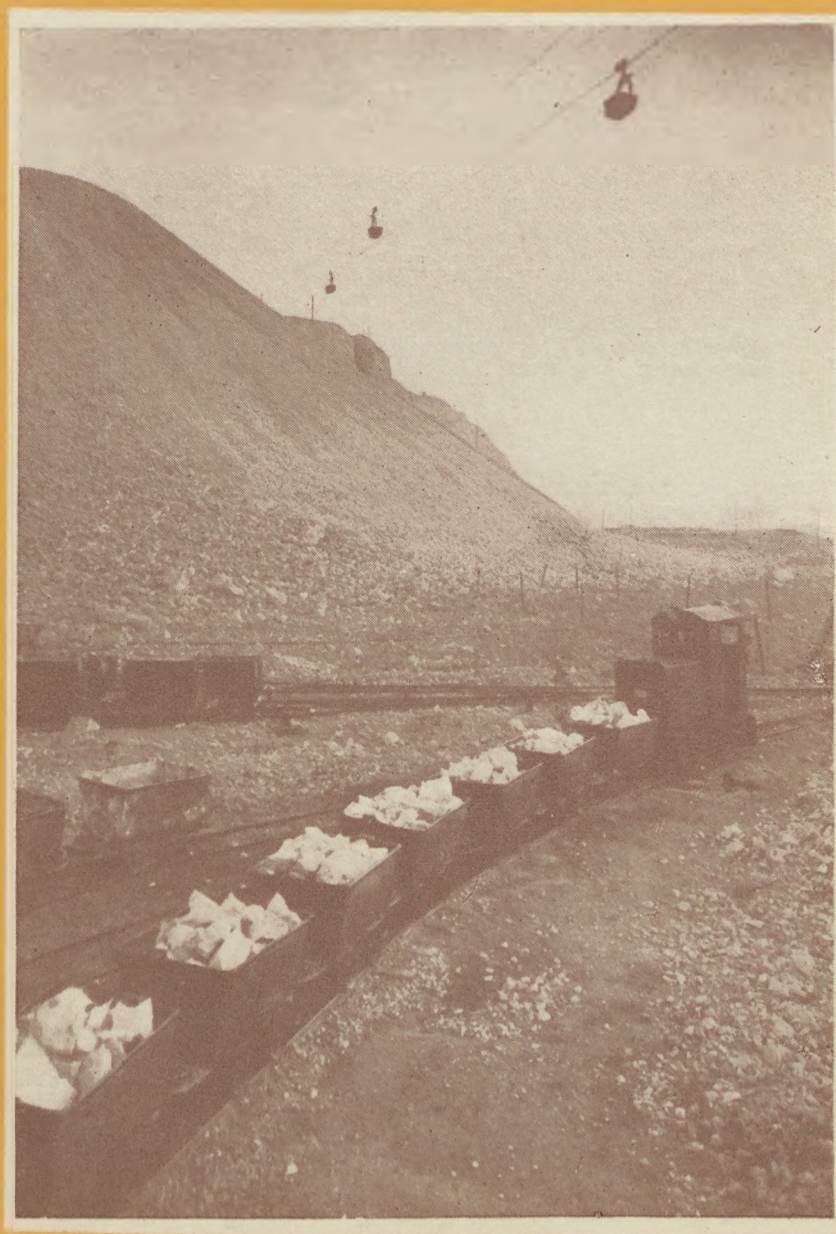


302.935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

4. SZÁM

2

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, cserép-
és kőbányaiipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Felelős szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd u. 22

II. lépcső I. emelet 4

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Lőcsei Béla:</i> Az üveglvasztás technológiájának fejlesztési lehetőségei	161
<i>Serly Gusztáv:</i> A rakási mód, a recinkuláció és a lépcsős száritás hatásának vizsgálata téglaiipari kamrás műszárítóknál	169
<i>Biczók Imre:</i> A betonkorrozio-kutatás útjai	185
<i>Juhász Zoltán:</i> Hazai kaolinok és kaolin jellegű anyagok morfológiájának változása égetés során	194
<i>Dr. Takáts Tibor—Pető Tamás:</i> Gyorsvizsgálati módszer granulált kohósalak minősítésére	199
<i>Duma György:</i> Középkori mázas épületkerámiák aranyozása Magyarországon	204
Beszámoló az 1956. szeptember 17—22. között megrendezett bécsi V. Nemzetközi Kerámia Kongresszusról	211
Beszámoló az 1956. október 23—30. között megrendezett Gliwice-i Tűzállóanyagipari kongresszusról	215
A Csehszlovák Üvegkutató Intézetek 1956. évi tevékenysége	217

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Бэла Лечеи:</i> Возможности совершенствования технологии стекловарения	161
<i>Густав Шерли:</i> Исследование влияния метода накладки, рециркуляции и ступенчатой сушки при камерных искусственных сушителях в кирпичной промышленности	169
<i>Имре Бицок:</i> Пути исследования коррозии бетона	185
<i>Золтан Юхас:</i> Изменение морфологии отечественных каолинов и веществ, каолинового характера при выжигании	194
<i>Д-р. Тибор Такач—Тамаш Пете:</i> Метод быстрой проверки для характеристики гранулированного металлургического шлага	199
<i>Дьердь Дума:</i> Золочение средневековых глазурированных строительных керамик в Венгрии	199
Доклад о 5. Международном Керамическом Конгрессе, состоявшем в Вене от 17 до 22 сентября 1956 г.	211
Доклад о Конгрессе Промышленности Огнеупорных веществ, состоявшем в Гливице между 23—30 октября 1956 г.	215
Деятельность в 1956 году Чехословацких Исследовательских Институтов Стекла	217

INHALT

	Seite
<i>B. Lőcsei:</i> Entwicklungsmöglichkeiten der Glasschmelz-Technologie	161
<i>G. Serly:</i> Untersuchung der Auswirkungen des Stapelns, der Rezirkulation und der staffelförmigen Trocknung bei Ziegelkammertrockenöfen	169
<i>I. Biczók:</i> Wege der Betonkorrosionsforschung	185
<i>Z. Juhász:</i> Aenderung der Morphologie der heimischen Kaoline und ähnlicher, kaolinartiger Stoffe beim Brennen	194
<i>Dr. T. Takáts—T. Pető:</i> Schnellprüfverfahren zwecks Qualitätsbestimmung von granulierter Hochofenschlacke	199
<i>Gy. Duma:</i> Vergoldung mittelalterlicher Glasurbrand-Baukeramien in Ungarn	204
Bericht über den Internationalen Keramischen Kongress vom 17—22. September 1956. in Wien	211
Bericht über den Kongress für feuerfeste Materialien vom 23—30. Oktober 1956. in Gliwice	215
Tätigkeit der tschechoslovakischen Glasforschungsinstitute im Jahre 1956.	217

ÉPÍTŐANYAG

9. ÉVFOLYAM 4. SZÁM

Az üvegolvasztás technológiájának fejlesztési lehetőségei

Lőcsei Béla

I. Bevezetés

A XIX. század közepe táján, a század második felében alakult ki a jelenlegi üvegolvasztó kemencék technikai szempontból legfejlettebb típusa, a folytonos regeneratív kádkemence, mely az üveggyártást tömegtermelési jellegűvé tette. A további fejlődés az első kemencetípusok fokozatos konstrukciós javításában jelentkezett. Olyan forradalminak nevezhető változás, mint amilyen a hővisszanyerő berendezéssel ellátott (regeneratív) kádkemence bevezetése volt, a gyakorlatban azóta még nem valósult meg.

Ismeretes, hogy az üvegolvasztó kemencék rossz hatásfokkal dolgoznak. Az irodalmi adatok szerint a fazekas üvegolvasztó kemence a közölt hőenergiának 5—10, kádkemence csak 10—15, egész kivételes esetben 20%-át hasznosítja közvetlenül az üvegolvasztási folyamatok lefolytatására. Hasznos hőenergiának nevezzük a beadagolt nyersanyag felmelegítéséhez, a szilikát- és üvegpézsdés lefolytatásához, továbbá a technológiai szempontból szükséges mértékű olvadékvizkozítás biztosítására felhasznált energiát. A bevitt hőenergia nem hasznosítható része egyrészt a sugárzó-, másrészt a füstgázvesztés formájában, továbbá a kidolgozás folyamán a folyékonyüveggel együtt távozik a kemencéből.

A kemencekonstrukciót jellemzi a nyersanyag beadagolás, az üvegidolgozás módszere, továbbá az üvegolvasztás részfolyamatainak, a szilikátképződésnek, üvegesedésnek, homogenizálódásnak, tisztulásnak a térbeni és időbeni alakulása. Fejlődést jelent a régebbi szakaszos, kanalas vagy „dohouse” adagolásnak folyamatos adagolási módszerrel való helyettesítésére irányuló törekvés. A gyakorlatban még ezek a fejlettebb adagolási módszerek sem kerültek viszont általános bevezetésre. Az adagolási módszerek változtatása egyrészt a kemencék hőenergiavesztésének csökkentését, másrészt az olvasztási kapacitás növelését eredményezik.

A kemencék olvasztási mechanizmusát jellemzi, hogy a nyersanyag felmelegítéséhez és megolvasztásához szükséges hőenergiát kisebb mértékben a kemencében levő üveg-olvadéktól kapja vezetés útján. A nagyobbik részt viszont a felü-

letén keresztül, sugárzó energia formájában veszi fel. Ezt az energiát a kemenceboltozat és falazat továbbítja az alapanyagba. A kádkemencében az üveg homogenizálódásának és tisztulásának biztosítása érdekében a termelési kapacitáshoz viszonyítva többszörös mennyiségű üvegolvadék helyezkedik el. Ez a körülmény teherteretnek tekintendő a kalórikus hatások alakulása szempontjából. Ez növeli a kemencefelületet. Ezzel szemben minél nagyobb a kidolgozott üvegre eső fajlagos kemencefelület, annál rosszabb a kemence hatásfoka.

A füstgázok hőenergia tartalmának egy részét a hővisszanyerő elrendezések vagy csak a gáz elégését biztosító levegő, vagy mind a gáz, mind a levegő előmelegítése útján hasznosítják.

Az elmúlt két évtized folyamán egyre jobban előtérbe került az üvegolvasztási folyamat fejlesztésének kérdése, mivel az üvegolvasztás egyike a legnagyobb kalóriafelhasználással dolgozó iparágaknak. Különösen a negyvenes évek óta foglalkoznak intenzívebben a kérdéssel. Egyre többen tartják helytelennek, illetve ki nem elégítőnek az üvegolvasztás módját. Az üvegolvasztás folyamatának bírálatában Howard már azt a megállapítást is megkockáztatja, hogy az üvegolvasztás fejlődése a technológiai tévedések története. A fazekas kemencének kádkemencével való helyettesítését nem tekinti valódi fejlődésnek. A kádkemencében gyártott üveg minősége nem csak rosszabb, hanem tulajdonképpen nem más, mint a szakaszos műveletnek folyamatos művelettel való tökéletlen helyettesítése. Ez a felfogás nem is fogadható el teljesen, mivel az üvegolvasztás fajlagos kalóriaszükségletét a kádkemencék lényegesen csökkentik, de mindenesetre rámutat arra, hogy az üvegolvasztási technológia jelenlegi szintje kemenceszerkezet vonalán nem tekinthető kielégítőnek.

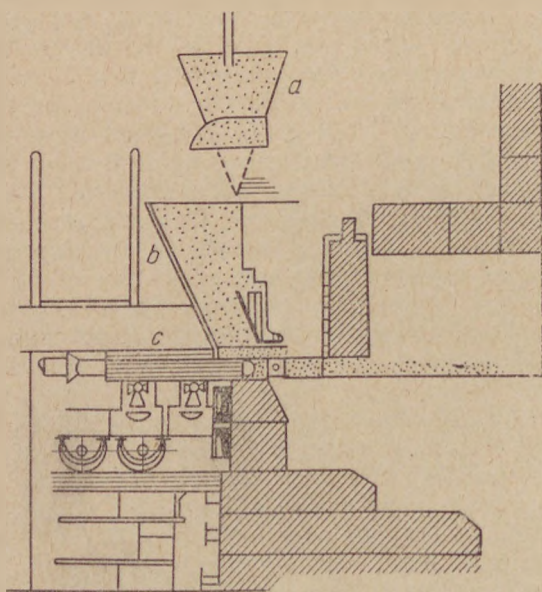
A kádkemence az üvegiparban az elmúlt 100 év alatt már tradicionális jellegűvé vált. Konstruktíófejlesztéssel elérhető nagyságrendi javulás a fajlagos kalóriaszükséglet vonalán a meglévő szerkezet alapján nem jelentkezhet. Ez arra vezethető vissza, hogy a kemence felületén végmenő sugárzási hőenergiavesztés csökkentése szempontjából lényeges kemenceméretredukciót

az olvasztási, tisztulási és homogenizálódási mechanizmus miatt végrehajtani nem lehet. Megállapítható az is, hogy az olvasztandó anyag a hőenergiát kedvezőtlen körülmények között kapja, mivel a hőfelvétel felület aránytalanul kisebb, mint a hőleadó felület. Napjainkban is igyekeznek a kemencék hőveszteségét fokozottabb szigeteléssel javítani — a boltozat leszigetelésével —, ugyanakkor a nagyobb hővezetőképességű kádkövek alkalmazása, amelyek erősebb hűtést igényelnek, ezzel ellentétes hatást váltanak ki. Mindezek indokolják azt a körülbelül két-három évtizede folyó munkát, ami az üvegolvasztási technológia kalóriaszükségletének csökkentésére irányul. A kutatás két irányban halad. Az egyik: a meglévő kemencekonstrukció fenntartásával igyekeznek a hőenergia-szükségletet csökkenteni oly módon, hogy a korszerű keverékadagolási és előkészítési módszereket segítségül véve, esetleg az olvasztási hőmérséklet emelésével, az olvasztási sebesség, a kemencék olvasztási kapacitásának növelését tűzte ki céljává. A másik: az olvasztás fajlagos hőenergia-szükségletének csökkentését új, illetve lényegesen módosított kemencekonstrukcióval igyekeznek elérni, felhasználva a kemence sugárzó felületének csökkentését és az olvasztási sebesség fokozását. Az új kemencetípusok kialakítása rendszerint más iparági kemencemegoldások figyelembe vételéből indul ki.

Az ismertetésre kerülő munka — ami 1955-ben indult meg —, azt a törekvést tükrözi, hogy az olvasztási technológia két fejlesztési irányzatát egybekapcsolja és ennek alapján modern olvasztási elv kialakításához vezessen.

II. Keverék adagolási és keverék előkészítési módszerek

Kitagorodszkij és munkatársai az olvasztási mechanizmus és a keverék hővezetési képességének vizsgálata alapján kialakították a vékony rétegű adagolási módszert és ezzel kapcsolatos TŽ adagoló berendezést (1. ábra). Abból a tényből



1. ábra. Adagoló berendezés

indultak ki, hogy a keverék rossz hővezető, tehát a kemencében nagyobb kupacokban, vastag rétegekben beadagolt keverékben nagy hőfokgrádiens alakul ki, ami hátrányosan befolyásolja az olvasztási sebességet.

1400 °C-os kemencehőmérséklet, illetve keverékhalom felületi hőmérséklet esetén 10 cm-rel a felület alatt a keverék hőfoka csak 800—900 °C-ú. Természetes, hogy ilyen körülmények között az olvasztási sebesség a keverékfelület alatt kicsi. A vékony rétegű adagolás ennek a megszüntetése érdekében 2—4 cm vastag rétegekben viszi be a keveréket az üvegolvadék felületére. Ezen felül biztosítani kell azt is, hogy ez a keverék a felületet ne borítsa összefüggő rétegben. Fejlődést jelent a keverékadagolás folytonossága is.

Az üvegyártási nyersanyagok, a keverékhalom hővezetőképességének vizsgálata további keverék-előkészítési műveletek létjogosultságát veti fel. A porkeverék hővezetőképessége Giegerich vizsgálata szerint 0,235 kkal/m. h. °C°. Az a gondolat tehát kézenfekvő, hogy a keverék hővezetőképességének a növelése az olvasztási sebesség növelését vonja maga után. Ez a porkeverék tömörítésével oldható meg, amelyet egyéb technikai előnyök is indokolnak. Ilyenek például: a keverék porzási veszteségének csökkentése és a kemencébe való beadagolás után az alkáloxid tartalmú anyagok porzásának, gőzölésének a csökkentése. Ez egyúttal a kemence tűzálló anyagának védelmét is szolgálja, különösen a boltozat élettartamát növeli.

A keverék tömörítésére két módszer alkalmas: a briketkezés és a granulálás. A briketkezés présgépekkel végezhető, a szükséges nyomás 160—250 kg/cm². A brikett készítéséhez a keveréket kisebb-nagyobb mértékben nedvesítik. Egyesek kötőanyag adagolását is ajánlatosnak tartják. A brikett formája lehet: tojás, ovális, henger vagy téglalap alakú. A súlya 0,1—4,5 kg között változhat. Olvasztási sebességnövekedés azonban — a nyersanyag hővezetőképességéről és a vékonyrétegű adagolásról mondtak értelmében — csak kisméretű, vékony brikettel várható.

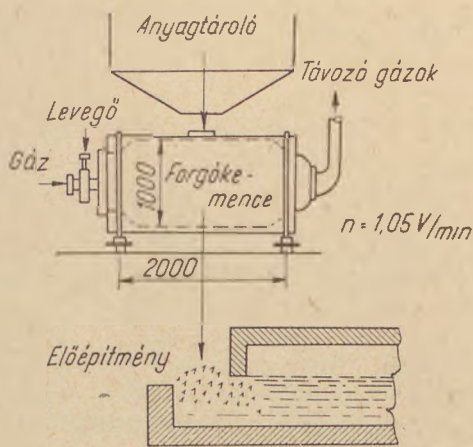
Granulálással szintén elérhető a keverék tömörítése és a porzás csökkentése. Az Eirich gépgyárban átalakított keverőgépükben — a normál keverőgép terelőlapjainak alakját módosították — 17% nedvességtartalmú anyag négy perces keverési idő után granulált állapotba került. Granulálás után a szem nagyság 2—5 mm; a szemek kemények, késsel is csak erősebb nyomás segítségével darabolhatók. A granulált keveréket két-három napig tárolni kell. Elzárt nedvességtartalma jelentősen csökken, a szemesek tapadása is erősödik.

A tömörített keverék a továbbiak folyamán adagolásra kerülhet, a mechanikus előkészítési eljárás mellett termikus módszert is alkalmaznak.

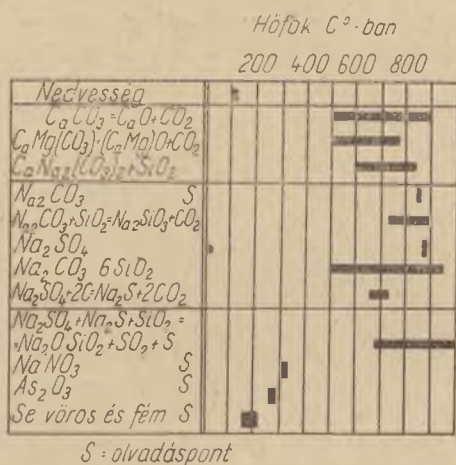
A keverék előkészítése ezek szerint az alábbi két módon történhet:

- egy lépésben: briketkezés, vagy granulálás, vagy zsugorítás,
- két lépésben: briketkezés és zsugorítás, vagy granulálás és zsugorítás.

Olvasztási kapacitásnövekedést; ami a fajlagos hőenergiaesökkentést biztosítja az első esetben az, hogy az előkészítési eljárások az olvasztás folyamán lejátszódásra kerülő fizikai és kémiai folyamatok részére kedvezőbb feltételeket biztosítanak. A keverék előkészítése — különösen a termikus — javítja a homogenitási viszonyokat, megakadályozza az előzőleg létrehozott homogenitási megbomlását, könnyebben és nehezebben olvadó fázisokra. Kiküszöböli a keverékporzást és a következtében elsősorban fellépő alkálixoid veszteséget, a keverék összetételének módosulását, továbbá csökkenti a tűzállóanyag korrózióját. A termikus előkészítés folyamán részben lejátszódik a keverék disszociációja, másrészt végbemegy a szilikátképződés (2. ábra), ami magyarázza az előző állításokat.



3. ábra. Szakaszos keverékszugorítás forgókemencékben



2. ábra. Zsugorítás közben lejátszódó reakciók alakulása a hőmérséklet függvényében

III. Tömörített keverék zsugorítása az olvasztókemencétől független berendezésben

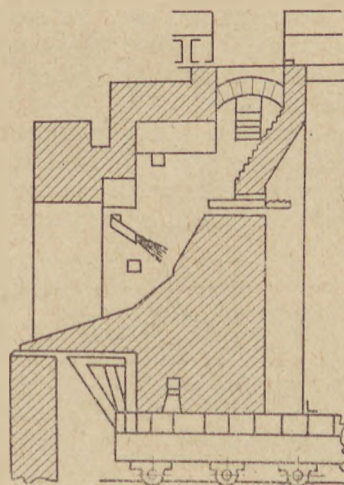
A zsugorítás 800—1000 C°-os hőmérsékleten végezhető. Általában két kemencetípust alkalmaznak erre a célra. Az egyik: a végtelen szalagszerűen kiképzett rostélyrendszerrel rendelkező alagútkeemence, a másik: a cementipari forgókemencékhez hasonló berendezés.

A zsugorítandó anyag rétegvastagságát és előrehaladási sebességét az alagútkeemence típusnál a brikettezett, illetve granulált keverék hővezetőképessége alapján állítják be. A hevítés gázzal történik. A hevítési zónából távozó füstgázok hőtartalmát a zsugorítandó anyag előmelegítésére használják fel. Az alagútkeemencében az anyag nyugalmi helyzetben van a rostélyhoz viszonyítva. A módszer előnye az, hogy nyugalmi állapotban a brikett nem morzsolódik. Keverékszugorítással forgókemencében már a harmincas években próbálkoztak, a kivitelezés szakaszos, vagy folytonos rendszerű berendezésben történhet. A 3. ábrán látható elvi összeállítású szakaszos berendezésben Giegerich és Schieferdecker végzett rendszeres zsugorítási kísérleteket. A vázolt elrendezés lehetővé teszi, hogy a keverék meleg állapotban kerüljön a kemencébe, ezáltal a zsugorított anyag hőtartalmának kb. 60%-a értékesül.

Irodalmi adatok szerint a zsugorítási hőmérséklet és az idő függvényében a zsugorított keverék olvasztásánál, 30—60%-os olvasztási sebességnövekedés mutatkozik. A zsugorítási idő a keverék felmelegedési sebességének figyelembevételével 90—120 perc. 800 C°-on zsugorított szódás keverék meleg állapotban juttatva az olvasztókemencébe 50—60%-os kapacitásemelkedést eredményez. Zsugorítás útján elérhető számított hőenergiaszükséglet csökkenés a zsugorított keverék hideg állapotban történő adagolása esetén 6%, melegenél 24%. Szélesebb körben eddig az előzsugorítást még nem vezették be, a kérdés másutt is csak kísérleti stádiumban van.

A zsugorítandó anyag nedvességtartalma 4—15% között lehet, nagyobb nedvességtartalom aránytalanul növeli a zsugorítási időt. Forgókemencében végzett zsugorításnál hátrányos az a körülmény, hogy a keverék beragadásra hajlamos. Növekvő nedvességtartalom — a korábban megadott határok között — csökkenti a beragadás lehetőségét.

Kisméretű forgókemencében a zsugorításhoz szükséges hőenergia 1090 kcal/kg, nagy teljesítményű forgókemencében 750 kcal/kg-ra tehető. Moorshead, Coadbryor vizsgálatai szerint még



4. ábra. Kaskade rendszerű keverékadagolás

kedvezőbb az eredmény, mert olajfűtéses forgókemencében 500 kcal/kg hőenergiaszükségletet állapítottak meg.

Giegerich meghatározta a zsugorítás és a zsugorított keverék olvasztásának hőmérgét, amely a következőképpen alakul :

H ő s z ü k s é g l e t	Nyerskeverék	Zsugorított keverék	
		Zsugorítás	Olvasztás
Nettó hőmennyiség	475 kcal	185 kcal	290 kcal
Hatásfok	18%	25%	18%
Bruttó hőszükséglet	2630 kcal	750 kcal	1620 kcal

2630 kcal
2370 kcal
—9,5% hőenergiamegtakarítás.

Giegerich összehasonlítja az olvasztási teljesítményt is :

	Nyerskeverék	Zsugorított keverék
Fajlagos teljesítmény	1,0 t/m ² 24h	1,62 t/m ² 24h
A felület terhelése	2 630 000 kcal	2 630 000 kcal
	1,62—1,00 = 60%	

Fehér öblösüvegkeverék olvasztásának számított hőenergiaszüksége 600 kcal-ra tehető, 18% hatásfokkal 3.340. A keverékszugorítás tehát tényleges hőenergiamegtakarítást és olvasztási kapacitásnövekedést jelent. Ez azonban az ismertetésre kerülő eljárásunkkal elérhető gazdasági eredménynél jóval kisebb.

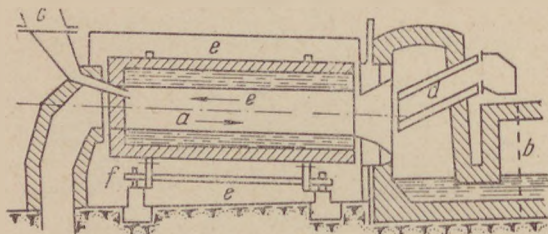
anyag a „c” jelzésű adagolótelecséren keresztül jut a kemencébe. Az anyag haladási irányát az alsó nyíl, a láng irányát pedig a felső nyíl jelzi. Az olvasztásgyorsítást attól várják, hogy az olvasztandó anyag nagy felületen vékony rétegben érintkezik a lánggal. Ez a kemencetípus nagy olvasztási teljesítményt biztosít, de részben a berendezés viszonylagos bonyolultsága és a nagymértékű tűzállóanyag korrózió miatt nem valósította meg a hozzáfűzött reményeket.

IV. Kemenceszerkezet módosításával együttjáró fejlesztési irányzatok

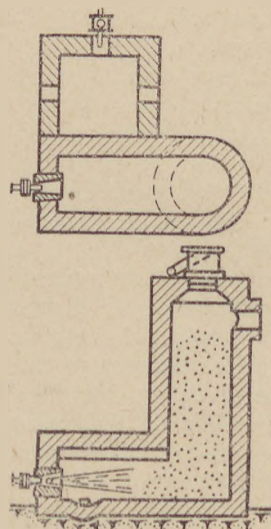
Az első ismertetendő eljárás a régebbi kemenceszerkezettel teljesen még nem szakít, hanem a keverék beadagolás módján igyekszik változtatni. Lényegileg ez is vékonyrétegű adagolási módnak tekinthető, de a keverékreteget nem az üveg felszínén kívánja az eljárás kialakítani. Ez az úgynevezett „kaskade” olvasztási módszer (4. ábra), melyet Schweger Béla bevezetésre javasolt évekkel ezelőtt. A vázlat, a kemence adagoló részét ábrázolja. A keverék lépcsőzetesen beépített tűzállóanyag lapokon nyugszik és a ráirányított égő lángjától megolvadva a kemencetérbe folyik. A módszer hátránya az, hogy az előbb kialakuló kis viszkozitású eutektikus összetételű olvadék gyorsabban lefut és így kezdetben jelentős inhomogenitás jön létre.

Az első próbálkozások aknakemencés üveg-olvasztással az 1920-as évekre vezethetők vissza. Künzl (6. ábra) 1925-ben Németországban szabadalmi igényt jelentett be üvegolvasztó aknakemencére. Műszaki leírása szerint ; az üveg alapanyagkeverékét négyzetes, vagy körkeresztmetű aknába javasolta beadagolni, az olvasztást pedig úgy képzelte, hogy az akna alsó nyílásával szemben helyezze el az égőt, amely az anyag megolvasztását biztosítja. Az olvasztótérben nyomást

A forgókemencés keverékszugorítással rokon Zotos olvasztókemencéje (5. ábra). A forgókemence amelyben a tulajdonképpeni olvasztás történik, tisztuló és pihentető káddal folytatódik. A nyers-



5. ábra. Forgókemencés olvasztás



6. ábra. Künzl aknakemencéje

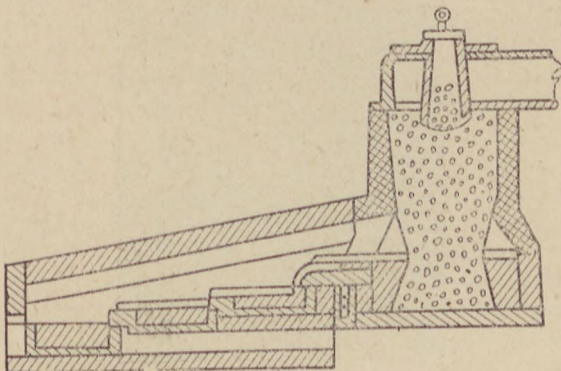
ír elő, hogy ezáltal a füstgáz termékeket az aknán keresztül való eltávolításra kényszerítse. Ennek a füstgáznak kellene a keveréket előmelegítenie. Künzel szabadalmi leírásában porkeverékekről tesz említést, az eljárása viszont éppen a porkeverék nagy ellenállása következtében nem vált be, illetve nem hozott kellő eredményt. Nem lehetett az olvasztótérben olyan nyomást biztosítani, ami lehetővé tette volna a füstgázoknak az aknán keresztül való eltávolítását.

Az aknakemencés olvasztás gondolatával a negyvenes években Amerikában is foglalkoztak. Howard ismertet egy elgondolást (7. ábra), mely szerint függőleges aknát darabos kvarcittal kell megtölteni. Az akna tetején kerül beadagolásra az üveg nátriumoxid és kalciumoxid tartalmának megfelelő mennyiségű nátrium, illetve kalciumkarbonát. Ez megolvadva kvarcitrögökön csurog lefelé, közben reakcióba lép a szilíciumdioxiddal és az olvadék SiO_2 tartalma fokozatosan növekszik.

Az elképzelés szerint az akna magasságának beállítása az üvegösszetétel, illetve a szilíciumdioxid tartalom állandóságát biztosítja. A javasolt eljárás szerzője azt reméli, hogy az akna alján homogén olvadék folyik ki. A lépcsőzetes kivitelezés az üveg tisztulását hivatott biztosítani.

A közlemény nem ad tájékoztatást arról, hogy tényleges kísérletet lefolytattak-e az Egyesült Államokban ezzel a kemencekonstrukcióval. Ismeretes azonban, hogy Lengyelországban végeztek ilyen jellegű kísérletet, de az olvasztási technika nem vált be.

A javasolt olvasztási technikával szemben a következő ellenvetést hozhatjuk fel. A kemencében olvasztásra kerülő anyag összetételét tényleg az aknakemence magassága szabályozza egyrésztől, másrésztől nincs figyelembe véve az eredeti közleményben azonban az, hogy a kvarcitrögök felületének a nagysága is befolyásolja az olvadékban feloldódó szilíciumdioxid mennyiségét az aknában kialakuló hőfokgradiens mellett. Az elképzelhető, hogy beállhat egy szabályos, az aknában alulról felfelé növekvő kvarcitrög nagyság, de ennek az az egyik alapfeltétele, hogy a betáplálásra kerülő rögök nagysága egyenletes legyen. A diffúziósebességet befolyásolja a felület minősége is. Ezen felül elképzelhetetlen, hogy a kvarcitrögök nagysága, vagyis felülete állandó lehet. Egyébként egy bizonyos méret alatt az



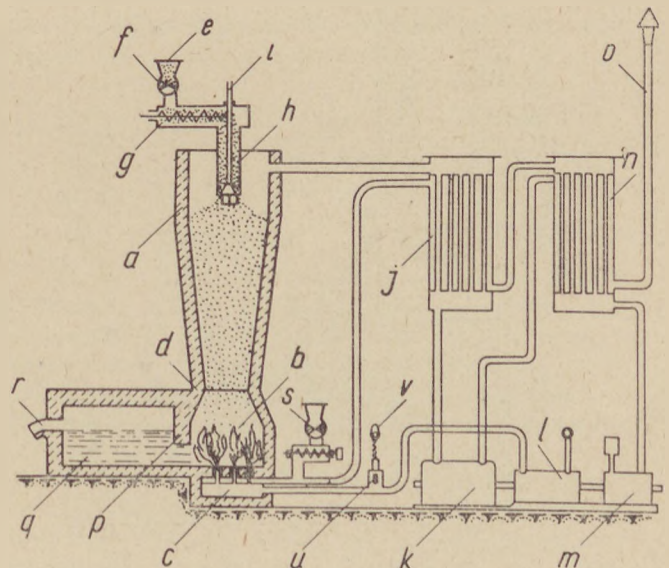
7. ábra. Howard kemencéjének vázlata

olvadék a lekopott kvarcított magával ragadja, ami szintén az olvadék homogenitását rontja. Hőgazdasági szempontból hátrányos az, hogy az akna felső szintjében viszonylag magas hőmérsékletet kell tartani, mert ahhoz, hogy a nátrium- és kalciumkarbonát keverékének lefelé folyása meginduljon, a kalcium- nátriumkarbonát kettős eutektikus olvadáspontjánál ($813\text{ }^\circ\text{C}$) magasabb hőmérsékletet kell beállítani. Később Howard javasolja, hogy az aknát brikettel kell megtölteni; itt is fennáll azonban a brikettek előrecsúszásának lehetősége.

Az Egyesült Államokban 1953-ban megjelent a 8. ábrán látható ultramodern üvegolvasztó gondolata is. A jelzések magyarázata:

- e* = adagoló tölesér,
- f* = adagoló lapát,
- g* = szállítócsiga,
- i* = komprimált levegővezeték,
- a, d* = akna,
- b* = olvasztótér,
- j, n* = rekuperátorok,
- k* = gázturbina,
- m, l* = turbo kompresszorok,
- c* = égők,
- p* = buktató,
- q* = kidolgozótér,
- s* = levegőszivattyú,
- v* = olajporlasztó.

Az olvasztástechnika fluidizáción alapszik. Ennek az eljárásnak azonban — a Nehézvegyipari Kutató Intézet kutatói szerint — az általában a feltétele, hogy a lefolytatandó reakciónak egzotermnek kell lennie, mert csak ebben az esetben biztosítható gazdaságos üzemeltetés. Ilyen körülmények között nem látszik valószínűnek, hogy a nagy reakciótereket igénylő fluidizációs eljárás az üvegolvasztás folyamatát — ahol többféle anyagot kellene lebegtetni, és a reakciók megindulásával olvadék keletkezik — gazdaságosabbá tehetné.



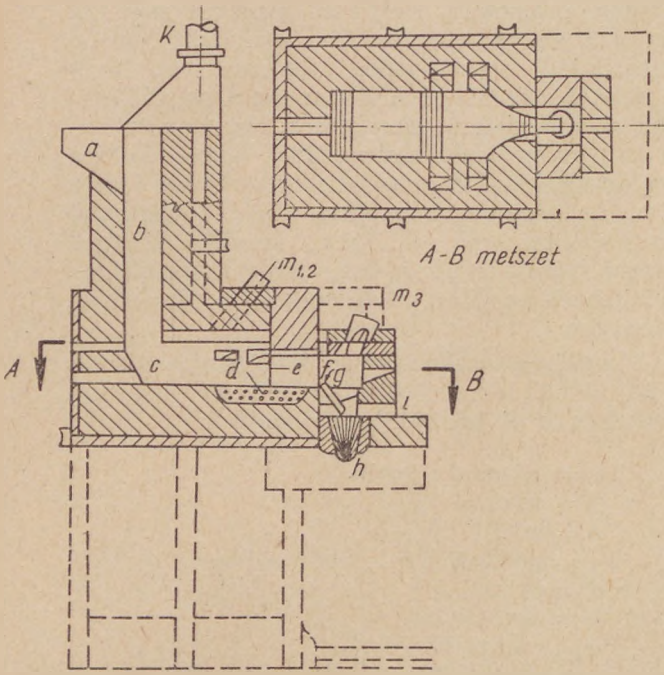
8. ábra. Fluidizációs olvasztókemence

V. Kísérleti kemencekonstrukciók ismertetése

Az ÉAKKI-nél végzett kísérletek során az aknakemencés olvasztás elve brikettezéshez kapcsolódott. Tulajdonképpen az eljárás a keveréksugorítás teljesen folyamatos műveletté való alakítását jelenti. Összekapcsolódik a brikettezett keveréknek aknakemencében való olvasztása egy új regenerációs elvvel is, amelynek az a lényege, hogy a távozó füstgázok hőtartalmát, az anyag előmelegítésére felhasználva, nyerjük vissza. A keverék brikettezés lehetővé teszi azt, hogy az előmelegítéshez szükséges füstgáz az aknán keresztül távozzon.

A kísérletek folyamán alkalmazott olvasztás-technikai megoldás hatékonyságát tehát a füstgáz regeneráció módja és a keveréksugorítás által elérhető olvasztási sebességnövekedés biztosítja.

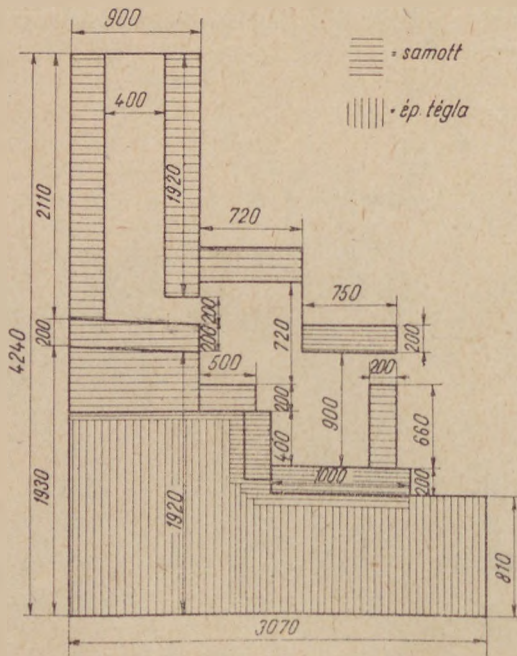
Az Intézet kísérleti kemencéje négyzetes keresztmetszetű aknából áll. Ehhez alul — vízszintes irányban — csatorna kapcsolódik, mely kis gyűjtőkádhoz csatlakozik. A kísérleti kemencét három változatban működtették. Az utolsó változat vázlatát a 10. ábrán látható. Ez az előzőktől a csatorna, illetve az akna hosszában különbözik.



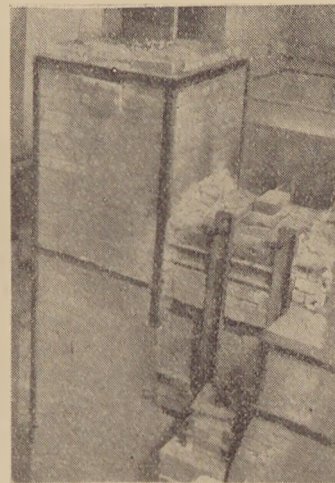
9. ábra. Konarek-féle bazaltolvasztó aknakemence vázlatát

A 9. ábrán csehszlovákiai bazaltolvasztó aknakemence vázlatát mutatjuk be, amelyben bazaltgyapot előállítás céljaira darabos bazaltot olvasztanak. Az ábra jelzése :

- a = adagoló tölcser,
- b = akna,
- c = olvasztótér,
- d = olvadékgyűjtő medence,
- e = csatorna,
- f = lefolyó kamra,
- g = vízhűtéses lefolyó,
- h = kiömlő nyílás,
- m = égők,
- k, l = huzatszabályozók.



10. ábra. Kísérleti aknakemence



11. ábra. Kísérleti aknakemence (előlnézet)

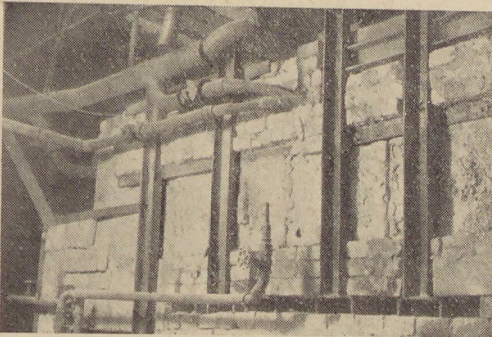


12. ábra. Kísérleti aknakemence (oldalnézet)

A csatornát lerövidítettük, az aknát meghosszabbítottuk.

A függőleges akna teljes magassága, a kifolyónyílás és az akna felső pereme közötti távolság 2110 mm. Ez a méret a brikettezett keverék felületének, hővezetőképességének, a füstgáz áramlási sebességének figyelembevételével alakult ki. Az akna a kísérleti huta padlózata felett épült 1900 mm magasságban, a csatorna pedig 1500 mm magasságban. A kísérletek folyamán, a kísérleti félüzem rossz gázellátási viszonyai miatt gyakran alacsony olvasztási hőmérsékleten (1250—1350 °C) dolgoztunk, amely csak kivételesen kedvező gáznyomási viszonyok esetén emelkedett 1400 °C-ig.

Az olvasztási kísérletek folyamán általában a zagyvapálfalvai síküst, illetve a miskolci öntött üveg összetételének megfelelő keverék



13. ábra. Kísérleti aknakemence (égő bevezetése)

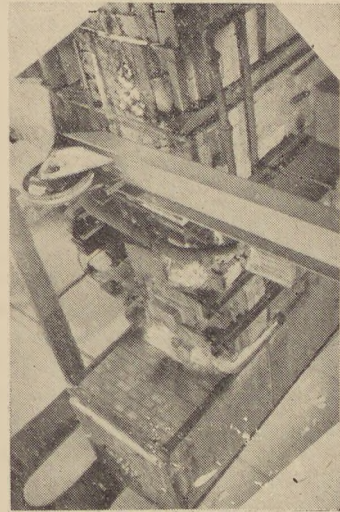
került leolvasztásra. A nyersanyagból összemérés után homogén keveréket készítve, majd 20%-nyi mennyiségű mésvizsel elkeverve (CaO tartalom kb. 0,5%), komprimált levegővel működő prés segítségével 2—3 atm. nyomás mellett téglalakú brikettek készültek. Két brikettmérettel dolgoztunk. A nagyobbiknak 10×7×5 cm-es, a kisebbnek 5×7×5 cm-es volt a mérete. A brikettezett anyag legalább 24—48 órán keresztül huta-hőmérsékleten száradt. A kísérleti kemence aknájának űrtartalma 0,34 m³ volt.

Az olvasztás menetének összefoglaló leírása a következő:

az akna felfűtésre kerül úgy, hogy az alsó kiömlő nyílásánál a hőmérséklet eléri az 1300—1400 °C-ot. Az akna töltve van brikettezett nyersanyaggal, amelynek megolvasztása az akna fenékrészén, az oldalt lévő nyíláson át történik. Az aknamedencében függőleges irányban felfelé esőkkenő hőfokgrádiens alakul ki. Az égő lángja rávágódik az olvasztásban lévő anyagra, a keletkező füstgázt az aknán keresztül húzzuk le, illetve azt a mennyiséget, amely az aknában az egyenletes hőmérsékletesökkenést biztosítja. Az olvadt anyag alul elfolyik. Az anyagot az eltávolítás ütemében felül hideg brikettal pótolva az olvasztás folyamatosságát biztosítottuk. A felül beadagolt brikettanyag lefelé haladva fokozatosan előmelegszik, ennek mértéke szerint eltávozik a nedvességtartalom, megindul a karbonátok bomlása, a nátrium-, kalciumkarbonát-kettősső kialakulása, a szilikátképződés szilárd fázisban,

majd olvadákfázis keletkezik, amelynek mennyisége fokozatosan növekszik. Ezzel egyidőben a brikett fokozatosan összesül, végbemegy a keverék zsugorodása; a folyamat túlhalad a zsugorítási állapotban, a hőmérséklet további emelkedése következtében a zsugorított keverék megszakítás nélkül jut olvadt állapotba.

Megfelelő szívással (—15—20 mm v. o.) kell a füstgázoknak az aknán való áthúzását biztosítani. A szívásnak, illetve a füstgázok áramlási sebességének a brikettezett keverék hőfelvételi



14. ábra. Kísérleti aknakemence (felülnézet)

viszonyaihoz kell igazodnia. Az olvasztási felület nagysága, a hőmérséklet, az elégetésre kerülő gáz mennyisége és az akna térfogata között fizikai törvényszerűségek által meghatározott összefüggések állnak fenn, amelyeknek részletes elemzésével egy későbbi tanulmány foglalkozik majd.

Az olvasztás mechanizmusára tehát a fokozatos előmelegedés jellemző, amely azt is jelenti, hogy az alacsonyabb hőfokon végbemenő reakciók már lejátszódnak, mire az anyag a tulajdonképpen olvasztási hőmérsékletre jut.

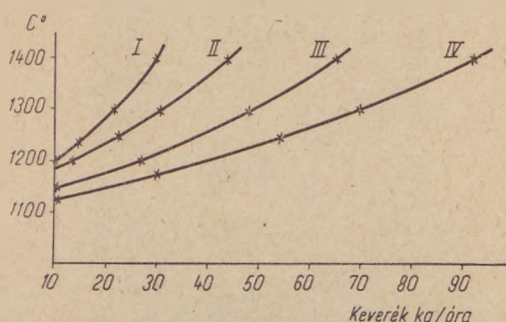
A kísérletek folyamán olvasztott két keverék oxidos összetétele a következő:

	A	B
SiO ₂	70,0	69,2
Al ₂ O ₃	2,5	0,3
CaO	7,5	14,4
MgO	4,0	—
Na ₂ O	15,8	16,1

A két keverék olvasztási sebessége között gyakorlati szempontból lényeges különbség nem tapasztalható. Az A keverék olvasztási sebességviszonyainak alakulása a brikett, illetve a tömörített anyag fajlagos felületének nagysága, a hőmérséklet és az akna hosszának függvényében a 15. ábrán látható.

A regeneratív kádkemencék 600—1200 kg/m² fajlagos terhelésével szemben, tehát az aknakemencénél 20—25 000 kg/m² teljesítménnyel számolhatunk, ha olvasztási felületnek az akna kifolyónyílását tekintjük. A nagy olvasztási se-

besség magyarázatát a lánghőmérséklet nagyobb érvényesülésében kell elsősorban keresnünk. A hőátadás jórészt közvetlenné válik, csökken a sugárzás útján közvetített hőmennyiség. Érvényesül a zsugorítás olvasztási sebességet növelő hatása is a mechanizmus folyamatos volta következtében a korábbi konstrukcióknál tapasztalt hátrányok nélkül. Kalorikus hatásokban akna-kemencés előolvasztás esetén szerényen is 20–30 %-os hőenergiaszükséglet csökkenéssel számolhatunk, amely a megfelelő kemenceméret és szerkezet végleges kidolgozása esetén még tovább növekedhet. Az aknának alul zárt volta megakadályozza, hogy keverékdarabok a csatornába kerülhessenek.



15. ábra. Kísérleti olvasztási sebesség aknakemencében
 I. Nagyméretű brikett, 1300 mm aknahossz
 II. Nagyméretű brikett, 2100 mm aknahossz
 III. Kisméretű brikett, 1300 mm aknahossz
 IV. Kisméretű brikett, 2100 mm aknahossz
 (olvasztófelület 0,08 m²)

Az olvasztás energiaszükségletének csökkenése a kemence sugárzó felületének csökkenésével és a füstgáz hőtartalmának hatékonyabb értékesítésével függ össze. Ha egy regeneratív kemence sugárzó felületét a kemencében olvasztott üveg mennyiségére vonatkoztatjuk és ezt az értéket szembeállítjuk az aknás előolvasztó hasonló értékeivel, megállapítható, hogy míg az olvasztási teljesítmény 100%-kal növekszik, addig a sugárzó felület csak mintegy 20–25%-kal lesz nagyobb.

A kísérletek tisztázták a kemenceszerkezet elvi szempontjait. Az üzemi kísérleteknél a kísérleti szerkezettől eltérően érvényesíteni kell a következő kivitelezési módosításokat:

a) A kemenceméret arány, a magasság és keresztmetszet között, illetve az akna térfogata a kísérletek folyamán kialakult szinten tartható. A keresztmetszetet azonban függőleges irányban változtatni kell.

b) A kemence alakja hengeresre, illetve kúposra módosítandó a kemencében kialakuló hőfokgrádiens és a füstgáz térfogatának változása alapján. Így egy felül keskenyebb, lefelé növekvő keresztmetszetű csonka kúp képi az akna felső részét, amely alul vagy hengeres, vagy ha a tűzállóanyag méretek ezt nem teszik lehetővé, négyzetes, négyzetes részben folytatódik. Az akna térfogata változatlanul tartandó.

c) A kemence tűzállóanyagára vonatkozó megállapításunk a következő: a kemence felső 60%-a készüljön SK 35 samotidom téglákból, az alsó 40%, — az úgynevezett reakcióter, ahol

már túlsúlyban van az olvadt anyag —, épüljön ömlesztett korundból, mert a kemencének ez a része ugyanúgy igénybe van véve, mint a jelenlegi olvasztókemencék kádkövei.

Összefoglalás

Az aknakemencés üvegolvasztási kísérletek igazolták azt, hogy briketezett keverék aknakemencében sokkal nagyobb sebességgel olvasztható le, mint a jelenlegi olvasztóegységekben. Az akna zártegységként való kiképzése kiküszöböli az olvadt anyagnak az előrejutását. 1400 C°-os hőmérséklet mellett teljesen átolvadt üveget kapunk. Üvegfritt előállításához, mely a kidolgozható üveg homogenitását még nem éri el, mivel légzárványokat, továbbá kis mennyiségű olvadt anyagot is tartalmaz, kb. 25 00 kkal. szükséges kg-ként, a kísérleti körülmények között. Ha az üvegolvasztó kemencék kapacitását ilyen üvegminőségre számítjuk át, 1 m² olvasztófelület kb. 3000–4000 kg üvegnek felel meg, míg aknakemencénél ugyanez a szám ennek az adatnak többszöröse. Figyelembe véve, hogy a teljes homogenitás elérésére még további olvasztási időre van szükség, az aknakemence a kutatási munka jelenlegi szintjén önálló kemenceegységként még nem alkalmazható, de alkalmas a meglévő üvegolvasztó kemencék kapacitásának növelésére és az üvegolvasztás hőenergiaszükségletének csökkentésére. A kísérleti adatok alapján a hőenergia-megtakarítás mértéke üzemi kísérleti adatok hiányában pontosan nem számítható. A kísérleti és üzemi paraméterek összevetésével várható megtakarítás 20–30%-ra becsülhető. Az olvasztási kapacitást — megfelelően méretezett aknás előolvasztó segítségével — meglévő kemenceegységeknel 80–100%-kal lehet emelni. Ez azt jelenti, hogy a fajlagos hőenergiaszükséglet csökkenése mellett az üvegyipar termelési kapacitása számos esetben újabb nagy beruházás nélkül is biztosítható.

IRODALOM

1. Korányi Gy.: Üvegyártás. I. II. Nehézügyipari Egyetem, Veszprém 1953.
2. Dralle, R.: Keppeler, G.: Die Glasfabrikation Oltlenburg, München és Berlin 1926.
3. Schueger, B.: Üvegyártás. Építésügyi Kiadó, Budapest 1954.
4. Giegerich, W.: Glastechnische Berichte 24. (1951). 293–301.
5. Konarek, F.: Sklar a Keramik 4. (1954). 91–92.
6. Löffler, J.: Glastechnische Berichte 23. (1950). 11–20.
7. Peyses, I.: Glas Ind. 24. (1948) 19–44.
8. Lechner, J.: Silikatechnik, 5. (1954) 273–279.
9. Moore, H.: Rep. on Prog. Phys. 11. (1946–47). 342–365.
10. Passauer, H.: Glastechnische Berichte (1934) 73–75.
11. Friedmann, W.: Glastechnische Berichte 9. (1931) 551–558.
12. Hoffmeister, F.: Glastechnische Berichte (1934) 58–64.
13. Howard, G. E.: Glas Ind. 29. (1948) 615–620, 656.
14. Howard, G. E.: Glas Ind. 29. (1948) 694–697, 722.
15. Howard, G. E.: Glas Ind. 30. (1949) 34–46.
16. Zotos, G.: Glastechnische Berichte 14. (1935) 70–73.

A rakási mód, a recirkuláció és a lépcsős szárítás hatásának vizsgálata téglaiipari kamrás műszárítóknál

SERLY GUSZTÁV

A Magyarországon eddig megépült műszárítók azonos rendszerűek. Léggátásuk központi ventilátorral történik, a szárító levegő áramlása a kamrában alulról felfelé tart és a levegő felmelegítésére a kamrákba alul beépített bordáscsövek szolgálnak.

A rakási mód tekintetében az egyes gyárak különféle képen járnak el. Igen gyakori az a helytelen módszer is, mely szerint az egy alátétlécere rakott rakási egységeket, az egyszerre kézbevetett két vagy három téglát nem húzzák szét. Ezáltal a száradó téglá hatásos száradási felülete lényegesen lecsökken.

Általában folyóméterenként három rakomány falat helyeznek el, de a rakományfalak közötti távolság egyenletes betartására kevés figyelmet szentelnek és ennek következtében a rakomány falak közötti rés 2–10 cm. A műszárítóknak végzett mérések kimutatták, hogy bár a rakomány között a levegő 100%-os telítettségű a kamrából távozó levegő meglehetősen telítetlen. A levegő a kamrát 80–40%-os telítettséggel hagyja el.

Az áramlás a rakomány között általában annyira csekély, hogy számos külföldi mérés tanúsága szerint a levegő mozgása itt sem füst-, sem pehelypróbával nem mutatható ki. Ebből nyilvánvaló: hogy a rakományon belül mind a hőátadás, mind pedig a nedvességsere vezetéses formában történik, tehát a hőcsere az álló levegő hővezetése, a nedvességsere pedig az álló levegőben lefolyó diffúzió révén megy végbe. Úgy a diffúzió, mint a rossz hővezetőben történő vezetéses hőcsere igen lassú folyamat. Emiatt a száradás a kamrás műszárítóknál igen vontatott és csak azzal gyorsítható, ha mind a hő-, mind pedig a nedvességsere konvektív folyamattá alakítjuk.

A megakart műszárító kamra áramlási ellenállása az áramlási keresztmetszet, tehát az alaprajzi metszet egyes részeiben távolról sem egyenlő. A falak mentén és különösen az ajtónál képződő nagy hézag ellenállása igen kicsiny, a rakomány rács ellenállása pedig ehhez képest igen nagy. Ebből szükségképpen következik, hogy a kamrán függőlegesen átáramló levegő a kamra egyes részeiben különféle sebességgel áramlik és a kis ellenállású helyeken sokkal több levegő halad át, mint a rakomány közötti nagy ellenállású hézagok azonos nagyságú keresztmetszetén. Ez a körülmény vezet oda, hogy a szokásos rakási mód mellett az előmelegített levegő nagy része érintkezésbe sem kerül a száradó téglával és hogy a levegő a kamrából telítetlenül távozik.

Miután a szárítás költségeiben jelentékeny hányadot tesz ki a berendezés leírasi és felújítási költsége, a műszárító kapacitásának fokozása a szárítás idejének csökkentése révén gazdaságossági szempontból is jelentős.

A szárítás idejét csökkenthetjük úgy, hogy a kamrán az időegység alatt az eddiginél több

levegőt hajtunk át. Ez esetben az áramlási sebesség a kamrán belül növekszik és a rakási mód változatlanul hagyása mellett elérhetjük, hogy a rakomány közötti vezetéses hőátadás konvektív hőátadássá változik és hogy a nedvességsere diffúziós folyamatból konvektív folyamattá válik.

A szárítás ideje csökkenthető a rakási mód olyan kialakításával is, mely szerint a kamra keresztmetszetében mutatkozó különböző légellenállású részek ellenállásai közötti eltérés csökken vagy esetleg teljesen kiegyenlítődik.

Az előbbi két lehetőség együttesen is alkalmazható, sőt a légmennyiség növelésével az ellenállások kiegyenlítésének jelentősége még külön is fokozódik, mert mindaddig, amíg a diffúzió a rakomány közötti légáramlásnál nagyobb sebességű folyamat, a távozó levegő telítettsége nagyobb, mint a tisztán konvektív hő- és anyagsere esetén kialakuló telítettség.

A továbbiakban azt az esetet vizsgáljuk, amikor a kamrás szárítóban a rakomány és a levegő közötti hő- és anyagsere tisztán konvektív folyamat és célunk elsősorban annak megállapítása, hogy különböző rakomány-elhelyezések esetén milyen relatív telítettségű levegő fog a kamrából kilépni. Ez egyben azt is megmutatja, hogy a különböző rakási módok mennyiben befolyásolják a szárító hógazdaságosságát.

Majd ezt követően vizsgálat tárgyává tesszük, hogy a szárítás hatásfoka miként javítható az egyébként telítetlenül távozó levegő recirkulálásával, vagy több kamrán egymás után történő átvezetésével.

I. A rakási mód befolyása a távozó levegő telítettségére és a szárítás hatásfokára

A szárítókamrát légellenállás szempontjából öt részre lehet bontani:

1. a hosszfalak melletti hézagtér,
2. a rakomány-falak közötti hézagtér,
3. a végfal melletti hézagtér,
4. a téglák legnagyobb lapjai közötti hézag,
5. az ajtó melletti hézag.

A kamrában függőleges irányban áramló levegő sebessége fordított arányban lesz a felsorolt hézagfajták áramlási ellenállásával.

Az áramlási ellenállás két részből áll: a súrlódási ellenállásból és a keresztmetszetváltozás okozta alak ellenállásból. A súrlódási ellenállás tényezője:

$$\lambda = \Delta p \frac{2}{v^2 \rho} \cdot \frac{d_h}{l} \quad (1)$$

ahol Δp a nyomás különbsége, kg/m²
 l a vezeték hossza, m
 v az áramlási sebesség, m/sec
 ρ a levegő sűrűsége, kg · sec² · m⁻⁴
 d_h a vezeték hidraulikus átmérője, m

A hidraulikus átmérő a vezeték szelvényéből (F) és a vezeték kerületéből (K) számítható:

$$d_h = \frac{4F}{K}; \text{ m}$$

A keresztmetszetváltozás okozta alaki ellenállás tényezője:

$$\zeta = \frac{2}{v^2 \rho} \Delta p. \quad (2)$$

A súrlódási ellenállási tényező, valamint a keresztmetszetváltozás okozta ellenállási tényező empirikus képletekből is meghatározható. A súrlódási ellenállási tényező Hopf és Fromm mérései alapján az alábbi összefüggéssel fejezhető ki:

$$\lambda = 10^{-2} \left(\frac{k}{d} \right)^{0,314} \quad (3)$$

ahol k a csatorna felületi adottságaitól függő tényező, számértéke téglafal esetén 10, dimenziója m

d a csatorna átmérője, m

A keresztmetszetváltozás okozta alaki ellenállás tényezője az áramlás irányára merőleges rés esetén Kirschmer és Spangler szerint:

$$\zeta = \beta \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \sin \delta \quad (4)$$

ahol β a rácselemek alaki tényezője,

s a rácselem szélessége, m

b a rácselemek közötti hézag szélessége, m

δ az áramlás iránya és a rácselemek tengelye által bezárt szög.

Egy vezeték szakaszon fellépő teljes nyomáscsökkenés:

$$\Delta p = \frac{v^2 \rho}{2} \left[\sum \frac{d_h}{l} \lambda + \sum \zeta \right] \text{ kg/m}^2, \quad (5)$$

ahol a szögletes zárójelben levő első tag a súrlódások okozta ellenállások összegét, a második tag az alaki ellenállások összegét jelenti.

Miután a Kirschmer és Spangler-féle képletből számított alaki ellenállási tényező a rácse-

lemek súrlódási ellenállását is magában foglalja, a szárítókamrában csak két olyan hely van, ahol a súrlódás okozta ellenállás figyelembe veendő: a végfal és az ajtó. E két helyen kialakuló csatornák egy-egy oldalát sima felület határolja.

Feltéve, hogy az utolsó rakomány fal és a kamra végfala között 0,1 m távolság van és a kamra 1,4 m széles, a csatorna hidraulikus átmérője $d_h = 0,187 \text{ m}$, a súrlódási ellenállás ellenállási tényezője $\lambda = 3,5 \cdot 10^{-2}$ és a kamra magassága $l = 2,8 \text{ m}$. Ez értékekből adódó

$$\lambda \frac{l}{d_h} = 0,505$$

Az alaki ellenállás tényezőjét ugyanezen csatornánál az alábbi elgondolás szerint számítjuk: A 27 cm széles rakományfal mellett egy 10 cm széles légrés van, melynek másik oldalán csak súrlódási ellenállás van. Miután a rakományfal túlsó oldalán is van légrés, feltehető, hogy a fal mellett felfelé áramló levegő okozta turbulencia mindkét oldalról közel azonos, tehát a rakományfal közepéig terjed, vagyis

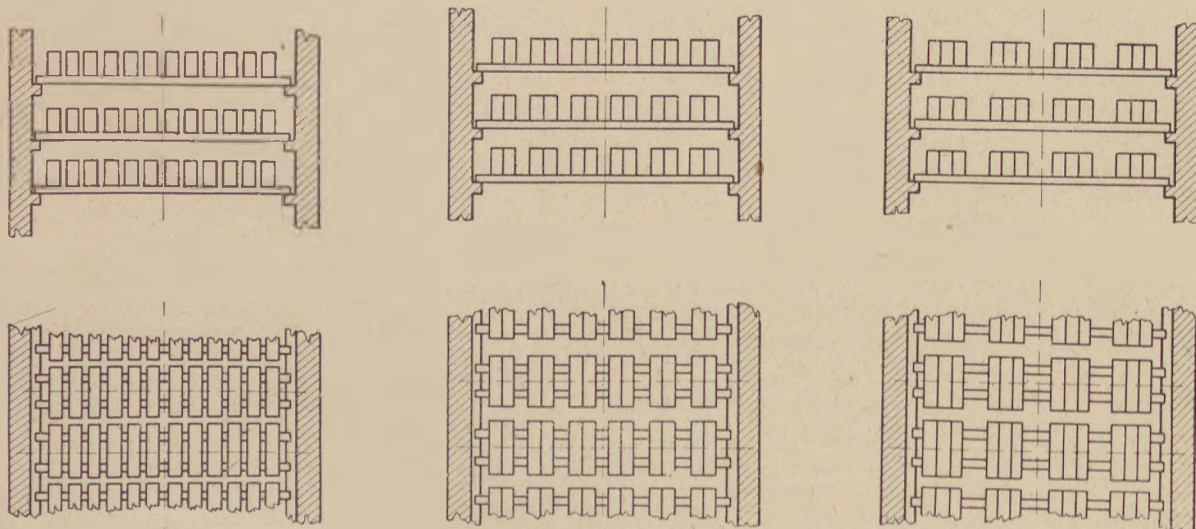
$$s = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm},$$

$b = 10 \text{ cm}$,

az alaki ellenállás tényezője egy vízszintes téglasornál

$$\zeta = 2,42 \left(\frac{13,5}{10} \right)^{4/3} = 5,92$$

és egymás felett elhelyezett 10 téglasornál az alaki ellenállás tényezője $\zeta = 59,2$. Ezt összehasonlítva a súrlódás okozta ellenállásnál adódó $\lambda \frac{l}{d} = 0,505$ értékkel, azt látjuk, hogy az alaki ellenállás két nagyságrenddel nagyobb a súrlódás okozta ellenállásnál, vagyis ez utóbbi számításainknál elhanyagolható. A továbbiakban a súrlódási ellenállást elhanyagolva az (5) képlet helyett a kamra egyes részeinek ellenállását a (2)



1. ábra

2. ábra

3. ábra

képlet szerint vesszük figyelembe. E képletből a légschesség

$$v = \left(\frac{\rho}{2} \Delta p \right)^{-0.5} \zeta^{-0.5} = \text{konst.} \cdot \zeta^{-0.5}; \text{ m/sec} \quad (6)$$

Miután a kamra egy-egy vízszintes szelvényében a nyomás és a levegő sűrűsége azonos, a légschesség a szelvény különböző részeiben az alaki ellenállási tényező $-0,5$ -ik hatványával arányos.

A szelvény egyes részein az időegység alatt áthaladó légmennyiség

$$V = \text{Konst.} \cdot F \cdot \zeta^{-0.5}; \text{ m}^3/\text{sec} \quad (7)$$

ahol F a szelvény vizsgált részének keresztmetszete m^2 .

A kamra teljes szelvényén az időegység alatt áthaladó légmennyiség

$$V_{\bar{v}} = F_{\bar{v}} \cdot k (\bar{\zeta})^{-0.5} = k \Sigma (F \cdot \zeta^{-0.5}); \text{ m}^3/\text{sec} \quad (8)$$

A légmennyiség százalékos megoszlása a (7) és (8) hányadosából számolható. Miután a hányadosnak úgy a számlálójában, mint a nevezőjében szerepel a k , ebből nyilvánvaló, hogy a légmennyiség százalékos megoszlása a szárító levegő sűrűségétől és sebességétől független.

A kamra vízszintes szelvényének öt különböző ellenállási hézagfajtáján áthaladó légmennyiségből szárítás szempontjából elsősorban a rakományfalak között és a téglák nagy lapjai között áthaladó levegő jön számításba. E légmennyiség érintkezik a száradó rakomány felületének túlnyomó részével, ezért ezt tekintjük a szárítás szempontjából hasznos légmennyiségnek.

A hasznos légmennyiség alakulását az alábbi hat rakási mód esetére vizsgáljuk meg:

1. A normál rakási mód, melynél egy lécen 12 téglá van egyenletes távolságban elhelyezve, úgy, hogy az oldalfal és a szélső téglák között 10 cm hézag van. A téglaköz 3,46 cm. Egymás felett elhelyezett 10 téglasor alkot egy rakományfalat. A rakományfalak egymástól való távolsága, vagyis a téglák legkisebb lapjai közötti távolság 6,6 cm.

A kamra ajtaja és az első rakományfal között 20 cm rés van.

2. Egy alátétlécen egymástól egyenlő távolságra 6 db két téglából álló rakományegység foglal helyet. A rakományegységek közötti távolság 7,6 cm. A szélső téglák és oldalfal közötti távolság, valamint az ajtó és az első rakományfal közötti távolság ugyanaz, mint az 1. rakási módnál.

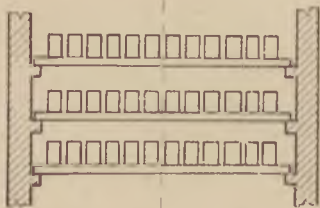
3. Egy alátétlécen egymástól egyenlő távolságra 4 db három téglából álló rakományegység van elhelyezve. A rakományegységek közötti távolság 12,7 cm. Az oldalfalnál és az ajtónál a távolságok azonosak az 1. rakási móddal.

4. Egy alátétlécen egyenlő távolságra szét-huzva 12 db téglá van az 1. rakási móddal azonosan elhelyezve. A rakott falak egymástól való távolsága téglától-tégláig 2 cm. Az ajtó és az első rakományfal távolsága 20 cm.

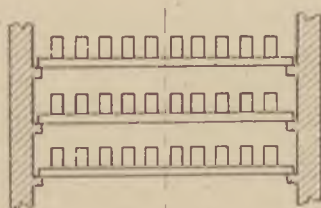
5. Egy alátétlécen 11 db téglá van elhelyezve egymástól egyenlő távolságra. A téglaköz 4,54 cm. A szélső téglá és az oldalfal közötti rés 10 cm, a rakományfalak közötti köz és az ajtónál levő köz úgy itt, mint a következő rakási módnál azonos 4. alattival.

6. Egy alátétlécen 10 db élenálló téglá van egymástól egyenlő távolságra elhelyezve, a téglaköz 7,5 cm.

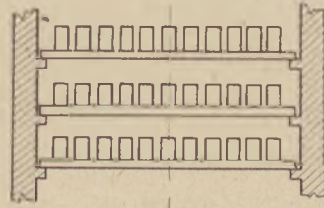
A légellenállás szempontjából különböző hézagfajták alaki ellenállásának kiszámításához szükséges adatokat az 1. rakási mód esetére, valamint az ezek alapján adódó ellenállási tényezőket az 1. sz. táblázat tartalmazza. A szélső téglák és az oldalfal között áramló levegő áramlását az alátétléc és az azokat tartó falbordák alaki ellenállása, a téglák legnagyobb lapjai között áramló levegő mozgását az alátétlécek okozta alaki ellenállás is befolyásolja. E helyeken a teljes ellenállási tényező a két, ill. három alaki ellenállási tényező összegeként adódik. Miután a kamrában egymás felett 10 sor téglá van, egy-egy hézagfajta ellenállási tényezője az egy téglasornál adódónak tízszerese.



4. ábra



5. ábra



6. ábra

1. táblázat

Hézag-fajta	tégla			alátét			falborda			ζ_1	ζ_0
	<i>s</i>	<i>b</i>	ζ	<i>s</i>	<i>b</i>	ζ	<i>s</i>	<i>b</i>	ζ		
1.	3,4	10,0	0,59	5	9	1,14	5	8,4	1,24	2,97	29,7
2.	27,0	6,6	16,5	—	—	—	—	—	—	16,5	165,0
3.	13,5	6,6	6,5	—	—	—	—	—	—	6,5	65,0
4.	6,8	3,46	6,15	5	9	1,14	—	—	—	7,29	72,9
5.	13,5	20,0	1,49	—	—	—	—	—	—	1,49	14,9

2. táblázat

Az áramló levegő mennyiségi százalékos megoszlása a hézagfajták között az 1. rakási módnál

Hézag-fajta	F m ² /kamra	ζ	$\zeta^{-0,5}$	$F \cdot \zeta^{-0,5}$	Légmennyiség térf. % V%	Száradó felület m ² /kamra	Száradó felület % F_t	F_t (%) V (%)
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.	2,540	29,7	0,184	0,468	39,9	19,70	6,6	0,165
2.	2,585	165,0	0,078	0,1965	16,75	59,40	19,9	1,18
3.	0,093	65,0	0,124	0,0115	0,98	1,06	0,35	0,358
4.	3,642	72,9	0,1164	0,424	36,15	218,00	72,8	2,02
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	6,22	1,06	0,35	0,056
Összesen	9,140		0,1284	1,1725	100,00	299,22	100,00	

Az egyes hézagfajtákon átáramló légmennyiség százalékos megoszlására vonatkozó adatok kiszámításához szükséges adatokat és az ezek alapján adódó értékeket a 2. sz. táblázat tartalmazza. A különböző hézagfajták szelvényei egy 13 m hosszú kamrára vonatkoznak, melynek teljes szelvénye 18,2 m² és nyílt szelvénye 9,14 m².

A táblázat 6. sz. rovata a különféle hézagfajtákhoz tartozó függőleges téglafelületet és a 7. sz. rovat a hőátadó felület százalékos megoszlását tünteti fel. A 8. sz. rovat a téglafelületi légellátottságáról ad tájékoztatást és az itt szereplő viszonyszámokból megállapítható, hogy a rakományfalak és a téglák között jóval több felület jut az áthaladt légmennyiség térfogategységére, mint a falak, ill. az ajtó mellett.

A kamrán átmenő összes légmennyiségnek 52,9%-a halad át a rakomány között és e légmennyiség a száradó felület 92,7%-át, ezzel szemben a falak mellett áramló 47,1% légmennyiség csak a száradó téglafelületnek csak 7,3%-át érinti. Ennek megfelelően a száradó felületek légellátottsága a rakomány szélén mintegy 11-szerese a rakomány közötti légellátottságnak. Ha a párolgási viszonyok a szárítás folyamata alatt a rakomány között, valamint a széleken azonosak lennének, úgy a rakomány között áthaladó levegő köbmétere 11-szeresét vinné el annak, amit a széleken áthaladó levegő köbmétere elvisz. A Lewis-szabály értelmében:

$$\frac{\alpha}{\sigma} = c_p = \text{konst.} = 0,25 \quad (9)$$

ahol α = a hőátadási tényező,
kcal/m² h C°

σ = a párolgási tényező,
kg nedves levegő/m² óra

c_p = a nedves levegő fajhője,
kcal/kg C° = 0,25

Kistner és Schumacher regenerátor rácson végzett mérései alapján a hőátadási tényező egyenes rácsban:

$$\alpha = 7,5 \frac{v^{0,5}}{d^{0,33}} \text{ kcal/m}^2 \text{ h C}^\circ \quad (10)$$

ahol d a sortávolság m.

Az előző két képletből kifejezve a párolgási tényezőt

$$\sigma = 30 \frac{v^{0,5}}{d^{0,33}} \text{ kg nedv. lev/m}^2 \text{ óra} \quad (11)$$

és a légssebességet a 6. képletből behelyettesítve

$$\sigma = 30 \left(\Delta p \frac{\rho}{2} \right)^{-0,25} \zeta^{-0,25} d^{-0,33} \quad (12)$$

A rakomány közötti és a rakomány széleinek, vagyis a falak melletti párolgási tényezők viszonyszáma kifejezi, hogy a széleken mennyivel több vagy kevesebb telített levegő távozik azonos hőátadó felületen, mint a rakomány között.

$$\frac{\sigma_k}{\sigma_b} = \frac{\zeta_b^{0,25} d_b^{0,33}}{\zeta_k^{0,25} d_k^{0,33}} \quad (13)$$

Ez arány azonban, mint a (13) egyenletből látható, csak az ellenállási tényezőktől és a rácstávolságtól függ.

A párolgási tényezők arányának kiszámításához alapul szolgáló számszerű értékeket, valamint az átlagos belső és külső párolgási tényezőkre jellemző (hőátadó felületek arányában súlyozott) átlagokat a 3. sz. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A párolgási tényezőre jellemző viszonzyszámok számítási adatai

Hézagfajta	d (m)	ζ	ε ^{0,33}	F _t	F _t ζ ^{-0,5} d ^{-0,33}	
					külső	belső
1	2	3	4	5	6	7
1.	0,100	29,7	1,08	19,7	18,2	
2.	0,066	165,0	1,44	59,4		41,3
3.	0,132	65,0	1,44	1,06	0,73	
4.	0,0346	72,9	0,95	218,0		230,0
5.	0,400	14,9	1,45	1,06	0,73	

Átlag

0,9

0,98

$$\frac{\sigma_k}{\sigma_b} = \frac{0,98}{0,9} = 1,09,$$

vagyis a szélső téglák külső, — fal felőli, — felületén 9%-kal több víz távozott, mint a belső oldalain. Miután a rakomány külső hőátadó felülete 21,82 m² az összes hőátadó felületnek (299,22 m²-nek) csak 7%-a, a külső felületek 9%-kal magasabb párolgási tényezője 0,07 · 0,09 = 0,0063 = 0,63%-kal növeli a távozó levegő telítettségét.

Tegyük fel, hogy a rakomány között áthaladó levegő 100%-os telítettséggel távozik, ez esetben a falak mellett áramló levegő telítettsége a $\frac{V}{F_t}$ viszonzyszám változásának megfelelően kisebb lesz. Tehát a falak mellett távozó levegő telítettsége

$$\frac{F_{tk}}{V_k} = \frac{7,3}{47,1} = 0,155$$

$$\frac{F_{tb}}{V_b} = \frac{92,7}{1,755} = 0,0885 = 8,85\%$$

Figyelembe véve a külső felületek magasabb párolgási tényezőjét is, a falak mellett távozó levegő telítettsége:

$$8,85 \cdot 1,09 = 9,6\%$$

A kamrából távozó összes levegő átlagos telített-

sége 52,9 térf. % 100 %-os és 47,1 térf. % 9,6%-os telítettségű levegő keverék esetén

$$\bar{\psi}_1 = \frac{52,9 \cdot 100 + 47,1 \cdot 9,6}{100} = 57,42\%$$

A párolgási tényező okozta telítettségi eltérést figyelmen kívül hagyva a távozó levegő átlagos telítettsége

$$\bar{\psi} = \frac{52,9 \cdot 100 + 47,1 \cdot 8,85}{100} = 57,06\%$$

Miután a párolgási tényező csak 0,36% eltérést okoz a telítettségben, ennek hatását további számításainkál nem vesszük figyelembe.

A telítettség előbbi számításánál figyelmen kívül hagytuk, hogy a gyakorlatban a száritó levegő már a kamrába belépésekor is tartalmaz nedvességet. A belépő levegő telítettségét ψ_0 -a jelölve, ez esetben a kilépő levegő telítettsége

$$\psi_k = \psi_0 + (1 - \psi_0) \bar{\psi} \quad (14)$$

Vagy ha a száritás határfokát a levegő belépő nedvességtartalma x_0 és a telített levegő nedvességtartalma x_t ismeretében fejezzük ki, az elérhető opt. határfok

$$\eta_t = \frac{x_0 + (x_t - x_0) \bar{\psi}}{x_t} \quad (15)$$

Miután a belépő levegő nedvességtartalma meteorológiai adottság, a különféle rakási módok határfokának összehasonlítására a $\bar{\psi}$ -t használjuk fel:

$$\bar{\psi} = V_b \left(1 + \frac{F_{tk}}{F_{tb}} \right) \quad (16)$$

ahol V_b a rakományon belül áramló légmennyiség az összes légmennyiség %-ában,

F_{tk} a rakomány külső (falak felőli) felülete m²

F_{tb} a rakomány belső részének felülete m²

A távozó levegő átlagos telítettségének számításához felhasznált adatokat és a számítás eredményeit a 2—6 rakási módokra a 4—8. sz. táblázatok tartalmazzák.

4. táblázat

Az áramló levegő megoszlása és a távozó levegő átlagos telítettsége a 2. rakási módnál

Hézagfajta	F ^k m ² /kamra	ζ	ε ^{-0,5}	F ζ ^{-0,5}	Légmennyiség térf. %	Száradó felület m ² /kamra	Száradó felület %	
							F _{tk}	F _{tb}
1.	2,54	29,7	0,184	0,4680	39,1	19,70	10,92	
2.	2,585	165,0	0,078	0,1965	16,4	59,40		33,00
3.	0,093	65,0	0,124	0,0115	0,96	1,06	0,59	
4.	3,642	65,9	0,123	0,4490	37,5	99,00		54,90
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	6,04	1,06	0,59	
							12,10	87,9

$$V_b = 16,4 + 37,5 = 53,9\%$$

$$\bar{\psi}_2 = 53,9 \left(1 + \frac{12,1}{87,9} \right) = 61,2\%$$

5. táblázat

Az áramló levegő megoszlása és a távozó levegő átlagos telítettsége a 3. rakási módnál

Hézag-fajta	F m ² /kamra	ζ	$\zeta^{-0,5}$	$F \zeta^{-0,5}$	Légmennyiség térf. %	Száradó felület m ²	Száradó felület %	
							F_{tk}	F_{tb}
1.	2,54	29,7	0,184	0,4680	36,5	19,7	14,0	
2.	2,585	165,0	0,078	0,1965	15,35	59,4		42,2
3.	0,093	65,0	0,124	0,0115	0,9	1,06	0,75	
4.	3,642	58,6	0,146	0,5310	41,5	59,5		42,3
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	5,75	1,06	0,75	
							15,5	84,4

$$V_b = 15,35 + 41,5 = 56,85\%$$

$$\bar{\psi}_3 = 56,85 \left(1 + \frac{15,5}{84,5} \right) = 62,1\%$$

6. táblázat

Az áramló levegő megoszlása és a távozó levegő átlagos telítettsége a 4. rakási módnál

Hézag-fajta	F m ² /kamra	ζ	$\zeta^{-0,5}$	$F \zeta^{-0,5}$	Légmennyiség térf. %	Száradó felület m ²	Száradó felület %	
							F_{tk}	F_{tb}
1.	2,550	29,7	0,184	0,4690	41,35	19,7	5,9	
2.	0,717	791,0	0,0356	0,0255	2,25	67,0		20,0
3.	0,016	321,0	0,056	0,0009	0,08	1,06	0,3	
4.	4,840	72,9	0,117	0,5660	49,92	246,0		73,5
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	6,4	1,06	0,3	
							6,5	93,5

$$V_b = 2,25 + 49,92 = 52,17\%$$

$$\bar{\psi}_4 = 52,17 \left(1 + \frac{6,5}{93,5} \right) = 56,3\%$$

7. táblázat

Az áramló levegő megoszlása és a távozó levegő átlagos telítettsége az 5. rakási módnál

Hézag-fajta	F m ² /kamra	ζ	$\zeta^{-0,5}$	$F \zeta^{-0,5}$	Légmennyiség térf. %	Száradó felület m ²	Száradó felület %	
							F_{tk}	F_{tb}
1.	2,550	29,7	0,184	0,4690	34,8	19,7	6,3	
2.	0,655	791,0	0,0356	0,0233	1,7	67,0		21,4
3.	0,015	321,0	0,056	0,0006	0,05	1,06	0,4	
4.	5,80	54,4	0,135	0,7800	58,05	224,0		71,5
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	5,4	1,06	0,4	
							7,1	92,9

$$V_b = 1,7 + 58,05 = 59,75\%$$

$$\bar{\psi}_5 = 59,75 \left(1 + \frac{7,1}{92,9} \right) = 64,1\%$$

A különböző rakási módok mellett elérhető évi átlagos hatásfokok értékeit a 9. sz. táblázat tartalmazza. A hatásfok kiszámításánál az évi átlagnak megfelelően a belépő levegő nedvességtartalma 6,6 g víz/kg levegő; a levegő 70 C°-ra történő felmelegítését követően teljesen telített állapotban 28 C°-ra hűl le és nedvességtartalma 24,6 g víz/kg levegő.

A (15.) képletbe helyettesítve ez értékeket

$$\eta_h = \frac{6,6 + (24,6 - 6,6) \bar{\psi}}{24,6} =$$

$$= \frac{6,6 + 18 \bar{\psi}}{24,6} = 0,268 + 0,73 \bar{\psi}$$

8. táblázat

Az áramló levegő megoszlása és a távozó levegő átlagos telítettsége a 6. rakási módnál

Hézagfajta	F	ζ	ζ ^{-0,5}	F ζ ^{-0,5}	Légmennyiség térf. %	Száradó felület m ²	Száradó felület %	
							F _{tk}	F _{tb}
1.	2,550	29,7	0,184	0,4690	22,65	19,7	6,7	
2.	0,600	791,0	0,0356	0,0233	1,13	67,0		22,9
3.	0,014	321,0	0,056	0,0006	0,03	1,06	0,4	
4.	8,610	33,4	0,173	1,4900	72,65	204,0		69,6
5.	0,280	14,9	0,259	0,0725	3,54	1,06	0,4	
							7,5	92,5

$$V_b = 1,13 + 72,65 = 73,78\%$$

$$\bar{p}_6 = 73,78 \left(1 + \frac{7,5}{92,5} \right) = 79,6\%$$

9. táblázat

A száradásra jellemző mutatók azonos légmennyiség/kamra óra esetén

Rakási mód	ψ	η _t	R rakomány sűrűsége db/fm	R/η	Száradási forduló viszony-számjai	Kapacitás kihasználás viszony-számjai
1	2	3	4	5	6	7
1.	57,06	0,688	360	495	1	1
2.	61,2	0,715	360	476	0,94	1,04
3.	62,1	0,722	360	472	0,95	1,05
4.	56,3	0,679	406	596	0,825	0,985
5.	64,1	0,736	362	492	0,995	1,07
6.	79,6	0,849	338	398	0,805	1,235

A szárítás ideje és a szárító kapacitás kihasználása.

a) azonos légmennyiségek esetén:

A levegő telítettségi határfokán kívül lényeges a műszárítóknál a száradási forduló sebessége és a kapacitás kihasználás is. Ha feltesszük, hogy a szárítón minden rakási módnál az időegység alatt azonos légmennyiség (V) halad át, az időegység alatt elvitt vízmennyiség:

$$Q = x_t V \eta_t \quad (17)$$

ahol x_t 1 kg telített levegő víztartalma g/kg
 V a kamrán áthaladt légmennyiség kg/sec
 η_t telítési határfok, vagyis a távozó levegő tényleges víztartalma osztva a távozó levegő által teljes telítettség esetén tartalmazott vízmennyiséggel.

A kamra rakományának összes nedvességtartalma Q_k a kamrában berakott téglamennyiségtől és a téglamennyiség nedvességtartalmától (w) függ. Ha a berakott téglamennyiséget a rakási sűrűséggel fejezzük ki

$$Q_k = l R w ; \text{ gr.} \quad (18)$$

ahol l a kamra hossza m
 R 1 fm kamra hossza eső téglamennyiség db/m
 w vízmennyiség egy téglában gr/db

A kamra kiszáritásához szükséges idő a (17) és (18)-ból a kamrára és a telített levegőre jellemző állandókat kiemelve

$$\tau = \frac{Q_k}{Q} = \frac{l w}{x V} \cdot \frac{R}{\eta} = K_1 \frac{R}{\eta} \quad (19)$$

Miután a kamrában τ idő alatt R l téglamennyiség szárad ki, a szárítási kapacitás

$$C = \frac{l R}{\tau} = K_2 \eta, \text{ ahol } K_2 = \frac{x V}{w} \quad (20)$$

A kamra fordulójára és a szárítási kapacitásra jellemző mutatók szempontjából a K és K_1 állandók értéke közömbös, ezért a 9. sz. táblázatban ezek kiszámításától eltekintünk.

b) azonos nyomáskülönbségek esetén:

A 2., 4., 5., 6., 7., 8. táblázatokból látható, hogy a kamra egyes részeinek ellenállási tényezője miként alakul a rakási mód szerint. Az ellenállási tényezők e változásai azonban nemcsak a különböző hézagfajtákon áramló levegő áramlási sebességét és mennyiségi eloszlását befolyásolják, hanem a kamra teljes ellenállását és ennek következtében a kamrán átmenő összes légmennyiséget is. A kamrán áthaladó levegő átlagos sebessége

$$\bar{v} = \frac{F_1 v_1 + F_2 v_2 + \dots + F_n v_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (21)$$

Az előző képletbe a légsebességeket a (6)-ból helyettesítve

$$\bar{v} = K \frac{\Sigma (F \zeta^{-0,5})}{\Sigma (F)} \quad (22)$$

és az áthaladó teljes légmennyiség

$$V = v \Sigma (F) = K \Sigma (F \zeta^{-0,5}) \quad (23)$$

A (20.) képletbe helyettesítve v -t a (23)-ból a szárítási kapacitás

$$c = \frac{x}{w} \eta \cdot K \Sigma (F \zeta^{-0,5}),$$

illetve a nem változó tényezőket kiemelve és egy állandóba összefoglalva:

$$c = K_3 \eta \Sigma (F \zeta^{-0,5}) \quad (24)$$

vagyis a szárítási kapacitás arányos a telítettségi határfokkal, valamint a kamra egyes részei ke-

resztmetszet e és a részek ellenállási tényezői négyzetgyöke hányadosainak összegével.

$$K_3 = \frac{x}{w} K$$

Az azonos nyomásviszonyok esetén elérhető kapacitáskihasználási mutatókat és azok számítási adatait a 10. sz. táblázat tartalmazza.

10. táblázat

A légmennyiségek változása a rakási módtól függően és az ennek figyelembevételével adódó kapacitáskihasználási mutatók, ha a kamrában a nyomásesés azonos

Rakási mód	$\Sigma F (\zeta^{-0,5})$	η_t	$\eta_t \Sigma (F \zeta^{-0,5})$	A kapacitás kihasználás az 1 rakási módhoz viszonyítva %
1	2	3	4	5
1.	1,1725	0,688	0,736	100
2.	1,1975	0,715	0,855	116,5
1.	1,2795	0,722	0,921	125,5
4.	1,1339	0,679	0,771	105,0
5.	1,3454	0,736	0,988	134,5
6.	2,0554	0,849	1,745	237,0

Az azonos légmennyiség esetén adódó kapacitáskihasználási mutatók és az azonos nyomásesés esetén adódó kapacitáskihasználási mutatók szélső értékeket jelentenek és a tényleges kapacitáskihasználás ezek között lesz, éspedig alsó érték közelében ha a kamra ellenállása az összes ellenálláshoz képest kicsiny, és a felső határ közelében, ha a légvezeték ellenállása a kamra ellenállásához képest elhanyagolható. A kamrán áthaladó légmennyiség végső sorban a ventilátor jelleggörbéjétől és az összes ellenállástól függően változik.

A központi légellátással működő száritórendszernél a levegő hozzavezetésére és elvezetésére szolgáló csatornák ellenállása a kamra ellenállásához képest igen nagy, ami főként a vezetékben kialakuló és a rakomány közöttihez viszonyítva nagy légsebesség folyománya. E száritóknál a rakomány ellenállása az összes ellenállásnak mindössze 1 ezreléke.

Valamivel kedvezőbb a viszony akkor, ha a száritó minden kamrája külön ventilátorral van felszerelve, mely nem közös csatornából szív. Ez esetben a rakomány ellenállása az összes ellenállásnak kb. 1,5%-a. Az arány tehát még itt is olyan rossz, hogy a rakási mód változása okozta ellenállásváltozás gyakorlatilag nem értékelhető.

Ennek figyelembevételével a kapacitáskihasználás viszonyzámaiként jó közelítéssel a 9. táblázatban szereplők vehetők.

A rakomány közötti hézagokban áramló levegő telítési hatásfoka

a) konvektív hőátadás esetén:

Ha egy téglá kiszáritásának hőszükséglete Q , a téglá hőátadó felülete F_t és a száritás ideje τ , úgy a hőterhelés, mely a téglá τ idő alatti kiszá-

rításához szükséges, arányos a hőmennyiséggel és fordítva arányos a száritás idejével és a hőátadó felülettel, másrészt a hőterhelés és a hőátadási tényező között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\frac{Q}{\tau F_t} = \alpha \Delta t \tag{25}$$

Δt az átlagos hőmérsékletkülönbség

$$\Delta t = \frac{(T_k - T_F) - (T_v - T_F)}{\ln \frac{T_k - T_F}{T_v - T_F}} \tag{26}$$

ahol T_k a belépő levegő hőmérséklete

T_v a kilépő levegő hőmérséklete

T_F a téglá felületi hőmérséklete, mely azonos a nedves test felületi hőmérsékletével.

Ha a gáz közepes fajhőjével számolunk, az átadott hőmennyiség arányos a gáz hőmérséklet csökkenésével, vagyis a telítési hatásfok

$$\eta = \frac{T_k - T_v}{T_k - T_F} = 1 - \frac{T_v - T_F}{T_k - T_F}$$

ezt helyettesítve a (26)-ba

$$\Delta t = (T_k - T_F) \frac{\eta}{\ln \frac{1}{1 - \eta}} \tag{27}$$

A (25)-be helyettesítve a hőátadási tényezőt a (10)-ből és a hőmérsékletkülönbséget a (27)-ből is kifejezve a sebességet.

$$v = 0,0178 \frac{Q^{2d^{0,66}}}{\tau^2 F_t^2 (T_k - T_v)^2} \left(\ln \frac{1}{1 - \eta} \right)^2 \text{ m/sec} \tag{28}$$

A téglá kiszáritásához szükséges elméleti légmennyiség

$$V = \frac{Q}{c_p (T_k - T_v)} \tag{29}$$

ahol c_p a levegő fajhője állandó nyomás esetén kcal/Nm³ C° és az ebből adódó rakomány közötti légsebesség:

$$v = \frac{b \cdot Q}{3600 c_p \tau F (T_k - T_v)} \frac{T_k - T_v}{2} \text{ m/sec} \tag{30}$$

ahol T_k a belépő levegő hőmérséklete K°

T_v a kilépő levegő hőmérséklete K°

τ a száritás ideje óra

F egy téglára eső szabad keresztmetszet

b sebesség megoszlási tényező, mely a vizsgált hézagfajtában áramló levegő sebességének az átlagos légsebességhez való viszonyát fejezi ki.

$$b = \frac{v}{v}$$

A (28) képletben kifejeztük a légsebességet, mely ahhoz szükséges, hogy (τ) száritási idő alatt a hőátadás a száritó közeg és a száritandó anyag között végbemenjen, a (30) képletben pedig kifejeztük a légsebességet, mely abból adódik, hogy a száritáshoz szükséges légmennyiség a (τ) száritási idő alatt halad át a rakomány között. A légsebesség mindkét esetben a száritó közeg és a száritandó anyag hőmérsékleti viszonyaitól is függ.

Hogy a szárítás ideje és a hőmérsékleti viszonyok által megszabott telítési hatások közötti összefüggést megkapjuk a légsebesség előbbi két kifejezését egyenlővé tesszük:

$$0,0178 \frac{Q^2 d^{0,66}}{\tau^2 F_t^2 (T_k - T_v)^2} \left(\ln \frac{1}{1 - \eta} \right)^2 = \frac{b}{3600} \frac{Q}{c_p \tau F (T_k - T_v)} \frac{T_k - T_v}{273}$$

ebben helyettesítve $T_k - T_v = (T_k - T_F) \eta$ és rendezve

$$\frac{\left(\ln \frac{1}{1 - \eta} \right)^2}{\eta} = 0,01563 \frac{b}{Q c_p} \frac{F_t^2 \tau}{d^{0,66} F} (T_k - T_F) \cdot \frac{T_k - (T_k - T_F) \eta}{273} \quad (31)$$

Feltesszük, hogy a téglá gőzfeltárással készül és 0,8 kg vizet kell a szárítás folyamán belőle eltávolítani a szárításhoz szükséges hőmennyiség $Q = 0,8 \text{ kg} \cdot 600 \text{ kcal/kg} = 480 \text{ kcal/téglá}$. A levegő közepes fajhője $0 - 100 \text{ C}^\circ$ között $c_p = 0,31 \text{ kcal/Nm}^3 \text{ C}^\circ$.

A (31)-ben szereplő egyéb tényezők értékeit a 11. sz. táblázatban foglaltuk össze:

11. táblázat

Rakási mód	(m) d	(m ²) F_t	b	(10 ⁻² m ²) F	$\frac{b F_t^2}{F d^{0,66}}$
1.	0,035	0,1045	0,905	1,99	4,5
2.	0,076	0,0705	0,94	1,99	1,3
3.	1,127	0,0592	1,045	1,99	0,715
4.	0,035	0,1045	0,87	1,6	5,4
5.	0,045	0,1045	0,92	1,96	3,96
6.	0,075	0,1045	0,99	2,75	2,17

A (31) egyenlet jobboldalán a hőmérsékleti tagban az η is szerepel. Miután a hatások kiszámításánál korlátozott pontossággal is megelégszünk, e helyen a közepes hatásokértéket helyettesítjük, ez esetben a hőmérsékleti tag:

$$(T_k - T_F) \frac{T_k - 0,25(T_k - T_F)}{273}$$

Az elkövetett legnagyobb hiba $T_k = 90 \text{ C}^\circ = 363 \text{ K}^\circ$ esetén

$$100 \frac{363 - 0,25(90 - 33)}{363} 100 = 3,6\%$$

$$\Delta \frac{\left(\ln \frac{1}{1 - \eta} \right)^2}{\eta} \text{ értékében jelentkező max hiba}$$

alapján 90 C° belépő levegő esetén η értékeinél az alábbi pontosság adódik

$$\eta = 0,1 \pm 0,04$$

$$\eta = 0,9 \pm 0,005$$

A téglá felületének hőmérséklete változik a belépő levegő hőmérséklete és telítettsége szerint. További számításainknál feltételezzük, hogy a

belépő levegő 10 g víz/kg levegő nedvességtartalommal bír.

Ez esetben a jellemző hőmérsékleti értékek a belépő levegőhőmérséklettel az alábbi szerint alakulnak (l. 12. sz. táblázat).

12. táblázat

Belépő levegő hőmérséklete T_k ; (C°)	Téglafelület hőmérséklete T_F ; (C°)	$T_k - T_F$	$[T_k - 0,25(T_k - T_F)] \cdot (T_k - T_F)$
90	33	57	$2,02 \cdot 10^4$
80	32	48	$1,63 \cdot 10^4$
70	30	40	$1,33 \cdot 10^4$
60	28	32	$1,04 \cdot 10^4$
50	26	24	$0,76 \cdot 10^4$
40	24	16	$0,49 \cdot 10^4$

A (31) képletből a 11. és 12. táblázatokban szereplő értékek helyettesítésével számított rakomány között elérhető telítési hatásfokokat %-ban a 13. sz. táblázat tartalmazza.

13. táblázat

A rakomány között áthaladt levegő telítési hatások %-a a szárítási idő, a szárító levegő hőmérséklete és a rakásmódtól függően, konvektív hőátadást tételezve fel

Rakási mód	Belépő levegő hőfoka C°						Szárítási idő, nap
	90	80	70	60	50	40	
1.	41	36	32	25	20	8	1
	57	52	47	42	35	24	2
	69	63	57	51	44	33	3
	76	71	65	58	51	40	4
	81	76	71	64	56	46	5
	85	80	76	61	61	50	6
2.	14	10	9	7	4	2	1
	28	24	20	15	10	6	2
	37	33	28	23	17	10	3
	44	39	35	29	22	14	4
	50	45	42	34	27	18	5
	53	48	45	38	31	22	6
3.	7	5	4	3	2	1	1
	15	13	9	6	5	3	2
	24	21	16	12	7	6	3
	30	26	22	16	10	8	4
	35	31	28	23	13	9	5
	40	35	30	25	18	12	6
4.	45	41	36	30	23	17	1
	62	57	51	46	39	33	2
	73	68	62	56	49	43	3
	80	76	70	63	55	50	4
	84	80	75	70	61	55	5
	87	84	79	74	66	59	6
5.	39	33	27	22	17	10	1
	54	47	42	38	32	21	2
	65	59	54	49	42	31	3
	73	67	62	55	48	37	4
	78	74	67	61	53	42	5
	82	77	71	66	57	46	6
6.	25	19	15	11	7	5	1
	40	36	30	25	19	11	2
	50	45	39	34	27	17	3
	56	52	47	41	34	23	4
	63	57	57	46	39	29	5
	68	62	56	50	43	33	6

b) vezetési hőátadás esetén

A rakomány között átment levegő telítési hatásfokának számításánál eddig a konvektív hőátadás empirikus összefüggését használtuk, melyeket a műszárítóban alkalmazott légsebességek-nél jóval nagyobb légsebességek esetén állapítottak meg, tehát kérdéses, hogy a hőátadás szempont-jából helyes képet ad-e.

Ez alacsony légsebességek sokkal inkább meg-közelítik az álló levegő hőátadási viszonyait, vagyis amikor a hőátadás vezetéssel történik.

Nusselt mérései alapján (H. Schack: Der Industrielle Wärmeübergang. Stahleisen Verlag, Düsseldorf, 1953. S. 89), valamint W. Junger függőleges falakon végzett mérései szerint a nyugvó levegőben elhelyezett lemezen a hőátadási tényező

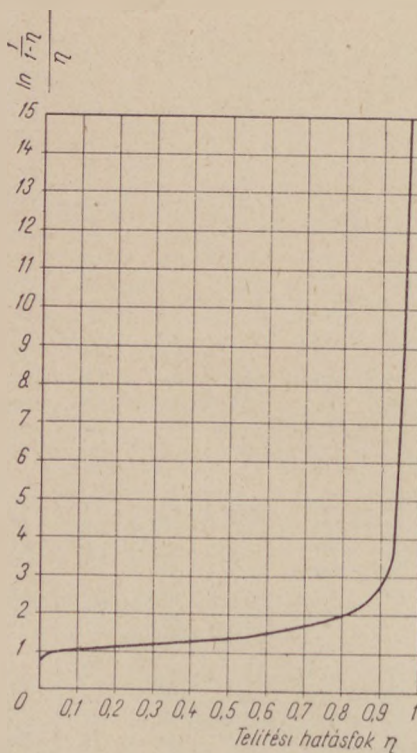
$$\alpha = 2,2 \sqrt[4]{t_1 - t_2} \quad (32)$$

ahol $t_1 - t_2$ a levegő és a fal közötti hőmérséklet-különbség. Miután a mi esetünkben a levegő hőmérséklete a kamrán áthaladva esökken, ennek helyére az átlagos hőmérsékletkülönbséget kell helyettesíteni. A (25), (27), és (32)-ből

$$\begin{aligned} \frac{Q}{\tau F_t} &= 2,2 \sqrt[4]{\Delta t} \cdot \Delta t = 2,2 \Delta t^{1,25} = \\ &= 2,2 (T_k - T_F)^{1,25} \left(\frac{\eta}{\ln \frac{1}{1-\eta}} \right)^{1,25} \end{aligned}$$

illetve

$$\ln \frac{1}{1-\eta} = 1,35 \cdot 10^{-2} (T_K - T_F) (\tau F_t)^{0,8} \quad (33)$$



7. ábra

A 7. sz. ábrán ábrázolt $\ln \frac{1}{1-\eta}$ függvényből

jól látható, hogy annak 92%-os telítési hatásfoknál egy erős törése van. 0 és 90% telítettség között egy csaknem lineáris lapos szakasz van míg 93%-tól a függvény meredeken emelkedik. Hogy a szárítóban elkerülhetetlen táplevegő hőmérsékleti ingadozások a hatásfokot csak kevéssé befolyásolják, a szárítást úgy kell irányítani, hogy a függvény értéke lehetőleg 2,5–3 között mozogjon.

A (33)képlet alapján számított telítési hatás-fokokat a 14. sz. táblázat tartalmazza. A I-gyel jelzett adatok az egyesével elhelyezett téglákra, a II. az egymás mellé szorosan elhelyezett két téglára és a III. szorosan egymás mellé helyezett három téglára vonatkoznak.

14. táblázat

A telítési hatásfok (%) különböző rakási módok és szárítási idők esetén vezetési hőátadás mellett

Belépő levegő hőmérséklete C°	Szárítási idő (nap)						Rakási mód
	1	2	3	4	5	6	
90	64	91,0	93,0	93,5	94	94,5	I.
	20	80,5	91,6	93,0	93,5	93,6	II.
		71,5	89	92,2	93	93,2	III.
80	47	87,5	92,7	93,4	93,5	94,0	I.
	1,5	70	89	91,8	93,0	93,2	II.
		56,5	81	90,2	92,5	93,1	III.
70	20	78,0	90,7	93,0	93,2	93,5	I.
		53,5	81	89,5	92	93	II.
		33	70	84,0	90,2	92	III.
60		61,5	83,5	90,7	92,8	93,0	I.
		21,0	66	79,5	84,5	91,3	II.
		3	48,5	70,0	81,5	88,6	III.
50		25	65	80	89	92,0	I.
			33	58	73	84,0	II.
			6,5	42,5	61,5	73,0	III.
40			12	48	65,5	75,5	I.
				5,0	29	52,5	II.
					8	31,0	III.

A szárító levegő hőmérséklete a telítési hatás-fok és a szárítás ideje közötti összefüggést a külön-böző rakási módoknál a 8, 9, 10, 11, 12, 13. sz. ábrák tüntetik fel. Ez ábrákból jól látható, hogy alacsony levegő hőmérséklet és rövid szárítási idő esetén a hatásfokot a konvektív hőátadási folya-mat, míg magasabb levegőhőmérsékletek és hosz-szabb szárítási idő esetén a vezetési hőátadás szabja meg.

A műszárítóknál általában alkalmazott 4 na-pos szárítási idő és 70 C°-os levegőhőmérséklet mellett a rakomány között áthaladt levegő telítet-ségi hatásfoka az egyes rakási módoknál a követ-kező 15. sz. táblázat első sorában és a rakomány szélein áramló légmennyiség okozta hatásfok-esökkenést is figyelembe vevő végső hatásfok

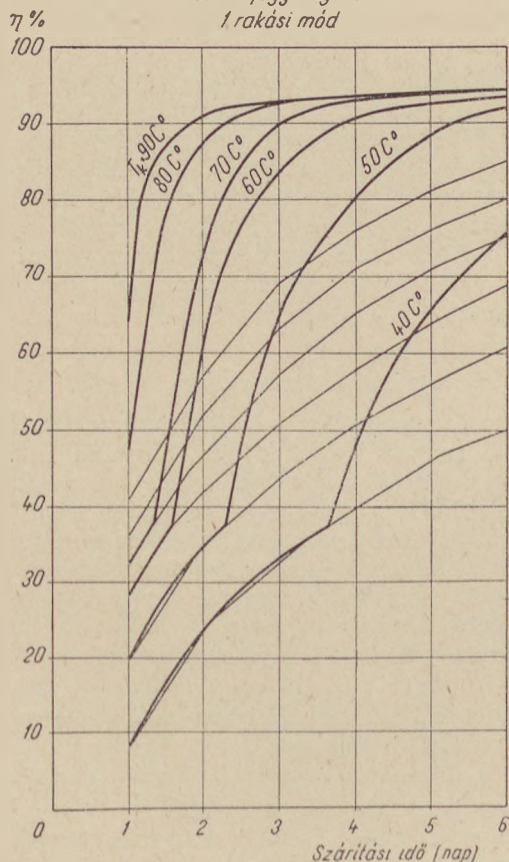
ugyanezen táblázat utolsó sorában található. Alacsonyabb levegőhőmérséklet és rövidebb szárítási idő esetén a 2. és 3. rakási módnál a hatásfok rohamosan csökken.

Az 1, 4, 5 és 6 rakási módoknál a 15. táblázatban is szereplő arányok egészen 50%-os telítési hatásfokig változatlanok, vagyis ésszerű viszonyok mellett egyesével rakott téglák esetén a telítési hatásfok, valamint a hőkihasználás a rakomány ritkításával javítható.

15. táblázat

Rakási mód	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Rakomány közötti levegő telítési hatásfoka η	0,93	0,895	0,84	0,93	0,93	0,93
A széleken telítetlenül távozó levegő miatti telítési hatásfok η_t	0,688	0,715	0,722	0,679	0,736	0,849
A végső hatásfok η_e	0,64	0,64	0,606	0,63	0,684	0,785

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
1. rakási mód



8. ábra

II. A szárítás hatásfokának növelése recirkulációval és lépcsős szárítással

A 15. sz. táblázatból látható, hogy bár a rakomány között áthaladt levegő 93%-ban van kihasználva, a kamrából a levegő a rakási módtól függően 64–78%-os hőkihasználással távozik. Az egyszeri átmenet után aránylag alacsony telítettséggel távozó levegő további kihasználására két módszer áll rendelkezésre :

1. A levegőt friss levegővel keverve ismét visszavezetjük a kamrába (recirkuláció).

2. A levegőt egy második, harmadik stb. kamrába vezetjük be (lépcsős szárítás).

Mindkét esetben további két lehetőség van :

1. az újbóli bevezetéssel egyidejűleg a levegőt nem melegítjük fel,

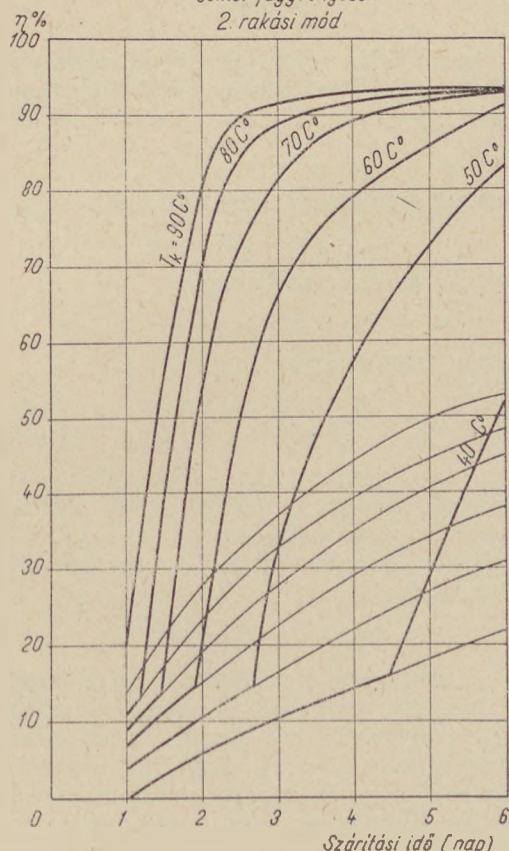
2. az újbóli bevezetéssel egyidejűleg a levegőt ismét felmelegítjük. Az előzőeknek megfelelően négy esetet vizsgálunk meg :

- a) lépcsős szárítás újramelegítés nélkül,
- b) recirkuláció újramelegítés nélkül,
- c) lépcsős szárítás újramelegítéssel,
- d) recirkuláció újramelegítéssel

a) *Lépcsős szárítás újramelegítés nélkül :*

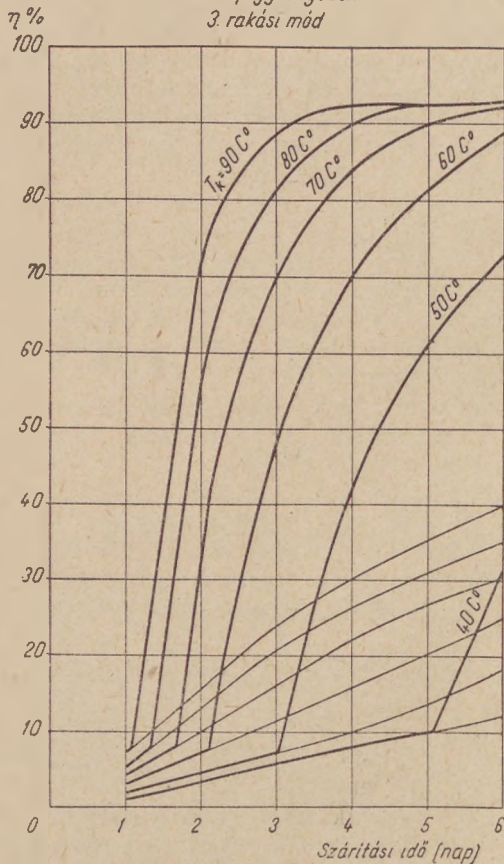
Ha a levegő a szárítókamrán áthaladva a teljes telítettség mellett elvihető vízmennyiségnek a %-át viszi el, akkor a második kamrán

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
2. rakási mód



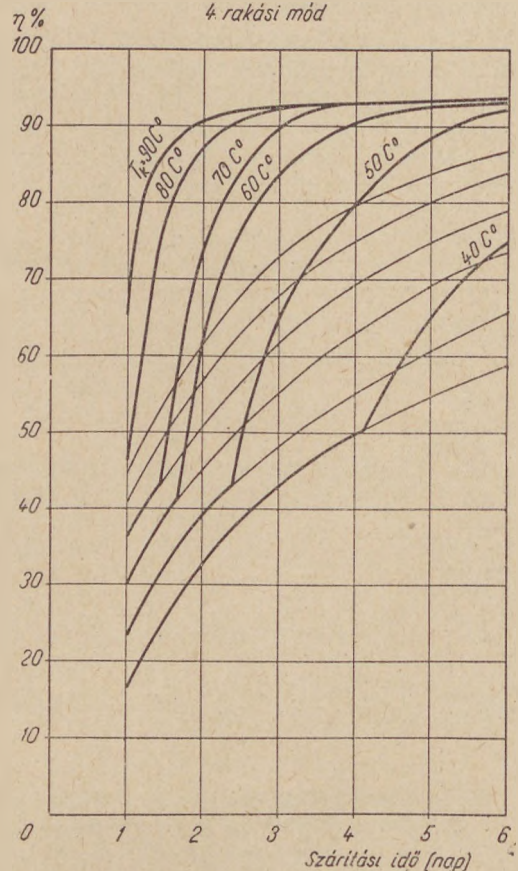
9. ábra

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
3. rakási mód



10. ábra

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
4. rakási mód



11. ábra

történt áthaladás után elvitt vízmennyiség a teljes telítettség mellett elvihető vízmennyiség %-ában.

$$a_2 = 2a - a^2$$

a harmadik kamrán történő áthaladás után

$$a_3 = 3a - 3a^2 - a^3$$

a negyedik kamrán áthaladva

$$a_4 = 4a - 6a^2 + 4a^3 - a^4$$

n kamrán haladva át a levegő

$$a_n = \binom{n}{1} a - \binom{n}{2} a^2 + \binom{n}{3} a^3 - \dots - \binom{n}{n} a^n$$

Ha a az egyenlet mindkét oldalához egyet hozzáadunk, úgy az egyenlőség jobb oldala egy binomialis sor, melynek összege $(1 - a)^n$.

Tehát n kamrán vezetve át a levegőt, az elérhető hatásfok:

$$\eta_n = 1 - (1 - a)^n$$

Ez összefüggésből is látható, hogy megfelelő számú kamrán vezetve át a levegőt az optimális hatásfok megközelíthető. Az összes szárítókamra sorbakapcsolása azonban konstrukciós okokból komoly nehézségekbe ütközik, mert minden kamránál biztosítani kell a friss levegő bevezetését, a távozó levegő külső térbe történő elvezetését, a következő kamrába ill. kamrából történő átveze-

tést, valamint azt a lehetőséget is, hogy egyes kamrák a folyamatból kikapcsolhatók legyenek. Az előbbi követelmények megvalósításának konstrukciós nehézségei miatt a kamrákat részben párhuzamosan kapcsolva közös gyűjtővezetékből táplálják levegővel. Mivel minden lépcső részére külön gyűjtővezeték szükséges, gyakorlatilag háromnál több lépcső alkalmazása nem igen jöhet számításba.

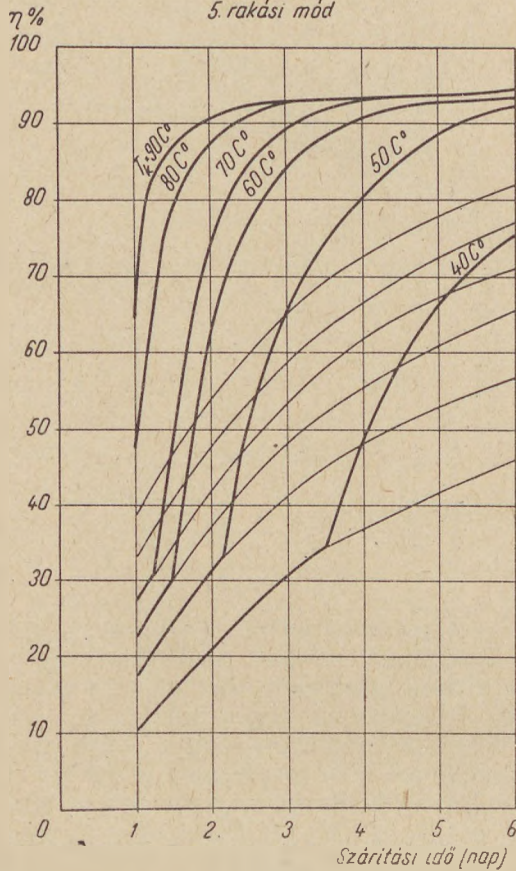
b) Recirkuláció újramelegítés nélkül:

Az újramelegítés nélküli recirkuláltatással elérhető telítési hatásfok két tényezőtől függ, éspedig a telítési tényezőtől (a) és a keverési tényezőtől (b). A telítési tényező azt adja meg, hogy a bevezetett levegő egyszeri áthaladása folyamán az összes felvehető nedvességmennyiségnek hányadrészét veszi fel. A keverési tényező megadja, hogy az újrabevetés során a kamrába belépő levegőmennyiségnek hányadrészét teszi ki a friss levegő.

A levegő állapotváltozását a folyamat során a 15. sz. ábra szemlélteti.

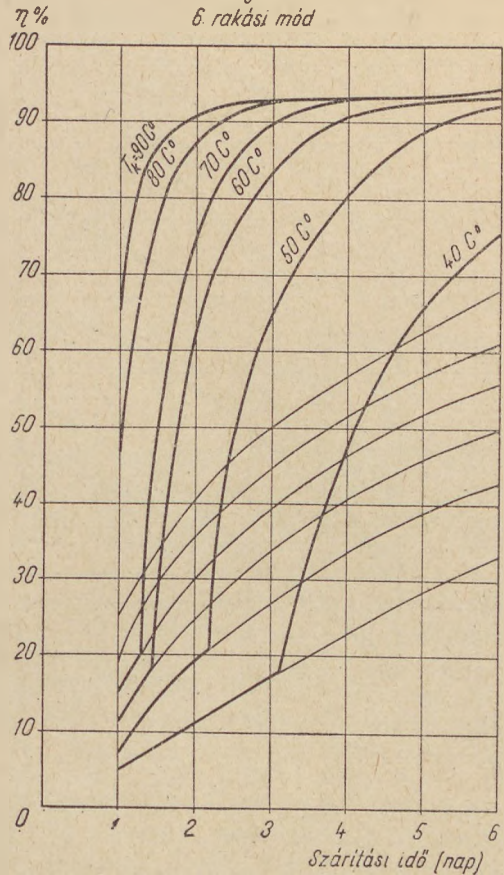
A kamrába bevezetett A' nedvességtartalmú friss levegő teljes telítés esetén B' nedvességet tartalmaz. A friss levegő a kamrába bevezetett levegőnek csak a keverési tényező által megszabott hányadát teszi ki, a bevezetett levegő

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
5. rakási mód



12. ábra

A rakomány között áthaladó levegő telítési hatásfoka a szárítási idő és a levegő hőmérséklet függvényében
6. rakási mód



13. ábra

többi részét a nagyobb nedvességtartalmú recirkuláltatott levegő alkotja, ezért a bevezetett levegő nedvességtartalma C' a keverési tényezőnek megfelelően nagyobb lesz a friss levegő nedvességtartalmánál, illetve kisebb a visszavezetett levegő nedvességtartalmánál. A nedvességtartalom csökkenés a D' nedvességtartalmú visszavezetett levegőhöz képest

$$D' - C' = b(D' - A') \quad (36)$$

A bevezetett levegőkeverék teljes telítés esetén $B' - C'$ vízmennyiséget tudna felvenni, de a kamrán áthaladva csak a vízmennyiségnek a telítési tényező által meghatározott hányadát veszi fel. A nedvességtartalom növekedés a bevezetett légkeverék nedvességtartalmához képest

$$D' - C' = a(B' - C') \quad (37)$$

Egyensúlyi állapot esetén a friss levegő okozta nedvességtartalom csökkenés azonos a kamrában beálló nedvességtartalom növekedéssel, vagyis

$$b(D' - A') = a(B' - C') \quad (38)$$

A friss levegőre vonatkoztatott telítési hatásfok

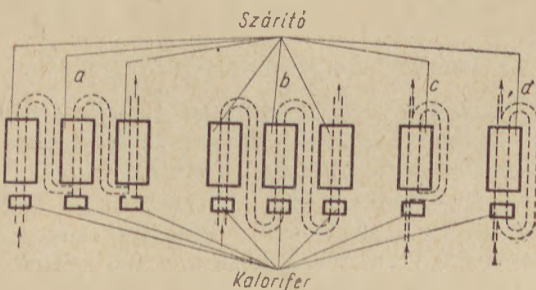
$$\eta_r = \frac{D' - A'}{B' - A'} \quad (39)$$

és a telítetlenségi hatásfok

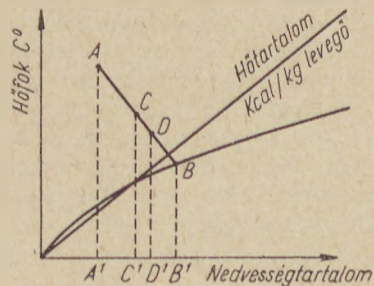
$$1 - \eta_r = \frac{(B' - C')(1 - a)}{(B' - A')} \quad (40)$$

A (38), (39) és (40)-ből

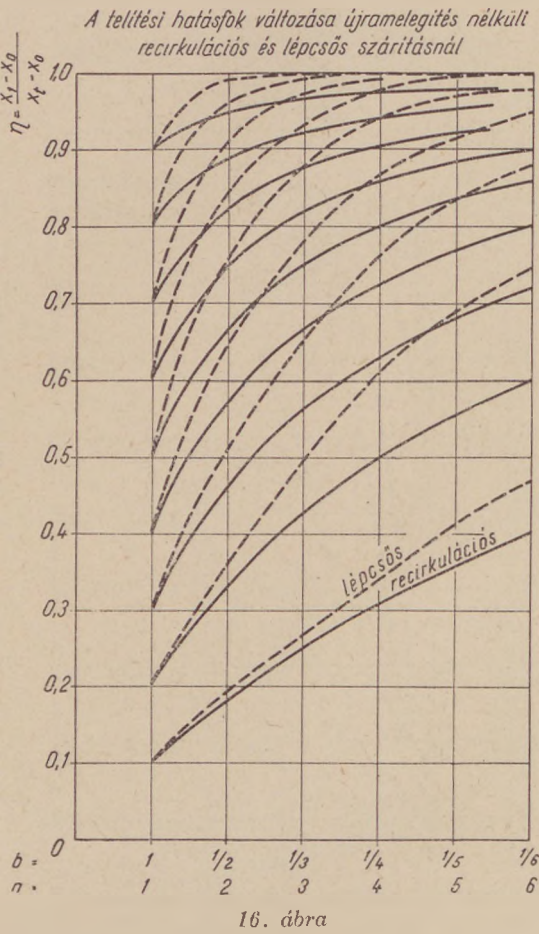
$$b\eta_r(B' - A') = a \frac{1 - \eta_r}{1 - a} (B' - A')$$



14. ábra



15. ábra



és ebből a hatások

$$\eta_r = \frac{a}{a + b(1 - a)}$$

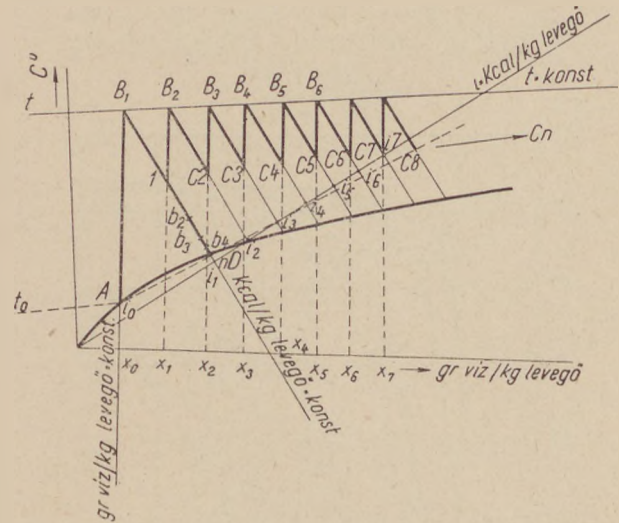
Az újramelegítés nélküli lépcsős szárítás és recirkulációs szárítás hatásfokainak alakulását a 16. sz. ábra tünteti fel. Ebből jól látható, hogy ha újramelegítést nem alkalmazunk és a szárítást azonos légmennyiség mozgatásával végezzük, a lépcsős szárítás hatásfoka minden esetben jobb mint a recirkulációé.

c) *Lépcsős szárítás újramelegítéssel:*

A levegő állapotváltozását a folyamat során a 17. sz. ábrán követhetjük.

Mivel az újramelegítés következtében a levegő hőtartalma minden lépcsőnél nagyobb lesz, a folyamat hatásfokát csak az egy kg víz elgőzöltetéséhez felhasznált hőmennyiségen át mérhetjük le. A t_0 hőmérsékletű, x_0 nedvességtartalmú levegőt t hőmérsékletre felmelegítve vezetjük be a kamrába. A felmelegítés következtében a levegő hőtartalma i_0 -ról i_1 -re növekedett. A kamrában a levegő a teljes telítésre felvehető vízmennyiségnek a telítési tényező által meghatározott hányadát felvéve nedvességtartalma x_0 -ról x_1 -re nőtt.

Az első kamrából kilépő levegő által elvitt vízmennyiség ($x_1 - x_0$) elviteléhez ($i_1 - i_0$) hőmennyiség lett felhasználva, vagyis a szárítás



fajlagos hőszükséglete

$$\frac{i_1 - i_0}{x_1 - x_0}$$

Az első kamrából kilépő x_1 nedvességtartalmú és i_1 hőtartalmú levegőt ismét felmelegítve t hőmérsékletre, hőtartalma i_2 -re nő, és a második kamrán áthaladva a teljes telítettség mellett általa felvehető vízmennyiségnek ismét csak a keverési tényező által megszabott hányadát veszi fel. A fajlagos hőfelhasználás a második kamrából távozó levegőnél $\frac{i_2 - i_0}{x_2 - x_0}$ és a távozó levegő hőtartalmát, hőmérsékletét és nedvességtartalmát a c_2 pont tünteti fel. Ha a levegőt újramelegítés nélkül vezetjük át a második szárítókamrán, hőtartalma nem változik és hőmérsékletét, valamint nedvességtartalmát a b_2 pont jellemzi.

Mint a 17. sz. ábrából látható az újramelegített levegő hőkihasználása a második kamrából távoztakor rosszabb, mint az újramelegítés nélküli második kamrán áthaladt levegőé. A felvett $a = 0,5$ telítési tényező esetén azonban a nyolcadik kamrán áthaladt újramelegített levegő hőkihasználása már jobb, mint az újramelegítés nélkül elérhető optimális hőkihasználás.

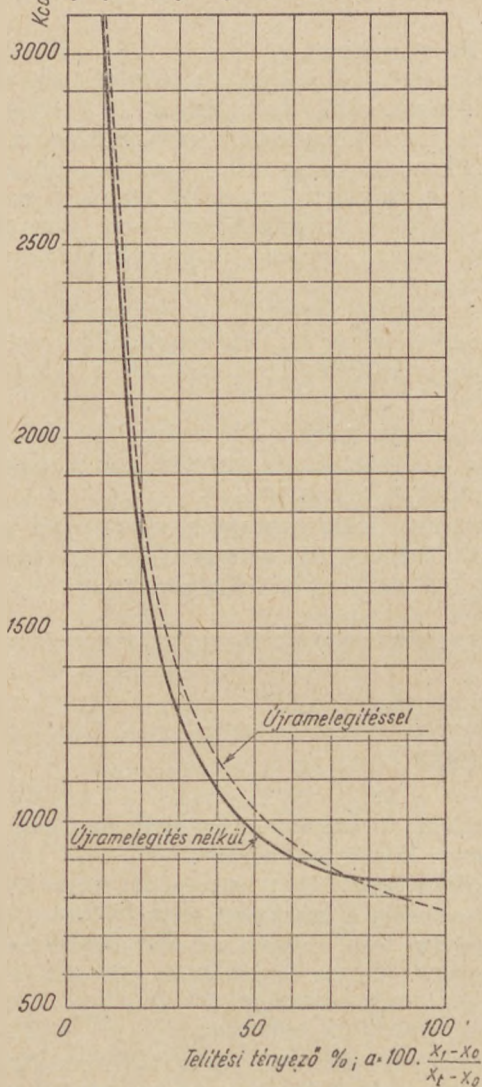
A konstrukciós okokból alkalmazásra kerülő maximálisan három lépcső esetére az újramelegítéses és újramelegítés nélküli lépcsős szárítás hőkihasználását a 18. sz. ábra szemlélteti $x_0 = 8$ g víz/kg levegő $t_0 = 10^\circ$ külső levegő hőmérséklet és $t = 80^\circ$ belépő levegő hőmérséklet esetén.

d) *Recirkulációs szárítás újramelegítéssel:*

Mivel a levegő hőtartalma az újramelegítés következtében állandóan változik, e folyamatot is csak az $i - x$ diagrammon követhetjük.

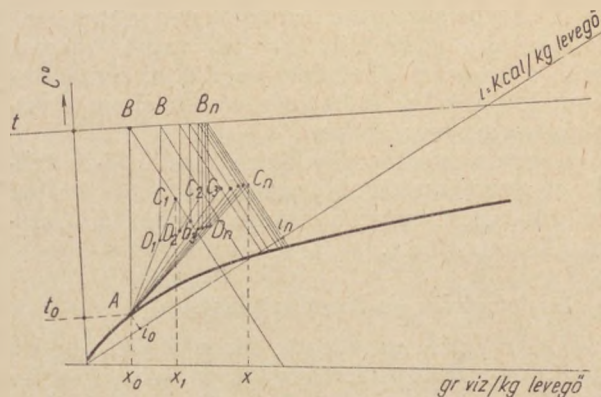
A t_0 hőmérsékletű, i_0 hőtartalmú és x_0 nedvességtartalmú levegő t hőmérsékletre melegítve kerül a kamrába, ahol $a = 0,5$ telítési tényezőnek megfelelően $x_1 - x_0$ mennyiségű vizet vesz fel. A távozó levegő $b = 1/3$ keverési tényező-

A szárítás hőszükséglete újramelegítés nélkül valamint újramelegítéses 3 lépcsős szárítással $X_0 = 8$ gr víz/kg levegő; $t_0 = 10$ C°; $t_b = 80$ C°



18. ábra

nek megfelelő része a szabadba távozik. A kamrán áthaladt levegő 2/3 részéhez 1/3 rész friss levegőt keverve a levegőkeverék állapotát jellemző pont D_1 az A és C_1 pontok közötti egyenesen a b keverési tényező által meghatározott helyen lesz.



A levegő állapotváltozása újramelegítéssel egybekötött recirkuláció esetén

19. ábra

E keveréket ismét felmelegítve t hőmérsékletre B_2 állapotban jut a kamrába, honnan C_2 állapotban távozik majd ismét friss levegővel keveredve D_2 állapotú levegőt nyerünk. A folyamat megfelelő számú ismétlődése után egyensúlyi állapot alakul ki, amikor a belépő légkeverék, valamint a kilépő levegő nedvességtartalma már nem változik. Ez esetben az adott friss levegő állapota és a telítési, valamint keverési tényező mellett a folyamatra jellemző fajlagos hőszükségletet $\frac{t_n - t_0}{x_n - x_0}$ lesz.

A három lépcsőben történő szárítással és a levegő 2/3 részének visszavezetésével különböző telítési tényezők esetén adódó fajlagos szárítási hőszükségleteket a 16. sz. táblázat tartalmazza. $t_0 = 10$ C°, $x_0 = 8$ g víz/kg levegő és $t_b = 80$ C° esetére.

A táblázatban a recirkuláció ill. lépcsős szárítás nélküli fajlagos hőszükségleteket is feltüntetjük (1 jelű rovat) és ugyancsak szerepelnek a recirkulációval, ill. lépcsős szárítással adódó hatásfokjavítás tényezői is.

A különböző szárítási módokat összehasonlítva megállapítható, hogy akár recirkuláltatva a szárító levegőt, akár lépcsős szárítást alkalmazva, a szárítás hőhasznosítása javul. A legjobb hőhasznosítást 3 lépcső alkalmazása esetén $0 < a < 0,7$ esetén az újramelegítés nélkül lépcsős szárítással $0,7 < a < 1$ esetén az újramelegítéssel egybekötött lépcsős szárítással érjük el.

16. táblázat

Telítési tényező	kcal/kg víz					Hatásfok javítás tényezője			
	a	b	c	d	l	a	b	c	d
0,1	3130	3380	3280	3410	8450	1,70	2,50	2,50	2,48
0,2	1725	1880	1840	1940	4225	2,45	2,24	2,30	2,18
0,3	1290	1510	1395	1436	2820	2,19	1,87	2,02	1,97
0,4	1095	1265	1160	1215	2112	1,93	1,67	1,82	1,74
0,5	972	1125	1030	1057	1690	1,74	1,50	1,64	1,60
0,6	900	1035	940	950	1410	1,57	1,36	1,50	1,48
0,7	872	965	875	895	1210	1,39	1,25	1,38	1,35
0,8	850	915	832	842	1056	1,24	1,15	1,27	1,25
0,9	845	875	792	798	940	1,11	1,07	1,19	1,18
1	845	845	762	770	845	1,00	1,00	1,11	1,10

A hatásfokjavítás annál nagyobb mérvű, minél kisebb a telítési tényező, vagyis mennél kisebb a kamrán áthaladó levegő által elvitt vízmennyiség a teljes telítettség esetén elvihető vízmennyiséghez viszonyítva.

Lépcsős szárítás alkalmazásával 0,35-ös telítési tényező esetén kétszeresésre, 0,65 telítési tényező esetén másfélszeresére javítható a szárító hőhasznosítása.

Összefoglalás és következtetések

1. Az előző számítások bizonyítják, hogy a kamrás műszárítók hatásfokát és kapacitás kihasználását a rakomány elhelyezésének módjával befolyásolni lehet. Azonos levegő-hőmérséklet és légmennyiség esetén, ha két, illetve három téglát szorosan egymás mellé rakva helyezünk a szárítóba, úgy a hőhasznosítás mint a kapacitás kihasználás romlik; viszont a rakomány lazítása — a hézagter növelése — a hő- és a kapacitás kihasználás javulását eredményezi.

2. A szárító hőkihasználása a rakomány között és a rakomány mellett áthaladó légmennyiségek viszonyától és a rakomány között átment

levegő hőhasznosításától ill. telítési hatásfokától függ.

3. A szárító levegő hőmérsékletének növelésével a telítési hatások javul és a szárítási idő csökken.

4. Ha a rakomány között áthaladt levegő telítettsége 90%-nál nagyobb a száradási idő rohamosan hosszabbodik, és ennek következtében a szárító kapacitáskihasználása erősen csökken.

5. Ésszerű szárítási viszonyok mellett ($\eta > 0,5$) a műszárítóban a hő átadás a szárító levegő és a téglafelület között nem konvektív folyamat hanem az álló levegő hővezetésének következménye.

6. A szárító levegőt, akár egymás után több kamrán vezetve át, akár recirkuláltatva a szárítás fajlagos hőszükséglete csökken, a hőhasznosítás javul.

7. A lépcsős szárítás és a recirkuláltatás hatásfokjavító befolyása annál nagyobb, minél rosszabb volt előzőleg a hőhasznosítás.

8. Azonos légmennyiségek mozgását véve alapul, hőhasznosítás szempontjából a lépcsős szárítás kedvezőbb a recirkuláltatásnál.

Helyreigazítások:

Az Építőanyag előző számában (1957. 9. 2.) Moldvai Rezsóné: Kísérletek negatív lineáris hőkiterjedésű kerámiai testek előállítására c. dolgozatának szövegébe néhány értelemzavaró sajtóhiba került bele, ezek a következők:

41. oldalon az apróbetűs összefoglaló 2. bekezdésében 6. sorban kezdődő mondat helyesen így hangzik: „Méréseiből megállapította, hogy legnagyobb negatív lineáris hőtágulási együtthatója volt a túlnyomóan β -eukriptitet, mint kristályos fázist tartalmazó kerámiai mintának.”

Előző számunkban jelent meg Sasvári György: „A lebegtető és fluidizált hőkezelés” c. közleménye: A közlemény három értelemzavaró sajtóhibát tartalmaz. Ezeket az alábbiakban helyesbítjük:

A (11) képlet helyesen:

$$Fo = \frac{\alpha i}{r^2} = \frac{\lambda i}{c\gamma r^2}$$

42. oldalon I. táblázat címe helyesen: „Eukriptit és spodumen kristálytani adatai”.

47. oldalon V. táblázat fejlécének 4. beosztásában a szöveg helyesen a következő: $TK \cdot 10^{-6}$.

48. oldalon 5–6. ábrákon az ordináta jelzése helyesen „log q ”. Uo. az Összefoglalás cím két bekezdéssel lejjebb iktatandó be.

A szerző nevének rövidítése az első borítólapon német szövegében Á. Moldvai és a lapok tetején Moldvai R-né helyesen.

A (14) képlet helyesen:

$$I = D F \frac{dC}{dl} \text{ gs}^{-1}$$

és végül a (26) képlet alatti magyarázó összefüggés helyesen:

$$\lambda_l = 10^{-2} \left(\frac{k}{D} \right)^{0,314}$$

A betonkorrózió kutatás útjai

B I C Z Ó K I M R E

Az egyik igen fontos követelmény a betonnal szemben az időállóság. Ennek biztosítása fontos népgazdasági kérdés is, mert a helyes megoldástól függenek nagymértékben az építmény műszaki és gazdaságossági mutatói.

Az építők, valamint a cement- és betonkutatók törekvése mindig is oda irányult, hogy a betonlétesítmények időállóságának biztosítására olyan egyszerű eljárásokat dolgozzanak ki, amelyek aránylag kis költséggel tökéletes védelmet nyújtanak.

Az időállóság egyik veszélyeztetője a kémiai korrózió. A cement- és betonkorrózió kérdésével a múlt század második felében kezdtek foglalkozni, amikor súlyos betonkárok jelentkeztek. A körülbelül 100 éve folyó kutatás az adatok ellentmondása, a tárgy feltáratlansága, az egyes kérdések nem világos és szabatos tárgyalása folytán a cement- és betonkorrózió sok kérdésére csak sokára és lassan adott választ, sőt a betonkorrózió minőségi és mennyiségi kérdéseinek egyes részleteit, a helyszíni és laboratóriumi vizsgálati adatok nagy terjedelme ellenére még ma sem tisztázták kellőképpen.

A korrózió kutatás a tengervízben álló betonépítmények megfigyelésével és vizsgálatával kezdődött — mivel a látható károk itt jelentkeztek legkorábban — vagyis éppen azon a területen, ahol a kérdés tisztázása a korrózió összetettsége miatt a legnehezebb.

Az agresszív talajvízben álló építmények megfigyelése sem járt nagyobb sikerrel. E módszer előnye abban rejlene, hogy olyan betonokat is vizsgálhatnánk, amelyek már évtizedek óta természetes agresszív közeg hatása alatt állanak és így biztos következtetéseket vonhatnánk le az alkalmazott cement korrózió-állóságáról.

A korróziós folyamatok lefolyása azonban a természetben általában igen lassú, azonkívül sok olyan tényezőtől is függ, amelyeket még ma sem ismerünk eléggé és ezért nem is vehetünk helyesen számításba. A meglévő építmények megfigyelési eredményei igen értékesek lehetnek ugyan, de nem elegendők ahhoz, hogy azokból általános következtetést vonhassunk le. E vizsgálati módszer további hibája, hogy nem állapíthatók meg mindig biztonsággal az építésnél felhasznált anyagok, a beton keverési aránya, a bedolgozás körülményei stb.; vagyis éppen azok az adatok hiányoznak, amelyek a különböző keverésű betonok összehasonlítása szempontjából alapvetően fontosak.

A meglévő építmények megfigyelési adatainak kiértékelését megnehezíti még a korrózió intenzitását növelő vagy csökkentő fizikai tényezők hatása is, mint amilyen az áramló talajvíz, az oxidáció, a hőhatás stb.

A felsorolt nehézségek arra indították a kutatókat, hogy vizsgálataikat a laboratóriumokban folytassák. A laboratóriumi munka eredményeképpen tűnt fel és vált ismertté a korróziós

folyamatok sokfélesége. Megismertük az agresszív oldatok hatását, a cementásványok viselkedését az egyes korrozív ágensekkel szemben stb.

Nagyszabású és sok költséget igénylő rendszeres kísérletsorozatokat folytattak le, és ezek eredményei alapján dolgozták ki azokat a szabványokat, amelyek a korrózió elleni védelem alapjait képezik.

Újabb nézet szerint a laboratóriumi kísérletek eredményei egymagukban nem lehetnek annyira döntők, hogy a védekezés módjait ezek alapján meg lehessen tervezni, mégpedig azért nem, mert a káros vegyi hatású talajvíz okozta korrózió a valóságban kisebb mértékben jelentkezik, mint ahogy azt a laboratóriumi kísérletek alapján várni lehetne. Ezért előtérbe került az a gondolat, hogy szigorú ellenőrzéssel készített kísérleti próbatesteket és építményeket a terepen helyezzünk agresszív közegbe és figyeljük meg azok viselkedését.

Ez a felfogás az Egyesült Államokban vált uralkodóvá, ahol minden korróziós kérdést a terepkísérletek eredményei alapján vizsgálnak.

Mint később látni fogjuk, egyik irányzat sem tudja a kérdést önmagában kizárólagosan megoldani. A helyes megoldást szerintem a laboratóriumi és terepkísérletek eredményei együttesen adhatják meg.

4./ Laboratóriumi vizsgálati módszerek

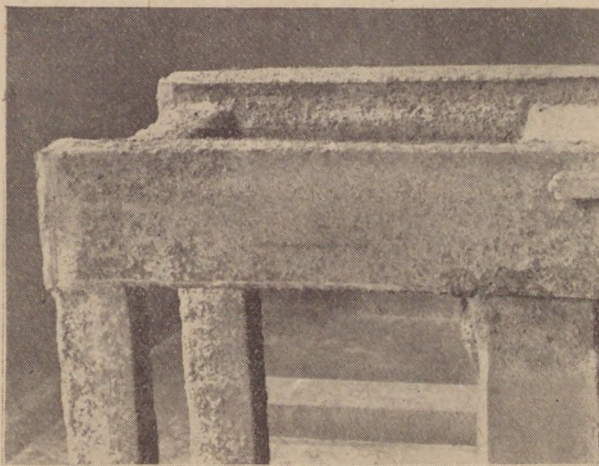
1. Az agresszív közeg vizsgálata

A laboratóriumi kutatás elsősorban a korróziós jelenségek felderítésére és megmagyarázására irányult. Gyors ütemben határozták meg a betonkorrózió fajtáit:

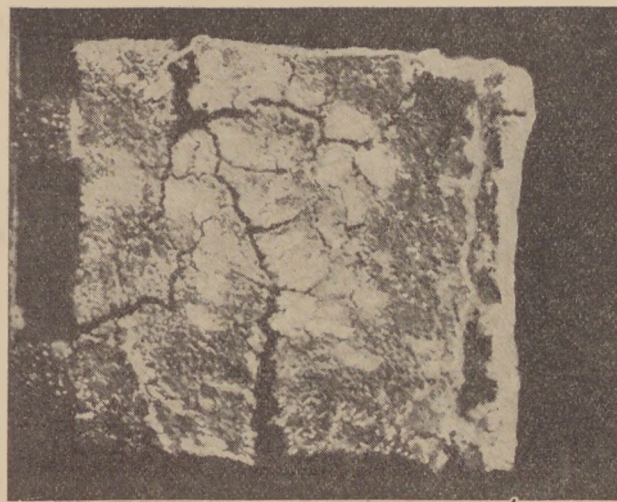
a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fizikai oldása és kimosódása folytán előálló kilúgozó korróziót,



1. ábra. Csatornacsövön észlelt savas korrózió (Hummel felv.).



2. ábra. Felszerkezet beton sósavgáz okozta korróziója



3. ábra. Szulfoaluminátos korrózió jellegzetes képe (Hummel felv.).

a hatásban hasonlóan mutatkozó savas és szénsavas korróziót,

a szulfát-ionok hatására előálló szulfoaluminátos és gipszes korróziót,

a magnézium-kationok hatására előálló ún. magnéziumos korróziót.

A természetben az egyes agresszív tényezők nem hatnak különállóan. Világossá vált, hogy több agresszív ion egyidejű támadásakor a felsorolt korróziófajták egyidejűleg is felléphetnek. Beszélhetünk szulfoaluminátos-gipszes, magnéziumos-gipszes, savas-gipszes stb. korrózióról. A kísérleteket tehát ki kellett terjeszteni az egyedi és összetett esetekre is.

Az agresszív közeg tulajdonságai és hatásának feltételei igen különbözők. Ugyanilyen eltérők a heterogén rendszert képező sokfajta beton tulajdonságai is. A korróziós jelenségek említett sokrétűsége megnehezíti a folyamatok tanulmányozását és ezért sok évtizedbe telt, amíg a nagyszámú ion, illetve sós, savas, lúgos vegyület korróziós hatását a sokfajta és különböző készítésű betonon exakt módon kivizsgálták.

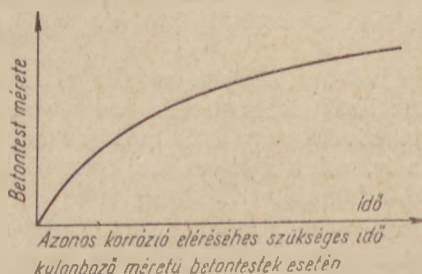
A vizsgálatok kimutatták, hogy az egyes folyamatok vizsgálati eredményeit nem lehet az ismertetőjelek tekintetében látszólag azonos, más folyamatokra átvinni. Ugyanazok a szulfátos oldatok különböző koncentrációk esetén egészen más korróziós folyamatokat idézhetnek elő. A korróziós folyamatok leggyakrabban a beton progresszív tönkremenését okozzák, de a vizsgálatok rámutattak olyan esetekre is, amikor a betonban agresszív víz hatására ellenkező folyamat, gyógyulás ment végbe.

A vizsgálatok kiértékelését bonyolulttá teszi az a körülmény is, hogy a korróziós folyamatok a természetben a betontestek nagy méretei miatt igen lassú lefolyásúak, azért olyan laboratóriumi vizsgálatokra törekedtek, amelyekben a korróziós folyamatok meggyorsítása mellett lehetőleg kevésbé térnek el a természetben lejátszódó folyamatoktól. Így alakultak ki az ún. gyors vizsgálati módszerek, amelyek néhány eljárását ismertetem.

Az azonos korróziófok elérésére szükséges idő a betontest méretével hatványozottan nő, ezért a gyors vizsgálati módszer kidolgozása a kisméretű próbatestek irányában haladt.

A laboratóriumi kísérletek általában 20 cm élhosszúságú betonkockákkal és hasábokkal kezdődtek, melynek nyomószilárdságát, illetve a hajlításból számított E modulusát az agresszív közegben való tárolás különböző időszakában határozták meg. A szükséges próbatestek nagy száma miatt csakhamar a méretek csökkentésére volt szükség. Úttörő kísérleteket végzett ebben a tárgyban *Prof. dr. V. Kallauner*. Bevezették, és nemsokára általánosan alkalmazták a $4 \times 4 \times 16$ cm méretű hasáb-próbatesteket. *Kind* az $1 \times 1 \times 3$ cm-es hasábjával a méretesökkentés terén még tovább ment azon megfontolás alapján, hogy minél kisebb a próbatest, annál érzékenyebb a korrózióra. A nagyméretű, 20 cm-es kockákkal, hasábokkal végzett kísérletekhez nagy koncentrációjú oldatokat használtak, hogy a korróziós folyamatokat lehetőleg gyorsítsák. *Kind* a kisméretű betonhasábjait a természetes talajvízzel azonos töménységű oldatokban vizsgálta, eredményei így lehetőleg mentesek a korrózió-torzítástól és a korrózió időben elég gyors lefolyású.

Az utóbbi módszer lényege az, hogy az ivóvízben és az agresszív oldatban párhuzamosan tárolt betonhasábokon a korrózió külső jeleit megállapítjuk, s azt követően a hasábokat hajlítógépben eltörjük. Az ivóvízben és az agresszív-



4. ábra. Azonos méretű korrózió eléréséhez szükséges idő

oldatban tárolt, összetartozó hasábpárok hajlítással meghatározott húzószilárdsági értékének különbsége adja az ellenállóképességi együttható számszerű értékét, amelyet a szovjet irodalomban a korrózióállóság jellemzésére használnak.

A hasábok kis méretük miatt a hajlítógépben nehezen kezelhetők, ezért Kind újabban 2 cm² keresztmetszetű és 5 cm hosszú hasábokra tért át. A Szovjetunióban a Kind-féle korrózióvizsgálati eljárást szabványosították.

A vizsgálati időtartamot Kind hat hónapban állapította meg.

A Kind-féle vizsgálati eljárás csak a betontest méretében tér el a valóságtól, így az átértékelés, a korróziósebesség átszámítása bizonyára könnyebb, mint pl. a 20 cm-es kockák esetében, amikor is mind a próbatestek mérete, mind az agresszív oldat koncentrációja eltér a valóságtól.



5. ábra. ÉTI vizsgálata 4 × 4 = 16 cm méretű próbatestekkel

A gyakorlat sokszor még a Kind-féle hat hónapos kísérletek eredményeit sem tudja időben kivárni, ezért a kísérleti idő további csökkentésére törekedtek olyan eljárás kidolgozásával, amely a korróziót mennyiségileg gyorsítja, anélkül, hogy azt minőségileg megváltoztatná.

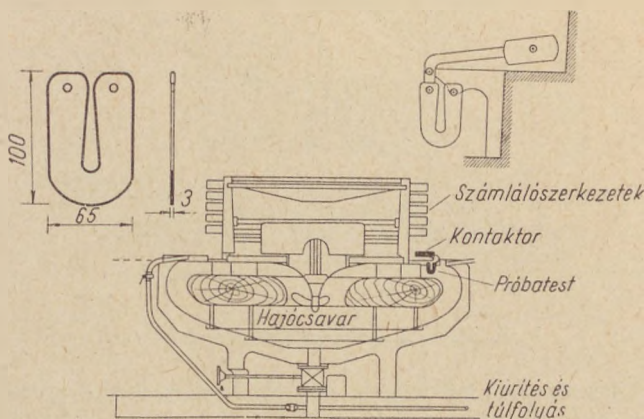
Ilyen eljárást dolgozott ki többek közt Prot francia mérnök. A korrózió gyorsítását Prot a próbatest aktív felületének növelésével éri el olyképpen, hogy 1 mm-es max. szemnagyságú homok felhasználásával készített cementhabarcsból 3 mm vastag U-alakú lemezeket állít elő. A lemezpróbatestek méretét a 6. ábra mutatja.

A próbatesteket olyan kádba szerelik be, ahol az agresszív folyadékot csavarlapát, illetve szivattyú segítségével kényszermozgásban tartják. Mindegyik kádban egyszerre 300 db U-alakú próbatest helyezhető el, amelyeket a mozgásban és állandó hőmérsékleten tartott agresszív folyadék erőteljesen körülmos.

A próbatest két ágát súly feszíti olyan erővel, mely a korrózió nélküli törőterhelés felének felel meg. A kísérlet végét a korrózió következtében meggyengült próbatest törése jelenti.

A készülékbe szerelt számláló szerkezet egy kis szinkron motor hatására óránként egy egységgel mozdul előre és ilyenkor zárja a számlálót vezérlő elektromágnes áramkörét. A próbatest

Prot féle korrózióvizsgáló készülék



6. ábra. Prot-féle korrózió-vizsgáló készülék szerkezete

törése megnyitja a saját vezetékek áramkörét, ami a számláló szerkezetet kikapcsolja. Így felügyelet nélkül is egy órányi pontossággal megismerhető az egyes próbatestek törésének ideje.

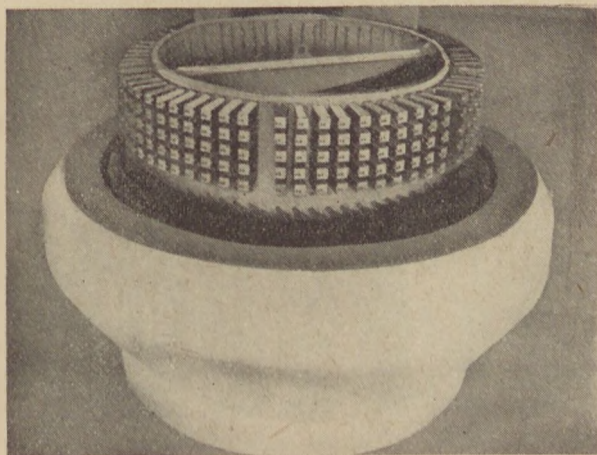
Az az idő, amelynek elteltével a törés bekövetkezik, a vizsgált cement korrózióállóságának jellemzője.

Azok a vizsgálatok, amelyek a korrózió sebességét, a hőmérséklet növelése útján kívánták fokozni, Kühl, Thorvaldson és mások szerint nem vezettek eredményre, mert ez esetben korrózió-torzulások állanak elő.

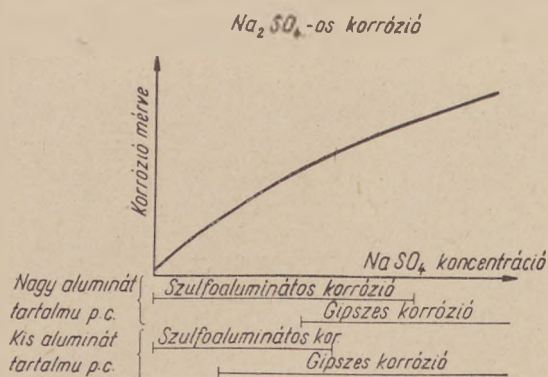
A laboratóriumi vizsgálatok rámutattak arra is, hogy a természetben elő nem forduló nagy-koncentrációjú agresszív oldatok használatát a vizsgálatoknál kerülni kell, hacsak nem ipari korrózió vizsgálatait végezzük.

Azok az azonos összetételű és készítésű betontestek, amelyeket különböző koncentrációjú, de azonos összetételű agresszív oldatba helyeztek, nemcsak a korrózió fokában mutattak eltérést, hanem sokszor a korrózió jellegében is.

A fokozatosan növekvő koncentrációjú Na₂SO₄-oldatba helyezett betontestek például a korrózióknak egyre feltűnőbb külső jeleit mutatták, ugyanakkor azonban a korrózió jellege is megvál-



7. ábra. Prot-féle korrózió-vizsgáló készülék képe (Prot felv.).

8. ábra. Na_2SO_4 -os korrózió lefolyása

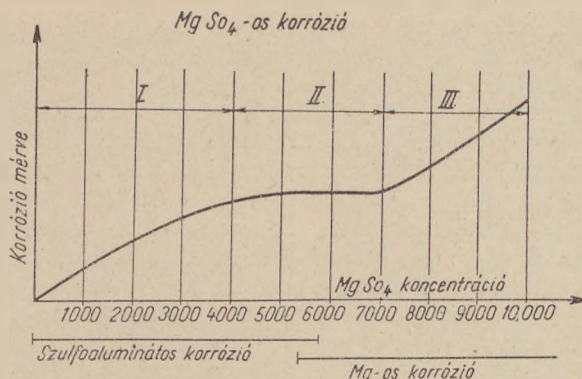
tozott. A kezdetben tisztán szulfátos korróziót szulfátos-gipszes korrózió váltotta fel, később pedig máresak a gipszes korrózió volt kimutatható (8. ábra).

Megemlítendő még, hogy a vizsgálatok szerint a nagy alumínáttartalmú portlandcementeknél a korrózió jellegének változása a Na_2SO_4 nagyobb koncentrációja mellett következett be, mint az ugyanolyan összetételű, de kisebb alumínáttartalmú portlandcementek esetében.

A magnéziumszulfát-oldat esetében a korrózió három szakaszát különböztethetjük meg. Az első szakaszban szulfátos, a harmadikban magnéziumos korrózió figyelhető meg. A közbenső szakasz átmeneti jellegű, és mivel a szulfátos jellegű korrózió, gyorsabban szűnik meg, mint ahogyan a magnéziumos jelentkezik: a korrózió mérvé a közbenső 4000-tól 7500 mg/l-ig terjedő szakaszon nem nő, illetve alig figyelhető meg. A vizsgálatok tehát a MgSO_4 korrózióknak egy érdekes szakaszát derítették fel (9. ábra).

Az azonos készítésű, de különböző koncentrációjú MgSO_4 -oldatba helyezett próbatetek képeit a 10. ábra mutatja be. A Kind kísérleteiről készült felvétel balról jobbra mutatja a 2000, 4000 mg/l MgSO_4 -oldatba helyezett próbatetek szulfoaluminátos korrózióját. A 7500 mg/l MgSO_4 -ot tartalmazó oldatban a próbatest különösebb korróziót nem mutatott. A további próbatetek a 10 000, 15 000, 20 000, 30 000 mg/l MgSO_4 -koncentrációjú oldatokban bekövetkezett magnéziumos korrózió képét mutatják. A 100 000 mg/l MgSO_4 -koncentrációjú oldatban a betontestek teljesen szétnyíltak.

A betonkorrózió bemutatott két esetéből látható tehát, hogyha meg akarjuk őrizni a kísér-

9. ábra. MgSO_4 -os korrózió lefolyása

leti és természetbeni agresszív oldat hatásának hasonlóságát, a koncentráció fokozását nem vihetjük túl azokon a határokon, amelyeknél a korrózió faja megváltozik.

A fenti kísérletekhez hasonló sorozatot az összes agresszív vegyületekkel külön-külön el kellene végezni, hogy a korrózió jellegét és mérvét minden egyes ion és vegyület esetében megismerjük. A védekezés mérvét szabályozó előírásokat tehát úgy kell szerkeszteni, hogy azok a gyakran előforduló káros vegyületek hatásait mind átfedjék.

A próbatetek számának csökkentése érdekében a korróziós vizsgálatoknál is rátértek a roncsolásmentes vizsgálati módszerekre, így a korrózió előrehaladását egy próbatesten nemcsak a külalak változásával követhetjük a teljes szétesésig, hanem azt exakt mérőszámsorozattal is jellemezhetjük.

Ilyen módszer a rugalmassági modulus megállapítása dinamikus mérőműszer segítségével (12. ábra). A kísérleti betontest strukturájának változása a rugalmassági modulusban igen erősen jut kifejezésre, amiértis ez a jellemző az agresszív oldat hatására végbemenő változás meghatározására igen alkalmas. Ezt az eljárást Angliában és az USA-ban már szabványosították is.

A 13. ábra az ammóniumnitrit-oldat támadó hatásának kitett betonokon észlelt modulusváltozásokat mutatja be. A kísérleteket 28-napos betonokkal végezték. Az eredmények szerint a salakcementbeton és a bauxitbeton dinamikus rugalmassági modulusa 120 nap alatt alig csökkent, a többi betonfajtáé azonban 50–110 nap alatt kb. 60%-kal esett.

A korrózió előrehaladása a dinamikus moduluson kívül, a hasonló műszer segélyével megállapított Poisson-szám változásaival is mérhető.

Hangméréssel is vizsgálható a korrózió előrehaladása. A rezgékeltető 1500–12 000 frekvenciával (hangtartományban) dolgozik. Ezzel a módszerrel a beton kötése is tanulmányozható.

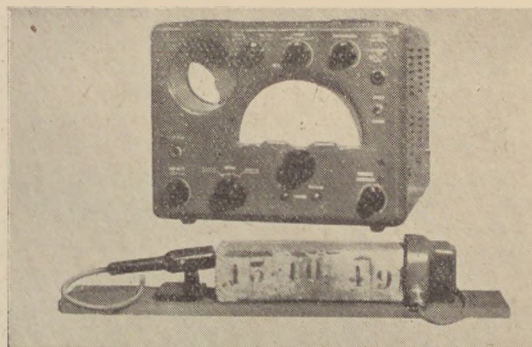
Az 1954-ben Párisban tartott nemzetközi kongresszus a roncsolásmentes betonvizsgálattal foglalkozott. A kialakult vélemény szerint a korrózióvizsgálat szempontjából a legnagyobb jelentősége a hangsebességgel végzett vizsgálatnak van.

A korróziós kísérletekkel szerzett tapasztala-

10. ábra. Azonos készítésű különböző töménységű MgSO_4 oldatba helyezett próbatetek korróziója (Kind felvétele)



11. ábra. 100 000 mg/l $MgSO_4$ -oldatba helyezett korródált próbatetek (Kínd felvétele)



12. ábra. Rugalmassági modulus mérésére szolgáló készülék (Dawance felvétele)

tok további lépcsőjét az a felismerés jelentette, hogy a tárolás módja is befolyásolja az eredményeket. Ezért már a kísérletek tervezésekor a tárolás módját is meg kell határozni.

Ha savhatásról vagy olyan agresszív folyadékról van szó, amelynek sója térfogatnövekedés nélkül kristályosodik, a próbatesteket a folyadékba teljesen be kell meríteni.

Ha az oldat sói vegyileg ártalmatlanok, de a sók kristályosodáskor térfogatukat növelik, a próbatesteket csak félig kell a folyadékba állítani.

Ha olyan sókról van szó, amelyek kristályvízzel térfogatnövekedés közben kristályosodnak és vegyileg is agresszívek, Hummel szerint a korrózió előrehaladását teljesen és félig bemelegített próbatesteken egyszerre kell megfigyelni.

Az agresszív közegbe teljesen bemelegített próbatestek esetében Kühn azt ajánlja, hogy azokat felfüggesztve tartsuk a folyadékban, így jobban elkerülhetjük azt, hogy a közeg koncentrációja a test körül megváltozzék és a testet lepedék vonja be.

Kilúgozós korrózió vizsgálatok az agresszív folyadékot a próbatesten átszivárogtatjuk

és azután analizáljuk. A kapott eredményekből következtethetünk a kilúgozás mérvére.

A korróziós vizsgálatok megtervezését tehát minden esetben részletes tanulmány előzze meg. Az évtizedek alatt összegyűjtött gazdag vizsgálati anyag elemzése azt mutatja, hogy a nem megfelelő vizsgálati eljárások ellentmondó eredményekre vezettek, a vizsgált kérdést inkább elhomályosították, mint tisztázták, ennek folytán az egyszerű és megbízható védekezési módok megválasztásának feladatát nem könnyítették meg, hanem megnehezítették.

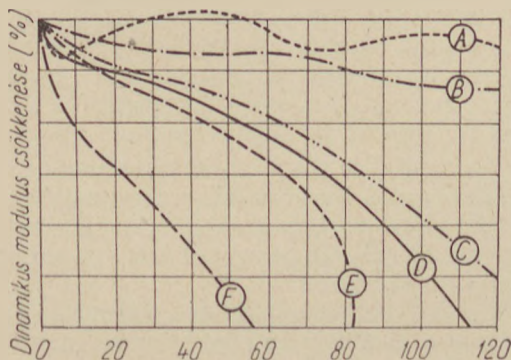
2. A cement vizsgálata

Az agresszív közeg hatásának vizsgálata után rátértek a különféle cementek vizsgálatára. A kapott sok ellentétes eredmény áthidalása végett az egyes cementásványokat szintetikus úton állították elő, és megállapították azok szulfát-, sav- és lúgerzékenységi sorrendjét.

Természetesen rögtön felvetődött a kérdés, hogy az egyásványú cementek tulajdonságai átruházhatók-e a több-ásványú cementekre, ahol az ásványok hidrolízise, hidratációja az eltérő viszonyok miatt másképpen zajlik le, mint az egyásványúban. Sesztoperov szerint a több-ásványú cementben levő egyedi tiszta klinker-ásványok tulajdonságai összegezhethetők, mások ezt tagadják.

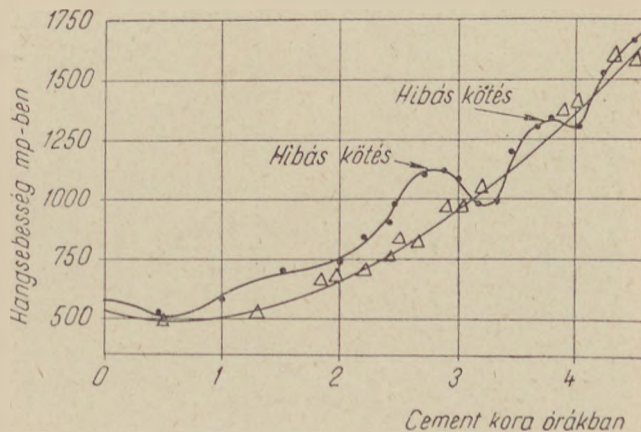
Azt hiszem a valóság közel áll Sesztoperov és mások felfogásához, mert a szintetikus úton

Különféle cementekkel készített betonok korróziójának gyorsasága a dinamikus modulus csökkenésének függvényében (A kísérleteket 28 napas betonokkal végezték)

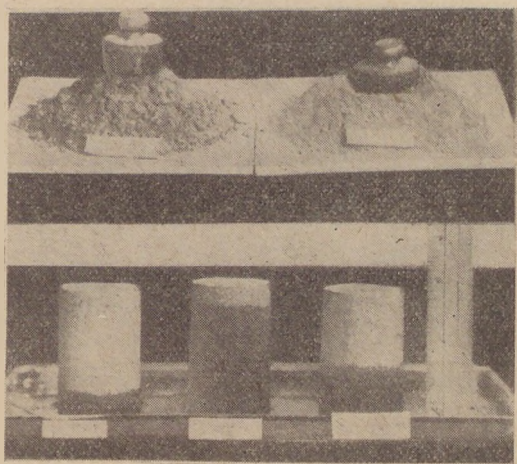


A korrózió kezdete óta eltelt napok száma
 A-salakcement, B-bauxitcement, C-250/31-es vas-salakcement, D-szupercement, E-315/400-as HRI (nagyiszilárdságú cement) F-a CPA 250/315 jelzésű mesterséges portlandcement

13. ábra. Ammoniumnitrát-oldatban tárolt különféle cementből készült betonokon észlelt modulus változások



14. ábra. Két azonos típusú cement kötésének vizsgálata hanggal. Az egyik cement a hibás kötés jelenségét mutatja



15. ábra. „Pectacret” angol hidrofob cementtel végzett vizsgálatok

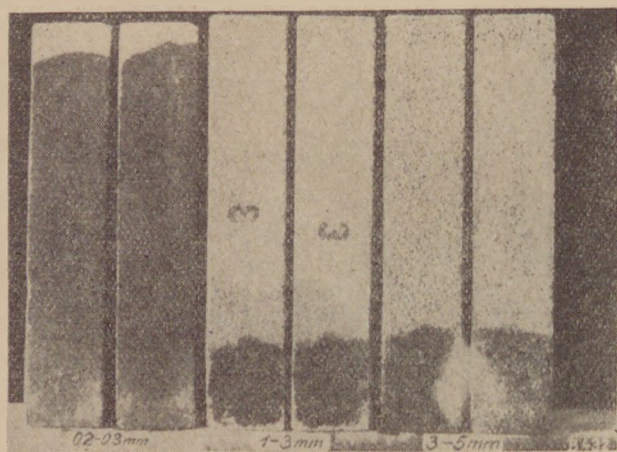
előállított C_3A -cementásvány például a szulfát-állóság és lúgállóság tekintetében a cementásványok között egyformán az utolsó helyen áll, ami teljesen megfelel a rendes, de különböző C_3A -tartalmú portlandcementekkel végzett vizsgálatokból leszűrt eredménynek is.

A kutatások rámutattak arra is, hogy a korróziókérdést nem a cement analitikai összetételén át kell vizsgálnunk, hanem szigorúan csak a cementásványok arányán, %-os mennyiségén keresztül, ezért az agresszivitási modulus, a hidraulikussági index nem hű kifejezője a cement korrózióállóságának (erre utal dr. Takács Tibor és Pető Tamás tanulmánya is).

A laboratóriumi kísérletek alapján megállapított ideális összetételű cement szabályozásának kérdése a klinker gyártási technológiájában oldható meg gyökeresen. Döntő jelentőségű az iszap összetételének megválasztása, az égetés, a mineralizátorok és azok adagolásának mennyisége stb.

Az előírt ásványi összetételű, kívánt kristályosodási fokú klinker elérése szempontjából igen fontos a cement nyersanyagának összetételén kívül az őrlési finomság, a keverés stb. is.

Meg kellett oldani a finom őrlésű cement korrózióállóbbá tételét. A megoldást hidrofob any-



16. ábra. Hummel kísérletei a kapilláris emelkedés meghatározására cementhabarcs hasábokkal (Hummel felv)

gok, pl. szulfitszennylég jelenlétében történő nedves őrlésben találták meg. Jellemző a kutatók alaposágára, ahogyan ezt az egy kiragadott példát vizsgálták.

A vizsgálatokat az egyes szintetikus cementásványokon kezdték, megállapítva azok adszorpciós tulajdonságait. A legnagyobb adszorbeáló képességet a C_3A , a legkisebbet a C_2S mutatta. Kísérlettel állapították meg az adott összetételű portlandcement őrléséhez használandó optimális szulfitszennylég-mennyiséget, továbbá megállapították azt is, hogy a cementásványok %-os mennyisége, főleg a C_3A -tartalom hogyan szabja meg a szulfitszennylég-adagolás mennyiségét.

Az angol Pectacret hidrofob cement tulajdonságait mutatja be a 15. ábra. Látható, hogy a közönséges portlandcementporban a ráhelyezett súly magasabb helyzetben áll meg, a hidrofobizált és plasztifikált cementporban pedig süllyed.

A közönséges portlandcementbeton-hengerben a víz 24 óra alatt majdnem a test teljes magasságáig kapillárisan felemelkedett, míg a Pectacret betontestben 9 hónap alatt is csak néhány mm-rel emelkedett. Meg kell említeni, hogy a kapilláris emelkedés az adalékanyag szemmagyságától is függ. A 16. ábra Hummel kísérleteit mutatja be. A kapilláris emelkedés 1 mm-es szemmagyság felett csak dm-rendű, de 0,2—0,3 mm szemmagyságú homokkal készült betontestekben ennek sokszorososa.

3. A beton vizsgálata

A korrózióállóság megítélésére magát a betont is részletes vizsgálatoknak kellett alávetni, amelyek kiterjedtek a cementadagolásra, az adalékanyagokra, a szemeloszlásra, a vízcementtényező megválasztására, a tömítő és plasztifikáló anyagokra, a tömör beton kérdésére, az utókezelésre, a kapilláris emelkedésre, a vízátzivárgás kérdésére stb.

Külön kérdést képez a tengervízben álló betonok esete.

A tengervízben álló betonok korrózióállóságának megítélésében mutatkozó bizonytalanságot a lejátszódó korróziós folyamatok jellegének határozatlansága okozza. A kalciumszulfoaluminátképződés lehetőségét a betonban a tengervízre jellemző szulfát- és klorid-koncentrációkon kívül, a portlandcement ásványi összetétele szabja meg.

Ha a klinker sok C_3A -ot tartalmaz és a telítettségi tényező nagyértékű, a tengervízben levő kloridok nem tudják a kalciumszulfoaluminátképződést megakadályozni, aminek következtében a beton korrodálódik.

Kis C_3A -tartalmú portlandcementből készült betonban a szulfoaluminátos korrózió a kloridok hatására teljesen megszűnhet. A gipszes korrózió szerepe itt csekély, mert $NaCl$ jelenlétekor a gipsz oldhatósága annyira nő, hogy a $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ kikristályosodása nem valószínű.

Ezek a tényezők más agresszív közegben is jelentősek, de a tengervízben a beton érzékenyebb a cement ásványi összetétele iránt, mint más agresszív közegben.

A beton korrozioállóságát a tengervízben ezek szerint voltaképpen a kalciumszulfoaluminát-képződés lehetősége szabja meg.

Fokozottan érvényesül itt a tömörség szerepe is.

B) Terepkísérletek

Első kísérletnek talán azokat a 8 m³ nagyságú 2 m élhosszúságú betontömböket lehet tekinteni, amelyeket 1890-ben Helgoland szigetén helyeztek a tengerbe és még ma is megfigyelnek.

A talajvízben álló építmények megfigyelésénél fennálló nehézségekről már szoltottam.

Az első szabatos terepkísérleteket Wiegner és Gessner folytatta le Svájcban láptalajokon, ellenőrzés alatt gyártott különböző cementadagolású csatornacsövekkel, ahol a talaj és talajvíz teljes vegyi elemzését is elvégezték.

A levont következtetések ma is helytállóak, maga a kísérlet pedig mintául szolgálhat.

A jelentés részletezi az összes vegyi és mechanikai vizsgálatok adatait. Általánosságban megállapítható volt, hogy a csövek ellenállóképessége a cementadagolással és a beton tömörségével arányosan növekedett. A legjobb gyártású csövek igen agresszív talajban még 6 év után is épek maradtak, míg a rossz gyártmányúak a fenti idő alatt majdnem teljesen szétesetek.

A vizsgálatok során a megfigyelések számszerű kifejezése céljából egy-egy szakaszon a megfigyelési idő után a jó csövek számát a rossz csövek számához viszonyították. Minél nagyobb volt ez a szám, annál jobb volt a csövek állapota az ellenőrzéskor, minél kisebb volt a viszonyszám, annál nagyobb volt a talaj kártokozó hatása.

A vizsgálatok szerint a viszonyszám sokkal jobban leng ki a keverési arány változása miatt, mint a talaj különböző agresszív hatása (savas talaj, magnézium-gipsztartalmú talaj) miatt. Különböző agresszív talajok esetében a viszonyszám 1,2—2,3 között ingadozott, de a különböző keverési arányok hatására (300, 400 és 500 kg/m³) 0,6-ról 9,0-ra emelkedett.

A beton korrozioállósága szempontjából tehát a több cementadagolás befolyása nagyobb, mint a különböző támadó ionoké. Ezt a tényem emeli ki és ennek szószólója nálunk Gáspár Géza is.

A laboratóriumi kísérletek nem mutatnak ilyen nagy eltéréseket. Ezért az amerikaiak az önálló laboratóriumi kísérleteket teljesen abbahagyták és a terepkísérleteket tekintették egyedül célravezetőnek. Az összes kérdések kivizsgálására 1940-ben nagyszabású terepkísérletekbe kezdtek, amelyeket 60 éven át a 2000-ik évig, illetve addig kívánják folytatni, amíg a természet nem végez a próbatestekkel és kísérleti létesítményekkel. A kísérleteket a Portland Cement Association vezetésével az USA 13 pontján végzik. A kísérletek irányító állandó bizottsága 8 kutató cementvegyészből és mérnökből áll, akikhez még négy szakértő csatlakozott az iparból.

A nagyszabású kísérleti telepeket (betonfarmokat) az USA legkülönbözőbb éghajlatú és talajú területein jelölték ki, ahol erős alkalikus talajok találhatóak. Tudnunk kell, hogy az USA-



17. ábra. Tengervízbe helyezett kísérleti betontömbök Helgoland szigetén (Grün felv.)

ban és Kanadában alkalikus talajok alatt a több % MgSO₄-ot, K₂SO₄-ot, MgSO₄-ot és CaSO₄-ot együtt tartalmazó talajokat értik. Az egyes kísérleti telepeket olyan tág földrajzi határok között választották meg, hogy a legszélsőségesebb viszonyok is tanulmányozhatók. A legalacsonyabb vizsgálati hely a tengerszinten, míg a legmagasabb 2240 m magasságban fekszik. A kísérleti telepeken tehát meleg, enyhe, hideg és zord éghajlatú viszonyok uralkodnak. Ezeken a telepeken a vizsgálandó cementekkel készült betonpróbatestek a legkülönbözőbb időjárási viszonyoknak, talaj- és talajvízviszonyoknak (savas, szulfátos, magnéziumos, alkáli tulajdonságú talajvíznek), hideg és meleg tengervíznek, árapálnak és különböző vegyi hatásoknak vannak kitéve, természetesen fagyhatásnak is.

A vizsgálatokat 27 fajta gyári cementtel végzik, amelyek a jelenleg gyártott összes amerikai cementek széles skáláját felölelik és mind az öt amerikai cementtípust és annak alfajait képviselik.

A felhasznált cementeket részletes laboratóriumi vizsgálatoknak vetették alá, amelyek ki-

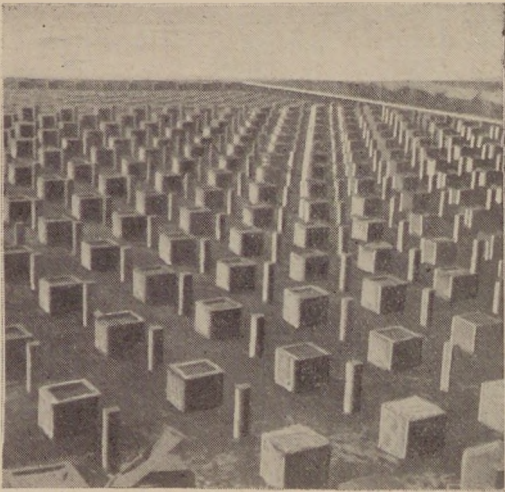


18. ábra. Csatornacsövek korrozioja láptalajban (Wiegner—Gessner kísérletei)

terjedtek a cementek kémiai, fizikai és mikroszkopikus vizsgálataira. A laboratóriumban eddig mintegy 30 000 légmentesen zárt dobozban tárolják a felhasznált cementekből vett mintákat és adalékanyagokat, hogy a későbbi időpontban esetleg szükségessé váló ellenőrző vizsgálatokat bármikor végre lehessen hajtani.

Minden cementfajtából három féle, 220, 300 és 390 kg/m³-es adagolással készítették különböző adalékanyagokkal betontesteket, a homoktartalmat is változtatták, különböző vízcementtényezőt alkalmaztak, a beton tömörsége is eltérő volt. Általában a teljesen rossz és az igen jó beton között minden változat előfordult.

A betonokból kockák, gerendák, cölöpök, vékony- és vastagfalú betontestek, betonutak, beton gyalogutak, támfalak stb. épültek. A testek egy részét teljesen, másik részét csak félig takarták be földdel. A terepikísérletekkel párhuzamosan



19. ábra. Betonkorrozio-kísérleti telep Perryben (USA).

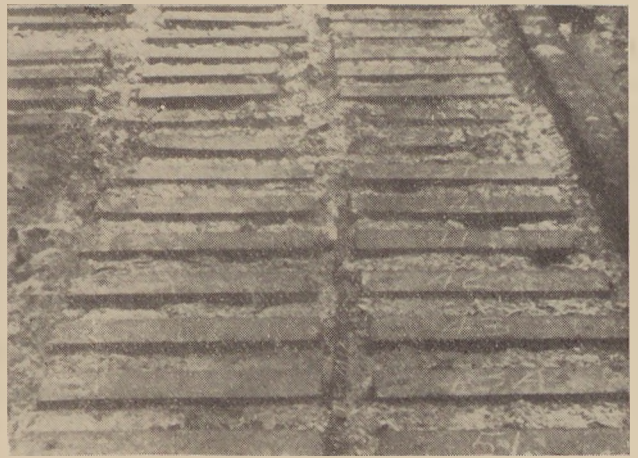
a megfelelő betontest-párokat vízvezeteki vízben is tárolják hasonló módon, hogy összehasonlító értékeket kapjanak.

Nagy betonmedencékben a próbatesteket különböző, mesterségesen készített agresszív folyadék hatásának teszik ki.

A kísérletek között szerepel pl. a téli jégpáncél felolvasztására szolgáló sófelhintés is. Ennek kihatását az útbetonra, a pikkelyeződést, a leválást szintén vizsgálják.

A kísérletek méreteire jellemző, hogy csak egy helyen, a kaliforniai magas hegységben 81 út- és gyalogút-szakaszt építettek. Az összes próbatesteket és építményeket évenként egyszer vizsgálják. A vizsgált testek 1—6-ig terjedő tizedes pontosságú minősítő számot kapnak, ahol a 6-os szám a teljes tönkremenést jelenti. Az egyik helyen például a 220 kg/m³ keverési beton minősítő jegye 2 év mulva már 4,1 volt, míg a 390 kg/m³ keverésű betoné még 9 év mulva is csak 1,8 volt.

A vizsgálati eredményekről 10 évenként jelentésben számolnak be. Az 1950-ben lezárult



20. ábra. Szulfátos talajba helyezett 13×15×80 cm méretű kísérleti betongerendák

vizsgálati időszokról kiadott jelentés — amely hatalmas kötetet tesz ki — már megjelent.

Az első évtized eredményeit az amerikai gyakorlat már hasznosítja is. Így pl. a légbuborékos betont, amely az összes vizsgálati helyeken a legjobb eredményeket mutatja, az amerikai államokban a legkiterjedtebben kezdik alkalmazni.

Az első 10 év főbb eredményei röviden a következők:

1. A vegyi és légköri hatásoknak legjobban ellenáll a légbuborékos beton. Ennek előnyös volta sovány adagolású és plasztikus betonok esetében is kimutatható;

2. A légbuborékos beton fagyálló, és útburkokokban is jól bevált;

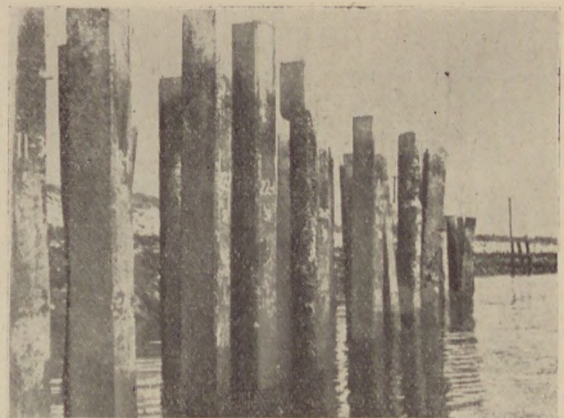
3. A szabad CaO emelkedésének arányában a korrózióállóság csökken.

4. Portlandcementekre a szabad CaO-tartalom kritikus határa 0,5%.

5. A C₃A-tartalom csökkenésével nő a korrózióállóság, ez alól mindenestre vannak kivételek.

6. A MgSO₄-tal szemben általában nagyobb ellenállóképességet állapítottak meg, mint a Na₂SO₄-tal szemben;

7. A nagyobb cementadagolású betonok korrózióállóbbak.



21. ábra. Ár-apály hatásának kitett kísérleti próbacölöpök Cape Codnál



22. ábra. Biológiai hatású védő agyaggal építése Budapesten (Véssey felv.)

8. Kis vízcement-tényező alkalmazása előnyös;

9. A tömör és helyesen utókezelt beton korrózióállóbb.

10. A betonúttesten a jégburrok felolvasztása céljából felhíntett sóknak (nátrium-, kalcium-, magnézium-kloridoknak) általában nincsen káros hatásuk. Ha azonban a kedvezőtlen körülmények összegeződnek, pl. a beton gyengébb minőségű vagy a betontesten hosszú ideig koncentrált sóoldadék fekszik, előfordulhatnak károk;

11. A cement analitikai elemzési eredményeiből nem lehet a beton korrózióállóságára következtetéseket levonni.

12. Hideg tengervízben álló vasbetoncölöpökön, amelyekben a vasbetétek fedőrétege 2,5 cm volt, repedések jelentkeztek. Ugyanilyen gyártású



23. ábra. Agyag beoltása szulfátredukáló baktériumokkal (Véssey felv.)

cölöpökön édesvízben nem mutatkoztak korróziós jelenségek. A meleg tengerekben álló vasbetoncölöpökön nem voltak ilyen károk észlelhetők.

Meg kell emlékeznünk azokról a kutatásokról is, amelyek a beton védelmét biológiai úton kívánják elérni.

Vendl professzor és az FTI-ben Véssey Ede vegyész vibrio desulfuricans szintenyészetével folytatott vizsgálatokat laboratóriumban és terepen. Ezekből a kísérletekből világossá vált, hogy a levegőtől elzárt, anaerob körülmények között élő mikrobák a talajvízben levő szulfátot végsőfokon kénhidrogénné redukálják és így a korrózió szempontjából veszélytelenné teszik. Ennek felismerése lehetővé tette, hogy sekély állóvíz baktériumos iszapjával kevert agyagból biológiai hatású védőfalat építsünk a védendő betontest köré.

A szulfátredukáló baktériumokkal beoltott agyag redukáló hatása a közvetlen környezetre is kiterjed, ezért enyhébb esetben nincs szükség összefüggő biológiai védőfalra. Elegendő pl., ha az épület körül sűrűn elhelyezett fűrőlyukakat a fertőzött agyaggal teljesen megtöltjük.

A 22. és 23. ábra már megtámadott beton alap védelmét mutatja összefüggő biológiai agyagfallal.

Összefoglalás

A nagyszabású laboratóriumi és terepkísérletek eddigi eredményei elegendők arra, hogy azok felhasználásával jó betonokat gyártunk és az összes lehetséges agresszív hatások ellen a megfelelő kötő- és adalékanyagot kiválaszthassuk.

Míg az amerikaiak a korrózió elleni védelemben csak általános szempontokat kívánnak tekintetbe venni, a Szovjetunió cementvegyészei és betontechnológusai igen részletes előírásokat dolgoztak ki a portland-, salakportland-, traszportlandcementre, különböző agresszív ionok esetére, sőt ezeket ki akarják bővíteni a timföld-, gipszsalak- és anhidrid-timföldcementre is.

A korrózió-kutatások még távolról sem zárhatók le, a teendő még igen sok. Az 1953-ban tartott moszkvai betonkorróziós értekezlet a teendőket a következő három pontban foglalta össze:

1. Szükség van olyan gyors korrózióvizsgáló módszer kidolgozására, mellyel az agresszív közeg tulajdonságait és hatásait a betonra megbízhatóan meg lehet állapítani.

2. Adatokat kell gyűjteni az agresszív közegben álló beton és vasbeton-létesítmények viselkedésére vonatkozóan.

3. Az egyes agresszív hatások elkerülésére megfelelő védelmet kell megtervezni.

A száz éve folyó kutatások és különösen az utóbbi 40 év intenzív munkájának eredményeként ma már tudjuk, hogy az egyes cementfajtákat milyen agresszív folyadékok hatásakor és milyen koncentrációig alkalmazhatjuk, másrészt sikerült az egyes korróziós hatásoknak bizonyos fokig ellenálló cementeket előállítani.

A korrózió-kutatás legnagyobb felismerése azonban az, hogy a korrózióálló beton előállításának technológiája a cementgyártásnál kezdődik és a beton utókezelésével fejeződik be.

Hazai kaolinok és kaolin jellegű anyagok morfológiájának változása égetés során

JUHÁSZ ZOLTÁN
Ásványbányászati Központi Laboratórium

Ismeretes, hogy a kaolinit hevítése közben — a differenciál-termál analízis szerint — 0—1000 C° intervallumban két termikus reakció zajlik le: az egyik 583 C°-nál, endoterm jellegű (1) reakció, s a kristályvíz eltávozásával kapcsolatos, a másik 900—1000 C° között, exoterm jellegű reakció, mely a kaolinit (ill. metakaolin) rácsának szétesését jelzi, γ Al₂O₃ képződése mellett.

E termikus kémiai reakciók miatt a kaolinitből készített test mechanikai tulajdonságai is megváltoznak, mely egyrészt a kristályrészecskék közötti kötőerők megnövekedésére, másrészt a test morfológiájának változására vezethető vissza. E morfológiai változásoknak igen nagy jelentősége van a természetes kaolinit tartalmú agyagoknál: a kaolinitnél és kaolin jellegű agyagoknál, de itt a jelenségek bonyolultabbak azért, mert ezekben az agyagfélésekben a kaolinit mellett más ásványi alkotók is vannak.

Rendszeres vizsgálatokat folytattunk néhány hazai kaolin jellegű agyagféleségen annak felderítésére, hogy égetésük alatt, 600—1200 C° hőmérsékleti intervallumban a mechanikai tulajdonságokra is kiható morfológiai változások milyen természetűek, s próbáltuk megkeresni azokat a tényezőket, melyek e változásokat befolyásolják.

A vizsgálatokat egy általunk kidolgozott mérési módszer segítségével hajtottuk végre.

I. A mérési módszer elméleti alapjai

Az agyagokból formázás útján készített próbatestet xorogélnak tekintjük, mely szerkezetileg két részre bontható: az egyik részt maga a szilárd vázszerkezet alkotja, míg a másik részt a szilárd váz által felépített porus-rendszer. A porusok egy része egymástól és a test környezetétől többé-kevésbé független, s ezek diszperz rendszer jelleget kölcsönöznek a pórúsnak. Ezek mellett azonban vannak egymással és a test környezetével összefüggő pórúsnak is, melyek kapilláris rendszert képeznek. Ha a pórúsméretéről és azok alakjáról teljes képet kívánunk, akkor a test csiszolatát mikroszkópiai megfigyelés alá kell vonnunk. E módszer azonban nehezen kiértékelhető. Ezért a pórúsméret meghatározására közvetett módszerek születtek, melyek a pórúsnak test valamely fizikai jelenséggel szemben mutatott viselkedését használják fel a pórúsméret meghatározására. Ilyenek: az áteresztőképesség alapján álló módszerek, melyeknek elvét Erbe (2) vetette meg és Carlsson (3) dolgozta ki mérésre alkalmas módszerré, továbbá a pórúsnak test által az időegység alatt felszívott folyadékoszlop magasságának mérése (Lucas 4).

Vizsgálatainknál arra törekedtünk, hogy egyszerűen végrehajtható és könnyen kiértékelhető kísérleti metódika álljon rendelkezésünkre. Úgy találtuk, hogy erre a célra megfelelő a pórúsnak

test által időegység alatt felszívott folyadék térfogatának mérése. A kísérleti adatokból kiszámítottuk annak az idealizált kapilláris rendszernek a rádiuszméret eloszlását, mely a folyadékot a kísérleti körülmények között ugyan úgy szívja fel, mint a vizsgált pórúsnak rendszer. E kapilláris sugárméreteket *equivalens sugárnak* nevezzük, s nem tekintjük azonosnak a valódi pórúsmérettel, magát az idealizált kapilláris rendszert pedig *equivalens kapilláris rendszernek*, melyet a következők szerint definiáltunk:

1. függőleges hosszútengelyű, párhuzamos elrendezésű, és — falú azonos magasságú kapilláris — köteg,
2. A kapillárisok egymással nem érintkeznek.
3. A kapillárisok mindegyike körkeresztmetszetű.
4. Falukat a vizsgált folyadék teljesen nedvesíti.
5. A bennük áramló folyadék viszkozitása a sugármérettől független.

6. A rendszer által maximálisan felszívott folyadék mennyisége (az össztérfogat) és a kapilláris rendszer magassága a vizsgált pórúsnak rendszerével azonos.

Ha egy ilyen rendszert folyadékszinthez érintünk, a folyadék a rendszerben felszívódik. A mozgásegyenlet a Hagen—Poiseuille egyenletből következik:

$$\frac{dq}{d\tau} = n \frac{r^4 \pi P}{8 \eta h} \quad (1)$$

ahol $\frac{dq}{d}$ másodpercenként P nyomáskülönbség hatására áramló folyadék mennyisége (cm³/sec)
 n = az r (cm) sugarú kapillárisok száma (egyelőre feltesszük, hogy az equivalens kapilláris rendszer egyforma kapillárisokból áll)

η = a folyadék viszkozitása (cprise)

h = a folyadékkal már megtelt réteg magassága (cm)

A következő helyettesítést alkalmazzuk:

$$n = \frac{q_0}{r^2 \pi H}$$

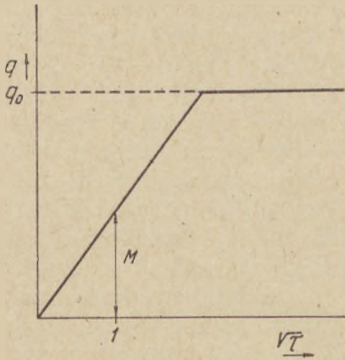
$$h = \frac{q}{n r^2 \pi}$$

Igy:

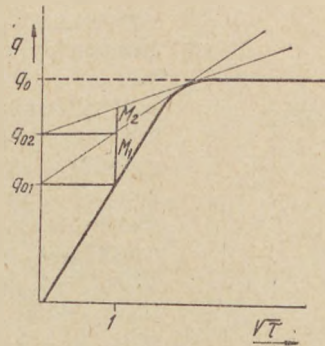
$$\frac{dq}{d\tau} = \frac{q^2}{H^2} \frac{r^4 P}{8 \eta q} \quad (2)$$

ahol q_0 = a H magasságú rendszer által maximálisan felvett folyadék mennyisége (cm³)

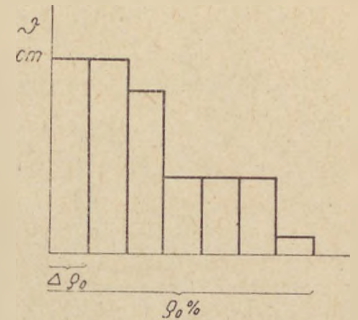
q = a már megtelt rétegben lévő folyadék-mennyiség (cm³)



1. ábra



2. ábra



3. ábra

A mozgást előidéző P nyomáskülönbség jelen esetben a folyadék felületi feszültségére vezethető vissza, s a magassággal változik (4):

$$P_i = (h_{\max} - h) \rho g = \frac{2\sigma \cos \varphi}{r} - h \rho g \quad (3)$$

ahol h_{\max} = a maximális (egyensúlyi) emelkedési magasság (cm)

σ = a folyadék felületi feszültsége

φ = a fal nedvességi szöge (definíció szerint = 0)

ρ = a folyadék sűrűsége

g = nehézségi gyorsulás

Ha a rendszer H magasságát úgy választjuk, hogy $h_{\max} \gg H$, akkor a 3. egyenlet jobboldalának második tagja elhanyagolható s így a nyomás közelítőleg konstansnak vehető. (Ez a feltétel a pórusos test kis pórusméretei miatt megengedhető, ha a magasságot elég alacsonynak választjuk.)

A fenti összefüggést 2. egyenletbe helyettesítve és azt q szerint integrálva és q -ra megoldva:

$$q = \frac{q_0}{H} \sqrt{\frac{\sigma r}{2\eta} \tau} \quad (4)$$

Vagyis, ha a különböző időpontokban felszívott folyadéktérfogatokat olyan koordináta-rendszerben ábrázoljuk, melynek abszcisszájára a sec-ban mért idő négyzetgyökét, ordinátájára pedig a hozzá tartozó folyadéktérfogatokat mérjük fel, egyenest kapunk, melynek iránytangense:

$$M = \frac{q_0}{H} \sqrt{\frac{\sigma r}{2\eta}} \quad (5)$$

Abban a pillanatban, amikor a kapillárisok folyadékkal megteltek, az ábrán törés mutatkozik és a görbe vízszintes egyenesbe megy át. Ilyen típusú görbét az 1. ábra mutat.

Az (5) egyenlethől r kiszámítható:

$$r = \frac{2\eta H^2 M^2}{q_0^2 \sigma} \quad (6)$$

Abban az esetben, amikor a pórusos test valamilyen *equivalens pórusméret-eloszlással* jellemezhető, a következő módszert választottuk: Beosztottuk a q_0 térfogatot olyan $q_{02} - q_{01} = \Delta q_{01}, q_{03} - q_{02} = \Delta q_{02}, \dots$ stb térfogatelemekre, melyeknek magassága = $H \cdot E \Delta q$ pórustérfogat-

elemekhez tartozik: $M_1 - M_2 = \Delta M_1, M_2 - M_3 = \Delta M_2, \dots$ stb

Az (5) egyenlet szerint

$$\frac{\Delta M_i}{\Delta q_{0i}} = \frac{1}{H} \sqrt{\frac{\sigma r_i}{2\eta}} \quad (7)$$

Innen bármely pórustérfogatelemhez tartozó *equivalens* sugárméret:

$$r_i = \frac{2\eta H^2 \left(\frac{\Delta M_i}{\Delta q_{0i}}\right)^2}{\sigma} \quad (8)$$

Az ilyen esetekben olyan típusú kísérleti görbéket kapunk, melyeknek felső része fokozatosan megy át a vízszintes egyenesbe (2. ábra). E görbék kiértékelése úgy történt, hogy különböző q pontokból az ordinátáról érintőket szerkesztünk a görbére és meghatároztuk az iránytangensüket. Két egymásutáni értékből kivonással kiszámítottuk Δq_{0i} és ΔM_i értékeket. A kapott értékeket olyan módon ábráztuk, hogy abszcisszára a Δq_0 értékeket egymás után, ordinátára a hozzájuk tartozó r méreteket mértük fel (3. ábra). Az ordinátán feltüntetett *equivalens* sugárméretű kapillárisok térfogatát a téglalapok területe jelzi.

A megoszlási függvény annál pontosabban határozható meg, minél kisebb Δq_0 térfogatelemeket választunk.

$$\left(\frac{\Delta M_i}{\Delta q_{0i}} \rightarrow \frac{dM_i}{dq_{0i}}\right)$$

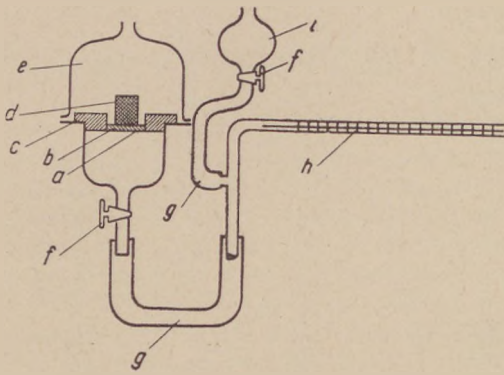
Ha q_0 térfogatot egyenlő Δq_0 térfogatelemekre bontjuk, melyeknek száma = ν , akkor a kapott adatokból kiszámíthatjuk az átlagos *equivalens* kapilláris méretet:

$$\bar{r} = \frac{\sum r_i}{\nu} \quad (9)$$

A pórusos test ily módon egyetlen kapilláris mérettel jellemezhető.

II. A mérés gyakorlati kivitele

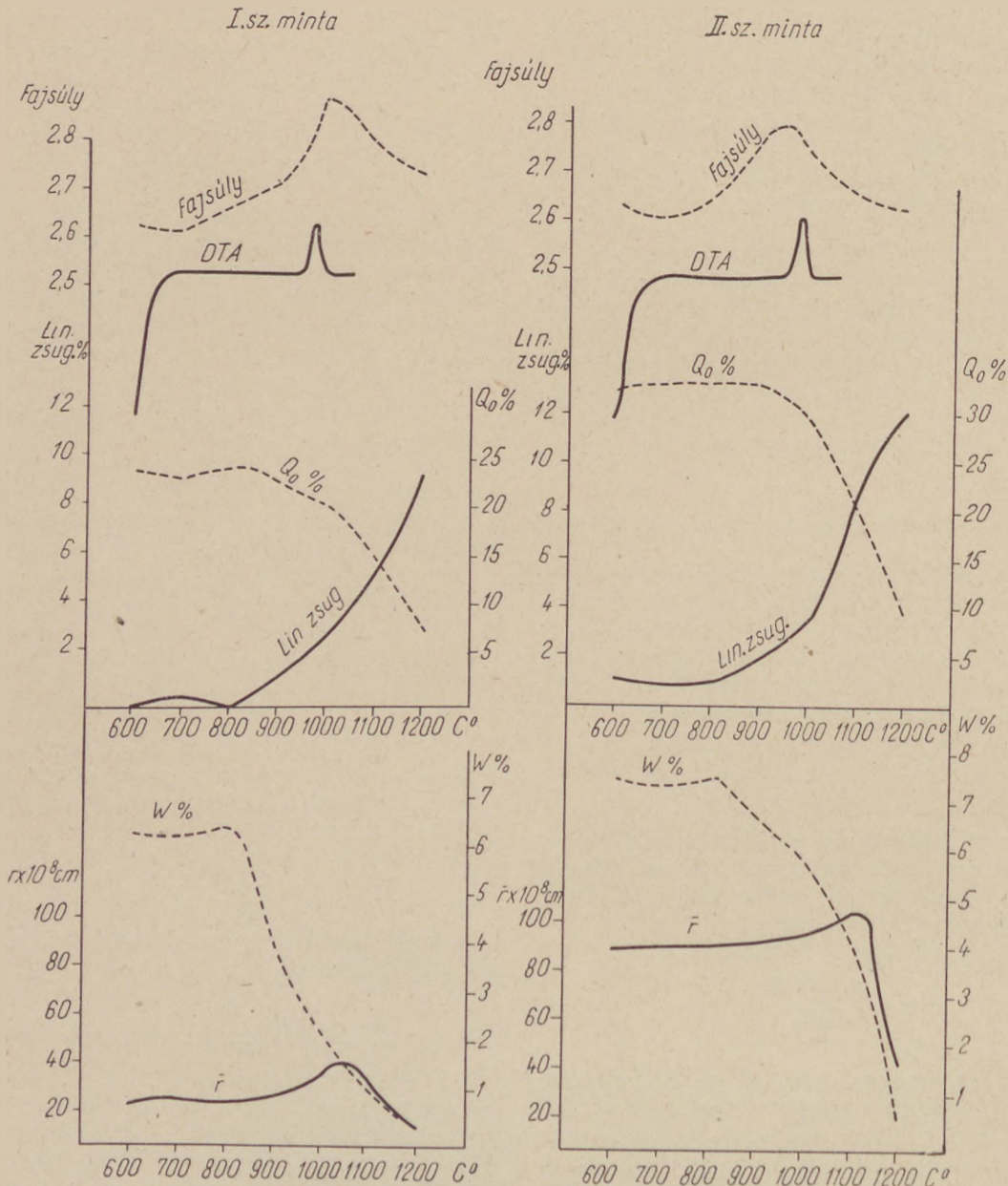
A fenti elv szerint mértük az idő függvényében a pórusos test által az időegység alatt felszívott folyadék (víz) mennyiségét. A kísérletekhez módosított Freundlich-Enslin-Lindau féle készüléket (5) használtunk, melynek vázlatos rajzát a 4. ábra mutatja.



4. ábra. a szita, b zsirtalanított filelemez, c rézgyűrű, d próbatest, e védő üvegbúra, f üvegcsapok, g gumicsövek, h mérő kapilláris, i víztároló edény.

A vizsgálandó agyagból 1,5 × 1,5 cm nagyságú, henger alakú formában, valamint 6 × 3 × 0,7 cm

méretű téglalap alakú formában próbatesteket készítettünk, majd 105 °C-on kiszárítottuk őket. Ezután valamennyi próbatestet 600 — +5 °C-on két órán át kiégettük. (Alapégetés.) A próbatesteket különböző hőmérsékleten hőkezeltük további két órán keresztül. A henger alakú próbatesteket szabályos hengerekké csiszoltuk, vízben kiforraltuk, s a belső felületek és a túl kis pórusok levegőmentesítése és hidrofilla tétele, valamint a higroszkópos nedvesség meghatározása érdekében 150 °C-ra hevítés és súlyuknak meghatározása után ismét 150 °C-os szárítóba helyeztük, majd még melegen 50% rel. nedvességtartalmú zárt térbe raktuk és ott tartottuk három héten át. Gőzkezelés után súlyukat ismét lemértük (higroszkópos nedvességtartalom = W%). Meghatároztuk vízfelvételi görbéjüket és fentiek szerint kiszámítottuk átlagos equivalens kapillaris sugárméretüket.



5. ábra

Egyidejűleg a szokásos módon mértük az agyagtéglák lineáris zsugorodását (105 C°-ra vonatkoztatva), vízfelvételt és felvettük a vizsgált agyagok DTA-görbéjét is 1000 C°-ig.

III. A kísérleti eredmények

A kaolin jellegű anyagok égetése során mutatkozó morfológiai változások tanulmányozására két kísérleti mintaanyagot használtunk:

I. sz. minta: igen finom iszapolt kaolin, melynek fő agyagásványa kaolinit, de jelentős mennyiségű halloisitot is tartalmaz. Szabad kvasavtartalma a röntgenelemzés szerint kb. 18%. A kvarc a kaolin mellett durvaszemcsés (—20 mikron),

II. sz. minta: finom iszapolt kaolin, kevés illit szennyezéssel. Szabad kvasavtartalma 3%, a csekély kvarc finom szemcsézetű. A minták kémiai összetételét a mellékelt táblázat első két sora tünteti fel. Az agyagmintákat a fentiekben leírtak szerint átlagos equivalents kapilláris méretre vizsgáltuk, s e mellett mértük a higroszkópos nedvességet, a lineáris zsugorodást, a vízfelvételt és fajsúlyt, a különböző hőmérsékleten égetett formákon. Egyidejűleg felvettük a vizsgált agyagok DTA görbéjét 1000 C°-ig is. Az égetés 600 C°-os alapégetés után 100 C°-os lépcsőkben történt, 1200 C°-ig. A kísérletek eredményeit az 5. ábra mutatja, az égetési hőmérséklet függvényében.

Az ábrákról megállapítható, hogy égetés során a vizsgált agyagok esetében a kísérleti hőmérséklet-intervallumban morfológiailag három hőmérsékleti zóna választható külön.

1. zóna: 600 C° — kb. 800 C°-ig.

Ezt a hőmérsékleti zónát az jellemzi, hogy morfológiailag az agyagtest nem mutat lényeges változást. A DTA-görbe szerint a kristályvíz eltávozását jelző termikus reakció 600 C°-on már lezajlott, az itt kialakult vázszerkezet már nem szenved lényeges változást, ha a hőmérsékletet emeljük.

2. zóna: kb. 800 C° — kb. 1100 C°-ig.

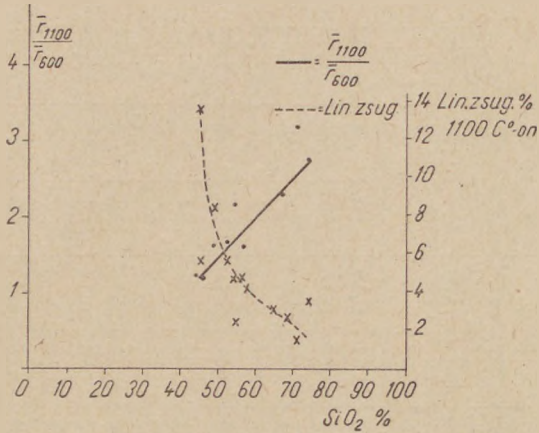
E hőmérsékleti zónát nagymérvű morfológiai változások jellemzik: a vízfelvétel, vagyis a pórusok összterfogata csökken, vele csökken a higroszkópos nedvesség is. A próbatést nagymérvű zsugorodást szenved, ugyanakkor az átlagos equivalents kapilláris méret hirtelen *emelkedik*.

E változások oka nyilván a DTA görbékben 900 C° felett jelentkező exoterm reakcióban, vagyis a kaolinit rácsszerkezetének megbomlásában keresendő. Mivel a próbatestek égetési ideje és a DTA alatti felfűtési sebesség között lényeges különbség volt, (a próbatestek hosszabb ideig voltak égetve), a DTA görbékben 900 C° felett mutatkozó reakció jelen esetben már alacsonyabb hőmérsékleten is megkezdődhetett. A reakciót egyébként a fajsúly hirtelen változása is jelzi. A reakció miatt a próbatest geometriai méretei csökkennek, s ezzel egyidejűleg az átlagos equivalents kapilláris méret megnövekszik, ami azt jelenti, hogy a próbatest belsejében nagymérvű *belső zsugorodás* megy végbe.

Néhány hazai kaolin jellegű agyag esetében lemértük 600 C° és 1100 C°-on való égetés után

Táblázat

Megnevezés	Kémiai összetétel										Lin. zsug. 1000 C°	q _{0max} %		W %		r x 10 ⁻⁸		T ₁₁₀₀ / T ₆₀₀
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Izz. v.	K ₂ O		600 C°	1100 C°	600 C°	1100 C°	600 C°	1100 C°	
I. sz. minta	52,60	31,3	0,50	0,60	1,40	0,51	0,42	0,30	12,30	5,65	24,6	15,3	0,81	0,10	16	26	1,62	
II. sz. minta	45,60	37,02	1,12	0,19	1,09	0,10	0,82	0,29	13,70	5,70	33,8	20,0	0,37	0,15	80	95	1,18	
Petényi I/a. oszt. fehér agyag	54,70	30,61	1,17	1,02	0,63	0,10	—	—	11,17	4,70	21,0	12,4	0,35	0,05	40	49	1,22	
Petényi I/b. oszt. fehér agyag	74,50	14,60	1,50	0,78	0,17	0,30	—	—	7,36	3,45	13,9	13,5	0,24	0,03	17	46	2,70	
Petényi I/a. oszt. szürke agyag	57,56	26,96	1,67	1,02	0,02	0,48	—	—	10,89	4,12	20,3	14,3	0,41	0,10	18	28	1,56	
Petényi II. oszt. fehér agyag	71,46	18,08	1,16	0,78	0,49	0,18	—	—	7,53	1,41	14,2	12,1	0,34	0,04	22	70	3,18	
Petényi III. oszt. szürke agyag	65,0	14,57	6,85	1,02	0,31	0,30	—	—	10,80	3,05	15,5	15,0	0,52	0,07	45	98	2,18	
Sárisápi iszapolt kaolin	54,82	30,45	1,68	0,40	0,82	0,20	—	—	11,18	2,41	28,8	27,0	0,21	0,09	48	103	2,14	
Pilis agyag I.	45,53	27,90	10,04	1,30	0,94	0,36	0,06	0,15	13,42	13,74	33,6	23,7	0,84	0,16	36	44	1,22	
Pilis a. II.	49,96	33,52	0,83	1,50	0,86	0,40	0,04	0,23	13,25	8,37	33,6	25,5	0,93	0,16	27	43	1,59	
Mátrai kaolin	67,68	16,03	7,03	0,60	0,24	0,12	—	—	7,58	2,64	28,1	23,4	0,74	0,38	129	293	2,27	
Bajnai agyag (kaolinit, illit)	56,72	23,20	5,52	1,40	0,35	1,27	0,20	1,80	9,40	4,74	15,6	17,6	1,78	0,15	4	7	1,75	



6. ábra

az átlagos equivalens kapillaris méreteket. A kísérleti adatokat a mellékelt táblázatban foglaltuk össze. A táblázat az agyagok néhány jellemzőjét is tartalmazza, valamint a kapillaris méretekből képezett $\frac{\bar{r}_{1100}}{\bar{r}_{600}}$ hányadost, vagyis az 1100 C°-on mért és a 600 C°-on mért átlagos equivalens kapillaris méretek hányadosát, mely a pórusok méret-növekedésének a mérőszáma.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy az $\frac{\bar{r}_{1100}}{\bar{r}_{600}}$ hányados értéke annál nagyobb, minél nagyobb az agyag SiO₂ tartalma. Ezt az összefüggést grafikusán is ábrázoltuk (6. ábra), s úgy találtuk, hogy a kísérleti pontok jó közelítésben egyenest írnak le. Ugyanerre az ábrára felvettük a próbatetek lineáris zsugorodásának a mértékszámát is, az SiO₂ tartalom függvényében. Bár a kísérleti pontok elég nagy szórást mutatnak, megállapítható, hogy az SiO₂ tartalom növekedésével a test 1100 C°-on mutatott méretcsökkenése egyre kisebb lesz.

Természetes agyagoknál egyetlen kémiai alkotó függvényében vizsgálni fizikai változásokat igen nehéz és bizonytalan, mert az égetés során végbemenő kémiai reakciókat az agyagokban jelenlévő egyéb kémiai alkotók igen nagy mértékben befolyásolják. Feltehetjük azonban, hogy az SiO₂ tartalom növekedése a kvarctartalom növekedését is jelzi, s így jelen esetben a vizsgált anyagokra vonatkozólag néhány kvalitatív törvényszerűséget vonhatunk le a kísérleti adatokból.

A 6. ábrán feltüntetett adatok szerint az agyagok SiO₂ tartalma az azokból készített testek morfológiájának égetés során mutatkozó változását két, látszólag ellentétes hatásban befolyásolja: egyrészt minél nagyobb az SiO₂ tartalom,

annál kisebb a próbatest lineáris zsugorodása, másrészt növekvő SiO₂ tartalommal az ebben a hőmérsékleti intervallumban mutatkozó pórusméretváltozás is növekszik. Vagyis, magas kvasav tartalmú agyagok lineáris mértécsökkenése égetésük alatt kicsi, de belső zsugorodásuk nagy.

E jelenségek magyarázatát abban látjuk, hogy ebben a hőmérsékleti zónában maga a kaolinit agyagásvány nagymérvű zsugorodást szenved. Amennyiben az agyag SiO₂ tartalma, s vele a kvarctartalom is kicsi, akkor a próbatest külső méreteiben is zsugorodik. Ha a kvarctartalom nagy, a kvarc merev vázat épít fel, mely a próbatest zsugorodását megakadályozza. Ugyanakkor azonban maga a kaolinit zsugorodik és a próbatest pórusainak méretét megnöveli.

A 2. zónát tehát az jellemzi (kaolinit jellegű anyagoknál), hogy maga a kaolinit nagymértékben zsugorodik, s ennek a test morfológiájára való kihatása elsősorban az agyag kvarctartalmától függ.

3. zóna: 1100 C° felett.

Ezt a zónát morfológiailag a nagymérvű belső zsugorodás jellemzi, a test nagymértékű méretcsökkenése (zsugorodása) mellett. Ha a hőmérsékletet emeljük, nagymérvű zsugorodás miatt a test egyre tömörödik, valószínűleg egészen az olvadék, mint új fázis felléptéig.

Összefoglalás

Tanulmányunkban ismertettük a kiégetett agyagok morfológiájára jellemző equivalens kapillaris méret meghatározását szolgáló vizsgálati módszereinket. E módszer segítségével kaolinok és kaolin jellegű agyagok morfológiájának változását tanulmányoztuk, 600—1200 C° hőmérsékleti intervallumban való égetésük során.

Megállapítottuk, hogy 600—1200 C° intervallumban morfológiailag három hőmérsékleti zóna különböztethető meg: az elsőben (kb. 800 C°-ig) morfológiai változások nincsenek, a másodikban (kb. 800 C°-tól kb. 110 C°-ig) nagymérvű zsugorodás tapasztalható mely, ha a kvarctartalom magas, akkor belső zsugorodás formájában a próbatest pórusméreteit növeli, míg a harmadik zónát a próbatest nagymérvű külső zsugorodása jellemzi, mialatt a belső szerkezet fokozatosan tönkremegy.

IRODALMI UTALÁSOK

- (1) R. W. Grimshaw, E., Hoaton, A. L. Roberts: Trans. Brit. ceram. Soc. 44 (1945.) 91.
- (2) F. Erbe: Koll. Z. 63. (1933). 277.
- (3) O. Carlsson: Bor. DKG. 31. (1954). 230.
- (4) H. Lucas, Koll. Z.: 23. (1918). 15.
- (5) H. Froundlich, O. Enslin N. G. Lindau: Kolloidchem. Beihefte, 37. (1933). 242.

Gyorsvizsgálati módszer granulált kohósalak minősítésére

Dr. TAKÁTS TIBOR—PETŐ TAMÁS

Összefoglalás. Elméleti megfontolások alapján kísérleteket végeztünk arra vonatkozólag, hogy van-e összefüggés a kohósalakok ioncserélőképessége és hidraulikus aktivitása között. Az ioncserélőképességet úgy határoztuk meg, hogy az anyagot $MgCl_2$ -oldattal kezeltük, alkoholos mosás után az adszorbeált Mg-ionokat K-ionokkal cseréltük ki. Az ioncserében résztvevő Mg mennyiségét komplexometriás titrálással határoztuk meg. Az így nyert értékek arányban állnak a kohósalakok 28 napos szilárdsági adataival, tehát alkalmasak arra, hogy belőlük a kohósalak hidraulikus aktivitására következtethessünk.

A kohósalakok hidraulikus értéke tágabb határok között változhat. Mivel a hidraulikus érték határozza meg a salak ipari használhatóságát, érthető, hogy az üzemek egyre fokozódó érdeklődéssel kutatnak olyan módszerek után, amelyeknek segítségével az aktív salakokat a kevésbé aktív salakoktól meg tudjuk különböztetni.

A kohósalakok hidraulikus értékének meghatározására az irodalomból több módszer ismeretes. Több szerző szilárdsági vizsgálatot végzett, pl. Feret (1) szódaoldattal habaresosított kohósalak-próbatestek szilárdságát mérte 6 és 24 óra után. Mussgnug (2) gerjesztett és atmoszferikus nyomáson gőzölt próbatestek szilárdságát vizsgálta. Más szerzők mikroszkópikus módszereket alkalmaztak: Guttman és Weise (3) mikroszkóppal mérték a káliumhidroxiddal kezelt salak metilénkék-oldattal történő festőképességét és ebből következtettek a salak hidraulikusságára. Kimutatták továbbá, hogy a salaküveg törésmutatója is alkalmas a salak minősítésére. A törésmutató értéke 1635 és 1665 között lehet. A jó reakcióképes salakok törésmutatójának 1650 fölött kell lennie. Michelsen (4) a kohósalakból 2%-os alumíniumszulfát-oldat hatására keletkező tűalakú kristályok képződési sebességét mérte.

A kohósalakok hidraulikus értéke egyrészt az üveges, instabil állapotokban rejlő energia-többletrel vezethető vissza. Ezzel a tárgykorrel is több szerző foglalkozik. Toropov (5) $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ háromkomponensű rendszereken bebizonyította, hogy nincs egyértelmű összefüggés a kohósalakok hidraulikus értéke és üveges állapotuk között. Blondiau (6) megmérte a granulált és kristályos kohósalakok oldáshőit. Ezek különbségét hidraulikus potenciálnak nevezte el és ebből, valamint az oxidos összetételből következtetett a hidraulikus sajátságokra. Figyelemre méltók Leclère (7) és Nicol (8) eljárásai, akik termoanalízis segítségével, a rekaleszcencia felléptének hőmérsékletéből és hőmérsékletintervallumból következtettek a salakok hidraulikus tulajdonságaira.

Hliminszkája (9) a salakok aktivitásának gyors meghatározására Sztrelkov — általa módosított — módszerét alkalmazta. Az eljárás az örölt salakoknak azon a tulajdonságán alapszik, hogy kalciumszulfát-oldatból bizonyos mennyiségű kalciumszulfátot kötnek meg kalciumszulfoaluminát alakjában. A megkötött kalciumszulfát mennyiségét ioncserélő anyagok alkalmazásával határozza meg.

A megkötött kalciumszulfát mennyiségéből következtetni lehet a salak hidraulikus aktivitására.

Az említett eljárások egyike sem ad teljesen megbízható eredményeket és ezért általánosságban egyik módszer sem tudott elterjedni.

Igyekeztünk olyan eljárást kikísérletezni, mely gyors tájékozást ad a granulált kohósalak hidraulikusságának mértékére és gyakorlati felhasználhatóságára vonatkozólag.

A salak hidraulikus aktivitása a salak vegyi összetételétől, az olvasztásnak és az olvadék granulálásának körülményeitől és a szemesék szerkezetétől függ. A vegyi összetétel meghatározza, hogy milyen ionok jelenlétével kell számolnunk, az olvasztás és granulálás körülményei és a szemeseszerkezet pedig az egyes ionok kémiai-fizikai állapotát befolyásolják.

Hosszú ideig feltételezték, hogy a kohósalak csak üveges állapotban mutat hidraulikus tulajdonságot, kristályos állapotban nem. Ezt az elméletet — mint már említettük — később megdöntötték. A gyakorlatban egyszerűen azért használtak szívesebben üveges salakot a cement előállításához, mert könnyebben örölhető.

Éppen ezért nem tartjuk helyesnek Leclère fentemlített eljárását sem, mely szerint a salakok hevítésekor fellépő rekaleszcencia jelenségéből következtetni lehetne a hidraulikus aktivitásra. A rekaleszcencia tudvalevőleg üveges állapotból kristályos állapotba való olyan átmenetet jelez, mely hőmérsékletemelkedés hatására következik be. Ez az átmenet a hevítési görbéken nagyon élesen jelentkezik, de nem lehet jellemző a salak hidraulikusságára, mert csak a salak üvegtartalmával arányos és nem a hidraulikus aktivitással.

A hidraulikus tulajdonság mibenlétét és tudományos magyarázatát régóta kutatják. A magunk részéről a V. A. Goldschmidt (11) és E. Brandenberger (10) által felállított elméletet tartjuk korszerűnek és helytállónak. A Goldschmidt-féle szabály megállapítja, hogy magas hőmérsékleten az alacsonyabb koordinációs számú kristály-módosulatok stabilabbak, mint a nagy koordinációs számúak. Jó példa erre a dikalciumszilikát, melynek alfa- és béta-módosulata $[CaO_4]$ és $[CaO_6]$ koordinációval, gamma-módosulata pedig $[CaO_8]$ koordinációval jellemezhető. Ez a tény megmagyarázza a hidraulikus tulajdonságot. A magas hőmérsékleten beálló alacsonyabb koordináció igyekszik alacsonyabb hőmérsékleten a magasabb koordinációba átmenni és ehhez a víz OH- és H-ionjait veszi igénybe. W. Büssem és A. Eitel (12) ki is mutattak ilyen jelenséget a $12 CaO, 7 Al_2O_3$ esetben.

Megemlíthetjük itt azt a közismert tényt is, hogy egyes természetes puecolánok és agyagok égetés által nemesíthetők. Hidraulikus reakcióképességük égetéskor megnövekszik és 700—800 fok körül optimumot mutat. Ezekben az anyagokban, mint ismeretes, hevítéskor metakaolin képződik. Még magasabb hőmérsékleten, 1000 fok

felett, az agyagok gyorsan elvesztik hidraulikus reakcióképességüket, mert ekkor már megindul a mullit képződése.

A kohósalakok magas hőmérsékleten keletkeznek és a granulálás folyamán hirtelen lehűtést szenvednek, s így a magas hőmérsékleten stabil állapot befagy, az ionok — főleg a Ca-ionok — oxigénnel szemben kisebb koordinációs számmal jelennek meg, mint lassú hűtés esetén szobahőmérsékleten. Amennyiben a salakot utólag megőröljük és vízzel hozzuk össze, hidratáció lép fel, az ionok igyekeznek magasabb koordinációba helyezkedni, kristály-képződés indul meg. Ilyenkor a keletkező kristályok kationcserélőképességet mutatnak, melynek magyarázatára vagy azt feltelezhetjük, hogy új kristályok képződése folytán még kiegyensúlyozatlan töltések vannak a kialakuló rácsban vagy pedig azt, hogy a megkötött OH-gyökök disszociálnak és a H-ionok más kationokkal helyettesíthetők. Alább ismertett kísérleteink a kationcserélőképességet nyilvánvalóan bizonyítják.

Az ilyenfajta kationcserélőképesség a szilikát-kémiában régóta ismeretes. Legyen szabad hivatkozni a J. Lemberg-féle kísérletekre (25). Lemberg kristályos, vízmentes alumoszilikátokból indult ki, mint földpát, leucit, nefelin, zeolitok, szodalit, hauyin stb. és ezek olvadákaiból, üveggé dermedtve. Ezeket 100—200 fokon sóoldatokkal kezelte, ekkor $R.O.Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ típusú kristályokat kapott, melyek rendkívül nagy ioncserélőképességet mutattak. Az üveg bázisai sokkal könnyebben voltak kicserélhetők, mint a megfelelő kristályokéi.

Meg kell jegyeznünk, hogy a tiszta kohósalak hidratációja meglehetősen lassú folyamat. Gergesztők hatását főleg Mussgnug (2) tanulmányozta. Erre most nem szándékozunk kitérni, csak megemlítjük, hogy alkaliszilikátokkal való keverékkristály-képződés, valamint MgO, FeO stb. felvétele folytán a rácsszerkezet meglazul és a vízfelvétel könnyebbé válik.

Fenti megfontolások alapján a kationcserélőképesség meghatározását gondoltuk alkalmasnak arra, hogy a salak hidraulikusságáról tájékozást nyerjünk. A kationcserélőképesség gyorsan meghatározható és kísérleteink szerint egyenes arányban áll a salak hidraulikus aktivitásával.

A vizsgálatainkhoz felhasznált kohósalak-mintákat az É. M. Cementipari Igazgatóságán keresztül a hejőcsabai Mész- és Cementművektől kaptuk. Elnevezésük: rozsdas, sötét, zöldes, világos. A minták őrlése után szitaelemzést végeztünk, amelyből meggyőződünk arról, hogy mintáink közel azonos szemszerkezetűek.

1. táblázat

Szemnagyság	Rozsdas	Világos	Sötét	Zöldes
0—60 μ ...	66,50%	67,10%	64,80%	66,50%
60—88 μ ...	19,10%	18,90%	20,00%	19,10%
88—900 μ ..	14,20%	13,80%	15,00%	14,20%
900 μ felett ..	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%

Ezután szilárdsági vizsgálatokat végeztünk, hogy később alkalmazott laboratóriumi méréseinkhez összehasonlítási alapunk legyen. A vizsgálatok két sorozatban készültek, az egyik 5% porrá ottolt mész, a másik 30% tatabányai 600-as portlandcement adagolással. A nyomó- és húzószilárdságot 7,07 cm élhosszúságú próbatesteken 7 és 28 napos korban mértük. A próbatestek szabványhomokkal készültek.

2. táblázat

I. Mészadagolással készült próbatestek

A minta	Nyomószilárdság kg/cm ²		Húzószilárdság kg/cm ²	
	7 napos	28 napos	7 napos	28 napos
Rozsdas	95	207	10,2	14,9
Világos	73	189	4,8	10,5
Sötét	71	152	9,8	12,7
Zöldes	53	118	6,3	18,5

3. táblázat

II. Cementadagolással készült próbatestek

A minta	Nyomószilárdság kg/cm ²		Húzószilárdság kg/cm ²	
	7 napos	28 napos	7 napos	28 napos
Rozsdas	195	448	15,8	29,1
Világos	254	450	21,3	31,7
Sötét	286	369	24,4	29,4
Zöldes	195	299	15,8	27,0

A minták vegyi elemzése a következő eredményt adta.

4. táblázat

	Rozsdas	Világos	Sötét	Zöldes
SiO ₂ %	33,91	36,63	35,52	35,98
Al ₂ O ₃ %	14,09	9,35	9,10	16,00
Fe ₂ O ₃ %	1,63	1,70	1,50	1,98
MnO%	2,17	1,72	2,65	1,09
CaO%	44,65	41,98	37,69	40,74
MgO%	0,51	5,80	10,52	0,50
S%	1,71	1,52	1,86	2,45
Na ₂ O%	1,20	1,32	0,60	0,96
K ₂ O%	0,56	0,74	0,70	0,53
	100,43	100,76	100,14	100,23

A bázikus salakokban a SiO₂-tartalom általában 30% alatt szokott lenni, a CaO-tartalom pedig 42 és 50% között. A vizsgált minták tehát az átlagnál valamivel savanyúbbak, amennyiben SiO₂-tartalmuk valamivel nagyobb, CaO-tartalmuk valamivel kisebb, mint amennyi a bázikus kohósalakokban lenni szokott.

A fenti adatokból a szokásos módon számított „aktivitási index” és „alapmodulus”:

5. táblázat

	Rozsda	Világos	Sötét	Zöldes
$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ aktivitási index	2,35	2,24	3,89	3,92
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ alapmodulus	0,90	0,72	1,02	0,98

Ezek az értékek nincsenek összhangban a nyomószilárdság meghatározott értékeivel, tehát nem alkalmasak arra, hogy belőlük a hidraulikus aktivitásra következtessünk.

Kísérleteket végeztünk a begyűjtött mintákon Michelsen (4) mikroszkópius módszerével is, mely azon alapszik, hogy 2%-os alumíniumszulfát-oldat hatására a finomra porított salakban túkristályok képződnek. A jó hidraulikus tulajdonsággal rendelkező salakok esetében a kristályok képződése egy percen belül megindul, a gyenge minőségűeknél azonban csak hosszabb idő múlva. A nyert értékeket az alábbi táblázat mutatja:

Túkristályok megjelenése 2%-os alumíniumszulfátoldat hozzáadása után:

6. táblázat

	I.	II.	III.
Rozsda	1'30"	1'	1'
Világos	1'25"	1'40"	1'30"
Sötét	45"	1'	1'
Zöldes	1'15"	1'25"	1'28"

Az adatok annyira rendszertelenek, hogy azok alapján hidraulikussági sorrendet megállapítani nem lehet.

Elvégeztük a Guttman és Weise (3) által ajánlott kísérleteket is, az adszorpció-képesség meghatározására.

50 g porított kohósalakhoz, 300 ml desztillált vízzel szuszpendálva, egy ezrelékes metilénkék-oldatot adtunk és többszöri felrázás után ülepedni hagytuk. Ezután az oldat tisztájából mintát véve Pulfrich fotométeren, S 66-os szűrővel mértük a kék szín erősségét. A metilénkék-oldattal való kezelést több módon hajtottuk végre.

1. 5 ml metilénkék-oldattal szobahőmérsékleten összerázva az extinckió a következő:

	<i>k</i>
rozsda	0,30
világos	0,25
sötét	0,22
zöldes	0,44

k = extinckiókoefficiens

2. 15 ml metilénkék-oldattal, forralás közben kezelve:

	<i>k</i>
rozsda	0,23
világos	0,19
sötét	0,05
zöldes	0,50

3. Fenti mérés a kohósalakoknak előzetesen káliumhidroxid-oldattal való kezelése után megismételve:

	<i>k</i>
rozsda	0,19
világos	0,16
sötét	0,11
zöldes	0,20

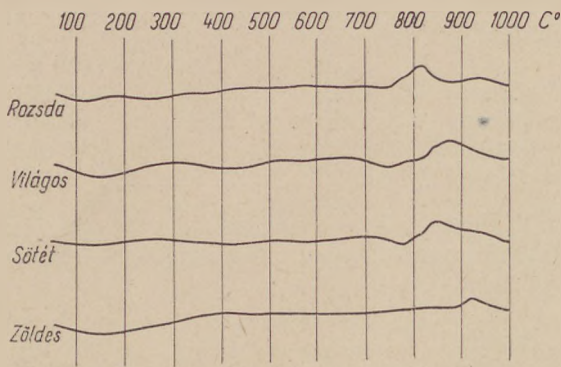
Ezek az adatok sem bizonyultak megfelelőeknek arra, hogy belőlük a hidraulikusságra következtetést tudunk volna levonni, sőt a mérések nem is voltak reprodukálhatók, mint ezt az alábbi táblázat bizonyítja. Az összes mérés külön kohósalak-bemérésekből, 5 ml metilénkék-oldattal összerázva, négy óra ülepedés után történt.

7. táblázat

Rozsda	Világos	Sötét	Zöldes
0,30	0,25	0,22	0,44
0,40	0,18	0,16	0,20
0,15	0,50	0,30	0,40
0,20	0,46	0,37	0,35
0,25	0,35	0,25	0,45
0,30	0,20	0,25	0,35
0,42	0,30	0,18	0,38
0,17	0,40	0,35	0,30
0,35	0,17	0,17	0,30
0,25	0,38	0,31	0,41

Felvettük a minták differenciális termoanalitikus görbéit. A görbéken (1. ábra) jól észlelhető a 800—900 fok között mutatkozó exoterm csúcs, mely a rekaleszcencia jelenségének lejátszódását jelzi. Az exoterm effektus a „rozsdabarna” mintán a legélesebb és a „zöldes” mintán a legelmosódottabb, ami megfelel annak a ténynek, hogy a négy minta közül előbbinek a legnagyobb a nyomószilárdsága, utóbbié pedig a legkisebb. Mennyiségi kiértékelésre azonban a görbék alkalmatlanok.

Az ioncserélőképesség meghatározására először a nálunk szokásos ammóniumkloridos módszert alkalmaztuk. A különböző kohósalakmintákból 10—10 g-t rázóhengerbe mértünk, hozzáadtunk 100—100 ml 1 n NH₄Cl-oldatot. Rázógépen nyolc órán keresztül ráztuk, majd 16 órai ülepedés után az oldat 2 ml-es részletéből meghatároztuk az oldat eredeti Cl-tartalmához viszonyított Cl-ion adszorpciót (0,1 n AgNO₃-oldat feleslegéből, 0,1 n NH₄SCN mérőoldattal titrálva), valamint az oldat eredeti NH₄-ion tartalmához viszonyított NH₄-ion



1. ábra

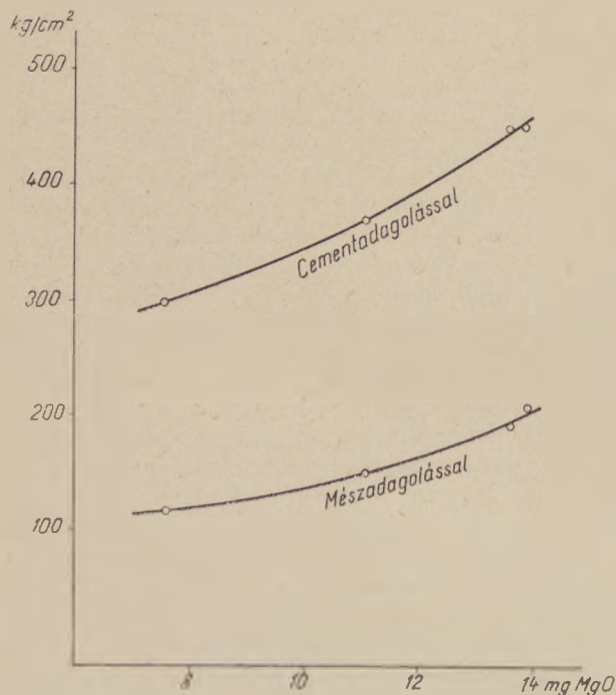
csökkenést (5 ml 30%-os formaldehid jelenlétében 0,1 n NaOH-oldattal titrálva). Az ioncserélőképességet a 0,1 n AgNO₃ és 0,1 n NaOH fogyás különbsége adja NH₄-ion/100 g anyagra számítva.

8. táblázat

Minta	0,1 n	0,1 n	0,1 n	Különbség
	NH ₄ SCN	AgNO ₃	NaOH	
	ml			
Rozsda	27,1	22,9	22,4	0,5
Világos	27,2	22,8	22,4	0,4
Sötét	26,9	23,1	22,6	0,5
Zöldes	27,1	22,9	22,4	0,5

A nyert értékek annyira egyformák, hogy azok alapján a minták között különbséget tenni nem lehet.

Holtzinger, Mc Henry és Rhodes (13) ioncserélőképesség meghatározására olyan módszert alkalmaztak, melyet teljes ioncserének neveztek.



2. ábra

A porított anyag bemért mennyiségét normál MnCl₂-oldattal rázták össze és centrifugálták. Az oldatot előntötték, a szilárd maradékot alkohollal mosták és normál KCl-oldattal megismételték a rázást és centrifugálást. Az oldatot összegyűjtve a MnCl₂-tartalmat polarográffal határozták meg. Tehát első lépésben az összes kicserélhető ionokat Mn-ionra cserélték ki, második lépésben K-ionnal visszacserélték az Mn-iont és az oldatból meghatározták a mennyiségét.

Fenti módszerhez hasonló eljárást alkalmaztunk mi is kohósalak-mintáinkon, úgy, hogy MnCl₂-oldat helyett MgCl₂-oldatot alkalmaztunk és a kísérlet végén a MgCl₂-oldat koncentrációját komplexon III.-oldattal határoztuk meg. Centrifugaesőbe bemértünk 3 g porított anyagot és 10 ml normál MgCl₂-oldatot öntöttünk rá. 5 perc rázás után 5–10 percig centrifugáltuk. Ezt a műveletet még kétszer megismételtük. Másnapig állni hagytuk és az oldatot előntve háromszor alkohollal ráztuk össze és centrifugáltuk, majd ezt normál KCl-oldattal is háromszor megismételtük. A káliumkloridos centrifugálás szűrleteit 100 ml-es mérőlombikba gyűjtöttük össze és MgO tartalmát 0,01 m komplexon III.-oldattal eriokrómfekete T' indikátor mellett határoztuk meg.

Kísérleti eredményeink:

9. táblázat

Minta	Komplexon ml	Középérték	MgO mg
Rozsda	34,50	34,70	13,9
	35,00		
	34,60		
Világos	34,00	33,70	13,6
	33,50		
	33,70		
Sötét	27,00	27,60	11,1
	28,00		
	27,60		
Zöldes	18,80	18,80	7,6
	19,00		
	18,50		

Az eredményeket grafikusán a 2. ábra mutatja.

A grafikonon jól látható az összefüggés a 28 napos nyomószilárdság és az ioncserében résztvevő Mg-ionok (MgO-ra átszámítva) mennyisége között. Ezek szerint az ioncsere értékéből következtethetünk a kohósalak szilárdsági értékére, illetőleg hidraulikusságára.

Figyelembe kell vennünk természetesen azt is, hogy az ioncserélőképességet az őrlésfinomság is befolyásolja. A mérések csak abban az esetben adnak megbízható adatokat, ha a meghatározásokat ugyanolyan szemeseffinomság mellett végezzük.

A módszer ellenőrzése nagyszámú mintanyagon folyamatban van.

IRODALOM

- (1) *Feret, R.*: Contribution à l'étude des laitiers de cimenterie. Rev. des Mat. No 353. 21—26. 1939.
- (2) *Mussnug, G.*: Mitt. Forschung-Ins. d. Gutehoffnungs Hütte Konz. 4 (1935.) 48. és Zement 28, 248 (1939).
- (3) *Guttman, A.—Weise, C.*: Die Bewertung der hydraulischen Eigenschaften eines Schlackensandes. Zement 15 (1926) 30/31.
- (4) *Michelsen, S.*: Schnellbestimmung der hydraulischen Eigenschaften granulierter Hochofenschlacken. Zement 20, 588. 1931.
- (5) *Toropov, N. A.—Volkonszkij, B. V.*: A granulált salakok hidraulikus aktivitása. Dokladü, A. N. SSSR 66. No. 1. 1949.
- (6) *Blondiau, L.*: Du contrôle des laitiers granules utilisés en cimenterie. Rev. des Mat. 424. 6—9. 425. 42—46. (1951).
- (7) *Leclère, F.*: Contribution à la mesure du pouvoir hydraulique des laitiers. Silicates Industriels 10, 334. (1951).
- (8) *Nicol, A.*: Étude thermique d'un laitier trempé de haut fourneau. Rev. des Mat. 34—38 (1950).
- (9) *Illiminszkaja, V. T.*: Gyors módszer kohósalak aktivitásának meghatározására, Cement 20. 17—19. (1954).
- (10) *Brandenberger, E.*: Die Werkstoffe im Lichte der Kristallchemie Schweiz. Tech. Z. S. 42, 437 (1945).
- (11) *Goldschmidt, V. M.*: Kristallchemie, Fortschr. d. Mineral. 15. 73—146. (1931).
- (12) *Büssem, W.—Eitel, A.*: Die Struktur des Pentacalciumtrialuminats. Zeitschr. f. Kryst. 95.175—188. (1936).
- (13) *Holtzinger, K—Mc Henry, J.—Rhodes, D.*: A polarographic method for determining the total cation exchange capacity of soils. Soil Science 77. 137—141. (1954).
- (14) *Langavant, C.*: Le problème de la structure du laitier de cimenterie. Rev. des Mat. 451. 109—113. 452. 141—145. 453. 175—179. (1953).
- (15) *Passow, H.*: Schmelzversuche zum Nachweis des Einflusses der chemischen Zusammensetzung auf Hydraulizität der Schlacken. Stahl u. Eisen 29. No 33. (1909).
- (16) *Budnikov, P.—Koszureva, Z.*: A kohósalakok magnéziumoxidtartalmának hatása azok hidraulikus aktivitására. Dokladü A. N. SSSR 65, 735. (1949).
- (17) *von Gronow, H.*: Glaszustand und Eigenschaften der Zemente. Göttingen (1948).
- (18) *Rodt, V.*: Über das chemische Verhalten von Trass und Hochofenschlacke. Zement 27. 201. (1939).
- (19) *Chassevent, L.*: Sur l'hydraulicité des laitiers. Comptes Rendus 205. 670. (1937).
- (20) *Bereczky E.*: A kohósalakok kémiaja. Építőanyag 3—4. (1952).
- (21) *Henszelmann, F.*: Kohósalakok cementipari felhasználása és a kohócementek salaktartalmának meghatározása. Építőanyag 5/6. (1952).
- (22) *Grün, R.*: Erfahrungen mit Spezialzementen. Zeitschr. f. angew. Chemie. 49. 85—95. (1936).
- (23) *Grün, R.*: Einwirkung von Salzlösungen auf Zement und Beton. Zeitschr. f. angew. Ch. 51. 879—890. (1938).
- (24) *Guttman, A.*: Die Verwendung der Hochofenschlacke. Düsseldorf 1934.
- (25) *Eitel, W.*: Physikalische Chemie der Silikate. Leipzig, (1941).
- (26) *Jevstropjev, K.—Toropov, N.*: A szilícium kémiaja és a szilikátok fizikai kémiaja, Budapest. (1951).
- (27) *Kühl, H.*: Zement—Chemie, Verlag Technik, Berlin, (1951).

ÉPÜLETKERÁMIAI ANYAG

Különböző épületkerámiai elem készen kapható vállalatunknál. Az elemek egyenlőre keményre égetett, zománcozatlan kivitelűek, melyeket kívánságra színes zománcsal is el lehet látni. Az anyag gyárunkban megtekinthető, de kérésre mintadarabot is küldünk. Nagyobb készlet az alább felsorolt anyagokból van:

50×33×4 cm nagyságú korszerűen felkapart felületű lap 3000 db

40×25×4 cm nagyságú zománcatlan, enyhén hullámos felületű lap 400 db

NYÍLÁSKERET-ELEMÉK:

18,5×5×6 cm befoglaló méret, kőszertű felület 200 fm.

Más méret kisebb tételekben is kapható

Pécsi Porcelángyár, Pécs

Középkori mázas épületkerámiák aranyozása Magyarországon

DUMA GYÖRGY

A budai vár területén 1946—52-ben folytatott ásatási munkák alkalmával több aranyozott mázas esereptöredék került felszínre (2). Hasonló darabokat találtak előzőleg Budán 1933—34-ben a nyéki kastély környékének megkutatása alkalmával is (3).

A különböző kerámai díszítő eljárások között már régen ismeretes volt a kerámiák aranyozása, mely általánosan csak a porcellán területén terjedt el, és maradt fenn napjainkig.

Porcellántárgyak aranyozását Kínában a Yüen-dinasztia alatt (4) említik először. Bár ebből az időből kevés olyan emlék maradt ránk, melynek kora pontosan meghatározható, bizonyosra vehető, hogy az arannyal való díszítés még nem lehetett általános (5). A porcellán aranyozása a Ming-korszak alatt (6) kezd szokássá válni (7). Később a Tsing-dinasztia alatt (8), mikor Kína a porcellán művészetének, s általában kultúrájának legmagasabb fokát éri el, már elterjedtebben alkalmazták az aranydíszítést. Az európai piac számára készített darabok között számos olyan akad, melyet igen gazdagon aranyoztak. A XVI. századtól kezdve az aranydíszítés alkalmazása elterjedt keleten elsősorban a szomszédos Japánban, a porcellán európai megjelenésével a porcellángyártás felfedezésével, nálunk is.

Ahogy a porcellán arannyal való díszítése Kínából, úgy a színes mázas eserepek aranyozása Perzsiából indult el.

A színes mázzal bevont csempéken az aranydíszítést eleinte kizárólag az aranyosan csillogó fémfényű réz-lüszter pótolta (9). Később az aranyhatású lüszter helyett valódi aranyat is alkalmaznak egyes helyeken (10). A török építészetben is helyet kaptak az aranyozott mázas csempék, amint ezt a perzsa hatás alatt épült brussai Jeschilmecset mutatja (11).

A valódi arannyal díszített mázas kerámiák széleskörű elterjedéséről azonban keleten sem tudunk, Európában pedig csak szórványos töredékeket ismerünk.

A budai ásatások alkalmával felszínre került aranyozott mázas kerámiákat hazai viszonylatban az teszi számunkra különösen értékké, hogy Magyarországon hasonló leletekkel eddig nem találkoztunk (12). Figyelemre méltók azonban külföldi viszonylatban is, ha tekintetbe vesszük, hogy a közölt keleti példákkal szemben más volt a rendeltetésük és vizsgálataink szerint előállítási módjuk is.

Külföldi viszonylatban egyedül az ulmi múzeumban levő aranyozott kerámiákról (13) tudjuk bizonyosan, hogy funkciójukat tekintve sokban hasonlítanak a budai vár, illetőleg a nyéki kastély területén talált darabokhoz, és valószínűleg azonos eljárással készültek.

Úgy a magyarországi, mint az említett külföldi darabok a XV. sz. elejéről származnak. Az ulmi múzeumban levő aranyozott mázas kerámiák, tetőcserepek, melyek az ulmi városházának tornyáról valók, az épület helyreállítása alkalmával kerültek le, és annakidején sárga mázas cserepekkel pótolták (14).

Mázas tetőcserepek alkalmazása a XV. században nálunk is általánosan ismert volt, de aranyozásukról nincsen tudomásunk (15, 17).

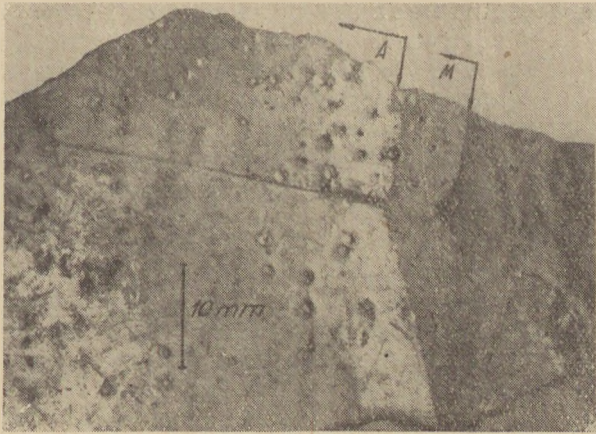
A budai aranyozott mázas esereptöredékekből ma már nem lehet pontosan meghatározni egykori alakjukat, de jól látható, hogy valamely forgástest részeit képezték, és semmiesetre sem lehetnek tetőcserepek töredékei. A királyi palota 1660—64. évből való részletes leírásából tudjuk, hogy „minden kastély kúpuláján egy-egy aranygömb állt” (16) (1. ábra).

Ismerve, hogy milyen nagy szerepe volt a palota építkezésénél a kerámiai anyagoknak, nem lehet kétséges, hogy az említett aranygömbök alapanyaga is kerámia volt (17, 18). A felszínre került aranyozott cserepek eszerint minden bizonytalansággal az egykori királyi palota tetőzetén lévő oromdíszekből származnak.

A korongon készült mázas oromdíszek alkalmazása régebben nálunk igen elterjedt lehetett. Szerényebb megjelenésben a középkortól napjainkig tovább élt a népi fazekasságunk területén. Ma inkább csak múzeumaink őrzik népművészetünk e régi hagyományokra tekintő emlékeit (19).



1. ábra. A budai királyi palota északi része az 1470. év körül. Fametszet részlete H. Schedel krónikájából. A képen jól látszanak az említett gömbalakú tetődíszek (aranygömbök)



2. ábra. Aranyozott cseréptöredék. A felvételen balról a kép kétharmadát az aranyozott felület foglalja el. Az aranyozás éles határral (A), az alatta fekvő máz hullámos szegéllyel végződik, (M)

A budai vár területén felszínre került aranyozott kerámiák vizsgálatával a Budapesti Történeti Múzeum (Vármúzeum) felkérésére 1955—56. évben foglalkoztunk. A vizsgálat célja az aranyozási technológia megismerése és feltevéscink igazolására annak mai körülmények közötti reprodukálása volt.

A minták leírása

Az aranyozott cserépdarabok felülete mindig kissé hajlott, alakjuk szerint valamely forgástest részeinek látszanak. A töredékek közül eddig csak néhány kisebb darab összetartozását lehetett megállapítani s így az összeillesztett darabok alapján a kerámiák eredeti mérete és alakja nem határozható meg.

Úgy a budai várból, mint a nyéki kastély környékéről származó aranyozott kerámiák alapanyaga halvány pirosra égő porózus agyagból áll (20), törésfelületük érdes. Mindig a domború oldaluk mázas. A mázas felületet vékony fémlényű aranyszínű réteg borítja. Egyetlen darab van csak, melynek felületét eredetileg sem borította be teljesen a máz és az aranyozás! Ezen a darabon jól látható, hogy az aranyozás átlátszó



3. ábra. Lepusztuló aranyozott felület jellegzetes képe. A felvételen az arany világos színű



4. ábra. A máz egyenetlenségei miatt kráteressé vált aranyfelület

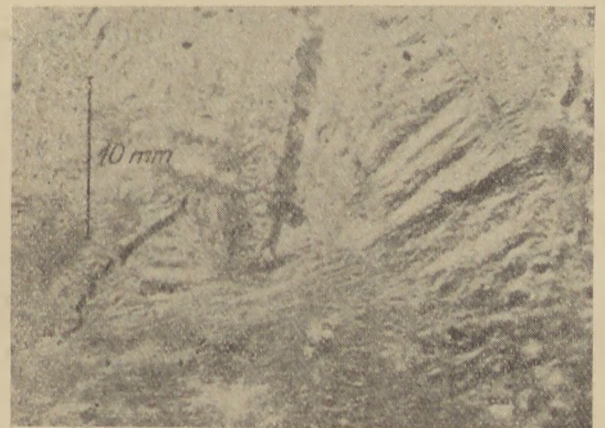
gyengén barnára színezett mázon fekszik, melyen az alatta levő cserép vöröses világos okker színben áttetszik (2. ábra).

Az aranyozás több töredéken az eredeti szépségében megmaradt, sok darabon azonban megsérült, részben felpattogzott vagy teljesen lepusztult (3. ábra). Azokon a helyeken, hol az aranyozás ma már hiányzik, az alatta levő mázas felületnek sötétbarna fénytelen cserépszerű hatása van.

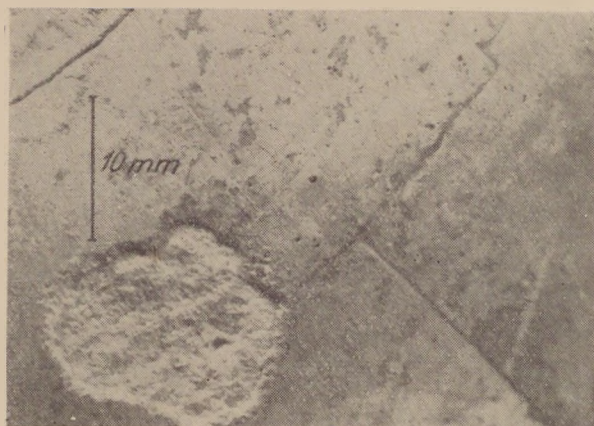
Az aranyozott felületeken néhol kisebb-nagyobb kráterek látszanak (2. és 4. ábra). Helyenként az aranyréteg hártvaszerűen gyűrt és ék-alakú szakadások vannak a felületén (5. ábra).

Egyes darabokon az aranyozott felület szemmel alig észrevehető négyzetes részekre tagozódik (2. és 6. ábra). Más darabokon hasonlóan ahogy azt a nem fagyálló mázas kerámiáknál tapasztaljuk, az aranyozott máz a cserép felső rétegével együtt kerek lapok alakjában levált (6. ábra). Az aranyozott felületeken soha sincsen plasztikus vagy festett díszítés.

A töredékek mázatlan oldalán a kézzel korongozott tárgyak belső felületén jellegzetes párhuzamos rovátkák vannak. A cserépdarabok vastagsága 5—16 mm között változik.



5. ábra. Aranyozott felület képe. A kép jobboldalán kissé gyűrt, balra és középen beszakadt aranyfelület



6. ábra. Aranyozott felület képe, a szemmel alig észre-
vehető négyzetes tagozódással. A felvételen balra lent egy
lefagyott mázas rész látható

Az aranyozott kerámiák kémiai és fizikai vizsgálata

Az aranyozott mázas kerámiák alapanyagának kémiai elemzését több hasonló töredékből vett átlagmintán végeztük. A kerámiák oxidos összetételét az elemzési adatok alapján az alábbiakban adjuk:

SiO ₂	60,14%
Al ₂ O ₃	16,43%
Fe ₂ O ₃	5,88%
TiO ₂	0,67%
CaO	9,24%
MgO	3,28%
Izz. veszt.	4,75%
	100,39%

A kémiai összetétel alapján a kerámiák alapanyaga sok agyagásványt tartalmazó, márgás, erősen vasas agyag. Összetételében jól megközelíti a kiscelli típusú agyagokat (21). Tapasztalathól tudjuk, hogy ezek az agyagok képlékenyek, jól korongozhatók s nem érzékenyek a száradásra, tehát nagyobb formák korongon való kialakítására alkalmasak. A kiscelli agyag különböző fajtái Buda környékén megtalálhatók, ami alátámasztja azt a feltevést, hogy azok a budai műhelyben készültek.

Sikerült a cserepeket borító mázból kémiai elemzés céljára megfelelő mennyiséget elkülöníteni. Az elemzési adatok alapján a máz összetétele az alábbi:

SiO ₂	33,5%
Al ₂ O ₃	nyomokban
Fe ₂ O ₃	2,9%
CaO	nyomokban
MgO	—
PbO	63,0%
	99,4%

A közölt adatok szerint a máz felépítésében a ma is széles körben használt ólmos fazekas mázakhoz hasonló, azoktól lényegében magasabb kovásvartartalmával tér el. A máz felülete ipari

kemencében is csak 940 C° felett olvad ki simára, de az olvadék viszkozitása még akkor is igen nagy.

Mivel a fenti máz az egykori színes mázzal fedett cserepeket és kályhacsempéket borító mázaknál sokkal keményebb, feltehető, hogy a mázat az aranyozási eljárással összefüggően kellett nehezen olvadóvá tenni.

A mázat könnyen előállíthatták ólomoxid és homok keverékéből. Az a körülmény, hogy az elemzés csak nyomokban mutatott ki Al₂O₃-at, valószínűvé teszi azt, hogy a mázhoz mosott homokot használtak. Az ólomoxid és homok természetes vasszennyezését leszámítva, az elemzésnél talált Fe₂O₃ mennyiségét külön, mint vasoxidot vihették be a mázba. Tekintettel arra, hogy a mázat mindenhol aranyozás takarja, a vasoxidnak a szerepe nem a színezés, hanem főleg az olvadék viszkozitásának az emelése lehetett.

Az aránylag magas vastartalma miatt az ólmos átlátszó mázak anagyis kissé sárgás színe gyengén barnás árnyalatot kapott.

A máz felett lévő aranyszínű réteget csak királyvíz támadja meg, abban részben oldódik is, ami mutatja, hogy a réteg valóban aranyból áll. Az aranyréteget azonban sem kémiai, sem fizikai úton a máztól kvantitatív leválasztani nem lehetett, s így annak kémiai elemzésétől el kellett tekinteni.

Az a körülmény, hogy az aranyréteg sem kémiai, sem mechanikai úton a máz felületéről kvantitatív nem választható le, arra mutat, hogy a máz és az aranyréteg között igen erős fizikai vagy kémiai kapcsolatnak kell lenni. Ezek nézetünk szerint csak *égetés útján létesülhettek*. A lepusztult vagy leoldott aranyrétegek alatt lévő mázas felületek cserépszerű érdessége és ezeken a helyeken a máz felszínének sötétbarna elszíneződése is amellett szól, hogy a máz és az aranyréteg között erős kapcsolat volt.

A vizsgálatok során kitűnt, hogy az aranyréteg nincs semilyen védőréteggel fedve, s az jó vezetőnek bizonyult.

Megkíséreltük ezért az aranyréteg spektroszkópi vizsgálatát közvetlenül magán a mázas cserépdarabok aranyozott felületén végezni. Ebben az esetben azonban az alatta lévő máz és cserép zavarólag hatott és több olyan elem jelenléte is kimutatható volt, ami nyilván az alsóbb rétegekből (máz-cserép) származott.

Mivel az egész aranyréteget, amint már említettük, nem lehet a máztól tökéletesen elválasztani, azért kénytelenek voltunk az aranyozott felület felszínéről mechanikai úton gondosan elkülönített anyaggal végezni a vizsgálatokat.

A spektroszkópi vizsgálatok alapján az anyag főösszetétele:

Au, Ag, Pb, Si

0,1% nagyságrendben:

Al, Fe, Mg, Cu

Az aranyréteg tehát arany-ezüst ötvözetből áll.

A különböző darabok felületéről elkülönített arany összetétele a spektroszkópi vizsgálatok alapján azonosnak bizonyult. Minden esetben

jellegzetes volt a számottevő mennyiségben kimutatható ólom jelenléte.

Mivel az arany nyújthatóságát már kis mennyiségű ólom is kedvezőtlenül befolyásolja, bizonyosra vehető, hogy az csak később, az aranyozási eljárás alkalmával az általunk feltételezett beégetés folyamán jutott a felületi aranyrétegbe.

A cserépről, valamint a mázas, illetőleg aranyozott felületekről számos keresztcsiszolatot készítettünk.

A csiszolatokon jól látható, hogy a cserép alapanyagában sok homokszemcse van, a szemcsék szélei elmosódtak, erős feltáródás jeleit mutatják.

A máz közvetlenül a gyengén pirosra égő alapanyagon fekszik, vastagsága 200—450 mikron között változik. Színe áteső fényben a csiszolatokon sárgás, mindig sok feltáratlan kvarcsemesét tartalmaz. Különösen jól látszanak az ép homokszemek X nikolok között. Az ólmos mázat tehát nem őrölték finomra, főleg feltehető, hogy nem ömlesztették meg (frittelték le) előzőleg, hanem mint nyers mázat alkalmazták. A cserép felszínéhez közel számos kisebb buborék van. A máz az alapanyagot néhány helyen ugyan erősen feltárta, az átmeneti réteg azonban nem alakult ki mindenhol nagyobb mértékben.

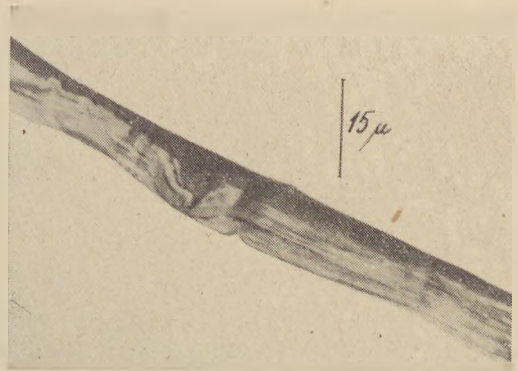
Az aranyréteg, a mázas felületre merőlegesen készített mikroszkópi csiszolatokon (keresztcsiszolatokon) különösen jól megfigyelhető. A máz felső



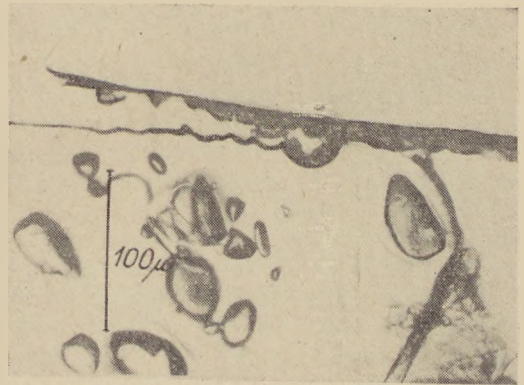
7. ábra. A mázrétegen fekvő aranyrétegről készült mikroszkópi keresztcsiszolat



8. ábra. Mikroszkópi keresztcsiszolat az aranyozott mázas felületről. Az aranyozás egyenetlen rétegben követi a máz felületét. A mázban számos feltáratlan kvarcsemese van



9. ábra. Mikroszkópi keresztcsiszolat az aranyozott mázas felületről. Közvetlenül a máz felszíne alatt nagyobb gömbüreg látható



10. ábra. A mázas felületet fedő aranyréteg részlete. A felvételen jól látható az arany réteges szerkezete

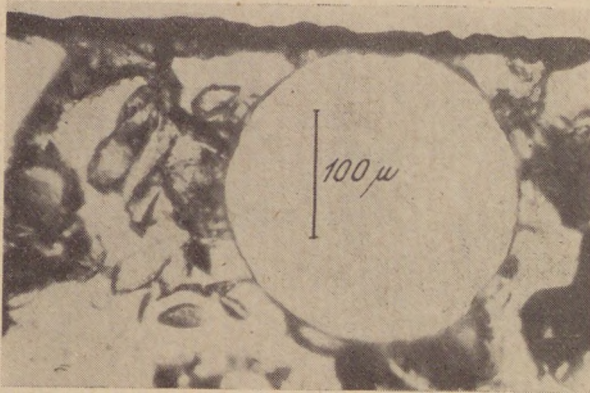
része, közvetlenül az aranyréteg alatt az aranyrétegtől nehezen megkülönböztethető sötét elszíneződést mutat, mely éles határral végződik. Vastagsága átlagosan 16 mikron, legvékonyabb helyeken 7 mikron. Az aranyréteg és az alatta elszíneződött réteg vastagsága egyes helyeken 25 mikron felett is van (7. és 8. ábra).

Mindig követi a máz felületének egyenetlenségét, a felszakadt buborékok kis krátereiben is megtalálható.

A mázban több helyen látni a felülethez közel nagy gömbüreket (buborékokat), melyek az aranyréteget sohasem szakítják fel (9. ábra). Ez csak akkor lehetséges, ha a máz az aranyréteg felvitele után már nem olvadt meg. Ha tehát az aranyréteget a mázas felületre beégették, úgy az csak igen alacsony hőmérsékleten történhetett.

Néhány mintán a csiszolatok készítése közben az aranyréteg egy része a máz felszínétől összefüggő rétegben kissé elvált. Egy esetben az aranyréteg belüli rétegződést is meg lehetett figyelni (10. ábra). Az aranyréteg inkább vékony összefüggő fémhátyának mint festékrétegnek látszik (11. ábra).

A mikroszkópi csiszolatok alapján feltehető, hogy az aranyréteg a máz felületére felvitt vékony aranylemezből ún. laparanyból áll. A laparany készítését már az ókorban is ismerték (22) s a fémverés a középkorban is általánosan ismert volt.



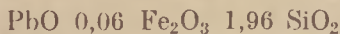
11. ábra. Mikroszkópi keresztmetszet az aranyozott mázas felületről. A felvételen jól megfigyelhető a csiszolás közben részben leváló aranyozott felület hártvaszerű jellege

Az aranyozási eljárás reprodukálása

A próbatesteket az újlaki téglagyárból származó kiscelli agyagból készítettük, mivel kísérleteinknél igyekeztünk lehetőség szerint az eredeti darabok alapanyagához hasonló agyagot használni, bár az alapanyag az aranyozási eljárásra befolyással nincsen.

Fontosnak tartottuk azonban az eredeti máz sajátságait amennyire lehet, megközelíteni, mivel a máz összetételének és az égetéskor mutatott tulajdonságainak már lényeges szerepe van az aranyozási eljárásnál!

Az előzőekben ismertetett elemzési adatok alapján az aranyozott cserepeket borító máz összetételét a következő formában (Seger-formában) írhatjuk fel:



Nyersanyagaink természetes vasszennyezését figyelembe véve, a mázat az alábbiak szerint állítottuk össze:

I. sz. máz

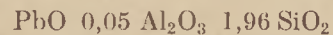
ólomoxid	64,0%
(—100 μ) mosott homok	34,0%
vasoxid (Fe ₂ O ₃)	2,5%
	100,5%

A fenti mázkeverék 920 °C (Sk 09a) felett simán kiolvadt, az olvadáskor mutatott sajátságai alapján az ismertetett máznál valamivel puhább volt. Égetés után a máz felülete és színe az eredeti mázzal azonosnak látszott.

Megkíséreltük az eredeti máz összetételéhez és sajátságaihoz közelálló mázat készíteni a színező vasoxid elhagyásával is.

Mint ismeretes, az ilyen magas kovásváratalmú ólmos mázak könnyen átkristályosodnak, s felületük a kristobalit alakjában kiváló kvarc apró kristályaitól elvesztik fényüket. A kemence lassú lehülésekor a máz felülete — ha az Fe₂O₃-at elhagytuk — jelen esetben is helyenként fénytelen lett. A hiba kiküszöbölésére több kísérletet végeztünk oly módon, hogy a mázból kihagyott Fe₂O₃ egy részének helyébe Al₂O₃-at vittünk be kaolin alakjában. Legjobban az eredetitől, illetőleg az I. sz. máztól összetételében csak kissé eltérő máz

vált be. E máz összetételét az alábbi formában (Seger formában) írhatjuk fel:



A mázat a következők szerint állítottuk össze:

II. sz. máz

minium	65,3%
kvarcliszt	31,0%
iszapolt kaolin	3,7%
	100,0%

A fenti keverék 940 °C (Sk 08a) felett simán kiolvadt. Tekintve a felhasznált nyersanyagok kis vasszennyezését, a máz szintelen átlátszó lett, az I. sz. máznál valamivel keményebb volt és így az eredeti máz olvadási viszonyait jobban megközelítette.

Az aranyozási kísérletekhez az I. és II. sz. mázakat mint nyers mázakat vittük fel az előzőleg kiégetett kiscelli agyagból készített próbatestekre, majd azokat 960 °C-on ipari elektromos kemencében beégettük.

Az így kapott sima mázas felületekre az aranyréteg felvitelét először — összehasonlítás céljából — aranyporból irodalmi adatok alapján ismert régi eljárásokkal készített festékekkel kíséreltük meg (23, 24). A festékekhez szükséges fémaranyport, aranykloridból kémiai úton állítottuk elő. Az aranyport tisztán és különböző olvasztóanyagokkal keverve terpentinolajjal eldörzsölve festettük fel a mázrétegre, majd gyenge tűzben beégettük. Összehasonlítás céljából ma használatos aranyfestékeket is felvittünk a mázas felületre. Bár az esetek túlnyomó többségében kifogástalan aranyfelületet nyertünk, az eredeti cserepeket borító aranyrétegek jellegét nem lehetett elérni.

Az aranyfestékekkel való kísérletek után, a beégetett mázfelületre közvetlenül vékony laparanyat vittünk fel.

Az általunk használt laparany (aranyfüst) a mai kereskedelmi minőség volt, melynek vastagsága kb. 0,2 μ, az eredetileg használt laparany gyakran 7—15 μ vastagságával szemben, ami az aranyozási eljárásnál nagy nehézséget jelentett.

A laparanyat egyrészt 0,5%-os alkoholos gyantaoldat közvetítésével, másrészt kötőanyag nélkül vittük fel a mázas felületre.

A kísérletek azt mutatták, hogy a felvitt aranyrétegek mindkét esetben megkötődtek égetéssel a mázak felületén és jellegük az eredeti aranyozott felületekkel azonos volt. Az aranyrétegek az égetés hőfokának emelésével szemmel láthatólag mindinkább vékonyodnak, s végül csaknem teljesen eltűnnek a mázas felületeken.

Mivel az aranyrétegek elektromosan jó vezetők, beégetésüket követni lehetett oly módon is, hogy 400—900 °C között állandó hőfokon folyamatosan mértük az idő függvényében a fémrétegek vékonyodásával összefüggően az ohmikus ellenállásukban beálló változásokat. A mérések jól reprodukálhatók voltak és gyakorlati összehasonlításra alkalmasnak bizonyultak (12. ábra).

A közölt görbékéből kitűnik, hogy már $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál jól mérhető változást lehet észlelni az aranyrétegben. A kísérleteinkhez használt laparany (aranyfüst) úgy az I., mint a II. sz. máz felületén $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten kb. fél óra alatt már annyira megkötődött, hogy azt a máz felületéről mechanikai úton leválasztani nem lehetett.

Kétségtelen tehát, hogy az aranyréteg már olyan alacsony hőmérsékleten megkötődött mind a két máz felületén, mikor azok az olvadás kezdeti jeleit sem mutatják, tehát az aranyon kívül a máz halmazállapota is szilárdnak tekinthető. Éppen ezért az arany és máz kapcsolódását csak szilárd fázisok között létrejövő kölcsönhatás alapján tudjuk magyarázni.

Mint ismeretes, ma már nemcsak fémek, hanem többek között szilikátok szilárd fázisban végbemenő diffúzióját is ismerjük. Mivel a rendellenes (hibás) rácsok kedvezően befolyásolják a diffúziót (25) a szilikátok között az üvegek és mázak különösen alkalmasak lehetnek szilárd fázisban végbemenő reakciók lefolyásához.

A vizsgálat tárgyát képező kerámiákon az aranyréteg egy magas ólomtartalmú mázon fekszik. Arany-ólm diffúzióját már régen megfigyelték (26) s azt később is többen vizsgálták (27). Nagyon valószínű, hogy jelen esetben is elsősorban egy ólom-arany diffúzió történik, azaz az aranyrétegből Au atomok (ionok) diffundálnak a mázba és beépülnek a szerkezetbe. Az ólomnak az aranyrétegbe való beépülését valószínűvé teszi az aranyrétegből elkülönített arany spektroszkópi vizsgálata, mely szerint az arany sok ólmot is tartalmaz. Tekintettel arra, hogy az ólom jelenléte már kis mennyiségben is kedvezőtlenül befolyásolja az arany nyújthatóságát, nem való-

színű, hogy a laparanyat ólomtartalmú aranyból készítették volna.

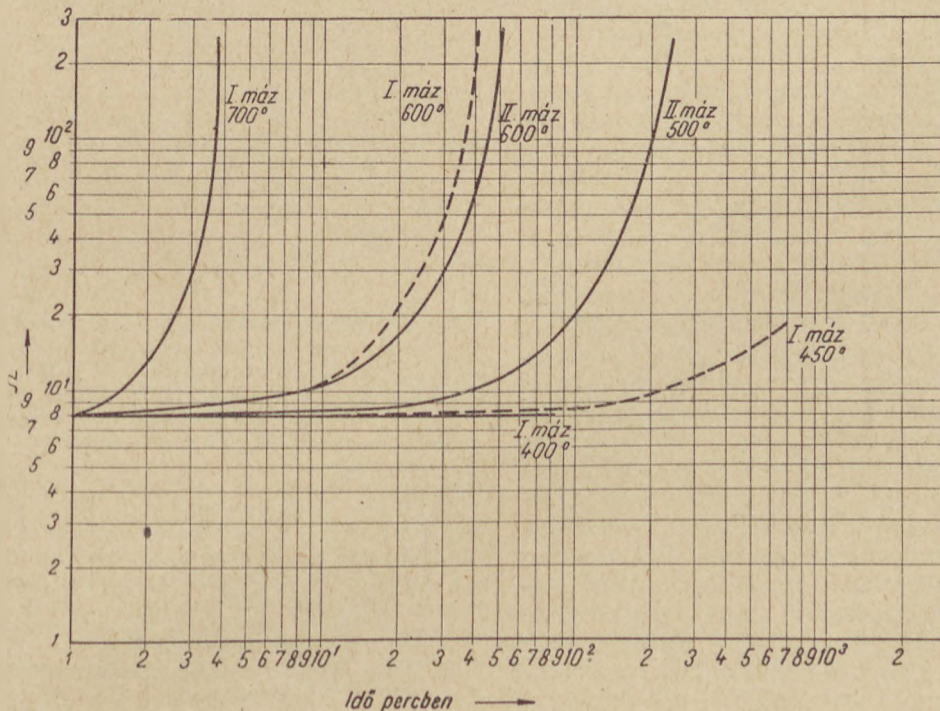
Feltevésünk igazolására a cserepeket borító máz összetételének megfelelő ólmos mázat (I. sz. máz) porcelán tégelyben megolvasztottunk, a megolvadt mázba aranydarabkát helyeztünk és ugyanakkor azonnal lehűtöttük. Ezután $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ állandó hőmérsékleten tíz óra hosszat tartottuk. Ezen a hőmérsékleten a máz az olvadás jeleit még nem mutatta.

Az olvadéktól gondosan elkülönített aranyat spektroszkópi vizsgálatnak vetettük alá. A vizsgálat azt mutatta, hogy a mázzal érintkezett arany jelentős mennyiségű ólmot tartalmaz. Az izzítás alatt tehát szilárd fázisban ólom arany diffúzió történt.

A diffúzió sebessége a hőfok emelkedésével rendszerint rohamosan megnő. Mindenesetre a kísérletek jelen esetben is ezt mutatták. Amíg $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál még jelentéktelen, $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál már jól mérhető, majd rohamosan emelkedik s $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül már igen nagymértékű (12. ábra.) A diffúzió arany-ólm irányban nagyobb mint ellenkezőleg. A folyamat azonban a körülményektől függő egyensúly felé tart, melynek eléréséhez nem szükséges a felületen lévő összes arany mennyiség. Kísérleteinknél azt tapasztaltuk, hogy a hőmérséklet emelésével az egész arany mennyiség bediffundálhat a mázba.

Fenti okok miatt nem lehet az általunk használt mai kereskedelmi minőségű rendkívül vékony laparany használata esetén a beégetésnél $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet fölé menni.

E kísérletek valószínűvé teszik, hogy a vizsgálat tárgyát képező kerámiák felületi aranyrétegének helyenkénti pusztulása az aranyréteg



12. ábra. Az aranyréteg vezetőképességének (ohmikus ellenállásának) változása különböző hőfokokon az idő függvényében

és máz közötti tökéletlen érintkezés miatt állhatott elő. Azokon a helyeken ugyanis, hol az aranyréteg megfelelő felfekvését nem biztosították, a diffúzió nem indulhatott meg.

Összefoglalás

Vizsgálat tárgyává tettük több középkori aranyozott mázas cserép alapanyagát, mázát és az azt fedő aranyréteget abból a célból, hogy megismerjük az aranyozási eljárást, majd feltevéseink igazolására megkíséreltük az eljárást a mai körülmények között gyakorlatilag kivihető módon megismételni.

Vizsgálataink alapján bizonyosra vehető, hogy az aranyozott kerámiák képlékeny agyagból, kézi korongozással készültek, és feltehető, hogy a gyengén pirosra égő alapanyaguk a környéken fellelhető kiscelli agyagból áll és így azok a budai műhelyben készültek. Valószínűleg oromdíszek lehettek az egykori királyi palotán. Külső alkalmazásukat mutatják a lefagyás jelei is. Rendeltetésüknek megfelelően csak a domború (külső) oldalukat mázolták le, és vonták be vékony aranyréteggel, mely arany, ezüst és réz ötvözetéből álló laparany (aranyfüst) volt. A cserepeket erősen olmos máz borítja, mely a fazekasmázaknál szokatlanul magasan csak $940\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál (Sk 08a) olvad ki simára. Az egész mázas felületet valamikor minden darabon díszítés nélküli sima aranyozás fedte, mely ma már sok helyen részben vagy teljesen elpusztult. Az aranyozás egyetlen rétegben mindenütt követi a máz felületét, a csiszolatokon mért vastagsága 7—15 mikron között változik.

Az aranyozási eljárás a kerámia történetében eddig ismeretlen eljárással, laparanyrak az olmos máz felületére történő beégetésével történt.

Az aranyréteget négyzetes alakú laparany alakjában a már mázasan kiégetett darabokra vitték fel és az alatta lévő olmos máz kiolvadásánál ($940\text{ }^{\circ}\text{C}$) lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten csak alig gyenge vörösizzáson égették be. Mivel az arany beégetésének hőmérsékleténél az alatta fekvő máz még nem olvad ki, feltehető, hogy az aranyréteg megkötődése az aranynak a mázba való diffúziója útján, szilárd fázisban végbe menő reakció által történik. A diffúzió alacsony hőmérsékleten, mintegy $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál megindul, $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül azonban már jelentékeny mértékű.

Kísérleteinknél az előzőekben közölt, az eredeti mázzal csaknem azonos összetételű (I. sz.) és attól kissé eltérő (II. sz.) mázzal vontuk be a kiscelli agyagból készült egyszer kiégetett próbatesteket, s azokat $960\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál ipari elektromos kemencében kiégettük. A beégetett mázas felületekre laparany (aranyfüst) réteget vittünk fel. Az aranyréteg beégetését újabb tűzben alacsony hőmérsékleten végeztük. A ma használatos laparany használata esetében az aranyréteg beégetésére legalkalmasabbnak az $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérséklet bizonyult. Ezen a hőfokon fél óra alatt a felvitt aranyréteg a máz felületén annyira megkötődött, hogy ezt mechanikai úton leválasztani már nem lehetett.

Az említett módon beégetett aranyrétegek az eredeti aranyozással mindenben hasonlóknak bizonyultak, s így a vizsgálataink alapján az aranyozási eljárásról alkotott feltevéseink igazolására végzett kísérleteket eredményesnek tekinthetjük.

A közölt eljárás alkalmazásával lehetővé válik a mai épületkerámiák időálló aranyozása is, melyet a kereskedelmi forgalomban lévő kerámiai aranyfestékek beégetésével eddig megoldani nem lehetett.

HIVATKOZÁSOK

- (1) Budapest Régiségei XVIII. kötetben hasonló tárgyú tanulmány sajtó alatt.
- (2) Az 1946—52. évben a budai vár területén Gerevich László által vezetett ásatásokról: 1. *Archéológiai értesítő* 1952, 2. Budapest I. ker topográfiája.
- (3) A nyéki kastély Budán a mai Vöröshadsereg útja 78. sz. telken volt. Mátyás király vadászkastélyának alapjait 1933—34-ben Garádi Sándor tárta fel. 1956-ban a területet Holl Imre ismét megkutatta, de érdemleges leletek már nem kerültek felszínre.
- (4) *Yüen* — nagy mongol dinasztia 1280—1368-ig.
- (5) *W. Funk*: Ueber die Technische Herstellung des Chinesischen Porcellans II. D. K. G. 23. évf. 1942. 6.
- (6) *Ming*-dinasztia 1368—1644-ig.
- (7) *Stanislas Julien*: Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise. 1856. 202.
- (8) *Tsing*-dinasztia 1644—1912.
- (9) *F. Fichtner*: Die Blüthezeit der türkischen Fliese. D. K. G. 24. évf. 1943. 6/7.
A kairovai mecsetben Tunisz-ban láthatók a legrégibb lüszter technikával készült csempék, melyek fehér alapon hatágú fémfényű csillaggal díszítettek vagy simák.
- (10) *F. Fichtner*: D. K. G. 24 évf. 1943. 6/7—176 old. „Az aranylüszter csempék válfajaként tekinthetők a kobaltkék és rézzöld mázra laparanyval és fedőfestékekkel festett csempék.” Ilyenek a Perzsiában Sarbistan-ban levő síremlék csempei is.
- (11) *F. Fichtner*: D. K. G. 24. évf. 1943. 6/7. 181. old. A brussai Jeshil-mecset 1420-ban épült. „Az aranyrozettákhoz, melyek a terem hatszögű mélykék színű mázas csempéire vannak feltéve, egy második gyengébb tűzben ráégetett valódi laparanyat használtak.”
- (12) Az ásatások során egyetlen darab négyzetes mintájú aranyozott díszítésű burkoló csempe töredéke is felszínre került. Ez azonban más eljárással készült, s így arra ebben a tanulmányban nem térünk ki.
- (13) *E. Pazaurek*: Württembergische Haflnerkeramik 1929. 5. old. a tetőcserepek egyikéről emlékezik meg.
- (14) az Ulmi aranyozott cserepekre vonatkozó adatok részletesen vannak ismertetve a Budapest Régiségei XVIII. sz. sajtó alatt levő kötetben, a hasonló tárgyú közleményben. A cserepekre vonatkozó minden adatot az ulmi múzeumtól A. Ribernek a szerző részére adott személyes közlése alapján adtuk.
- (15) *Arch. Értesítő* V. köt. 1876. 102. oldal Fraknoi Vilmos: A számadási könyvek művészettörténelmi jelentősége. Bakacs Tamás (azonos Bakócz Tamással) egri érsek bécsi levéltárban őrzött számadási könyvéből 1494-ből megtudjuk, hogy az egri székesegyház építkezésénél „legnagyobb költséget a templom tetejének, mely ragyogó fénymázás cseréppel volt fedve, elkészítése volt”.
- (16) *Ebrija Oselebi* a porta megbízásából beutazta az egész török birodalmat. 10. kötetre terjedő jelentései néprajzi és topográfiai szempontból felbecsülhetetlen értékek. 1660—64-ben járt Magyarországon, útjáról a VI. és VII. kötetben emlékezik

- meg. E két kötet magyar nyelven is megjelent Karátson Imre ford. 1904-ben a Tud Ak. kiadásában. A 241. oldalról a királyi palota leírásából az idézett rész teljes szövege a következő: „E régi épületek némely helyei öt-hat hétemeletes kastélyhoz hasonlítanak, s minden kastély kupoláján egy-egy aranygömb áll, innen nevezik Kizil Elma (piros alma) palotájának”. (1. ábra). Az aranyozott cseréptöredék rendeltetését először Holl Imre határozta meg helyesen. Középkori Buda és Pest (Múzeumi füzetek) 1955. 80. old.
- (17) *Holl Imre*, Bud. Rég. XVII. Az ásatásnál nagyszámmal kerültek elő égetett agyagból készült vakmérnökablakok is, melyeket faragott kőidomokkal felváltva használtak stb.
- (18) *Voit Pál* Bud. Rég. XVII. Számos színes mázzal fedett tetőcserép is felszínre került (sárga, zöld, fehér színben), melyek a legújabb kutatások szerint Mátyás király budai műhelyében készültek.
- (19) Mázás kerámiai oromdíszekből a szegedi múzeumnak van szép gyűjteménye, egyes helyeken mint pl. Nádudvaron még ma is láthatók.
- (20) Úgy a várbeli mint a nyéki durabok között alapanyagban egy sötétebb és egy világosabb piros színű változat van.
- (21) *Dr. Albert János*: Téglá és cserépanyagok javítása... Építőanyagipari Közp. Kutató Intézet 40. sz. jelentése 1956.
- (22) *Plinius*: Historia Naturalis XXXIII. könyv. 19. 3. Egy uncia aranyból (27,3 g) 750 db negyujj széles és hosszú lapot vernek.
- (23) *Dr. W. Funk*: Ueber die Herstellung der chinesischen Porzellans II. D. K. G. 23. 1942. 9. 356. oldal.
— Az aranyfestéket víz alatt porított lapanaranyból készítették, 30 sr aranyhoz 3 sr ólomfehéret tettek olvasztóanyagként.
- (24) *R. Hainbach*: Dekorierung keramischer Waren, 1907. 248. old.
- (25) *W. Jost*: Diffusion und chemische Reaktion in festen Stoffen. 1937. 47. old.
- (26) *W. C. Roberts-Austen* Proc. Roy. Soc. (London) 1896.
- (27) *W. Seith—A. Keil*: Z. phys. Chem. B. 22. 3500. 1933.

Beszámoló az 1956. szeptember 17—22. között megrendezett bécsi Nemzetközi Kerámia Kongresszusról

Szakmai kongresszusokon való részvétel a műszaki ember számára mindig különös élményt jelent. A szakmai vonatkozású legújabb tudományos és gyakorlati megállapítások megismerése, a műszaki kongresszusokkal rendszeresen együttjáró gyárlátogatások, mindig módot nyújtanak arra, hogy az ember saját üzemének technológiáját, berendezéseit a látottak és hallottak alapján javítsa, fejlessze, tökéletesítse. Velejárója a kongresszusoknak személyes kapcsolatok kiépítésének lehetősége, amely körülmény a szakmai eszmecserét segíti elő és szintén saját üzemeink fejlődését és műszakiaink látókörének bővítését szolgálja. Végül és nem utolsósorban megismerteti a résztvevőket idegen tájak szépségével és idegen népek szokásaival. Mindeme szempontok érvényesültek a bécsi kongresszus résztvevőinél is. A vendéglátó ország kiváló munkát végzett a kongresszus szervezése, az utazások és a szállodai elhelyezések, a program pontos óraműszerű lebonyolítása terén, és mivel az időjárás is végig kedvező volt, megvoltak az összes előfeltételei annak, hogy a résztvevők ismeretekben és szép élményekben busásan gazdagodva térjenek vissza hazájukba.

A Nemzetközi Kerámiai Társaság minden második évben tartja meg kongresszusát. A társaság a második világháború után alakult. Tagjai a nyugati államok. Minden kongresszust egy más tagállam területén tartják. Az eddigi kongresszusok sorrendje: Amsterdam, Zürich, Páris, Firenze, Bécs volt és 1958-ban Wiesbaden lesz.

A kongresszusi ülések 4 szekcióban folytak:

- tudományos kérdések (10 előadás)
- téglaiipar (8 előadás)
- tűzállóanyagipar (10 előadás)
- finomkerámia (7 előadás)

Nagy tetszést keltett a rendezőség ama ügyes gondoskodása, hogy már a kongresszus megnyitása

előtt rendezett gyárlátogatásokat. Az egyes városok kijelölt szállodáiban mindenkinek névszerint volt az elszállásolása biztosítva és érkezésekor szálloda szobája asztalán ott találta a részletes programleírást, térképeket, a kongresszusi előadásokat eredeti nyelven, egy igen szép kivitelű könyvben. Német nyelvű rövid kivonatgyűjteményt egy másik könyvben, a 28 országból összeült 1400 résztvevő nevét és személyi adatait, valamint azt, hogy az egyes városokban melyik szállodában szállnak meg a kongresszus ideje alatt a résztvevők stb.

A magyar tűzállóanyagipart ketten képviseltük és ezért a tűzálló szekció gyárlátogatásait ismertetem személyes tapasztalatok alapján.

Kb. 150 tűzálló anyagipari szakember gyűlt össze IX. 16-án Villachban és Veltenben a Wörth-i tó partján. IX. 17-én autóbuszokon utaztunk a Karintiai Alpok szebbnél-szebb völgyén át a Millstatti tó közelében épült Österreichisch-Amerikanische Magnesitwerke A. G. Radentheini gyárába. Itt öt csoportra oszlottunk, amelyek vezetői angol, francia, olasz, német és magyar nyelven magyarázták a gyár berendezéseit. Meglepő volt részünkre a figyelem, hogy magyar nyelvű vezetésben lehetett részünk. Ennek az a magyarázata, hogy vezetőnk — a gyár főmérnöke — néhány évig Budapesten járt iskolába, miután édesapja Ganz-gyári főmérnök volt. A mi csoportunkhoz csatlakoztak a csehszlovák és jugoszláv résztvevők is. A Radentheini gyár első részlege közvetlenül az első világháború előtt épült. Ma 3 forgókemenés és 2 alagútkemenés üzemeiben 260 000 t égetett terméket gyárt, mely mennyiségből kb. 100 000 t a különböző fajtájú bázikus téglá. Dolgozóinak létszáma 1500 fő a gyárban + 350 fő a bányában. Ezek közül 380 fő értelmiségi és közülük 40 mérnök.



1. kép



3. kép

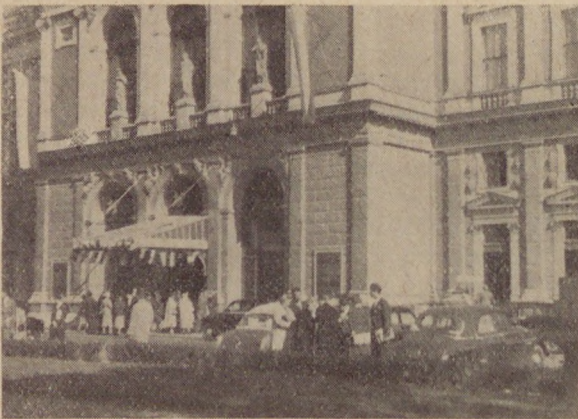
A Millstatti Alpokban fejtett nyers érc viszonylag alacsony vastartalmából adódik, hogy az égetett érc, vagyis a szintermagnezit magnetikusan nem szeparálható, miután a képződő magnesiaferrit mennyisége túl alacsony ahhoz. Két év óta az érc dúsítását amerikai rendszerű nehézfajsúlyú folyadékkal végzik. A berendezés igen jól bevált, és az egyébként nem optimális összetételű nyers ércből a nehézfajsúlyú úsztatási dúsító eljárás segítségével gyakorlatilag tetszés szerint tudják beállítani a végtermék tisztasági fokát. A bányából drótkötélpályán szállítják a 0—60 mm nagyságú nyers ércet, amelyet kúptörőn aprítanak 0—40 mm nagyságig. Az előaprított ércet ellenáramos teknős mosóberendezésben tisztítják és a kapott — 5—40 mm-es — ércfrakciót adják fel az úsztató berendezésbe. A nehézfajsúlyú úsztató folyadékot 4900-as finomságú és 15% Si tartalmú ferroszilikiummal állítják be. Ülepedésgátlóként kalciumhydroxidot használnak, melynek hatására azonban a ferroszilikium örleménynek nem szabad rozsdásodni, mert az megváltoztatja úsztató tulajdonságait. A ferroszilikiumot magnetikus szeparátor útján regenerálják. Az úsztató berendezés két egységből áll, amelyek mindegyike 1000 t/24 óra teljesítménnyel rendelkezik. A dúsított nyers ércet 3 forgókemencében égetik. (100 méter hússzú, 3 m Ø.) Az égetés szénfogyasztása 1750 °C égetési hőmérséklet betartása mellett $1,8—2,2 \cdot 10^6$ kcal. A kemencék beléstartóssága

6—8 hónap (Radex—A). A kemencék hűtődobjának utolsó 10 m-e belésnélküli, hogy jobb legyen a hűtőhatás, a vége pedig rosta kivitelű úgy, hogy az a 0—40 mm-es frakciót mindjárt leszitalja. A füstgázok porleválasztására Wagner—Biró multiciklont, majd pedig vizes mosást alkalmaznak.

A téglák sajtolására 12 prés (4 hidraulikus, 6 forgóasztalos, 2 könyökesuklós) prés szolgál. A féltermék égetését két Mendheim típusú gáz-tüzelésű alagútkemencében végzik. A kocsik hossza kb. 2 m, a betolt kocsik száma 74, egy kocsi átlag-raksúlya 5 t. A kemencét oldalanként 30 égő fűti, maximális teljesítménye 120 t/24 óra, az égetési hőmérséklet 1600 °C, a hőfogyasztás 1 320 000 Kcal/t.

Téglaraktárukon az árut majdnem kizárólag alátétdeszkákra rakják, amelyeket emelőkaros targoncákkal szállítanak a vasúti kocsikba és lehetőleg a fogyasztókhoz is. Az osztrák és német alátét szabványok azonosak, úgy hogy a fogyasztóktól darabszámra kapják vissza a faalátéteket, függetlenül attól, hogy azok Didier, Koppers vagy osztrák eredetűek.

Kutató laboratóriumuk felszerelése példás. A szokásos berendezéseken kívül különösen ki szeretném emelni a tökéletes petrográfiai-mikroszkópiai laboratóriumot, valamint a Zeiss rendszerű spektrálanalytikai laboratóriumot. Hangsúlyozták, hogy az üzemi gyártást az egyes üzemrészek,



2. kép



4. kép

szigorúan a kutató laboratórium által kidolgozott és ellenőrzött technológia szerint végzik.

A gyárlátogatás alatt és az azt követő igen kedves banketten a legnyiltabban válaszoltak a gyár alkalmazottai az összes feltett kérdésekre. Ebédután a különjáratú autóbuszok Leobenbe vittek minket, ahol a rendezőség jó munkája folytán az egyes szállodákban mindenki a szobájában megtalálta a poggyászát, amely figyelmesség a többi városban is megismétlődött.

Másnap az autóbuszok a Veitscher Magnesitwerke A. G. Triebeni gyárába vittek, ahol megismétlődött a legnyiltabb műszaki eszmecsere közben a gyárlátogatás és vendéglátás azzal a különbséggel, hogy az előző napon a szinter és téglagyártáson volt a hangsúly, Triebenben pedig a nyers érc kitermelésén.

A gyárat a Sunk-i magnezit-előfordulás feldolgozására építették. A gyár középső részét a második világháború alatti bombázások során súlyos háborús károk érték, úgy hogy 1948-ban úgyszólván teljesen újjáépítették. Az újjáépített részek különösen szépek és korszerűek. A gyár dolgozóinak létszáma 1200 fő. A bánya 1350 m magasan fekszik. A külszíni fejtésben fejthető részek úgyszólván kimerültek. Ma már majdnem kizárólag mélyszíni fejtéssel dolgoznak. A kamrás fejtési módszert alkalmazzák. A bányát a gyárral kb. hét km hosszú kötélpálya köti össze.

A kohóban 6 db két padkás aknás kemencében termelnek, amelyek termelése kemencénként 25—30 t/24 óra, 1300 kcal/kg hőfogyasztás mellett. Figyelemreméltó volt a vízhűtéses húzóvasak alkalmazása, amelyek lényegesen megkönnyítik a kemencemunkások fizikai erőkifejtését.

A mágneses szeparáló műben 7 db Krupp rendszerű gyűrűs szeparátor és 1 db Humbold rendszerű dobszeparátor végzi a dúsítás munkáját. A krómérc feldolgozását egy pofástörőn, két Hazemag ütőmalmon és egy hengermalmon végzik, majd szemcsenagyság szerint silózzák. A darabos érc vagonokból való kirakására markolódarut használnak, amellyel az ércet egy nagy fedett tárolóboxba (kb. 10 000 t) töltik.

A magnezitszinter tárolására három henger alakú kb. 18—20 m magas silót építettek. Fenti nagy tárolósilókból az aprított szintert 26 kis



6. kép

silóba töltik. Ezekből az anyag lefejtését egy elektromos meghajtású, megfelelő bemérő tartállyal, valamint mérleggel ellátott kocsin végzik. Az autószerű kocsin ül a bemérést végző dolgozó, aki az előtte fekvő előírás szerint, a megfelelő silók ürítőszája alá hajt, ott egy szabályozókar lehúzásával egy dörzskereket szorít, a siló száj adagoló-tányérához és lefejt az előírt anyagmennyiséget, majd tovább hajtja a kocsit a következő adalékanyag siló alá, megismétli a fent leírt műveletet és azt addig folytatja míg egy keverés adalékanyagait össze nem mérte. Azután az elektromos targoncával az egyik Eirich-keverő adagolónyílása fölé hajt és a bemért adagot a keverőbe tölti. A lekevert anyagot azután gumihevederes szállítószalagokon az egyes prések feletti adagoló-tartályokba szállítják.

Az alakítási műveletek elvégzésére 9 prés áll rendelkezésükre (4 kétasztalos, hidraulikus, 4 forgóasztalos, 1 olajnyomásos 850 t-s USA-Helmer prés 60 000 \$-ért, 4500 db műszak teljesítménnyel).

Az áru égetését egy Ignis típusú 130 m hosszú gáztüzelésű (olaj karburálással) alagút-kemencében végzik. Az égők száma oldalanként 28. A kemence teljesítménye 40 000—45 000 t/év.

Mint Radentheimben, úgy itt is úgyszólván kizárólag paletteken szállítják és tárolják a kész-árut. Az egyes palettek 800—1200 kg-nyi áruját acélpántokkal rögzítik az alátélapokhoz. Az acélpántok és a téglalek érintkezésének elkerülésével az utóbbiakat hullámlemez darabkák aláfejtésével védik a sérüléstől.

Üzemi és kutató laboratóriumuk felszerelése szintén kifogástalan és bőséges.

Itt is bőségesen terített fehér asztal mellett folytattuk a látottak megbeszélését.

Ebédután különvonaton utaztunk Wienbe, ahol 19-én kezdődött a tulajdonképpeni kongresszus. A nyitó és záró ünnepek a Musikvereins-haus dísztermében voltak és az orsztrák nemzetgyűlés elnökének és a Külügyminiszternek üdvözlésével kezdődtek. A szakmai előadások 20., 21. és 22-én a Kereskedelemügyi minisztérium termeiben voltak. Helyszűke miatt csak címüket közlöm. Érdeklődőknek a vonatkozó előadások teljes szövegét is rendelkezésére bocsajthatom.



5. kép

A) Tudományos kérdések

1. *V. Slotte*, Finnország: A máz és cserép közötti feszültség megállapítása fűtőasztallal ellátott polarizációs mikroszkóp segítségével.
2. *Salmang*, Hollandia: Kerámiai felületek alakulása a felületi feszültség függvényében.
3. *Ringens*, Hollandia: Agyagok szárításának egyes kérdései.
4. *Braun*, Nyugatnémetország: Agyagok és márgák technológiai tulajdonságának biológiai úton való befolyásolása.
5. *Hummel, Schwiete, Ziegler*, Nyugatnémetország: A kvasavmodifikációk termodinamikájának néhány kiegészítő adata.
6. *Kainz*, Ausztria: A Ba-St-La-titanát rendszer dielektromos tulajdonságai.
7. *Bock és Harkort*, Nyugatnémetország: A bursting jelenség vizsgálata és befolyásolhatósága.
8. *Deeg*, Nyugatnémetország: A differenciáltermo-elemzés elméleti alapjai és az azokból levont gyakorlati következtetések.
9. *Angervo*, Finnország: Emeletes téglafalazatok elméleti szilárdságmegállapításának kritikai vizsgálata.
10. *Voinovich*, Franciaország: Agyagok SiO_2 és Al_2O_3 tartalma spektrográfiai, spektrofotometriai és kémiai módszerekkel való meghatározásának összehasonlítása.

B) Téglaiipar

1. *Amrein*, Schweiz: Silikonok alkalmazása a téglaiiparban.
2. *Emiliani és Vecchi*, Olaszország: Főleg CH_4 -ből álló földgázzal üzemeltetett Hoffmann-kemencében égetett téglaiipari termék meszes kivirágzásairól.
3. *Levi*, Olaszország: A falitégla tulajdonságai, rendszeres vizsgálatának ismertetése.
4. *Alviset*, Franciaország: Téglagyártási soványító anyagok és az azoknak használata által elérhető minőségi javítások vizsgálata.
5. *Charries*, Franciaország: A téglák és habarcsok segítségével gyártott előfeszített és előregyártott szerkezetek fejlődése Franciaországban.
6. *Enberg*, Svédország: Egy alagút és egy körkemence hőtechnikai összehasonlítása.
7. *Butterworth*, Anglia: Pórusok nagyságának és jelentőségének vizsgálata.
8. *Moulding*, Anglia: Hoffmann kemencékben keletkező legfontosabb légáramlatok vizsgálata vizes modelon és kemence próbák útján.

C) Tűzállóanyagipar

1. *Lecrivain*, Franciaország: Tűzállótermékek korrózióellenállásának vizsgálata.
2. *Gerard — Hirne*, Franciaország: Tűzállótermékek gyártásközbeni minőségi ellenőrzése akusztikai módszerek alkalmazása útján.
3. *Baudran*, Franciaország: Tűzállótermékek méretváltozásainak vizsgálata a Francia Kerámiai Társaság által fejlesztett magas hőmérsékleti dilatometer segítségével.

4. *Baron*, Franciaország: A terhelés alatti lágyulás és zsugorodás vizsgálatára szolgáló készülék meghatározott kemence atmoszféra betarthatósága mellett.
5. *Rigby*, Anglia: Bázikus és szilikatéglák mechanikai szilárdsága.
6. *Konopicky*, Nyugatnémetország: Tűzállótermékek pórusainak változása olvadákvándorlás következtében.
7. *Romagnoli—De Marchi*, Olaszország: Samott kád-kövek minősítési lehetősége az üveglvadék által leoldott „kövek” figyelembevételével.
8. *Halm*, Franciaország; *Konopicky*, Nyugatnémetország; *Savioli*, Olaszország; *Bieler*, Franciaország: A kerámiai ipar bibliográfiai osztályozása.
9. *Savioli*, Olaszország; *Konopicky*, Nyugatnémetország; *Letort*, Franciaország: Az Európai Tűzállóanyaggyárosok Szövetsége, tudomány- és technika bizottságának beszámolója.
10. *Bouvier*, Ausztria: Próbatestek és szemcsés anyagok térfogatsúly és porozitás vizsgálata.

D) Finomkerámia

1. *Zwetsch*, Saarvidék: Földpátok minősítésére vonatkozó vizsgálatok ismertetése.
2. *Masson, Schweiz*: A porcellán szerkezeti feszültsége és húzószilárdsága.
3. *Heine*, Hollandia: Gázáramlások egy alagút-muffola kemencében.
4. *Meneret*: Olvadék és agyagmentes antik szilikát fajanszok vizsgálata.
5. *Inzigneri, Pace*, Olaszország: Üvegszerű porcellánpaszták szinterelési tapasztalatai.
6. *Perner*, Belgium: Az egészségügyi porcellánon képződő hólyagosodás jelenségének okaival, azok felismerésével és kiküszöbölésével kapcsolatos tapasztalatok és tanulmányok összesítése.
7. *Ryshkewitch*, USA: Szinterkorund vágókések.

A kerámiai tudomány és gyártástechnológia fenti legújabb felismeréseinek kifogástalanul és zökkenésmentes előadások útján való megszerzése mellett esténként kiemelkedő társadalmi jellegű rendezvények gondoskodtak arról, hogy a kongresszus résztvevői szép emlékek egész sorával térjen haza. Ilyenek voltak az osztrák kormány fogadása a bécsi városháza dísztermében, az Operaház Tosca előadása, a Népopera Rigoletto előadása, a Zsófia-termékben rendezett nagy estély stb. Az osztrák és magyar szakemberek közelebbi eszmecseréjét szolgálta az a fogadás, amelyet a bécsi magyar követ adott a kongresszus tiszteletére. Ezzel véget ért az V. Nemzetközi Kerámiai Kongresszus, amelyről a résztvevők értékes szakmai tapasztalatokkal és minden vonatkozásban a legszebb emlékekkel tértek haza.

Sövegjártó János

Beszámoló az 1956. október 23—30. között megrendezett Gliwice-i Tűzállóanyagipari kongresszusról

A Gliwice-i Tűzállóanyagipari Kutatóintézet 10 éves fennállásának és igen eredményes munkájának megünneplésére a lengyel Kohóipari Minisztérium fenti időpontban egy tűzállóanyagipari kongresszust rendezett. A Szovjetunióból 3, a Német Demokratikus Köztársaságból 5, Csehszlovákiából 5, Romániából 2, Bulgáriából 2, Franciaországból 2, Magyarországból 2 és Lengyelországból 120 kiküldött vett részt.

Az elhangzott előadások meggyőzően bizonyították a tűzállóanyagipari kutatás vonalán folyó sokrétű és igen alapos kutatómunka jelentős eredményeit. A lengyel vendégszeretet és az őszinte barátság megnyilvánulásai maradandó és felejthetetlen emlékeket véstek a résztvevők szívébe.

A Gliwice-i Tűzállóanyagipari Kutatóintézetet 1946-ban alapították. Akkor 7 főből álló létszámmal indult, mint a Vasipari Kutatóintézethez tartozó szerv. 1953-ban alakult át önálló kutatóintézetté és ma 135 főből álló létszámmal dolgozik, amely létszámból 19 fő tudományos munkatárs, 67 mérnök és technikus és 49 szak- és segédmunkás. Kutatási tematikáin kívül az intézet végzi az ország tűzállóanyagipari export és importjának összes átvételi, illetőleg átadási vizsgálatait. Az intézetben gyártják az ország Seger gúla szükségletét és ezenfelül fénoxidtestek üzemszerű gyártásával is foglalkozik.

A kongresszus vendégei X. 21-én érkeztek Varsóba. Még aznap a Kohóipari miniszter helyettese *Tokarski* prof., aki Wroclav-i egyetem tanár és maga is tűzállóanyagipari szakember, megmutatta a vendégeknek a régi és új Varsó szépségeit és részben még mindig elszomorító háborús sérüléseit. 22-én délben különjáratú autóbusszon utaztunk le a sajátos jellegű leggyel síkságon és erdőségeken át, a mint fontosabb jelentőségű új Czenstochowa-i ipari központ mellett Kattowice-ba és 23-án reggel a valóban impozáns és minden mérnök szívét megkapó felsőlészlezi bányás és kohóipari vidéken át Gliwicebe, a kongresszus tulajdonképeni színhelyére.

A 3 napon át tartó előadássorozatot részletesebb ismertetésétől a rendelkezésemre álló korlátozott lehetőségek miatt sajnos el kell tekintenem, pedig jó néhány, általános érdeklődésre számot tartó megállapításai miatt részletesebb ismertetést érdemelne. Néhány előadás kivételével azonban sikerült az előadások németnyelvű szövegét megkapnom és azt készséggel boesájtom az esetleges érdeklődők rendelkezésére.

Időrendi sorrendben az alábbi előadások hangzot-tak el:

1. *Szymborski*, Gliwice: A Tűzállóanyagipari Kutatóintézet 1946—1956. években kifejtett munkájáról.
2. *Konarzewski*, Krakow: Tűzállóanyagok kémiai jellege.
3. *Sövegjártó*, Budapest: Mullitdús téglák néhány szerkezeti kérdéséről.

4. *Grebski*, Warszawa: A Warszawa-i Műszaki Egyetem, Kerámiai tanszékén folyó munkák ismertetése.
5. *Tokarski*, Warszawa: A lengyel kerámiai nyersanyagok ismertetése.
6. *Bárta*, Praha: A csehszlovák tűzállóanyagipari kutatások eredményei.
7. *Pawlowski*, Gliwice: Az Iser hegység kvarcéléréből gyártott csúcs minőségű szilikatégláknak ismertetése.
8. *Gerard—Hirne*, Páris: Tűzálló termékek gyártásközi minőségi ellenőrzése akusztikai módszerek alkalmazása útján.
9. *Vojnovich*, Páris: Agyagok SiO_2 és Al_2O_3 tartalma spektrográfiai, spektrofotometriai és kémiai módszerekkel való meghatározásának összehasonlítása.
10. *Haase*, Freiberg: Tűzállótéglák hőváltozásokkal szemben tanúsított ellenállásvizsgálatának egy új módszere.
11. *Nadachowski*, Gliwice: Új elgondolások az Alsó-sziléziai magnézitek feldolgozásával kapcsolatban.
12. *Pawlowski*, Gliwice: Rádióaktív izotópok alkalmazása öntőcsarnoki tűzállóanyagok minőségi vizsgálatánál.
13. *Bratkowski*, Gliwice: Öntőcsarnoki téglákkal kapcsolatos újabb kutatási eredmények.
14. *Glebow*, Leningrád: A tűzállóanyaggyártás fejlődése a Szovjetunióban.
15. *Kálmán*, Bukarest: Rövid közlemény MgO-nak dolomitból való gyártásáról az ammóniákszóda-gyártással kapcsolatban.
16. *Pawlowski*, Gliwice: A CaO-nak befolyása nagy timföldtartalmú samottéglák porozítására.
17. *Pampuch*, Gliwice: A szilárd fázisú szinterolás problémái.
18. *Cieslinski*, Kattowice: Agyagok forgókemencében való égetésének első tapasztalatai.

A kongresszus tudományos részének lezárásaként a Kohóipari minisztérium Kattowiceben egy 300 személyes bankettet adott, amelyen részben fehér asztalnál folytatódott a szakmai eszmecsere, részben mélyültek a baráti kapcsolatok.

X. 26-án ismét különjáratú autóbussz vitte a vendégeket a középkori építészeti szépségekben bővelkedő, de súlyos háborús sebeiből még vérző Wroclaw városába és onnan 27-én a Lesnica-i samottgyárba.

Ezt a samottgyárat a Villeroy és Boch r. t. falburkoló esempegyárából alakították át samottgyárrá.

A nyersanyagok tárolását a Dunapentelén választott megoldáshoz hasonló módon oldották meg — egy hosszú esarnokkal, amelybe a vonat bejár. A vasúti kocsik kirakása markolódaruval történik.

Az agyagszárító dobkemence a esarnokban található és gáztüzelésű. A szárított agyagot egy földalatti gumihevederes szállítószalagon szállítják a golyósmalmokhoz. A soványító anyagokat görgőjáratokon őrlik, a szájuknál porelszívó ernyővel ellátott silósorban fajtázva tárolják, onnan 3 kerekű tartálykocsikban Eirich keverőkbe adagolják. A sarakat nem pihentetik. Sajtolás céljaira frikeios prések szolgálnak. A félkésztermékek szárítását hulladék-meleggel és gőzfűtéssel táplált.

Keller-kamrákban végzik. Az alátétdeszkákat vetemedések elkerülése végett többrétegű lemezekből készítik. Az áru égetésére egy kamrás, 26 kamrás és egy algtükemence szolgál.

X. 27-én a Jaroszow-i samottégető üzemét néztük meg. Ezt az üzemet a kongresszus résztvevői különös érdeklődéssel tanulmányozták, mert ez az első kelet-európai üzem, amelyben nagyüzemileg és folyamatosan égetnek forgókemencében tűzállóagyagot samottá. Az üzem messzemenően mechanizált. Az építkezés kivitelezése igen szolid. A forgókemencék 75 m hosszúak és átmérőjük a tulajdonképeni égető szakaszban 3 m. A 31, 32, 33-as tűzállóságú GII és GIII-as típusú agyagokat 1290°—1300°-ra égetik. Az agyagtároló medencékből az aprítógépekhez, onnan a kemencékhez, majd pedig a készárutároló és szemese-frakciók szerint fajtázott anyagot a gyártás útján mindegyik mechanikai berendezések szállítják. A végső készáru silósor alatt vasúti pálya fut és így rakják meg a vagonokat. E gyártelep felépítése jelentős állomása a lengyel tűzállóanyagipari tervezésnek és kivitelezésnek.

X. 28-án a Chrzanow-i szilikatéglagyártást tekintettük meg. A gyárban alkalmazott gyártási technológia nagyjából azonos az általánosan ismerttel, de néhány jellegzetességét mégis külön ki szeretném emelni.

Az eredeti gyár kapacitása 20 000 t/év. Amikor bővítése szükségesé vált, az általános szokástól eltérően nem a szűk keresztmetszeteket, tehát őrlés vagy sajtolás kapacitását növelték, hanem a meglévő gyár mellé — mivel az eredeti jónak bizonyult — azonos nagyságú és nagyjából azonos kivitelű gyárat építettek és ezt azután megegyezően megismételték, úgy hogy 3 azonos egység áll egymás mellett. A három gyáregység előtt egy hatalmas nyerskőtárolót építettek, amelyen egy markoló-darupálya fut végig és ez rakja ki a vasúti kocsikat és adagolja a 3 gyáregység törőberendezéseinek első lépcsőjét, a pofástörőket.

A gyár telepítése ideális, mert Krakától délre, egy nagy kiterjedésű fenyőerdőben fekszik. Szociális berendezései is kiemelkednek az által-

nosan szokásosak közül, úgy a mosdók, öltözők, óvodák, mint a munkáslakások stb. terén.

A gyár a Szovjetunióban fejlesztett és jól bevált „fekete“ szilikát is gyártja és annak ismérvei termékei közül a legjobbak. „Könnyű“ szilikát is gyártanak 45% porozitással, mely gyártmány több kemencénél — így saját kamráskemencéknél is — igen jól bevált.

Harmadik gyáregységükben egyébként egy a Jászberényi Aprítógépgyár által szállított csőmalom gyártja a finomörleményt.

X. 29-én a Nowa Huta-i vas és acélkombinát új samot és krommagnezitetgyárát tekintettük meg. A kohászati részhez hasonlóan azt is szovjet tervezőiroda tervezte és így több érdekes újdonságot láttunk. Gyakorlati kivitelezésben láttuk pl. a „T“ alakú vasbetonelemekből építhető nyersanyagboxok oldalfalainak kialakítását, amit irodalomból már ismertünk. Az egyes elemek szabadon helyezhetők át, úgy hogy a szükséges tárolási tér esetenként változtatható. Kiterjedten alkalmazzák a melegített nyomólapokkal való sajtolást. Egy ilyen prés egyszerű formatéglákból 2 lyukon át 12 000 db-ot sajtol műszakonként. Frikciós présen négyszeri ütéssel sajtolnak. Öntőcsarnoki csövek sajtolására egy szovjet gyártmányú revolverrendszerű sajtót láttunk 6000 db teljesítménnyel 8 óránként.

Csatornatéglákat egy lengyel présen 5000—6000 db műszakonkénti teljesítménnyel láttunk sajtolni.

A krommagnezittéglák égetését az irodalomból ismert injektoros rendszerű 160 m hosszú és oldalanként 32 égővel táplált algtükemencében végzik.

A látogatott gyárak közül berendezéseinek korszerűsége a termelékenység magas foka és a gyártott termékek minősége szempontjából a Nowa-Huta-i a legérdekesebb volt.

X. 30-án Warszawa-ban tartotta a Kohászati minisztérium a kongresszus záróünnepségeit és ezzel a műszaki és tudományos baráti együttműködés és a baráti lengyel nép vendégszeretetének sok-sok felejthetetlenül szép emlékével tért vissza mindenki munkahelyére.

Sövegjártó János

Energetikai tanácsadó szolgálat

Iparunk szénszükségletét hazai forrásainkból már nem tudjuk teljes mértékben kielégíteni, ezért egyre nagyobb mértékben szorulunk importra. Ilyen körülmények között különösen nagy jelentősége van annak, hogy az egyes üzemek a rendelkezésükre álló szén- és villamosenergiát a lehető leggazdaságosabban használják fel.

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületben az elmúlt évek folyamán a különböző üzemek problémáinak megoldására energetikai tanácsadószolgálat működött, mely számos üzemnek nyújtott segítséget hő- és villamosenergiagazdálkodásukkal összefüggő kérdések megoldásában.

Az Energetikai Tanácsadó Szolgálat június elején ismét megkezdte működését és az üzemek, továbbá a különböző szervek energetikai problémáinak megoldására rendelkezésre áll.

A tanácsadó szolgálat szakértői munkájában közreműködnek a Tudományos Egyesület illetékes szak-

bizottságai, továbbá a nagyobb jelentőségű kérdések megoldását az Egyesület munkaprogramjába is felveszik.

A tanácsadó keretében az általános energetikai problémákon kívül az energia átalakításával, elosztásával és felhasználásával kapcsolatos részletkérdések is felvehetők (tüzeléstechnika, vízlágyítás, szénzállítás, hőszigetelés, kondenzvíz-gazdálkodás, villamosenergiagazdálkodás stb.).

Az energetikai tanácsadás általában írásban beküldött kérdések felvetésével vehető igénybe, azonban minden csütörtökön délután 3—5 óráig az Egyesület szakértői személyesen is az érdeklődők rendelkezésére állnak.

Az Energetikai Tanácsadó Szolgálat munkájával kapcsolatos kérdésekben a Tudományos Egyesület Titkársága nyújt felvilágosítást (Budapest, VI., Rudas László utca 45., földszint 3., telefon: 120-855).

A Csehszlovák Üvegkutató Intézetek 1956. évi tevékenysége

A csehszlovák üvegkutató intézetek 1956. évi tevékenységüket izlésesen kiállított füzetekben közlik. A közlemények nyelve cseh. Minden közlemény végén orosz és angol nyelvű összefoglalás is van. A csehszlovák kutatási eredmények a hazai üvegszakembereket igen érdeklik, ezért az első két füzetben közölt munkálatok összefoglalását a következőkben közöljük.

Az I. füzetben közölt, Fanderlik professzor tanulmányának tárgya az üveg védőhatása elektromágneses, korpuszkuláris és különösen magsugárzás ellen. Bevezetésként ismerteti a különféle sugárzásokat és azok természetét, valamint a különleges üvegek alkalmazását az egyes sugárzások ellen, mint egészségvédő anyagot. Felsorolja az irodalomból ismert és az általa összeállított üvegek védőhatását és a védőhatás összefüggését az összetétellel. Behatóan ismerteti a röntgen- és gamma-sugarak abszorpciójának és az üveg összetételének összefüggését. Ismerteti a magsugárzás, különösen a neutron-sugárzás hatását az üvegekre és megadja azon üvegek összetételét, amelyek a termikus neutronokat nagymértékben elnyelik és amelyeket a Hradec—Kralove-i üvegkutató intézet dolgozott ki. Ezeknek a neutron-sugár védőüvegeknek az alkotórészei a kadmium, bór, titán és cirkon oxidjai és esetleg a mész-fluoridja.

Kocik és Nebrenszky — a Hradec—Kralove-i üvegkutató intézet mérnökei — a vasúti színes jelzőüvegekkel és azok értékelésével foglalkozik. A vasúti jelzőüvegekkel szemben támasztott követelményeket ismerik, amelyeket a különböző állapotokban írnak elő és azokat összehasonlítják. Részletesen taglalja a színek nemzetközileg elfogadott, trikromatikus mérési eljárását. Első ízben közöl különleges táblázatokat, amelyekkel a trikromatikus koordináták spektrofotométeres mérések alapján megállapíthatók. A spektrális átbecsítés mérése ugyanígy sokkal egyszerűbb és pontosabb, mint a trikromatikus koordináták kolorimetrikus meghatározása.

Dr. Wolf a cinkoxid befolyását tanulmányozta az üvegek tulajdonságaira. A cinküvegek teljes bibliográfiáját összefoglalja és ismerteti azokat a tapasztalatokat, amelyeket a százavai üvegyárban, különösen a rezisztens és a vákuumtechnikai üvegek gyártása folyamán szereztek. Az eredmények gyakorlatilag is felhasználhatók és azok új adatokat szolgáltatnak a cinkoxid tartalmú üvegek alkalmazására.

Reinis mérnök azokról a gránit olvasztási kísérletekről számol be, amelyeket a Hradec—Kralove-i kutató intézetben végeztek. A keverék, a gránit mellett mészkövet és dolomitot tartalmazott. Megadja a keverék összetételét, beszámol a kísérleti olvasztásokról, a kapott üvegek tulajdonságairól és a tulajdonságok meghatározási módjairól. Azt találta, hogy a 20% CaO és a 20% CaO + MgO tartalmú üvegek a szokásos körülmények között megolvashatók. A dolomit-tartalmú keverékek kevésbé támadják meg a tűzállóanyagot, mint a csak CaO-t tartalmazóak. Ha az üveglvadék összetétele 17% CaO vagy 12% CaO és 7% MgO, az üveg rezisztenciája jó. A fazékolvasztás nem mutatkozott kedvezőnek, de a kámedencében történt olvasztás jó eredményekkel jár. Az üveg lágulási pontja $700\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ felett van, hőtágulási együtthatója pedig $60\text{--}80 \times 10^{-7}$. Ha a CaO tartalom 22 százaléknál vagy a CaO + MgO tartalom $12 + 7\%$ -nál több, az üveg hajlamos a kristályosodásra.

Az üvegek és az olvasztott kőzetek elektromos vezetőképességét dr. Voldán vizsgálta. Azt találta, hogy az olvadék kristályosodása csökkenti az elektromos vezetőképességet. Két különböző összetételű ipari üveg, — egy televíziós és egy táblaüveg — elektromos vezetőképességét váltóárammal mérte 300 és $1200\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ között. A vezetőképesség és az abszolút hőfok közötti összefüggés azt bizonyítja, hogy $850\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -ig érvényes a Rasch—Hinrichsen-törvény, amely szerint a vezetőképesség logaritmikusan értéke és az abszolút hőfok reciprok értéke között lineáris összefüggés uralkodik, magasabb hőfokon azonban ez a törvény nem mutatkozott érvényesnek. A kristályosodás és az elektromos

vezetés közötti összefüggést Voldán káliumnitrát olvadékban vizsgálta. Az elektromos vezetés értéke a kristálymentes és kristályos olvadékban különböző volt. A kutató az olvasztott bazalt elektromos vezetését három ipari bazaltot vizsgálta 300 és $1300\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ között. A kapott görbék egyértelműen azt mutatják, hogy a kristályosodás 900 és $1300\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ között lép fel. A nyert eredmények gyakorlati útmutatásokat adtak az olvasztott, öntött bazaltok hőkezelésére és hűtésére.

A prágai üveg és kerámiai mechanizációs intézet egyik kutatója, Sterba a pneumatikus szállítást tanulmányozta. Közli a nyersanyagok pneumatikus szállítására vonatkozó matematikai számításokat és technikai feltételeket. Tárgyalja az alacsony és magas nyomású pneumatikus szállítást és azokat a feltételeket, amelyekkel az utóbbi az üvegiparban alkalmazható. Leírja az üvegiparban használható berendezéseket.

Ugyancsak a prágai üveg és kerámiai mechanizációs intézet dolgozott ki Svoboda kutatója tervei szerint egy üvegszintmérőt. A cikk ismerteti az eddig ismert szintmérőket és részletesen leírja az intézet által kidolgozott módszert és annak gyakorlati kipróbálásának eredményét.

A II. füzet első közleménye beszámol azokról a kísérletekről, amelyeket dr. Fanderlik professzor és Skránek kutató végeztek nagytömegű optikai üvegek hűtése és stabilizálása céljából. Az üvegek transzformációját dilatométeres készülékkel vizsgálták, valamint megfigyelték a dermedett üveg hűtése közben a törésmutató értékének változását, azonkívül DTA (differenciáltermoanalízis) méréseket végeztek. Az üvegek transzformációs szakaszát mind a három módszerrel meg lehetett állapítani. Az alsó határ a dermedés foka szerint különböző, és a különböző módszerek nem adnak azonos eredményeket. A legalacsonyabb eredményt — $300\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ — a DTA eljárás adja. A dilatométeres mérés $100\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -kal magasabb értéket ad.

A nikkelvegyületekkel színezett üvegek tulajdonságaival Fanderlik professzor, Kocik és Nebrenszky kutatók foglalkoztak. Energikus redukáló szerrel fémmel vált ki az üvegből. Azt tapasztalták, hogy a nikkelt okozta színváltozása, ha az alkálit cserélik, analog azzal a színváltozással, amit a hőfokváltoztatás okoz. A színváltozást a nikkelt kötési energiájának változása okozza. Ha barnaszínű nikkeltveget $650\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -on hőkezelünk, a szín zöldbe megy át. Ez a folyamat azonos a szelénrubin képződésével.

Az Adams és Williamson-féle képlet érvényességével az üvegek hűtése folyamán Schill foglalkozott. Véleménye szerint ez a számítási mód nem szolgáltat olyan eredményeket, amelyek ipari hűtőkre gyakorlatilag alkalmazhatók lennének. Három különböző összetételű optikai üveg viszkozitását, hőtágulását és feszültségcsökkenési sebességét különböző hőfokon mérve, azt állapította meg, hogy az Adams—Williamson-képlet érvényessége igen csekély. A feszültségek csökkenésére és eltűnésére szükséges idő ugyanis nagymértékben függ az üveg hőmúltjától, amire az Adams—Williamson-képlet nincsen tekintettel. Ajánl egy egyszerű számítási módot, amely az üvegek hűtésére megbízhatóan alkalmazható.

A zsugorított bazalt nyersanyagait dr. Voldán tanulmányozta. Azt találta, hogy a természetes kőzet zsugorodási szakasza $10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ -kal szélesebb, mint az azonos összetételű üveges vagy rekrisztallizált anyagé. A természetes bazalt örlése igen munkaigényes és zsugorítva alacsonyabb kopási szilárdságot mutat. Ezért a természetes kőzet zsugorítása nem ajánlatos. Az üveges és rekrisztallizált üveg zsugorodási szakasza között nincs jelentősebb különbség. Zsugorítás céljaira a porított üveges anyagot tartja a legalkalmasabbnak. Különböző üveges bazalt zsugorodási szakaszát határozta meg. A legnagyobb hőfokkülönbség $35\text{ }^{\circ}\text{C}^{\circ}$ volt. Minden bazaltfajtára egy optimális zsugorítási hőfok található azonos viszonyok mellett és ennél a hőfoknál a zsugorított bazalt tulajdonságai a legkedvezőbbek.

Olvasztott kőzetek vegyi tartósságát dr. Voldán és Palacek tanulmányozták. Ismertetik az olvasztott bazalt és a diabáz vegyi tartósságára vonatkozó ed-

digi dokumentációt, valamint ezeknek az anyagoknak a felhasználását a vegyi iparban. A vizsgálatokra a DDG (Deutsche Glastechnische Gesellschaft) szabványos módszerét használták. Laboratóriumi kemencében bazalt kőzeteket olvasztottak és azok viselkedését üveges és rekrisztallizált állapotban vízben, 20 százalékos sósavban és 1:1 arányú nátronlúg-szóda oldatban vizsgálták meg. Azt találták, hogy az olvasztott kőzetek vegyi tartóssága vízzel, savval és alkáli hidroxiddal szemben igen jó. Üveges és rekrisztallizált valamint természetes kőzetek között a vegyi tartósság szempontjából különbséget nem találtak. Azt találták továbbá, hogy a vegyi tartósság szempontjából a

kristályszerkezet nagyobb szerepet játszik, mint a vegyi üsszítétel.

A két tartalmas füzet áttekintése bizonyítékot ad arról, hogy a csehszlovák üvegipari kutató intézetek széleskörű és mélyreható kutatásokat végeznek. Fel-tűnő, hogy az olvasztott kőzetekkel igen behatóan foglalkoznak, ami arra utal, hogy ennek a terméknek a gyártása nagymértékű fejlődésen megy keresztül. Habár a kutatási beszámolók cseh nyelven jelentek meg, hasznos és célszerű, hogy azok tárgyát és eredményeit tudomásul vegyük és adott esetekben a közleményeket behatóan tanulmányozzuk.

K. O.

SILIKATTECHNIK, Berlin, 1957. évf.

1. szám.

Riedel G.: Üvegkutatás és üvegtermelés 1957-ben.

A tanulmányban ismertetett adatok és fejtegetések a Német Demokratikus Köztársaság üvegiparára vonatkoznak (a Jenai Schott & Gen., üveggyár kivételével).

(p:2)

Halter G.: Vákuumüvegtéglák gyártása.

A szerző beszámol csehszlovákiai tanulmányútjáról. A üreges vákuumtéglák gyártásának Csehszlovákiában alkalmazott technológiai eljárása. A csehszlovákiai és a Német Demokratikus Köztársaságban alkalmazott eljárások összehasonlítása.

(p:3—6; á:10)

Morgenstern G.: A nagyfeszültségű porcelánszigetelők elektromos feszültsége és a szigetelőanyagban lévő pórusok közötti összefüggés.

A magasfeszültségű porcelán porozítása. A szigetelőanyag-szükséglet fokozása a pórusok következtében stb.

(p:7—10; á:5; t:1; b: 15)

Schröter R.: Dugók és kiöntők gyártása és felhasználása.

Samott termékek. Különleges termékek. Kémiai-lag kötött magnezitkiöntők. Az NDK-ban található agyagok alkalmassága samott készítéséhez. Különleges készítmények. A kémiai-lag kötött magnezitkiöntők gyártása.

(p:15—19; á:9; t:2)

Betzer H.: Magas hőellenállású zománc.

A korszerű zománckészítési technika.

(p:20—22; á:2; t:3; b:16)

Kallauner O.: Új eljárás a téglagyagban lévő löszbaba káros hatásának korlátozására.

(p:3)

Kühl H.: A cementgyártás ásványtani kérdései elméletben és gyakorlatban.

(p:24—27)

Hinz W.: Üvegrost-gyártás Csehszlovákiában.

(p:29)

Schatzer: Nylonból készült szűrővászona a kerámiaiparban.

(p:31; á:1)

Horn H.: A kötőanyag-szállítás teljes gépesítése.

(p:31—32; á:5)

Vibráló szállítóberendezés.

(p:32—35; á:15)

Kwederawitsch E.: A bécsi V. Nemzetközi Kerámiai Kongresszus.

(p:36—39; á:6)

2. szám.

Schulze—Manitius H.: Johann Friedrich Böttger, a Scheiz-i sarlatán és a német porcelánipar megalapítója.

Böttger rövid életrajza és munkásságának ismertetése.

(p:45—49; á:5)

Heubach J., Stauch E.: Kutatások és fejlődések a finomkerámia területén.

Edénykerámia. Technikai kerámia.

(p:50)

Greiner H.: A nedvesítés befolyása az üvegből készült mérőeszközök mérési pontosságára a kénsav-víz-

keverék és víz általi nedvesítéskor a pipetták alakjától és a kifolyási időtől függően.

A mérőeszközök ismertetése. A víz és kénsav-vízkeverék tekintetében ismerteti a nedvesítés elméleti számítását.

(p:51—53; á:4; b: 3)

Rolke H.: A kerámiai masszák meleg előkészítése fel nem használt, illetve rendelkezésre álló hőforrások vagy barnaszén felhasználásával.

(p:53, 66; á:1)

Várka J.: Lithiumcsillám, mint zománccsillám.

A csehországi Érchegeység (Erzgebirge) kerületében található lithiumcsillámok jól használhatók fel a zománckészítéshez. A zománccok tulajdonságai.

(p:54—55; á:6; b:1)

Kehrer M.: Hollandiai fajansz csempék a XVII. és XVIII. századból.

(p:56—57; á:3)

Hanke H., Gottschling H. és Müller G.: Hányó és iszapoló a téglagyárban.

Technológiai és gazdasági megfontolások. Az agyag iszapolása. Iszapolási rendszerek. Az ismertett rendszerek gazdaságossága.

(p:58—61; á:6; t:2)

Schlüter J.: A kőgyógyipar helyzete és kilátásai az NDK-ban.

(p: 62—65; á:1)

Tannhauser S.: A termelési kapacitás és a kapacitás kihasználása a szocialista cementipari vállalatokban.

A termelési kapacitás kiszámításának alapelvei. A termelési kapacitás meghatározása az élmunkások legmagasabb teljesítménye alapján. A teljes munkaidőalap megállapítása. A kapacitást meghatározó üzemi szakaszok. A termelési kapacitás méretei. A kapacitás meghatározásának metodikai lefolyása. A kihasználási kategóriák.

(p:67—70)

3. szám.

Anke E.: Szén-szükséglet, munkaerőfelhasználás és a fontosabb építőanyagok költségei.

(p:91—94; á:1; t:6; b:5)

Helmrich H. P.: A normálciszolatok alkalmazásával szerkesztett új üvegekészülékek.

A „Turbinette” típusú keverő- és hajtómotor, valamint a fajlagos könnyű oldószerek hideg és meleg perforátorainak leírása.

(p:95—98; á:5)

Kranz S.: Üvegrostból készült tetőfedőanyag fejlődése.

Az üvegrost burkolólemez kötőanyaga. Az üvegrost feldolgozása tetőfedőanyaggá.

(p:98—100)

Herzog H.: A termékek technikai fejlődésére vonatkozó szerzői jogvédelem elvei.

(p:100—101; t:1)

Bieber C.: Az aknakemence mész minőségének javítása nyerskö jobb előkészítése útján.

(p:102)

Rambausek L.: A szárítóberendezések kiértékelése.

Sugárzás, Konvekció. Vezetés. Megállapítja, hogy a téglagyárak részére a legalkalmasabb szárítóberendezés a gőzzel vagy melegvízzel és forrólevegővel ellátott berendezések. A tűzállóanyagiparban

ezzel szemben a tiszta levegő technikai berendezések rentábilisabbak.

(p:107—108)

Schunack H.: Az építőanyagok szerkezetének vizsgálatai.

Különléte téglagyártmányok vizsgálata. A vizsgálat alapján megíthetők a termék fizikai tulajdonságai.

(p:109—111; á:10; b:2)

Grimme H.: Finoman őrölt habarcskötőanyagok felhasználása.

Egy új irodalmi áttekintés a lengőörlés új eredményei tekintetében.

(p:111—114; á:3; t:2; b:10)

4. szám.

Hinz W.: Az üvegfelületen végbemenő ioncsere tekintetében végzett néhány kísérlet.

A kísérletek ismertetése. Az adszorpció és az üvegfelület előkezelése közötti összefüggés. Az adszorpció és a pH-érték közötti összefüggés.

(p:136—139; á:6; t:1; b:7)

Eisenkolb F., Richter V.: Fém és nemfém alkatrészekből készült agglomerált (zsugorított) anyagokkal végzett kísérletek.

Agyag- és vasporkeverékekkel végzett kísérletek. Kova és vas porkeverékeivel végzett kísérletek. Köagyliszt és vas porkeverékével végzett kísérletek.

(p:140—147; á:17; b:36; t:4)

Hinz W., Kunth P. O., A magnéziumsó és a vízüvegoldat kicsapási termékei.

Kísérletek magnéziumsóval és vízüvegoldatokkal szobahőmérsékleten. Kísérletek változó Na_2SiO_2 arány esetében szobahőmérsékleten. Kísérletek 100°C vízfürdő hőmérsékleten.

(p:148—156; á:10; t:3; b:18)

Bornschein G.: Hosszú nedvességjárású forgókemencék kiértékelése.

Nedves vagy száraz eljárás? A hosszú nedveseljárású forgókemencék technológiája. Áthaladás. Hőfelhasználás. Hűtők. A hosszú nedveseljárású forgókemence üzemeltetése. Fejlődési kilátások.

(p:157—164; á:11; b:29)

5. szám.

Hinz W., Solow G.: Beagyazott üvegselyemszövet tapadása polieszter gyantákon.

Üvegselyemszövetek viselkedése a polieszter gyantákba történő beagyazáskor. A tapadás meghatározása a szövet kémiai összetételétől és felületi kezelésétől függően. A szokásos üvegrostok és textilgyapjúanyagok nem javítják a tapadást. A nem telített kloridán-vegyületek feltűnő mérték-

ben javítják a tapadást az üvegrost és a poliészter gyanta között.

(p:178—185; á:3; t:4; b:10)

Martin H.: Az üvegvasztókemencék kamráinak automatikus átkapcsolása.

Félautomatikus üzemeltetés. Teljesen automatizált üzemeltetés. A leggazdaságosabb automatikus kamraátkapcsolásnak az időszertíni átkapcsolás tekinthető. A hőesés alapján történő átkapcsolás igen nagy jelentőségű az időszakos kemencéknél, azaz az erősen váltakozó gázmennyiségű kemencéknél, továbbá a nem szimmetrikusan épített kád-kemencéknél, amelynél a kamrák hosszabb ideig tartó üzemeltetése után csak egyoldalúan dolgoznak.

(p:186—189; á:5; b:2)

Pachmann G.: A kerámiai szigetelőanyagok húzószilárdsága a VDE 0335/7.56 7 §-a szerint.

(p:190—194; á:10; b:2; t:1)

Bornschein G.: Az áramlások és a szénporláng a nedves eljárásnál működő hosszú forgókemencékben.

Tárgyalja az áramlások kölcsönös viszonyának jelentőségét a forgókemence üzemeltetése szempontjából, továbbá az optimális kölcsönös viszonyok eléréséhez szükséges eszközök. A szénporláng hosszának számítási meghatározása és technikai lehetőségek a lánghossz szabályozására. A tüzelőanyag adagolással kapcsolatban ismertetnek egy újfajta szénportartályt.

(p:195—200; á:13; t:1; b:14)

6. szám.

Hoffmann U.: Réteges szerkezetű szilikátokra vonatkozó új eredmények.

Agyagásványok, a kristályok szerkezete és alakja. A rétegek sorrendje. A cserélőképes kationok kötése. Kerámiai masszák folyósítása.

(p:224—230; á:11; t:3; b:33)

Knapp O.: A kristályok képződése szilikátüvegekben.

A kristályos keverék olvasztásakor visszamaradó térrácsszerű gyököket kristályos központoknak vesznek fel.

(p:231—232; á:1; b:11)

Henze W.: Ipari formák alakítása.

A mai helyzet. A formák kialakítása. A formaképző intézet feladatai és munkamódszere.

(p:233—240; á:7; b:6)

Vogel E., Schleiser K.J.: A cementben lévő SO_3 tartalom gyors meghatározása.

Egy gyors eljárás leírása, amelynek segítségével rövid idő alatt megfelelő pontossággal határozhatjuk meg a cementben lévő SO_3 tartalmat.

(p:241—242; á:1; b:7)

SZTROI TELNIE MATERIALI, Moszkva folyóirat, 1957. évf.

4. szám.

Leontenkov A.: A cementgyártás automatizálásának kérdései.

(p:16—19; á:4)

Új specifikus berendezések a cementiparban. Az őrlés és az égetés automatikus szabályozása. Elektroakusztikus szabályozók a szárazon őrölt malmokhoz. Az összes kiegészítő részek legképesítése. Az gázelemző készülékek hatásos automatikus ellenőrzése.

Arefjev V.: A forgókemencék működése gáznemű tüzelőanyaggal nagy nyomáson.

(p: 20—21; á:4)

Áttérés az égőgáz alkalmazásáról a gáznemű tüzelőanyag alkalmazására. A gáz égetése nagy nyomáson (2—2,5 atü). Tüzelőanyag és elektromos energia megtakarítása.

Ciganov I.: Az előregyártott vasbeton technikai előírásai és minősége.

(p:21—22)

Alapvető követelmények és utasítások leírása az előállított termékek típusaival, a betonhoz felhasznált anyagok tárolásával, a kész termék vizsgálatával és tárolásával, továbbá az előregyártott vasbeton gyártástechnológiájának továbbfejlesztésével

kapcsolatosan. Új technikai előírások a termékek minőségére.

Lohtev N.: A tüzelőanyag felülről való adagolásával működő alagútkelemencék.

(p:23—24; t:1)

A generátorgázzal működő alagútkelemencék hátrányai. Égetés az agyagba préselt tüzelőanyaggal. Egyes körkemencék átalakítása alagútkelemencévé. A szilárd tüzelőanyag egy részének a boltozaton keresztül történő adagolása. Az égetés ideje az új módszer által 55 órától 26 órára csökken; a kész termék hozama 5100 darab az égetőcsatorna 1 m^3 -én.

Gorjainov I.: Munkaszervezés kéttűzű körkemencék működésekor.

(p:32—33; á:1)

Haladó munkamódszerek és gyártástechnológia bevezetése. A tégláégető kemencék átállítása kéttűzűre. A zónák hosszának felére való csökkentése. A tégláégetés folyamatának gyorsítása az elegyösszetétel helyes megállapításával. Előnyös a tüzelőanyagok az elegybe való bevitel.

Szavko N.: Belgium cementgyárainak berendezése és technológiája.

(p:36—37; á:4)

A belga cementgyárak általában nedves örlési módszerrel dolgoznak. A durva- és finomörlés technikája, valamint a gyárak berendezése és a gyártástechnológia magas színvonalon áll.

5. szám.

Milosunasz K.: Világszerte fejleszteni kell a kohósalakok átdolgozását.

(p:12—13; t:1)

A folyékony kohósalakok alkalmazásának gazdaságossága az építőanyagok gyártásában. A jelenleg alkalmazott salakok 96,7%-át használják fel cementgyártásra és csak 3,3%-át egyéb anyagokhoz. A kohósalakok átdolgozása nem igényel nagy befektetéseket és sokféle berendezést.

Pocsivalov V.: Cement — nefeliniszapból.

(p:15—16; t:1)

Új nyersanyag — a nefeliniszap, amelyet a nefelin-koncentrátumok együttes átdolgozásakor nyernek. A nefeliniszap kémiai összetétele. A nefeliniszap mint klinkeradalék. Rendelkezések az iszap nedvességtartalmának csökkentésére. A nefeliniszappal készített cement gyártásának további kiszélesítése.

Balatjev P.: Előfeszített, előregyártott vasbeton technológiája.

(p:18—20; á:2)

Típus szerkezetek kidolgozása lakó- és ipari épületekhez. Előregyártott, előfeszített födémpanelek, gerendák stb. előállítása. Új berendezés az armatúra kifeszítéséhez. A folytonos vasalási módszer kidolgozása és alkalmazása. A vasbeton szerkezetekhez alkalmazott nagyszilárdságú huzalok súllyal történő kifeszítési módja.

Matanzon Sz.: A téglaminőség ellenőrzésének megfelelő rendszere.

(p:28—30)

A téglá rossz minőségének legfontosabb okai. A minőségellenőrzés szükségessége. Az ezzel kapcsolatban kiadott utasítások eredményes végrehajtása.

Koltunovszkaja B., Dehtjar L.: A mikroporitgyártás elterjedése.

(p:34)

Hőszigetelő mikroporit lemezek előállítása mészhomok téglagyárban. A mikroporitlapok jellemzői. A gyártás leírása. Kismennyiségű cement és gipsz hozzáadása a mikroporitlapok előállításakor. Gipsz-mészhabarc alkalmazása ezeknek a lapoknak a falazásához.

6. szám.

Elkészült a voszkreszenszki cementgyár első rekonstruált kemencéje.

(p:4—5)

Részletes intézkedések kidolgozása a cementüzem első rekonstruált kemencéjének felszerelésével kapcsolatban. Haladó munkamódszerek bevezetése. A forgókemence felszerelése.

Asztanszkij L.: A klinker víz-léghűtése.

(p:7—11; á:2; t:3)

A klinker lassú és gyors hűtése folyamán előadódó különlegességek. Laboratóriumi és üzemi vizsgálatok a klinkermasszának vízzel való hirtelen hűtése hatásával kapcsolatban. Fiziko-mechanikai vizsgálatok. A klinkerhűtés technológiájának leírása. A klinkerhűtő berendezés ismertetése. A táblázatok ismertetik a vízűtésnek a cement minőségére irányuló hatásának adatait, az összehasonlító vizsgálatok eredményeit és a petrográfiai vizsgálatok adatait.

Svarczajd Sz., Levin Sz., Guszakov V.: Előregyártott elemek szilikátbetonból.

(p:12—14; á:1; t:1)

Az autokláv szilikátanyagok — szilikátbeton — és a közönséges nehéz (cement)-betonok közötti különbség. Az autokláv szilikátanyagok összetételében észlelt különlegességek. A vibrációs módszer kiterjedt alkalmazása az előregyártott szilikáttelemelek előállításában.

Liszicin Ju., Martirofjev Sz., Ejberman B.: Szőnyegszerű kerámia a házépítésben.

(p:15—16; á:2; t:1)

A nagyszilárdságú, dekoratív jellegű új burkolóanyag, a szőnyeg-kerámia széleskörű alkalmazása. Előállítása felszárász prezelési móddal történik. Új követelmények a burkolókerámiával szemben. A szőnyeg-kerámia alkalmazásának előnyei.

Katrics L., Zincsenko G.: Osztályozott adalékanyagok előállítása.

Hidraulikus osztályozó alkalmazása a homokfrakciók szétválasztására. A berendezés leírása.

Hrusztalev M.: A homok hidraulikus osztályozása.

(p:18—19; á:1)

A homok osztályozása a beton előállítási költségének csökkentésével és a beton tartósságával van összefüggésben. Mindkettőre pozitív hatást gyakorol. Hidraulikus osztályozó berendezések felszerelése a finomszemcséjű anyagok előállítására. Az osztályozók különböző típusai. Az új szerkezetű, függőleges típusú hidraulikus osztályozó leírása és működése. Néhány átlagos technikai-gazdaságossági mutató ismertetése.

Guszarov A.: Alagsövezési rendszer a homok- és kavics tároló helyeken.

(p:19—20; á:1)

A hidraulikus módszerrel osztályozott homok és kavics tárolása. Vízüjtő azbesztcement, perforált csövek lehelyezése a homoktároló helyeken. Az alagsövezés jelentősége.

Evdokimenko A., Zubkov I.: Az újfajta cementosztályozás megérett kérdései.

(p:22—24; t:2)

A cementhez adott különböző adalékanyagok előnyös és hátrányos hatásai a kész termékre. Aktív adalékanyagok és kohósalakok hozzáadása a cementhez örléskor a minőség visszaesése nélkül. Újfajta cementosztályozás: adaléknélküli és kevés adalékot tartalmazó cementek. A cementek márkájára mutató új jelölések.

Csernyak Ja.: A téglaminőség megjavításának módjai.

(p:24—26; á:2)

A üzemi berendezések modernizálása. A gyártásra kerülő agyag közömbösítése. A soványító adalékok helyes megválasztása és a tüzelőanyag bevitelére az elegyösszetételbe. Megfelelő szárítási módszer. A szárítás idejének lerövidítése. A gázok újrakeringésének biztosítása.

Elcsiev B.: A tetőfedő anyagok előállításának és alkalmazásának technikai-gazdasági mutatói.

(p:27—29; t:4)

A cikk szerzője táblázatokban ismerteti a különböző födémek munkaköltségét, a anyagszükségletet, a tetőzet költségét, a munka megszervezésére felhasznált befektetéseket stb. Az egyes födémfajták építési és termelési költségei.

Mihalcsikov N.: Tégláégetés nedvességnek a nagy hőmérsékletű zónákba való bevitelével.

(p:30—31; á:2)

A körkemence teljesítményének fokozódása, továbbá a téglá nagyobb szilárdságának és hosszabb élettartamának elérése vízgőzös közegben való égetés által. A nyersanyag formázása plasztikus módszerrel. A hőátadási folyamat fokozásának szükségessége.

Szmírnov N.: Gipsz-salak válaszfaltömbök előállítása.

(p:31—32; á:1)

A gipsz-salak gyártmányok gépesített előállítása. A gipsz-salak válaszfalpanelek gyártásának technológiai sémája. Kis előállítási költségek. Ezekkel a válaszfalpanelekkel lehetséges a futószalag-rendszerű építkezés.

É P Í T Ő A N Y A G

Felolvas szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kladjja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felolvas kiadó: Solt Sándor — Megjelent 800 példányban

Előfizetés a Posta Központi Hirlap Iroda Vállalatánál, Budapest, V., József nádor-tér 1. Távb.: 180-850

Előfizetési díj: 42.— Ft. (egész évre), egyes szám ára: 7.— Ft. Csekkzámlaszám 61.282

40532-689/2 - Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 10. (Felolvas: Povárny Jenő)

Tichomirová V., Simácková O.: Komplexumok alkalmazása magas magnéziumtartalmú építőanyagok, salakok és anyagok kémiai elemzésénél.

A 10%-nál magasabb MgO tartalmú karbonátok és szilikátok laboratóriumi kémiai elemzésénél alkalmazott komplexonok és a komplexonokkal végzett eljárás ismertetése. A tanulmány hivatkozik a Stavivo folyóirat 1956. évfolyamának 7. számában megjelent Krizová J.: A kalcium és magnézium komplexometrikus meghatározása című cikkre.
(p:135—139; t:6; b:9)

Pleva M.: A salakokban és cementekben lévő mangán kolorimetrikus meghatározása.

A mangán kolorimetrikus meghatározásának új módszere. Az eljárásban kihasználják a zöldre festett három vegyértékű mangán és triethanolamin vegyületet. A meghatározásnál nem szükséges különleges mérés, mivel oly salakoldattal dolgoznak, melyből az SiO₂-t eltávolították és ennek megőrzése után határozzák meg az összetevőket. A mangán és triethanolamin abszorpciós spektruma és kalibrációs görbéje. A cikk kiegészítése a Stavivo 1956. évf. 7. számában megjelent J. Krizová: A kalcium és magnézium komplexometrikus meghatározása és V. Tichomirová és O. Simácková: Komplexonok alkalmazása magas magnéziumtartalmú építőanyagok, salakok és agyagok kémiai elemzésénél (mai szám) c. cikkeknek.
(p:139—141; á:1; t:2; b:10)

Hrdlicka L., Viktora E.: Tűzálló betonok portlandcementből.

A kohászati célokra hazai nyersanyagból készült tűzálló betonok vizsgálata. A vizsgálat céljaira különböző finoman őrölt agyagokat, agyagos palákat, pernyét, durván őrölt samottot, könnyű samottot, kovaföldet, puhafa fűrészport stb. választottak. A vizsgálatok menete. Az elért eredmények ismertetése. A kutató munka további adatai. A vizsgálatok alapján megállapították, hogy portlandcement felhasználásával hazai nyersanyagokból jóminőségű tűzálló beton készíthető.
(p:141—144; á:5; b:10)

Vavrin F.: A könnyű beton, mint az előregyártott épületek építőanyaga.

Tudományos intézetben végzett kutató munka eredményei a habbetonok területén. Csehszlovákiai habosító anyagok és azoknak hatása a habbeton tulajdonságaira. A szilárdság gyors növelése könnyű kohósalak durva részének felhasználásával. Itong-típusú gázbeton. A kutató munka további feladatai a könnyűbetonok területén.
(p:145—147; á:6; t:3)

Stratílik M.: Szerkezeti hibák kiküszöbölése vibrálás alkalmazásával.

Kerámiai gyártmányoknál előforduló repedések. Elektroporcelán készítésére alkalmas nyersanyagok. Gépi gyártás csigás vákuumpréssekkel. Felületi hibák kiküszöbölése vibrálással. Az új típusú berendezés — melyet az építőipari és kerámiai gépek tudományos intézete tervezett Bonnban — meríthető vibrátor, mely plasztikus állapotú kerámiai anyagok folyamatos megdolgozására alkal-

mas. A gép ismertetése és a vele való munka.
(p:148—151; á:6; b:9)

Benda L.: Csempegyárak gépesítése és automatizálása.

Csempesajtólés és a ma jelenleg használatos sajtólógépek. A belső üzem szállítás egyszerűsítése a szalag meghosszabbítása által. A zsmánczó részleg elrendezése és kialakítása. Tapasztalatok a Nyugat-Csehszlovák-kerámiai gyárak Podborani üzeménél.
(p:152—153; á:4; t:2)

Kretinsky B.: Habbetont készítő keverőgép.

Habbeton gyártására eddig használt külföldi keverőgépek pótlása hazai kivitelezésű géppel. A csehszlovák keverőgép szerkezetének fejlődése. Az új géptípus ismertetése és műszaki adatai. A gép üzemeltetése.
(p:156—157; á:3; t:1)

Fencí F.: A téglaiipari gyártmányok minőségének minél előbb való javításáért.

A téglaiipari dolgozók állami aktíváján elhangzott beszámoló ismertetése. A beszámloló foglalkozók a rossz minőség okaival, valamint a jó minőségű gyártmányok eléréséhez szükséges intézkedésekkel.
(p:177—180)

Engelthaler K., Engelthaler Z.: Felszíni lángmentes gáz létegetéséhez alkalmas kerámiai gyártmányok vizsgálata.

A gáznemű tüzelőanyagok égetésénél maximális mennyiségű hosszúhullámú hősugarak elérése. Kerámiai égők.
(p:181—183; á:3; t:3; b:6)

Pelikan J.: Az akna-kemencéből távozó por mennyiségi mérése.

A por mennyiségi mérése (kemencéknél, malmoknál, szellőző berendezéseknél). A mérésre alkalmas berendezés (Rosenmüller G. cég, NDK) ismertetése.
(p:184—188; á:8; b:7)

Jedlicka M., Tkany Z.: Csigás rotációs fúrás. A puhaközetek új fúrási módszere.

A szovjetunióban bevezetett csigás forgófejes rotációs fúrás elve. Az új fúrási módszer alkalmazásának lehetőségei, a fúrás menete, a szükséges berendezések.
(p:191—194; á:5; t:2; b:3)

Pavlik S.: Szállítható és járóműves szállítószalagberendezések, lapátológépek, be- és kirakodó gépek.

Szállítószalag-típusok gyártása Csehszlovákiában. Az egyes típusok műszaki adatai. A gördülő, gumiszalagos géptípusok ismertetése. Gépi lapátológépek ismertetése. Gördülő rakodó gépek, kirakodó gépek az építőiparban.
(p:195—199; á:12; t:3)

Trnka J.: Az első rekeszes robbantás gránitközetben kavicsstermelés számára.

Gránit kőbányában első ízben végrehajtott robbantás ismertetése. A kőkitermelés kamrás-robbantással és az új robbantás bevezetése. A robbantáshoz szükséges fúrások, a robbantások időbeli sorrendje. A robbantás módszere, költségei, eredményei és gazdasági értékelése.
(p:200—202; á:7; t:1)



MEGJELENT!

J. G. SZMIRNOV:

A vakolómunkák gépesítése

A most megjelent kiadvány leírja a Szovjetunióban a legjobb vakológépekre kifizetett második országos pályázaton bemutatott gépeket és ismerteti az egyes vállalatok és feltalálók tapasztalatait. A függelék ismerteti a vakolás gépesítésének magyar vonatkozásait, a hazai vakológépek és berendezések szerkezetét, valamint a gépi fröcskölés munkamódszerét. A könyvben foglaltakat kivitelező vállalatok, tervező intézetek és tudományos kutató intézetek mérnökei, műszaki dolgozói, valamint az építőipar művezetői részére írták.

88 oldal

65 ábra

Ára fűzve: 7,50 Ft

EGYEDI—ARATÓ—SEGÝÓ:

Központi fűtés szerelő munka (4. kiadás)

Az első három kiadásban igen rövid idő alatt elfogyott könyv a központi fűtés szerelésével kapcsolatos sokoldalú feladatokat olyképpen ismerteti, ami alkalmas arra, hogy az ezen a területen dolgozó fűszerelő-lakatos, hegesztő és kőműves szakmunkások a szükséges alapismereteket elsajátíthassák, de a szakmai műveletekkel is tisztában legyenek. A könyv részletesen tárgyalja a központi fűtés rendszereit, a különböző kazánokat, fűtőtesteket és ezek szerelvényeit, a munkahelyen elvégzendő feladatokat és az egyes szerelési műveleteket. Részletezi a szerelés utáni munkákat és útmutatást nyújt az átadandó berendezés kipróbálására.

108 oldal

64 ábra

Ára fűzve: 8,50 Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, illetve beszerezhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesbolt: Műszaki Könyvesbolt, Lenin körút 7

„Népszava” Műszaki Könyvesbolt, Lenin körút 17