja.

Az állandósult érték megváltoztatását egy ellenőrző rendszer érzékeli, és automatikusan a kívánt értékre állítja az együttműködő szárító-égető rendszert.

A rendszer működési folyamata a 10. ábra jelöléseivel az alábbi:

Az 1 alagútkezemencéhez a 2 füstgázelszívó ventilátor a 3 csővezetéken át csatlakozik. Előtte a 4, utána az 5 csappantyút építettük be. A 7 ENERGOROT berendezéseket a 6 csappantyúnál levő elágazások útjába helyeztük. Az ENERGOROT berendezéseken a meleg gázok lehűlnek és a 8 kéményen át távoznak. A 9 levegőventilátor a 10 vezetéken nyomja az ENERGOROTokon át a levegőt, az felmelegszik, a betéteken és a 11 csappantyúval sza-

bályozott vezetéken jut el a 18 szárító 12 keverőkamrájába. Az ENERGOROT berendezések leállítása után az 5 csappantyút nyit és a füstgáz a szabadba áramlik. A kapcsolás része még a 21 porszűrő a 20 csappantyú és a 23 ventilátor.

A bemutatott rendszer megvalósítása előtt az alagútkezemence füstgázát megmértük, az 150 °C hőmérsékletű, és 46 700 m³/h tömegáramú volt. Erre méreteztük az ENERGOROT hőcserélőt, melyre 11. ábra adatai voltak jellemzőek.

A hőhasznosítás mértéke $\Phi_1 = \Phi_2$

$$\Phi_1 = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}; \quad \Phi_2 = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

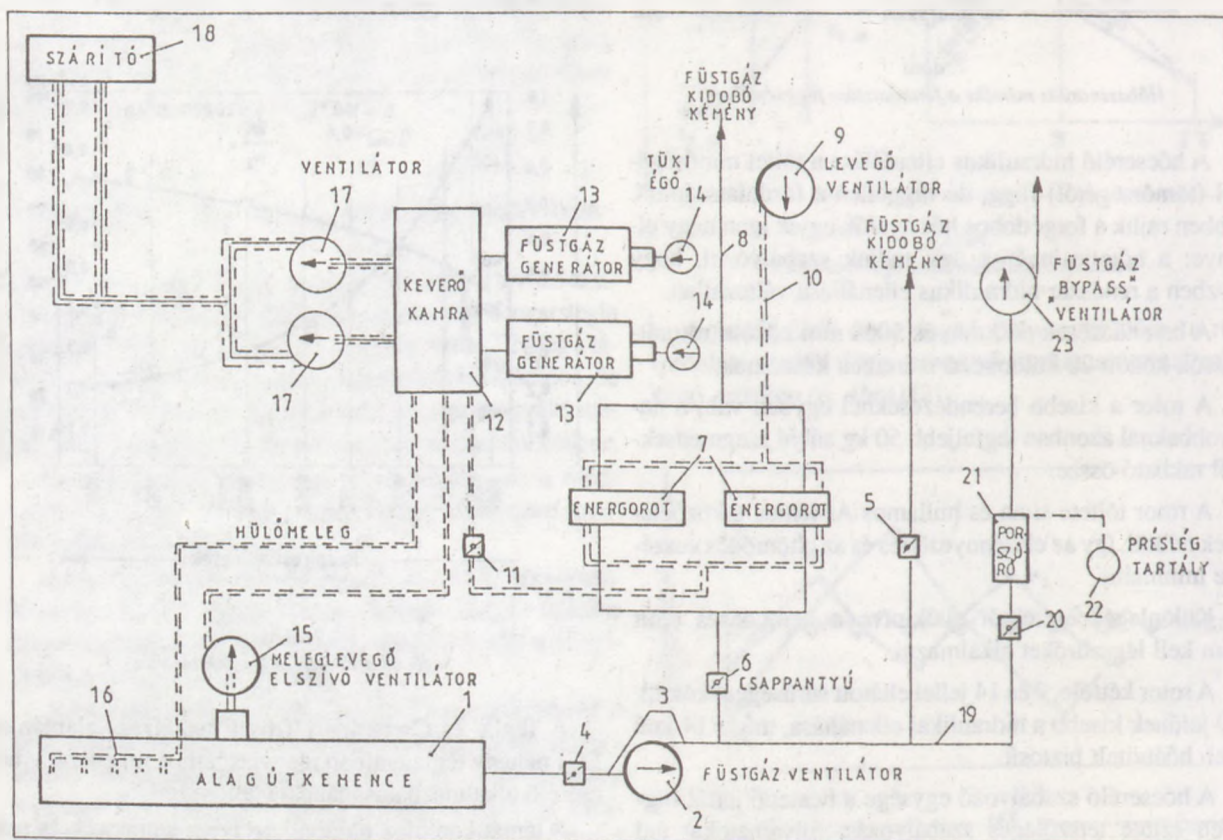
Amennyiben a füstgáz tömegárama megegyezik a levegő tömegáramával, a $\Phi = 0,64$ nagyságú, egyébként $\Phi = 0,6-0,9$ közé esik.

A felmelegedés és lehűlés értékei tehát:

$$t_{12} = t_{11} - \Phi (t_{11} - t_{21}) \\ = 150 - 0,64 (150 - 20) = 67,5 \text{ °C}$$

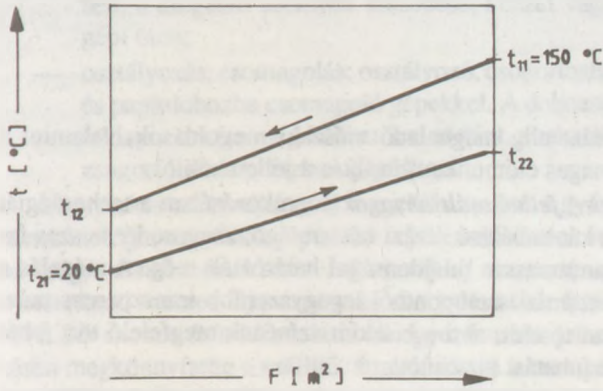
$$t_{22} = \Phi_2 (t_{11} - t_{21}) + t_{21} \\ = 0,64 (150 - 20) + 20 = 105 \text{ °C}$$

A valóságban – amikor a hőcserélő megvalósult, megváltoztatták a kocsitolás gyakoriságát óránként 2 kocsiról



10. ábra
Elvi kapcsolási vázlat

3-ra, és a füstgáz nem érte el a korábban mért 150 °C-ot, sőt jóval alatta maradt.



11. ábra
Hőcserélőre jellemző adatok

A próbaüzemi méréseket 1990. április 10-én végeztük az alábbi értékek mellett

	$t_{közepes}$
$t_{11} = 82-97$ °C	89,5 °C
$t_{12} = 32-39$ °C	35,5 °C
$t_{21} = 18-23$ °C	20,5 °C
$t_{22} = 50-66$ °C	58 °C

Megvizsgáltuk a harmatpontig történő hőhasznosítás lehetőségét is. Ennek érdekében meghatároztuk a füstgáz abszolút és relatív nedvességtartalmát:

A neveltség származása és mennyisége:

1. Földgáz égési levegőjéből

$$650 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \cdot 200,114 \frac{\text{kg}}{\text{Nm}^3} = 74,1 \text{ kg/h}$$

2. Földgáz elégéséből

$$650 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \cdot 201,6 = \frac{\text{kg}}{\text{Nm}^3} = 1040,0 \text{ kg/h}$$

3. Hígító levegőből 345,5 kg/h

4. A téglá 17,5 t/h nedvességtartalma 875,0 kg/h

Összesen: 2334,6 kg/h

$$\text{A füstgázmennyiség } V = 35 \cdot 600 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \cdot 0,853 \frac{\text{kg}}{\text{Nm}^3}$$

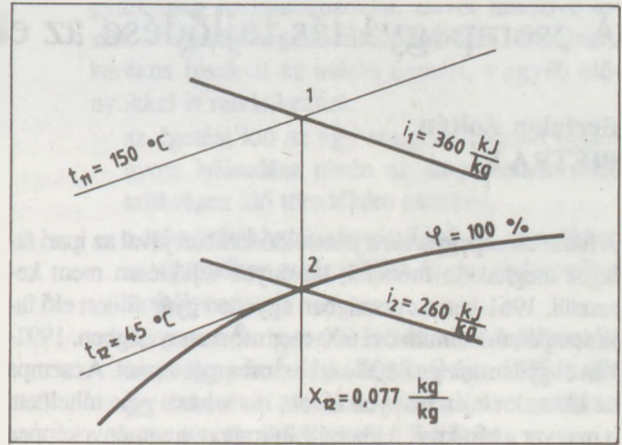
$$= 30367 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$x = \frac{2334,6}{30367} = 0,077 \text{ kg/kg a füstgáz nedvességtartalma.}$$

Az „ix” diagramban az állapotváltozás a 12. ábrán látható.

$$\text{A kinyerhető hőmennyiség: } \Delta i = i_1 - i_2 \\ \Delta i = 100 \text{ kJ/kg}$$

Ez a maximális érték, amennyit ki lehet nyerni a füstgázból, ha a harmatpontig engedjük lehűlni.



12. ábra
„ix” diagram

A próbaüzemi mérések idején az energiamegtakarítás kerekén 54 Nm³/h földgáz volt.

Amennyiben a kemence úgy üzemel, mint azt a tervezést megelőző méréskor találtuk, akkor a rendszerrel 120 Nm³/h földgázmennyiség takarítható meg.

Az energiamegtakarítás költségeiből a beruházás néhány hónap alatt megtérül.

Ugyanakkor nagyon fontos megjegyezni, hogy környezetvédelmi szempontokból is előnyös az ENERGOROT alkalmazása, mivel nem kell elégetni ezt a földgázmennyiséget a füstgáz-generátorokban.

Másrészt a környezeti levegő, ami alacsony relatív nedvességtartalmú, a felmelegítés után a szárítóban hatékonyabb közeg, mint a füstgázok, amelyek a generátor égőjéből származnak.

Értékelve az ENERGOROT hőcserélőt, a tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az egy korszerű gyártmány, a prototípuson sikerült a hibákat felismerni és azokat elhárítani.

Az ENERGOROT hőcserélő a Szellőző Művek gyártmánya. Az Őrbottyáni beruházás összköltsége 6,3 mill. Ft volt.

Irodalom

- [1] Harmata, A. Hőhasznosítás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1985.
- [2] Bogoszlovskij, V. N.: - Poz, M. J.: Hőhasznosítás a lég- és fűtés-technikában. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1987.
- [3] Balikó, S.: Hőcserélő és hőcserélő-rendszerek energetikai optimalizálása, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1984.
- [4] Raznjevic, K.: Hőtechnikai táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Bp., Mladost, Zagreb, 1964.
- [5] Lévai, A.: Hőerművek II. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1964.
- [6] Szilikáitipari kézikönyv (Főszerk. Tamás F. (Budapest Műszaki Könyvkiadó, 1982.
- [7] Pavlov-Romankov-Noszkov: Vegyipari műveletek és készülékek számítása, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1972.

A csempegyártás fejlődése az elmúlt 30 évben

Bertalan Zoltán
PIETRA Rt.

A hazai csempegyártás a jelzett időszakban jóval az ipari átlagot meghaladó mértékű, látványos fejlődésen ment keresztül. 1961-ben az országban egyetlen gyár állított elő falicsempét, maximum évi 600 ezer m² mennyiségben. 1991-ben öt gyár mintegy 8500 ezer m² csempét termel. A csempe az időszak elején hiánycikk volt, ma a hazai piac túltelített, a magyar gyáraknak a liberalizált import eredményeképpen hatalmas mennyiségű külföldi termékkel is versenyezniük kell. Ez a változás bármily impozáns is, önmagában csak mennyiségi növekedés lenne, ami fejlődéssé teszi, az a műszaki, technikai előrehaladás, amely végső soron a gazdaságosság jelentős növekedését eredményezte. Jelen összefoglaló a fejlődés műszaki oldalát mutatja be a

- gyártástechnológia,
- a felhasznált anyagok és
- a gyártott termékek vonatkozásában.

A vizsgált időszakot három fejlődési szakaszra lehet felosztani, megjegyezve, hogy elcsúszások és átfedések természetesen léteznek, de a jellegzetességek kiemelése érdekében ezektől el kellett tekinteni.

Az első időszak 1961-től kb. 1970-ig terjed, *technikai jellemzői* az akkor még egyetlen csempegyárban, a Budapesti Porcelángyárban figyelhetők meg, ahol a háborút követő újjáépítés óta a műszaki színvonal alig változott. Különösen a korszak elején a technológiát a következő megoldások jellemzik:

- présorgyártás: a megőrölt massa szűrőpréses víztelenítésével, a szűrőpréslepenyek műszárítóban történő szárításával, majd kollerjáraton való őrlésével, ahol a nedvességtartalom beállítása kézi locsolással történt;
- préseles: nyomólapos könyökprésekkel, a csempék elszedése és kemencekocsira rakása kézi erővel;
- biszkvitégetés: 1968-ig generátorgázzal, 1968-tól földgázzal fűtött alagútkemencében 60–80 °C helyi és időbeli hőfokeltéréssel;
- mázolás: szalagon, kézi elszedéssel, a mázas lapok samott-tokokba, függőlegesen támasztóékekkel rögzítve;
- kemencekocsi rakás: kézi erővel;
- mázas égetés: generátor-, majd földgázzal fűtött alagútkemencében;
- osztályozás, csomagolás: a kemencekocsikról kézzel szedett csempék méret és felületi megjelenés szerinti kézi osztályozásával. A csomagolás a 20 db-os kőtegek spárgáival való átkötéséből állt.

A teljes technológiai folyamatra tehát a viszonylag egyszerű, kis teljesítményű gépek, a háború előtti színvo-

nalat alig meghaladó műszaki megoldások, valamint a magas élőlátás-ráfordítás a jellemzők.

A *felhasznált anyagok* vonatkozásában a technológiát a kaolinbázisú, kvázi fehérre égő, zsugorodó meszes fajanszmassza tulajdonságai határozták meg. A mázolás a kerámiai szempontból legegyszerűbb transzparens mázzal történt, ami a biszkvit színének megfelelő tört fehér színhatást biztosított.

A fentiekből következően a *gyártott termékek* túlnyomó többsége 150x150 mm méretű tört fehér színű csempe volt. A méretválasztékot a szélhibás lapokból vágott, ún. „feles” (150x75), „kétharmados” (150x100), illetve „öthatodos” (150x125) csempék jelentették. Kis mennyiségben az ólmos alapmáz oxidos színezésével kobaltkék, réz és krómzöld, antimónsárga, barna és fekete csempék is készültek. Ezeket elkülönített mázolósorton, vízszintesen, egyenként samottkazettába töltve a kemence felső szintjén lehetett égetni. A máz nagy hőtágulási együtthatója miatt ezek a lapok már a kemencéből hajszállrepedésesen jöttek ki, ez azonban az akkori megítélés szerint nem számított hibának.

A manufakturális gyártási mód még egy – azóta már elmaradt – színfolttal gazdagította a választékot: a burkolatok befejező sorához egy és két élen legömbölyített (ún. fedő, duplafedő) csempék, valamint a burkolati élek kialakításához „domború és homború lécek”, a sarkokhoz pedig homorú sarokidom készült.

A másik korszak nagyjából 1970 és 1985 közé esik. Ez az egymást követő beruházások időszaka, melyek több vállalatnál, az országban területileg is elszórva valósultak meg. Az egyes műszaki megoldások természetesen eltérőek, de bizonyos meghatározó közös vonások kiemelhetők az alábbiak szerint.

A *gyártástechnológia* csaknem minden fázisa jelentősen megváltozott:

- *présorgyártás*: porlasztó szárítókkal egy lépcsőben, jól szabályozható nedvességtartalommal és szemcseösszetétellel;
- préseles: négy nyomólapos frikciós gépekkel. Kemencekocsi-rakás kézzel és különböző rakógépekkel;
- biszkvitégetés: új vagy korszerűsített, földgáztüzelésű alagútkemencékkel, amelyekben a nagy sebességű égők alkalmazásával és egyéb konstrukciós változtatások eredményeképpen a hőmérséklet-különbség 20–30 °C-ra csökkent;
- mázolás: különböző dekorológépekkel (szitanyomó, discó, szórópisztoly stb.) felszerelt mázólszalagokon. A mázolt csempék elszedése és víz-

szintes elrendezésben kemencekocsira, fésűs tokokba rakása kézzel és töltőgépekkel;

- mázas égetés: földgáztüzelésű alagútkemencékben, a kiégetett csempék kiszedése, kézzel vagy gépi úton;
- osztályozás, csomagolás: osztályozó, csoportosító és papírdobozba csomagoló gépekkel. A dobozok raklapra rakása még kézi erővel történt, a rakatok zsugorfóliázása részben gépesített.

A korszakra tehát néhány új megoldás mellett a gyártástechnológia nagyfokú gépesítése a jellemző. Ennek lehetőségét döntő mértékben a felhasznált új masszátípus, a mérettartó meszes fajanszmassza elterjedése tette lehetővé. Az azonos és a kiindulásaival egyező méret jelentősen megkönnyítette a szállító, átrakó, illetve a csempéket a különböző technológiai fázisokban kezelő gépek kialakítását. Az egyszerű formátum, a gyakorlatilag azonos méret és nagy darabszám: ideális feltételek a gépesítéshez.

Az időszak elején ezt az összetételt kaolinbázison, később a hazai nyersanyagvagyonhoz gazdaságosan igazodva meszes téglalaagyg bázison állították elő a csempegyárak.

A mázak területén a cirkonos fedőmázak vették át a döntő szerepet, amelyeket szintestekkel keverve az alapszínek széles skáláját lehetett előállítani. A felületek további esztétikai gazdagítására elterjedtek a normál s reaktív dekoráló anyagok, és megjelent a korábban a porcelántermékek gyártásában használt dekorfestékek ún. harmadik égetéssel történő használata.

Mindez a gyártott csempék felületi megjelenésének rendkívüli gazdagságát eredményezte, az esztétikai fejlesztés külön fejlesztési ágazattá nőtte ki magát.

A termékek forma- és méretválasztéka azonban – igazodva a mázas égetés fésűs tok méreteihez – igen szegényes volt, a 150x150 mm-es méret uralkodó maradt. Megszűnt a kézimunka-igényes, sokoldalú kiegészítő elemek gyártása, ezek részbeni pótlására egyes üzemek az egy, illetve két oldalél mázbevonását, valamint egy oldal-él hátoldali 45°-os lecsiszolását alkalmazták.

A harmadik korszak kb. 1985-től napjainkig tart. Ebben az időszakban folyamatosan váltja fel a második szakasz műszaki megoldásait egy alapvetően új technológia, főleg a görgős kemencék és az ezekhez szervesen csatlakozó berendezések révén.

- Présorgyártás: porlasztó szárítókkal. Ezek több helyen már az energiamérleget javító hővisszanyerő berendezésekkel vannak felszerelve.
- Préselés: több nyomólapos hidraulikus présekkel. Az elvileg régóta ismert és alkalmazott hidraulikus rendszer újbóli térhódításának fő oka, hogy a frikciós gépeknél jobban elektronizálható és teljesítménye nagyobb. A ma már 1000 tonnán felüli nyomóerejű gépek egyszerre sokkal nagyobb felületet képesek préselni, mint a frikciós rendszerűek.
- Égetés: görgős kemencékkel. Ezek a berendezések az energiaválságok során váltak a burkolólap

gyártásban meghatározókká, mivel lehetővé teszik az égetési segédeszközök nélküli, energiatakarékos biszkvit és mázas égetést, s egyéb előnyökkel is rendelkeznek:

az égetési idő az egy rétegben történő égetés gyors hőtáradása révén az alagútkemencében szükséges idő töredékére csökken,

a hőmérsékletingadozás 5–10 °C-ra csökken az új égőkonstrukciókkal és az elektronikus szabályozással,

a kemencék igen rövid idő alatt leállíthatók, majd egy készenléti állapotról újra felfűthetők, így lehetővé teszik a hétvégi üzemszünetet vagy egyéb okból történő leállítást,

az égetési mód gyakorlatilag nem korlátozza a gyártható termékek méretét és formáját.

Külön említést érdemel, hogy a görgős kemencék alkalmazása tette lehetővé a falburkoló csempék egyszeri égetéssel történő előállítását. Ez azonban nem szorította ki a kétszeri égetést, mivel ez utóbbi a termékválasztékban és minőségben bővebb lehetőségekkel rendelkezik:

- mázolás: a korábbi időszakhoz képest alapvetően nem változott, de a mázolt lapokat tárolókba továbbító berendezések az új égetési módhoz igazodva, teljesen új konstrukciók;

- osztályozás, csomagolás: a különböző méretekhez és formákhoz rugalmasan alkalmazható, több lap egyszerre történő áttekintését biztosító osztályozógépekkel. A gép által becsomagolt és feliratozott dobozokat automata berendezés helyezi raklapokra, beprogramozható formájú és felépítésű rakatokat képezve.

A technika általános fejlődési irányának megfelelően valamennyi gép – a görgős kemencét is beleértve – elektronikus vezérlésű, ami nemcsak a gépkezelés szubjektív elemeit csökkenti, hanem a termelésnyilvántartás adatainak megbízható gyűjtését, rögzítését és részbeni feldolgozását is biztosítja.

A felhasznált anyagokkal szemben, főleg a rövid égetési idők miatt, új követelményeket támaszt ez a technológia. A mérettartó masszák szerencsés módon a gyorségetésre is alkalmasak, de az alagútkemencés mázas égetésnél használt mázak helyett teljesen más összetételek alkalmazása szükséges. Elterjedt az engobok használata, ami lehetővé teszi a transzparens alapmáz újbóli alkalmazását, és így bizonyos „mélységthatású” felületek létrehozását. A harmadik égetésben megjelennek a különleges anyagok: arany, platina, lüszterek stb. Jelentős szerepet kap a matricázott csempék gyártása.

A termékek vonatkozásában a legdöntőbb fejlődést mégis a méretkötöttségtől való megszabadulás hozta, amelynek folyamányaképpen a legváltozatosabb méretű és formátumú csempék gyártása indult meg. A formatervezők fantáziája ezen a téren is szabad utat kapott, és bár a használhatóság (felrakási technológia, hiánypótlás)

szempontjai korlátozzák a valóban kivitelezett változatok körét, a skála így is igen széles. Méretben 300 mm körüli a domináns méret felső határa. A formák jellemzője maradt az egyenes vonalakkal határoltság, egyedül az igen ötletes „piskóta” idom kivétel ez alól. Sok olasz üzem gyárt több, általában két formátumból álló, összeilleszthető kompozíciót. A hazai paletta ma még természetesen szűkebb, de a változás e tekintetben itthon is igen jelentős mértékűnek mondható.

Az áttekintés végén két adat érzékelteti e 30 éves fejlődés nagyságát. Az egyik – mivel igen energiaigényes technológiáról van szó – a fajlagos energiaszükséglet, amely a korszak elején kb. 10 GJ/tonna volt, ma kb. 2,3 GJ/tonna. Még ennél is látványosabb a termelékenység alakulása. 1961-ben mintegy 100 fő munkaerő kellett évi 100 ezer m² csempe előállítására. Ma ehhez 10 fő is elegendő.

Átgondolva a felvázolt fejlődést, óhatatlanul felvetődik a kérdés: hogyan tovább? Milyen lesz a csempegyártás jövője? Erre a kérdésre természetesen nem adható pontos válasz. Az ipari kutatások ezen a területen is folynak, és nem kizárt, hogy a laboratóriumokban már alakulnak egy teljesen új technológia alapjai. A rendelkezésünkre álló információk azonban inkább azt mutatják, hogy az évezred végéig még a ma ismert eljárás továbbfejlesztése várható. Ez azért is

nagy valószínűséggel prognosztizálható, mert tudjuk, hogy a görgős kemencére épülő gyártási folyamat még sok fejlesztési tartalékkal rendelkezik. Kézenfekvő például az önmagukban elektronikus vezérlésű gépegységek összekapcsolása egy központi számítógép irányítása alá, ami a teljes folyamat optimalizálását tenné lehetővé, a mindenkor megadott gazdasági, műszaki prioritások függvényében. Ez esetben elegendő megadni a gyártási programot és az optimum paraméterek sorrendjét; a többi a számítógépek feladata, amelyek megadják a szükséges bemeneti feltételeket, anyagokat, munkaerőt, karbantartási programot stb. Ez a jövő csempegyára és remélhető, hogy mi még látni fogjuk működni Magyarországon is.

Összefoglalás

A hazai csempegyártás elmúlt 30 éve három karakteres időszakra osztható a gyártástechnológia, a felhasznált anyagok és a gyártott termékek alapján. Az első korszak a manufaktúrális, a második a mechanizált, a harmadik a görgős kemencére épülő, gyorségetéses, energiatakarékos, részben automatizált technológia időszaka. A fejlődés a teljes automatizáció irányába mutat.

Pályázati kiírás

A SZILIKÁTIPAR FEJLESZTÉSÉÉRT Alapítvány kuratóriuma pályázatot hirdet az alábbi témákban:

I. „A hazai szilikátipar fejlesztési lehetőségei az EXPO vonatkozásában”

Pályázni lehet olyan teherhordó, térkitöltő, burkoló, szigetelő, informatika (reklám és hírközlési), az EXPO infrastruktúráját (pl.: lég- és szennyvíztisztítást, hulladékkezelést) szolgáló stb. szerkezeti anyagokkal, melyeket a hazai szilikát- és építőanyag-ipar gyárt ugyan, de az EXPO építkezésénél újfajta, ill. speciális alkalmazásban kerülhet szóba, vagy aminek gyártására megvan a reális lehetőség. Pályázni lehet továbbá olyan: egyéni kutatásból, szakirodalomból vagy külföldi tapasztalatokból származó megoldásokkal és a hozzá való szerkezeti anyagokkal, melyek elősegítenék az EXPO gyors, gazdaságos és esztétikus építkezéseit.

II. „Nemzetközi innovációs eredmények és tapasztalatok a magyar szilikátiparban történő hasznosításában”

Pályázni lehet mind a kutatás és műszaki fejlesztés terén elért eredményekkel (pl. új anyagok reprodukálása, új vizsgálati eredmények bevezetése stb.), mind a termelés területén végrehajtott új eljárások, technológiák és gyártmányok bevezetésével, illetve korszerűsítésével (pl. új termékek, automatizálás, környezetvédelem stb.).

A pályaműveknek tartalmaznia kell a kitűzött fejlesztés célját, a külföldi megvalósítás helyét vagy az információ forrását, valamint a megvalósított megoldást és annak műszaki-gazdasági eredményességét.

Előnyben részesülnek azok a pályázati munkák, melyek a gyártási és felhasználási technológia (nyersanyagforrásokra, költségszámításokra, gyártóra és kivitelezőre is esetleg kiterjedő) részletes leírását és a szükséges műszaki paramétereket tartalmazzák.

A pályázat jeligés, a pályázó adatait tehát jeligével megjelölt borítékban kérjük közölni. A munkákat szakértőkkel bíráltatjuk el.

A pályaművek benyújtási határideje: **1992. november 15.**

A SZILIKÁTIPAR FEJLESZTÉSÉÉRT Alapítvány kuratóriumának címe: SZTE, 1027 Budapest II., Fő u. 68.

Bemutatkozik a DORST cég

A DORST céget 1863-ban Oberlindben (Thüringia) alapították. A második világháború után működését 15 munkatárssal 1950-ben, Köchel am See-ben, Münchentől mintegy 60 km-rel délre kezdte újra.

Ma a Dorst nevet mind a kerámia-, mind a porkohászati iparban alkalmazott csúcstechnológiája miatt világszerte elismerik. Hírünk és nevünk állandó, ügyfeleink igényeivel szorosan összehangolt fejlesztésre és innovációra kötelez.

Létszámunk 1991 végén 710 fő volt. Ebből 535 fő dolgozik a törzsgyárban Köchelben és 175 fő fiókküzemünkben Kötzingenben, Kelet-Bajorországban, ahol főként mechanikai prések sorozatgyártása folyik egészen 140 t (1400 kN) maximális nyomásig.

Teljes forgalmunk kb. 130 millió DM, melynek 2/3 része a porkohászatból származik. Teljes exporthányadunk mintegy 80%, melyen belül az utóbbi években jelentős növekedés mutatkozott a keleti piacokon [pl. Magyarország, Szovjetunió (FÁK)].

A DORST cég vállalatfilozófiája a következő: por alakú anyagok sajtolásához gépek és berendezések fejlesztése, gyártása és eladása.

A vállalati profil két részre tagolódik:

1. kerámia,
2. porkohászat.

A kerámiaiparban a DORST jelenleg főként az alábbi területeken tevékenykedik:

- előkészítési technika (súlypont a porlasztva szárító),
- fal- és padlóburkoló lapokhoz prések gyártása,
- szaniteráruk gyártásához fröccsöntés,
- izosztikus edénysajtolás.

A porkohászat területén a DORST a porkohászatban és a műszaki kerámiák gyártásánál a formázáshoz szükséges berendezések gyártásával foglalkozik.

Termékpalettánk a következő axiális sajtolási technikákat foglalja magában:

- TPA típusú mechanikus sajtolóautomaták,
- DK típusú mechanikus sajtoló- és kalibráló automaták,
- TPA-H típusú hidraulikus sajtolóautomaták.

Gyártási programunkban szerepelnek még PI sorozatú hideg izosztikus présautomaták, a V típusosorozatú vákuumcsigaprések, HPA típusú hidraulikus présautomaták nedvesferrit gyártásához, valamint elektromos felügyelő, ellenőrző és kezelő rendszerek. Napjainkban a DORST

kínálja a legszélesebb termékskálát, és fejlesztései eredményeként a porkohászati iparban kompetens üzletfél.

Fő felhasználási területek:

- szinterfémek formálása (autóalkatrészek),
- vágó szerszámok (keményfém, vágókerámiák),
- mágnes technika (kemény- és lágyferritek, SE mágnesek),
- műszaki kerámia (elektronikai alkatrészek, nagy teljesítményű telepek, környezetvédelmi technika).

1991. január óta a cég a mechanikus DORST-prékek felújítására saját felújító központot (D-R-C) működtet, mely a vállalat keretén belül önálló egységként üzemel. Ezzel ügyfeleinknek biztosítani tudjuk a beruházott gépek hosszú élettartamát. Ezen intézkedések a Dorst-prékek értékét vevőink körében tovább növelik.

Mindkét témakörben – kerámia és porkohászat – a DORST cég saját oktatási – kutatási központot tart fenn, ahol alapkísérleteket folytatunk, illetve az ügyfeleknek bemutatókat tartunk. Itt történik a vevők gyakorlati kiképzése is.

A DORST már évek óta különös súlyt helyez a gyors tartalék alkatrész szállításra és a jól képzett szervizszemélyzetre. A legkeresettebb géptípusok tartalék alkatrészeiből nagyon gazdag raktárkészletet tartunk fenn törzsgyárunkban, Köchelben. Ezenkívül köztudott, hogy a DORST-szerviz még 30 évnél idősebb gépekhez szükséges pótalkatrészekkel is rendelkezik.

A DORST cégnél jelenleg 50 szervizmérnök gondoskodik az egész világra kiterjedő szervizhálózat működéséről.

A mechanikus DORST-prések sikeres tervezésük, nagy megbízhatóságuk, tartós és pontos kivitelezésük alapján évtizedek óta világszerte kiváló hírnevet élveznek. Eddig mintegy 10 000 db-ot gyártottak le ezekből a présekből.

További fejlesztéseink célja gépeink alkalmazhatóságának, pl. a szerszámcsere megfelelő rendszerével és a beállított értékek gyors reprodukálhatóságával történő további javítása, hogy vevőinknek ne csak kompressziós préseket, hanem komplett formázó egységeket kínálhassunk. Ezzel egy feladat teljes megoldása megvalósítható sajtolással, porhózzávetéssel, kezelőrendszerrel, folyamatellenőrzéssel és dokumentációval. Egy jól berendezett oktatási bázis segítségével, vevőinkkel történő intenzív együttműködéssel és átfogó eljárás technikai ismeret-

tekkel jelenlegi gyenge pontjainkat a jövőben sikeressé tesszük.

Információ:

DORST-MASCHINEN- UND ANLAGENBAU

Otto Dorst u. Dipl.-Ing. Walter Schlegel GmbH
D-8113 Kochel a. See
Telefon: 08851-188-0
Telex: 59842
Telefax: 08851-188-310

Maerz-rendszerű aknakemencés mészüzem a HCM Rt.-ben

Demény Péter
HCM Rt., Miskolc

Előzmények

Hejőcsabán már régi hagyományai vannak a mészégetésnek, melynek alapja a Miskolctapolca környékén levő jó minőségű mészkő. Az első mészüzem egy kézi kiszolgálású Hoffmann-rendszerű körkemence volt, melyet 1914-ben helyeztek üzembe. Ezt követte 1950-ben a 60 t/nap teljesítményű forgókemence. A következő állomás, 1965-ös üzembe helyezéssel, a maga idejében korszerű, teljesen hazai konstrukciójú, földgáztüzelésű, öt aknakemencés mészüzem, 400 t/nap teljesítménnyel, jó minőségű termékibocsátással.

Az eltelt 26 éves időszak alatt azonban ez az üzem is korszerűtlenné vált egyrészt a magas hőenergia-igénye, másrészt a lakókörnyezetet terhelő magas zajszintje miatt. Ilyen előzmények után határozta el a társaság egy új, korszerű mészüzem építését, melynek létrehozására – a darabos égetett mész gyártástechnológiája területén világelső – svájci „MAERZ” céggel kötött szerződést.

Az építkezés 1991 elején kezdődött Maerz-tervek alapján, és az év végére a kivitelezés is befejeződött. Az üzemi próbákra és az üzembe helyezési eljárásra 1992-ben került sor.

A kemence többfajta mészkőfrakcióból képes kiváló minőségű darabos égetett mész előállítására. Energiatakarékos üzemű, fajlagos energiafelhasználása kedvezőbb, mint a régi, hagyományos aknakemencéké. Környezetvédelmi szempontból is óriási fejlődést jelent, mert minden ilyen irányú paramétere kielégíti a hazai előírásokat.

A gyártott mész minősége és jellemző tulajdonságai

A HCM Rt.-ben előállított mész az MSZ 08/2–88 szabványban a 85-ös minőségi fokozatú termékre előírt követelményeket magasan kielégíti. Fizikai jellemzői alapján közelebb áll a lágyan égetett mészhez.

Jellemzők	MSZ 108/2–88. szerint	
	előírt érték	márc. havi átlag
aktív CaO+MgO tart. %	85	90,6
MgO tart. % legfeljebb	10	1,1
CO ₂ tart. % legfeljebb	5	2,7
SO ₃ tart. % legfeljebb	2	0,1
szaporaság dm ³ /kg legalább	2,6	2,9
oltási maradék 0,63 mm-es szitán % legfeljebb	10	9,3
reaktivitás	–	333
4 mol/dm ³ HCl fogyás	–	408

Alkalmazási területei

- A konverteres acélgyártáshoz betétanyagként történő felhasználásra alkalmassá teszi az égetett mész alacsony MgO, SiO₂ és S tartalma, valamint a mész lágy égetettsége folytán kialakult jó reakcióképessége.
- A Bayer-féle timföldgyártásnál felhasználható adalékos feltárásnál feltárási adalékként, komplex kausztifikálási technológiánál reagensként, lúgtisztítás során szűrési segédanyagként.
- Vegyiparban és élelmiszeriparban gyártási segéd- és adalékanyag.
- Az építőiparban falazó- és vakolóhabarcsokhoz kötőanyag.
- A mezőgazdaságban talajjavításra és talajstabilizálásra alkalmazható.
- Felhasználható méshidráttal gyártására.

KÖSZÖNJÜK!

Köszönjük PALÓCZ MÁRIÁNAK, egyesületünk ügyvezető titkárának azt az odaadó és áldozatos munkát, amelyet mintegy két évtizeden át kifejtett egyesületünkért és annak tagságáért. Most, amikor nyugállományba helyezését kérte, nem tehetünk mást, mint megkísérelni szavakban kifejezni hálánkat és köszönetünket.

Palócz Mária — elődjének, Pál Dezsőnének nyugállományba vonulása miatt — 1973 októberében ideiglenesen vette át az egyesületi munka irányítását. Tudta és ismerte a reá váró feladatok nagyságát és nehézségeit, de tudta azt is, hogy az elvárásoknak csak teljes odaadással végzett munkával tehet eleget. Tevékenysége elismeréseként a MTESZ főtitkárhelyettese szervezőtitkári megbízását és egyben az „Építőanyag” című folyóirat segédszerkesztői feladatainak ellátását 1974 áprilisában véglegesítette. A Szilikátipari Tudományos Egyesület vezetősége e felterjesztéssel biztosította a lap, az egyesületi munka és az egyesületi tagság legszorosabb kapcsolatát.

1974-től egyesületünk életének minden mozzanata Palócz Mária nevéhez is fűződik. Számtalan nagyszerű ötlettel, elgondolással igyekezett segíteni egyesületünk vezetőségét, és mozgósítani tagságát a nem mindig könnyű feladatok megoldására. Tevékenységének eredményei közé sorolható a nagyszámú sikeres hazai és külföldi rendezvény, egyesületünk megismertetése és elfogadtatása a különböző cégekkel és szervezetekkel.

A külföldi cégek (Lurgi, Riedhammer, Putin, Dorst, Netscht, Sorg, Didier) megbízására szervezett rendezvények sikerét bizonyította a többszöri megkeresés és a kollegiális, baráti kapcsolatok kialakulása. Jó szervezőkészségével, tapasztalataival elévülhetetlen érdemeket szerzett a (bolgár, német, angol, kínai, szovjet stb.) testvérszervezetekkel létrejövő tudományos együttműködésben. Nevéhez fűződik az üzemi csoportok és az összekötői rendszer kialakítása, valamint az egész ipart átfogó kétnapos szakmai rendezvények szervezése. A Szilikátipari Ifjúsági Napok kiterjesztésével fórumot létesített a fiatal műszakiak szakmai bemutatkozására is.

Fáradhatatlanul munkálkodott azon, hogy az egyesület olyan barátságos környezetű hely legyen, ahová tagjai mindig szívesen jönnek. Ezt célozta a Szabadság téri, az Anker közti, majd a Fő utcai székhely egyszerűen elegáns, de a célnak megfelelő berendezésének biztosítása is. 1990-től – az egyesület jogi személyiségtől – létrejövő önálló gazdálkodásban nagy lelkiismeretességéről és az anyagi javakkal való takarékoságáról tett tanúságot.

Rendkívüli emberismerete segítette az egyes feladatok megoldásához a legmegfelelőbb partnerek megválasztásában. Az egyesületi munka töltötte be élete döntő részét. Igazi gazdaként őrködött egyesületünk javai felett, és meghatározó szerepet vállalt annak szépítésében, fejlesztésében, tagságunk létszámának növelésében. Szeretettel és meggyőződéssel irányította munkánkat, s ez a magatartás visszatükröződött tagságunk vele szemben megnyilvánuló nagyrabecsülésében és tiszteletében.

Kiváló műszaki, gazdasági munkája elismerésül 1975-ben az „Építőipar Kiváló Dolgozója” miniszteri kitüntetésben részesült. 1982-ben a Magyar Szabványügyi Hivatal elnökétől „Szabványosításért” emléklapot kapott. 1986-ban az egyesületi közgyűlés határozata értelmében számára „Szilikátiparért” érmet adományoztak. Munkája sikeres korszakot fémjelez egyesületünk életében.

Most, amikor Palócz Mária, vagy ahogy mindenki hívja „egyesületünk Marikája” megkezdte a megérdemelt pihenés időszakát, megköszönjük neki mindazt, amit egyesületünkért tett.

A SZTE elnöksége, az „Építőanyag” folyóirat szerkesztőbizottsága és egyesületünk minden tagja nevében jó egészséget és sok örömet kívánunk családjá és barátai körében.

A SZTE új ügyvezető titkára

A Szilikátipari Tudományos Egyesület vezetősége pályázatot hirdetett az ügyvezető titkár munkakörének betöltésére.

A több pályázó közül, a vezetőség javaslatára, az Országos Elnökség ez év június 11-i ülése dr. Szalóki Gyulánét bízta meg 1992. augusztus 1-jétől az ügyvezető titkári munkakör betöltésére.

Ildikónak kívánjuk, hogy friss erővel és lelkesedéssel folytassa ezt a nagy felelősséggel járó munkát, amihez tagságunk segítségét és támogatását kérjük.

Az SZTE vezetősége

PRO ARTE VITRARIA-DIJ

Tasnádiné Marik Klára művészettörténész, az Iparművészeti Múzeum Kerámia- és Üvegosztályának volt vezetője, a művészeti szépség rajongója és a művészi alkotások őszinte tisztelője 1987. évben létesítette a PRO ARTE VITRARIA Alapítványt. Célja a magyar üvegművészet fejlődése érdekében technikai, tudományos és szakirodalmi területen tevékenykedő és kiváló eredményt elért személyek jutalmazása volt.

1991. évben az alapítvány díjait egyesületünknek, illetve Deák Mihály főmérnöknek, a SZTE Üvegosztály volt elnökének ítélte oda az alapítványt gondozó Képzőművészek, Iparművészek, Művészeti Dolgozók Szakszervezetének Kuratóriuma.

Mind egyesületünk, mind Deák Mihály sokat tett és tesz az üvegyipar tudományos kérdéseinek napirenden tartásáért, nagy súlyt helyez az üvegművészet népszerűsítésére és üvegyiparunk nemzetközi meg- és elismertetésére.

A díjak odaítélésében munkánk elismerését látjuk, és azokért őszinte köszönetünket fejezzük ki.

1992. május

az SZTE vezetősége

A SZIKKTI munkatársakat keres

A SZIKKTI, átszervezéssel és átalakulással kapcsolatban az *anyagipari kutatás és fejlesztés* iránt érdeklődő munkatársakat keres különböző területekre (kutatás, iparjog, pénzügy, marketing stb.) és beosztásokra (pl. témamenedzser, kutató munkatárs stb.) *határozott időre*.

Jelentkezés: *azonnal*, ill. folyamatosan.

Személyes vagy írásbeli megkeresésre részletesebb írásos tájékoztatót adunk. (Megkeresését, amely adatbázisunk részét képezheti, bizalmasan kezeljük.)

Cím: *Igazgató*, SZIKKTI, 1034 Budapest III., Bécsi út 124.

RENDEZVÉNYEK (1992. II. félév)

Energiafelhasználás Magyarország téglá- és cserépipari vállalatainál c. szeminárium és műszerbemutató

1992. július 1–2. Budapest, Fő utcai székház (II. em. 219. és VI. cm. 602.)

(Programot itt tudunk szétosztani az érdeklődőknek.)

Különösen a Durvakerámia Szakosztály részéről mindkét napra résztvevőket várunk.

XII. Szilikátipari Ifjúsági Napok

1992. augusztus 27–28., Veszprémi Egyetem

Előzetes program:

1992. augusztus 27. (csütörtök)

10.00: Plenáris ülés

14.30: Szekció-előadások

Cement és Beton

Durvakerámia, tűzálló és hőszigetelő

Finom- és műszaki kerámia

Üvegszekció

1992. augusztus 28. (péntek)

Üzemlátogatás: VÁÉP Bramac

Zirci Arborétum megtekintése.

GLASTEC 92: Ablak a világ üvegyiparára

12. alkalommal kerül megrendezésre – szeptember 22-től 25-ig – Düsseldorfban a GLASTEC Nemzetközi Szakvásár (gépek, berendezések, alkalmazás, termékek tematikával). A GLASTEC világméretben a legnagyobb és legjelentősebb szakvásár, mely az üvegyipar összes ágazatát felfoľleli.

Információ: Düsseldorffer Messgesellschaft,

D-4000 Düsseldorf 30, Pf. 320203.

Telefon: (0211) 45 60-01;

Telefax: (0211) 45 60-668

„MINŐSÉGI HÉT” nemzetközi konferencia

A Magyar Minőség Társaság és a „Minőségért” Alapítvány szeptember 13–18. között rendezi meg Budapesten a Magyar Honvédség Művelődési Házában (XIV., Stefánia út 34.) kiállítással egybekötve a „MINŐSÉGI HÉT” nemzetközi konferenciát. A rendezvény alkalmával a következő szekciókban egy-egy iparág speciális kérdéseivel foglalkoznak:

Élelmiszeripar

Építés

Gépipar, kohászat

Gyógyszeripar, vegyipar

Információtechnika,

számítástechnika

Információ: Konferencia Iroda, Bp. IX., Üllői út 25.

Telefon: 118-3011/312; telefax: 118-0267

Közlekedés, távközlés

Környezetvédelem

Kultúra, oktatás

Mezőgazdaság

Szolgáltatóipar

360 t/óra teljesítményű cementőrlő berendezés

1990. év végén helyezték üzembe a Compagnie des Ciments Belges (CCB) vállalatnál a világ egyik legnagyobb teljesítményű cementőrlő berendezését, amely 360 m²/kg Blaine-szerű fajlagos felület mellett 360 t/h teljesítményt ért el.

A berendezés fő egységei: ϕ 5,8 m x 17 m csőmalom elé kapcsolt POLYCOM típusú anyagágyas hengermalommal, 5 db dinamikus osztályozó, továbbá cementhűtő rendszer. A csőmalom meghajtását 8,7 MW névleges teljesítményű gyűrűmotor végzi. A henger-, illetve görgőmalom görgőinek mérete: ϕ 2,0 x 1,0 m, meghajtására 2 db, egyenként 1250 kW teljesítményű motor szolgál.

800 m²/kg fajlagos felületű cement őrlésére alkalmas őrlő rendszer

A Ciments d'Origny francia cementgyárban az 1991. év őszén helyezte üzembe a Kubota Tower Mill Corporation azt a függőleges tengelyű őrlőberendezést, amely kis- és közepes termelési teljesítmények mellett 750 kW meghajtó teljesítmény igénybevételével képes 800 m²/kg fajlagos felületű cement vagy ásványi anyag őrlemények előállítására.

A Tower Mill (toronymalom) lényegében kisméretű őrlőgolyókkal feltöltött hengeres őrlőedényből áll, ahol az őrlőgolyókat csigás keverőmű hozza mozgásba. A csigás keverőmű rotációs mozgása az őrlőgolyók felfelé irányuló elmozdulását eredményezi, amire vízszintes síkú mozgások szuperponálódnak. Az őrlőgolyóknak ezen háromdimenziós mozgásállapota a felülről az őrlőhengerbe bevezetett anyag intenzív súrlódásos igénybevételéhez vezet. Az őrlemény kihordását a malomból pneumatikus rendszer biztosítja.

Cementipar, a Magyar Cementipari Szövetség lapja. 20. 5. sz. 4. (1992).

DORST és Fa. CREMER cégek részvételével SZAKMAI NAP a Veszprémi Egyetemen, 1992. április 23.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület, a Gépipari Tudományos Egyesület veszprémi szervezete, a Veab Szilikástechnológiai Munkabizottsága és a MTESZ Veszprém Megyei Szervezete közös rendezvényén két német cég képviselői ismertették a legújabb porkohászati eljárásokat, fejlesztési elképzeléseiket, valamint a porkohászatanban, műszaki kerámiagyártásban alkalmazott kemencéket.

Dr. E. Fischer (DORST) a „Korszerű műszaki kerámia alkatrészek gyártása száraz sajtolással” c. előadásában áttekintést adott az eljárás kialakulásáról és a jelenlegi alkalmazásának lehetőségeiről. Külön előadásban kitért az axiális sajtolásra.

Dipl. Ing. Hauptmann (DORST) előadásában ismertette a műszaki kerámia alkatrészek gyártására használt atomizereket.

Dipl. Ing. Schoemann (DORST) a műszaki kerámiák és porkohászati módszerrel gyártott alkatrészek kialakításának konstrukciós elveit foglalta össze. Gyakorlati példákat mutatott be a kemény- és lágyszerű, műszaki kerámiák, automatikus CIP-rendszerek, CAM-rendszerekben gyártott forgácsoló lapkák területén.

Dir. Cremer (CREMER) előadásából információt kaptunk a porkohászatanban alkalmazott kemencékről.

A nagy szakmai érdeklődést jelezte, hogy a rendezvényen 30 cégtől 80 szakember vett részt.

Hirdessen az Építőanyag c. folyóiratban!

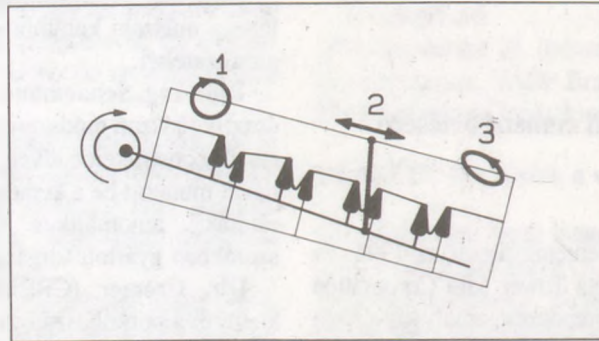
Horváth Ottó
IFE Képviselő, Budapest

Az IFE AG, A-3340 Waidhofen/Ybbs több mint 30 éve foglalkozik különféle osztályozó berendezések tervezésével és előállításával. Az utóbbi évek fejlesztési eredménye a TRISOMAT márkanevű hullámszita.

Ez a szita kitűnő eredményt ér el a nehezen szétválasztható termékek osztályozásánál. Eredményes működését a szén, homok, kavics, komposzt osztályozásánál bizonyította ez a teljesen új szítási koncepció.

szétválasztható anyagok esetében is egy gyors fellazítást és ezzel összefüggésben nagy feladási teljesítményt biztosít.

- Egyenes vonalú mozgás a szita közepén. Ez a rezgésforma gondoskodik a szítaszövet és az anyag megfelelő találkozásáról és ezért egy jó hatásfokú szításlásról.
- Ellipszis alakú mozgás a szita kifolyásánál. Ez az anyag haladási irányával ellentétes mozgás csökkenti az anyag mozgási



TRISOMAT-szita három rezgésformájának működési elve

A TRISOMAT-szita elvét a két egymáshoz képest elmozduló szitakeret adja. A keresztirányú tartók a belső és a külső kerethez vannak rögzítve. Az erre rögzített szítaszövetek a keretek mozgása következtében megfeszülnek, illetve ellazulnak. A szítaszövet mozgása közben fellépő nagy gyorsulás megakadályozza a szövet betapadását, illetve beragadását.

A keretek mozgatását egy excenteres hajtás végzi. Mindkét keret speciális csuklós része biztosítja, hogy a külső kereten három különböző rezgésforma képzdjön (1. ábra):

- Kör alakú mozgás a szita feladásánál, az anyaghaladási irányval megegyezően. A nagy függőleges irányú rezgés a nehezen

sebességét. A szítálandó anyag átrétegződik, és ezzel egy különösen intenzív osztályozás történik a megkívánt elválasztási határnál.

Az egyszerű és masszív kivitel nagy üzembiztonságot ad. Az alacsony karbantartási igény és a sokrétű rendelkezésre állás egy problémamentes megoldást biztosít.

Az IFE a „háromfázisú szításlás” ötletével egy új normát vezetett be a hullám-szításlás fejlesztésében.

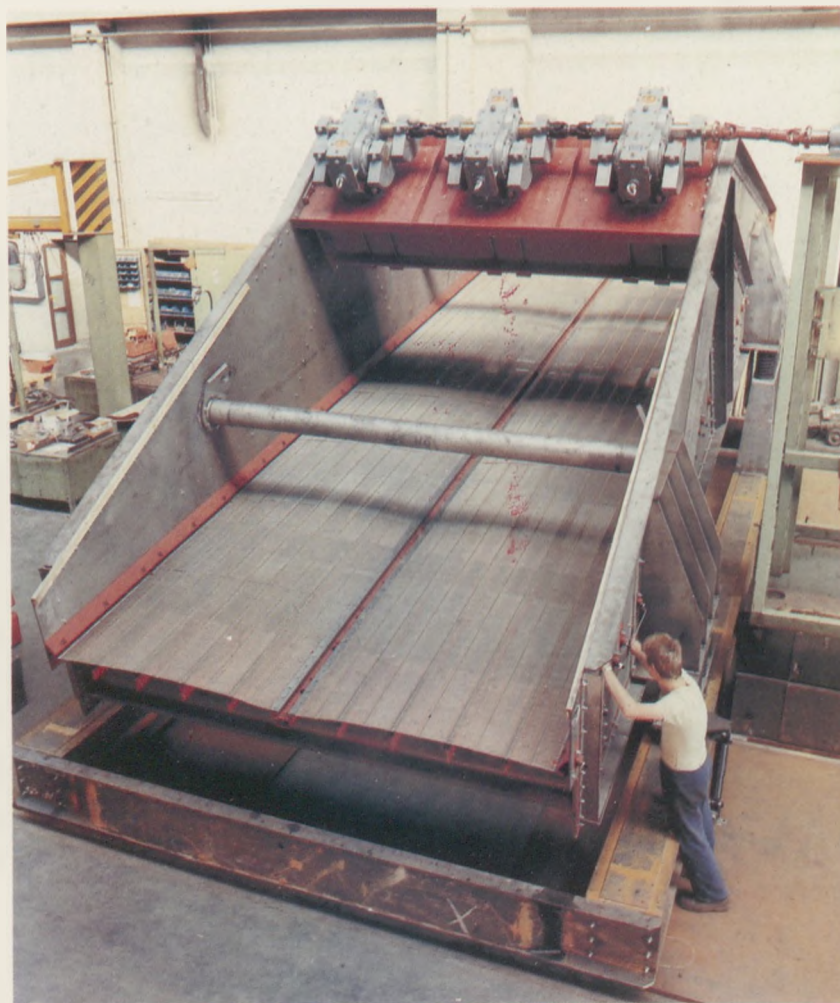
E speciális szitán kívül természetesen ajánlja az IFE a hagyományos szitáit: lineáris és körgerjesztésű szitákat, banánszitákat 50 m² szítafelületig, víz alatti osztályozószitákat és a finomsztályozó szitákat.

IFE SZITÁK

IFE TRISOMAT-hullámszita
állvánnyal, illetve fedéllel



IFE Lineáris rezgésű szita
US 3,2x10,0 m



IFE-sziták fajtái:

- sziták előleválasztáshoz
- sziták osztályozáshoz
- sziták víztelenítéshez,
zagyszűréshez
- durva sziták 50 m² szitafelületig
- speciális sziták

IFE Sizer

IFE TRISOMAT

IFE víz alatti szita

IFE Képviselő

1091 Budapest, Ferde u. 1-3.

Tel.: 127-6208, 127-4694

Fax: 127-5825



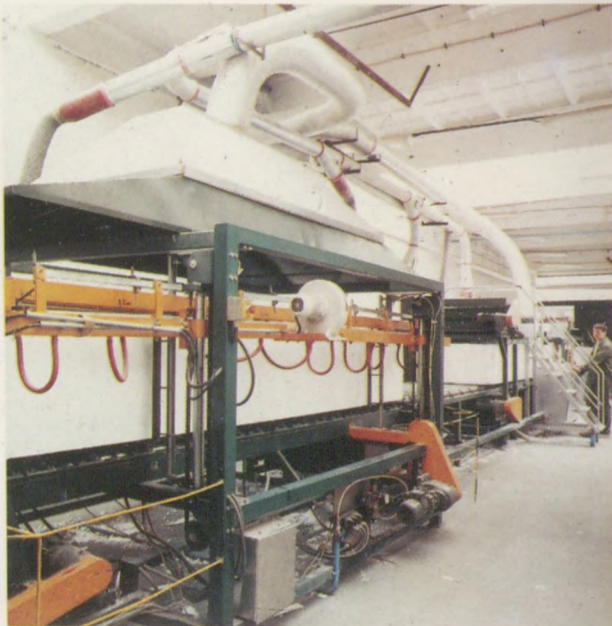
AUSTROTHERM



Hőszigetelőanyag Gyártó Kft.

Győr, Fehérvári u. 75. Tel.: (96) 12-208, 12-086; Fax: (96) 12-086

Budapesti képviselő: Tel./fax: (1) 226-8577



Termékek

- AUSTROTHERM AT-H2 homlokzati hőszigetelő lemezek
- AUSTROTHERM AT-N1-5 normál hőszigetelő lemezek
- AUSTROTHERM AT-L lépéshang-szigetelő lemezek
- AUSTROTHERM homlokzati hőszigetelő bevonatrendszer