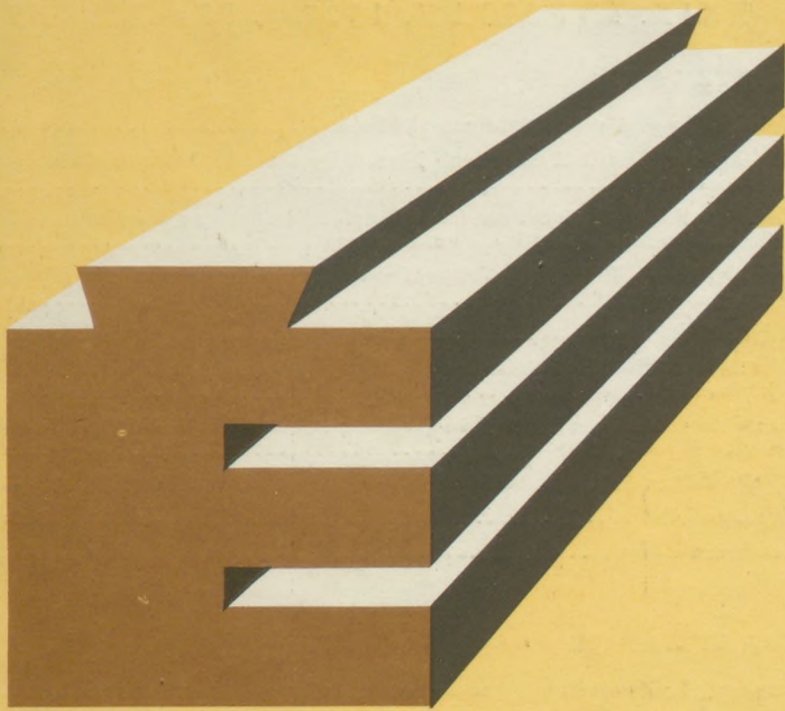


302 9351



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

9

XXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1977. SZEPTEMBER
EPITAA 29 (9) 361—400 (1977)

2

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép- és kő-kavicsipar, a szigetelőanyagok ipara tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztő bizottság

elnök:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

TARTALOM

<i>Talabér József</i> : A szilikátipar energiakérdései	361
<i>Déri Márta</i> : Vizsgálati módszerek jelentősége a szilikáttudományban és a szilikátiparban	368
<i>Kacsalova Lidia—György József</i> : Szerkezeti változások az alumínium-hidroxidban a fizikailag adszorbeált víz eltávolításakor	373
<i>Talabér József—Zakar Pál—Träger Tamás</i> : Bitumen szerkezeti vizsgálatok elektronmikroszkóppal	378
Pályázati felhívás	381
<i>Kiss Róbert—Beidek András</i> : Durvakerámiaipari kamrás műszárító üzemeltetésének javítási lehetőségei	382
<i>Sztankovics László</i> : A kalcinálási körülmények hatása az alumínium-oxid örölhetőségére és zsugorodására	386
<i>Ujhelyi János</i> : Ankét az ÉSZKMI 19—77 számú új betonkészítési irányelvekről ...	394
Egyesületi élet	372, 393
Konferencia hírek	377, 400

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Талабер, Й.</i> : Вопросы энергии в силикатной промышленности	361
<i>Дери, М.</i> : Значение методов испытания в науке о силикатах и силикатной промышленности	368
<i>Качалова, Л.—Дьердь, Й.</i> : Структурные изменения гидроокиси алюминия при удалении физически адсорбированной воды	373
<i>Талабер, Й.—Закар, П.—Трагер, Т.</i> : Исследование структуры битумена с помощью электронного микроскопа	378
<i>Кичини, Р.—Вейдек, А.</i> : Возможности улучшения эксплуатации камерных искусственных сушилок промышленности грубой керамики	382
<i>Станкович, Л.</i> : Влияние условий кальцинирования на размолоспособность и усадку окиси алюминия	386

INHALT

<i>Talabér, József</i> : Energiefragen der Silikatindustrie	361
<i>Déri, Márta</i> : Bedeutung der Untersuchungsverfahren in der Silikatwissenschaft und der Silikatindustrie	368
<i>Kacsalova, Lidia—György, József</i> : Strukturelle Veränderungen im Aluminiumhydroxyd bei der Abscheidung des, auf physikalischem Wege adsorbierten Wassergehaltes	373
<i>Talabér, József—Zakar, Pál—Träger, Tamás</i> : Elektronenmikroskopische Untersuchung der Bitumenstruktur	378
<i>Kiss, Róbert—Beidek, András</i> : Günstigere Betriebsmöglichkeiten grobkeramischer Kammertrockner	382
<i>Sztankovics, László</i> : Auswirkungen der Kalzinierungsbedingungen auf die Mahlbarkeit und Schwindung des Aluminiumoxydes	386

CONTENTS

<i>Talabér, József</i> : Energy Problems of Silicate Industry	361
<i>Déri, Márta</i> : The Importance of Test Methods in the Silicate Science and Industry ..	368
<i>Kacsalova, Lidia—György, József</i> : Structural Changes in the Aluminium-hydroxide during Removal of the Physically Adsorbed Water	373
<i>Talabér, József—Zakar, Pál—Träger, Tamás</i> : Electron Microscopic Examinations of Bitumen Structure	378
<i>Kiss, Róbert—Beidek, András</i> : Possibilities for Improving the Operation of a Chamber Dryer for Heavy Clay Products	382
<i>Sztankovics, László</i> : Influence of Calcination Circumstances on Grinding and Shrinkage Characteristics of Alumina	386

XII. SZILIKÁTIPARI ÉS SZILIKÁTTUDOMÁNYI KONFERENCIA

Budapest, 1977. június 6–11.



A szilikátipar energiakérdései

TALABÉR JÓZSEF

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet,
Budapest

Az energiával való takarékoskodás kérdései mindig nagy jelentőségűek voltak azokban az iparágakban, amelyek a termékek előállításához nagymennyiségű energiát használtak fel.

A gyorsuló ipari fejlődés természetes velejárója volt az energiafelhasználás még gyorsabb és még nagyobbarányú növekedése.

A 70-es években megváltozott energiahelyzet függvényében azonban a korábban érvényes és általánosan elfogadott alapelvek is megváltoztak, vagy átalakulóban vannak.

Még nem is olyan régen a gazdasági fejlettség legmegbízhatóbb mérőszáma volt az energiafelhasználás színvonala.

Ma a gazdasági növekedést a minimális energetikai ráfordítással kell biztosítani, a fajlagos energiafelhasználás erőteljes csökkentésével.

Az általános tendenciát az energia kérdésekkel legátfogóbban foglalkozó Energia Világkonferenciák analízisei mutatják (1.) A 7. moszkvai (1968), a 8. bukaresti (1971) világkonferencián a világ népességének energiaellátása, a felhasználás és a források egyenlőtlen eloszlása, a szükségletek előrejelzése, az energiaszerkezet távlati alakulása állt az érdeklődés homlokterében.

A 9. detroiti világkonferencia (1974) az energiaszükségletek kielégítésével kapcsolatos gazdasági és környezeti hatások vizsgálatát tűzte zászlajára. Ennek a konferenciának az alapvető megállapítása, hogy nem „energiaválságról” van szó, nem olajhiányról, nem a közelkeleti konfliktus gazdasági követelményeiről. Az energiahordozók, – ha nem is korlátlanul – de rendelkezésre állnak. „Az olcsó energiahordozók korszaka azonban visszavonhatatlanul elmúlt. Az országok energiapolitikáját, az energetikai fejlődés lehetséges útjait ennek tudomásulvételével kell megválasztani.” (2)

A detroiti világkonferencia arra is rámutatott, hogy a világon energia pazarlás folyik, és az energiafelhasználás várható növekedési ütemét mérsékelni kell. A fejlesztéseket pedig az energetikai megfontolások szerint kell rangsorolni.

A 10. isztambuli világkonferencián (1977) pedig a meglévő energiaforrások gazdaságos felhasználásának kérdéseit fogják elsősorban megvitatni.

Itt a tudományos-technikai forradalom és az energetika kapcsolatának lesz döntő jelentősége. Konkrétebben pedig a kutatás és fejlesztés, az emberi intellektus, valamint a gazdasági és politikai tényezők kölcsönhatásának megvilágítása adja meg az energia politika alapjait, melynek néhány fontosabb hazai és külföldi célkitűzése:

- *Törekvések* az energiaellátásban a drága, import kőolajforrásoktól való függetlenítésre,
- a hazai energiaforrások nagyobb arányú hasznosítására,
- a másodlagos, többnyire helyi jelentőségű energiaforrások fokozottabb kihasználására,
- az energiaforrások hatékonyabb célokra való igénybevétele,
- a kevésbé energiaigényes technológiák, szerkezeti anyagok alkalmazásán nyugvó iparfejlesztésre,
- az energiahordozókkal való nagyobb fokú takarékoskodásra,
- az energiaellátás költségeinek növekedése mellett sem biztosítható az energiatakarékosság területén a vállalati és népgazdasági érdekek összhangja. Éppen ezért az állami akarat fokozottabb érvényesülése elkerülhetetlen lesz.

Ezek természetesen csak általános szempontok. Ami a legdöntőbb, belőlük látható, nálunk éppúgy, mint külföldön, hogy nem „divat” az energiával való szüntelen foglalkozás, hanem alapvető műszaki és gazdasági követelmény. A tennivalók és intézkedések szakadatlan láncolata adja meg az energiapolitika alapjait, melynek fentieknek megfelelően a különféle technológiák adta lehetőségekre, az egyes országokban rendelkezésre álló energiakészletekre és az egyes országok gazdasági és ipari struktúrájára kell felépülni.

Az elmondottak nagyjából egyformán érvényesek az energiatermelés és felhasználás oldaláról.

Azért olyan fontos műszaki, tudományos és gazdasági feladatunk a közeli és a távolabbi jövőben egyaránt az energiagazdálkodás, mert rendkívül szoros kapcsolat van az energiagazdálkodás és a gazdaságpolitika között. Az energiagazdaság részére a gazdaságpolitikai döntések adnak kiinduló alapot és ezek határozzák meg a fogyasztói oldal magatartását is.

Az általános tendenciák mellett, a most már közelebbi tennivalókat, a kormányzati szervek a következőkben foglalmazták meg (3)

- Az energiafogyasztásnak az elmúlt évek évi 4–5% növekedését 3,0–3,5% körüli értékre kell csökkenteni.
- Csökkenteni az energiapazarlást, növelni az energiatermelés, átalakítás, szállítás és felhasználás hatásfokát.
- Új, jó hatásfokú berendezéseket kell megvalósítani.
- Az épületek hőszükségét jelentős mértékben kell csökkenteni.
- Az energiatakarékoskodást adminisztratív intézkedésekkel is elő kell mozdítani.
- Csökkenteni kell a szénhidrogének, elsősorban a kőolajtermékek részarányát.
- Minden eszközzel növelni kell a saját energiakészletek feltárását, és kihasználását, köztük elsősorban a szénfelhasználás fokozását.

Látható, hogy a hazai problémák egybevágóak a világtendenciákkal. Az is látható ebből a felsorolásból, hogy a tennivalók a szilikátiparra is érvényesek.

A szilikátipar az egyik legenergiaigényesebb iparág. Súlyos és jelentősége az egyes országokban természetesen más és más, mégis ez a nagy energiafogyasztás kényszerítette az ipart és a berendezéseket gyártó cégeket az egyes iparágak technológiai igényeinek legmegfelelőbb, korszerű energiahordozók alkalmazására és korszerű berendezések gyártására, ill. beszerzésére. Így a ned-

ves eljárású klinkerégetés helyett, a lebegtető hőcserélős égetőrendszer alkalmazása, az alagútke-mencék technológiai kiépítése az elavult kör, vagy kerek-kemencék helyett, a kerámiaiparban és a korszerű tüzelőanyagokra, földgázra, olajra való átállás az üvegiparban és jóformán az egész szilikátiparban.

Joggal merül fel a kérdés, hogy a szilikátipari technológiák egymástól erősen eltérő jellege ellenére energiafelhasználás szempontjából van-e a szilikátiparnak közös jellemvonása.

A szilikátipar különféle kemencetípusai között lényeges különbségek vannak rendeltetésüknek, felépítésüknek, fűtési módjuknak megfelelően.

Van azonban egy lényeges elem, amely közös jellemvonása a szilikátipari technológiáknak: az égetés, vagy az olvasztás magas hőfokszinten zajlik le.

A legenergiaigényesebb cementipari kemencék tűzterében 1800–1900 °C láng hőmérséklet uralkodik. A rendkívül erős hő-, mechanikai és kémiai igénybevételt szenvedő tűzálló bélés tartóssága, a cementipari kemencék jó kihasználása és hógazdasága szempontjából a legdöntőbb tényező.

Hasonló, igen nagy hő- és mechanikai, vagy kémiai igénybevétele van az üvegipari olvasztó-kemencék különleges tűzállóanyagának, vagy a kerámiai kemencéknek.

Az elektromos energia és a tüzelő anyagok kémiai energiája nagymértékben konvertálható és az ezzel való takarékoság a különböző előkészítő berendezésekben (őrlés, aprítás, szállítás) azonos előjellel veendő figyelembe.

A magas égetési, illetve olvasztási hőmérséklet feltétlenül megköveteli a jóminőségű, nagy fűtőértékű tüzelőanyagok alkalmazását. A termékminőség, az egyenletesség, a technológia fejlesztése (automatizálás) mind ebbe az irányba hatnak.

Részleteiben vizsgálva a kérdést:

A *cementiparban* az energiagazdálkodás igazán akkor kezdődött, amikor a kisteljesítményű, rendkívül rossz fajlagos hőfogyasztással működő, nedves eljárással dolgozó kemencék helyett, a korszerű, nagyteljesítményű, energiatakarékos kemencék (száraz eljárás) alkalmazása kezdődött.

A tüzelőanyag általában földgáz, vagy pakura.

A hógazdálkodás szempontjából ezeknek a kemencéknek jellemző vonása, hogy a típustól, a rendszertől és a teljesítménytől majdnem függetlenül, fajlagos hőfelhasználásuk közel azonos, 760–800 kcal/kg klinker. Szinte azonos ez az érték ezekre a kemencékre bárhol a világon.

A hazai beruházásoknál alkalmazott kemence-típusoknál jóval nagyobb teljesítményű égetőberendezések dolgoznak sok országban. Ma már általánosan ismertek a 3000 t/nap teljesítményű kemencék, sőt ismerünk 4000–5000 t/nap teljesítményű, sőt ennél nagyobb kemencéket is.

Érdekes, de természetes, hogy ezek a nagyteljesítményű kemencék nem dolgoznak jobb termikus hatásfokkal, mint a közepesnek számított magyar kemencék.

Ma már semmi kétség nem fér ahhoz, hogy a fejlesztésnek a magyar cementipar által is választott útja, nevezetesen a száraz eljárással dolgozó nagyteljesítményű égetőberendezések kiválasztása helyes volt, egybeesett a világ cementipara fejlődésével, de egybeesett az energiagazdálkodás általános érdekeivel is.

A cementiparnak, az egész világon tapasztalható óriási fejlődését vizsgálva a teljesítmények és méretek hihetetlen növekedését kell megállapítanunk. A kemence és a hőcserélő ciklonok mérete növelésének határt szab az átmérő növekedésével rohamosan romló időkihasználás (béléstartósság).

A nagy világcégek ezt a problémát az előkalcinálással gondolják megoldani. A kérdés műszaki vonatkozásait elhagyva megállapítható, hogy a cementgyártási technológia leghőigényesebb folyamatába, a kalcinálásba avatkoztunk be döntő módon, logikusan követve a technológiai rész-folyamatok egymástól határozottan elválasztható hő- és hőfok igényét.

Az előkalcináló hőszükségletének biztosítására a 900 °C körüli hőszint gyengébb minőségű tüzelőanyagok alkalmazásával is fenntartható, és értékesíteni lehet a klinkerhűtők eddig fel nem használt melegmennyiségét is. Azzal pedig, hogy a klinkerégetéshez felhasznált energiának mintegy a felét az előkalcináló berendezésben használják fel (85–90%-os kalcináció mellett) a forgókemence részben csak a klinker zsugorítását kell elvégezni. A kemence mérete így jelentősen csökken, üzemeltetése egyszerűbbé, homogénebbé vált és nagyobb béléstartósság érhető el.

Így fejlesztették ki már a 2000–8000 t/nap teljesítményig, 760–780 kcal/kg fajlagos hőfogyasztással dolgozó kemencéket. Nyilvánvaló, hogy ezzel a rendszerrel a jövőben számolni kell.

A szerkezeti kérdések megoldása mellett, energiagazdálkodási szempontból érdekes az alacsony és magas fűtőértékű tüzelőanyagok felhasználásának a lehetősége. Mivel szénből világszerte nagyobb készletek állnak rendelkezésre, mint szénhidrogénekből, a figyelem természetesen újból a

széntüzelés felé fordult, felvetve a kétféle tüzelőanyag alkalmazásának kérdését, annak minden problémájával együtt (egyenletesség, kéntartalom, környezetvédelem, beruházási kérdések stb.)

Energiagazdálkodási szempontból vizsgálva a korszerű száraz eljárással dolgozó kemencék hőmérsékét (4) kevés lehetőségünk van a javításra. Optimális esetben elérhetünk 700 kcal/kg klinker fajlagos hőfogyasztást, ami kb. 60%-os termikus hatásfoknak felel meg.

Mégis igen sok lehetőségünk és tennivalónk van még ezen a téren. Rá kell mutatnunk ugyanis néhány kérdésre, amelyek látszólag technikai részletkérdések, vagy technológiai problémák, mégis az energiatakarékosság döntő tényezői.

Ezek között legelőször az üzemmenet stabilizálására, az üzemidő jó kihasználására kell rámutatni. Minden kemenceállás nemcsak termelőkiesésben jelentkezik, hanem tízmillió kalória nagyságrendű energiavesztésben. Minden leállás ezen kívül a falazat rongálódáson keresztül magában hordja az újabb leállás veszélyét is.

Ezzel összefüggő másik legfontosabb terület, a tűzállóanyagok illetve a tűzálló falazatok területe.

A kemencerendszer (hőcserélő, kemence, hűtő) tűzálló anyagait a mindenkor fennálló igénybevételnek megfelelően kell megválasztani. A tűzállóanyagok nem megfelelő minősége (nyomószilárdság, porozitás, kémiai összetétel, terhelés alatti lágyulás, méretpontosság stb.) a beépítés módja, döntő a falazat stabilitása és a kemenceüzem biztonsága szempontjából.

A cementgyártás kémiai technológiájának legalapvetőbb kérdése a nyersanyagok kémiai összetételének feltétlen betartása. A nyersanyagok összetételének szükségszerű korrigálása, olvadáspont csökkentő anyagok, mineralizátorok alkalmazása, és természetesen a homogenizálás tartoznak ebbe a kérdéskomplexumba, de itt említhetjük meg a nyersanyagok őrlési finomságát is. Valamennyi tényező az energiagazdálkodás eszköze is.

Sok egyéb tényező mellett az üzemmenet biztonságát szolgálja az automatizálás is. A folyamatszabályozásnak ezért lesz egyre nagyobb szerepe, mert az egész gyártási folyamatot vezérli, a nagy energiaigényű termelőberendezések jó kihasználásán, az egyenletes minőségű termékek folyamatos gyártásán keresztül az optimális energiafelhasználást is szolgálja.

Hasonló a helyzet az őrlésnél is, a cementgyártás második legnagyobb energiafogyasztójánál. Az energiagazdálkodás lényege a malom egyenletes adagolása, a megfelelő szemnagyságú nyers-

anyagok biztosítása, (előtörés) az őrlőtestek szerkezetének optimális beállítása és optimális utántöltése.

Lényegében tehát itt is az üzemmenet egyenletessége és stabilitása a jó energiagazdálkodás egyik előfeltétele.

A cementipari őrlőberendezések az elmúlt években hihetetlenül sokat fejlődtek konstrukcióban éppúgy, mint teljesítményben. Ugyanakkor az aprításra fordított fajlagos energiafelhasználás szintje gyakorlatilag azonos a 20–30 évvel ezelőtti értékekkel. Mindez előtérbe helyezi a meglévő őrlőberendezések fajlagos energiafogyasztásának csökkentését, valamint új, gazdaságosabb őrlőberendezések kidolgozására irányuló kutatótervező munka meggyorsítását.

A sok tennivalóból csak néhányat említünk meg:

A korszerű cementgyártási technológiában a nyersanyag és a klinker őrlése szabadon eső őrlőtestek által kiváltott ütő-nyomó- és dörzsölőerők hatására történik. Jelenlegi berendezéseinkben végbemenő őrlési folyamatot azonban, nem tekinthetjük optimálisnak, sem az igénybevétel jellege, sem pedig ezen erőhatások energiája és hatásai gyakorisága tekintetében.

A golyósmalom további hátránya, hogy finomőrlemények előállítása esetén igen kedvező feltételeket biztosít az aggregáció és az agglomeráció fellépéséhez. Mindkét jelenség energia-túladagolás következménye és fellépésével csökken a malom teljesítménye és növekszik a fajlagos energiafogyasztás.

A megoldás, amely egyben az őrlésre fordított energiának jelentős megtakarítását is jelenti, a fizikai-kémiai módszerek alkalmazása az őrlés intenzifikálása céljából, adszorpciós aktív közeg létrehozásával a malomban, illetve a szélosztályozóban, felület-aktív anyagok segítségével.

Megfelelő minőségű és mennyiségű felületaktív anyaggal az őrlemény finomságától függően 20%-ot is meghaladó energiamegtakarítás érhető el (5).

Az utóbbi években előtérbe került az őrlendőanyagok tulajdonságai hatásának vizsgálata az őrlési folyamatok alakulására. Keménység, szilárdság, porozitás pórus eloszlás, aggregációra, illetve agglomerációra való hajlam.

Olyan módszereket dolgoztak ki, amelyek a malom töltetének számításánál, a malomadagolás beállításánál, a szélosztályozóba feladott őrlemény optimális finomságának megállapításánál figyelembe veszik az őrlendőanyag fenti tulajdonságait és ezeknek az őrlés során bekövetkező változását.

További feladatunk ezen módszereknek mielőbbi ipari bevezetése.

Messze vezetne az őrlőberendezések konstrukciós kérdéseivel foglalkozni. Csak jelezni tartom szükségesnek, hogy a cementipari berendezések fejlődése során a malmok elmaradtak a kemencéktől.

Érdekes változást hoznak a nyersőrlés területén a görgős rendszerű (pl. Lösche) malmok, amelyek ugyan sem elvileg, sem gyakorlatilag nem új berendezések, mégis a megfelelő szerkezeti kialakítással a kitűnő minőségű szerkezeti anyagok megválasztásával, kis helyigényükkel kedvező fajlagos energia fogyasztással az energetikailag legkedvezőbb malmok közé tartoznak, amelyekkel a jövőben számolni kell.

A távolabbi jövőben az őrlési technika fejlesztésében két alapvető irányzat figyelhető meg:

- Olyan eljárások és konstrukciók kifejlesztése, amelyek a mechanikus őrlőelemek erőhatásainak sebesség- és intenzitásnövelésén alapulnak. Ilyenek a centrifugál-, rezgő-, nagysebességű verőhatáson alapuló berendezések. Ezekben az őrlés sebessége többszöröse a jelenlegieknek.
- A másik irányzat a nagynyomású és magas hőmérsékletű gázok, illetve gőzök energiájának felhasználásán alapszik, mert ezek segítségével gyorsítják fel az őrlendő anyagszemcséket nagy sebességre. Ez az elv a sugármalmoknál nyer alkalmazást.

A ma még kezdetleges szakaszban levő kísérletek rendkívül érdekesek lehetnek a gyakorlatban is, mert az őrlési alapelv felhasználásával az őrlésre fordított energia jelentős mértékben csökkenthető.

Jelentős energiafogyasztó a *mészipar is*. 1 kg CaO égetéséhez szükséges elméleti hőigény 760 kcal, a szükséges hőszint 950–1250 °C.

A meglévő berendezéseknél az égetés fajlagos energiafogyasztása jelentősen nem javítható. Ami lehetőségünk ezen a téren fennáll, az elég korlátozott. A feladott mézskő szemnagysága egyetlen letességgel, a folyamatos üzem biztosításával lehetőségeink jóformán ki is merültek.

További javítás alapvetően csak az égetőberendezések teljes átépítésével, vagy korszerű berendezések építésével lehetséges.

A jövő útját keresve az ismert lehetőségek között választhatunk.

Az apró-mézskő felhasználásra való törekvés, valamint az egyetlen égetés elérése érdekében egyes országokban a forgókemencés, vagy a Lepol

kemencés égetést alkalmazzák. Az 500–800 t/nap teljesítményű kemencék fajlagos hőszükséglete azonban alig csökkenthető 1200–1300 kcal/kg méz érték alá. Ha ehhez hozzávesszük a rendkívül nagy beruházási költségeket is, akkor nyilvánvaló, hogy ez az út a jövőben alig lesz járható.

Energetikailag leggazdaságosabbak a mézégető aknakemencék. A különböző cégek számtalan kemencetípusa közül hazai viszonyainkra legkedvezőbbnek látszik az egyenáramú regeneratív kemence (Maerz típus), amely olaj és gáztüzelésre egyaránt üzemeltethető. Két- vagy háromaknás kivitelben szállítják ezeket az égetőberendezéseket, aknánként 100–250 t/nap teljesítménnyel, 900–1000 kcal/kg égetett méz fajlagos hőfelhasználással. A magyar mészipar jövő fejlődésénél ezekkel a kemencékkel számolni lehet.

A koksztüzelésű aknakemencék kedvező hőfelhasználással dolgoznak. Nagy elterjedésük miatt és mert ezeket az utóbbi időkben teljesen automatizálták még hosszabb ideig fennmaradnak ott, ahol a koksztüzelőanyag rendelkezésre áll.

Érdeklődésre tarthat számot, egészen apró szemnagyságú méz előállításánál a brünni VUSH által kidolgozott lebegtető hőcseréléses elven működő eljárás, amely azonban kedvezőtlenebb összenergia mérlege miatt elmarad az előbbiektől.

A közeljövő mézégető kemencéi csak nagy teljesítményű, automatikus, 900–950 kcal/kg égetett méz fajlagos hőfogyasztással dolgozó kemencék lehetnek.

A *tégla- és cserépipar* jelentős energiafogyasztása két nagy hőenergiaigényű szakaszból, a szárításból és az égetésből adódik össze. Az égetett késztermékre vonatkoztatott összes fajlagos hőfelhasználás 400–800 kcal/kg között van (6, 7), amely közel 50–50%-os arányban oszlik meg a szárítás és az égetés között.

A szárítás hőenergia-szükségletét elsősorban a szárítandó nyersgyártmány nedvességtartalma határozza meg.

A *szakaszos* üzemű kamrás műszárítók automatikus szabályozással, kedvező fajlagos hőfelhasználással dolgoznak. A szárítandó áru tulajdonságainak legjobban megfelelő üzemi viszonyokat előírt program szerint, automatikusan szabályozzák.

A *folyamatos* üzemű szárítók anyagmozgatása könnyebben gépesíthető és jobban automatizálható, mint a szakaszos műszárítók. Fajlagos hőfelhasználásuk ugyancsak kedvezőbb (860–900 kcal/kg víz).



A gyorszáritók jellemzője, hogy a hagyományos száritók 30–70 órás száritási idejével szemben 1–6 óra alatt száritják meg a durvakerámiai termékeket. Főleg nagy üregtérfogatú, vékonyfalú áruk száritására alkalmazzák gazdaságosan. Fajlagos hőszükséglete azonos a folyamatos üzemi száritóval.

A száritás alapvető követelménye, hogy a száritó valamennyi pontján azonos legyen a száradási sebesség. Egyenlőtlen áramlási viszonyok egyenlőtlen száradást okoznak, az árunak a szükségesnél hosszabb ideig kell a száritóban tartózkodnia. Ez pedig a hő és az elektromos energia felhasználást növeli.

A durvakerámiaipar korszerű *égetőberendezése* ma már kizárólag az alagútkemence.

Az alagútkemencére feladott nyersáru nedveségtartalma kémiai és ásványtani összetételének állandósága elengedhetetlenül szükséges a gazdaságos üzemmenet biztosításához. Ezek betartása mellett lehet a kemencével és a tüzeléssel az ideális hőgörbét követni és minimális hőfelhasználást elérni.

Jelentősek az alagútkemence veszteségei, mind a felületi, mind a füstgáz veszteségek.

A felületi veszteségeket megfelelő hőszigeteléssel kell javítani. A füstgázveszteségek csökkentésére több lehetőség van. Egyik megoldása a füstgáz recirkuláltatása. A másik megoldás a füstgáz mennyiség minimális szinten való tartása mellett annak száritásra való felhasználása az egészségügyi feltételek maximális betartása mellett.

A fejlődés iránya, amely az energiatakarékos-sággal is egybevághat, az áru térfogat súlyának további csökkentése (vázkerámia) a szilárdság növelése mellett. Ezt valószínűleg több komponensű nyersanyagból a finomkerámiai technológiához közeledő módszerekkel lehet elérni. (Szárítási eljárás)

A *finomkerámiaipar* nagy hőigényű folyamata szintén a száritás és az égetés. A száritóberendezések a gyártandó áru tulajdonságai miatt igen különbözők. Ma még sok helyen a finomkerámiaiparban is hasznosítják a kemencék fáradt melegét.

A finomkerámiai termékek azonban rendkívül igényesek az égetés feltételeit illetően.

A legfontosabb igények: Pontosan beállítható hőszintgörbe tartása a kemence teljes hosszában és keresztmetszetben. Rugalmas hőfokszabályozás. Szabályozható kemenceatmoszféra.

Magának a kemencének a hőgazdálkodását az alapkönstrukción kívül sok tényező befolyásolja.

Jelentős hőveszteség tétel a kemence égetőzónájának felületi vesztesége. A kemence falzatának és szigetelésének kialakításánál ezt a minimálisra kell csökkenteni.

Kívánatos, hogy az égetőszakaszban történő hőbetáplálás több kisteljesítményű, jó hőkezelést biztosító égőn át történjék, mert ez elősegíti az égetőszakaszban az egyenletes hőmérséklet eloszlást. A tüzelés így könnyen, gyorsan és jól szabályozható, a kemence falazata egyszerű szerkezeti megoldású lehet.

Az energiagazdálkodás másik fontos főiránya kívül esik a kemencén. A gondosan megválogatott nyersanyagok alkalmazásával, pontos technológiai előkészítéssel (örlés, formázás, szárítás) a selejtképződés okainak kiküszöbölésével jóminőségű égetési segédeszközökkel lehet közvetett úton az energiagazdálkodást szolgálni. Ebbe az irányba hatnak azok a törekvések is, amelyek az egész gyártási technológia átformálását kívánják meg.

Ennek legfontosabb elemei: az olvasztó komponensek és a kvarchomok száraz örlése, központi örlő és massa előkészítő üzemek létesítése. A plasztikus anyagoknál a porlasztószárítók és az azt követő intenzív keverők alkalmazása, az öntési technológia és korongozási módszerek felváltása izosztatikus, illetve hidraulikus présekkel, gyors szárítás és égetés, ahol lehet az egyszeres égetés és mindezek eredményeképpen a teljes automatizált gyártósorok kialakítása, amelyek a munkaerővel és az energiával való maximális takarékoskodást is jelentik.

Az *üvegyártás* energia fogyasztó folyamatai: a nyersanyagok szárítása, a keverék olvasztása magas hőfokon és a kidolgozás, valamint a gyártott áru átkristályosító hűtése.

A nyersanyagok szárítása viszonylag kevés hőenergiával oldható meg. A jövő azonban a központi előkészítő műveké.

Az üveg olvasztása igényli a legnagyobb energiát. A jelenlegi nagy fejlődés mellett az elméleti olvasztási hőszükséglet 4–6-szorosát használjuk fel kemencéinknél. A mérleget kettős módszerrel lehet javítani. Növelni kell a kemencék olvasztási teljesítményét. A többszörös teljesítmény mellett a falazati hővesztés nem nő arányosan. A teljesítmény eléréséhez növelni kell a lánghőmérsékletet is. Ezek egyaránt, természetesen jobb minőségű tűzállóanyagot követelnek.

A legnagyobb veszteségtétel a kemencék falazati és sugárzási sebessége. Anélkül, hogy a kemencék alapvető konstrukcióján változtatnánk, kisebb módosításokkal, de a teljes hőszigeteléssel el lehet érni az 1200–1400 kcal/kg üveg fajlagos értékét.

További javulást az elektromos pótfűtéssel lehet elérni. Ezzel a kemencék teljesítményét 40–80%-kal is meg lehet növelni. Az elektromos pótfűtés emellett a kemence teljesítményének rugalmas változtatását is lehetővé teszi.

Az üveg utólagos hőkezelésének fajlagos hőszükséglete az olvasztás és kidolgozás után a legjelentősebb tétel az üvegyártás energia mérlegében. Ennek értékét sugárzó égőkkel, a hűtőszalagok hőátadási viszonyainak javításával (légcirkulációs hűtők) jó hőszigeteléssel lehet és kell tovább csökkenteni.

lagok hőátadási viszonyainak javításával (légcirkulációs hűtők) jó hőszigeteléssel lehet és kell tovább csökkenteni.

A kemence konstrukció fejlesztését is szükséges napirendre tűzni. Erre annál inkább is lehetőség van, mert a kemencéket 2–3 évenként át kell építeni. Vizsgálni kell az olvasztási technológia lényegét képző fizikai és kémiai folyamatokat, a nyersanyagok granulálása, tömörítése kérdését a felületaktív anyagok felhasználását és sok más tényezőt. (9) E mellett, mint legegyszerűbb intenzifikálást meg kell említeni az égési levegő oxigénes dúsítását is. És végül reális közelségbe került a tiszta elektromos olvasztó berendezés a kedvező termikus hatásfoka és tiszta üzeme miatt.

Még vázlatosan sem lenne teljes a kép, ha a gyártói oldal mellett nem érintenénk a felhasználási oldal energiaproblémáit, ahol a hőenergia megtartása a legfontosabb tevékenység.

A kérdés ilyen vizsgálata azonban már az építőipar területére esik.

Itt csak annyit, hogy az épületek fokozott hőszigetelésével nagymennyiségű energia takarítható meg.

Ennek biztosítását kell megteremteni egyrészt a szigetelőanyagok oldaláról. Mennyiségi és minőségi kérdések kerülnek ezzel kapcsolatban előtérbe. A felsőszintű energiapolitikában pedig azaz, hogy az energiamegtakarító intézkedéseket az újabb energiaforrások megnyitását szolgáló intézkedésekkel *azonos rangra kell emelni*.

I R O D A L O M

- [1] *Rác Dániel és Pogány László*: Az energiapolitika alakulása az energiaválság után a világon és hazánkban. Fizikai Szemle 1977. 1. sz. 21–25. o.
- [2] *Szili Géza*: Új utakon a világ energiagazdálkodása. Energia és Atomtechnika. 1975. 6. szám
- [3] *Szili Géza*: Energiagazdálkodás, energiatakarékosság. Energiagazdálkodás 1976. 2. sz. 49–54. o.
- [4] *Walter H. Duda*: Cement Data-Book 328–329. o.
- [5] *Opoczky Ludmilla*: Szóbeli közlések
- [6] *Csizi Béla*: A hőenergia-takarékosság kérdései a téglas és Cserépiparban. Energiagazdálkodás. 1976. 5. sz.
- [7] *Talabér József*: A szilikátipar energetikai szempontból. Építésügyi Szemle, 1976. 3. sz. 74–80. o.
- [8] *Makoldi Mihály*: Az alagútkecemencék jobb energiategnologiai működése a kerámiaiparban. Energiagazdálkodás 1976. 1. sz. 11–14. o.
- [9] *Dr. Bocsi Imréné*: A hatékonyabb energiafelhasználás lehetőségének vizsgálata a szilárd fázisú üvegyersanyagkeverék olvadék fázisa alakítása során. SzIKKTI kutatási jelentés: 2–60/76., 1976.

Талабер, Й.: Вопросы энергии в силикатной промышленности

Talabér József: Energiefragen der Silikatindustrie

Talabér, József: Energy Problems of Silicate Industry

Vizsgálati módszerek jelentősége a szilikáttudományban és a szilikátiparban

DÉRI MÁRTA

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

A szilikátkémiai kutatások majdnem teljes egészében a szilárdtestfizika és szilárdtestkémia problémakörébe tartoznak. Az utóbbi években elért eredmények e két tudományterület fejlődésének köszönhetőek, elsősorban annak, hogy új mérőmódszerek bevezetése a szilárd testek szerkezetének, a szilárd fázisban lejátszódó fizikai és kémiai reakciók kinetikájának, a keletkezett termékek mivoltának jobb megismerését tette lehetővé.

Paquin (1962) hasonlata tűzálló anyagokra és azoknak nagy hőmérsékleten való alkalmazására vonatkozik, de nagyon hasonló a helyzet bármely anyagi tulajdonság meghatározhatóságának és az ipari alkalmazás lehetőségének egymáshoz való kapcsolódásában.

Az emberiség fejlődése során mindig megnyilvánult az a törekvés, hogy a „tűzet birtokolja”. Az ősember egyre nagyobb hőmérsékleteket kívánt előállítani és minél több olyan anyagot, amely az előállított hőmérsékleteknek ellenáll. Hasonló ez ahhoz a törekvéshez, hogy az idők folyamán egyre erősebb, átható erejű dárdákat és ezeknek ellenálló minél erősebb páncélokat akartak készíteni.

Az ősember számára az ezelőtt mintegy harmincezer évvel megalkotott első fazék és téglá, amely 1000 °C-os hőmérséklet körüli értékeket bír ki, tűzálló anyagnak számított.

Wedgwood 200 évvel ezelőtt még (Astbury 1961) „mérhetetlen hő”-nek nevezte azt a maximálisan 1400 °C-t, ami az akkor még újnak számító porcelánszerű termékek előállításához szükséges volt.

Letort (1961) visszaemlékezéseiben megemlíti, hogy mint kezdő mérnök (ma már mintegy 60 éve) olyan tűzállóanyag-előírásokkal és átvételi követelményekkel találkozott, amelyek akkor természetesenek tűntek előtte, de mai tudásával

visszagondolva rájuk, „borzadállyal töltik el”. Egy nagy vasúti társaság, szénrel fűtött mozdonyai számára 1900 °C-ot tűrő tűzálló anyagot rendelt. Az átvételi feltételek a következők voltak: Egy acélgyárban 3 téglát betettek egy kemencébe, „hogy milyenbe, azt senki sem tudta”. Egy óra eltelte után a téglákat kiemelték, és hideg vízbe dobták. Ha azok eltörték, a szállítmányt nem vették át. 1900 °C-ot akkor senki sem tudott előállítani és senki sem tudott mérni. Ennek megfelelően az együttélés a gyártó és felhasználó vállalatok között nyugodalmas és békés volt.

A fiatal Letort meg akarta vizsgálni, hogy tulajdonképpen mi is az, amire vállalata garanciát vállalt. Főnökei beleegyeztek, hogy rendezzen be magának egy kis kísérleti laboratóriumot, amelyben a szükséges vizsgálatokat elvégezheti. Ebből azonban óriási bonyodalom származott, mert kiderült, hogy a gyártó cég semmilyen készítménye nem bír ki 1900 °C-os hőmérsékletet, viszont ha olyan anyagot állítottak elő, amely ennek a követelménynek megfelelt, az a felhasználó számára nem volt jó. Ez a tény is mutatja, hogy a felhasználó és gyártó cégek között a gyártmány megítélése szempontjából komoly együttműködésre van szükség.

Állandó, intenzív kölcsönhatás van egyrészt a szilikátipari kutatások és technológiai fejlődés, másrészt új mérőmódszerek fejlesztése közt.

Köztudott, hogy a szilikátipar szó gyűjtőnév, több egymástól nagymértékben különböző technológiával dolgozó iparágat foglal össze, és a termék közt számos olyan is van, amelyben szilikát vagy szilícium-dioxid nincsen.

A szilikátiparhoz sorolt iparágak általában a durva- és finomkerámia-, a cement-, az üveg- és a zománcipar. Bár az alkalmazott technológiák nagymértékben különböznek, abban mégis meg-



egyeznek, hogy mindegyik erősen energiaigényes iparág.

Ez az energiaigényesség természetesen a szilikát-kémiai kutatásokra is rányomja bélyegét. Világszerte a szilikátipari kutatásokban a következő tendenciák ismerhetők fel:

- új nyersanyagbázisok feltárása,
- új összetételek keresése,
- a hagyományos termékek minőségének javítása,
- energia-megtakarítás, veszteségek kiküszöbölése,
- gazdaságosabb, hatékonyabb technológiák kidolgozása.

A felsorolt iparágakban ezeket a célkitűzéseket egymástól eltérő módon kell megvalósítani a kívánt termék előírt tulajdonságainak, a gyártáskor végbemenő reakcióknak megfelelően. Az alkalmazott technológiai folyamatban bekövetkező fizikai és kémiai folyamatok megismerése a döntő a cél megvalósítása érdekében, a változások ismerete pedig lehetővé teszi a kellő időben történő beavatkozást. Így érthető, hogy egyre nagyobb az igény új, eddig még nem feltárt tulajdonságok megismerése iránt. Ennek az igénynek teljesítésére alakulnak ki az új mérőműszerek, melyek az anyagszerkezet minél jobb feltárását, a legkülönbözőbb anyagi tulajdonságok minél pontosabb meghatározását, a kémiai reakciók kinetikájának minél alaposabb megismerését teszik lehetővé. Különösen fontos, hogy a modern mérőműszerek mind ezeken felül a technológiai reakciókba való beavatkozásra is módot adnak, segítségükkel valósítható meg az automatizálás, a folyamatszabályozás is.

A szilikátkutatásban és a szilikátiparban felhasznált mérőműszerek mindegyikét felsorolni

képtelenség egyetlen előadás keretében, inkább a segítségükkel elért legfontosabb tudományos és ipari eredményeket próbálom meg röviden összefoglalni.

A *cementiparban* a fajlagos energiafelhasználás csökkentése mellett az állandó minőség biztosítása a fő törekvés. A minőség állandóságának biztosítása és meghatározott célra készülő cementfélések előállítása a nyers cementliszt, valamint a megkötő és megszilárdult cementek mikroszerkezetének jobb megismerése alapján válik lehetővé.

A cementtudomány gyorsütemű fejlődését a korszerű vizsgálati módszerek bevezetése segítette elő. A hagyományos kémiai elemzésen és szilárdság vizsgálatokon kívül a modern mérőműszerek sokasága áll a cement nyersanyagok, termékek és megszilárdult testek vizsgálatának, anyagi összetételük, mikroszerkezetük megismerésének szolgálatában.

A kémiai elemzést meggyorsítja a termometria (Oelschläger 1975), az atomabszorpciós módszerek (Degré 1973), az elektronmikroszkop (Hornain 1973), és főleg a röntgen-fluoreszcenciás analízis, minek segítségével megvalósítható a cementgyártási nyersanyagok automatikus adagolása (Wickert 1974).

A kristályszerkezet és a textúra meghatározásában már klasszikusnak tekinthetők a cementiparban a fénymikroszkópos módszerek (Chromy 1974); a röntgendiffrakciós (Lachaud 1973) és a termikus elemzések (Takács 1964; Wächtler 1975). A mikroszkópi vizsgálatok hatáskörét kibővítette a számítógéppel kapcsolt, közvetlen numerikus értékelésre alkalmas optikai-elektronikus rendszerek kifejlesztése (Hofmänner 1975). A transzmissziós elektronmikroszkópia nehézkes preparálási technikáját kívánják elkerülni ultravékony

metszetek előállításának módszerével (Javelas, 1974).

A cementkutatásban nagy fejlődést hozott a rászter-elektronmikroszkóp alkalmazása, (Negro 1973; Skalny 1975; Gebauer 1975). Ezen belül pedig a kvalitatív (Diamond 1974) és a kvantitatív (Knudsen 1975) fáziselemzés lehetősége energia-diszperzív analizátor segítségével újabb jelentős lépés.

A cementkémiában is alkalmazzák különböző, jól definiált kérdések tisztázására a termolumineszcencia (Fierens 1974), a röntgenlumineszcencia (Puchner 1974), a Mössbauer spektroszkópia (Tamás 1973), a Laser-sugár gerjesztés (Meric 1973), a mikrohullámú abszorpció (Wittmann 1975) módszereit.

A megszilárdult cement textúrájának jobb tanulmányozása is lehetővé vált az új mérőműszerek segítségével. Különböző adszorptívumokkal végzett vizsgálatok útján nemcsak a fajlagos felületre, hanem a pórusszerkezetre is lehet következtetni. (Skalny 1975, Mikhail 1975).

Az őrléstechnikai vizsgálatoknak közvetlenül ipari hatásuk van. Itt nemcsak az új mérőműszerek, hanem új őrlési segédanyagok alkalmazása hozott ugrásszerű fejlődést. (Őrlési kollokvium 1975).

Az *üveg-kutatók* fő iránya a fajlagos energia felhasználás csökkentése mellett a hagyományos termékek minőségének javítása és új speciális célokat kielégítő üvegtermékek előállítása.

Az üveggel foglalkozó tudományos kutatás túlnyomó többségét speciális célokra felhasználható, új üvegféleségek előállítása és azok műszeres vizsgálata adja. Többkomponensű üvegrendszereket állítanak elő, hogy azokon az üveg szerkezetét jobban tanulmányozhassák. Vizsgálati módszerként termikus analízis (Hruby 1972) elektronspinrezonancia (Paul et al 1974) infravörös spektroszkópia (Kurcsinovszkaja 1974.

Moroszov 1974)
ultraibolya spektroszkópia (Kocisevszki, 1973)
fluoreszcencia-vizsgálatok (Reisfeld 1974. Chrysochoos 1974)
Raman-spektroszkópia (Ray 1975)
elektron-spektroszkópia (Duffy 1975)
dielektromos relaxációs időmérések (Hakim 1973)
mágneses magrezonancia (Scheerer et al. 1973)
neutrondiffrakció (Konnert 1972)
elektron paramágneses rezonancia (Berger 1972)
röntgensugár abszorpció (Sayers 1972)
Mössbauer spektroszkópia (Szeregin et al. 1972)
Ez a felsorolás nem teljes, a szakirodalomban meg-

jelenő közlemények száma óriási, az általam adott hivatkozások csak jellemző példaként szolgálnak.

Ugyanezeknek az új mérőműszereknek a bevezetése tette lehetővé az üvegszálkutatások fellendülését, az előállítás technológiájának gyors fejlesztését. Üvegszálakat szigetelőanyagok alkatrészeként és a laser-távközlési technikában alkalmaznak, mindkét terület fejlesztése világszerte egyre fontosabb lesz. (Knapp 1970; Thomas 1971. 1972. 1973; Donelly 1974; Biélawski 1974.)

Az üvegekutatások más irányában is nagy fejlődés következett be, a korszerű mérőműszerek alkalmazása következtében. Így lehetővé vált a nukleáció kinetikájának vizsgálata, és a kristályosítás menetének tudatos irányítása. (Sesták, J. 1974; MacKenzie et al. 1975.)

Üvegek felületi tulajdonságainak, valamint üvegeken létrehozott, különböző rendeltetésű felületi rétegeknek vizsgálata a felsorolt módszereken kívül Auger-spektroszkópia segítségével történhet. (Goldstein – Carlson 1972; Chappel – Stoddart 1974).

A *kerámiai termékek* mikroszerkezete – anyagi minőségüktől függetlenül – mikrokristályos szövetű, a kristályok vagy közvetlenül érintkeznek egymással, vagy több-kevesebb üvegfázisba vannak beágyazva. A kerámiaiparban elsősorban a mikroszerkezet és a makroszkópos tulajdonságok alakulása közti összefüggések kutatása hozta a legnagyobb tudományos eredményeket, különösen az oxidkerámia, és a híradástechnikai kerámia esetében.

Így elsősorban azok a mérőműszerek terjedtek el, melyek a szöveti struktúráról, valamint a kristályszerkezetről adnak mélyreható ismereteket.

Az egyetlen tiszta oxidból álló rendszerek jó modelleknek bizonyultak a hőkezelés során végbemenő szilárd fázisú folyamatok tanulmányozására. A kutató munka eredményeképpen számos, igen jó monográfia is napvilágot látott, melyben a kerámiai anyagok makroszkópos tulajdonságainak alakulását a kristályszerkezet és a szöveti textúra felépítésével magyarázzák. (Burke 1963; Kingery 1965; Salmang 1968; Budnikov – Ginsztling 1968).

A textúrát a jelenlevő fázisok száma, anyagi minősége, amorf vagy kristályos volta, egymáshoz viszonyított mennyisége, alakja, nagysága, eloszlása és irányítódása szabja meg. Külön fázisként kell tekinteni a – mindig jelenlevő – pórusokat is.

A szöveti szerkezet és a makroszkópos tulajdonságok közötti összefüggéseket elsősorban azok-

ban a kerámiai termékekben igyekeznek feltárni, amelyeket az elektro- a híradás-, a számítógépes technikában, az atomerőművekben és az űrkutatásban alkalmaznak. A vizsgálati módszerek között a már előzőek szerepelnek, esetleg más súlyozással. Nagy fontosságot kap a scanning elektronmikroszkóp (Johari 1974), kiterjedten vizsgálják a dielektromos (Turik et al 1973), a ferromágneses és antiferromágneses, ferrimágneses (Hanke 1972; van Hook 1972; Grange 1974) a ferroelektromos és antiferroelektromos (Szukharevskij et al. 1972; Loiacono 1973), a piezoelektromos (Wilhelm 1975), a félvezető (Wong 1974) tulajdonságoknak alakulását a szöveti szerkezettől függően.

A nagyfeszültségű elektrotechnika szempontjából különös figyelem kíséri a porcelán minőségének változtathatóságát. Egyöntetű az a megállapítás, hogy a szemcseméreteloszlás adja a legjobb porcelán minőséget, mellyel a legkisebb pórustérfogat érhető el. Különösen a nem plasztikus komponensek (kvarc, földpát) szemcseszerkezetének van nagy hatása (Kacsalova 1972; Wendler, 1969; Farkas Ö. 1972)

Újabb kérdéscsoportot képez az a kutatás, amelyet szintén az elektronika fejlődése tesz szükségessé, az integrált áramkörök előállítására. A vékony- és vastagréteg integrált áramkörök gyártási problémái a szakirodalmat erősen foglalkoztatják. A szilikátipart itt különösen az integrált áramkörök hordozóanyagának kérdése érinti, a vékonyréteg áramkörökben a hordozó általában alkáliszegény üveg, a vastagréteg integrált áramkörben pedig tiszta alumínium-oxid kerámia. (Asztalos 1970; Hill 1970; Sztankovics 1970)

Kerámiai rétegeket optikai célokra is készítenek (Peysson 1973) és ezeket az üvegek esetében említett módszerekkel vizsgálják.

Különösen nagy jelentőségű a szöveti szerkezet vizsgálata a csiszolókorongok előállításában. A köszörűszerszámot alkotó fázisok aránya, a kötőanyag és a csiszoló szemcsék közti kötés kialakulása döntő a termékek minősége és élettartama szempontjából. (Peklenik 1960; Moser 1971. 1976)

A modern mérési módszereknek ez a sereg- szemléje nem lehet teljes. Inkább a szilikátiparba sorolt termékek anyagi tulajdonsága oldaláról közelítettem meg a kérdést. Így is nagyon kevés szó esett a mechanikai tulajdonságok, a termofizikai sajátságok meghatározásáról, éppen csak érintettem az elektromos vizsgálatok szükségességét és egyáltalán nem beszéltem a mérési eredményeket befolyásoló külső tényezők pontos jellemzésének problémáiról. Így nem foglalkoztam

a hőmérsékletnek és a nyomásnak mérésével sem. Csupán ennek a két paraméternek meghatározási módszerei külön konferencia anyagát alkothatnák.

Így befejezésül újra hangsúlyozom, hogy egyetlen mérőmódszer sem válthatja meg a tudományos kutatást, azok sokoldalú, párhuzamos, egymás eredményeit kiegészítő alkalmazása vezet csak a szilikátipari termékek biztos megismeréséhez, és ezzel a technológia jobb megértéséhez és fejlesztéséhez.

IRODALOM

- [1] Astbury, N. F. (1961) Trans. Brit. Ceram. Soc. 60, 1.
- [2] Asztalos L. (1970) Híradástechnika 21, 193.
- [3] Berger, R. (1972) Copt. rend. Séano. Acad. Sci. B. 274. 262.
- [4] Bielański, B. (1974) Elektrotechnik 56, Nr. 17. 14; Nr. 18. 16.
- [5] Budnikov – Ginszling: (1968) Szilárd fázisú reakciók. Budapest, Műszaki Kiadó. ford. oroszról.
- [6] Burke, J. E. (1963) Progress in ceramic science. 4. kötet. Oxford, Pergamon Press
- [7] Chappel, R. A. – Stoddart, C. T. H. (1974): Phys. Chem. Glasses 15. 130.
- [8] Chrony, S. (1974): Zement – Kalk – Gips 27, 79.
- [9] Chrysochoos, J. (1974): J. Chem. Phys. 61, 4596.
- [10] Degré, J. P. (1973) Rev. Matériaux No. 682. 15 és No. 685, 33.
- [11] Diamond, S. – Joung, J. F. – Lawrence, L. (1974): Cem. Concr. Res. 4. 899.
- [12] Donnelly, A. F. (1974) Sprechsaal 107. 325.
- [13] Duffy, J. A. (1975) Phys. Chem. Glasses 16. 22.
- [14] Farkas Ö. – Csetényi J. (1972): Építőanyag 24. 369.
- [15] Fierens, P. – Verhaegen, A. – Verhaegen, J. P. (1974) Cem. Concr. Res. 4. 381. 511.
- [16] Gebauer, J. – Harnik, N. I. (1975): Cem. Concr. Res. 5. 163.
- [17] Goldstein, B. – Carlson, De E. (1972): J. Am. Ceram. Soc. 55. 51.
- [18] Grange, P. – Charconset, H. – Gallesot P. – Turlier P. et al. (1974): J. Solid State Chem. 11. 26.
- [19] Hakim, R. M. – Uhlmann, D. R. (1973): Phys. Chem. Glasses 14. 81.
- [20] Hanke, I. (1972): Ber. Deut. Keram. Ges. 49, 295.
- [21] Hill, G. J. (1970): Proc. Brit. Ceram. Soc. No. 18, 247.
- [22] Hofmänner, F. (1975): Zement – Kalk – Gips. 28, 363.
- [23] van Hook, A. (1972): Ceram. Ind. 92, (2) 28 és 92 (3) 30.
- [24] Hornain, H. (1973): Rev. Matériaux No. 680. 4.
- [25] Hruby, A. (1972): Csech. J. Phys. B. 22, 1187.
- [26] Javelas, R. – Maso, J. C. – Ollivier, J. P. (1974): Cem. Concr. Res. 4. 167.
- [27] Johari, O. (1974): Res. Develop 25. 16.
- [28] Kacsalova L. (1972): Építőanyag 24, 368.
- [29] Kacsalova L. – Kolali A. A. (1972): Építőanyag 24, 251.
- [30] Kingery, W. D. (1965): Introduction to ceramics. New York, J. Wiley
- [31] Knapp O. (1970): Építőanyag 22, 361.
- [32] Knudsen, T. – Thaulow, N. (1975): Cem. Concr. Res. 5, 443.
- [33] Kocisevski (1973): Sziklo Ceram. 24. 38.
- [34] Konner, J. – Karle, J. – Ferguson, G. A. (1972): Bull. Am. Ceram. Soc. 51. 372.
- [35] Kurczinovszkaja, R. I. (1974): Zs. prikl. spektroszk. 20, 736.
- [36] Lachaud, R. (1973): Rev. Matériaux No. 681. 4.
- [37] Letort, Y. (1961): Trans. Brit. Ceram. Soc. 60, 363.
- [38] Loiacono, G. M. (1973): Ferroelectrics 5. 101.
- [39] Mac Kenzie, K. J. D. – Brown, I. W. M. (1975): Phys. Chem. Glasses 16, 17.

- [40] Merič, J. P. – Le Jean, X. – Caron, J. F. (1973): Rev. Matériaux No. 684, 36.
- [41] Mikhail, R. Sh. – Turk, – Bruannauer, S. (1975): Cem. Concr. Res. 5, 433.
- [42] Morozsov, V. N. – Szmirnova, E. V. (1974): Zs. prikl. spektroszk. 20, 668.
- [43] Moser M. (1971): Kerámiai kötésű kőszőrűszerszámok. Budapest, Akadémiai Kiadó
- [44] Moser M. (1976): Kerámiai kötésű kőszőrűszerszámok. Budapest, A „tudományok doktora” fokozat elérésére benyújtott értekezés.
- [45] Negro, A. – Stafferi, L. (1973): Rev. Matériaux No. 684, 6.
- [46] Oelschläger, A. – Herrmann, I. – Kimmel, G. (1975): Silikattechn. 26, 162.
- [47] Órlési kollokvium (11 közlemény) (1975): Építőanyag 27, 281.
- [48] Paquin, P. (1962): Bull. Soc. Franc. Céram. No. 57, Oct – Déc. 1.
- [49] Paul, A. – Tiwari, A. N. – Upreti, G. C. (1974): Phys. Chem. Glasses 15, 86.
- [50] Peklenik, J. (1960): Industrie Anzeiger 82, 425, Nr. 28 82, 431, Nr. 28 82, 705, Nr. 46
- [51] Peysson, J. (1973): Ind. Céramique No. 664, 517.
- [52] Puchner, U. – Wittmann, F. H. (1974): Cem. Concr. Res. 4, 623.
- [53] Ray, N. H. (1975): Phys. Chem. Glasses 16, 75.
- [54] Reisfeld, R. – Mack, H. (1974): J. electrochem. Soc. 121, 96 C.
- [55] Salmang, H. (1968): Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Keramik. Berlin, Springer Verlag,
- [56] Sayers, D. E. (1972): J. Non-Cryst. Solids 8 – 10, 401.
- [57] Scheerer, J. – Müller-Warmuth, W. – Dutz, H. (1973): Glastechn. Ber. 46, 109.
- [58] Sesták, J. (1974): Phys. Chem. Glasses 15, 137.
- [59] Skalný, J. – Mander, J. E. – Meyerhoff, N. I (1975): Cem. Concr. Res. 5, 119.
- [60] Skalný, J. – Odler, I. (1975): Építőanyag 27, 188.
- [61] Szeregin, P. P. – Vasziljev, L. N. – Ž. U. Boriszova (1972): Izv. Akad. Nauk. Sz. Sz. Sz. R. Neorg. Mater. 8, 567.
- [62] Sztankovics L. (1970): Híradástechnika 21, 169.
- [63] Szukharevskij, B. Ja. – Gavris, A. M. – Zoz, E. I. – Szolozava, A. E. (1972): Izv. Akad. Nauk. Sz. Sz. Sz. R. Neorg. Mater. 8, 584.
- [64] Takács T. (1964): Építőanyag 16, 317.
- [65] Tamás, F. D. – Vértes, A. (1973) Cem. Concr. Res. 3, 575.
- [66] Thomas, W. F. (1971) Glass Technol. 12, 60. (1972) Glass Technol. 13, 141. (1973) Glass Technol. 14, 106.
- [67] Turik, A. V. – Chernyskov, K. R. – Komarov, V. D. (1973): Ferroelectrics 6, 45.
- [68] Wächter, H. J. (1975): Silikattechn. 26, 92.
- [69] Wendler, L. (1969): Silikaty 13, 335.
- [70] Wickert, H. (1974): Zement – Kalk – Gips 27, 607.
- [71] Wilhelm, R. V. Jr. – McLaren, M. G. (1975): Am. Ceram. Soc. Bull. 54, 714.
- [72] Wittmann, F. H. – Schlude, (1975): Cem. Concr. Res. 5, 63.
- [73] Wong, J. – Morris, W. G. (1974): Am. Ceram. Soc. Bull. 53, 816.

Деру, М.: Значение методов испытания в науке о силикатах и силикатной промышленности

Déri Márta: Bedeutung der Untersuchungsverfahren in der Silikatwissenschaft und der Silikatindustrie

Déri, Márta: The Importance of Test Methods in the Silicate Science and Industry

Egyesületi élet

Egyesületünk *Kő-kavics szakosztálya* és az *Északmagyarországi Kőbánya V.* május 31-én a tállyai kultúrotthonban előadásorozatot rendezett a vállalatnál bevezetett gumirostás osztályozás és hidraulikus kalapácsos batározás ismertetésére, amit szakmai bemutató követett.

A rendezvényt *Kozák Ernő* igazgató nyitotta meg. A bevezető előadás keretében *Gyenes Béla* műszaki igazgatóhelyettes ismertette azokat az indítékokat, amelyek a vállalatot rávezették a gumirostás osztályozás bevezetésére, valamint a tarcali üzemből a hagyományos robbantásos batározás helyett az EO-4321 típusú gumikerekes kotróra szerelt finn gyártmányú *Roxon B-200* típusú hidraulikus kalapács alkalmazására.

Ezután *Dr. Földesi János* adjunktus (Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem, Bányaműveléstani

Tanszék) „A jövesztési technológia és a kőzetstruktúra hatása a batárok keletkezésére” című előadásában kutatási eredményeiről számolt be. Előadását diavetítéssel kísérte. Harmadik előadónaként *Vajda László* (Délmagyarországi Kőbánya V. Budapesti Képviselete) a batározás gépesítésének jelenlegi helyzetét ismertette. Előadását követően a finnországi *Roxon*-cég küldöttei diavetítéssel kísért előadásban mutatták be a cég által szállított *B-200* típusú hidraulikus kalapács alkalmazását a batározásnál. Végül *Karpov László* tudományos kutató (Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet) a gumi rostalemezek alkalmazásának gyakorlati megvalósítását előkészítő mérési eredményeiről számolt be, mérési adatait diagramok segítségével szemléltetve. Az ehhez kapcsolódó üzemi tapasztala-

tokat *Kiss György* gépészeticoportvezető ismertette.

Az előadásokat követően a rendezvény résztvevői a tállyai osztályozó üzemszobában megtekintették a Binder-vibrátorokra szerelt gumi rostalemezek működését, a tarcali bányában pedig a batározógép üzemet.

A rendezvényen 26 vállalat illetve szervezet képviselői vettek részt. Megállapítható volt, hogy – főleg a batározó berendezés iránt – a vártnál jóval nagyobb az érdeklődés a magyar szakmai körökben. A helyszíni szemléket követő megbeszélés folyamán tisztázták a batározó berendezéshez fűződő követelményeket és megállapították, hogy a szocialista relációban beszerezhető batározó berendezések közül a bemutatott gép a legmegfelelőbb.

Mészáros István

Szerkezeti változások az alumínium-hidroxidban a fizikailag adszorbeált víz eltávolításakor

KACSALOVA LÍDIA – GYÖRGY JÓZSEF

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. Bevezetés

Az amalgámozott alumínium hidrolízisének eredményeként a folyamat hőmérsékletének függvényében bayerit, böhmit, vagy a két oxid keveréke keletkezik [1–3]. Az alumínium hidrolízisének mechanizmusát tanulmányozva megállapították [4], hogy a hidrolízis közbülső terméke amorf alumínium-hidroxid és pszeudoböhmit.

Kísérleteinkben a megfelelő paraméterek (fém formája és tulajdonságai, koncentráció, hőmérséklet, pH) megválasztásával a hidrolízis folyamatát úgy irányítottuk, hogy az előbb említett alumínium-hidroxid modifikációk közül bármelyiket megkaphattuk. Ezek a különböző alumínium-hidroxidok nemcsak a szerkezetükben, hanem az őket alkotó részecskék formája és mérete szerint is különböztek egymástól. Ettől függően az általuk adszorbeált és megkötött víz mennyisége is változik. Az is ismeretes, hogy az alumínium sók oldatából lecsapolással nyert amorf alumínium-hidroxid gélek a vízzel kölcsönhatásba kerülve, megváltoztatják a szerkezetüket. Ebben, az ún. öregedési folyamatban böhmit, bayerit és a közülük legstabilabb hidrargillit keletkezhet [5–11].

Az alumínium-hidroxidok jellegzetessége a finom diszperzió, ezért szárításuk természetes körülmények között hosszú időt igényel. Így az alumínium-hidroxidokat általában 60°–100 °C közötti hőmérsékleten szárítják. A hidroxidok öregedési hajlama alapján várható, hogy mind a hőmérséklet, mind a szárítási idő befolyásolhatja a szárított alumínium-hidroxid szerkezetét. Ez természetesen a kiszárított termék tulajdonságaiban is kifejezésre juthat. A korund kerámia nyersanyagaként előállított alumínium-hidroxiddal szemben támasztott egyik igény az, hogy a por a szárítás folyamán finomszemcsés maradjon.

Jelen munkában az amorf alumínium-oxid pszeudoböhmit, bayerit és böhmit különböző víztelenítési módszereinek a szerkezetükre, morfológiájukra és tulajdonságaikra kifejtett hatását vizsgáltuk.

2. Az anyagok és a kísérleti módszerek

Az alumínium-hidroxidot 99,99% tisztaságú amalgámozott alumínium-fólia és forgács hidrolízisével állítottuk elő. Az alumínium-hidroxid víztelenítésére több módszert használtunk. A leghatékonyabb és leggyorsabb módszer az, ha a nedves alumínium-hidroxidot nagy vízelnyelő képességgel rendelkező higroszkópos folyadékkal keverjük össze. Előzetes kísérleteink alapján erre a célra az acetont választottuk. Az acetont és az alumínium-hidroxid szuszpenzió térfogatának arányát 10:1 értéken tartottuk. A víztelenített csapadékot szűréssel választottuk el a víz-aceton elegytől. A maradék acetont a csapadékból szobahőmérsékleten néhány perc alatt elpárolgott.

Az alumínium-hidroxid szokásos módszerrel (a csapadék szűrése és szárítása levegőn szobahőmérsékleten) történő szárítása legalább 48 órát igényelt.

A csapadék szárítószekrényben történő szárításakor a szárítás hőfokát a differenciál termóanalízis adatai alapján határoztuk meg úgy, hogy a maximális szárítási hőmérséklet egybeessen a fizikailag kötött víz eltávolításának megfelelő endoterm csúcs hőmérsékletével. A legtöbb hidroxidnál ez a hőmérséklet 120 °C volt, amelyen az anyagokat két óráig szárítottuk.

Az alumínium-hidroxid víztelenítésére az atomizeres szárítást alkalmaztuk. Erre a célra a „NIRO, Production minor, flexible” típusú berendezést használtuk, amelynek magassága 2450 mm,

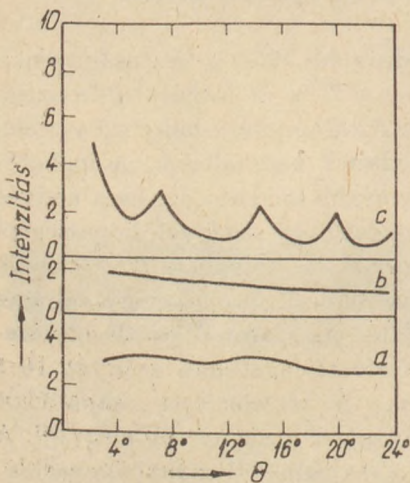
átmérője 1600 mm, termelékenysége pedig 10 – 25 kg víz/óra.

A fizikailag kötött víz eltávolításakor bekövetkező szerkezeti változásokat röntgen szerkezetvizsgálattal JEOL diffraktométerrel, a víz eltávolítását MOM derivatográffal tanulmányoztuk. A nedves és a kiszáritott alumínium-hidroxidok morfológiáját transzmissziós UEMV-100, ill. JEOL-35 G pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

3. Eredmények

3.1. Az amorf alumínium-hidroxidban bekövetkező változások

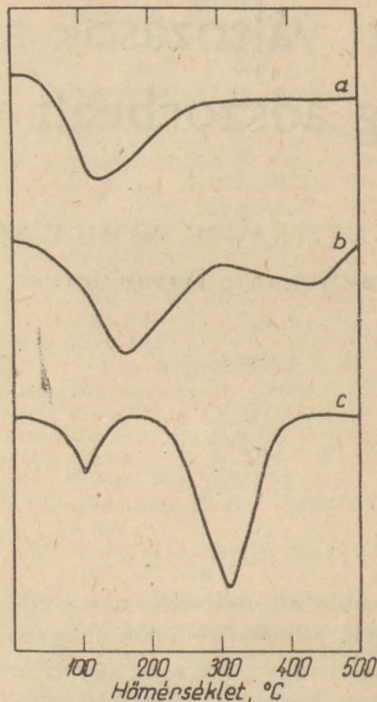
A fenti módszerrel nyert amorf alumínium-hidroxid sötét színű és könnyen szűrhető volt. A frissen szűrt nedves hidroxid röntgenogramján két elmosódott csúcs volt, amelyek formája a pszeudoböhmít csúcsaira emlékeztetnek (1. ábra).



1. ábra. Amorf alumínium-hidroxid diffraktogramjai: a) nedves csapadék, b) acetonnal víztelenített, c) 120 °C-on szárított

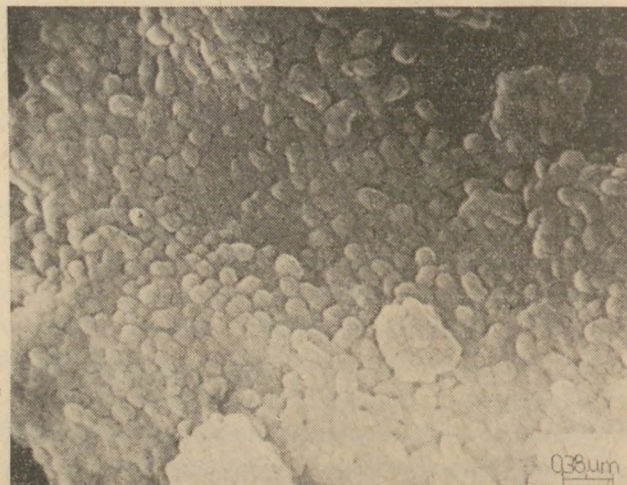
Azonban a víz acetonnal történt eltávolítása után, s úgyszintén a szobahőmérsékletű szárítás után is, ezek a csúcsok a röntgenfelvételen már nem jelennek meg, vagyis, ezek az alig észrevehető csúcsok a fizikailag adszorbeált vízzel kapcsolatosak, amelyben az OH⁻ ionok egy része, igaz nagyon gyengén, de már szerkezetileg kötődött az Al³⁺ ionokhoz.

A differenciál-termoanalízis adatai szerint a hidroxid amorf állapotban volt: a szobahőmérsékleten kiszáritott alumínium-hidroxid DTA görbéjén csak egy endoterm csúcs van, 120 °C-nál (2. ábra).



2. ábra. Az alumínium-hidroxidok derivatogramjai: a) amorf Al(OH)₃, b) pszeudoböhmít, c) bayerit

A szárítószekrényben 40° – 120 °C-on 2 órán át szárított alumínium-hidroxid szerkezete a szárítás folyamán jelentősen megváltozott – az amorf hidroxid pszeudoböhmitté alakult át (1. ábra). Míg tehát, szobahőmérsékleten és az acetonos víztelenítésnél csak a fizikailag kötött víz távozik el, addig 120 °C-on az erősebben kötött OH⁻ ionok deszorpciója is bekövetkezik. Az OH⁻ és az Al³⁺ ionok közötti erősebb kötésre utal a DTA görbén a széles hőmérséklettartományra kiterjedő endoterm csúcs. Az amorf hidroxid kristályos állapotba történő átalakulását részleges dehidratáció kíséri. A TG felvételek szerint az amorf hidroxid tömegvesztése 42%, a pszeudoböhmité 30% volt.



3. ábra. Amorf alumínium-hidroxid morfológiája (SEM)

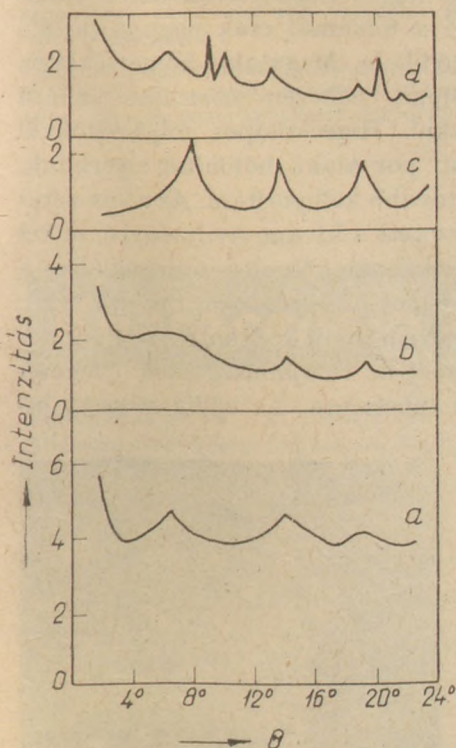
A 3. ábrán az amorf alumínium-hidroxid morfológiája látható. Az amorf hidroxid szemcsék gömb alakúak, méretük azonos és tömör agglomerátumokká egyesülnek.

Az alumínium-oxid színe függ a víztelenítés módszerétől: acetonos szárítás után a csapadék sötét színű marad, szobahőmérsékletű szárítás után szürke, 120 °C-on történő szárítás után pedig világos szürkévé válik. A por a szárítási módszertől függetlenül finomszemcsés marad.

A kísérletek azt tanúsítják, hogy melegítés hatására az amorf alumínium-oxid kristályos állapotba megy át, következésképpen az amorf állapot megőrzésére az alumínium-hidroxidot 30 °C alatt kell szárítani. A víztelenítést legcélszerűbb higroszkópos folyadékkal végezni. Hasonló módszert javasoltak alumíniumsók vizes oldatainak (pl. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) víztelenítésére. Ezt a folyamatot az irodalomban folyadékös szárításnak nevezték [12].

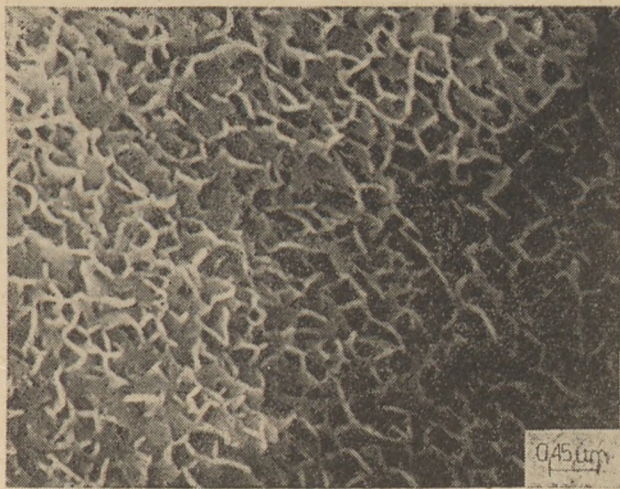
3.2. A pseudoböhmítben bekövetkező változások

A pseudoböhmít, az amorf alumínium-hidroxidhoz hasonlóan, az alumínium hidrolízisének közbülső terméke. Az általuk nyert pseudoböhmít a DTA vizsgálatok szerint a fizikailag kötött vizet széles hőmérséklettartományban veszítette



4. ábra. A pseudoböhmít diffraktogramjai:

a) nedves csapadék, b) acetonnal víztelenített, c) 120 °C-on szárított, d) szobahőmérsékleten szárított



5. ábra. A pseudoböhmít morfológiája (SEM)

el és még ennél is szélesebb hőmérséklettartomány szükséges a szerkezeti víz eltávolításához. Ennek megfelelően a DTA görbén két endoterm csúcs található (2. ábra). A nedves csapadék röntgenogramján megfigyelhető elmosódott csúcsok a pseudoböhmít szerkezetnek felelnek meg. (4. ábra). A csapadék acetonos víztelenítése után diffrakciós csúcsok még elmosódottabbá válnak, ami a gyenge OH^- kötések részleges felszakadása miatt a kristályban bekövetkező szerkezeti változásokra utal (4. ábra). Ezzel ellentétben, a csapadék 40°–120 °C-on végzett szárítás tökéletes szerkezetű pseudoböhmítet eredményez, ahogy ezt a röntgenográfiai és mikroszkópos vizsgálatok tanúsítják (4. és 5. ábra).

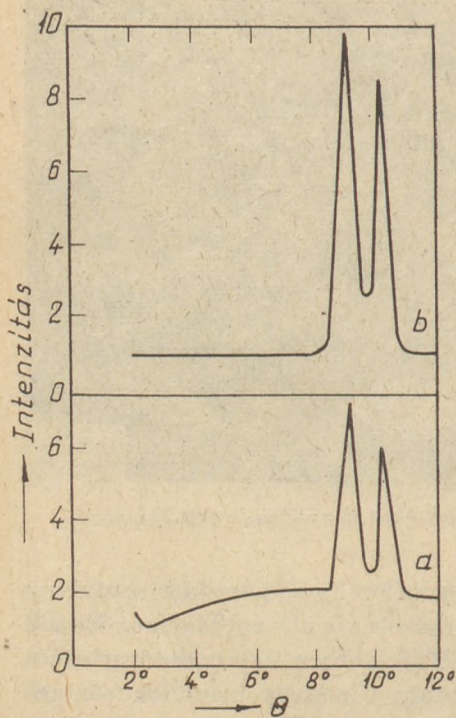
A legérdekesebb eredményeket a pseudoböhmít szobahőmérsékletű, 48 órán tartó szárítása után kaptuk. A kiszáritott minta röntgenogramján nemcsak a pseudoböhmít, hanem a bayerit csúcsai is megjelentek (4. ábra).

A frissen szűrt pseudoböhmít szürke színű, könnyen szűrhető, szárítás után világosszürke finomszemcsés porrá alakul.

3.3. Változások a bayeritben

A DTA görbék tanúsága szerint a fizikailag kötött víz a bayeritből 40°–100 °C között távozik (2. ábra). A nedves csapadék röntgenogramján a diffrakciós csúcsok a 2°–8° között jelentősen eltértek az alapvonalától (6. ábra). Ez az elhajlás (röntgenamorf terület) a bayerit csúcsok intenzitásának egyidejű megnövekedésével eltűnt, ha a csapadékot szobahőmérsékleten 48 órán át szárítottuk (6. ábra).

Hasonló röntgenogramot adnak az acetonnal víztelenített, majd 120°–160 °C-on két órán át



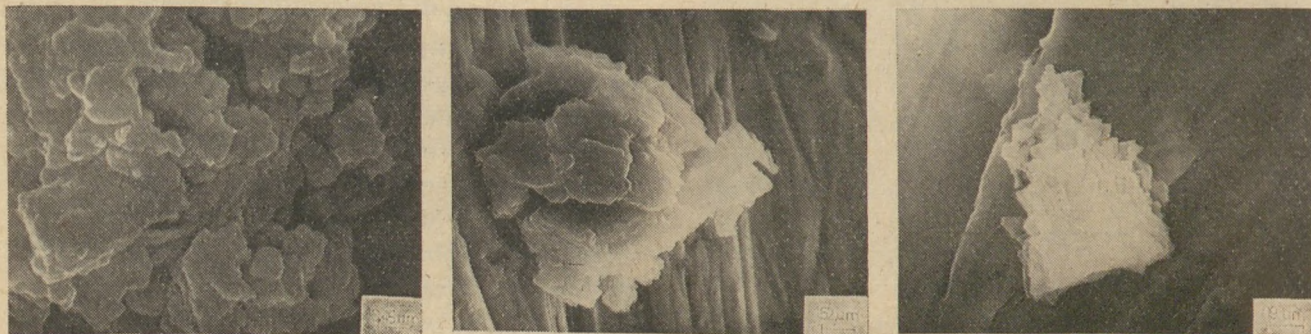
6. ábra. A bayerit diffraktogramjai:
a) nedves csapadék, b) 120 °C-on szárított

szárított csapadékok is. Az eredmények azt mutatják, hogy a fizikailag kötött víz eltávolítása folyamán a jól kristályosodott bayerit mellett levő röntgenamorf részecskék kristályosodnak. Az adszorbeált víz távozása nyomán ezek a részecskék szabályos formájú aggregátumokká egyesülnek. Az irodalomban a bayeritre jellemző háromszög formájú krisztallitokat szomatoidnak nevezik [7]. Ezt a morfológiai folyamatot a 7a és 7b ábra illusztrálja.

A frissen szűrt bayerit fehér színű, könnyen szűrhető, szárítás után finomszemcsés fehér porrá alakul.

3.3.1. A bayerit szárítása atomizerben

Az anyagok szárításának leghatásosabb és leggazdaságosabb módja az atomizeres víztelenítés,



7. ábra. A bayerit morfológiája (SEM): a) nedves csapadék, b) 120 °C-on szárított, c) 320 °C-on atomizerben szárított

amelyet a kerámiai iparban igen elterjedten használnak. A szárításra használt levegő hőmérséklete eléri a 400 °C-ot. Ennél a hőmérsékletnél a DTA adatok szerint a bayeritből nemcsak a fizikailag kötött, hanem szerkezeti víznek is el kell távoznia. A bayerit szuszpenziót (40 g/l víz) 2 kg/cm² nyomással juttattuk az atomizerbe, amelyben a hőmérséklet 320 °C volt. 1 óra alatt 20 kg száraz port lehetett előállítani, amelynek nedvessége 0,5%, a szemcsék mérete pedig ~ 30 mikron volt. Granulátumok a szárítás folyamán nem keletkeztek, minthogy az ehhez szükséges szerves adalékokat nem adtunk a rendszerbe. Az így nyert bayeritben – röntgen és mikroszkópiai vizsgálata szerint – szerkezeti és morfológiai változások nem történtek. Az atomizerben előállított por röntgenogramja megegyezett a 6.b. ábrán bemutatottal, a 7.c. ábrán látható, pásztázó elektromikroszkópos felvétel szerint pedig a bayerit aggregátumok nem bomlottak fel. Így, a bayeritből atomizeres szárítás során – annak ellenére, hogy a hőmérséklet 320 °C volt – csak a fizikailag kötött víz távozott, a szerkezeti víz nem. Ennek oka az, hogy a szárítási idő rendkívül rövid.

3.4. A böhmít víztelenítése

A kristályos alumínium-hidroxidok közül a böhmít szárítása a legnehezebb, természetes viszonyok között ez a folyamat csak nagyon hosszú idő alatt játszódik le. Magasabb hőmérsékleten szárítva a böhmít nehezen porítható szilárd darabokká alakul. Higroszkópos folyadékokkal szárítva sikerült por alakú böhmítet nyernünk, azonban ezt is tovább kell porítani. Az atomizeres szárítás sem vezetett a kívánt eredményre, mivel a porlasztásra alkalmas böhmít-suszpenzióban a böhmít koncentrációja alacsony (20 g/l víz). A szuszpenzióban a böhmít koncentrációjának növelése csak reológiai tulajdonságainak megváltoztatása után lehetséges. Az eddig végzett kí-

sérleteink szerint a böhmít nem látszik alkalmasnak az őrlés nélküli finomszemcsés alumínium-oxid előállítására.

IRODALOM

- [1] *Schmäh, H.*: Z. Naturforsch. 1, (1946)
- [2] *Fricke, R. - Jockers, K.*: Z. anorg. Chem. (1950) 262.
- [3] *Simon, A. - Scheibe, H. - Pohl, K. - Lichtner, E.*: Z. anorg. Allg. Chem. (1962) 314.
- [4] *Alvitt, R.*: J. Electrochem. Soc. (1974) 121, 10.
- [5] *Sonza Santos, P. - Vallejo-Freire, A. - Sonza Santos, H. L.*: Kolloid, Z. (1953) 133, 101.
- [6] *Suzuki, S.*: Kolloid Z. (1958) 156, 67.
- [7] *Moscow, L. - van der Vlies, G. S.*: Kolloid Z. (1959) 163, 1.
- [8] *Sato, T.*: J. Appl. Chem. (1961) 11, 6.
- [9] *Mackenzie, R. C. - Meldan, R.*: Staub, (1962) 22, 329.
- [10] *Nogami, H. - Nagai, T. - Kasai, T. - Kajima, T.*: Chem. Pharm. Bull. (1966) 14, 2.
- [11] *Rusu, A. - Duma, M.*: Revista de Chimie, (1975) 26, 10.
- [12] *Jaeger, R. E. - Miller, T. J.*: Am. Cer. Soc. Bull. (1974) 53, 12.

Kacsalova Lidia - György József: Szerkezeti változások az alumínium-hidroxidban a fizikailag adszorbeált víz eltávolításakor

Röntgen, DTA és mikroszkópos vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy az amorf alumínium-hidroxid a 40°-120 °C-on végzett szárításkor pseudoböhmitté alakul, ezért az amorf szerkezet megőrzése érdekében a hidroxidot célszerű higroszkópos folyadékok segítségével vízteleníteni. A pseudoböhmít 40 °-120 °C közötti hőmérsékleten víztelenítendő, mert szobahőmérsékletű szárítás közben a pseudoböhmít mellett bayerit is jelentkezik. A bayerit minden szárítási mód mellett megőrzi kristályos szerkezetét. A bayerit 320 °C-on végzett atomizeres víztelenítés során a szerkezeti vizet nem veszíti el a folyamat rövidsége miatt.

Качалова, Л. - Дьердь, Й.: Структурные изменения гидроокиси алюминия при удалении физически адсорбированной воды.

Рентгенографическими, дифференциально-термическими и микроскопическими методами исследования установили, что при сушке аморфной гидроокиси алюминия при

температурах 40—120 °C происходит ее превращение в псевдобөhmит, поэтому для сохранения аморфной структуры обезвоживание гидроокиси целесообразно производить с использованием гигроскопических жидкостей. Для сохранения структуры псевдобөhmита его следует обезвоживать при 40—120 °C, т. к. в процессе сушки при комнатной температуре наряду с псевдобөhmитом появляется байерит.

Байерит в любых условиях сохраняет свою кристаллическую структуру. При обезвоживании бөhmита в распылительной сушилке при комнатной температуре 320 °C дегидратация его не происходит вследствие кратковременности процесса.

Katschalowa, Lidia - György, József: Strukturelle Veränderungen im Aluminiumhydroxyd bei der Abscheidung des, auf physikalischem Wege adsorbierten Wassergehaltes

Röntgen-, DTA- und mikroskopische Untersuchungen ergaben, daß sich das amorphe Aluminiumhydroxyd, im Laufe einer Trocknung bei 40 bis 120 °C zu Pseudoböhmít ändert und deshalb ist es angebracht, das Hydroxyd, zur Erhaltung der amorphen Struktur, mit Hilfe hygroskopischer Lösungen zu dehydratieren. Der Pseudoböhmít soll bei einer Temperatur von 40 bis 120 °C dehydratiert werden, weil bei einer Trocknung auf Zimmertemperatur neben Pseudoböhmít auch Bayerit entsteht. Bayerit behält seine kristalline Struktur bei jedwelcher Trocknungsart bei. Der Bayerit gibt das Strukturwasser im Laufe einer Atomisierungsdehydratation bei 320 °C, wegen der Kürze des Prozesses, nicht ab.

Kacsalova, Lidia - György, József: Structural Changes in the Aluminium-hydroxide during Removal of the Physically Adsorbed Water

It has been found by X-ray, DTA and microscopic test, that the aluminium hydroxyde changes into pseudo boehmite during the drying at temperature range 40 - 120 °C, therefore to retain the amorphous structure it is advisable to dehydrate the hydroxide by the aid of hygroscopic liquids.

The pseudo boehmite must be dehydrated at temperature range 40 - 120 °C, because the bayerite also appears in addition to pseudo boehmite during the drying at room temperature. The bayerite preserves the crystalline structure during every drying method. The structural water is not loosed by the bayerite during the spray drying at temperature 320 °C because of shortness of the process.

Konferencia hírek

Építőanyagok és szerkezetek időállósága tárgykörrel foglalkozó Első Nemzetközi Konferenciát 1978. augusztus 21-23. közt rendezik meg Ottawában (Kanada).

A Konferencia szervezői: a Kanadai Nemzeti Kutatási Tanács (NRCC), az Amerikai Anyagvizsgáló Szövetség (ASTM), az Egyesült Államok Szabványügyi Hivatala (NBS) és az Építőanyag- és Szerkezetvizsgáló Laboratóriumok Nemzetközi Szövetsége (RILEM).

A Konferencián az alábbi tárgyköröket vitatják meg:

- Az időállósággal kapcsolatos gazdasági- és energiakérdések
- Szervetlen és szerves építőanyagok, könnyített anyagok és természetes építőanyagok időállóságának általános kérdései
- Az időállóságot és annak meghatározását befolyásoló környezeti tényezők
- Időállósági vizsgálatok

A Szervezőbizottság a fenti témákhoz fogad el előadásokat. A kiadvonat beküldését mielőbb kéri. Az elfogadott előadásokat (nyomdakész kézirat beküldésének határideje: 1978. március 20.) az ASTM Különleges Műszaki Kiadványok sorozatában teszik közzé.

Információ: *K. Charbonneau*

National Research
Council of Canada
OTTAWA, Ontario,
K1A 0R6
Canada

Bitumen szerkezeti vizsgálatok elektronmikroszkóppal

TALABÉR JÓZSEF – ZAKAR PÁL – TRÄGER TAMÁS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A bitumen szerkezetének tanulmányozása az elmúlt évtizedek intenzív kutatásai ellenére továbbra is sokrétű, nehéz feladat maradt. E területen az Intézetben elektronmikroszkóp segítségével megkezdett vizsgálataink további adatokat kívánnak szolgáltatni és kutatási lehetőségekre rámutatni, anélkül, hogy a téma akár részletében is lezárható lenne. Az eddig kapott eredmények közlése elsősorban a lehetőségekre és a problémákra kívánja a figyelmet felhívni. A kérdés végleges tisztázásához még számos különböző, korszerű vizsgáló berendezéssel végzendő kísérletek adatainak egyeztetésére és együttes értékelésére lesz szükség.

Elektronmikroszkóp alkalmazása

Az elektronmikroszkóp alkalmazása a bitumen szerkezet kutatás területén már korábban elkezdődött, de Traxler az 1961-ben megjelent könyvében az eddig ismert munkákat összefoglalva még azt állapította meg, hogy az eddigi munkák negatív eredménnyel jártak. A fenti időpont után egyre több munkát publikáltak e területen, de Hoiberg 1964-ben megjelent könyvében még elsősorban a felvételi, ill. előkészítő technológiai nehézségekre mutatott rá. Az újabb munkák között részletesebben ismertette Freund-Vajtáné által alkalmazott replika technikát.

Costantanides és Schromek összefoglalták és értékelték a korábban végzett vizsgálatokat, valamint ismertették saját eredményeiket. A kutatás e területen a jelen évtizedben is tovább folytatódott, anélkül azonban, hogy végleges egységes technológia kialakult volna.

Az egyes szerzők munkái között a különbségek elsősorban az elválasztási technológiára (ultra-

centrifuga, különböző oldószeres kicsapásos eljárások, kromatográfiával kombinált módszerek, fagyasztásos vékony metszet készítés stb.) és a kapott eredmények előzőekből adódó különböző értékeléseire vonatkoztak. Az aszfaltén részek alakjára és nagyságára vonatkozó megállapítások érthetően széles határok között mozognak. Costantanides a hosszabb időn át folytatott kutatásai után visszatér korábbi alap gondolatához, amely szerint a bitumen kolloid rendszerében fennálló egyensúlyt megbontják a jelenlegi vizsgálati módszerek és így egyelőre – a jelenleg rendelkezésre álló eszközökkel – nem kapunk reális eredményt.

Vizsgálati anyagok és a szétválasztás

Az előzőekben ismertetett helyzet ellenére is célszerűnek tartottuk e területen saját vizsgálataink elvégzését. Ezt megerősítette az a lehetőség is, hogy e területen eddig nem alkalmazott scanning elektronmikroszkóppal végezzünk felvételeket.

Vizsgálatsorozatunkat a Magyarországon jelenleg forgalomban levő egyes bitumencsoportokba tartozó bitumennel végeztük. A bitumének jellemző vizsgálati adatait az 1. táblázat tartalmazza. Az SZB jelű bitument a Szovjetunióból csővezetéken át érkező romaskinói jellegű nyersolajból a Dunai Kőolajipari Vállalat állítja elő. A további bitumeneket, ideértve a 705 számú, fűvott bitument is a Zalai Kőolajipari Vállalat állítja elő, elsősorban hazai, de részben import nyersanyagokból. A gyakorlatban azonos penetrációs csoportba tartozó, két különböző jellegű bitumen (715 ill. 666) közötti különbséget a táblázat adatai alapján elsősorban a sűrűség, aszfaltén tartalom és a viszkozitás eltérései szemléltetik.

A kísérleteknél használt bitumenek vizsgálati adatai

Vizsgálat	Bitumen száma és jele		
	715 SZB-90	666 B-90	705 85/25
Penetráció 25 °C-on 0,1 mm	82	74	27
Duktilitás 25 °C-on cm	150	150	4
Lágyuláspont, °C	47	48	89,5
Töréspont Fraass szerint °C	-14	-17	-10
Sűrűség 25 °C-on	1,012	1,042	1,025
Benzolban oldhatatlan %	0,03	0,01	0,03
Hamu, %	0,13	-	0,23
Aszfaltén (n heptán) %	14	21,9	30,5
Súlyváltozás 163 °C-on 5 óra alatt, %	0,03	0,5	0,2
Penetráció csökkenés s. v. után, %	32	35	18
Duktilitás s. v. után 25 °C-on, cm	150	150	3
Viszkózitás, P			
90 °C-on	55	100	-
110 °C-on	12,3	20	-
135 °C-on	3,0	4,8	-
150 °C-on	-	-	37
180 °C-on	-	-	5,7

Az ismertetett bitumenekből oldószer alkalmazásával, az abban oldhatatlan aszfaltén részeket elválasztottuk és azokat használtuk fel a későbbi elektronmikroszkópos vizsgálataink során. Oldószerként n heptánt alkalmaztunk. Az elválasztás során a bitumenre 1:50 arányban ráöntött n heptánt egy órán át visszacsepegő hűtő alkalmazása

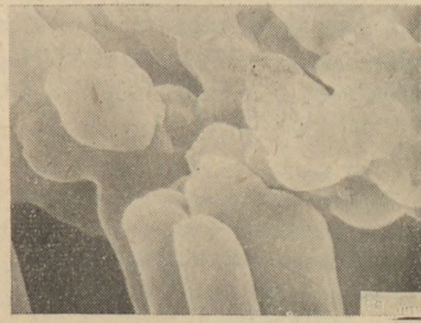
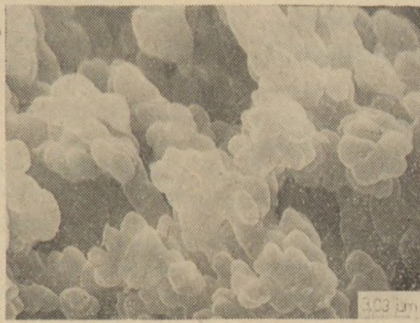
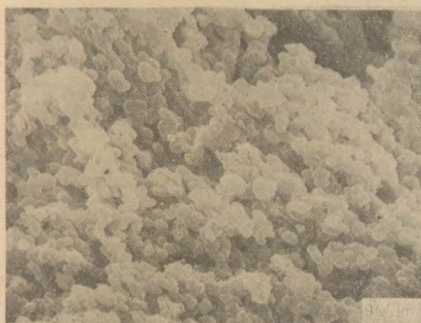
mellett forraltuk, majd meghatározott ideig tartó hűtés és állás után, a nem oldódó aszfaltén részeket szűrővel eltávolítottuk. A megfelelően mosott aszfalténből az utolsó oldószer nyomokat először vízfürdő alkalmazásával, majd 1/2 órán át 105 °C-os szárítószekrényben távolítottuk el. Összehasonlításként hideg n heptánnal is végeztünk hasonló jellegű szétválasztást. Az ismételt, igen gondos mosás ellenére sem sikerült megfelelő tisztaságú anyagot kapni, ezért az így kapott anyagok, ill. felvételek ismertetésével a továbbiakban nem foglalkozunk.

Elektronmikroszkópos vizsgálatok

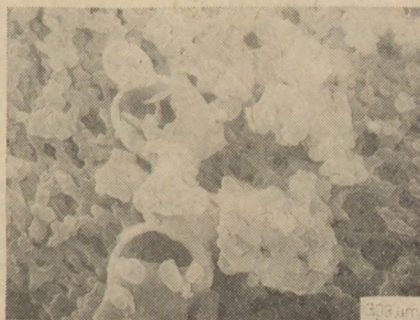
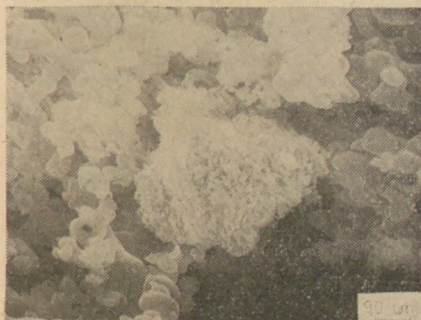
Elektronmikroszkópos vizsgálatainkat JSM 35 típusú scanning elektronmikroszkóppal végeztük. A minták felületét – a feltöltődés elkerülése és a kontraszthatás növelése érdekében – kb. 150 Å vastagságú aranyréteggel vontuk be. Vizsgálatainkkal a bitumenből a már ismertetett módon nyert aszfaltén részeket kívántuk részletesebben tanulmányozni.

A 715 számú bitumenből nyert aszfaltének képe (1–3. ábra) legömbölyödött, ellipszoid alakú, lapos, jól elkülönülő részeket mutat. Ezek nagysága 1,5–3 µm közötti.

A 666. számú bitumen minta részben hasonló képet (4–6. ábra) mutat az előző 715-ös mintához. Eltérés annyiban tapasztalható, hogy egyes



1–3. ábra. Az SZB-90 (715) jelű bitumenből leválasztott aszfaltén scanning elektronmikroszkópos képe,



4–6. ábra. A B-90 (666) jelű bitumenből leválasztott aszfaltén scanning elektronmikroszkópos képe



7–9. ábra. A 85/25 (705) jelű bitumenből leválasztott aszfaltén scanning elektronmikroszkópos képe

részecskék kapcsolódása miatt szivacsosabb jellegű, inhomogén szerkezetet mutat. A részecskék mérete $1,5 \mu\text{m}$ körül mozog, de hólyagos vázak figyelhetők meg, amelyek üreges sima felületűek.

A 705. számú fúvatott bitumenből leválasztott aszfaltén lapos, szélein szaggatott jellegű. A részecskék mérete itt a legkisebb. Átlagosan $0,3 \mu\text{m}$.

Összefoglalás

A Magyarországon jelenleg forgalomba kerülő desztillációs és fúvatott bitumenekből meghatározott módszerrel leválasztott aszfaltén részek scanning elektronmikroszkópiai vizsgálata alapján megállapítható, hogy az aszfaltén részek tanulmányozására a scanning elektronmikroszkóp jól felhasználható és értékes további adatokat szolgáltat azok méretére és alakjára vonatkozóan.

A vizsgálatoknál használt módszerrel nyert aszfaltén részek ellipszoid alakú, lapos részecskék. Ezek mérete és kapcsolódása a bitumen típusától és előállításától, valamint a leválasztás módjától függ.

A fentiek alapján a megkezdett scanning elektronmikroszkópos vizsgálatok továbbfolytatása indokolt és további megfelelően megválasztott minták felhasználásával várhatóan értékesen elősegíti az elektronmikroszkóp segítségével folyó bitumen szerkezeti kutatást.

I R Ó D A L O M

- [1] Zakar, P.: Bitumen zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1961
- [2] Traxler, R.: Asphalt, Rheinhold New York 1961
- [3] Hoiberg, A. J.: Bituminous Materials, Vol. I. Interscience, New York 1964
- [4] Freund, M., Vajta, S.: Untersuchung der Bitumenstruktur mit dem Elektronenmikroskop, Erdöl und Kohle II 13 (1958)
- [5] Costantinides, G., Schrmek, N.: Considerazioni generali sullo studio dei bitumi al microscopio elettronico, La Rivista dei Combustibili 21 Fasc. 4, I (1967)

- [6] Winniford, R. S., Witherspoon, P. A.: Current concepts on the chemical nature of asphaltic components in Petroleum, Conference on the Chem. and Chem. Proc. of Petroleum and Natural Gas, 967 Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968
- [7] Dickie, J. P., Haller, M. N., Teh Fu Xen: Electron Microscopic Investigations on the Nature of Petroleum Asphalts, Journal of Colloid and Interface Science, 29 No 3, 475 (1969)
- [8] Pecsényi, B. G.: A bitumen és a polimerbitumen szupermolekuláris szerkezetéről 32 No 6, 890 (1970)
- [9] Neumann, H. J., Rahimian, I.: Über die Kolloidchemie des Bitumens, Bitumen 35 I (1973)
- [10] Reerink, H.: Size and Shape of Asphaltene Particles in Relationship to High-Temperature Viscosity Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop. 12 No I (1973)
- [11] Donnet, J. B., Ducret, J., Papirer, E., Kennel, M.: Étude des bitumes routiers par microscopie électronique, J. Microscopie 17 139 (1973)
- [12] Reerink, H., Lijzenga, J.: Molecular Weight Distribution of Kuwait Asphaltenes as Determined by Ultracentrifugation, Journal of the Institute of Petroleum 59 No 569 (1973)
- [13] Peyrot, J.: Nouvelle méthode d'étude des bitumes par microscopie électronique Bull. Liaison Labo. P. et Ch. 68, 12 (1973)
- [14] Costantinides, G., Lomi, C., Schrmek, N.: Esame al microscopio elettronico di strutture di bitumi e di miscela ricostituite La Rivista dei Combustibili 29 fasc. 10 405 (1975)
- [15] Brulé, B., Cadot, C.: Etude par microscopie électronique à transmission de fractions de bitume isolées par chromatographie sur gel perméable préparation, Bull. Liaison Labo. P. et Ch. 87 152 (1977).

Talabér József – Zakar Pál – Trüger Tamás: Bitumen szerkezeti vizsgálatok elektronmikroszkóppal

A bitumen szerkezetkutatás területén az elektronmikroszkópot már hosszabb ideje használják, anélkül, hogy végleges egységes technika kialakult volna. Ennek ellenére egyes kiválasztott, Magyarországon előállított bitumenekkel célszerűnek látszott saját vizsgálatok elvégzése. A vizsgálatokhoz az e területen eddig nem alkalmazott scanning elektronmikroszkóppal készültek a felvételek. A vizsgált bitumenek aszfaltén részét n heptán oldószerrel választottuk el. Az elkészített felvételek tanúsága szerint a scanning elektronmikroszkóp jól felhasználható és értékes adatokat szolgáltatott. Az aszfaltén részek ellipszoid alakú, lapos részecskék. Ezek mérete és kapcsolódása a bitumen típusától és előállításától, valamint a leválasztás módjától függ.

Талабер, Й.—Закар, П.—Трүгер, Т.: Исследование структуры битума с помощью электронного микроскопа

Электронный микроскоп в области исследования структуры битума применяется уже очень давно без того, чтобы была разработана окончательная единая техника. Несмотря на это, было целесообразным проведение испытаний в отечественных условиях отдельных, выбранных, изготовленных в Венгрии битумов. Снимки были

szelvények segítségével elektronmikroszkop segítségével készítették. A készített képeket a nagyítóval szemlélve meg lehet látni a részecskék elrendezését. A részecskék elrendezését a nagyítóval szemlélve meg lehet látni a részecskék elrendezését. A készített képeket a nagyítóval szemlélve meg lehet látni a részecskék elrendezését.

Talabér, József-Zakar, Pál-Träger, Tamás: Elektronenmikroskopische Untersuchung der Bitumenstruktur

Das Elektronenmikroskop wird zur Untersuchung der Bitumenstruktur seit längerer Zeit angewandt, ohne jedoch, daß ein endgültiges, einheitliches Verfahren dazu erarbeitet worden wäre. Trotzdem schien es zweckmäßig zu sein, mit einigen dazu ausgewählten, in Ungarn hergestellten Bitumensorten solche Untersuchungen durchzuführen. Die Aufnahmen wurden mit dem, auf diesem Gebiet zu Untersuchungen bisher noch nicht angewandten Rasterelektronenmikroskop gemacht. Der Asphaltanteil der untersuchten Bitumensorten wurde mit

n-Heptan Lösungsmittel abgeschieden. Wie aus den angefertigten Aufnahmen hervorgeht, ist das Rasterelektronenmikroskop zu diesem Zweck gut verwendbar und liefert wertvolle Angaben. Die Asphaltenteile sind ellipsoidförmige, plattige Teilchen. Ihre Größe und Verketung ist von der Type und der Herstellungsweise des Bitumens, sowie der Art der Abscheidung abhängig.

Talabér, József-Zakar, Pál-Träger, Tamás: Electron Microscopic Examinations of Bitumen Structure

In the structural research of bitumen the electron microscope has already been used for a long time without developing a final and unified technique. In spite of this, it has been advisable to make experiments on certain selected Hungarian bitumens. The photos were made by scanning electron microscope not utilized in this area so far. The asphaltene part of the examined bitumens was separated by n-heptane solvent. On the basis of photos the scanning electron microscope can be used well and it has given valuable data. The asphaltene parts are ellipsoid shaped, flat particles. Its size and coupling depends on the type of bitumen, technology and separation.

Pályázati felhívás

FEJLESSZÜK EGYÜTT A MUNKAVÉDELMET!

Vegyen részt a SZOT Munkavédelmi Osztyájának PÁLYÁZATÁN!

Munkásnők, munkások, fiatalok, szocialista brigádok, szakszervezeti tisztségviselők, műszakiak, gazdasági vezetők!

Munkavédelmi szakemberek, aktivisták és örök!

„MIT TENNÉNEK A DOLGOZÓ EMBER BIZTONSÁGÁÉRT, A KORSZERŰ MUNKAVÉDELEMÉRT?”

Pályázni lehet a munkavédelemmel kapcsolatos bármely kérdés megoldására, továbbfejlesztésére szolgáló új, be nem vezetett javaslattal, ötlettel, nem publikált tanulmánnyal.

A pályázatokat elsősorban az alábbi témakörökben várjuk:

- a munkavédelmi szabályok, előírások fejlesztése, végrehajtásának módszerei, megszegésének következményei;
- a dolgozók - vezetők - munkavédelmi képzésének, továbbképzésének feladatai, követelményei, módszerei;
- a munkavédelmi ismeretterjesztés, nevelés módszerei, eszközei;
- a tudományosan és anyagilag megalapozott tervszerű vállalati munkavédelmi fejlesztés feladatai, különös tekintettel a beruházásokra, rekonstrukciókra, üzembehelyezési eljárásokra;
- biztonságtechnikai kérdések megoldásának műszaki és szervezeti feladatai, a legjellemzőbb baleseti veszélyforrások felszámolása;
- a balesetek feltárásának, bejelentésének nyilvántartása, a baleseti okok valószínű vizsgálatainak, a kártérítési igények elintézésének módszerei.

A pályázatokat, a beérkező javaslatokat szakbizottságok értékelik. Minden hasznosítható elgondolást, ötletet felkarolunk, a legjobbakat 500-5000 Ft pályadíjban részesítjük, illetve könyv- és tárgyjutalmakat adunk. Biztosítjuk az arra alkalmas tanulmányok, cikkek és egyéb írások megjelentetését a szakos honoráriummal; támogatjuk a munka- és üzemszervezési, illetve más javaslatok bevezetését, megvalósítását a rendeletben biztosított díjazással.

A SZOT Munkavédelmi Propaganda Központ (1368 Bp. 5. Pf. 200.)

1977. október 31-ig várja pályázatukat!

A pályázat értékelésére **1977. december 31-ig** kerül sor.

Gondolkozzunk, cselekedjünk együtt jelmondatunk megvalósításán!

ELŐZZÜK MEG A BALESETEKET!

Durvakerámiaipari kamrás műszárító

üzemeltetésének javítási lehetőségei

KISS RÓBERT – BEIDEK ANDRÁS

Baranya–Tolna megyei Téglá- és Cserépipari Vállalat, Pécs

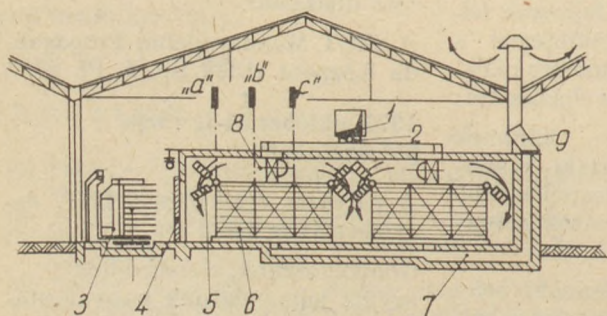
Célkitűzés:

Szárítási folyamat javítása a szárítórendszer maximális kihasználása mellett, kifogástalan minőségű áru előállítása a legkisebb energiafelhasználással.

A bátaszéki Cserép- és Vázkerámiagyár ROVIGO – 2 kamrás műszárítóinak vizsgálatánál az agyag kedvező szárítási tulajdonsága miatt első helyre a fajlagos hőenergia ($\text{kcal} \times \text{kgH}_2\text{O}^{-1}$) csökkentése került.

A szárító működése

A vizsgált sajtoltcserép szárítórendszer 10 kamrából áll. (1. ábra) A szárítókamrákban a nyers cserépeket fém palettákon folyosónként 2×3 -as rakatban helyezik el. A 3 folyosón 18 db rakomány található, összesen 6912 db cseréppel. A rakatok felett álmennyezet épült, itt helyezkedik el két sorban 8 db axiál keringtető ventilátor, melyek 8 percnként – 2 perces szünet közbeiktatással – automatikusan változtatják forgásirányukat. A szárítóközeg közepén, az ajtó és a végfal mellett



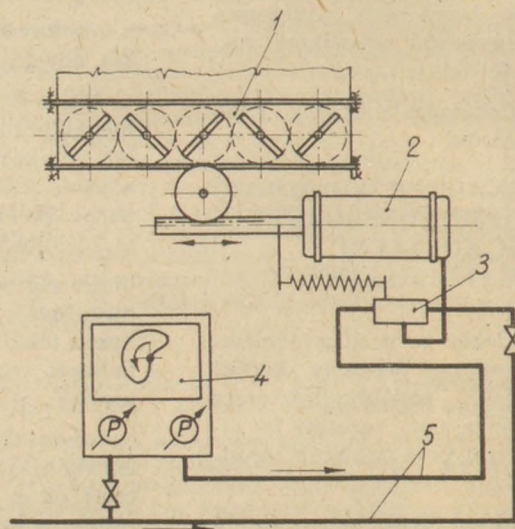
1. ábra. ROVIGO – 2 kamrás műszárító hosszmetsete
– meleg levegő vezeték; 2 – légmennyiség szabályzó; 3 – tolópad;
– szárítóajtó; 5 – terelőlemez; 6 – állványzat; 7 – nedves levegő a torna; 8 – keringtető ventilátor; 9 – nedves levegő kémény

terelőlemezekén keresztül áramlik a rakat közé, s azon végighaladva a ventilátorok előtt keveredik a folyamatosan beáramló friss meleg levegővel, majd folytatja keringését a rakaton keresztül, miközben egy része folyamatosan távozik a kéményen át a szabadba. A szárítókamrákba folyamatosan beáramló meleg levegő ($120^\circ\text{C}/20 \text{ kp/m}^2$) mennyisége a szárítás során változik.

A légmennyiség változtatása a (2. ábra) lamellasoros légszalival (1) történik, melynek mozgására pneumatikus munkahenger (2), helyzetbeállító (3) és fogaskerék – fogasléc mechanizmus szolgál. A pneumatikus vezérlés szinkronmotorral hajtott programtárcsás egységből (4) és vezérlőlevegő (5) vezetékéből áll.

A szárítási folyamat eredményessége, ha az egyéb tényezők megfelelnek a technológiai előírásoknak, csak a programtárcsa alakjától függ.

A fajlagos hőenergia felhasználás számításához az ismert összefüggés szerint $-Q = \frac{i_2 - i_1}{x_2 - x_1} \frac{\text{kcal}}{\text{kgH}_2\text{O}}$



2. ábra. Pneumatikus vezérlőrendszer

– mérni kell a szárítókamrába belépő szárítóközeg hőmérsékletét, a kéményen távozó telített szárítóközeg száraz és nedves hőmérsékletét és a thermogenerátorok által beszívott mindenkori külső levegő száraz és nedves hőmérsékletét. Ezen adatokból $i-x$ diagramból meghatározható a szárítóba be- és kilépő szárítóközeg entalpiája és abszolút nedvességtartalma. A 2 óránkénti mérés eredményét grafikusan ábrázolva a szárítási folyamat könnyen értékelhető.

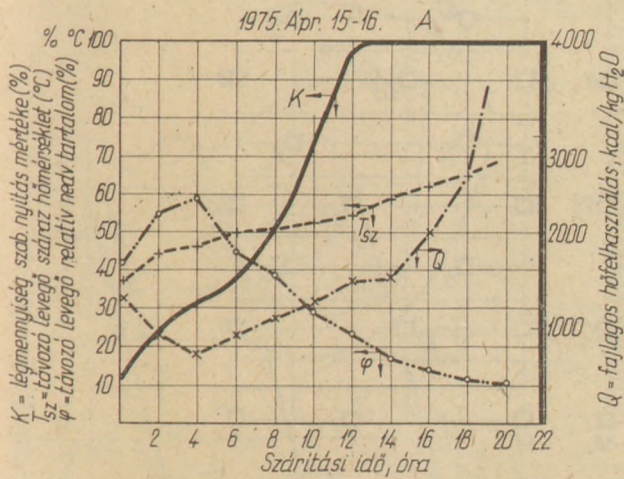
Energia takarékos szárítási menetrend kialakítása

Az első „A” jelű szárítási menetrendre (3. ábra) a 2. szárítási óráig gyors, 2-től 6-ig egy lassúbb, majd a 12. óráig tartó gyorsabb szárítóközeg mennyiség változás jellemző, a 12. óra után a szárítás befejezéséig maximális marad a szárítóközeg beáramlás, illetve 100%-os a légszalu nyitás. Az „A” jelű menetrenddel megvalósított szárítást diagramban ábrázolva látható, hogy a szárítás második felében a fajlagos hőenergia felhasználás

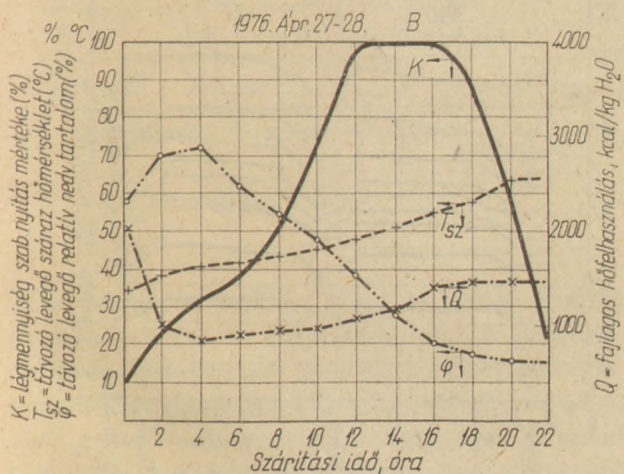
használás (Q) görbéje meredeken emelkedik. A szárítás utolsó óráiban meghaladja a $3000 \text{ kcal} \times \text{kgH}_2\text{O}^{-1}$ értéket. A görbe alatti területből grafikus integrálással az átlagos hőenergia felhasználás $1310 \text{ kcal} \times \text{kgH}_2\text{O}^{-1}$. Az utolsó órákban távozó szárítóközeg hőmérséklet magas és telítettsége alacsony, ami jelentős energia pazarlás. Megszüntetéséhez, ill. mérsékléséhez a szárítási folyamat második felében fokozatosan csökkenteni kell a beáramló szárítóközeg mennyiségét, vagy úgy is mondható, hogy csökkenteni kell a légszalu szabad-keresztmetszetét.

A „B” jelű szárítási menetrend (4. ábra) első fele hasonló az előzőhöz, a különbség, hogy a 16. óra után fokozatosan csökken a légszalu szabad-keresztmetszete és így a beáramló szárítóközeg mennyisége. A szárítási folyamat eredménye határozott különbséget mutat. A szárítás második felében a fajlagos hőenergia felhasználás (Q) görbéje nem emelkedik $1440 \text{ kcal} \times \text{kgH}_2\text{O}^{-1}$ érték fölé. Az előzőhöz hasonlóan a Q görbe alatti területből 1100 kcal érték adódik $1 \text{ kg H}_2\text{O}$ elpárologtatására. Ez a bevezetett szárítóközeg mennyiség ill. hőmennyiség csökkentésének eredménye. A megtakarítás megközelítően számítható a „A” – és „B” jelű programtárcsák (6. ábra) területének különbségéből is, mert a bevezetett szárítóközeg mennyiség arányos a programtárcsák területével.

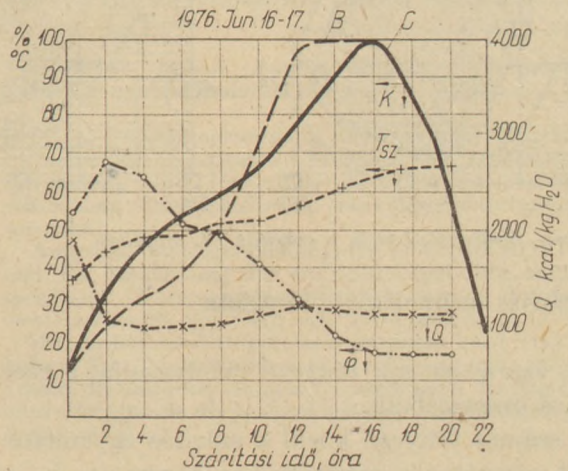
A „C” jelű szárítási menetrend (5. ábra) a „B”-



3. ábra. Szárítási menetrend „A”



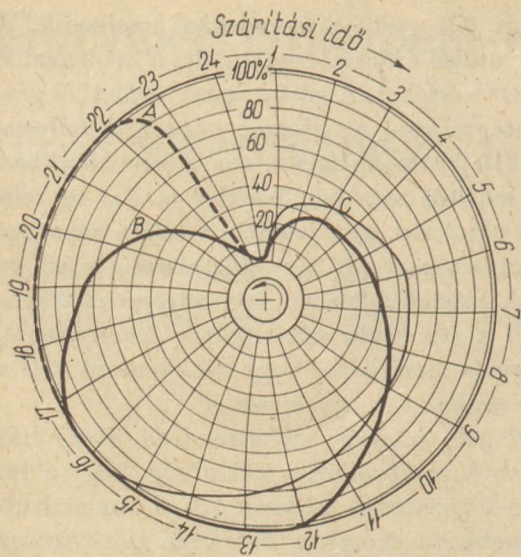
4. ábra. Szárítási menetrend „B”



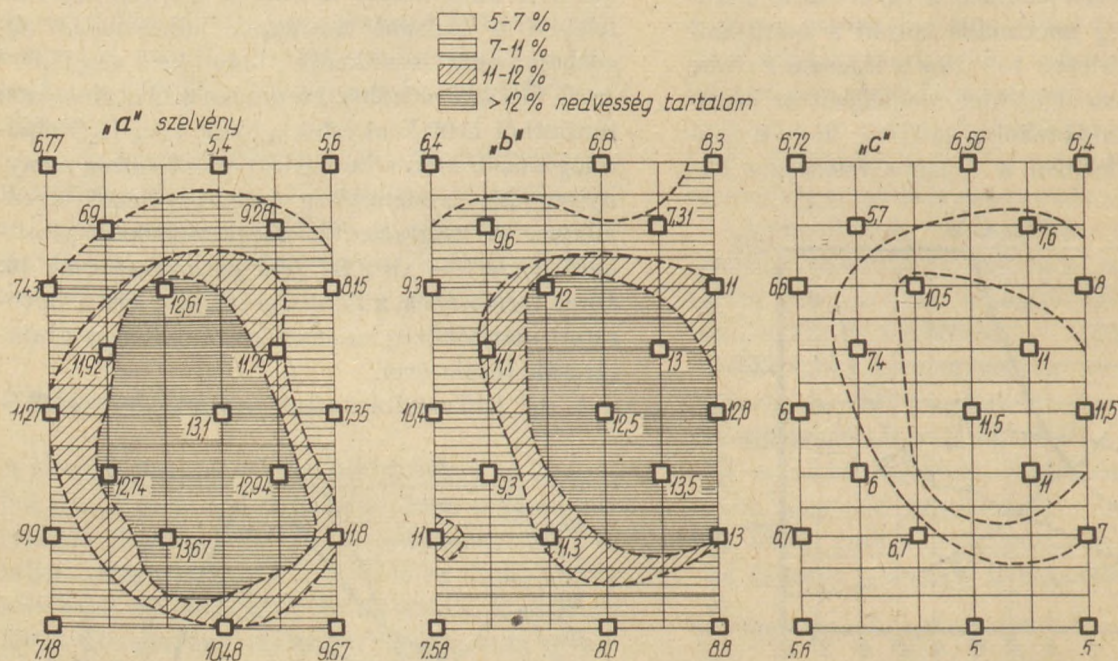
5. ábra. Szárítási menetrend „C”

hez hasonlítva (szaggatott vonal) a szárítás első felében különbözik. A programtárcsák területe azonos, a fajlagos hőenergia felhasználás $1070 \text{ kcal/kgH}_2\text{O}^{-1}$ értékre adódott a görbe alatti területből.

Az A, – B, – C jelű menetrendeket kördiagramba rajzolva láthatók az említett területi különbségek (6. ábra).



6. ábra. A, B, C jelű programtárcsák sajított cseréphez



7. ábra. Nedvességeloszása a szárítás 10. órájában

A szárítás technológiai vizsgálata

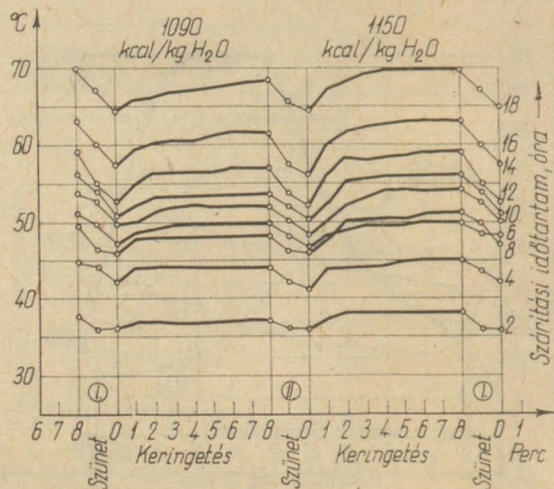
A jó száradást sok tényező befolyásolja, s ezek hatása összegeződik.

A számos tényező közül a szárítás egyenletességét vizsgálva a szárítókamra három (a; b; c) keresztmetszetében meghatároztuk a nedvesség eloszlást, amelyet grafikonon ábráztunk. (7. ábra) A vizsgálatot a szárítás 10. órájában célszerű elvégezni, mert a szárítás végére a nedvességkülönbségek kiegyenlítődnek, vagy az előforduló eltérések olyan kicsik, hogy mérésük üzemi körülmények között nem megbízható. Általában az a gyakorlat, hogy a termékeket „túl” szárítják azért, hogy a rakatnak semmilyen része sem maradjon

a maradék nedvességhatár felett. Költségnövekedést és teljesítmény csökkenést okoz!

A felső sorokban levő cserepek száradási sebessége 2-szer nagyobb a középső részen levő cserepekéhez képest. A nagy száradási sebességű helyeken a termék károsodhat. A rakat alján és tetején nagyobb légsebességek alakulnak ki, mint középen. Az egyenlőtlen száradás okai: a terelőlemezek rossz beállítása, vagy a beállítás elmulasztása, a felső soroknál az álmennyezet hősugárzása, széleken a belső állványzat okozta áramlási turbulenciák, alul pedig a szárítókamra alja és a legalsó cserépsor között levő viszonylag nagy ellenállásmentes keresztmetszet.

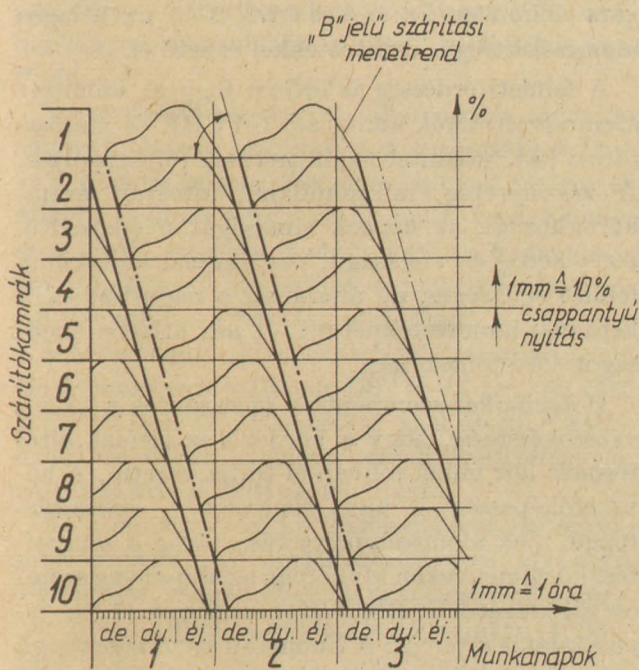
A hőmérséklet méréseket sűrítve percenkénti méréssel még pontosabb képet nyerhetünk a szárítási folyamatra és a szárítóra jellemző mikro-



8. ábra. Hőmérsékletváltozás a kéményben

problémákról. A 8 perces intenzív keringtetési ciklusokat vizsgálva, a percenként leolvasott hőmérséklet értékeket grafikusán ábrázolva (8. ábra) a (paraméterként a szárítási idő) különbség látható a két keringtetési irány között. Ami a fajlagos hőenergia felhasználásában is jelentkezik. A két keringtetési irányban mozgatott levegőmennyiség nem azonos az axiálventillátorok konstrukciójából adódóan. A diagramból látható, hogy 5–6 perc intenzív keringtetés után a hőmérséklet nem emelkedik. A 8 perces keringtetési időt 6 percre csökkentve, a 2 perc szünetet változtatlanul hagyva az 1 órára eső üzemidő 4%-kal csökken, ami elektromos energia megtakarítást eredményez.

Kamracsoport üzemeltetésekor az egyes kamrákban ugyanazon időpontban a szárítási menetrend más-más szakaszát valósítják meg, mivel a kamra megtöltésétől függően egymás után indul a szárítás. A 100%-os légszalu nyitások egymáshoz képest eltolódnak, így a hőközpont terhelése egyenletes lesz. (9. ábra) A nyersgyártás egyen-



9. ábra. Szárítórendszer-termelés program

letes üzeméből adódik, hogy az egyes kamrák programindítása is egyenletes lesz. A programindítási- és befejezési pontokat összekötve párhuzamos egyeneseket kapunk, melyek meredeksége a szárítórendszer kihasználtságát jellemzi. Optimális esetben a meredekség nagy, s ilyenkor a fajlagos hőenergia felhasználás is kedvező.

Energiatakarékos szárítás megvalósításához a megbízható méréseken alapuló fejlesztések alkalmazásán kívül, elengedhetetlenül fontos a nyersgyártási és szárítási technológia betartása és az egyenletes termelésen keresztül a szárítórendszer kapacitásának folyamatos kihasználása.

Kiss Róbert – Beidek András: Durvakerámiaipari kamrás műszárító üzemeltetésének javítási lehetőségei

A kerámiaipari szárításnál energia-technológiai feladat a szárító maximális kihasználása mellett jó minőségű áru előállítása a legkisebb energia felhasználással.

A ROVIGO-2 szárító vizsgálata, majd az eredmények alkalmazásával a cserépszárítás fajlagos hőenergia felhasználása 1310-ről 1100 kcal × kg H₂O⁻¹ értékre csökkent.

Egyszerű hőmérséklet mérésekkel megismerhető a szárítórendszer viselkedése és ha kell a módosításokat ezek alapján el lehet végezni, vagy ha szükséges a technológiai utasításon változtatni.

Кушун, Р.—Бейдек, А.: Возможности улучшения эксплуатации камерных искусственных сушилок промышленности грубой керамики

Энерго-технологическим заданием процессов сушки керамической промышленности наряду с максимальным использованием сушилки является получение продукции высокого качества при наименьшем расходе энергии.

На основании испытания сушилки РОВИГО—2, с дальнейшим внедрением полученных результатов в производство расход удельной тепловой энергии на сушку черепицы был снижен с 1310 ккал до 1100 ккал. × кг H₂O⁻¹.

Поведение сушильной системы может быть изучено на основании простых измерений температуры, и в случае надобности на основании этих измерений могут быть проведены также и соответствующие изменения в оборудовании или же технологических инструкциях.

Kiss, Róbert – Beidek, András: Günstigere Betriebsmöglichkeiten grobkeramischer Kammertrockner

Bei dem Trocknungsvorgang der keramischen Industrie ist neben der maximalen Nutzung des Trockners, die Herstellung eines Produktes guter Qualität, bei einem minimalen Energieaufwand, eine energietechnologische Aufgabe.

Aufgrund der Untersuchung des Trockners ROVIGO-2 und der Anwendung der erhaltenen Ergebnisse, sank der spezifische Wärmeenergieverbrauch bei der Trocknung von Dachziegel, von 1310 auf 1100 kcal × kg H₂O⁻¹.

Mit einfachen Temperaturmessungen kann das Verhalten des Trocknungssystems erkannt, und aufgrund dessen die fallweise nötigen Umstellungen durchgeführt, oder nötigenfalls die technologischen Anweisungen geändert werden.

Kiss, Róbert – Beidek, András: Possibilities for Improving the Operation of a Chamber Dryer for Heavy Clay Products

At the ceramic drying it is an energy technological task to make products of good quality at a maximum utilization of the dryer and minimum energy consumption.

The specific heat consumption of drying of roof tiles decreased from 1310 kcal/kg H₂O to 1100 kcal/kg H₂O by using the results of testing the ROVIGO-2 dryer.

The behaviour of the drying system can be known by simple temperature measurements and if it is needed modifications can be made or the technological directions can be changed.

A kalcinálási körülmények hatása az alumínium-oxid őrlhetőségére és zsugorodására*

SZTANKOVICS LÁSZLÓ

Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet, Budapest

1. Bevezetés

Az utóbbi években előnyösen használják fel a $\geq 99,8\%$ Al_2O_3 tartalmú, ún. nagy tisztaságú, polikristályos szövetszerkezetű alumínium-oxid kerámiai idomtesteket a híradástechnikai iparban is, pl. nagyteljesítményű adócsövekben szigetelőnek, a mikrohullámú távközlési rendszerekben vékonyréteg áramköri hordozónak, a mikroelektronikában URH csévetestnek, a számítógépekben memória-szánnak, továbbá az elektrontechnológiában katódszigetelőnek, vagy elektronsugaras párologtató tégelynek stb. Nyilvánvaló, hogy az ilyen célra felhasznált kerámiai idomtest szinte valamennyi jellemzőjének értéke egyidejűleg a legjobb kell hogy legyen.

Az elektronikai rendeltetésű idomtesteket az adott kémiai összetétel mellett legjobban jellemzi a finom kristályszemcsézettség, a nagy mechanikai szilárdság és sűrűség, a sima felület, továbbá a nagy hőmérsékleteken is kiváló értékű elektromos, dielektromos sajátságok. E jellemzőket a kiindulási nyersanyag minőségén túl annak feldolgozásával kapcsolatos technológiai műveletek szabják meg (kalcinálás, őrlés, formázás, zsugorítás, utólagos megmunkálás), de természetesen fontos szerepet töltenek be az adalékok, vagy az őrléshez, formázáshoz használt „segéd-anyagok” is. (1, 2.)

E technológiai sorban igen jelentős a kalcinálás és az őrlés, amely műveletekkel a finomszemcsézett alumínium-oxid a nyersanyagból kialakítható. Legfontosabb követelmény az $1\ \mu\text{m}$ -nél nem nagyobb átlagos szemcsézettség biztosítása,

mert a szemcseméret az idomtest valamennyi sajátságára kihat.

Mechanikai szempontból pl. SPRIGGS és munkatársai kimutatták (3), hogy az alumínium-oxid idomtest hajlítószilárdsága a szemcseméret $1/3$ hatványa szerint csökken. HAMANO és KINOSHITA szerint (4.) az $1\ \text{mm}$ vastagságú mikroelektronikai áramköri hordozók hajlítószilárdságára előírt $3500\ \text{kp/cm}^2$ -es érték $2-5\ \mu\text{m}$ átlagos szemcsézettségű idomtestekkel érhető el.

A felületi érdesség is erősen függ az idomtest szemcseméretétől, amint azt GYURK és munkatársai (5.), valamint saját mérések (6.) igazolják. A vékonyréteg, mikrohullámú integrált áramkörökhöz pl. az üvegek simaságát megközelítő, $300-800\ \text{Å}$ -ös simaságú, polírozással kialakított felület szükséges, de általában a nagy tisztaságú kerámiai idomtesteknél $0,1-1\ \mu\text{m}$ átlagos simaságot követelnek meg.

Hőtechnikai szempontból igen fontos a jó hővezetőképesség, hogy a hordozó az elemek által termelt hőt minél jobban el tudja vezetni. A hővezetőképesség — mint ismeretes — porozitásfüggő, s az idomtest porozitása pedig a zsugorítási körülményeken kívül függ az alapanyag szemcsenagyságától is. BRUCH számításait (7.) a tapasztalat is igazolja: A finomabb szemcsézettségű alapanyagból formázott idomtest tömörebbre zsugorítható.

KINGERY megfigyelése szerint (8.) a finomszemcsézett idomtest hőlökésállósága lényegesen kedvezőbb a durva szemcséjűnél.

Elektronikai szempontból is igen nagyok a követelmények, különösen a nagy frekvenciákon használatos idomtesteknél. Ezek szigetelőképessége, dielektromos sajátsága erősebben függ a kémiai összetételtől, mint pl. a szemcseméretétől.

* Részlet a szerző műszaki doktori értekezéséből (1).

Legkárosabbak az egy-vegyértékű fénoxidok, amelyek jelentősen lerontják a villamos jellemzőket, mint azt korábbi méréseink is alátámasztják. (9, 10.)

Az idegen szennyezők közül a szilikátok a felületi simaságot rontják, míg a vas-oxid a mechanikai szilárdságot csökkenti. Hasznos viszont a magnézium-oxid, amely 0,005 – 0,3%-nyi mennyiségben gátolja a zsugorítás alatt fellépő, közel egy nagyságrendnyi szemcseméret-növekedést, mint azt COBLE (11.), HARITONOV (12.) és mások kimutatták.

A tömörség növekedésével növekszik a dielektromos állandó értéke és kedvezően csökken a veszteségi tényező, amit GEORGE és POPPER mérései (13.) igazolnak.

Az idézett közlemények és gyakorlati tapasztalatok alapján elmondhatjuk, hogy az elektronikai célra felhasznált idomtestek előállításának fontos feltétele a finomszemcsézettű alumínium-oxid alapanyag kialakítása. Ennek azonban – számos előnye ellenére – az előállítási problémán túl, van egy figyelmen kívül nem hagyható sajátsága: nagy a zsugorodása. Ez az idomtest zsugorítás alatti elrepedezését okozhatja, de mindenképpen megnehezíti a végső mérettűrés tartását.

Tapasztalataink szerint olyan finom szemcsézettű alapanyagra van szükség, amely a 14 – 16% lineáris zsugorodást nem lépi túl, viszont az átlagos szemcsemérete az 1 μm -t nem haladja meg. Ezzel szemben ismert, hogy az 1 μm alatti szemcsézettű alumínium-oxidok a fenténél jóval nagyobb zsugorodást mutatnak.

E látszólagos „ellentmondást” nagytisztaságú alumíniumoxid („Diakor DS” < 0,1 μm , 99,99% (14), SZIKKTI, Budapest) szokványos kalcinálási és őrlési körülményeinek módosításával, változtatásával tudtuk feloldani.

Az alumínium-oxidok kalcinálásával és őrlésével kapcsolatos elmélettel itt nem kívánunk foglalkozni, csupán utalunk az ismert irodalomra, (pl. 2, 15 – 19), ill. saját közleményeinkre (1, 20 – 22).

2. Kísérleti rész

E fejezetben a célkitűzésként szereplő, kalcinálás és őrlés után $\leq 1 \mu\text{m}$ átlagos szemcsézettű és egyben 14 – 16% lineáris zsugorodást biztosító alapanyag kialakításával kapcsolatos kísérleteinket tárgyaljuk.

2.1. A magnézium-oxid bevitele

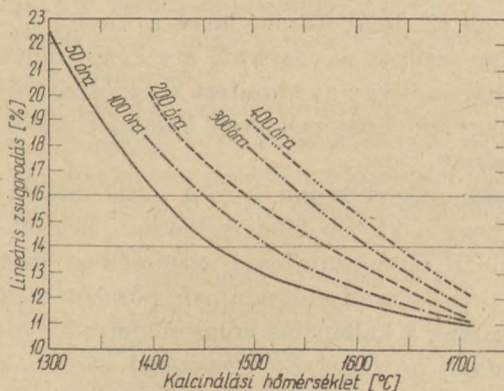
Irodalmi adatok szerint (11, 12) a zsugorítás alatti szemcsenövekedés-gátló MgO adalékot előnyösebb MgCO_3 formájában a kalcinált anyaghoz hozzáörlni, mert így finomabb szemcseeloszlású spinell-kristályokat kaphatunk, mint közvetlen MgO adagolás esetén.

Vizsgálataink szerint jobb a szemcsenövekedés-gátló anyag hatása, ha nem az őrlés során, hanem még korábban, a nyersanyag kalcinálásával egy időben alakítjuk ki a magnézium-oxidot, célszerűen vízben oldott magnézium-nitrátból.

Néhány jellemző kerámia-adat magnézium-nitrát, ill. magnézium-karbonát adalékra, egyébként azonos előállítási körülmények között: Átlagos szemcseméret 27, ill. 38 μm ; Sűrűség 3,91, ill. 3,88 g/cm^3 ; Hajlítószilárdság 3500, ill. 3140 kp/cm^2 ; Dielektromos állandó (10 MHz, 20 °C-on) 9,85, ill. 9,73.

A kedvezőbb sajátságok véleményünk szerint a következőkkel magyarázható: Az oldott só következtében tökéletesebb a képződött MgO szemcse-eloszlása; A keletkező „nascens” MgO még aktív nyersanyaggal lép kölcsönhatásba, ami kedvez a spinell-kialakulásnak; A felszabaduló gáztermékek nem a formázáskor összesajtolat idomtestből távoznak el, hanem még a laza szerkezetű porból, s így feszítő erejük nem hat károsan az idomtest szerkezetére.

E megfigyelések alapján a 0,2% MgO-dal egyenértékű, a.l.t. minőségű $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -ot vizes közegből vittük fel a nyersanyag felületére. Az így előkészített, nedves, 500 – 500 g súlyú mintákat 2 mm falvastagságú, olvasztott elektrokorund téglékben (MOTIM, Mosonmagyaróvár) különböző hőmérsékleteken kalcináltuk, majd száraz közegben őrltük. A kapott alapanyag egy részét



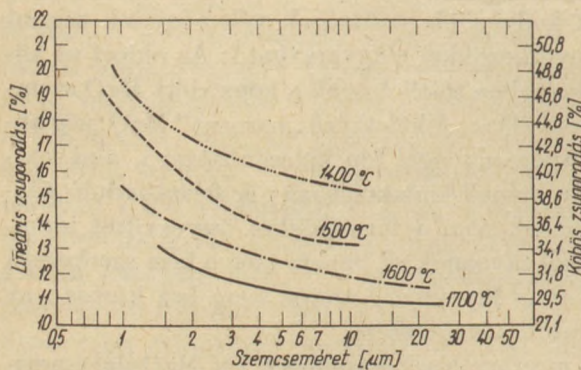
1. ábra. 100 °C/óra felfűtési sebességgel 1300...1700 °C hőmérséklettartományban kalcinált majd 1:10 őrlőgolyó-örlemény súlyarány mellett 50...400 óra hosszat száraz közegben őrlt alumínium-oxidokból előállított idomtestek zsugorodásának függése a kalcinálási hőmérséklettől

szemcseméret tekintetéből Sartorius mérlegén vizsgáltuk, más részét pedig száraz-sajtolásos formázással és 1740 °C hőmérsékletű, zsugorítással idomtestekké dolgoztuk fel (1).

2.2. Kalcinálás, őrlés

A különböző, magnézium-nitráttal kezelt mintából előállított idomtestek zsugorodási értékének a kalcinálási hőmérséklettel való függését az 1. ábra görbéi szemléltetik.

Látható, hogy a kisebb hőmérsékleten kalcinált és hosszabb ideig őrlött porok finomabb szemcsézettiségét – mint az várható volt – nagyobb zsugorodás kíséri. Még jobban kitűnik ez, ha a különböző szemcsézettiségűre őrlött alumínium-oxidoknak a lineáris és köbös zsugorodásra gyakorolt hatását a 2. ábra görbéi alapján hasonlítjuk össze.



2. ábra. 100 °C/óra felfűtési sebességgel 1400...1700 °C hőmérsékleten kalcinált majd 1:10 súlyarányban különböző szemcseméretűre őrlött porból előállított idomtestek zsugorodásának függése az őrlemény szemcseméretétől

Megfigyelhető, hogy a kisebb hőkezelésű porok az idomtest nagyobb zsugorodását váltják ki – azonos szemcseméretűk esetében is –, mint a nagyobb hőmérsékleten kalcináltak. A görbék lefutásából az is szembetűnik, hogy a kisebb hőmérsékleten izzított anyagoknál a szemcseméret nagyobb hatással van az idomtest zsugorodására, mint a nagyobb hőmérsékleten kalcinált porok szemcsemérete.

E jelenség véleményünk szerint azzal magyarázható, hogy a kisebb hőmérsékleten „elégtelesen” kalcinált alumínium-oxid szemcséiben még sok belső pórus marad vissza, amely pórusok csak az idomtestnek a kalcinálás hőmérsékletét lényegesen meghaladó, zsugorító égetésénél záródnak be. Így tehát „kifelé” nagyobb zsugorodást mutatnak. Természetesen, a pórusfeltöltődés folyamatában fontos tényező a különböző hőkezelésű alumínium-oxidok felületi energiája, aktiválása is.

A lefolytatott kísérletek alapján elmondható, hogy a kívánt zsugorodás az 1500 és 1600 °C hőmérsékleten kalcinált majd 100–200 órát őrlött porokkal volt elérhető.

A finomabb szemcseméretűk elérése érdekében mindenekelőtt a kalcinálás felfűtési sebességét növeltük, az alábbi megfontolások alapján.

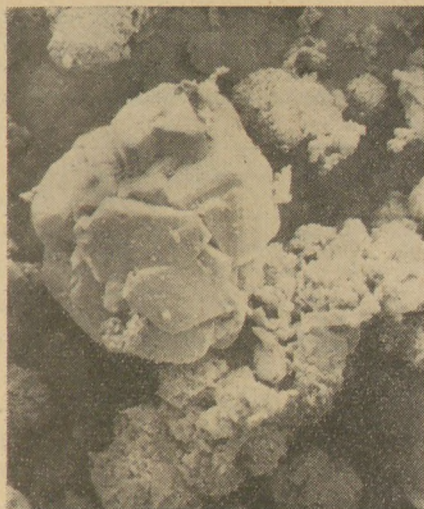
A Smeikal-féle hibahely-elmélet szerint (18), az aprítási folyamat az őrlendő test hibahelyeiből indul ki, s érthető módon kedvez az őrlésnek, ha több a hibahely. Ezek száma azonban rohamosan csökken az őrlés előrehaladtával, ami által az aprítás egyre nehezebbé válik. Ebből következik, hogy ha az őrlésre szánt anyagban kellő számú hibahely van – és az aprítás során újak is keletkeznek –, bizonyosra vehető, hogy azok az egész folyamat alatt, ha csökkenő mértékben is, de folyamatosan elősegítik az aprózódást.

A hibahelyek számának növelése érdekében kihasználható, hogy a nyersanyag az 1500, de még inkább az 1600 °C hőmérsékletű kalcinálás alatt jelentős térfogat-zsugorodáson megy keresztül. Ha ezt akkristályhalmazok tömörödésével kapcsolatos összehúzódnást meggyorsítjuk, nem engedve időt a „szabályos” elrendeződésnek és a feszültségek kiegyenlítődének, a kristályhalmazok feszültségesek maradnak és feltétlenül nő a hibahelyek száma is. Várható, hogy kellő nagy hőlökés hatására keletkezett mechanikai feszültség elősegíti a kristályok szétrepedését is.

Ez még tovább fokozható azáltal, hogy az alumínium-oxidban adszorbeált víz, ill. vízgőz, valamint a kalcináláskor fejlődő nitrozus gázok diffúziós sebességét gyors felfűtéssel megnöveljük. E gőz- és gáznemű termékek ugyanis gyors eltávolításuk során szintén feszítő hatással vannak a kristályokban levő repedésekre, lyukakra. Ezzel kapcsolatban ismeretes (17.), hogy zárt pórusban annál jelentősebb a gáz tágító, feszítő hatása, minél nagyobb a pórus kezdeti sugara és minél magasabb a hőmérséklet.

A felszabaduló gőzök, gázok ezen túl még elősegítik a por mozgását, fellazítják azt. Ezáltal csökkentik az érintkezési felületeket, s így gátolják a nagy szemcsék kialakulását. Mindezeknek a hatásoknak az eredője az őrlési idő lerövidülésében és a finomabb szemcséfrakció mennyiségének növekedésében juthat kifejezésre.

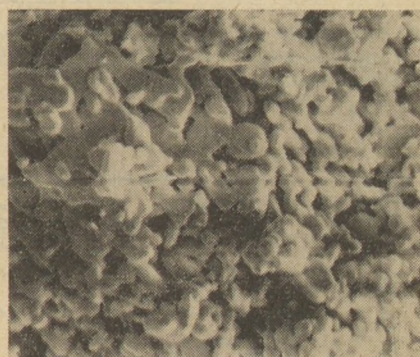
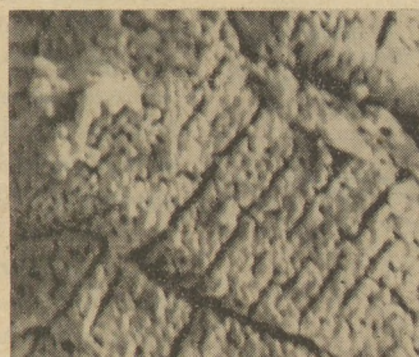
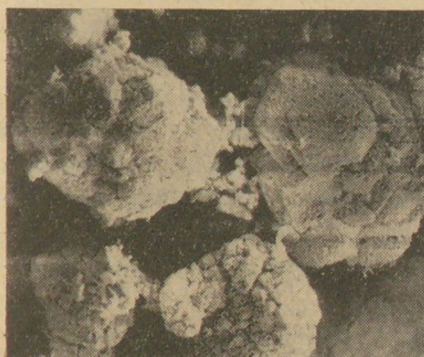
Ez a hatás azonban a 100 °C/óra felfűtéssel kalcinált porok esetében nem érvényesült. Ez azzal magyarázható, hogy ez a felfűtési sebesség nem elég nagy ahhoz, hogy megakadályozza az alumínium-oxid szemcsék összenövését, a tömör agglomerátumok keletkezését.



3. ábra. Lassú és gyors felfűtéssel 1600 °C hőmérsékleten kalcinált alumínium-oxidok szemcséiről készült scanning elektronmikroszkópos felvételek. (Vasipari Kutató Intézet, Típus: JSM-S1)

Felfűtési sebesség 100 °C/óra: 3/a ábra, N = 1000x, és 3/b ábra, N = 2000x.

Felfűtési sebesség 600 °C/óra: 3/c ábra, N = 1000x, 3/d ábra, N = 2000x és 3/e ábra, N = 3000x



Az elmondottakból következik, hogy a kedvezőbb aprózódás érdekében a kalcinálás felfűtési sebességét kell meggyorsítani, de úgy, hogy az alumínium-oxid szemcsék a tömörödéshez szükséges hőmennyiséget is felvegyék.

E célból a nedves, magnézium-nitrátot tartalmazó nyersanyagot a korábbinál nagyobb, 200, 300, 400, 500 és 600 °C/óra felfűtési sebességgel kalcináltuk, az optimálisnak talált 1500 és 1600 °C hőmérsékleten. A hőtartási idő 30 perc, amit 20 perces levegő-befúvatás követett, hogy az időn túli szemcsenövekedést és a keletkezett mechanikai feszültségek kiegyenlítődéését korlátozzuk.

A gyors felfűtés hatása a szemcsék elektronmikroszkópos vizsgálatával közvetlenül is látható, amint azt a 3. ábra felvételei is igazolják.

Megfigyelhetők a sok pórust és repedezést tartalmazó agglomerátumok, szemben a lassú felfűtéssel kalcinált agglomerátumok viszonylag tömörebb, durvább kristályhalmazával.

A különböző felfűtési sebességgel kalcinált alumíniumoxidok egy jellegzetes mérési eredményét foglaltuk össze az 1. táblázatban.

Megfigyelhető, hogy mindkét csúcshőmérsékleten a felfűtési sebesség növekedésével csökkent a kalcinált porok átlagos szemcsemérete. Ez össz-

1. táblázat

100...600 °C óra felfűtési sebességgel kalcinált, őrletlen alumínium-oxidok átlagos szemcsemérete (μm), szedimentációs mérések alapján

Kalcinálási hőmérséklet (°C)	Felfűtési sebesség (°C/óra)					
	100	200	300	400	500	600
1500	33	28	24	22	19	16
1600	38	34	29	25	24	21

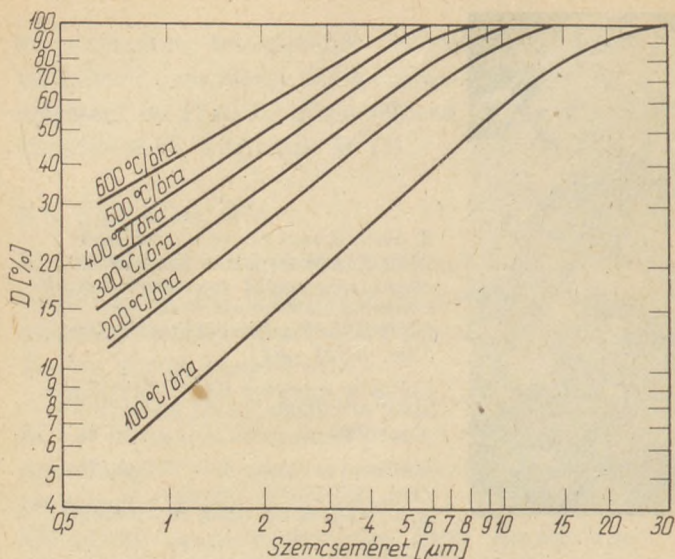
szefüggésben van a rövidülő felfűtési idők alatt felvett kisebb hőmennyiséggel és az említett, a gázok lazító, nagy szemcsék kialakulását hátráltató hatásával.

Az őrlési kísérletek során megállapítottuk, hogy a különböző felfűtési sebességgel azonos csúcshőmérsékleten kalcinált alumínium-oxidok egymáshoz képest eltérő őrölhetőségűnek bizonyultak: a lassúbb felfűtésűek nehezebben, a gyors – 300...600 °C/óra – felfűtési sebességűek pedig könnyebben őrölhetők.

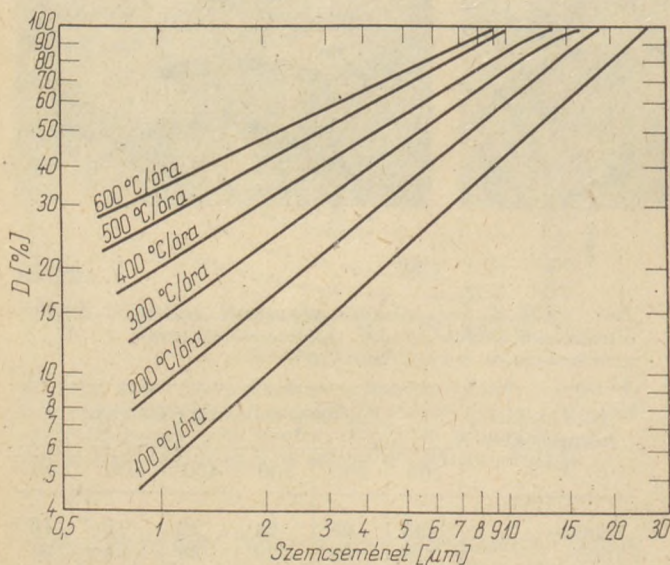
Jellegzetes, 1500 és 1600 °C-on különböző felfűtési sebességgel kalcinált és száraz közegben 50 órát őrölt alumínium-oxidok szemcseméret-eloszlás értékeit mutatjuk be a 4. és az 5. ábrán. Ezek átlagértékeit a 2. táblázatban tüntettük fel, össze-

100...600 °C óra felfűtési sebességgel 1500, ill. 1600 °C hőmérsékleten 30 perc hőtartással kalcinált, majd 1:10 súlyarányban 50, ill. 100 óráig őrölt alumínium-oxidok átlagos szemcsemérete, (μm).

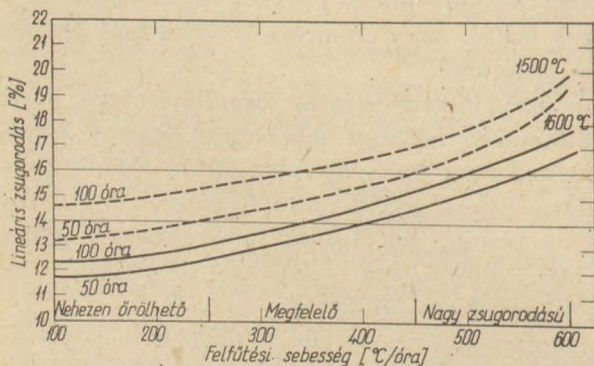
Kalcinálási hőmérséklet, (°C)	Őrlési idő, (óra)	Felfűtési sebesség (°C/óra)					
		100	200	300	400	500	600
1500	50	8,4	4,5	3,4	2,6	2,1	1,7
	100	4,3	3,5	2,5	2,0	1,7	1,7
1600	50	13,5	8,6	6,5	4,4	3,0	2,4
	100	8,0	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0



4. ábra. 1500 °C hőmérsékleten kalcinált, 50 óráig őrölt alumínium-oxidok kumulatív szemcseméret-eloszlása, szedimentációs mérések alapján



5. ábra. 1600 °C hőmérsékleten kalcinált, 50 órát őrölt alumínium-oxidok szemcseméret-eloszlása



6. ábra. Különböző felfűtési sebességgel 1500, ill. 1600 °C hőmérsékleten kalcinált, majd őrölt porokból száraz sajtólással formázott idomtestek szinterelés alatti lineáris zsugorodásának függése a felfűtési sebességtől és az őrlési időtől

hasonlítva egy jellemző, 100 órás őrlésű alumínium-oxid átlagos szemcseméretével.

A mérési adatok értékelésével megállapítható, hogy jelentősen javult az alumínium-oxidok szemcsefinomsága csupán azért, hogy a kalcinálás felfűtési sebessége nőtt. Az 1600 °C hőmérsékletű kalcinálásoknál jelentkező durvább szemcsézettesség az itt kialakult, erősebben tömörödött agglomerátumok és egyben feldurvult kristályszemcsék őrléssel szembeni nagyobb ellenállásával magyarázható.

A fenti alapanyagokból poli-izobutilén kötőanyaggal (23) száraz közegben sajtolt, majd 1740 °C hőmérsékleten zsugorított mérőtestek zsugorodási értékeit a 6. ábrán szemléltetjük.

Megfigyelhető, hogy a célkitűzésben szereplő 14–16% lineáris zsugorodást a „közepes” felfűtési sebességgel kalcinált porokkal lehet a legjobban megközelíteni. A „lassú” felfűtéssel kalcinált alumínium-oxidok nehezebb őrölhetőségük miatt viszonylag durva szemcsézettységük maradtak, míg a túl „gyors” felfűtéssel hőkezelt porok nagy zsugorodású idomtesteket biztosítottak.

A túl gyors, 500 és 600 °C/óra felfűtési sebességgel kalcinált porok esetében tapasztalt nagyobb zsugorodás azzal magyarázható, hogy a felfűtési szakasz idejének csökkenése miatt kevesebb idő maradt arra, hogy az 500 g tömegű nyersanyag a tömörödéshez, szerkezet-módosulásához szükséges hőmennyiséget felvegye. Ennek következtében az ebből a porból előállított idomtest zsugorodása a kisebb hőmérsékleten kalcinált alumínium-oxidokra mindig jellemző nagyobb zsugorodást mutatja.

A szélső esetek kiejtésével, zsugorodás tekintetéből a legkedvezőbbnek a 300 °C/óra felfűtéssel 1500 °C-on, és a 400 °C/óra felfűtés mellett 1600 °C hőmérsékleten kalcinált és 100 órát őrölt alapanyagok bizonyultak. Szükséges viszont az ilyen körülmények között kalcinált és őrölt alapanyag

Optimális kalcinálási körülmények között kialakított alumínium-oxidok 1:20 súlyarányú, 25...100 órás őrlése utáni szemcsemérete és az ezekből előállított kerámiai idomtestek lineáris zsugorodása

Kalcinálás	Őrlőgolyó mérete (Ø mm)	Őrlési idő (óra)	Átlagos szemcseméret (µm)	Lineáris zsugorodás (%)
300 °C/óra 1500 °C-on	25	25	4,1	—
		50	2,0	15,8
		75	1,9	—
		100	1,8	16,2
400 °C/óra 1600 °C-on	25	25	2,1	—
		50	1,5	14,9
		75	1,4	—
		100	1,4	15,1
	25, majd 10	50 + 25	1,3	—
		50 + 50	1,0	16,8
	25, majd 10	50 + 25	1,1	—
		50 + 50	~0,75	15,6

2,5–3 µm-es átlagos szemcseméretének további csökkentése úgy, hogy az ebből készített idomtest zsugorodása a már elért 14,5, ill. 15,7% körül maradjon.

Ennek érdekében az őrlés határfokát növeltük, szem előtt tartva, hogy a technológiailag még elfogadható 100 órás őrlési időt lehetőleg ne lépjük túl. Ezt, az őrlőtestek súlyarányának és őrlőfelületének növelésével, majd a „kettős” őrlés bevezetésével valósítottuk meg.

Első lépésben a 25 mm átmérőjű őrlőgolyók súlyarányát növeltük a kétszeresére: 1:10-ről 1:20-ra. A gumibélésű malmok fordulatszámát és az őrlési segédanyag mennyisége (1% elain) azonos maradt. A malomtérfogat kihasználtsága a még elfogadható 55%-ra nőtt. Az őrlési időt 25 és 100 óra között változtattuk.

Az optimálisnak talált felfűtéssel kalcinált porok őrlésével elért legfinomabb szemcseméret-átlag 1,8, ill. 1,4 µm volt. Megfigyeltük, hogy a legerőteljesebb szemcseméret-csökkenés az első 50 órában jelentkezett, ami után az őrlési görbe telítési értékhez közeledett. (1)

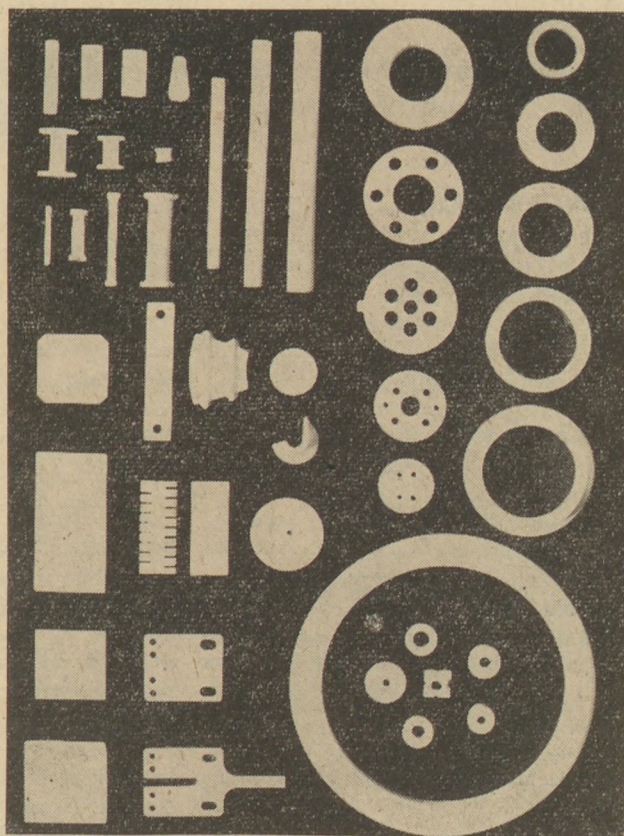
A további szemcsefinomítás érdekében — az őrlőfelületet megnövelve — a 25 mm átmérőjű őrlőtestek helyett 10 mm átmérőjű korund őrlőgolyókat alkalmaztunk, ugyancsak 1:20 súlyarányban.

Szemcseméret-vizsgálatok alapján kimutattuk, hogy a kisebb őrlőtestekkel finomított alumíniumoxid mindig több durva szemcsét tartalmazott, mint a nagyobb golyókkal őrlött por, — azonos őrlési időket véve alapul. Ez véleményünk szerint azzal magyarázható, hogy a kisebb, 2 g súlyú golyók nehezebben „törnek” meg a még durva szemcséket, mint a nagyobb, 30 g súlyú korundgolyók, ami késlelteti a finom szemcse-frakció kialakulását.

A legjobb eredményt a nagyobb őrlőgolyókkal 50 órát „előőrölt” por kisebb őrlőgolyókkal való továbbőrölésével kaptuk. A tapadás és az agglomeráció csökkentése céljából az őrlési segédanyag mennyiségét 1,5%-ra emeltük.

Az elmondottak alapján kialakított alumínium-oxidok átlagos szemcseméretét, továbbá ezekből készített idomtestek lineáris zsugorodásának értékét foglaltuk össze a 3. táblázatban.

Megfigyeltük, hogy mind az 1500, mind az 1600 °C hőmérsékleten kalcinált alumínium-oxidok esetén a szemcsefinomság az első 25–50 órában nagymértékben javult, majd a további 50 óra alatt alig változott, telítési értékhez tartott. Ez gyakorlati szempontból annyit jelent, hogy 1:20 őrlésű őrlőgolyó súlyarányánál már 50 óra alatt



7. ábra. „Diakor DS” kiindulási anyagból a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben előállított néhány mikroelektronikai rendeltetésű alumínium-oxid kerámiai idomtest

kisebb átlagos szemcseméret érhető el, mint ugyanezen poroknak 1:10 súlyarányú, 100 órás őrlésével. Ez elsősorban a megnövekedett ütközésének száma, a tapadási és agglomerációs jelenségek csökkenésének tudható be.

Az előző, összefoglaló táblázat alapján az is kiértékelhető, hogy ha a 25 mm átmérőjű korundgolyókkal 50 órát előőrölt alumínium-oxidot egy másik malomban, ugyancsak száraz közegben 10 mm átmérőjű golyókkal továbbőröljük, számottevő szemcsefinomodás érhető el. Az így kapott szemcsefinomság már megfelel az elektronikai rendeltetésű idomtestek előállításához.

A kívánt értékű zsugorodást viszont csak a 400 °C/óra felfűtéssel 1600 °C hőmérsékleten kalcinált alumínium-oxid biztosítja, s így mind a lineáris zsugorodás (15,6%), mind az átlagos szemcseméret (0,75 μm) tekintetéből ez utóbbi felel meg a céljainknak.

Az ebből készített idomtestek néhány jellemző értéke: Sűrűség 3,93–3,97 g/cm³; Hajlítószilárdság 3800–4200 kp/cm²; Rockwell keménység 88–92 HRA; Dielektromos veszteségi tényező (10 MHz-el, 20...800 °C hőmérséklettartományban) 7.10⁻⁵...1.10⁻²; Fajlagos ellenállás (100 V egyenfeszültséggel, 20...800 °C között) 10¹⁴...3.10⁷ ohm.cm; Átlagos felületi érdesség (C. L. A.) 0,7 μm .

Néhány mikroelektronikai rendeltetésű idomtestet mutatunk be a 7. ábrán.

IRODALOM

- [1] Sztankovics L.: Finomszemcsézett alumínium-oxid kialakítása elektronikai kerámiákhoz. Műszaki doktori értekezés, Veszprémi Vegyipari Egyetem (1976).
- [2] R. Pampuch: Ceramic materials. Publ. PWN – Polish Sci. Publ. Warszawa, (1976).
- [3] R. M. Spriggs: J. Amer. Ceram. Soc. 47, No. 7. p. 323, (1964).
- [4] Y. Hamano: M. Kinoshita, J. Ceram. Assoc. Japan, 72, No. 9. p. 149, (1964).
- [5] J. Gyurk, stb.: Development of two micro-inch as-fired alumina substrates. West. Electr. Eng. Res. Center. Princeton, N. J. (1967).
- [6] Sztankovics L.: Híradástechnika, Budapest. XXI. évf. No. 10. p. 313, (1970).
- [7] C. A. Bruch: Amer. Ceram. Soc. Bulletin, 41., No. 12. p. 799, (1962).
- [8] V. D. Kingery: Vvegyenyije v keramiku. Izd. Literaturü po Sztroityelstvo, Moszkva, (1964).
- [9] Sztankovics L.: Híradástechnika, Budapest, XXVI. évf. No. 7. p. 206., (1975).
- [10] Sztankovics L.: HIKI Közleményei, XI. évf. No. 2. p. 46. (1971).
- [11] R. L. Cobler J. Appl. Phys. 32. No. 5. p. 793. (1961).
- [12] F. Ja. Haritonov: Ogneuporü, No. 1. (1966).
- [13] W. George. P. Popper: Proc. Brit. Ceram. Soc. No. 10. p. 63. (1968).
- [14] Kacsalova L., Dukav J.: Építőanyag, Budapest, XXIV. évf. No. 2. p. 41. (1972).
- [15] R. Feige. Ber. Dt. Kream, Ges. 48. No. 9. p. 390, (1971).

- [16] J. H. Sterne, C. L. Stratton: Dry ball milling of ceramic materials. Amer. Ceram. Soc. 20 th Reg. Meeting, San Francisco, (1967).
- [17] P. P. Budnikov, A. M. Ginzling: Szilárd fázisú reakciók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (1968).
- [18] Beke B.: Aprításmélet. Akadémiai Kiadó Budapest, (1963).
- [19] W. H. Gützen: Alumina as a ceramic material. Publ. The Amer. Ceram. Soc. Columbus, Ohio, (1970).
- [20] Sztankovics L.: Építőanyag, XXII. évf. No. 7. p. 262, (1970).
- [21] Sztankovics L.: Építőanyag, XXIII. évf. No. 9. p. 342, (1971).
- [22] Sztankovics L.: HIKI Közleményei, Budapest, XIII. évf. No. 1. p. 54, (1973).
- [23] Sztankovics L.: Építőanyag, XXVIII. évf. No. 5. p. 177, (1976).

Sztankovics László: A kalcinálási körülmények hatása az alumíniumoxid őrlhetőségére és zsugorodására

A kiindulási nyersanyag 99,99%-os, magnézium-nitrátot tartalmazó, vízzel nedvesített (Diakor-DS) alumínium-oxid. Ezt 500 g-os mennyiségekben különböző, gyors felfűtési sebességgel, ill. lehűtéssel kalcinálja.

A kalcinált alumínium-oxidot 1:10, majd 1:20 őrlésű őrlőgolyó súlyarányban, felületaktív anyag jelenlétében, száraz közegben őrl. Összefüggéseket állapít meg a felfűtési sebesség, az őrlhetőség (szemcseméret) és az idomtest zsugorodása között.

Az optimálisnak talált alapanyagot 400 °C/óra felfűtéssel 1600 °C-on 30 perc hőntartással, majd 20 perc gyors lehűtéssel kalcinált por nagyobb, majd kisebb (korund) őrlőtestekkel 50+50 óráig végzett őrlésével alakítja ki. Az így kapott alapanyag <1/ μm átlagos szemcsézettiséggű, amelyből a száraz közegű sajtolással formázott idomtest szinterelés alatti lineáris zsugorodása 14–16% közé esik.

Az így kialakított alapanyagból előállított idomtestek a gyakorlatban is megfeleltek az elektronikai rendeltetésű alumínium-oxid kerámiák iránti szigorú követelményeknek.

Станкович, Л.: Влияние условий кальцинирования на размоловоспособность и усадку окиси алюминия

Исходным сырьевым материалом была окись алюминия 99,99%-ой чистоты, содержащая нитрат магния, увлажненная водой (ДИАКОРДС), подвергнутая в порциях 500 г кальцинированию при различных скоростях нагрева и охлаждения.

Кальцинированная окись алюминия подвергалась сухому помолу в присутствии поверхностно активной добавки при соотношениях измельчаемый материал: мелющие тела 1:10 и 1:20. Была установлена зависимость между скоростью нагрева, размоловоспособностью (размер частиц) и усадкой фасонных тел.

Оптимальный основной материал подвергался кальцинированию при скорости нагрева 400 °C/час. и выдержке при 1600 °C в течение 30 мин., и последующем охлаждении в течение 20 мин. после чего размалывался сначала большими, а затем более мелкими мелющими телами (корундовыми) в течение 50+50 часов.

Полученный таким образом продукт помолы, состоящий из частиц со средним размером зерна 1 микрон, служил исходным материалом, из которого изготовлялись путем сухого прессования образцы, имевшие во время синтера линейную усадку 14–16%. Фасонные образцы, изготовленные из вышеописанного основного материала, и в практике отвечают строгим требованиям, предъявляемым к алюминиево-окисной керамике электронного назначения.

Sztankovics, László: Auswirkungen der Kalcinierungsbedingungen auf die Mahlbarkeit und Schwindung des Aluminiumoxydes

Der Ausgangsrohstoff ist zu 99,99 Prozent ein magnesiumnitrathaltiges, Mit Wasser angefeuchtetes (Diakor-

DS) Aluminiumoxyd. Dieses wurde in Mengen von je 500 g mit verschiedenen Aufheizungs- bzw. Abkühlungsgeschwindigkeiten kalziniert.

Das Aluminiumoxyd wurde mit einem Mahlgut-Mahlkugel Gewichtsverhältnis von 1:10 und 1:20, unter Zugabe eines oberflächenaktiven Stoffes trocken vermahlt. Es wurden Zusammenhänge zwischen der Aufheizgeschwindigkeit, der Mahlbarkeit (Korngröße) und der Schwindung des Formkörpers festgestellt.

Der optimale Grundstoff wurde mit einer Kalzinierung bei einer Aufheizgeschwindigkeit von 400 °C/h, der Aufrechterhaltung der Temperatur von 1600 °C 30 Minuten hindurch, einer raschen Abkühlung von 20 Minuten und anschließendem Mahlen mit kleinen (Korund) Mahlkörper mit einer Zeitdauer von 50+50 Stunden hergestellt. Die durchschnittliche Korngröße des so gewonnenen Grundstoffes beträgt $\leq 1 \mu\text{m}$ und die lineare Schwindung des daraus durch trockenes Verpressen hergestellten Formkörpers beträgt beim Sinterbrennen 14 bis 16 Prozent.

Die aus dem derart gewonnenen Grundstoff hergestellten Formkörper entsprechen auch in der Praxis den strengen Forderungen, die gegenüber den für elektronische Zwecke bestimmten aluminiumoxydkeramischen Produkten gestellt werden.

Sztankovics, László: Influence of Calcination Circumstances on Grinding and Shrinkage Characteristics of Alumina

The original raw material consists of 99,9% pure aluminiumoxide (Diakor-DS) moistened with water and magnesiumnitrate. This has been calcinated in 500 g weight charges at different rapid heating up and cooling respectively.

The calcinated aluminiumoxide has been ground in dry medium in the presence of surface active material at a rate 1:10 then 1:20 of milled material: grinding media. Relations have been established between the heating rate, grinding ability (particle size) and the shrinkage of specimens.

The optimum raw material has been produced by heating up to 1600 °C with 400 °C/h heating rate and keeping at top temperature 30 min., then a quick cooling in 20 min, followed by grinding the calcinated powder with larger, then smaller grinding media (corundum) 50+50 hours. The basic material produced by this procedure has an average particle size $\leq 1 \mu\text{m}$ and the specimens pressed from it by dry forming have a lineare shrinkage 14–16% during the sintering.

The specimens produced from this material filled the strict requirements of the alumina ceramics for the electronics in the practice too.

Egyesületi élet

Egyesületünk *Kő-kavics szakosztálya az Északmagyarországi Kőbánya Vállalattal* közösen június 9-én Tállyán bemutatóval egybekötött kőbányászati robbantástechnikai ankétot rendezett a Borsodi Műszaki Hetek keretében. A rendezvényt *Gyenes Béla* műsz.-ig. h. (Északmagyarországi Kőbánya V.) nyitotta meg. Első előadóként *Dr. Földesi János* adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) „Műszakilag és gazdaságilag optimális robbantási technológiák kialakítása az ÉSZAKKŐ tállyai és tarcali üzemekben” címen diavetítéssel kísérve ismertette az optimális lyuktelepítés és az ebből adódó fajlagos jövesztési költség összefüggéseit. Ezt követően *Ormos Tamás* tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) tartotta meg „Kőbányászati robbantások szeizmikus hatásainak vizsgálata a tállyai, tarcali és erdőbényei üze-

mekben a kőzetparaméterek és robbantási technológia függvényében” című előadását. Kiemelve a szeizmikus hatások csökkentését célzó környezetvédelmi feladatot, ismertette a szeizmikus hatás nagyságát befolyásoló tényezőket, majd néhány gyakorlati mérési eredménnyel igazolta az elméleti számítások helyességét. Az előadást szinténdiavetítés kísérte.

Az előadásokat követő hozzászólások során *Vajda László* főmérnök (Délmagyarországi Kőbánya V., Budapesti Képviselet) ismertette a kőbányaiipar jövesztéssel kapcsolatos fejlesztési tervét, *Kolár Ervin* bányamérnök (Délmagyarországi Kőbánya V., Budapesti Képviselet) a robbantógépek újraengedélyezésének kérdésével foglalkozott. Fejtegetéseit *Dubóczi Gábor* főmérnök (Miskolci Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség) egészítette ki.

A tállyai bányában végrehajtott bemutató robbantás előtt *Dr. Földesi János* adjunktus ismertette a robbantás fő jellemzőit. A robbantás előkészítésében közreműködött a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányaműveléstani Tanszéke, a Nitrokémiai Ipari telepek fűzfői gyára, valamint a rendező vállalat Tokajvidéki Kőbányájának szakemberei. A jól sikerült bemutató robbantást megtekintette a XII. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia két szovjet és egy német vendége is, elismeréssel adózva a tapasztaltakról. A bemutatót követő szakmai eszmecsere után az ankét résztvevőinek egy csoportja átment a tarcali kőbányába, hogy üzem közben megtekintse az EO-4321 típusú, szovjet gyártmányú, gumikerekes hidraulikus kotróra szerelt, ROXON B-200 típusú, finn gyártmányú hidraulikus batározó kalapácsot.

Mészáros István

Ankét az ÉSZKMI 19–77 számú új betonkészítési irányelvekről

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Beton szakcsoportja június 16-án tartott ankétján a „Beton és vasbeton készítése” című, az Építéstudományi Intézet Betontechnológiai osztálya által kidolgozott, műszaki irányelv I. kötetének néhány elvi kérdését vitatta meg. Tekintettel arra, hogy a műszaki irányelv a már megjelent, vagy megjelenés előtt álló új szabványok (MSZ 15022, MSZ 4702, MSZ 4713–4720) elveire kellett támaszkodni, a vita egyúttal e szabványok néhány problémáját is felvetette.

Az ankét megrendezésének időszerű voltát mutatta a közel 70 résztvevő s a rendkívül élénk vitakérdv, ami miatt az előzetes programban megjelölt tíz vitakérdés közül – idő hiányában – csak hetet lehetett lezárni. Éppen azért a szakcsoport vezetősége úgy határozott, hogy az ankétot ősszel folytatni fogja.

Az előzetes programban a következő kérdéseket jelöltük meg:

1. A betonszilárdság Gauss-eloszlásának feltételezése helytálló-e?
2. Helyes-e, ha a beton szilárdságát a Gauss eloszlás feltételezésével állapítják meg?
3. Áll-e elegendő adat rendelkezésre a szórás értékének és a szilárdság valószínű eloszlásának szabályozásához?
4. Lehet-e B50, B70 és B100 betonminőségeket megkülönböztetni? Van-e olyan munkahely, amely ketté tud választani ilyen összemosódó betonszilárdságot?
5. A gyártásközi ellenőrzés és minősítés szétválasztása indokolt-e?
6. Milyen ipari háttér áll ahhoz rendelkezésre, hogy „A” vagy „B” kategóriájú munkahely egyáltalán figyelembevehető legyen Magyarországon?

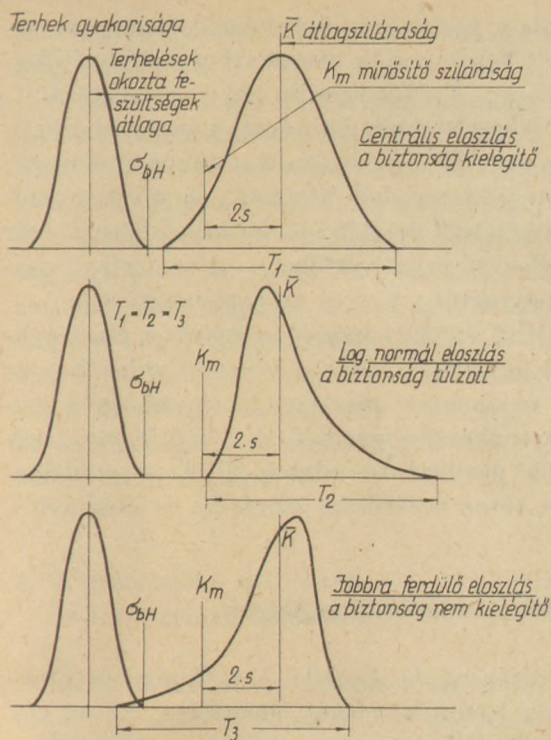
7. Hogyan áll az adalékanyag helyzet ma Magyarországon (szemmegoszlás, egyenletes minőség, szennyezettség)?
8. Valóban rosszak-e a magyar cementek? Az irányelvekből ez tűnik ki, összehasonlítva más országokkal.
9. Jelent-e az irányelv valóban gazdaságosabb betonkészítést?
10. Indokolt-e a beton konzisztenciájának szétválasztása AFN, FN, KK, K, F és Ö kategóriákra? Pl. a DIN 1045 összesen 3 konzisztenciatartományt ad meg.

A sokrétű vitát e korlátozott terjedelemben nem lehet teljes részletességgel ismertetni; az alábbiakban a legfontosabb észrevételeket foglaljuk össze.

1. A betonszilárdság szórása és valószínűségi eloszlása

Bevezetőjében *dr. Ujhelyi J.* az 1. ábra szerinti vázlaton mutatta be, hogy azonos terjedelmű, átlagszilárdságú és négyzetes szórású, de különböző gyakorisági hisztogramú betonhalmazok mennyire eltérő biztonságú betonszerkezetek építését teszik lehetővé. Amíg a centrális eloszlás mellett – erre épül az MSZ 15022 – a biztonság kielégítő és a készített beton gazdaságos, addig log. normál eloszlás mellett a biztonság túlzott, azaz a készített beton szilárdsága feleslegesen magas, ugyanakkor a log. normál eloszlás tükörképénél nem biztonságos a szerkezet.

A fentiekből az alábbi kérdések logikusan következnek: jogos-e a centrális eloszlás feltételezése, van-e elegendő adat arra, hogy a betonok szilárdsági eloszlásának típusát meghatározhassunk?



1. ábra. Azonos terjedelmű, szórású és átlagszilárdságú, de különböző szilárdsági eloszlású betonok

suk, ha van elegendő adat, akkor milyen eloszlástípust célszerű felvenni, s ez milyen következményekkel jár a betonösszetétel megállapítására, a minősítés elveire és a szerkezetek megbízhatóságára.

A vita elsősorban az eloszlások típusáról folyt. Dr. Roknich Gy. ismertette a KÖTUKI útbetonok ellenőrzése során nyert eredményeit. Valamennyi vizsgált betontípusból mindössze 18%-nak volt a szilárdsági eloszlása centrális, míg a többi 82% vagy gamma-eloszlást, vagy log. normál eloszlást mutatott. Az adatokból arra lehet következtetni, hogy az alacsonyabb szilárdsági osztályú betonok (pl. B100) esetén várható az erősen balra forduló, sok esetben log. normál eloszlás.

Ennek magától értetődő voltát hangsúlyozta dr. Weiss Gy., hiszen a kis szilárdságú betonok már csak a betonösszetétel tervezése és a technológiai adottságok miatt is log. normál eloszlást kell kövessenek, mert a legrosszabb adalékanyagot, a legkisebb cementadagolást és a legnagyobb vízcementtényezőt feltételezik, ettől viszont a betonkészítés során csak pozitív irányban lehet eltérni, azaz a tényleges szilárdság csak a magasabb értékek felé szórhat. Nagyszilárdságú betonok esetén azonban fordított a helyzet: minden paramétert optimális értékűre kellene beállítani, de ennek tartása az adottságok miatt nem lehet-

séges (pl. az adalékanyag szemmegoszlása), így az eltérés főleg negatív irányú. Ezen túlmenően nagy sokaság esetén nincs szabályos eloszlás: sok „leggyakoribb” érték is található, a gyakorisági hisztogramnak tehát több maximuma van.

Dr. Liptay A. vitatta, hogy a beton átlagszilárdsága egyúttal meghatározza a szilárdsági eloszlás típusát; saját vizsgálatai során erre nem talált bizonyítékot. Abban egyetért, hogy alig van centrális eloszlású beton. Alaptalannak tartja a 97,7%-os megbízhatósági szint kikötését, ez valamennyi ismert külföldi szabályzatban 95%, azaz nem $K_m = \bar{K} - 2 \cdot s$ összefüggéssel, hanem $K_m = \bar{K} - 1,67 \cdot s$ összefüggéssel számolnak. Úgy véli, hogy az MSZ 15022 elvei – amelyre az ÉSZKMI 19–77 is épült – korszerűek, de csak akkor alkalmazhatóak a gyakorlatban, ha a betonok minősítéskor nagyszámú próbatétel vizsgálati adatát lehet figyelembe venni (pl. 100 db-ot, vagy többet). Ma túlságosan beonyolulttá tettük a beton minősítését, s emellett szinte elsikkad maga az építés, a szerkezet és az ellenőrző mérnök szerepe. Az előírt minősítési paraméterek követhetetlen adathalmazt zúdítanak az ellenőrző mérnök nyakába.

A szilárdsági eloszlás alakjának bizonytalanságát dr. Weiss Gy. abban látja, hogy a szabvány a minősítési egységet nem határozta meg. Nagy sokaságot nem lehet együtt minősíteni s mint-hogy az ÉSZKMI nem kerülhetett ellentmondásba a szabványtervezetekkel sem, ezért az irányelv a szabvány hiányosságait nem pótolhatta.

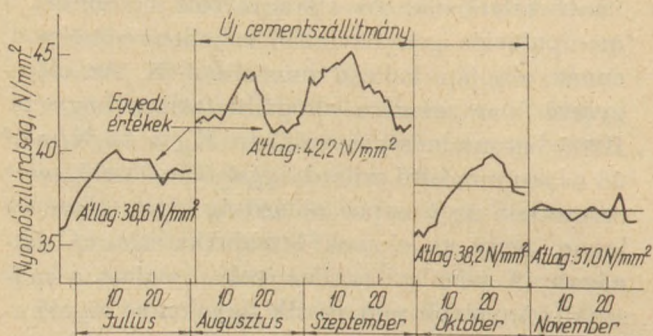
A szilárdság centrális eloszlása mellett a terhelések okozta feszültségek feltételezett centrális eloszlása is vitatható. Erre mutatott rá Császár I., amikor az előregyártott fiatal betontermékeket érő hatásokat ismertette. A felszakítás, emelés, mozgatás során a legfeljebb 1 napos betontermékek maximális igénybevételeknek vannak kitéve. Ez sokszor nagyobb feszültségeket ébreszt a betonban, mint ami beépítés után, az üzemi terhek miatt keletkezik. Az előregyártott betonokat a manipulációs igénybevételekre kellene méretezni, ennek alapján kellene minősíteni is. Az előregyártó ipar számára elfogadhatatlan, hogy pl. B200 betonminőséget valóban $K_m = 14 \text{ N/mm}^2$ 28 napos minősítő szilárdsággal állítson elő, mert ez esetben az 1 napos szilárdság olyan alacsony lenne, hogy az elemek kiszaluzhatatlanná válnának. A jelenlegi szabványok s emiatt a műszaki irányelvek sem veszik figyelembe az előregyártás eme gondját, ami azonban visszahat a termékek árára.

Az ismertetett szórás és eloszlás függvények – a rendezetlen vizsgálati feltételek miatt – *Dombi J.* véleménye szerint elsősorban nem a vizsgált betonra jellemzők, hanem a vizsgálati módra adnak inkább tájékoztatást. A $K_m = K - 2 \cdot s$ minősítő módszer korszerű, előrevívő, de pontos és megbízható vizsgálati módszer nélkül, visszáyára fordul és hatása káros lesz a beton minőségének megítélésében.

A szilárdsági szórás bizonytalansága miatti gondokat részben eloszlatta *dr. Kunszt Gy.*-nek az Építéstudományi Intézet néhány éve létrehozott betonszilárdsági adattáráról adott ismertetése. Az adattár szolgáltatásait már több elemgyár, házgyár és betongyár igénybe vette, az itt tárolt adatok célszerű kiértékelése közelebb vihet a várható eloszlások biztosabb meghatározásához.

A vita összefoglalásaként *dr. Ujhelyi J.* két lényeges szempontot emelt ki. Egyik az, hogy a beton szilárdsági eloszlásának jellegét tekintve csak az látszik biztosnak, hogy a centrális eloszlás feltételezése nem alátámasztható. Az eloszlás várható jellegének meghatározásához figyelembe kell venni a már rendelkezésre álló adatokat (KÖTUKI, ÉTI adatbank, vállalati adatok), az elméleti megfontolásokat (a beton törési alakváltozása, a technológia okozta változások) és ezek feldolgozása, valamint széleskörű vizsgálatok eredményei alapján közelebb juthatunk a szórás és az eloszlás biztonságosabb megítéléséhez.

A másik lényeges szempont a szilárdság-vizsgálat megbízhatósága és az együtt értékelhető adatok pontos meghatározása. Vitathatatlan, hogy a hazai betonvizsgáló berendezéseket korszerűsíteni, javítani kell, de legalább ilyen fontos a minősítési egység, a szórás és eloszlás vizsgálatához figyelembevehető adatszám rögzítése. Utóbbira megemlítette *W. P. Liljestrom* és *M. Polivka* közleményét (Quality Control of Expansive Cement Concrete. ACI Journal, 1976. május), ami egy Los Angeles-i, 40 ezer m³ beépített betont magá-



2. ábra. A szilárdság alakulása egy építéshelyen a cementszállítmányok megváltozása következtében

banfoglaló parkolóház építésének ellenőrzése során vett betonminták vizsgálati eredményeit foglalta össze. A cikk szerint ha új cementszállítmány érkezett a munkahelyre, a betonszilárdság átlaga azonnal megváltozott, azaz a különböző cementszállítmányból készített, egyébként azonos összetételű és előírt szilárdságú betont már nem lehetett együtt értékelni. Az amerikai vizsgálati anyagról a 2. ábra ad tájékoztatást.

Az MSZ 15022 korszerű méretezési elvei gyakorlati felhasználásának elősegítése érdekében az ankét valamennyi résztvevőjének, az egész magyar betonkészítő iparnak össze kell fognia, hogy mielőbb megbízható adatok álljanak rendelkezésre a beton szilárdsági szórására és eloszlására.

2. A beton szilárdsági osztályai

Vitaindítóként *dr. Ujhelyi J.* a Committé Européen du Béton ajánlását ismertette. Ez az alacsonyabb szilárdsági kategóriákban 5 N/mm², a magasabbakban 10 N/mm² szilárdsági különbségű betonokat javasol (5, 10, 15, 20, 30, 40 stb. minőségi osztályokat).

Ezzel a javaslattal egyetértett *Dombi J.* Véleménye szerint a magyar 5,7 és 10 N/mm² szilárdsági előírások annyira kis eltérést tartalmaznak, hogy szabatos előállításuk – megkülönböztetésük – kétséges lehet. Ezeket az alacsony szilárdsági kategóriákat egyébként is ki kellene emelni a szabvány szerinti betontípusokból, mert nincs ellenőrizhető eloszlás-függvényük. Ezen túlmenően készítésük addig szinte elképzelhetetlen, amíg nincs 250-es cement.

A kavicsbetonokra *dr. Weiss Gy.* sem tartja megfelelőnek a B50, B70 és B100 megkülönböztetést, de a könnyű adalékanyagos betonok eme kategóriái jól különválnak. Kavicsbetonokra B25, B50 és B100 szilárdsági osztályokat tartanak elfogadhatónak.

Dr. Burkus F. azokra a bizonytalanságokra mutatott rá, amelyek a műszaki irányelvek által megkívánt mérlegelési pontosságban és a keverőgépekkel szemben támasztott viszonylag enyhe követelményekben rejlenek. Mind az adalékanyag-, mind a cementmérlegek megkívánt pontossága csak 2% (a KGST ajánlás a cementmérlegekre 0,75%, az adalékanyag mérlegekre 1% pontosságot vett fel), ez viszont nem teszi lehetővé a kis szilárdságú betonokra előírt kis különbségű cementmennyiségek megbízható kimérését. Hiányosnak tartja a műszaki irányelveket abból a szempontból, hogy a keverőgépeknek a beton

minőségére gyakorolt hatásával nem foglalkozik elég részletesen.

A kis szilárdsági különbségű betonok előállításának nehézségei *dr. Ujhelyi J.* szerint a műszaki irányelvek betonösszetételi táblázataiból is kitűnnek. A cementtartalom különbsége B50 és B70 beton esetén 15–25 kg/m³, ebben a szilárdság tartományban nagy vízcementtényező változás sem okoz lényeges szilárdságváltozást, ez a beton csak telítetlen keverékből készíthető, amely már eleve bizonytalanná teszi a szilárdság alakulását. Mindezek alapján úgy véli, hogy a B70 betonminőségnek a szabványból való kivétele messzemenően indokolt.

3. A gyártásközi ellenőrzés és a végtermék minősítés

A beton készítésének költsége nem elhanyagolható. *Dr. Ujhelyi J.* szerint évente 30–40 milliárd Forint értékű betonszerkezet készül. Ha a gyártásközi minőségellenőrzés nem megfelelő, ha nem lehet az esetleges hibákat még a beton bedolgozása előtt feltárni, akkor az utólagos javítás a költségeket jelentősen megnöveli. Ugyanakkor a tervező is kellő biztosítékot kell kapjon arra, hogy a megépített szerkezet a követelményeknek megfelel. Ezt a biztosítékot ma a minősítő vizsgálat szolgáltatja. A gyártásközi ellenőrzés és a végtermék minősítés jelenleg két külön kategória. Kérdés, nem volna-e célszerű ezeket egymáshoz közelíteni, esetleg a gyártásközi ellenőrzés adatai alapján minősíteni.

Császár I. hangoztatta, hogy a két ellenőrzéstípust nem volna szabad különválasztani. Az előregyártó iparban a MEO kötelessége az ellenőrzés és az eredmények alapján kell javaslatot tegyen a technológia szükséges módosítására. A munkahelyi betonkészítést az építésvezetőnek kellene ellenőrizni, de erre sokszor nincs idő és néha hiányzik a kellő a szakismeret. A jól végzett gyártásközi ellenőrzés gazdasági eredménye jelentős, többek között abban is, hogy a jelenleg tapasztalható túlzott biztonságra törekvésről leszoktatja a betonipart. A gazdasági eredményeket célszerű lenne néhány kijelölt vállalatnál megvizsgálni.

A gyártási ellenőrzés akkor hatékony, ha a készítés feltételeihez illesztett. Ennek következtében sokfajta rendszer létezhet, központi szabályozása ezért nem oldható meg. A szabályzatokban csak az elveket célszerű rögzíteni, ez a törekvés a műszaki irányelvekben is üdvözölhető.

Dr. Liptay A. azt fejtegette, hogy a műtárgy betonjából készített és a műtárggyal azonos módon utókezelt próbatestek sem adnak elfogadható képet a beépített beton minőségéről, hanem csak a betonkeverékről. Ezért nem helyes többre értékelni a próbakockák vizsgálati eredményeit, mint pl. az adalékanyag ellenőrzés, vagy a keverési arány vizsgálat adatait. Csak az ellenőrző mérnök személyes szemrevételezése döntheti el, hogy a beépített beton és a kockapróbatest betonja azonos minőségűnek ítéhető-e. Úgy véli, hogy minősítő eljárásá kellene fejleszteni a jelenleg gyártásközi ellenőrzés céljára használt vizsgálatokat (alapanyag vizsgálat, konzisztencia-, betonösszetétel vizsgálat stb.) s a betonszerkezet állékonyosságát e vizsgálatokra támaszkodva kellene megállapítani.

A jelenlegi ipari adottságok mellett *dr. Székely Á.* nem látja a lehetőségét annak, hogy a gyártásközi ellenőrzés minősítő eljárásá legyen fejleszthető. Elképzelhetetlen pl. az adalékanyag szemmegoszlásának olyan gyakoriságú vizsgálata, amelyből meg lehetne állapítani a minősítéshez szükséges pontossággal a beton várható szilárdságát. Ehhez a jelenleginél egyenletesebb minőségű adalékanyagra lenne szükség.

A gyártásközi minőségellenőrzés eredményesége *dr. Ujhelyi J.* szerint a gyorsaságon múlik. Addig kell megállapítani a beton cement- és víztartalmát, konzisztenciáját és adalékanyagának jellemzőit, amíg a beton a keverőgépben van és nem később (v. ö.: B. Mather: How soon is soon enough? ACI Journal, 1976. március). A betonkocka vizsgálata csak arról kell tájékoztasson, hogy a szilárdulás megindult-e, azaz a kockavizsgálat elsőrendű célja a durva hibák feltárása lehet. Ezért törekszenek arra külföldön, hogy legfeljebb 1 napos szilárdságvizsgálatot írjanak elő.

Nálunk ma még az ellenőrzésnek azt az elvét – amely a gyártásközi vizsgálatot és a minősítést egymáshoz közelíti – nem lehet alkalmazni, nincs meg hozzá az ipari háttér, de törekedni kell mielőbbi megvalósítására.

4. Az adalékanyag-ellátásról

Dr. Ujhelyi J. bevezetőben arra hívta fel a figyelmet, hogy az ÉSZKMI 19–77 statisztikai adatokkal nem rendelkező vállalatok tájékoztatása érdekében megadta, milyen elvek alapján becsülhetik meg a várható szórásukat. Így a vállalat a felhasznált adalékanyag termékcsoportjától, valamint szervezettségétől, gépi berendezéseitől

függően saját magát A, B, C vagy D kategóriába sorozhatja. Kérdés, hogy az adalékanyagra vonatkozó megkötések teljesíthetők-e, van-e olyan vállalat, amely „A” kategóriájú lehet.

A hazai adalékanyaghelyzetet áttekintve *dr. Székely Á.* arra a következtetésre jutott, hogy az ÉSZKMI előírásai nehezen tarthatók be. Egyébként is vitatható, hogy helyes-e a felhasznált adalékanyagnak az irányelvek szerinti megkötése (pl. csak 5 adalékanyag frakció alkalmazásával lehet egy munkahely „A” kategóriájú). Az adalékanyag termékszabványokban előírt szemmegoszlású homokoskavics is megtalálható. Ha egy munkahely ezt használja, akkor képes lehet $s = 20$ N/mm² szórással dolgozni.

A technológiai géplánc és az adalékanyag-minőség alapján végzett rangsorolást *dr. Weiss Gy.* helyesnek tartja a *dr. Székely Á.* szerinti kiegészítéssel, de azt is hangsúlyozza, hogy a munkahely kategóriája változhat, sőt egy munkahelyen belül a gyártósorok más és más kategóriába tarthatnak, éppen az eltérő adottságoktól függően.

Dombi J. javasolja, hogy az ÉSZKMI újra kiadásakor az adalékanyag termékesoportját ne kössék meg, hanem csak az eleveket rögzítsék. Ha egy munkahely állandóan és rendszeresen vizsgálja az adalékanyag szemmegoszlását és a beton összetételét mindig az adott adalékanyag jellemzőihez illeszti, akkor minimális szórást érhet el.

Kézdy A.-nak az a véleménye, hogy az adalékanyag termelő ipar jelenlegi szintje nem alkalmas arra, hogy 0–1 mm-es frakcionált homokot is elő tudjon állítani. A száraz osztályozás alkalmatlansága ennek a feltételnek a kiegészítésére már bebizonyosodott. A gyakorlatban csak 0–8 mm-es frakció rendelhető, de a frakciók élessége még így sem éri el a szabvány követelményeit. Minden betonkészítő vállalat tudja, milyen erőfeszítéseket követel a frakciókban szállított, de nem élesen osztályozott termékesoportokból egyenletes minőségű betont készíteni.

Külföldi példákat, elsősorban a BAUMA legutóbbi kiállítását említette *dr. Burkus F.*, mert ez bizonyítja a megfelelő ipari háttérrel: van megfelelő osztályozó géplánc. Ez a háttér Magyarországon is megvan, de úgy tűnik, nem használjuk ki. Az adalékanyag előkészítés alapvetően gazdasági kérdés és a jelenlegi energiatakarékosági törekvések ezt előtérbe is állítják. Az előregyártó ipar általában, de több építőipari vállalat is saját adalékanyag osztályozó üzemét épített. Az is gazdasági kérdés, hogy ezt az utat kell-e követni, hiszen a központi nagyüzemek termelékenységével,

műszaki színvonalával a kis üzemek nem versenyezhetnek.

Vajda L. is alátámasztotta, hogy az ipari háttér adott, de a gépipar elbátortalanodott, mert a gyártott berendezéseit nem használják fel.

A gazdasági problémákat feszegette *Hajnal L.* is. A hatvani adalékanyag osztályozó üzem Rheax-berendezéssel is felszerelt, képes tehát mosott, élesen osztályozott 0–1 mm-es homok szállítására is. Ez a frakció azonban drága, nincs tehát rá igény. A tervező sem írhatja elő ennek felhasználását, mert nem tervezhet drága szerkezetet. A rheaxozott homok egyébként sem általánosan alkalmazandó, csak kényes betonszerkezetekhez, magas szilárdsági követelmény esetén. Sok esetben elegendő lenne javító-frakció szállítása az osztályozatlan homokos-kavicsokhoz, ezzel elérhető a „C” kategóriának megfelelő szilárdsági szórás.

Az adalékanyag termelők gondjairól *Pollák I.* beszélt. A homokos kavics és a zúzott kő szabványokban az elvek nem azonosak (pl. a szitaméret); a kőzetanyagoknak a beton tulajdonságaira gyakorolt hatását még nem vizsgálták meg kellő részletességgel, s ez lehet az oka, hogy az üledékes kőzetek szinte ki vannak zárva a betonadalékanyagok közül. Indokolt lenne pedig a mészkő, a dolomit és a gránit betonadalékanyagkénti alkalmasságát megvizsgálni. Ez sokat segíthetne az adalékanyag ellátás gondjain. A zúzott kövek már csak azért is kedvezőek, mert nem tartalmaznak agyagszennyeződést.

A hazai adalékanyaghelyzet *dr. Kalmár I.-né* vizsgálatai szerint nem kedvező. A természetes településű homokoskavicsok homokdúsak, a FOKA és a KBV üzeimben állandóan növekszenek a homokdepóniák. A KBV ma már csak homokkal együtt hajlandó kavicsfrakciót eladni, hogy mérsékelje a homokdepóniák növekedését s így sokszor felesleges, betonkészítés szempontjából meddő anyagot szállítanak. Szükséges megváltoztatni a hazai szemléletet: a kőzetanyagokat az eddiginél nagyobb mennyiségben kell felhasználni javító anyagként. Ehhez azonban a kőbányák művelését is korszerűsíteni kell.

A dunai homokos-kavics szennyezettség szempontjából jó. A csillámszennyeződés hatása azonban nem kellő mértékben vizsgált, csak a habarcsra vannak adatok. Az adalékanyag javításához még sok laboratóriumi munkára van szükség, ehhez azonban egységes vizsgálati és értékelési módszereket kell kialakítani.

A teljesen agyagmentes adalék alkalmazásának veszélyeire hívta fel a figyelmet *Dombi J.* A szivattyúzott beton terjed, gazdaságtalan lenne ce-

menttel pótolni a túlzottan megtisztított adalékanyag kenőanyag-hiányát. A kőzeteket az új szabványok az aprózódás alapján rangsorolják, holott az aprózódás mértéke nemcsak a kőzet szilárdságától, hanem a szemcsék geometriájától is függ: kis szilárdságú, de gömb alakú szemcsékből álló halmaz aprózódása kisebb, mint a szilárd, de szögletes szemcsékből álló halmazé.

Dr. Weiss Gy. is azt fejtegette, hogy a Los Angeles és a Deval vizsgálatok nem jellemzik az adalékanyag betontechnológiai viselkedését. Véleménye szerint az agyag-iszap szennyeződés jelenlegi elbírálása helytelen: az agyag mindig káros, az iszaptartalom azonban lehet kedvező is. Az agyag és az iszap szétválasztásához új vizsgálati módszerre volna szükség.

Kézdy A. azt tapasztalta, hogy sok bánya a homokos kavicsot agyagrögökkel keverten szállítja. Csak a régi MSZ 449 szabvány alapján hajlandók szállítási szerződést kötni, de a vizsgálati eredményeket már 24 óra múlva sem fogadják el. Szükséges lenne az átvételi vizsgálatok szigorúbb szabályozása.

Dr. Liptay A. ismertette a hazai homokoskavicsok szemmegoszlásának egyik jellegzetességét: 0–1 mm-es szemcsetartalmuk magas, ugyanakkor 1–4 mm-es szemcsékben szegények. Ezt a szemcsemegoszlási határgörbék előírásakor figyelembe kellene venni.

A vita a hazai adalékanyag helyzet számos problémáját vetette fel. Összefoglalójában *dr. Ujhelyi J.* arra hívta fel a figyelmet, hogy ezeket nem lehet elszigetelten megoldani, hanem csak a teljes betontechnológiai problémakörrel együtt. Több ellentmondást kell feloldani: szilárdság és cementigény szempontjából a finomrészben szegény, de tömörítés és szállíthatóság szempontjából

a finomrészben dúsabb adalékanyag megfelelő; a szilárdság egyenletessége érdekében élesen osztályozott vagy meghatározott szemmegoszlású homokoskavics szükséges, kedvező gazdasági eredmény azonban — a jelenlegi árak mellett — csak osztályozatlan adalékanyaggal érhető el; központi, adalékanyag lelőhelyre telepített osztályozó nagyüzemekben lehet az adalékanyagot olcsón és termelékenyen előkészíteni a felhasználásra, a FOKA azonban folyamatszabályozó vállalat elsősorban, s ezért számára az adalékanyag osztályozásának beruházása nem elsőrendű feladat stb.

A betonipar jóminőségű adalékanyagokkal való ellátása elsősorban gazdasági kérdés. Ha tehát alá tudjuk támasztani a betonipar igényét megalapozott műszaki-gazdasági értékeléssel, akkor várható az igények kielégítése. Ez tűnik most a leg-sürgősebb feladatnak.

Zárszó

Az ankéton nem készült jegyzőkönyv és a vitát csak feljegyzésekben rögzítettem. Az elhangzottakat igyekeztem e feljegyzések alapján a lehetőségekhez képest hűen visszaadni. Minden hozzászólótól elnézést kérek, ha olyan módon foglaltam volna össze az elmondottakat, ami nem tükrözi azt a szándékot, ami a felszólalást létrehozta. A szakcsoport vezetősége azonban úgy vélte, hogy az ankét tapasztalatait ilyen módon is hasznos a szakmai közvélemény elé tárni s esetleg e lap hátsólapján folytatni a gondolatok cseréjét a felvetett problémákról.

Dr. Ujhelyi János

Konferencia hírek

VI. Mechanoemisszió és Mechano-kémia Szimpozion, Berlin, 1977. június 20—22.

Az NDK Tudományos Akadémiájának Központi Fizikai-Kémiai Intézete, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Fizikai-Kémiai Intézete, valamint a FIA (Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg) közösen rendezte meg Berlin-Adlershofban a VI. Mechanoemisszió és Mechanokémia Szimpozion, a 14. Aprítás és Oszályozás Vitanapokkal egybekötve.

A szimpozion munkája plenáris előadások formájában, valamint a következő szekcióban zajlott le:

- I. szekció: A mechanokémia fizikai alapjai
- II. szekció: Mechanikailag aktivált szilárdtestek szerkezete és reakcióképessége
- III. szekció: Aprítás, osztályozás és a szemcseméret mérésének módszerei

Közel 100 előadás hangzott el, amelyeken szovjet, NDK-beli, lengyel, jugoszláv, cseh, szlovák és magyar szakemberek ismertették a hazájukban elért új eredményeket. Az előadásokat éles vita követte. Az elhangzott előadások közül itt csak néhányat sorolunk fel:

Plenáris:

- V. I. Spicin (SZU):
Besugárzás hatása a szilárd testek mechanikai tulajdonságaira
- G. Heinecke (NDK):
Reakcióokok a tribokémiában.
- K. Meyer, G. Keil (NDK):
Az adalékok hatásmechanizmusának fizikai-kémiai aspektusai
- N. A. Krotova (SZU):
Frissen képződött felületek adhéziója, aktivitása és sugárzási tulajdonságai

- V. V. Boldirev (SZU):
Szervetlen szilárdtestek mechanokémiája
- J. Hint és m. (SZU):
Az energoinfuziológia fejlődése az 1975—77 közötti időszakban
- G. I. Distler (SZU):
A szilárdtestek reálstruktúrája mint a mechanoemissziós folyamatok meghatározó tényezője
- K. P. Thiessen és m. (NDK):
Negatív affinitású tribokémiai reakciók a fém/elektrolit rendszerben

II. szekció:

- R. Paudert, R. Pöthig és m., H. Harenz és m. (NDK) és V. Boldirev és m., G. Guszev és m. (SZU) foglalkoztak az apatitos foszfátok mechanikai aktiválásának különböző elméleti és gyakorlati kérdéseivel;
- H. J. Huhn, H. Heegn, C. Bernhardt és m. (NDK) K. Tkáčova (CSSZSZK) foglalkoztak az agyagásványok és a magnezit mechanikai aktiválásával kapcsolatos kérdésekkel;
- M. A. Savinkina és m. (SZU) periklásznak valamint C_2S -nak és C_3S -nak különböző őrleberendezésekben végzett mechanikai aktiválásával kapcsolatos kísérletekről számoltak be.

III. szekció:

- D. Ocepek: (JSZSZK):
Felületi tulajdonságok és a deformáció mechanizmusa
- W. Maye (NDK):
Egykamrás golyósmalom osztályozó páncelezással;

- W. Raatz (NDK):
Cementmalmok üzemeltetési módjának vizsgálata, különös tekintettel a cement minőségére;
- W. Scheibe és m. (NDK):
A törési termék szemcsealakjának és szemcse szerkezetének befolyásolási lehetőségei a kúpos törőknél.

Magyar előadások:

- Opoczky, L. (SZIKKTI):
Szilárdtest-részecskék kölcsönhatása a mechanikai aktiválás során (megjelenik az Építőanyagban);
- Kerek, I.—Szabó, K.:
Őrölt anyagok triboelektromos tulajdonságainak vizsgálata elektromos ellenállás-mérésekkel
- Böhm, J.—Csóke, B.—Tompos, E. (BME):
Centrifugális görgősmalmok őrlési paramétereinek javítása;
- Kolostori, J. (CEMŰ):
Az őrlendő anyag őrlhetőségi tulajdonságainak figyelembevétele a körfolyamatos malmok őrlőösszetételének meghatározásánál (megjelenik az Építőanyagban)
- Verdes, S. (SZIKKTI):
Az osztályozási folyamatok megítélésének különböző módszerei
- Pethő, Sz.—Schultz, Gy.—Tompos E. (NME):
Spirálosztályozó szétválasztási függvényeinek kiértékelése.

A szimpozion keretében elhangzott előadások anyagát — rövidítve — a résztvevők megkapták, külön kiadványt a szervezők nem jelentettek meg.

Opoczky Ludmilla — Kolostori János

„Hungaropan”-nal üvegezett „HÖSZI ablakok, ajtók”

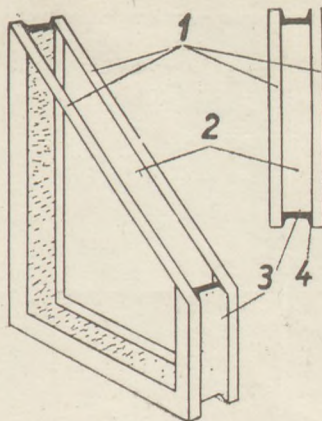
A Hungaropan az ÜM Orosházi Üvegyára által előállított korszerű építészeti üveg. A termék többrétegű hő- és hangszigetelő üvegszerkezet, melyet elsősorban az ablakok üvegezésére használnak, de alkalmas külső-belső falak, válaszfalak készítésére is.

A Hungaropan közel 50 százalékkal jobban szigetel, mint a hagyományos nyílászáró, így használata a fűtési költségeket lényegesen csökkenti. Hangszigetelése a 15 cm vastag téglafaléval egyenlő. A nyílászárók készítésénél 40 százalékos költségmegtakarítás jelentkezik, mert kevesebb fát, fémet, festéket kell felhasználni és egyszerű beépítésénél fogva csökken a munkaidő is.

A hagyományos üvegezési módnál – mint ismeretes – a belső és külső ablakszárnyba külön-külön építik be az egyrétegű síküveget. A Hungaropan esetében két, vagy több üvegtáblát előzetesen fémorrasztással eljárásal egybeépítenek, (l. ábra) így a táblák által közbezárt légréteg hő- és hangszigetelést biztosít.

Ez a szerkezet lehetővé teszi kétszárnyú ablakok helyett, egyszárnyú ablakok használatát. A táblák közé zárt légréteg következtében a Hungaropan üvegszerkezet – 40 °C-ig nem párosodik be, tehát átlátszó-sága, tisztasága megmarad. Teljesen légmentesen záró szerkezet, így az üvegtáblák közé por vagy egyéb szennyeződés nem kerülhet. Mivel egyszárnyú nyílászáró építését teszi lehetővé, nem lényegtelen a Hungaropan tisztításával járó időmegtakarítás sem, hiszen csak egy keretet kell lemosni, és az üvegeknek is csupán két oldala szorul tisztításra, mert az üvegtáblák közötti rész mindig csillogóan tiszta marad.

A szerkezetek kialakításánál sok variáció lehetséges, készülhet egy vagy több légréteggel, színtelen vagy színes, sima vagy mintázott üveggel, fényviszaverő és hőelnyelő üveggel. A Hungaropan üveg előírászerű beépítés és rendeltetészerű használat mellett 5 évig nem párosodik be.



A Hungaropan üveg szerkezete:

1. üvegtáblák,
2. közbezárt száraz légréteg,
3. ólomszalag,
4. forrasztott szegély.

Korábban a gyár csak megrendelésre készített Hungaropan üvegszerkezetet elsősorban nagyobb ipari, kulturális létesítményekhez, irodákhoz.

A magánereből való építkezés erőteljes fokozódásával szükségessé vált a kislakások, a társasházak korszerű hőszigetelő üveggel ellátott nyílászáróinak előállítása. Az érintett vállalatok kooperációjával kialakították a HÖSZI nevű ablak és erkélyajtó szerkezetet, mely magába foglalja a komplett fakeretet és a hozzávaló Hungaropan üveget. A Hungaropan-HÖSZI ablak bukó és oldalt nyíló változatban készül, s igen könnyen kezelhető. A nyíló-bukó ablak egyetlen mozdulattal oldalt nyílóra vagy bukóra állítható az igényeknek megfelelően átalakítás nélkül.

- a nyíló-bukó ablak készül 150×150 cm-es
90×150 cm-es
120×150 cm-es
- a csak oldalt nyíló ablak 90×150 cm-es
- az erkélyajtó 90×243 cm-es méretben

A Hungaropan-HÖSZI nyílászáró szerkezeteket az Alföldi TŰZEP Vállalat telepei forgalmazzák.

Hargitai Nándor

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368., Budapest, VI., Anker köz 1 – 3.

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, VII., Lenin krt. 9 – 11.

Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Postafiók 223.

77/5019 Franklin Nyomda, Budapest

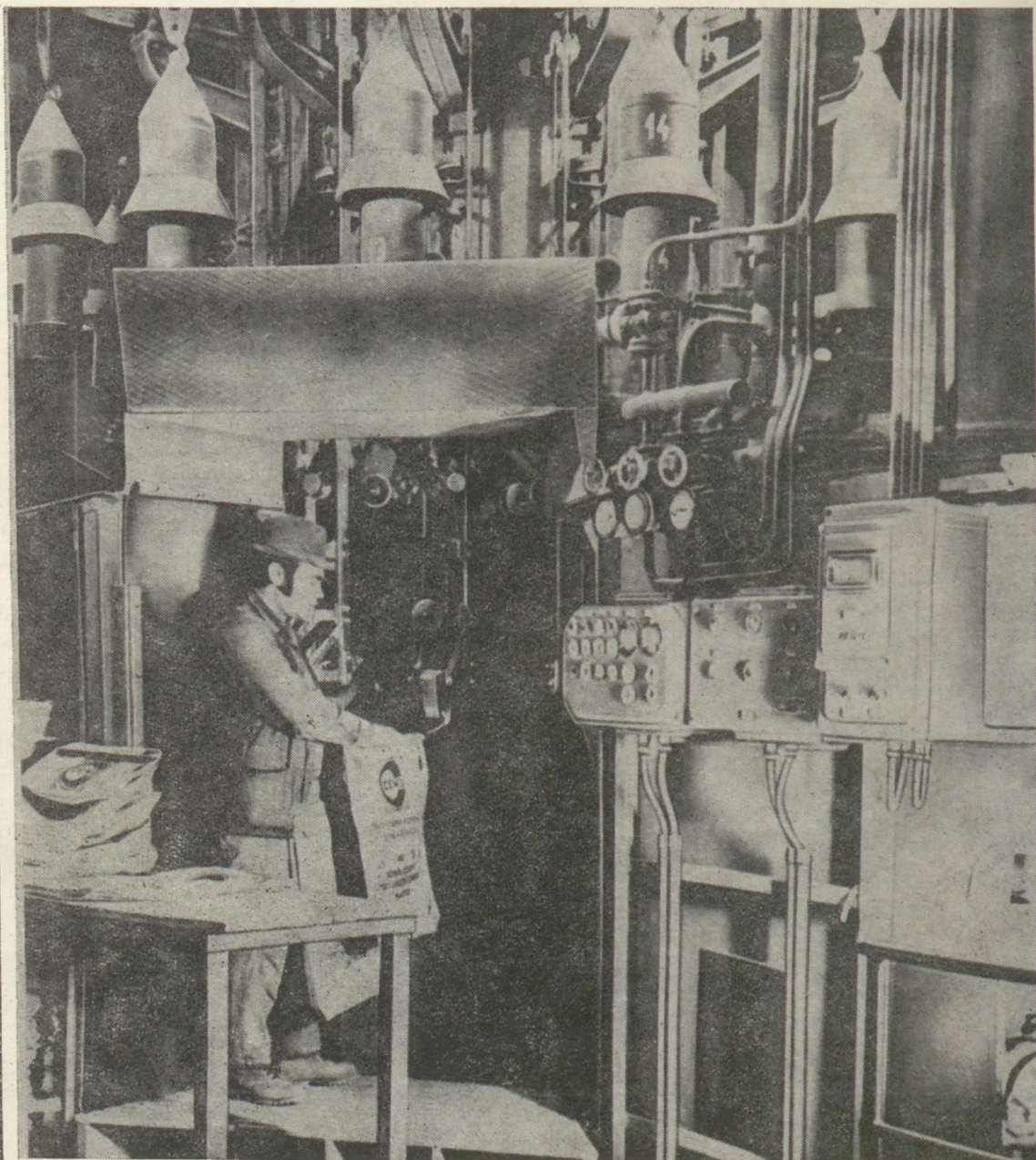
Felelős: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. 1900 Budapest, V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 postaforgalmi jelzőszámára. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P.O.B. 140. Budapest, 62. Előfizetési díj: negyedévre: 22,50 Ft, félévre: 45,- Ft, egyes számok ára: 7,50 Ft.

Cement,
nátriumkarbonát (szóda)
és más poros anyag
önzáró zsákokba történő
csomagolása

Rotációs csomagológépek segítségével biztonságos!



Ezeket a gépeket egy forgó tartály, fellazító berendezés, 8 vagy 14 fúvóka mérleg- és ellenőrzőautomatákkal, valamint egyéb felszerelés alkotja.

A csomagológép teljesítménye a tartály fordulatszámának változtatásával könnyen szabályozható. Kisebb fordulatszámoknál az óránkénti teljesítmény 1200 zsák, a legnagyobb teljesítmény több, mint 2000 zsák óránként. A gépek könnyű kezeléssel, kis térigényükkel és a működtetésükhöz szükséges kis számú munkaerővel tűnnek ki.

Gyártó:

PRERŮVSKÉ STROJIRNY

Exportőr:

pragoinvest

180 56 Praha — CSSR