

302935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

9. SZÁM

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a tégl-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

	Old.
<i>Egyed Zoltán</i> : Az építőanyagipari kutatás néhány kérdéséről .. .	329
<i>Jantsky Béla</i> : A nadapi kaolin .. .	335
<i>Juhász Zoltán</i> : Agyagféleségek diszperzitásfokának, felületi állapotának és morfológiájának hatása fizikai tulajdonságaikra, különös tekintettel a nadapi kaolinra .. .	336
<i>Moldvai Rezsőné</i> : Litium szerepe a szilikátkémiában .. .	345
<i>Dr. Sághegyi Lajos</i> : A magyar üvegipar múltjából .. .	350
<i>Fodor Zoltán</i> : A porcelán gvártásánál előforduló hibák .. .	358
A műszaki fejlesztés kérdése a Német Demokratikus Köztársaságban	364

СОДЕРЖАНИЕ

	сторона
<i>Золтан Едед</i> : О некоторых вопросах исследования в промышленности строительных материалов .. .	329
<i>Бела Янтшики</i> : Надапский каолин .. .	335
<i>Золтан Юхас</i> : Влияние степени дисперсности поверхностного состояния и морфологии материалов на их физические свойства в особенности относительно надапского каолина .. .	336
<i>Мольдваи Режене</i> : Роль и назначение лития в силикатной химии	345
<i>Dr. Лаеш Шагхели</i> : Из истории венгерской стекольной промышленности .. .	350
<i>Зольтан Фодор</i> : Дефекты при производстве фарфора .. .	358
Вопрос развития техники в Германской Демократической Республике .. .	364

SOMMAIRE

	Pages
<i>Zoltán Egyed</i> : Quelques problèmes de recherche de l'industrie des matériaux de construction .. .	329
<i>Béla Jantsky</i> : Le kaolin de Nadap .. .	335
<i>Zoltán Juhász</i> : L'action du degré du dispersement, de la condition superficielle et de la morphologie des matériaux sur leurs propriétés physiques, en consideration du kaolin du Nadap .. .	336
<i>Mme R. Moldvai</i> : Le rôle et l'importance du lithium dans la chimie des silicates .. .	345
<i>Dr. Lajos Sághegyi</i> : De l'histoire de l'industrie de verre hongroise	350
<i>Zoltán Fodor</i> : Défauts de fabrication dans l'industrie porcelainière	358
La question du développement de la technique dans la République Démocratique Allemande .. .	364

ÉPÍTŐANYAG

7. ÉVFOLYAM 9. SZÁM

Az építőanyagipari kutatás néhány kérdéséről

EGYED ZOLTÁN

Az építőanyagipar a háború után, a fasiszta dúlások következtében lerombolt állapotban, elmaradt a korszerű építőipar részéről joggal megkövetelhető szinttől. A 3 éves terv a részben avult, nagyobb részben romokban heverő építőanyagipar minden fontos létesítményét újjáépítette. Az első ötéves tervben az üzemek jelentékeny részét korszerűsítettük, kibővítettük és nagyszámban építettünk új modern építőanyagipari üzemeket.

Államigazgatási szinten az építőipar és az építőanyagipar több főhatóság alá tartozott és az Építőanyagipari Minisztérium megszervezéséig más tárca gondozta a téglaiipar és betonelemgyártóipar, más a cementipar, megint más a kő- és kavicsbányászati ipar és ismét más az üveg- és finomkerámiaipar érdekeit. Az Építőanyagipari Minisztérium mintegy két éven keresztül megszervezte az eltérő iparágak termelési, fejlesztési és egyéb problémáit és végül körülbelül két esztendővel ezelőtt az Építésügyi Minisztérium főhatósága alá került a most már egységes építőanyagipar is.

Ha az építészetet a művészeti és gazdasági alkotóelemek dialektikus egységeként tekintjük (anélkül persze, hogy itt a művészeti oldal elsődlegességét tagadjuk), rá kell mutatni, hogy a gazdasági-műszaki oldalon az építőipar és építőanyagipar egysége — talán az oly hosszú időn át nem egységes szervezet következtében — nem mindig és nem mindenben biztosított.

Az egységnek ez a hiánya a kutatás kérdéseiben is jelentkeznek. A teljességre törekvés szándéka nélkül és anélkül, hogy a felvetettek között valamilyen súly szerinti sorolást tennénk, a továbbiakban e hiány néhány jellegzetességét kívánjuk elemezni, s a következményeket néhány példával megvilágítani.

Az építőiparban és az építőanyagiparban az utóbbi néhány év kutatási témáit tüzetesebben vizsgálva kitűnik, hogy sok kísérlet módfelett elhúzódik. Emellett a legkülönbözőbb új építőanyagok évtizedek óta bevált receptjét gondosan elolvassuk, a gyártást esetleg a helyszínen tanulmányozzuk, de a megvalósítás helyett, nem egyszer partikuláris kis magánérdekek védelmében, évekig tartó „eredeti” kísérletekbe kezdünk. Az előregyártás úgyszólván egész mai technológiája a rosszul értelmezett újítások vadászterülete. Stati-

kailag semmivel sem indokolt födémgerenda keresztmetszetet alkalmazunk, mert annakidején az első sorozatot legyártó kapitalista vállalkozó ilyen zsaluzóminták beállításával találta meg a legjobban számítását. Egyebek közt azért nem jutunk egységes megoldásra a födémbéleltetek vonatkozásában, mert ellentétesek az ún. újítók érdekei. Ugyanakkor gyakran háttérbe szorulnak olyan újítások, melyek előbbre lendíthetnék pl. a lakásépítés kérdését. Ritkán lehet olyan újításról hallani, amelyik valóban építő módon old meg egy-egy nyitott problémát; amilyen pl. a *Miskolc*-féle fedélszék. Erről a jelenségről azért is meg kell itt emlékezni, mert az újításoknak zöme emellett sokszor nyitott kaput döngtet, olyan kérdés megoldását célozza, amelyeket illetően a hatóságok műszaki ismeretei az újítás kereteit meghaladják. A hatóságok természetesen akkor állanak feladatuk magaslatán, ha feladataikat úgy látják el, hogy a kutatások eredményei a legfejlettebb műszaki ismeretek, az eredményes megvalósítás után váljanak közkinccsé és ha az ezekhez az eredményekhez képest valóban új gondolatokat tartalmazó újítások megvalósítását minden lehető eszközzel elősegítik. (A kutatások és a kapcsolatos kísérletek gyorsasága tekintetében önkéntelen összehasonlításként kínálkozik a gyógyszeripar néhány eredménye. Amikor az embargo hazánkat elvágta az antibiotikumok elsősorban a penicillin, sztreptomycin, aureomicin, threomicin áldásainak élvezetétől és egyéb létfontosságú gyógyszerek importja is lehetetlenné vált, a gyógyszeripar valószínűleg csodákat tett. A magyar penicillin, amelynek egyik-másik változata, például a retardált készítmények, vagy az oracillin nemzetközi vonatkozásban a nyugati eredményekkel összehasonlítva is kiemelkedő termékei az iparnak, olyan rövid idő alatt jelent meg a piacon, hogy gyakorlatilag az imperialista embargo ellenére sem kellett kieséssel bajlódni. Ha a magyar gyógyszeripar kísérletei például a könnyűbeton kísérletek tempójában folynának és főleg, ha a publikált kísérleti eredmények megvalósítása az építőiparban és az építőanyagiparban lefolytatott kísérletek publikációjától a nagyipari megvalósításig terjedő időtartamot igényelnék, Magyarországon még évtizedek múlva is pusztítana a tudógyulladás penicillin hiányában, csecsemőáldozatok ezreit

szedné a szamárköhögés aureomicin hiányában és tehetetlenül állna az orvostudomány az agyhártyagyulladás szemben, mert nem volna életmentő sztreptomycinünk.) A kérdést népgazdasági szinten kell megoldani. A legutóbbi időkig az volt a helyzet, hogy pl. az Építésügyi Minisztérium semmilyen erőfeszítéssel sem tudott félüzemi kísérleteket folytatni anyagi fedezet hiányában. Még ebben az évben is az a keserves helyzet áll fenn, hogy a tárca a félüzemi kísérletekre szánt keretet, félüzemi berendezésekre kénytelen fordítani. Ez igen nehezé teszi az előbbrejutást a kutatások igen széles területén. A tervmetodikának olyannak kell lennie, hogy a kutatóintézetek, a vállalatok, a profiljukba tartozó kísérletek költségeit nemcsak a nullszériáig, hanem az ipari kipróbálás területén is betervezessék, ne legyen valamilyen új anyag, új technológiai eljárás, új munkamódszer bevezetésének az a kerékkötője, hogy nincs beralap, nincs sokszor apró kis összegek erejéig devizakeret és így sokszor népgazdasági szinten bekövetkezett hibák és hiányosságok következtében válik tehetetlenné az ipar.

Emellett nagyobb figyelmet kell szentelni a külföldről szinte készen átvehető anyagok kérdésének. A külföldi dokumentációk nagy varietását adja rendelkezésre a számtalan irodalmi forrás mellett szervezeten a Gazdasági Kapcsolatok Bizottsága, ha szükséges a Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa.

Szijártó elvtárs az Országos Építőipari Tanácskozáson rámutatott arra, hogy a tudományos kutatásnak az építőipar döntő kérdéseire kell erejét összpontosítani és ezért az öncélú, gyakorlat által nem igényelt, kutatási munkákat be kell szüntetni. Úgy vélem nem értelmezzük helytelenül *Szijártó* elvtársnak ezt a feltétlenül fontos követelését, ha úgy gondoljuk a baráti országoktól készen átvehető eredmények éveken át tartó adaptálási kísérleteit öncélú kísérleteknek minősítjük. Az ilyen jellegű kísérletezgetés az egyik akadálya annak, hogy nem teljesül az ugyancsak *Szijártó* elvtárs által élesen megfogalmazott második követelmény, nevezetesen, hogy a „kutatómunka eredményesebbé tétele érdekében a vállalatok, építkezések, üzemek műszaki vezetői kötelesek a tudományos kutatások eredményeinek saját területükön való leggyorsabb megvalósítására törekedni.“

*

Vizsgáljuk meg egy-egy építőanyagipari iparág kérdését közelebbről. Igyekezzünk ehhez időszerű példát kiválasztani; olyat, amely az iparág kutatási helyzetét, az építőiparral való kapcsolatát akkor is jellemzi, ha talán nem a legjellegzetesebb. Jegyezzük meg emellett, hogy feladatunkat itt nem abban látjuk, hogy az egyes építőanyagipari iparágak termelési problémáit megoldáshoz juttassuk — talán abban sem, hogy azokat valódi súlyuk szerint vessük fel — hanem abban, hogy az ipar elé enyhén görbe tükröt tartva, néhány olyan kérdésre hívjuk fel a figyelmet, amelyek helyes megoldása közvetlen eredményekhez vezethet az építőipar és az építőanyagipari kutatás kölcsönvona-

kozásainak kiteljesítésében, ezen keresztül az építőipari és építőanyagipari önköltség csökkentésében és a termelékenység növelésében.

*

Durvakéramiaipar. Az építőanyagipar a távlati fejlesztés során előirányozza pl. a durvakéramiaiparban a szárító kapacitás növelését, a technológiai folyamat racionalizálása érdekében be kívánja vezetni a csökkentett nedvességtartalmú agyag-gyurma szélesebbkörű alkalmazását, az agyag gőzzel való feltárását. Jobb technológiával tehát növelni akarja a termelékenységet és csökkenteni az önköltséget. Fokozni kívánja emellett a cserépgyártást, helyel-közzel még a téglatermelés rovására is. Ezek az intézkedések nyilván igen hasznosak. Az építőanyagipar oldaláról nézve mindenesetre az előirányozott intézkedések látszanak a legcélszerűbbeknek. Az építőipar oldalán azonban a durvakéramiaiparban, legalább ekkora súllyal jelentkeznek olyan kifejezetten *építőipari-műszaki* jellegű kérdések is, amelyek megoldása, a téglaiipar nem lebecsülhető fontosságú feladata. Így pl. az építőiparnak félreérthetetlenül állást kellene foglalnia az üregesáru vonatkozásában. *Az építőipar az egyik oldalon előreszalad és a kézműipari falazó módszerekről egyenesen a nagypaneles építkezésre akar áttérni. Ugyanakkor ma a földszintes, egy- és kétemeletes lakóépületeket és az azokkal azonos elbírálás alá eső épületek szinte valamennyiét kisméretű tömör agyagtéglából építjük és úgyszólván sehol nem alkalmazunk üreges falazóblokkot. Téglagyáraink a válaszfaltéglát és a különböző sejtéglákat is ideértve — abszolút számban is kevesebb üregesárut termelnek, mint 1938-ban.* A tömöráru ilyen majdnem kizárólagos alkalmazása energiatöbbletet jelent a gyártáskor, a szállításkor, fizikai vagy gépi erőpazarlást a beépítésnél, súlytöbblete pedig növeli az anyaghiányadot az alapozásnál és a kapcsolódó szerkezeteknél. Ugyanez a helyzet a födém-béleltestek területén. Amikor egyfelől előrehaladott kísérleti eredményeket publikálunk viszonylag kisméretű födémpanelek alkalmazásáról, lépten-nyomon találkozunk előregyártott födémgerendák között szabályszerűen zsáuzott födémekkel, kisméretű téglából készített boltozatokkal és építőiparunknak ezt a helytelen gyakorlatát ezideig magának az Építésügyi Minisztériumnak sok erőfeszítése, tiltó rendelkezései sem tudták megszüntetni.

Különösnek tűnik, hogy bár a födémelhiany katasztrófális, ez a kérdés mégsem jelentkezik elementáris erővel sem a durvakéramiaiparban, sem a betonelemgyártóiparban. Ezen a területen az utolsó évek egyetlen, szándékaiban előremutató megoldását az üreges téglaboltozat bevezetése jelentette, de ennek kapcsán is rá kell mutatni, hogy a szovjet gyakorlatban ezt a szerkezetet, helyesen, nem a gerendákkal párhuzamos, hanem a gerendákra merőleges üregekkel alakították ki, ami alapvetően jobban felel meg a bélelttestben kialakuló erőtani játéknak és a gyártás követelményeinek és emellett döntően leegyszerűsíti az elhelyezésnél jelentkező nehézségeket. A szerkezet ilyen — s egyéb — hiányosságait a

Minisztérium hamar felismerte és ma már ezt a szerkezetet nem is gyártják.

A durvakeramiaiiparnak tehát növelnie kellene az üreges áru termelését, elsősorban a falazó-blokk és födembéléstestek vonatkozásában. E tekintetben távolról sem elegendő, ha az ún. 19 lyukútégla termelését 13%-ról az összvolumen 30%-ára emelik. (Különösen ha meggondoljuk, hogy az 1954-re előirányzott 13%-ból csak igen kevés került legyártásra.) Elengedhetetlen tehát, hogy az építőipar mindenekelőtt felismerje, majd szabatosan felmérje és az építőanyagipar tudomására adja a teljes üregesáru szükségletet. A kérdést nem sokkal viszi előbbre, ha a Központi Építőanyagipari Kutató Intézet témái közé sorolja a kevéslyukú táglagyártás kifejlesztésének néhány kérdését vagy az *Iparterv* technológiai fejlesztési osztálya néhány hónapot szentel a kevéslyukú téglyagyártás vizsgálatának nagyüzemi kísérletek alapján. Ezek a kérdések ne ebben az értelemben képezzék kutatás tárgyát. *Azt kellene régóta vizsgálni, milyen módon, milyen mechanikai, kémiai, hőtani vagy egyéb eszközrel lehetne az üreges téglafal vastagságát csökkenteni, teherbírását növelni, gyártástechnológiáját javítani, stb. A nagyblokkok, nagypanelek oly kívánatos mielőbbi bevezetéséig viszont a tervezők feladata is követelni az üreges téglát, amely az építés úgyszólván minden területéről kiszoríthatja ma már a népgazdaság szempontjából minden tekintetben drága tömörtéglát.*

A durvakeramiaiipar kérdései között — ha nem tartozik is szorosan ide — szólani kell egyik legfontosabb helyi építőanyagunkról, a falu úgyszólván szuverén anyagáról, a vályogról is. Ismeretes, hogy ennek az ősi anyagnak az alkalmazása nálunk ma is eleven valóság és amint *Kotsis* Endre helyesen rámutat „nálunk a vályogépítésre őseitől örökölt gyakorlati ismereteivel az egész népesség készen áll — és tegyük hozzá ismeretei, ha egyszerűek is, de egészségesek, ami egy folyó építőtevékenység szempontjából nem lebecsülendő előny.” Az Építéstudományi Intézetben évekket ezelőtt felvettem és *Szabó Imre* a háború alatti és háború utáni német tapasztalatok alapján nagy részletességgel feldolgozta a vályogépítés legújabb eredményeit. E tanulmány alapján az Építésügyi Minisztérium mintegy két évvel ezelőtt kezdeményezte is a mezőgazdaságnak ebben az értelemben való megsegítését. Ezt a kezdeményezést az Akadémia teljes súlyú támogatásával valóssággal népmozgalommá kellene fejleszteni. A tudományos kutatás előtt világos, hogy a vályog szilárdsága jól megválasztott kötőanyagokkal, helyes szemcseösszetétellel igen jelentékenyen javítható s idevonatkozóan a weimari „Lehmbauschule“-ban *Grigutsch* kutatásai, a Szovjetunióban *Szkramatajev*, *Budnyikov*, *Nyekraszov* és *Popov* eredményei a mésszel, kátránnyal, szurokkal, hulladék bitumennel és lúggal vagy mésszel kezelt mezőgazdasági haszonhulladékkal, például olajpogácsával, szulfitszennylég cefrével, esetleg mésszel kevert örölt kohósalakkal stabilizált időálló anyagokkal, igen figyelemre méltóak és az alkalmazás hőenergiában, szárítókapacitásában, szervezett emberi munkaerőben jelentékeny megtakarításhoz vezet-

hetne. Az építőipar feladata, hogy egyértelműen leszögezze a vályoggal szembeni mennyiségi és minőségi igényét.

*

Mész- és cementipar. Ha a cement klinker-kapacitás bővítése érdekében például a szárító öv kibővítésével, a forgókemencék hőmérsékletének javításával és néha egy-egy kényes pillanatban különböző hűtési eljárások problematikus kilátású kutatásával vagy a forgókemence forgási sebességének növelésével és távolabbi perspektívában a kemencetervezés tudományos alapjainak feltárásával, a termodinamika mélyenszántó tudományos vizsgálatával, a gázáramlástan folyamatok alapos elemzésével, az építőanyagipari kutatás sok fontos kérdést tisztáz és a termelést, a termelékenységet növeli, az önköltséget pedig csökkenti, másfelől lényegesen lanyhább az a tevékenység, amely a klinkerkapacitás bővítése helyett a klinker, illetve cementigény csökkentésére irányul. Ennek két útja látszik járhatónak. Előállíthatók, amint az ismeretes, klinkertakarékos, vagy klinkermentes cementek, de a cementigény abszolút értelemben is csökkenthető. Klinkertakarékos kötőanyagok vonatkozásában a kutatás viszonylag széles területre kiterjed. Vizsgáljuk a hazai hidraulikus kötőpótlanyagok, a kohósalakok, puzzolánok, tufa-alapú kötőanyagok fizikai és kémiai tulajdonságait, a hazai anhidrit előfordulást és kutatjuk néhány új cement: például fehér cement, duzzadó cement, mélyfúró cement gyártásának kérdését. Távolabbi célkitűzéseink között szerepel, hogy rendezzük a bauxit cement körül indokoltan dúló tudományos vita kérdéseit és néhány egyéb, főleg technológiai problémát. Építéstudományi Intézetünk munkatervében évek óta visszatérő téma a kötőgyorsítók, plasztifikátorok, hidrofób kötőanyagok vizsgálata, de építőiparunk még mindig nem használja ki következetesen azt, hogy a plasztifikátoroknak az a tulajdonsága, hogy a kötőanyag viszonylag igen magas fajlagos felületéből származó hátrányokat eliminálja és csökkenti a habarcs vízfelvételét amellet, hogy jelentékenyen növeli a habarcs plaszticitását, az azonos minőségű betonokban csökkenti a cementigényt. *Gáspár* már 1953-ban az I. Országos Építőanyagipari Kutatókonferencián hangsúlyozta, hogy ha a portlandcement klinkert plasztifikáló anyaggal együtt örölnék és a plasztifikáló anyagot, például valamilyen termolimpert, — amelyek közül például a szulfitszennylég-cefre hazánkban naponként több tonna mennyiségben hulladékba megy, vagy akármilyen elszappanosított gyantát, ásványi szappant stb., nem több, mint 0,15—0,25% mennyiségben adagolnák, a betonok vízcementtényezője konzisztencia változás nélkül kisebbé válnék. A kisebb vízcementtényezővel nagyobb betonszilárdság jár együtt és így azonos szilárdság kevesebb cement adagolásával érhető el. A szükséges cementigény szovjet adatok szerint 8—10%-kal csökkenthető. *Ilyen nagyságrendű cementigény csökkentést nagyobb eredménynek kell minősíteni, mint a berendezések túlhasznált igénybevételéből származó 1—2%-os termelésnövekedést, melyért esetleg később, a berendezés pótlásakor sokszoros árat kell fizetni.* Helyénvaló volna ennek a

megfontolásnak nagyobb figyelmet szentelni és talán nem volna felesleges, ha az érdekelt tárcák ezt a kérdést központi feladatként kezelnék. Az Építéstudományi Intézet a kísérleteket a szulfiszennylúgcefre-plasztifikátorokra rég befejezte, ipari bevezetése milliós nagyságrendű megtakarításhoz vezetne, de a papírgyárak, ahol keletkezik (a Könnyűipari Minisztérium főhatósága alatt) nem sűrítik be, a vegyipari vállalatok (a Vegyipari Minisztérium főhatósága alatt) idegen területen nem végezhetnek beruházásokat — a sok bába között elvész a gyerek.

Fel kell ismerni azt az alapvető elvet, hogy hőenergia, munkaerő, anyag és minden egyéb megtakarítást az építőanyaggyártás területén nemcsak a technológia racionalizálásával, a gyártás egyszerűsítésével, hanem az igények okos, ésszerű csökkentésével is el lehet érni.

Az építésügyi kormányzat komoly erőfeszítéseket tesz az égetett mész termelésének fokozására. Tervbevétték pl. dolomitos szürke mész előállítását is. Az anyagipari kutatás kiterjed a mész-kötésű építőanyag széndioxid atmoszférában való kezelésére. Ez utóbbi kérdés részletes megoldására azonban kevésnek tartom, hogy egyik mészhomok téglagyárban egy szénsavat is előállító mészégető aknából és szilárdító kamrából álló üzemszében folytatnak kísérleteket. *Bajkóvnak* azt az értékes gondolatát, hogy a mészhabarcsok karbonizálási folyamata szénsavas atmoszférában igen gyorsan fokozható, sokkal gyorsabban és szélesebb körben kell véleményem szerint a gyakorlatnak átadni. Elég talán itt utalni arra, hogy a karbonizált mészbetonból készített téglához képest a mészhomoktégla 110%-kal több tüzelőanyagot használ fel, a mészhomoktégla mészigénye emellett 10%-kal magasabb. Szovjet adatok szerint, ha a karbonizált mészbeton téglá előállításának költsége 100, a mészhomoktéglaé 147, az égetett agyagtéglaé 271. Karbonizált mészbetonból könnyen állítanak elő 150 kg/cm² napos kockaszilárdságú falazó anyagot és megfelelő technológiai eljárással a vasbeton igényeit is kielégítő 400 kg/cm² 28 napos kockaszilárdságú anyag úgy állítható elő, hogy az a beagyazott acélt ne korrodeálja. Ez a nagyszilárdságú anyag emellett kitűnően csiszolható és fényezhető, ami igen nagy esztétikai előny. Az építőipar figyelmét ezért már régebben, mint igen fontos feladatra hívtuk fel a karbonizált mészbeton kérdésére. A karbonizált mész gyorsabb bevezetése pozitív cementtakarékoságot, igen gazdaságos mészfelhasználást és a hulladék szénsav jótárolásának hasznosítását eredményezi a portlandcementbetonnal egyenértékű anyag bevezetésével.

Az eddigieknél nagyobb figyelmet kellene szentelni emellett talán a karbidmész-felhasználás kérdésének, valamint az egyéb ipari mészhulladékok felhasználásának. Ez is természetesen az építőipari igények és az építőanyagipari kutatás összehangolásának függvénye.

A cserépgyártás minőségi és mennyiségi elégtelensége révén keletkező helyzetet jelentékenyen feloldhatná, ha a mész- és cementipar az azbeszt-cementlapok gyártását kiterjesztené, nyersanyagbázisát kiszélesítené. Ebben a vonatkozás-

ban az építőanyagipar előíranyozza azbeszt pótlására bazalt-gyapot alkalmazását. E kísérleteket ki kell terjeszteni salakgyapot felhasználására is és tervszerűen kutatni kellene egyéb rostanyagok, pl. elemi üvegszálak alkalmazásának lehetőségeit. Nem volna érdektelen emellett az acéldróttal vasalt azbeszt-cementlemezek, esetleg feszített acéldrótbetétes azbesztcement sima, vagy hullámlemezek kérdését is vizsgálni.

A *finomkerámiaipar* technológiai jellegzeteségeinél fogva helyesen tartozik az építőanyagipar szervezetébe. Ezen a területen főleg művészi vonatkozásban súlyos exportérdekek viaskodnak a belföldi fogyasztás szükségleteiből származó követelményekkel. Az export kérdését érinthetetlennek kell tekinteni, sőt minden erőfeszítést arra kell koncentrálni, hogy az export fokozhatóvá váljék. Emellett azonban a belföldi és külföldi fogyasztás egyaránt megkívánja néhány belső probléma éles felvetését. Az Építőanyagipari Minisztérium 1953-ban a népművelési kormányzat felé kezdeményezést tett a díszítő finomkerámia művészeti kérdéseinek szabályozására. Ezenkívül azonban lényeges pozitív lépés nem történt. Tárlatokon, elvéve egy-egy művészeti boltban, felbukkan néha néhány, szocialista realista díszítő kerámia irányában kialakított mű, nagy általánosságban azonban a díszítő finomkerámia termékeit a századforduló dekadens kispolgári ízlése jellemzi. Ez a körülmény a tömegtermelés nehézségeit nagymértékben fokozza. Az ország igen nagy edényhiánnyal küzd és a mutakozó technikai nehézségeket az avult formák következtében fellépő gyártási és égetési nehézségek is elmélyítik. A kérdés persze nem szorosan vett építőipari kérdés. Az építőművészek azonban évezredek óta aktívan résztvesznek az edények és hasonló utilitárius háztartási cikkek formakialakításában. Kívánatos volna, ha az ipar széleskörű tervpályázat útján az építőművészek bevonásával megkísérelné az edénygyártás formakészletét úgy felfrissíteni, hogy díszítőművészeti célkitűzései a gyártás egyszerűsítéséhez, a termelés növeléséhez, az önköltség csökkentéséhez vezessenek. Szorosabban vett építőipari kérdés e területen az, hogy a falburkoló lapok — csempék — gyártásánál igen magas az energiafogyasztás. *Korach* professzornak évekkal ezelőtt sikerült a csempelapokat nemes anyagokban és hőenergiában igen takarékosan, gazdaságos módon az eddigi minőségénél jobban, pontosabban, mérethelyesebben, főleg mérettartóbban előállítani. Az úgynevezett „Kervit“ csempék előállítása nyugaton mind nagyobb tért hódít és értesüléseim szerint a Szovjetunióban is bevezetést nyer. Sajnálatos volna, ha a hazai építőipar ezt a lehetőséget figyelmen kívül hagyná. Az Építésügyi Minisztérium 1955. évi műszaki fejlesztési terve előíranyozza minőségi és mérethelyes csempégyártás bevezetését; ez talán ezt a kérdést is előbbre fogja vinni. A kerámiaipar kérdéseinél kell megemlíteni azt is, hogy hőtechnikusaink kevés figyelmet szentelnek a kályha-kérdés gazdaságos megoldásának. Az Építéstudományi Intézet néhány évvel ezelőtt betonkályha-csempék, illetve betonkályhák készítését kísérletezte ki. Az iparban nem találkozunk e kísérletek eredményével. Kály-

hacsempéhez igen nehezen és drágán lehet csak hozzájutni, nyilván, mert kevés van belőle. Az anyagipar előirányozza a kályhacsempék gyártás-fejlesztését, mégpedig a romhányi gyárban elég tekintélyesen, de az igények ezt a fejlesztési programot jóval meghaladják — nem is szólva arról, hogy a romhányi fejlesztéssel a pécsi gyár csempegyártását — egyébként helyesen — megszüntetik és így a termelés emelkedésére nem is lehet teljes mértékig számítani. Az építőipar feladata volna jó minőségű téglák és betonkályha tervezése, az építőanyagiparnak kellene pedig elvállalnia a termodinamikai ellenőrzést és a gyártást. Mindezt a lakosság szükségleteinek jó kielégítése érdekében az eddigi kísérleti időnél alapvetően gyorsabban kellene végrehajtani.

*

Betonelemgyártóipar. Az előregyártás területén egyik legfontosabb és számtalan nemzetközi forrás szerint a nyugati kutatást is igen élénken foglalkoztató téma a *Sámsondi-féle* kísérlet kérdése. A Sámsondi kísérletek részben magának Sámsondinak a vérbeli kutatókra jellemző csapongó fantáziája és nem egy esetben kapkodása miatt húzódnak, mégis az elmúlt 6 évben nemzetközi értelemben véve is óriási jelentőségű eredményhez vezettek akár az Építéstudományi Intézetben, akár az Építőanyagipari Kutató Intézetben lefolytatott kísérleteket értékeljük. Igen fontosnak látszanék most már a bevezetést haladék nélkül folyamatba tenni.

A Magyar Tudományos Akadémia Építéstudományi és Építőanyagtudományi Főbizottságának együttes feladata, hogy ezt a kérdést az érdekelt tárcákkal együttműködve vizsgálja felül és a legközelebbi teendőkre a kormányzat felé átfogó javaslatot tegyen, mert

a lefolytatott kísérletek alapján a nagyobb arányú félüzemi gyártás megfelelő szakemberek bevonásával rendkívül gyorsan folyamatba tehető és mert a Sámsondi kísérletek alapelvei a szakirodalom tanúsága szerint, bár megállapíthatóan Sámsondi gondolatai nyomán, külföldön is ismeretesek és ha szórva nyosan is, de — a mi gyakorlatbavételeinknél mégis részletesebb sikerrel — folyamatban vannak. Ez a körülmény a házépítéssel kapcsolatos betontechnológia területén Magyarországnak, nemzetközi síkon, alapvetően fontos prioritását veszélyezteti.

Az előregyártás területén természetesen nem a Sámsondi kérdés rendezése az egyetlen, s nem is a legfontosabb teendő. Amikor a fát exportáló Szovjetunió Minisztertanácsa mintegy félévvel ezelőtt határozatot hozott a vasbetonelemgyártás fejlesztéséről, a szintén megoldhatatlan fagondokkal küszködő Magyarországon a meglévő elemgyárak gyártási kapacitását nem használjuk ki teljesen, amit nem utolsó sorban az is elősegít, hogy a fát, a beszerzés hatalmas nehézségei mellett is, mélyen a világpiaci ár alatt hozzuk belföldi forgalomba.

A gazdaságos előregyártásnak egyik alapvető előfeltétele a gyártó üzemek lehetőleg állandó

nomenklaturája. Az állandó nomenklatura előfeltétele a tervező és a kivitelező, illetőleg a gyártó közötti teljes összhang. Ezt a teljes összhangot csak a valóban átgondolt, átfogó tipizálási és szabványosítási tevékenység teremtheti meg. Az építőipar a saját területén a kérdés tervezéssel összefüggő részére viszonylag hosszú kísérleti időszakot biztosított a tervezőirodáknak. A legközelebbi jövő fogja megmutatni, hogyan használták ki ezt az időt a tipizálás-szabványosítás előmunkálatainak elvégzésére. Mindenesetre ha jól, akkor is néhány évig kell várni a munka eredményére. Az átfogó tipizálási és szabványosítási tevékenység általános előfeltételeit az építőipar és az építőanyagipar közösen megformulázott kutatási terveknek kell létrehozni. Ennek a kutatási tervnek az összhangját elsősorban a Magyar Tudományos Akadémia hivatott illetékes Főbizottságain keresztül biztosítani.

Az előregyártás egész területén nagy a műszaki konzervatívizmus, nagy az ellenállás. A közlekedésügy nem szívesen alkalmaz vasbeton keresztaljakat, mert megszokta a fát. A mélyépítés nem szívesen dolgozik vasbeton nyomócsővel, mert megszokta az öntöttvasat. A mezőgazdasági építészet különösképpen nem szívesen alkalmazza a vasbetont, mert a falu építészetének „ősi anyaga” a fa. A nálunk fejlettebb előregyártó iparral rendelkező országok tapasztalatai azt mutatják, hogy ezt a konzervatívizmust minden lehető eszközzel le kell küzdeni. A Német Demokratikus Köztársaság konzervatívizmusunk ellenére is importál tőlünk vasbeton keresztaljat, a vasércben gazdag Szovjetunió, Lengyelország, Anglia, stb. széles területen alkalmazza a vasbeton nyomócsövet stb. Az ellenállás megnyilvánulása az is, hogy például a vasbeton nyomócsővel kapcsolatos kérdések kutatásaiban, kísérleteiben magára hagyják az építőipart. A felhasználó iparok kész eredményeket kívánnak kapni a gyártás mellett a csövek fektetése, illesztése, tömítése és sok üzemi részletkérdése vonatkozásában. Emellett az építőipar nem tud a teljes szükséglettel számolni, hanem csak a vascsővel le nem fedezett mennyiséggel, ami bizonytalanságot támaszt a tekintetben, hogy milyen gyártási mennyiségekkel lehet perspektívkusan számolni, holott a kutatás távlatok nélkül vagy nem helyes távlatokkal szárnyaszegetté válik.

A betonelemgyártóipar munkaterületére kell számítani a korszerű könnyű építőanyaggyártást is.

A könnyűbeton tekintetében *Rudnai* és a vezetése alatt álló intézet érdekes, fontos, alapos kutatásokat végez évek óta és e kutatásokat jól egészíti ki az Építőanyagipari Kutató Intézet tevékenysége. A két intézet munkájának előterében a hab és gázszilikát, a mikroporítók különböző, mészkötésű anyagok a duzzasztott agyagkavics, agyagkötésű porszén hamu és a habosított salak állanak. A hab és gázszilikát területén a mészkötésű porszénhamu felhasználás vonalán és általában a felsorolt területeken sőt újabban a salak agglomerálás területén igen figyelemreméltóak az elméleti eredmények. Sajnálatos, hogy sokak felfogá-

sával ellentétben az Építéstudományi Intézet állásfoglalása a hazai tufák és egyéb természetes előfordulású adalékokkal szemben negatív. A II. Országos Építőanyagipari Konferencián *Jugovits* mutatott rá helyesen, hogy a tufákat a felhasználhatóság szempontjából osztályozni kell és jelentékeny részük feltétlenül beváltaná a hozzáfűzött reményeket. A kérdés ébrentartása azért is fontos, hogy energiatakarékos, *hidegúton előállítható* könnyűbetonok előállítását kísérletezzük ki. Ezért fontos volna e kérdés revíziója.

A könnyű építőanyagok felhasználásának előfeltételei közé tartozik, hogy azokból megfelelő gépi berendezések segítségével építőipari termékeket elsősorban falazó és földémblokkokat lehessen előállítani.

Ma már az egész világon, elsősorban a környező demokratikus államokban igen fejlett fokozatban a különböző salakblokk-gyártó gépek gyártása. Mi prototípusok importálása és ésszerű adaptálás, esetleg szabadalom vásárlás helyett éveken keresztül „tojógép“ prototípust állítunk elő, de még nullszéria legyártására sem kerül sor. (Ilacsak két darab legyártását nem tekintjük nullsorozatnak.) Ez is egyik oka annak, hogy az elméleti eredmények gyakorlatba ültetése olyan lassan halad.

*

Az építőanyagipar más ágairól, más feladatairól itt most nem szólunk. Talán az *üvegiparról* még annyit, hogy a tetőfedés területén mutatkozó nehézségek felszámolásában jelentékeny feladat várna erre a belföldi és export vonatkozásban is oly fontos feladatokat ellátó iparágra, ha akár a rendelkezésre álló külföldi dokumentumok alapján megoldáshoz juttatná a nagyméretű üvegcserepek kérdését. Emellett elemi üvegszalakból sodort anyaggal meg kellene kísérelni a feszített betonszerkezetek nagyszilárdságú acélanyagának pótlását. Az erre alkalmas anyagot azonban ezidőszereint exportálni kellene. Az üvegipari kutatásnak kell eldöntenie: sikeres kísérletek esetén, kilátásos volna-e a hazai gyártás.

És talán a *kő- és kavicsiparról* azt, hogy a hazai nemeskövek, pl. a budakalászi és süttöi travertin, vagy a Vértesben található vörösmarvány, stb., szélesebbkörű alkalmazása és a központos kavicsadalék osztályozás kérdése, egyre sürgetőbb feladat, de a nemeskövek alkalmazása csak akkor jöhet számításba, ha a kapcsolatos gazdaságossági kérdések megoldást nyernek.

*

A kutatás ezidőszereint lényegében, s főleg szervezeten két helyen folyik; az Építéstudományi Intézetben és az Építőanyagipari Központi Kutatóintézetben. Ezt a tevékenységet kiegészíti néhány tervezőiroda, elsősorban az Ipari Épülettervező Vállalat megfelelő osztályainak a munkája. Törekvés mutatkozik emellett arra, hogy a nagy építőanyagipari vállalatok egy-egy osztálya az Építőanyagipari Kutatóintézet irányításával résztvegyen a kutatásban és a kutatást kiegészítő felüzemű kísérletekben. Az építőanyagipari kutatás még egy lehetőségét kell azonban igen körültekintően kidolgozni. A látszólag eltérő iparágak együttműködését a kutatás azonos, vagy

közeli azonos területein. Unalomig ismételt példa, hogy a kohászok egészen jelentéktelen jóindulata az acélgyártás periferiális termékének, a betonacélnak, többszáz százalékkal emelhetné a minőségét. Közös kutatási területe van azonban a cementiparnak és az alumíniumiparnak, a cementiparnak és a kohóiparnak. Sok átfedő területet lehetne találni az energiaigényes könnyűanyaggyártás és az erőművek hulladék hő-hasznosítása, a rostos könnyűanyaggyártás és a mezőgazdasági hulladékanyagfelhasználás, vagy a kohó és kazán-salakhasznosítás területén. Széles körben látszanának hasznosíthatóknak az építőanyagiparban az infravörös szárítás, az ultrahang-kezelés és sok más, vas- és fémipari, vagy nehézvegyipari kutatási eredmény. Az építőipar és az építőanyagipar tudományos bázisát tehát a kooperáció vonalán ki kell szélesíteni. Ehhez segítséget elsősorban a Magyar Tudományos Akadémiának kell nyújtania.

*

Az elmondottak talán megengedik azt a következtetést, hogy az építőiparnak és az építőanyagiparnak jobban kell összehangolnia legközelebbi és perspektív feladatait mind a gyakorlati, mind a tudományos tevékenység körében. *Minden építőanyagipari kísérlet öncélú és felesleges, ha nem építőipari igényt elégít ki.* Kár, hogy gyakran szemléletbeli tévedésekhez vezet egyebek között az árkérdések egyoldalú megítélése. Az egyik épületelemgyár például átgondolt kavicsosztályozás helyett több cementet kever a betonba az előírtnál. Ezzel romlik az ország cementhelyzete, de a gyár ragyogóan teljesíti az önköltségi tervét, mert a kavicsosztályozás mintegy négy-szeresébe kerül forintban az elpazarolt cementnek. Az ilyen szemléletet természetesen alátámasztják a termetodika egyes hiányosságai. Kiküszöbölésük elsőrendűen fontos feladat. Ugyanígy — mint rámutattam — a tömörtégla forintban olcsóbb mint a kevésbé energiaigényes, könnyebb, jobban szállítható, egyszerűbben beépíthető, minden népgazdasági szempontból megfelelőbb üreges téglá, a faszervezet forintban olcsóbb, mint a népgazdaság szempontjából sokkal előnyösebb és sokkal fontosabb vasbetonszerkezet, stb.

*

A feladatok szerteágaznak, megoldásuk a gyakorlatban több tárcára, a kutatás területén több kutatási intézménynek a gyakorlattal való szoros együttműködésére várnak. A tudományos kérdések megoldása vonatkozásában az építésügyi tárca erőfeszítései mellett a Magyar Tudományos Akadémia és annak keretein belül az Építéstudományi és az Építőanyagtudományi Főbizottság együttes munkája adhat átütő eredményt. A két Főbizottság feladata részletes fejlesztési tervet kidolgozni az építéstudomány és építőanyagtudomány tudományos, műszaki és gazdasági együttműködésének egyértelmű kialakítására. Ebben a munkában a Főbizottságok hatékonyan támazkodhatnak az Építésügyi Minisztérium műszaki fejlesztési tervére, a tudományos kutatóintézetek munkaterveire és természetesen a többi Akadémiai Főbizottságnak az eltérő iparágak tevékenységét összefogó és irányító munkájára.

A nadapi kaolin

JANTSKY BÉLA

Az a terület, amelyről az utóbbi időben kaolinelőfordulás szempontjából szó esik, a Velencei gránit pluton ÉK-i részeként Nadap és Pázmánt községek között fekszik. Hosszúsága 4 km, szélessége pedig 1,5 km. A földtanban alunitosodott képződmények területeként volt ismeretes.

A múlt században ezt a képződményt nem tekintették a gránit tartozékának. A gránitnál idősebbnek, devon korúnak tartották, eredetere nézve pedig átalakult üledékes kőzeteknek minősítették.

Vendl A. a hegységről 1914-ben kiadott monográfiájában tesz említést először e terület nagyarányú kaolinosodásáról, limonitosodásáról és alunitosodásáról, ami szerinte az andezit vulkánosság után utóvulkáni szolfatára tevékenység folytán keletkezett a gránitból. Vendl A. megállapítása a tudomány akkori állása szerint logikus és kézenfekvő volt.

A hegység 1950-től tartó földtani komplex vizsgálata és különösen az ezek alapján telepített bányászat új értékes eredményekkel bővítette eddigi ismereteinket.

Ezek alapján a gránitot a Balaton felvidéktől húzódo paleozoos antiklinális szerkezet-szimmetrikus maghegységének kell tartanunk, amelyre ÉNy-ról, É-ről és K-ről a Balaton felvidéki típusú opaleozoos filitarkoza sorozat és urhidai típusú karbonkori palasorozat borul kvarcporfir, diabáz, diabáz-tufa és profirit vagyis paleozoos effuzif kőzetek közé településével. Ilyen kőzeteket ismerünk a Balaton felvidéken, a székesfehérvári mélyfúrás 1200 méteres szelvényében és ilyeneket találunk a gránitra közvetlenül reáboruló kontaktmetamorfizist szenvedett fillit, arkoza és palaköpenyben Nadap környékén is.

Ez az egykori paleozoos burok a Meleghegytől a velencei temetőig csaknem összefüggően borítja be a gránitot és ezzel azt meredeken, valószínűleg tektonikus vonal mentén ÉK-felé le is határolja.

A Nadap—Pázmánd közé eső terület valószínűleg ebből a fedősorozatból épül fel. Elbontott kaolinosodott állapotban ott is ezeket a tagokat kell keresni.

A földtani kutatás és bányászat a hegység minden részében, tehát a pátkai Kőrakás-hegytől a sukorói Ördög-hegyig és a velencei Bence-hegyig mindenhol a gránit magmatizmushoz kapcsolódó paleozoos fluoritos ércesedést mutat ki. Ennek alapján a Nadap—Pázmánd közé eső területet is ilyennek kellett tartani azzal a lehetőséggel, hogy itt a karbonkori gránitához kötött kaolinosodással együttjáró hidrotermális folyamatokat az eocénben meginduló vulkánosság utóműködéseként újabb hidrotermális lebontó hatások tetézték.

Az alunit képződését nem csupán szolfatára működés termékének tarthatjuk. Más szolfatára ásványok hiánya és a limonittal való legszorosabb

kapcsolat inkább azt látszottak igazolni, hogy az alunit a hidrotermális piritesedés oxidációs terméke. Ezek alapján az Áll. Földt. Int. javaslatára 1953-ban két fúrást mélyítették le a terület központi szakaszán.

Ezek igazolták a fent vázolt feltevéseket és a felszíni oxidált zóna alatt 30—40 méter mélységben teljesen lebontott piritesedett, kaolinosodott kőzetet harántoltak. A mélyebb szinteken 60—70 méterben lebontott egykori bázisos kőzet következett.

Ezután 1954-ben az Áll. Földtani Intézet az egész terület földtani megkutatására 10 fúrást mélyített. Ezek egybehangzóan igazolták, hogy az alunitosodás csupán a külszínnel érintkező 1—2 méter vastag rétegre szorítkozik, hogy alatta 28—60 méter között váltakozó oxidált limonitos, kaolinos öv van, ami alatt pedig piritesedett, kaolinosodott eredeti kőzet húzódik, amely a fúrások talpáig tartott és erősödő kvarcosodást mutat.

A fúrások 1955. VII. 31-ig maximálisan 95 méter mélységre hatoltak le. Egy fúrás 48 métertől kezdve bázisos kőzetbe jutott, amely hidrotermális hatásra kloritosodott. A leghatalmasabb kaolinosodott képződmény a nadapi Templom-hegy, amelyet eddig öt fúrással kutattunk meg. Ezek 75—95 méter mélységre hatoltak le és az oxidált zóna alatt kivétel nélkül pirittel fakőrcel, szfalerit és galenittel hintett intenzív kaolinosodott tömeget harántoltak. A kaolinosodást és ércesedést előidéző oldatok felszállító csatornái, mint kvarctelérek 50—100 m-ként 30° irányú csapásban harántolják a Templom-hegyet.

A kaolinosodás és kőzetelbontás rendkívül intenzív. Ez a kaolinosodott kőzet egykori szövetét, szerkezetét és ásványi összetételét is teljesen elmosta, eltüntette. Csupán a kaolinosodott földpátszemek, kővonalaiból és más lebontott ásványok alakjából, továbbá másodlagos ásványi alkotórészekből ítélve tudunk következtetni az egykori kőzetek jellegére.

Ezek alapján a fúrások kaolinosodott anyagát arkózából, kvarcporfirból, porfirritből, diabázból, diabázporfirritből vagy diabáz-tufából kell származtatnunk. Egyetlen fúrásunk volt olyan csupán, amelyben kloritosodott andezitet feltételeztünk.

A táró breccsás zónában indult, amelyben a törmelék legnagyobb része fillit és gránit. Utána arkoza, majd a 40 métertől kezdve diabáz-tufa vált uralkodóvá. A közelben levő ciráki bánya andezitjéhez hasonló üde kőzetet nem harántoltak még eddig a táróban.

Ezek szerint tehát a Nadap környéki, különösen a Templom-hegyi pirites kaolin alapanyaga főleg arkoza és ebbe települt paleozoos effuzif tömegek.

Ezek hidrotermális ércesedése, amely kaolinosodással járt együtt, valószínűleg a gránit plutomizmussal kapcsolatos utómágnás folyamat

eredménye, amelyet az andezit utáni termális oldatok már csak kis mértékben változtattak meg.

A kaolinosodás optimális szakaszai az arkoza és kvarcporfir elbontott vonulataira esnek, amelyek főleg a Templom-hegyen található.

Amennyiben a technológia meg tudja oldani a pirit és egyéb ércek leválasztását a kaolinitől, vagy fordítva ki tudja vonni a kaolinitet ilyen környezetből, az esetben igen nagy kaolinittömegek állnak rendelkezésre, *ipari jelentőségű kaolinelő-*

helyünk van. Ennek minősége a leválasztás tökéletességének lesz függvénye.

Továbbá földtani feladatunk megtalálni azokat a helyeket ahol a kaolin a külszínen levő kaolinosodott hegység lehordása következtében másodlagosan felhalmozódott.

Addig is igen nagy érdeklődéssel tekintünk a felfedezett földtani tömeget ipari értékűvé tevő technológiai kísérletek felé, amelyek laboratóriumi eredményeit a következő cikkek ismertetik.

Agyagféleségek diszperzitásfokának, felületi állapotának és morfológiájának hatása fizikai tulajdonságaikra, különös tekintettel a nadapi kaolinra

A Bányászati Kutató Intézet közleménye

JUHÁSZ ZOLTÁN

A Velencei-hegység gránitmasszívumában Nadap község területén a Magyar Állami Földtani Intézet ezideig több kisebb mélységű (60–80 m) fúrólukát mélyített le. A megfúrt, erősen elbomlott kőzet földpátja elkaolinosodott, emellett bőven tartalmaz piritet, illetve a piritek oxidációja folytán keletkezett vasoxidot és -hidroxidot.

A piritek ép, vagy elbontott állapota alapján a masszívum vertikális kiterjedésében két zónára osztható. A közelfelszíni zónát, melynek mélysége 20–40 m-ig terjed, a piritek oxidációja jellemzi. A bomlott kőzet vöröses vagy barna színű, míg az alatta levő zóna kőzete szürkés vagy fehéres és elbontatlan, ép piritkristályokat tartalmaz.

A fúrásokkal megnyitott előfordulás esetleges kihasználási lehetőségének megvizsgálására a Bányászati Kutató Intézet Ércosztálya előkészítési kísérleteket végzett. Az előkészítési kísérletek egyrészt arra irányultak, hogy a kőzet pirittartalmát kinyerjék, másrészt és főképpen arra, hogy a kőzetből lehetőleg teljesen pirit- és szennyező biotitmentes kaolint nyerjenek ki.

A kísérletek végeredményeként nyert kaolin tulajdonságainak megismerésére néhány kísérletet végeztünk.

Vizsgálatainknak célja kimondottan csak az volt, hogy a VIII. sz. fúrómagból iszapolt kaolinak, mint új kaolinelőfordulásnak néhány fizikai és kémiai tulajdonságára fényt derítsünk és ezáltal a kaolin kerámiai felhasználóságának eldöntésére folytatott kutatásokat kiegészítsük.

E vizsgálatok és kísérletek azt mutatták, hogy az agyagféleségek viselkedésére vonatkozó korábbi elméleti megállapításaink* újabb igazolást nyertek. Úgy látszott, hogy a nadapi kaolin általunk előállított mintája kiváló mintaanyagul szolgál azoknak az ismereteknek az ellenőrzésére és egységes képbe való összefoglalására, melyekre eddig a különböző agyagféleségeknél szert tettünk. Így a jelen tanulmányunknak kettős célja van: egyrészt, hogy ismertesse egy új, eddig ismeretlen kaolinelőfordu-

lás egy válogatott mintájának néhány fizikai és kémiai tulajdonságát, s ezzel — bár vizsgálataink nem kerámiai vizsgálatok voltak — a kerámikus az adatokat a maga területén esetleg hasznosítani tudja; másrészt, hogy az agyagféleségekről és azoknak egy speciális területen mutatott viselkedéséről elképzelt elméleti megfontolásokat lerögzítse.

Tanulmányunkban nem foglalkozunk az agyagféleségek vízfelvételeivel, mert arról az Építőanyag októberi számában már beszámoltunk,** bár az ott közölt elméleti fejtegetések szorosan az e munkában leírtakhoz tartoznak. Jelen dolgozatunkban az agyagféleségek viselkedésének kolloid-kémiai magyarázatát írjuk le, egy új kaolinelőfordulás válogatott mintájának viselkedése tükrében anélkül azonban, hogy e munka keretében teljességre törekednénk.

A kísérleteket a Herendi Porcelángyárban ma használt (iszapolt) zettlitzai kaolinnal párhuzamosan végeztük és így lehetőség nyílik a mérési adatoknak egy közismert, és jóminőségűnek tartott kaolin mérési adataival való összehasonlítására.

I. A kísérleti anyag előkészítésének menete

A nadapi VIII. sz. fúrás magmintái közül fehér, oxidációmentes darabokat válogattunk ki.



1. ábra

* Kutatási zárójelentés,

** „Építőanyag, 1954. 10. szám, 315. old.”

A kiválogatott darabok összefüggő rétegből származtak. Egy jellemző darabot fényképfelvételen mutatunk be (1. ábra). (Nagyítás : 1 : 20.)

A felvételen jól látszik a magok erősen pirités behintése.

A kiválogatott darabokat cca —5 mm-re törjük és vízben állandó kevergetés közben feláztatuk. A fel nem ázott durva részt ülepitéssel eltávolítottuk, majd a finom részt laboratóriumi (2 cm Ø) hidrociklonnal iszapoltuk. A ciklon felülfolyásban nyert kaolint két napig ülepitettük, az üledék felett levő tiszta vizet leszívtuk és — szűrőprés hiányában — az iszapot kb. 50% víztartalomig gipszkádákban szikkasztottuk.

Mivel célunk csak a kinyert kaolin vizsgálata volt, ebben az esetben sem súly-, sem kaolinkihozatali mérleget nem készítettünk.

Az összehasonlító anyagul szolgáló zettlitzi iszapolt kaolint a kapott állapotában használtuk méréseinknél.

II. A kísérleti anyag leírása

II/a Kémiai összetétel

A nadapi és zettlitzi kaolinminták klasszikus oxidelemzéssel meghatározott kémiai összetételét az I. táblázat mutatja. Az elemzések adatai 105 C°-on szárított anyagokra vonatkoznak.

I. táblázat

	N a d a p i	Z e t t l i t z i
	k a o l i n	
SiO ₂	52,6%	45,6%
Fe ₂ O ₃	0,5%	1,1%
TiO ₂	0,6%	0,2%
Al ₂ O ₃	31,3%	37,0%
CaO	1,4%	1,1%
MgO	0,5%	0,1%
Ni ₂ O	0,3%	0,3%
K ₂ O	0,4%	0,8%
Izz. vesztl.	12,3%	13,7%

II/b. Ásványtani összetétel

A nadapi kaolinminta ásványtani összetételének meghatározására röntgen- és differenciáltermál-analízist, valamint elektronmikroszkópi felvételt alkalmaztunk. A röntgenelemzést — a Veszprémi Vegyipari Egyetemen dr. Nemezc Ernő, a DTA-görbék felvételét a Földtani Intézet készülékén dr. Földvári Aladárné, az elektronmikroszkópi felvételeket a Magyar Tudományos Akadémia Elektronmikroszkópi Laboratóriumában dr. Árkosi Klára végezték felkérésünkre. Mind-egyik vizsgálatot a küldött zettlitzi kaolinmintával párhuzamosan végezték el.

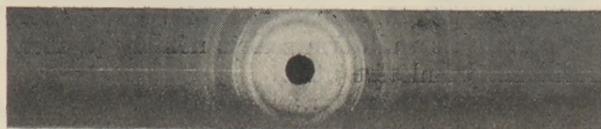
A röntgenfelvételeket a 2. ábrán közöljük.

A mellékletben kapott szakvélemény szerint az ásványtani összetételt a II. táblázatban állítottuk össze.

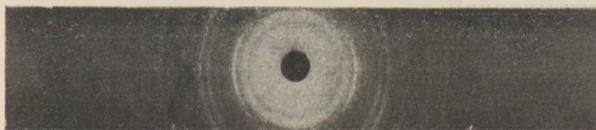
II. táblázat

Megnevezés	Kaolinit	Kvarc	Illit
Nadapi kaolin	75—80%	13—18%	4—7%
Zettlitzi kaolin	87—93%	3—5%	3—6%

2. ábra. Röntgenfelvételek

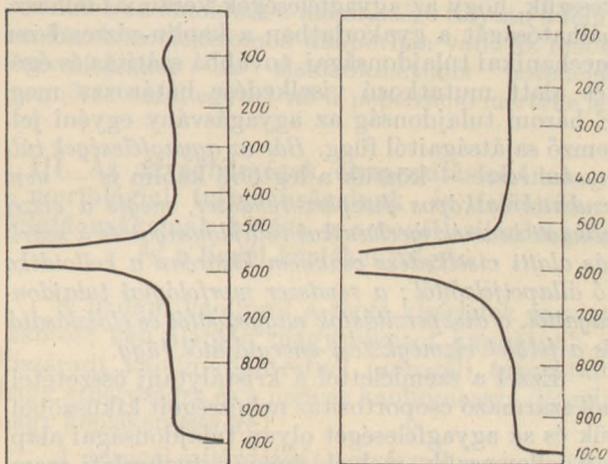


2a Nadapi kaolin



2b Zettlitzi kaolin

3. ábra. DTA-görbék



3a. Nadapi kaolin

3b Zettlitzi kaolin



4. ábra. Elektronmikroszkópi felvételek

4a. Nadapi kaolin (6500-szoros nagyítás)

4b. Zettlitzi kaolin (11 250-szoros nagyítás)

A két minta kvalitatív összetétele a szakvélemény szerint megegyező.

A differenciáltermál görbéket a 3. ábrán mutatjuk be.

Dr. Földvári Aladárné szóbeli közlése szerint a görbék alapján a nadapi és zettlitzti kaolin közel azonos összetételű. A nadapi kaolin 100 °C körül mutatózó kis endoterm zsákja néhány % montmorillonit jelenlétére utal.

Az elektronmikroszkópi felvételeket a 4. ábra mutatja.

A kapott szakvélemény szerint a nadapi kaolin „főtömege igen finom, szabálytalan lemezekből áll, köztük halloysitra emlékeztető túrkristályokkal”.

A zettlitzti kaolinról megállapítja a szakvélemény, hogy „elég nagy mennyiségű kaolinit-kristály mellett más kristályos anyagot is tartalmaz”.

A nadapi kaolin ásványtani összetételéről a fenti adatok alapján egységes képet kialakítani nem lehet.

Véleményünk szerint azonban ez sem elméletileg, sem gyakorlatilag nem döntő, ha figyelembe vesszük, hogy az agyagféleségek kerámiai felhasználhatóságát a gyakorlatban a kaolin-vízrendszer mechanikai tulajdonságai, továbbá szárítás és égetés alatt mutatózó viselkedése határozza meg. E három tulajdonság az agyagásvány egyéni jellemző sajátosságaitól függ. *Bár az agyagféleségek túlnyomó része — köztük a legtöbb kaolin is — nem szubmikroszkópos diszperz rendszer, mégis a vízzel alkotott keverék mechanikai tulajdonságai és a szárítás alatti viselkedése csaknem kizáróan a kolloidika fő állapotjelzőitől: a rendszer morfológiai tulajdonságaitól, a diszperzítátsfok nagyságától és eloszlásától és a felület vízmegkötési energiájától függ.*

Ezzel a szemlélettel a kristálytani összetételből származó csoportosítás nehézségeit kiküszöböljük és az agyagféleséget olyan tulajdonságai alapján jellemezzük, melyek éppen a gyakorlati szempontból leglényegesebb tulajdonságait határozzák meg, legalább is ami az égetés előtti viselkedését illeti.

Az égetés alatt mutatózó viselkedésre ma még sem a kémiai, sem az ásványtani összetételből sem a kolloidkémiai tulajdonságokból nem tudunk a gyakorlatot kielégítő módon következtetni, ezért a magasabb hőmérséklettel szemben mutatózó sajátosságokat laboratóriumi kísérletek alapján határozzuk meg.

A nadapi kaolint ezeknek a fenti szempontoknak figyelembevételével vizsgáltuk.

II/c. Részecske-alak, -méret, felületi energia

A részecskék alakjának érzékelésére közvetlen módszer az elektronmikroszkópi felvételek vizsgálata. A felvételekből megállapítható, hogy mindkét kaolin, a nadapi és a zettlitzti is, anizodimenziós részecskékből épül fel. Míg a zettlitzti kaolin tisztán lemezes részecskékből (kaolinit-kristálykákból) áll, addig a nadapi kaolinban pálcikák, fibrillák is találhatóak. A felvételekből az is látszik, hogy a vizsgált anyagok polidiszperz rendszerek.

Az átlagos *diszperzítátsfokot* számszerűleg a fajlagos felülettel jellemezhetjük. A fajlagos felület értéke ugyanannál az anyagnál a mérési módszer szerint változik. Agyagféleségeknél a vízgőz-

adszorpcióból számított fajlagos felület értéke a legjellemzőbb, mivel ez a módszer a vízmolekulákkal szemben aktív felület nagyságát adja meg a kísérleti hőmérsékleten.

A fajlagos felület meghatározására kénsav-víz elegyekkel előállított különböző nedvességtartalmú térben felvett deszorpciós izotermák alkalmasak. Az izotermák inflexiós pontja adja az adszorbeált vízmennyiséget (W_a). Ezt a vízmennyiséget úgy tekintjük, mintha monomolekulás réteg alakjában lenne a felületen elterülve. (A valóságban ez az elképzelés csak megközelítőleg érvényes.)

A 4 Å átmérőjű, gömbnek feltételezett vízmolekula által befedett felület $12,56 \cdot 10^{-16}$ cm².

A vízmegkötésből számított fajlagos felület értéke:

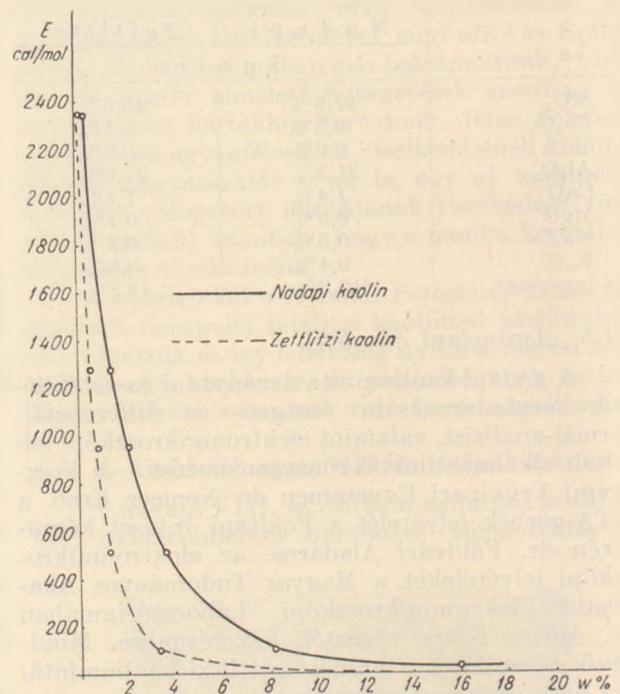
$$\Omega = \frac{W_a}{18} \cdot 6,03 \cdot 10^{23} \cdot 12,56 \cdot 10^{-16} \approx 42,07 \cdot W_a \text{ m}^2/\text{g}$$

Az így számított fajlagos felületi értékek a következők (10 °C-on):

nadapi kaolin	160 m ² /g
zettlitzti kaolin	50 m ² /g

A zettlitzti kaolin fajlagos felülete tehát a nadapi kaolinénak kb. a harmada.

A nadapi kaolin e mérések szerint sokkal finomabb, apróbb részecskékből áll, mint a zettlitzti, mert fajlagos felülete jóval nagyobb.



5. ábra. Vízgőz-adszorpciós potenciál-görbék

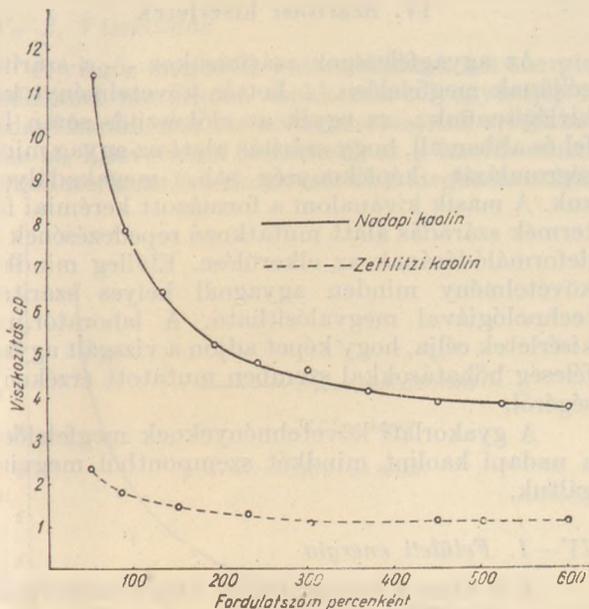
A *felületi energiát* a vízgőz-adszorpció potenciál-görbéjével jellemeztük. Az 5. ábra mutatja a két anyag felületi potenciál-görbéjét 10 °C-on. Az ordinátára az adszorpciós potenciál értékeit (E kal/mol), az abszcisszára pedig a megkötött vízgőz mennyiségét vettük fel ($W\%$).

Látható, hogy a zettlitzti kaolin energiagörbéje meredekebb mint a nadapié, így utóbbi ned-

vesedőképesége nagyobb. Ennek megfelelően a vízgőz-adszorpciós görbére alkalmazott tapasztalati adszorpciós izoterma-egyenlet ($W = kp^{1/n}$) adszorpciós kitevője ($1/n$), mely a nedvesedőképeség mértéke, a nadapi kaolinénál szintén nagyobb (10 C°-on):

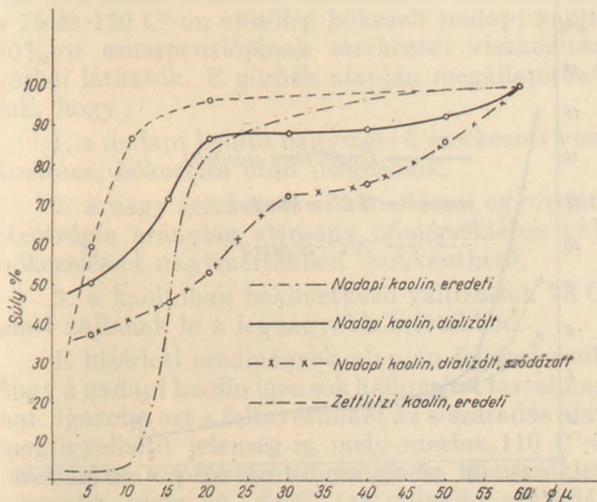
- nadapi kaolin $1/n = 0,86$
- zettlitzi kaolin $1/n = 0,75$

A zettlitzi kaolinhoz viszonyított nagyobb vízmegkötési energia és nagyobb diszperzításfok okozza, hogy a nadapi kaolin a zettlitzinél jóval képlékenyebb.



6. ábra. Szerkezeti viszkozitásgörbék

A képlékenységet — plasztométer hiányában — nem tudtuk lemérni. Helyette rotációs viszkoziméterben (Marschalkó-féle viszkoziméter) mért szerkezeti viszkozitásgörbéket vettünk fel. A szuszpenziók szerkezeti viszkozitása a részecskék alakjától, nagyságától, valamint lioszféréjától és annak a diszperziós közeggel, valamint egymással való kölcsönhatásától függ. A nadapi és zettlitzi kaolin szerkezeti viszkozitásgörbéjét — vagyis a



7. ábra. Kumulatív szemcseeloszlási görbék

fordulatszám függvényében felvett viszkozitási értékeket összekötő görbét — a 6. ábrán mutatjuk be. (Normális folyadékok viszkozitása nem függ a sebességtől.)

A nadapi kaolinról alkotott képet ki kell még egészítenünk a szuszpendált állapotban mért szemcseeloszlással, mert ez vizes közegben az adott kaolin-vízrendszer állapotának egyik döntő és jellemző adata. A 7. ábrán a nadapi és zettlitzi kaolin kumulatív szemcseeloszlását mutatjuk be, 20 g/liter koncentrációjú szuszpenzióban. Ugyanezen az ábrán tüntetjük fel a nadapi dializált és szódával peptizált kaolin szuszpenziójának szemcseeloszlását is. (Minden mérésnél desztillált vizet használtunk.)

A kísérletek szerint a nadapi kaolin finom kristályszemcséi eredeti állapotban vízben koagulálva vannak. Az a tény, hogy már dialízis után is peptizáció lép fel, azt mutatja, hogy a kaolin koagulálását a felületen megkötött ionok okozzák, s ezeknek az ionoknak a mennyisége folytán a felület közel izoelektromos állapotban van. Az ionok eltávolításakor az elektrokinetikus potenciál megnő és ezzel együtt nő a peptizáció mértéke is.

III. Az agyagféleségek diszperzításfokának, morfológiai tulajdonságainak és felületük tulajdonságainak hatása a xerogél szilárdságára és a liogél képlékenységre

A nadapi kaolinról a fenti kísérletek szerint alkotott kép alapján magyarázatot kaphatunk a kiszáradt kaolinpróbatestnél (xerogél) tapasztalt nagy szilárdságra és a nedves kaolinmassza (liogél) nagy képlékenységre.

A xerogél szilárdságát egyrészt a víz szerkezete határozza meg.

A struktúrát a felépítő elemi részecskék mérete, méreteloszlása és alakja már eleve meghatározza. Minél finomabbak a részecskék és minél változóbb a méreteloszlásuk — geometriailag meghatározható határok között — annál tömörebb halmazt képesek felépíteni, vagyis a részecskék érintkezési felülete a halmozódásuktól függ. Elősegíti a tömör halmaz képződését a nadapi kaolinnál az a tény is, hogy a lemezes, polidiszperz részecskék közé pálcikaalakú részek is beékelődnek, melyek a szilárdságot éppen úgy növelik, mint pl. a vályogtéglaiban a törek.

A nadapi kaolin szemcseösszetétele tehát nagy szilárdságú xerogél-struktúra képződésére alkalmas.

A xerogél szilárdságának másik tényezője a részecskék tapadási felületén uralkodó *adhézió*. Az *adhézió* a tömegvonzáshoz hasonló, de a felületek között fellépő vonzóerő, melynek nagyságát adott felület szerkezete és energetikai állapota határozza meg. Természetes, hogy minél nagyobb felületen tud fellépni az *adhézió* és minél nagyobb annak értéke, annál nagyobb lesz a xerogél szilárdsága.

Az *adhéziót* csökkenti a felület töltése, s értéke a távolsággal rohamosan esik. A felület töltése a nedvesedőképeséggel szoros összefüggésben van.

Ha a tapadási pontokon a felületre víz kerül, a felület töltése az adszorpció miatt csökken ugyan, ezáltal az adhézió a részecskék között megnő, de ugyanakkor a víz a tapadó felületeket szétnyomja, tehát a részecskék közötti adhézió csökken. Fokozott víz-hozzáadással a tapadási pontok száma és az itt uralkodó adhézió csökken, amivel együttjár a xerogél szilárdságának a csökkenése is.

Amikor a víz a kapillárisokat megtöltötte, de az adhézió a vázszerkezetet még fenn tudja tartani, liogél állapotról beszélünk. Ebben az állapotban van egy olyan optimális vízmennyiség, mellynél a liogél szilárdsága a formázhatóságra kedvező, ezt a vízmennyiséget a gyakorlatban megmunkálási víznek nevezzük. Az anyagféleségek használhatóságának egyik-döntő feltétele, hogy a megmunkálási víznél a liogél *képlékenysége* optimális legyen.

Ha a képlékeny alakváltoztatást tisztán az anyag belsejének szempontjából vizsgáljuk, megállapítható, hogy a képlékenységi foka kizárólag az anyag részecskéinek méretétől, alakjától és felületük energetikai állapotától függ.

A liogélben — külső erő hatására — képlékeny deformációnál a részecskék elcsúsznak egymás mellett. Minél anizodimenziósabbak a részecskék és minél kisebb a méretük, az elcsúszásnak annál nagyobb a lehetősége, — ugyanolyan külső erőnél.

A részecskék közötti adhéziót csökkenti és a súrlódásmentes elmozdulást biztosítja a részecskék felületén lioszféra alakjában megkötött víz. A víz kenőhatást fejt ki, ami csak akkor lehetséges, ha a lioszféra megfelelő szerkezetű. Szükséges, hogy a szilárd részecskékhez nagy erővel kapcsolódjék a víz egyik része, a másik rész kisebb erővel legyen kötve. A nagy erővel kötött víz a folytonos átmenetet biztosítja a szilárd rész és a víz nagyobb tömege között, a másik, nagyobb rész elmozduláskor a tulajdonképpen kenőhatást biztosítja.

Ha a víz mennyisége kevés (megmunkálási víz alatt), a kenőhatás nincs biztosítva; ha túlsok, akkor a részecskék közötti adhézió nagymértékben csökken, a liogél folyik és nyomásra a részecskék közül a víz — mivel kis energiával van kötve — kiszorul, kenőhatást nem fejt ki.

Az optimális, vagy megmunkálási víz tehát az adott agyagféleség optimális lioszférájának kiépítéséhez szükséges vízmennyiség, figyelembevéve a részecskék közötti adhéziót is.

A megmunkálási víz és a hozzá tartozó képlékenységi az agyag minőségével változik, az agyag részecskéinek mérete, alakja, valamint a felület energiája és állapota által meghatározott lioszféraszerkezet változása szerint.

A nadapi kaolin nagyobb diszperzitásfokú és polidiszperzebb, mint a zettlitz kaolin, lioszférájának szerkezete kedvezőbb (l. szerkezeti viszkozitás), ugyanakkor a részecskék közötti adhézió is magas értékű (l. szemcsegörbék). Ugyanakkor a zettlitz kaolinmintánk szerkezeti viszkozitást alig mutatott, a szemcsegörbék szerint könnyebben diszpergálható, tehát a részecskék közötti adhézió kicsi. Ennek tulajdonítható, hogy a zettlitz soványabb agyagféleség, mint a nadapi.

A fent leírtakból következik, hogy az *agyagféleségek mechanikai tulajdonságai mind xerogél, mind liogél állapotban gyakorlatilag függetlenek az agyagásványok belső kémiai felépítettségétől, és csak a részecskék alakjától, méreteloszlásától és felületük energetikai állapotától függenek*. E három tényező közül liogél állapotban többnyire csak az utóbbi módosítható (hőkezelés, elektrolitek), s hogy a lioszféra szerkezetének változtatása a képlékenységi milyen mérvű növekedésére vezet, az a másik két tényező által már eleve korlátok közé van szorítva.

IV. Szárítási kísérletek

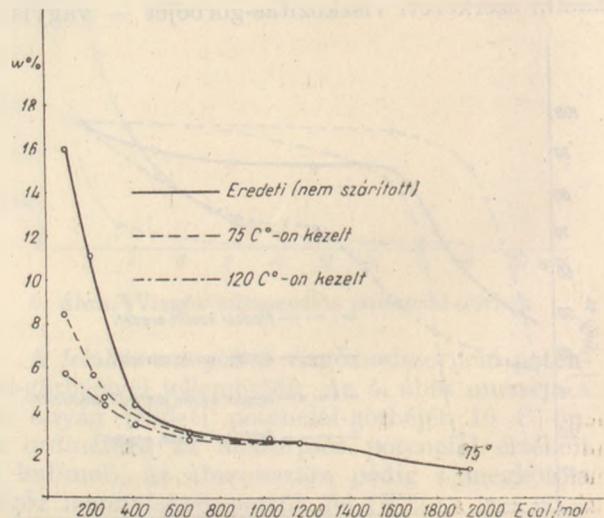
Az agyagféleségek szárításakor — a szárítás céljának megfelelően — kettős követelményt kell kielégítenünk: az egyik az előkészítés során lép fel és abban áll, hogy szárítás alatt az agyag minőségromlását (képlékenység stb.) megakadályozzuk. A másik kívánalom a formázott kerámiai féltermék száradás alatt mutatkozó repedésének és deformálódásának az elkerülése. Elvileg mindkét követelmény minden agyagnál helyes szárítástechnológiával megvalósítható. A laboratóriumi kísérletek célja, hogy képet adjon a vizsgált agyagféleség hőhatásokkal szemben mutatott érzékenységről.

A gyakorlati követelményeknek megfelelően, a nadapi kaolint mindkét szempontból megvizsgáltuk.

IV—1. Felületi energia

A 8. ábra a nadapi kaolin vízgőz-adszorpciós potenciálgörbéjét tünteti fel, eredeti állapotban, 75 °C és 120 °C-os hőkezelés után. A potenciálértékeket a kaolin 40 °C-on mért deszorpciós izotermáiból számítottuk. Az ábrán az abszcisszára a vízgőz-adszorpciós potenciált (E kal/mol), az ordinátára a megkötött vízmennyiséget (W) %-ban tüntettük fel.

A görbék közül látható, hogy a nagy energiával kötött víz mennyisége hőkezelések után (120 °C-ig) nem változik meg. A hőkezelés után fellépő válto-



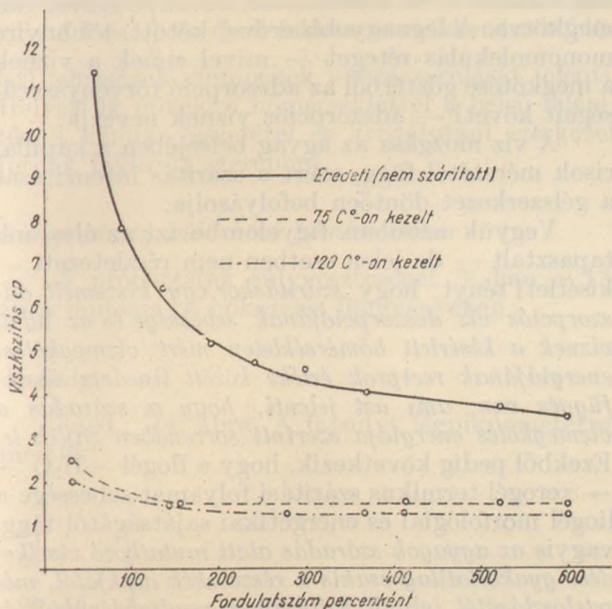
8. ábra. A vízgőz-adszorpciós potenciál változása hőkezelés után (nadapi kaolin)

zás kritikus energiaérték alatt következik be. E kritikus érték egybeesik a kapillár-kondenzáció kezdeti pontjával, amiből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a hőkezelés a kaolin kapilláris rendszerében idéz elő morfológiai változásokat. Minthogy ezen a szakaszon az azonos energiával kötött víz mennyisége hőkezelés után csökken, az igen szűk kapillárisok számának csökkenését tételhetjük fel.

Mint a görbékől kiolvasható, ezek az átalakulások 75 °C alatti zajlanak le a legnagyobb mértékben.

IV—2. Viszkózitás

A vízgőz-megkötés potenciáljának kis energia értékeknél mutatkozó csökkenésével együttjár a nadapi kaolin és a víz kölcsönhatásának a csökkenése is. Közvetlenül lemérhető ez a kaolin-szuszpenzió szerkezeti viszkózitásának a meghatározásá-



9. ábra. A szerkezeti viszkózitás változása hőkezelés után (nadapi kaolin)

val. A 9. ábrán a hőkezelés alá nem vetett, továbbá a 75 és 120 °C-on előzőleg hőkezelt nadapi kaolin 10%-os szuszpenziójának szerkezeti viszkózitásgörbéi láthatók. E görbék alapján megállapíthatjuk, hogy :

1. a nadapi kaolin nagymérvű szerkezeti viszkózitása, hőkezelés után megszűnik,
2. a nagy szerkezeti viszkózitással együttjáró tixotrópia aránylag alacsony hőmérsékleten való hőkezeléssel nagymértékben csökkenthető,
3. a kaolinban bekövetkező változások 75 °C alatt zajlanak le a legnagyobb mértékben.

E kísérleti eredmények alapján feltételezzük, hogy a nadapi kaolin igen sok halloysitot tartalmazhat. Igazolja ezt a feltevésünket az a száradás alatt megfigyelhető jelenség is, mely szerint 110 °C-os szárításkor a próbatést belsejének hőmérséklete hosszabb ideig 50—54 °C (az állandó száradási sebességű szelep egyensúlyi hőmérséklete 67 °C

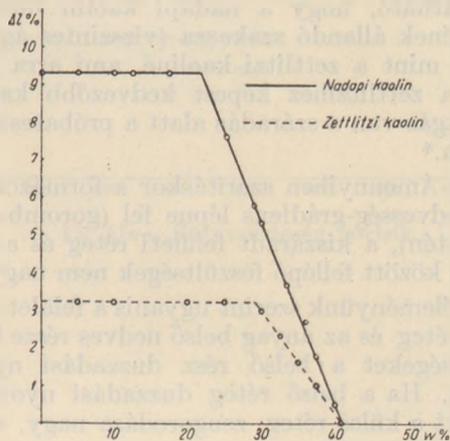
volt). Az 50 °C körüli lépcső a hőmérsékletgörbékben halloysit-metahalloysit átalakulásra utal.

Feltevésünket a röntgen- és DT-analízis nem igazolta. Közvetlen bizonyíték azonban az elektronmikroszkópi felvétel, ahol jól láthatók a halloysit tús kristályai.

Ennek a kérdésnek végleges eldöntése még további kísérleteket és bizonyításokat igényel.

IV—3. Száradási zsugorodás

A nadapi és zettlitzai kaolinból gipszformában préselve készített 60 × 40 × 4 mm méretű próbatéglák lineáris zsugorodását ($\Delta l\%$) a próbatést

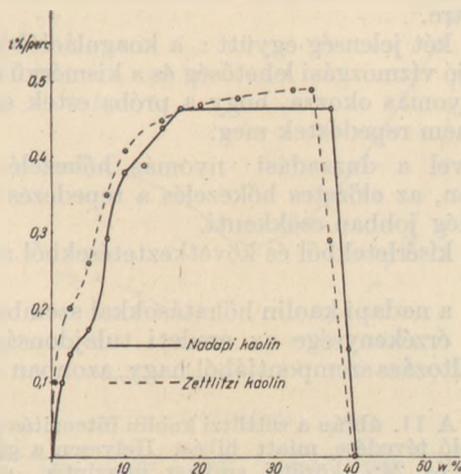


10. ábra. Próbatéglák száradási zsugorodása

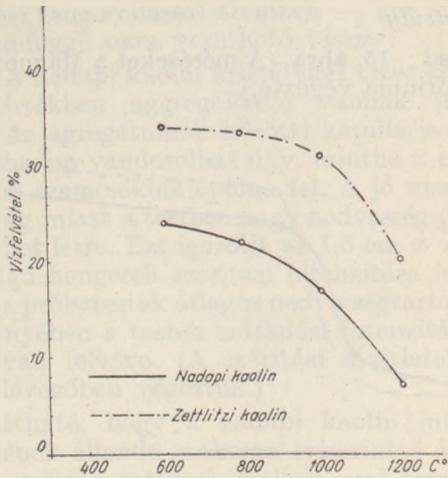
átlagos nedvességtartalmának függvényében ($W\%$) a 10. ábra mutatja, 110 °C-os szárításkor. Míg a két kaolin megmunkálási vize (100 g szilárd anyagra számolva) közel azonos volt, a nadapi kaolin zsugorodása a zettlitzinek közel háromszorosa. A nagy száradási zsugorodás a nadapi kaolin finom szemcseszerkezetével függ össze.

IV—4. Repedezés

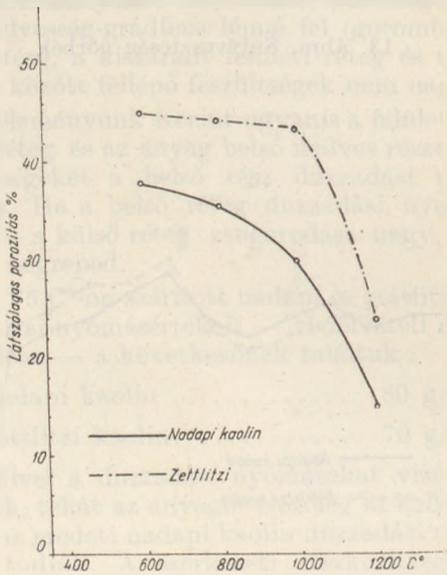
110 °C-os és 180 °C-os közel száraz levegővel való szárításkor sem a zettlitzai, sem a nadapi kaolinból készült próbatéglák nem repedeztek meg. A nadapi kaolinnak ez a tulajdonsága — a nagy



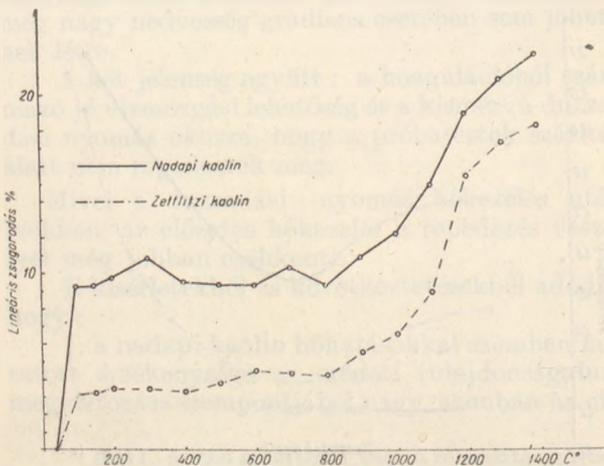
11. ábra. Próbahengerek száradási sebességgörbéi



16. ábra. Vízfelvétel változása hőkezelések után



17. ábra. Látszólagos porozitás változása hőkezelések után



18. ábra. Próbateglák lineáris zsugorodása hőkezelések után

Vízfelvétel

A próbatetek által kétórás főzés után felvett vízmennyiséget a hőkezelés függvényében a 16. ábra mutatja. (A méréseket a Magnezitgyár laboratóiuma végezte.)

Látszólagos porozitás

A vízfelvételtől számított látszólagos porozitásértékeket a 17. ábrán tüntetjük fel.

Lineáris zsugorodás

A különböző hőmérsékleten izzított próbatéglák lineáris zsugorodását a hőmérséklet függvényében a 18. ábra mutatja.

Szín

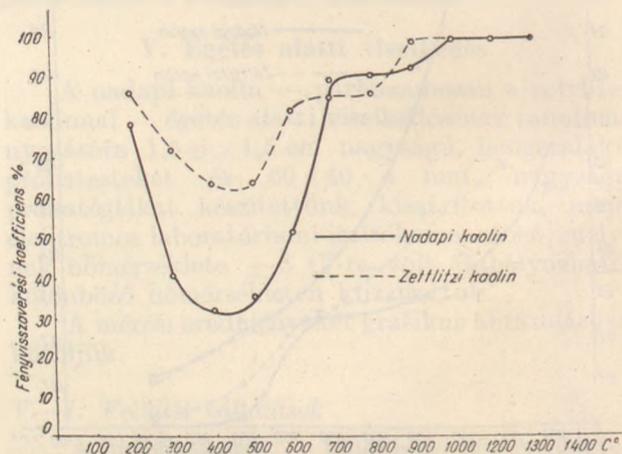
A különböző hőmérsékleten izzított próbatéglák felületének színét Pulfrich-féle fotométerben határoztuk meg és barit etalonra (melynek abszolút fényvisszaverődési koefficiense 85% volt) vonatkoztatott relatív fényvisszaverődési koefficienssel jellemeztük, fehér fényben. Az így kapott értékeket a 19. ábra mutatja.

Megjegyezzük, hogy az 1400 C°-on izzított nadapi kaolintégla színe kékes-fehér, míg a zettiltzi kaoliné inkább sárgásfehér.

Tűzállóság

A Magnezitgyár Kutató Laboratóriumának vizsgálata szerint a nadapi kaolin tűzállósága 34–35 Sk, zettiltzi kaoliné 34 Sk.

Mint a kísérletekből látható, minél magasabb hőmérsékleten hőkezeljük az agyagféleségeket, annál inkább visszaszorul a kolloidkémiai állapotjelzők fontossága és annál inkább előtérbe lép a belső kémiai összetétel. Ennek magyarázata: a külső energiahatások magas hőmérsékleten oly nagyok, hogy a felület szerepe a maga aránylag kis energiaértékeivel eltölpül és átadja a helyét a kémiai reakcióknak. Kétségtelen azonban, hogy ezek a reakciók annál könnyebben zajlanak le, minél nagyobb a rendszer diszperzitásfoka, másrészt a kiégetett test struktúráját, zsugorodását stb., az agyag részecskéinek mérete és méreteloszlása



19. ábra. A fehérség változása hőkezelések után

nagymértékben befolyásolja. Jó példa erre a két vizsgált kaolinféleség: bár az égetés alatt mutatott tulajdonságok egyformák, kiégetett próbatestek porózitása stb. eltérő.

Összefoglalás

Tanulmányunkban ismertettük a nadapi kaolinelőfordulás válogatott mintájának néhány fizikai és kémiai sajátosságát, összehasonlítva egy zettlitzi kaolinmintával. Bár a két kaolin magasabb

hőmérsékleten (égetéskor) csaknem teljesen egyformán viselkedik, alacsony hőmérsékleten tulajdonságaik eltérőek. Ennek okát abban látjuk, hogy a két kaolin kolloidkémiai tulajdonságai (bár a minták nem voltak kimondottan kolloid rendszerek) mások. A két kaolin példáján rámutattunk arra, hogy az agyagféleségek xerogéljeinek szilárd-ságát, liogéljeinek képlékenységét és szárítás alatt mutatott viselkedését gyakorlatilag a részecskéik mérete, méreteloszlása, alakja, és felületük energetikai állapota határozza meg, mindaddig, amíg magasabb hőmérséklet alá nem kerülnek.

Litium szerepe a szilikátkémiában*

M O L D V A I R E Z S Ö N É

A szilikátkémiai szakirodalomban aránylag kevés adat található litiumtartalmú szilikátokról. Ez főleg a régebbi közleményekre vonatkozik. Bizonyos fokú fellendülés tapasztalható ezen a területen az 1940-es évek óta. A legújabb irodalomban is foglalkozik néhány szerző ezzel a kérdéssel mind tudományos, mind ipari szempontból, azonban távolról sincs annyi adat, mint az alumíniumszilikátok, vagy a magnézium-alumíniumszilikátok területéről.

Ennek több oka van. A szilikátkémiából ismert, részletesen tárgyalt szilikátvegyületeknek gyakorlati vonatkozásai széles technológiai területre terjednek ki. A litiumszilikátok gyakorlati felhasználása most kezd csak kibontakozni. Ez is csak nehezen, mert litiumvegyületek kevés helyen találhatóak a földkéregben kitermelésre érdemes mennyiségben, a nyersanyag beszerzése nehézségbe ütközik és ára magas. A litiumtartalmú szilikátok egyensúlytani vizsgálataira alkalmas kísérleti berendezéseknek az alkáloxid-komponens magas hőmérsékleten bekövetkező szublimációja miatt különleges követelményeknek kell megfelelniök, ami megnehezíti a litiumszilikátok tudományos vizsgálatát.

Mindent összevéve, a kérdés tehát eléggé speciálisnak mondható. Pedig ezek az anyagok érdemesek arra, hogy közelebbről megismerkedjünk velük. A természetes litiumszilikátok, illetve a belőlük előállított egyszerű litiumsók jelentősége éppen napjainkban növekszik. A litiumvegyületeket újabban ugyanis jó eredménnyel kezdik alkalmazni szilikátipari termékek gyártásánál. Üveg-, kerámiai- és zománcipari célokra egyaránt sikeresnek bizonyult felvételük a nyersanyagok közé. Már viszonylag csekély mennyiségű litiumvegyület is ugrásszerűen befolyásolja *kedvező irányban* a termékek tulajdonságait.

Egy 1952-es adat szerint a litiumvegyületek összefogyasztásának 33 százaléka esik a szilikát-

iparokra, ami a kenőzsíripar 44 százalékával szemben a második helyet jelenti.

A következő felsorolás csak vázlatos képet ad néhány szilikátipari felhasználási területről:

Használják, mint olvasztóanyagot mázakba, zománcokba; mint a fizikai-kémiai tulajdonságokat előnyösen változtató tényezőt az üveg-zománckeverékekbe; mint a kerámiai égetés hőfokát és tartamát csökkentő anyagot különleges kerámiai cikkekhez; a tágulási együttható kisebbítése céljából egyes motoralkatrészek, híradástechnikai cikkek gyártásához stb.

Külföldi szaklapokban kereskedelmi hirdetések is láthatók, amelyek a szilikátiparoknak a litiumvegyületek használatát ajánlják. A szórványos tudományos közlemények érdekes eredményeit támasztják alá a gyakorlati életnek eme megnyilvánulásai, amelyekből arra lehet következtetni, hogy külföldön a litiumvegyületekkel jóval többet foglalkoznak, mint nálunk.

A litiumszilikátokról szóló elég szűkszavú, de érdekes közlemények arra utalnak, hogy egy olyan új területtel állunk szemben, amelyet érdemes közelebbről megismerni.

*

A litiumot Arfvedson fedezte fel 1817-ben egy svédországi petalitban. A fémet először Davy állította elő, nagyobb mennyiségben pedig Bunsen és Matthiessen, 1855-ben. Tőlük származik az elem tulajdonságainak első, részletesebb leírása. A litium rendszáma 3, két izotópja ismeretes. Egy vegyérték elektronja van. Az alkálistor első tagja, sajátosságai leginkább a nátriuméhoz hasonlóak, de bizonyos rokonságot mutat a periódusos rendszer második oszlopának elemével is, főleg a magnéziummal. Bár a litium alkálifém, ionsugara a maga 0,78 Å-ös értékével az alkáliföldfém sorba tartozó magnéziuméval azonos és lényeges eltérést mutat a kálium 1,33-as és a nátrium 0,95-ös értékével szemben. Ez a körülmény, továbbá a magmában levő csekély koncentrációja magyarázza, hogy a litium a magma főkristályosodási ideje alatt az olvadékból maradt. Az ebben a szakaszban kiváló

* A Veszprémi Vegyipari Egyetem által rendezett *Egyetemi Napok* (1955. március 5—6.) tudományos ülésén elhangzott előadás.

földpátok kristályszerkezete a kálium-nátriumnál jóval kisebb ionsugarú litiumot nem képes felvenni. Így kerülnek a litiumásványok a pneumatolitos pegmatit-telérekbe, különösen néhány gránit pegmatitjába. Bányaművelésre alkalmas mennyiségben kevés helyen halmozódtak fel litiumásványok. Ebből a szempontból a legfontosabbak: Csehszlovákia, Dél-Dakota és Kalifornia. A lelőhelyek közül különösen kiemelendő a kaliforniai előfordulás, amely iparilag a legjelentősebb és a litiumcsillám mellett a litiumfoszfátokat tartalmazza. A kaliforniai előfordulás egyébként nem primér, hanem hidrotermális eredetű. A fentebb említett helyek a föld litiumtermelésének zömét, évente mintegy 50—150 t fémnek megfelelő litium-

ércet szolgáltatnak. Végeredményben tehát a litium a $4,10^{-5}$ Clarke számával igen szerény helyet foglal el a földkéreg alkotásában.

Vegyületekben lekötve a litium nagyon elterjedten található a természetben, de rendszerint igen kis mennyiségben. Találtak dolomitban, kősóban, gipszben, bitumenes palában is litiumot. Nyomokban tartalmazza csaknem minden víz. Az élő szervezetek közül főleg a dohány, cukorrépa, kávé, tea, gabona és az állati szervek tartalmaznak kimutatható mennyiségben litiumnyomokat.

*

A legfontosabb *litiumásványok* a szilikátok és foszfátok (lásd táblázat).

Legfontosabb litiumtartalmú ásványok

Név	Összetétel	Kristályrendszer	Átlagos Li ₂ O tartalom %
<i>1. Litiumszilikátok</i>			
Spodumen	Li ₂ AlSi ₄ O ₆	Monoklin	2,9—7,6
Petalit	LiAlSi ₄ O ₁₀	Monoklin	1,9—4,2
Lepidolit	(F,OH)KLiAl ₂ Si ₃ O ₁₀	Monoklin	1,4—6,7
Eukriptit	LiAlSiO ₄	Hexagonális	11—12
<i>2. Litiumfoszfátok</i>			
Ambligonit	LiAl(F,OH)PO ₄	Triklin	7,1—9,9
Trifilin	Li(Fe,Mn)PO ₄	Rombos	8,5—9,3

1. *Litiumszilikátok*: spodumen, petalit, lepidolit és eukriptit.

Spodumen a piroxének csoportjába tartozik.

Petalitot nevezik „litiumföldpátnak“ is feltelesen.

Lepidolit, más néven litiumcsillám, amely három különböző tiszta ásványkomponens elegyedésének révén jön létre. Az egyszerű litiumvegyületeket nagyrészt ebből az ásványból állítják elő.

Eukriptit ásványritkaságnak számít a gyűjteményekben.

2. *Litiumfoszfátok*: ambligonit és trifilin.

Ambligonit fontos litiumércnek számít.

Trifilin, vagy egyes szerzőknél trifilit, amely név egy izomorf elegy sor gyűjtőneve.

A felsorolt hat ásványon kívül az alkálielemek kísérőjeként jóformán minden szóbajövő ásványban kimutatható nyomokban a litium.

*

Litiumoxid-komponensű szilikát-rendszerek egyensúlytani viszonyai.

A Li₂O-SiO₂ binér-rendszer (1. rajz) állapot-ábráját 1914-ben Jaeger és van Klooster közölték. A litiumoxidban dúsabb (40% feletti) keverékek vizsgálatát erősen nehezíti az oxid illékonyága, amely egy szuperoxid-képződés közben következik be. A litiumoxid olvadáspontja 1700 °C felett van,

A rendszerből három *binér vegyületet* írtak le: 2 Li₂O · SiO₂ (litiumortoszilikát), inkongruens, op. 1255 °C,

Li₂O · SiO₂ (litiummetaszilikát), kongruens, op. 1201 °C,

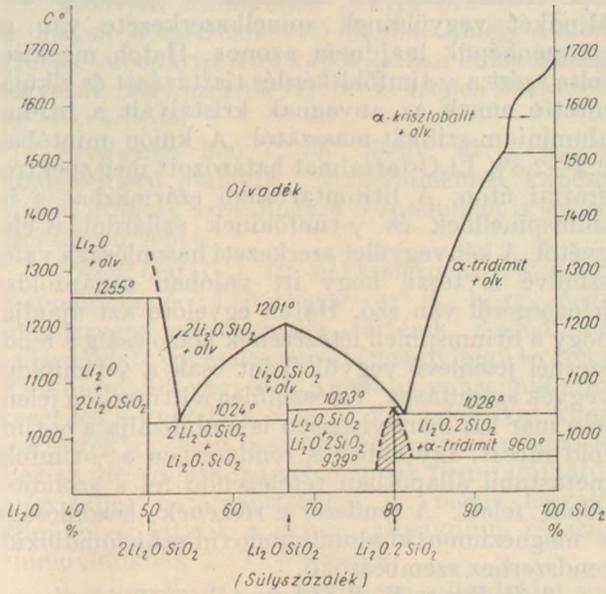
Li₂O · 2 SiO₂ (litiumdiszilikát), inkongruens, op. 1033 °C.

Érdekes, hogy a diszilikát olvadási görbéje rendkívül lapos. Kb. 5 °C-kal magasabb csak az eutektikum hőfokánál az átmenet hőmérsékleti foka. Ennél a diszilikátnál elegykristály-képződés is lép fel a metaszilikáttal, valamint a szilícium-dioxiddal is; ez a folyamat a hőmérséklet csökkenésével 960 °C körül szételegyedéssel megszűnik.

Érdekes törvényszerűségekre mutattak rá Bowen és Morey (1924) az alkáloxid-szilíciumdioxid binér rendszereknél: ti. a rendszerekben keletkező egyik vegyületnek, a diszilikátnak disszociációja az alkálifémek növekvő atomsúlyával erősen csökken. Továbbá, a monoszilikátok olvadáspontja lejjebb csúszik a nagyobb atomsúlyú alkálielemeket tartalmazó szilikátrendszerekben. Ez utóbbi törvényszerűség csak a monoszilikátok sajátja, a diszilikátokra nem érvényes.

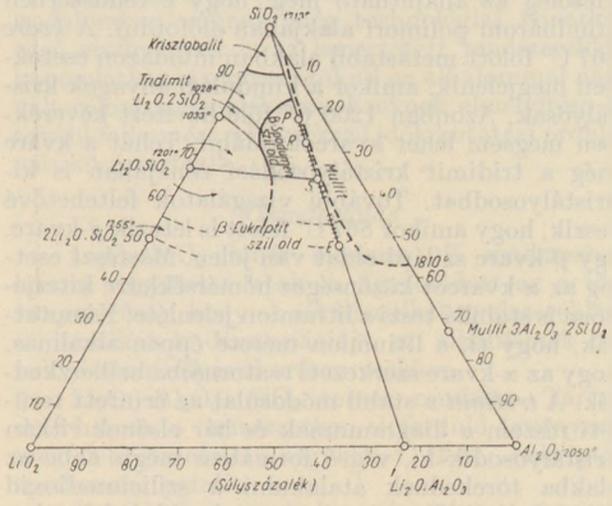
A diagrammon az α-krisztobalit kiválási görbéjének alakja jellemző. Ti. hajlított alakja Kracek (1930) megállapítása szerint jelzi, hogy a litiumoxidnak szilikátolvadékokban való viselkedése az alkáli- és alkáliföldfém-elemek oxidjai közé esik.

Li₂O-SiO₂ biner rendszer (Kracek után)



1. ábra

Li₂O-Al₂O₃-SiO₂ ternér rendszer (Rau és Osborn után)



2. ábra

Li₂O-Al₂O₃-SiO₂ ternér-rendszerbe (2. rajz) a természetben előforduló ásványok közül a következők tartoznak:

α -eukriptit, α -spodumen, litiumortoklász (?), petalit. Ezeknek az ásványoknak bővebb kristálytani vizsgálatairól a már említett *Jaeger* és *van Klooster*-tól származik közlemény 1911-ből.

A rendszer vegyületeivel foglalkozó szakirodalomban a korábbi kutatások eredményei a következőkben összegezhetők:

1. Leírták az *eukriptit* polimorfiját. A természetben található ásvány — ez az α -eukriptit — hexagonális. A β -módosulat szintetikus termék, ez *Düttler* és *Hoffman* 1937-es közleménye szerint monoklin. Utóbbi a magasabb hőmérsékleten stabil módosulat. (Meg kell jegyezni a félreértések elkerülése végett, hogy ebben a rendszerben az α és β jelölés az egyes módosulatoknál nem követi azt az elég általános szokást, amely szerint a magasabb hőmérsékleten stabil formát nevezik az α -alaknak.)

Az *eukriptit*tal foglalkozó szerzők már ekkor említik, hogy a β -alak és az olvadék között érdekes térfogatviszony áll fenn. A megolvadás térfogatsökkenéssel jár és az üveg sűrűsége szobahőmérsékleten kb. 3%-kal nagyobb, mint a kristályos anyagé volt. Megfigyelték, hogy ha üveget olvasztanak a vegyüleből, nem közömbös, hogy melyik alakból indulnak ki. A β -eukriptitből más sűrűséggel és más refrakcióval bíró üveget nyertek, mint a természetes *eukriptit* ásványból.

2. A *spodumennél* a polimorfia monotróp. A természetes *spodumen* hevítéskor monotróp módon β -módosulatba megy át. Az átalakulás tehát, amelynek hőmérséklete 900–1000 °C között van, irreverzibilis és jelentős, kb. 30%-os térfogatnövekedéssel jár. Egyes kutatók megkísérelték a természetes *spodumen* szintézisét megoldani. Minerálistatókat alkalmaztak. A *wollastonit*-szintézisnél használt kalciumvanadát mintájára itt

litiumvanadátot, továbbá litiumvolframátot keverték különböző arányban az anyagra, azonban

egy esetben sem sikerült a *spodumen* ásványt megkapni. Ebben az időben végzett hidrotermál-szintézis-kísérletek ugyancsak nem vezettek eredményre. A kapott kristályok mindig a β -alaknak bizonyultak. Az α - és β -alak szerkezetének problémája egyébként mind a *spodumen*, mind az *eukriptit* esetében sokat foglalkoztatta a kutatókat.

A szilikátok szerkezetének megállapításához *Safford* és *Silverman* nyomán használták a molekuláris refrakció-értékeket. (1947–48-as adatok.) A *Lorenz*—*Lorentz*-féle egyenlőség (1. jegyzet) felhasználásával, továbbá más szilikátokra vonatkozó *R*-értékekből levont következtetések segítségével megállapították, hogy a természetes *spodumen* és a természetes *eukriptit* kristályszerkezete eltér a szintetikus kristályokétól. Leszögezték továbbá, hogy a *spodumen* esetéhez hasonlóan a szintetikus *eukriptit* is az ásványnak magas hőmérsékleten stabil, polimorf alakja. Végül, hogy a β -alakok szerkezete nagyon hasonló az üvegjeik szerkezetéhez. Ezeket az adatokat *Winkler* (1948) kristálytani közleményei is megerősítették.

3. A *petalit* kémiai.összetételét általában a $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8 SiO_2$ képlettel szokás kifejezni. Egyes szerzők szerint a *petalit* azonos a litiumortoklászként emlegetett ásvánnyal. A *petalit* 950 °C körül disszociál. Megvizsgálva a disszociátumot — amely kristályos — az ugyanolyan optikai sajátságokat mutatott, mint az azonos összetételű szintetikus *petalit*. A természetes *petalit* olvadáspontját a mesterséges termékénél majdnem pontosan megkapták.

Jegyzet.

Lorenz-Lorentz-féle egyenlőség

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d}$$

ahol *R* = totális refrakció, *d* = sűrűség, *M* = molekulásúly, *n* = refrakció index.

A szintetikus termék, ugyanúgy, mint az előbb tárgyalt két vegyületnél, az ásványnak magas hőmérsékleten stabil alakja, amely a természetben nem fordul elő.

4. A szilíciumdioxid kristályosodási viszonyait illetően az állapítható meg, hogy e rendszerben mindhárom polimorf alakjában előfordul. A kvarc $867\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölött metastabil alakban mindazon esetekben megjelenik, amikor a kiindulási anyagok kristályosak. Azonban $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé hevített keverékben mégsem lehet kvarcot találni. Tehát a kvarc még a tridimit kristályosodási zónájában is kikristályosodhat. További vizsgálatok feltehetővé teszik, hogy amikor $867\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett is létezik β -kvarc, egy β -kvarc szilárd oldat van jelen. Másrészt esetleg az α -kvarcot közönséges hőmérsékletre kiterjedően is stabilá teszi a litiumion jelenléte. Kimutatták, hogy ti. a litiumion mérete éppen alkalmas, hogy az α -kvarc szerkezeti csatornáiba beilleszkedjék. A tridimit a stabil módosulat az érintett területi részein a diagramnak és bár elsőnek ritkán kristályosodik ki, végső formában mégis ebbe az alakba törekednek átalakulni a szilíciumdioxid többi formái. Természetesen csak akkor következnek ez be, ha megfelelő idő áll rendelkezésre.

A krisztobalit szintén kikristályosodhat a szilíciumdioxid mezőben. A mintákban mind az α -, mind a β -alak jelenlétét kimutatták.

*

A fentebb közöltek kiegészítésére ismertetem még néhány újabb közlemény érdekes megállapításait, amelyek a litium-alumíniumszilikátokat tartalmazó egyensúlytani rendszerekkel foglalkoznak. Az érintett cikkeket időrendi sorrendben tárgyalva a következő megállapításokat látszik indokoltnak kiemelni: 1. Hatch (1943) a szilárdoldat-mezőkkel foglalkozva leszögezi közleményében, hogy a likvidusz és szolidusz hőfokok meghatározása e rendszerben különösen nehéz. Részben azért, mert a vegyületek hajlamosak a túlhevítésre, részben pedig, mert a kristályos termékek és az üvegek refrakciós indexei közel azonosak. Nem meglepés ebben a rendszerben, ha túlhevítettségi jelenség lép fel, mert a többi alkáliát tartalmazó rendszerben ugyanez a jelenség régóta ismeretes. A mintákat huzamosabb ideig kell állandó hőmérsékleten tartani, hogy kialakuljon az egyensúlyi állapot és így az egyensúlyi viszonyok rögzíthetők legyenek.

A közlemény egyik fejezetében a γ -timföld-mezővel foglalkozik. Megállapítja, hogy a β -spodumen és β -eukriptit szilárdoldatok mezejében az alumíniumoxid egy részének elválási hajlama van a litium-alumínium-szilikát szilárdoldatoktól a szolidusz vonalon belül. Ennek oka feltehetően annak a kémiai kötésnek gyengülése, amely az alumíniumot a szerkezetben tartja. $47,7\%$ SiO_2 -tartalomnál az elszakadás bekövetkezik és a γ -timföld primer fázissá válik egy ternér mezőben. Sajnos, a vizsgálatokat nem lehetett folytatni az alacsonyabb SiO_2 -tartalmú keverékek irányában a szükséges magas olvasztási hőmérséklet alkalmazásának nehézsége miatt.

Kordes még 1935-ben közölte, hogy egy LiAl_5O_8 összetételű vegyületet állított elő, amelynek fizikai állandói azonosak a γ -timföldével. Mindkét vegyületnek spinell-szerkezete van és röntgenképük majdnem azonos. Hatch megkísérelte ezért a γ -timföld-kérdés tisztázását és elkülönítette ennek az anyagnak kristályait a litium-alumínium-szilikát-masszától. A külön mintában $2,2$ – $2,8\%$ Li_2O -tartalmat határozott meg spektrográfiai úton. A litiumtartalom származhat a litiumspinellnek és γ -timföldnek szilárdoldat-elegyétől. A két vegyület szerkezeti hasonlósága valószínűvé is teszi, hogy itt valóban szilárdoldat jelenségéről van szó. Hatch egyelőre azt ajánlja, hogy a litiumspinell létezésének igazolásáig e rendszernél jelenlevő vegyületként csak a γ -timföldet vegyék számításba. Valószínűleg a litium-ion jelenléte már kis mennyiségben is stabilizálja a γ -timföld rácsát. Így ebben a rendszerben a γ -timföld metastabil állapotban tételezendő fel a szolidusz vonal felett. A rendszer e részének hasonlósága a magnéziumoxid-alumíniumoxid-szilíciumdioxid-rendszerhez szembeszökő.

2. R. Roy és E. F. Osborn-tól (1949) is származik az újabb irodalomban egy tanulmány e ternér-rendszer viszonyairól. Az említett kutatók véleménye szerint e rendszerből nyert ismeretek alkalmasak lesznek arra, hogy a jóval bonyolultabb és több alkálielemet is tartalmazó alumíniumszilikát-rendszerek tisztázása előbbre juthasson.

A litium egyértékű ion, mint a nátrium és a kálium, az ionrádiusza viszont a magnéziuméval egyenlő; éppen ezért arra lehetett számítani, hogy a litium-alumínium-szilikát ternér-rendszer hasonlóságot fog mutatni mind a többi alkáli-alumínium-szilikát-rendszer, mind pedig a magnézium-alumínium-szilikát ternér-rendszerhez is. Valóban ez is a helyzet. A litium-alumínium-szilikát-rendszer vegyületeinek analógjai megvannak a nátrium- és kálium-alumínium-szilikát-rendszerekben is. Bár a litiumtartalmú rendszerben található β -spodumen szilárdoldat-sornak megfelelő nincs a többi alkálitartalmú rendszerben, de a magnéziumos rendszerben ismét megvan ez a jelenség a kordierit szilárdoldat-sor formájában.

Érdekes Hummel közlése (1949), amely szerint a β -spodumen és a kordierit között is létezik egy kiterjedt szilárdoldat-sor. Ezt az adatot érdemes lesz egyszer a kerámiaipar vonatkozásában vizsgálat tárgyává tenni. Roy és Osborn binér és ternér diagramm-részleteket közölnek. Az eutektikus pontok és szilárdoldat-viszonyokból vont következtetések alapján az alumínium koordinációs számát a magas hőmérsékleten stabil kristályformákban négynek, az alacsony hőfokú formáknál pedig hatnak mondják. Megerősítik a korábbi kutatók véleményét, hogy idegen ionok okozhatják a kvarcnál az α -forma stabilizálódását alacsony, $575\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleten.

3. R. Roy, D. M. Roy és E. F. Osborn-nak 1950-ből származó közleménye az eukriptit, spodumen és petalit szintézisével és stabilitási határai-val foglalkozik. — E kutatóknak laboratóriumi hidrotermál-szintézis berendezésében mindhárom ásvány előállítása sikerült magas nyomás és meg-

határozott hőmérséklet mellett. Idevonatkozó legfontosabb eredményeik a következők:

Eukriptit átalakulási pontja $972\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}$ a magas hőmérsékletű β -alakba, amely inkongruens. Az eukriptittel kapcsolatban érdekes megjegyezni, hogy szerzők szerint is azonos szerkezete az α -kvarcéval.

Spodumen $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megy át a magas hőmérsékletű β -alakba. A spodumennel kapcsolatban utalnak arra, hogy a β -spodumen is kvarc-szerkezetű lehet.

Petalit $680\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}$ -nál kongruensen átalakul β -spodumenné. Lehetséges az is, hogy mégis inkongruens szételegyedés történik β -spodumen szilárdoldatokra és nagyon kis mennyiségű kvarcra. Ez a harmadik vegyület, a petalit, is hasonlít szerkezetileg a kvarchoz. Szerzők vizsgálataikat kiterjesztették a petalit összetételének problémájára is. Bár az ide vonatkozó vélemények nem bírálhatók még teljes határozottsággal el, mégis legvalószínűbbek látszik a litium, alumínium- és szilíciumoxidoknak 1 : 1 : 8 aránya.

A β -eukriptit — β -spodumen szilárdoldat soránál, a szóban forgó oxidok 1 : 1 : 3 arányú összetételénél egy keskeny hézag jelentkezik. A β -spodumen sor kristályai egytengelyű pozitívek, a β -eukriptit sor kristályai pedig egytengelyű negatívek; a keskeny hézagban vagy csak pozitív, vagy csak negatív kristályokat találtak. Izotróp pontot eddig nem sikerült megállapítani, az optikai tulajdonságok viszont hirtelen, ugrás-szerűen változnak át ellentetteké. Lehet, hogy a szilárdoldat-sor mégis folytonos és a szoliduszlikvidusz görbék összeesnek éppen az 1 : 1 : 3 arányú oxidösszetételnél. Ebben az esetben az optikai tulajdonság változása egy inverziót jelez. Ez jelenleg még nincsen kiderítve. Valószínűleg egy 58% szilíciumdioxid tartalmú szilárdoldat az, amelynek $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett valahol inverziós hőfoka van. Felvetődik itt az organikus kémiából vett érdekes analógia gondolata is. Ti. egyes maximummal bíró szilárdoldat-rendszerek szélső tagjai optikailag aktívak és a maximum racém-alak. Analóg ezzel, hogy a β -eukriptit optikailag aktív (Winkler, 1948.) és evidens, hogy a β -spodumen is. Ti. egyes kristályai nem oltanak ki keresztezett nikolok között. Így az 1 : 1 : 3 oxidarányú vegyület lenne éppen a racém alak. Ugyanezek a szerzők Hatch γ -timföld problémájával foglalkozva úgy vélik, hogy az ott közölt analízis, amely a spinell litium-tartalmát adja meg, arra mutat, hogy a litiumion csak egy részét foglalja el a szerkezetben a rendelkezésre álló helyeknek. Így itt valójában egy spinell- γ -timföld szilárdoldat-sorról lenne szó.

4. Hummel (1951) szintén foglalkozott a litium-alumíniumszilikát rendszerrel. Megállapításából az a tény emelendő ki, hogy a β -eukriptitnél és az α -kvarcnál észlelt szerkezeti hasonlóság magyarázza meg a hevítés alkalmával mindkét Li—Al-szilikátnál észlelt negatív hőkiterjedést, azaz kontrakciót. Mindkét vegyületnek (ti. a kvarcnak és az eukriptitnek) hexagonális spirál szerkezete van a kristálytani c-tengely irányában, így a hevítéskor a c-tengely irányával párhuzamo-

san nagyobb kontrakció alakul ki, mint merőlegesen a c-tengelyre.

Kézenfekvő itt az ipari vonatkozás kibontakozása mind a kerámiai testek, mind az üvegek technológiája szempontjából.

Befejezésül utalnom kell arra, hogy az újabb irodalomban vannak még technológiai vonatkozású eredmények is az ismertett rendszerekkel kapcsolatban, azonban azokról ez alkalommal nem volt céлом megemlékezni. Ezeknek elmélyítése és továbbfejlesztése a következő idők kutatási problémái közé tartozik.

Összefoglalás

$\text{Li}_2\text{O}—\text{SiO}_2$ binér rendszer. E rendszerben három vegyületet írtak le. Igazolódott az a törvényszerűség, hogy az alkáliszilikát rendszerekben a diszilikátok disszociációja az alkálifémek növekvő atomsúlyával erősen csökken.

$\text{Li}_2\text{O}—\text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$ ternér rendszer. Tartalmaz három, a természetben előforduló ásványnak megfelelő összetételű vegyületet. Ezek: eukriptit, spodumen, petalit.

Korábbi kutatások kapcsán végzett ásványszintézis kísérletek meghiusultak oly módon, hogy a rendszerbe tartozó ásványoknak a természetben elő nem forduló, polimorf β -alakját kapták eredményül. Foglalkoztak a szilíciumdioxidnak e rendszerbeli kristályosodási viszonyaival.

Az újabb, 1943 utáni szakirodalomban néhány közlemény érdekes megállapításokat hoz a litiumoxidot tartalmazó alumíniumszilikát rendszerről:

1. A litiumnak a magnéziummal egyező ionrádiusa alapján — a várakozásnak megfelelően — sikerült ebben a rendszerben is a magnézium-alumínium-szilikát rendszerből ismert jelenségekre, így pl. szilárdoldat-sorok létezésére rámutatni.

2. Adatokat gyűjtöttek az Al_2O_3 -anyagok kristályosodási viszonyaira vonatkozólag.

3. Az 1950-ben ismét megkísérelt ásványszintézis kísérletek laboratóriumi hidrottermál-sintézis berendezésében sikerre vezettek.

4. Foglalkoztak a rendszer ásványainak szerkezetével.

5. Krsítályszerkezeti analógia alapján, amely a kvarc és elsősorban az eukriptit között ismerhető fel, a rendszerben észlelt negatív hőkiterjedés valószínű okát magyarázták.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Barrer—White: Jour. Chem. Soc. 5. 1267—78 (1951).
 Eitel, W.: Physikalische Chemie der Silikate (1941).
 Gmelin: Handbuch der anorganischen Chemie No. 20 (1927).
 Hatch, R. A.: Phase equilibrium in the system $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3—\text{SiO}_2$ The Am. Mineralogist 27, 471—496 (1943).
 Hummel, F. A.: Journ. Amer. Ceram. Soc. 34. 235—239 (1951).
 Karhanavala, M. D.—Hummel, F. A.: Journ. Amer. Ceram. Soc. 36, 393—397 (1953).
 Keramische Zeitschrift 1953/3 5. 127—128 (Szerző nélkül).
 Roy, R.—Osborn, E. F.: Journ. Amer. Chem. Soc. 71. 2086—95 (1949) 152—159 (1950).
 Mauritz B.: Ásványtan. Budapest (1942).

A magyar üvegipar múltjából

Dr. SÁGHÉLYI LAJOS

(Második közlemény)

A magyar iparosodás lendülete, amely a XVI. és a XVII. században olyan arányokat öltött, a XVIII. században elsősorban a politikai viszonyok miatt hanyatlásnak indult. Az iparnak amely irányítást, segítséget igényelt volna, elnyomatás lett a sorsa.

A török iga alól felszabadult magyar ipart a bécsi kormány irányította és a céhek működését meg akarta bénítani. A törvényhozás erősen beleszólt az ipari életbe. A polgárság a megindult nagyszabású „fellendülésben“ passzív szemlélő és gazdaságilag nem komoly tényezője az ország gazdasági életének. III. Károly 1715-ben szabályozta a céheket. Az volt a célja, hogy korlátlanabbá tegye az iparüzést, megvédje a fogyasztóközönség érdekeit, megszüntesse a céhek visszaéléseit és azokat közhatalossági jellegűktől megfosssa. Mária Terézia 1761-ben kiadott szabályzata szerint valamennyi céhlevelet be kellett adni, s a királyné adott ki újakat, amelyekben az egyseges iparüzés kereteit biztosította.

A merkantilista iparpolitika Magyarországgal szemben gyarmatpolitika volt. Mária Terézia alatt kezdődött az országnak olyan gazdasági kihasználása, aminőt más európai országok csak gyarmataikkal szemben követtek.

A legfőbb gazdasági tanács ezt a politikát így fogalmazta meg: „Mindent, ami a pompához és a kényelemhez tartozik, az örökös tartományokból kellett beszállítani, Magyarországnak pedig ezeknek a hiányzó nyersanyagokat kell adnia. Az ilyen, népességben és adózásban egymástól elütő országok megélhetési viszonyai csak ez egyedül helyes arány szerint javíthatók meg.“

Az 1749-ben felállított bécsi udvari Commerzienrath az osztrák ipar felvirágoztatását e protekcionista politikával vélte előmozdítani. Céljainak elérésében a hazai kereskedelmet megakasztotta. A kereskedelmi tanács tervének az volt a lényege, hogy Magyarország a nyerstermények

előállításával foglalkozzék, az osztrák tartományok meg iparos államokká emelkedjenek. A nyerstermények árát a vámrendszer segítségével az osztrákok határozták meg. A vám tehát a gazdasági fejlődés szabályozójává lett. A harmincadokat most már nem állami pénzforrásnak tekintették, hanem mint féket használták, mert általuk a magyar kereskedelmet ki lehetett zárni a megillető haszonból, s a magyar kereskedelemmel az ipart is az örökös tartományoktól függővé lehetett tenni. Pontos vámtarifa nem is volt. A Magyarországra Ausztriából behozott áru vámja 3% volt, a Magyarországból az örökös tartományok felé kivitt áru átlagos vámja meg 30% volt. Az egyenesen a külföldről behozott áru vámja meg 60%-os volt. Ezzel az 1754-ben életbeléptetett „vectigal“-al lett Magyarország Ausztria gyarmatává.

Kaunitz kancellár így jellemezte ezt a politikát: „... Ha rövid időn belül nem történik gondoskodás olyan eszközökről, amelyek az örökös tartományokra ártalmas iparágakat Magyarországon meggátolják, akkor azok bizonyára észrevétlenül néhány év alatt ki fognak fejlődni.“ Mária Terézia utasította is a gazdasági tanácsot, hogy Magyarországon csak olyan gyárak alapítását engedjék meg, amelyek az osztrák gyáraknak nem ártnak.

El is rendelték a gyárak összeírását, de csak kevés gyárat találtak az ország területén. 1770-ben üveggyár volt Lókuton (Veszprém megye) 3 olvasztókemencével, Városlődön (Veszprém megye) 2 gyár is 3–3 hutával, Zólyomban 3 huta, Holicson is 3. 1771-ben Erdélyben csak 2 huta volt 20–20 munkással. Nyilvánvaló, hogy a megyék letagadták a legtöbb gyárat. A következő évben ezért arra voltak Bécsben kíváncsiak, minő iparcikkeket szállítanak Magyarországból Ausztriába.

Ezek az intézkedések a magyar üvegipar szempontjából katasztrofálisak voltak, hiszen a török kitarodása után mind több és több üvegcsúrt alapítottak az országban. A XVII. század végi fellendülés a XVIII. század közepéig tartott, amikor a bécsi kereskedelmi tanács útját szegi a magyar ipari törekvéseknek. A fennmaradt levéltári anyag kitűnő képet nyújt üveggyártásunk akkori állásáról, az üvegcsúrok berendezéséről (1. ábra), gyártási eljárásáról, gazdasági vezetéséről, termeléséről és kereskedelmi működéséről. Gyáraink termelése a legnagyobb változatosságot mutatta és nemcsak mennyiségileg, hanem minőségileg is minden akkori igényt ki tudott elégíteni.

A XVIII. század elejéről a Károlyiak szalodabágyi (Szatmár megye) üveghutájáról maradt fenn a legtöbb emlékün. Ezt a csúrt valószínűleg egy régebbinek a helyén 1722-ben építették. Üvegeseket, vagyis hutásokat a tulajdonos külföldről hozatott ugyan, de a huta vezetését magyar emberre, Farkas Istvánra bízta. Az idegen mesterek-



1. ábra. XVIII. századbeli üvegcsűr belseje.

nek kötelességük volt a környékbeli munkásokat oktatni és az üvegcsinálás titkaiba bevezetni.

Néhány érdekes adatot megőrzött a gazdag levéltári anyag: Az edények készítésére Károlyi azt ajánlja Farkasnak, hogy „az minemű edények és eszközök kevesebbek, olyanokat csináltasson, mivel az újság közönségesen szokta az emberek szemét hizlalni, ezért újabb és újabb formákat igyekezzék csináltatni. Az üvegkarikák, seres-poharak és lábasok, úgy az pincetokba való palackok legkedvesebbek... Ablaküveg táblákhoz értő legényt szerezzen. Törekedjék több fickót (legényt) is befogni, és az tanulásban belekapatni...“

Farkas István 1725-ben beküldött számadása sok érdekes adatot tartalmaz. Ebben az időben több volt a hazai mester, mint a külföldi. Volt külön kláriscsináló, fluszfőző, anyagtörő, dojnica-csináló, hamuégető, üveges-tanuló, süllér, sérer, de üvegekötő asszonyokat is találunk a munkában. A kiadások rovatában efféléket találunk: anyagválasztásért, dojnica-csinálásért, fogó nádlásáért, pácavas nádlásáért, rúdnak köpőjéért, fa-forma csinálásért, téglázó karikaért, dojnica-deszkaért, dojnicaasztalért, stompok lapockázásáért, üvegmetszéshez rézkarikaért, siptoldásért, sima karaffináért stb.

Igen változatos volt a termelés. Egy 1727-ben készített tárházi leltár szerint: pálinkához való orsóüveg, féliccs botella, füles pohár, polturás pálinkásüveg, mogyorós üveg, üveglopó, üveghordócska, fekete botella, 1—2 iccs apothekariusnak való üveg, kürtös magas pohár, mezei lámpás, golyóbisos vexirglosz (tréfás pohár), szenteltvíznek való üveg, gyertyatartó, csengetős karaffina, lapos boroscancsó, födeles kancsó, tekenős pohár, köpöl, füles poharacska, kotyogós, és még vagy 50 féle más üvegnemű felsorolása, részint kristályüvegből, részint csontüvegből.

Az üvegyártáshoz szükséges kvarcot (békasót) a jobbággyokkal törették porrá. „A békasó mindenféle munkához megkívántatván, azon igyekezzék, hogy válogatott, szép tiszta békasóruul provideáljon, azért szüntelen töresse és tisztán szitáltassa, lévén ahhoz fentírt béresek, ökrök, jobbággyok, hetesek.“

A Stancz Flóra hutamesternek adott instrukciókból látszik, hogy abban az időben a hutában az üveg olvasztásához fát tüzeltek, a fahamuból készítették kálilúgot, salétromot használtak, de az üveg szintelenítéséhez barnakövet (braunsteint és arsenicumot) is használtak. A tüzelőfát jó hosszán vágják, hogy hosszú lángja legyen.

Német befolyásra mutat az, hogy az ebből a korból származó és az üveghutákból eredő leltárakban igen sok idegen szakkifejezés fordul elő. Míg 100 évvel korábban alig volt idegen szó a szakkifejezésekben, most már hemzsegek a szaknyelv tőlük. Ilyeneket olvashatunk:

Vagyon 4 ócska vaspléh stb.
Üveg hűtő föld fazék nr 21,
Paczel Scharim kettő nagyobb, kettő kisebb,
Paden Scharim kettő,
Streich ajzen három,

Abschneid Scharim kettő,
Spiczí czvak ajzen három,

Fűvó cső végire való réz, akit piblinek hí-
nak, három,

Radli ajzen vagy cifrazó vas, egy stb. stb.

A fennmaradt iratokból kitetszik, hogy ebben a hutában — s bizonyára a többiben is — mindenféle üvegárut készítettek, ami csak abban a korban divatját járta. A hutások kristály- és csontüveget is készítettek. Az öblösüvegáru kívül gondoltak az építőipar szükségleteire is, mert üvegtányérokat és üvegtáblákat is készítettek. Ilyen útmutatásokat olvashatunk a levéltári anyagban:

„... az öreg üveg tábla készítettővel minden héten 24 táblát csalhatatlanul készített, egy-egy táblát flor 22 xr 30. Négy üveg karika csinálókka, akik közül egyik-egyik egy hét alatt csináltat 1500 karikákat ablakokra valókat százát á flor 1 xr 30 számlálván, fog lenni hetenként flor 22 xr 30. Fehér kristály üveg készítettővel egy hét alatt csináltat 1500 karikákat ablakokra valókat, százát á flor xr 30 számlálván. Közönséges karika csináló legényekkel, kik egy hét alatt 4000 karikát készítenek á flor 5 számlálván ezerit, be fog hozni hetenként flor 20.“

Ez a száldobágyi huta 40 évvel később megszűnt, mert a tulajdonos az erdélyi Bükk más részén újat építtetett, hihetően azért, mert a környék erdeit már elemészttette. Ilyen volt általában a huták élete, amiért is nehéz az adatok összegyűjtése és az egyes üvegsűrők életének figyelemmel kísérése és felderítése. Kétségtelen azonban, hogy üvegsűrőink ebben az időben azért csökkentették termelésüket, mert külföldre nem szállíthattak, éppen Mária Terézia elnyomó iparpolitikája miatt. Annál jobban támogatták az osztrák üvegeseket, úgyhogy pl. 1774-ben csupán Felső-Ausztriában 87, a saját műhelyében dolgozó kiváltságos üvegmester akadt. Ezekkel az agyontámogatott mesterekkel a magára hagyott és elgáncsolt magyar üvegmesterek nem versenyezhettek.

A XVI. és XVII. század magyar iparosvilága eltűnt, megsemmisült. Bevándorolt, vagy erővel ide telepített német iparosok elnémetesítették még a szaknyelvet is.

Természetes, hogy a gyárak összeírásakor nem minden gyáros jelentette a gyárát Bécsnek. Hogy hol voltak üveghutáink ebben az időben, azt a Bécsbe érkezett adatokból megállapítanunk nem lehet, hanem egyéb forrásokra kell hivatkoznunk. Az erdők mélyére helyezett üvegsűrőket ki kereste volna fel? Áruját a nép vette meg, ellenőrzése is nehéz volt. A jelentett 9 üveghuta közül a Bakonyban települt lókúti és városlódi hutának volt a legnagyobb kapacitása. Ime, ennyit gyártottak:

közönséges ivópoharat	45 540	tucatot
asztali boros poharat	45 540	„
nagyobb hatszögű poharat	37 933	„
hosszúnyakú nagyobb üveget	30 360	„
finom kéticcs palackot	9 108	„
finom egyiccs palackot	15 180	„
közönséges egyiccs palackot	20 700	„

közönséges keticécs palackot ...	10 350	tucatot
kerek kis ablaktáblát	17 250	„
kerek nagy ablaktáblát	17 250	„
kurtanyakú üveget (butella) ...	28 360	„
kis gyógyszeres üveget	9 180	„

Ezt a mennyiséget úgy kell érteni, hogyha a gyár egész éven át csak egyfajta árut készítene mennyi lenne egyből-egyből. De még így is tekintélyes a lóközi teljesítménye. A városlődi üveghuta teljesítménye sem sokkal maradt a lóközi mögött. A felvidéki üvegcsűrök, a Zólyom megyei miklóshutai, a sziklahutai és a véghelesi jóval kevesebbet termelt, hiszen egyszerre legfeljebb 3–4 munkás dolgozott azokban.

A gyárak jelentéséből a bécsi kormány láthatta, hogy egyelőre nincsen mit félniök a magyar üvegcsűröktől, ellenben hasznos útmutatásokat kapott arra nézve, hogy az ország mely vidékén milyen iparcikkeinek találhat jó piacot. Bizonyos, hogy ezért kérték be az adatokat is.

A magánlevéltárak adataiból megállapíthatjuk, hogy az országban sokkal nagyobb volt az üveghuták száma. A szorgalmas kutatás mind több és több üvegcsűr működését deríti fel. A mai üvegyárak közül ebben a században már működött a parádi és az ajkai. Az erdélyi üvegcsűrök állapota és működése hasonló volt a magyarországiakéhoz.

Mégis nagy volt a behozatal, a finomabb árut Csehországból szekéren hozták be, a magyar ipar csak a közönséges árut gyártotta. Jellemző, hogy ezeket a visszasságokat és sérelmeket egyszer sem tárgyalták az országgyűléseken.

Üvegcsüreink földrajzi elterjedését tekintve világosan bontakozik ki az a tény, hogy hutáinkat csak az erdők fájának jobb értékesítése végett helyezték üzembe, s nem sokat törődtek azzal, hogy a huták mit és mennyit termeltek. Sok helyen hiányzott a Károlyiak hozzáértése. Ezért üvegcsüreink nem voltak alkalmasak a magyar üvegyártás színvonalának emelésére. Ha hozzávesszük a szándékos elnyomást, a nyersanyag hiányát, az utak alkalmatlanságát, teljesen kialakul a kép a hanyatlásról. A huták rövid élete amellettszól, hogy ha valamely völgyben a fát kitermelték, másutt állították fel, ha ugyan üzembe helyezték.

Ebből a századból már egész sor tárgyi emlékünk van. Az Iparművészeti Múzeum egész szekrényre való őriz (2–4. ábra). Vidéki múzeumaink közül a veszprémi a leggazdagabb XVIII. századbeli üvegtárgyakban (5–6. ábra). Ezek az üvegedények külföldi (cseh és velencei) hatást mutatnak, annak ellenére, hogy ekkor még mind a cseh, még inkább a velencei üvegtárgy készítés titkát hét lakat alatt őrizték.

A felhasznált nyersanyagok közül az alkáliákat mesterséges úton állították elő, s főleg hamuzsirt alkalmaztak, a mészkövet a természet adta, a legnagyobb nehézség a hazai kvarc tisztátalanságában volt. Nehézkes eljárással kellett megtisztítani, iszapolni, az agyagtól megszabadítani, izzítani, hogy a szerves anyagoktól megszabaduljon. Zúzómalmokba vitték, izzították, porrá őrölték, szitálták, s csak ezután tették az olvasztóba.



2. ábra. Címeres köszörült és vésett fedeles serleg a XVIII. szd. végéről. Iparművészeti Múzeum.

3. ábra. Vésett üvegserleg a XVIII. szd. elejéről. Iparművészeti Múzeum.

A kristályüveg készítéséhez még választóvízzel is kivonták a felesleges fémanyagot. Csak azoknak a hutáknak volt jobb dolguk, amelyek környékén tisztább kvarcelőfordulások voltak. Ugyiszlóván minden hutának megvolt a maga kavicsbányája és csak a közlekedési hálózat megjavítása után lehetett arra gondolni, hogy a jó kvarckavicsot messzebb tájakra elszállítsák, vagy hogy a tiszta kvarchomokot külföldről behozzák. A táblaüveg ebben a században kizárólag „fúvott üveg”.

A vasrúdra, pipára folyóüveget vettek, ezt forgatták, újabb és újabb olvasztmányt ragasztottak hozzá, ismételtelen felmelegítették, kerek táblává alakították pörgetés közben. Az ilyen tábla nagysága ritkán haladta meg a másfél métert. A hengeres (fúvó) eljárással hosszú hengereket fújtak ki a pipával, ezt ide-oda lóbálták, a kellő nagyság és terjedelem elérése után a pipáról lepatintották, oldalán felhasították, s úgy nyújtották laposra a kemencében. Hatalmas fizikai erő kellett egy tábla kialakításához.

A Commerzienrath szerint Magyarországnak az ipari nyersanyagokat kellett szállítania. Érdekes jelenség, hogy a hamuzsirt teljes egészében Magyarország szállította Ausztriának. A hazai nagykiterjedésű erdőségeiben rablógazdálkodás folyt a fával, erdőrészeket csak azért gyűjtöttak fel, hogy hamuzsirt kapjanak. Nem csoda, ha a hamuzsír ára 1769-ben a felére esett vissza.

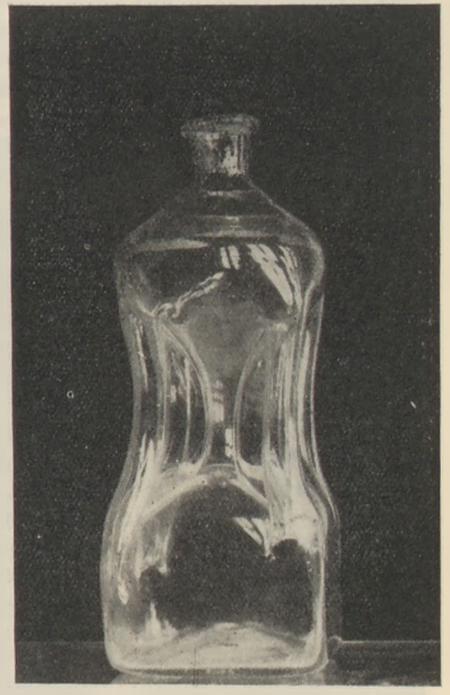
A XVIII. században, a barokk korszakban az üveg az építésnél közszükségleti cikké lett. Az építők és a közönség arra törekszik, hogy minél nagyobb ablaktáblákat alkalmazzanak, hogy minél több közvetlen fényt és világosságot vigyenek a lakásokba. Ezért van az is, hogy az üvegtányérokat kezdi kiszorítani a táblaüvegezés. Az



4. ábra. Festett fedeles pohár a XVIII. szd. végéről. Iparművészeti Múzeum.



5. ábra. Fedeles pohár az ajkai gyárból. Veszprémi Múzeum.



6. ábra. Kotyogós üveg a somogyhegyi hutából, XVIII. szd. vége. Veszprémi Múzeum.

üvegfestés hanyatlásnak indul, legalább is nem ismerünk ebből a korból nagyobb szabású üvegfestményt vagy neves üvegfestő mestert. Az üvegfestést kiszorította az ún. műüvegezés. A színes üvegtáblákat átlátszókkal váltogatták, a kisméretű kerek vagy szögletesre kivágott üvegdarabokat ólommal összefoglalták. Ennek az eljárásnak már semmi művészi jellegzetessége nem volt, hiszen az iparos a megrendelőnek terület szerint számolta el. Mégis az üvegiparos ehhez az ún. műüvegezéshez még 1850-ig mereven ragaszkodott. Mind nagyobb tere lett azonban a sima, minél nagyobb méretű, átlátszó üvegtábla használatának, az ún. egyszerű beüvegezésnek.

A táblaüvegyártásnak tehát arra kellett törekednie, hogy minél kifogástalanabb minőségű, minél tisztább, minél nagyobb méretű és minél egyenletesebb vastagságú üvegtáblákat állítsanak elő. Az akkor Európaszerte általánossá vált gyártási eljárásokat a hazai üvegsűrők is átvették és a kívánt méreteket készíteni tudták.

A nagyobb méretű üvegtáblákat most már az üvegvágó gyémántal egészen pontos méretre tudták szabni, s az ablakkeretbe, fába is, vasba helyezéskor is általánosan kezdték alkalmazni az ablakkittet.

A XVIII. századbeli levéltári anyag mind több és több feljegyzést tartalmaz az üveg használatáról, hiszen mind a háztartási edények, mind a táblaüvegek, különösen nem a hazai gyártmányok, nem voltak már megfizethetetlenül drágák (7. ábra).

A sok érdekes adat közül egyet ideiktatunk: 1720-ban a budai királyi palotát újjá akarták építeni, s az egyik budai üvegmester az üvegezésre is adott be költségvetést. 251 ablaknak a beüvege-

zéséért, az emeleten táblaüveggel, a másik két emeleten meg közönséges üvegtányérokkal, a mester 1600 Ft-ot kért. 1723-ban újabb költségvetést kérnek, s a mester úgy nyilatkozik, hogy 159 ablakot közönséges átlátszó üveggel, s 92 ablakot táblával 1623 Ft-ért üvegezne be.

Az üvegező tevékenységnek mind egyszerűbbé válása, a táblaüvegnek a fából vagy vasból készült ablakkeretbe való egyszerű behelyezése kö-



7. ábra. Boros- és pálinkásüvegek 1767-ből. Tömegcikk.

vetkeztében ritkább lett az ólomüvegezés. E század vége felé gyakran fordult elő, hogy egy-egy mesternek évekig nem fordult elő ólomüvegező munkája.

A XIX. század első felében üvegyártásunk feltételei nagyjából ugyanazok voltak, mint a XVIII. században. A monarchia gyáriparának fejlődése előmozdítására szolgáló törvényes intézkedések nem érintették a hazai üvegyártást, bár a gyárak száma a század első felében emelkedett. A főútvonalaktól távoleső, eldugott völgyekben, erdők mélyén települt huták nem fejlődhettek nagyüzemekké. Az illetékes tényezők csak 1840 körül kezdenek foglalkozni komolyabban az üveggel, amire a Védegyelet-rendezte kiállítások kétségkívül serkentő hatással voltak.

A század elején uralkodó ízlés idegen volt, a magyar mágnások és nemesek pompája is idegen. Berzeviczky (Gergely 1802-ben azt írja, hogy „a mi fényűzésünk akkor volna jótékony, ha a hazai ipart foglalkoztatná; mivel azonban idegen luxusnak a jobbágyai vagyunk, gazdasági életünk ezt a mostoha bánásmódot erősen megérzi. Ha tekintetbe vesszük, hogy minden természetes anyagunk megvan, joggal csodálkozhatunk azon, hogy milyen kevés gyár és manufaktura van az országban.“

Demian J. az 1805-iki statisztikában arról ír, hogy a magyarországi 30 üveghuta rendszerint közönséges üveget készít és nem bírja a versenyt a cseh üveggel. 1810 körül Schwartzner már csak 25 magyarországi, 4 szlavóniai és 2 horvátországi üvegyárról ír. Pozsonyban tüköruveget is készítettek, de ez az üzem csak kicsinyben dolgozott.

Feltűnő, hogy vagy 20 XVIII. századbéli üvegcsűr már nem szerepel a XIX. századi kimutatásokban. A városok közelében települt üveghuták nálunk is, mint Németországban, a tüzelőanyag miatt csakhamar viszályba keveredtek a városokkal. Ez is oka a huták vándorlásának. Ha az üveghuták vezetői bérlők voltak, azok nagyobb befektetéseket nem eszközöltek.

Ipari elmaradottságunkat Kossuth is ostorozza a Pesti Hírlapban, és a hazai gyártmányok fokozottabb művelésére hívja fel a közönséget. Kézművesosztály nevelését sürgeti és az iparoktatás és a szakképzés emelésére hívja fel a figyelmet.

A szabadságharc után az üvegyárak száma évről-évre fogyott. 1890-es számlálás szerint a hazai üvegyárak száma 41 volt, s 1894-ben már csak 35 volt. Ezek együtt 56 kemencét és 405 fazekat számláltak, úgyhogy egy-egy kemencére átlag 7 fazék esett.

Üvegyáraink nehéz helyzetét fokozta az, hogy a külföldön a 70-es évek közepén a tömegtermelés terén mélyreható korszerűsítések indultak meg. A Siemens-féle regenerációs gáztüzelés a termelést új alapokra helyezte. Nemcsak magasabb hőfokot értek el, hanem a hő szabályozására is elmés szerkezeteket találtak ki. A gázgenerátor segítségével a legsilányabb tüzelőanyagot is jól lehetett használni, míg azelőtt csak hosszú, vágott fát vagy jó szenet használhattak. Az olvasztás ideje is megrövidült, a XVII. században 8 napig, a XIX.-ben 48 óráig, az új eljárás szerint mindössze 12—14 óráig tartott az olvasztás, úgy-

hogy öblösüvegnél naponta, táblaüvegnél havonta 18—20 olvasztást tudtak csinálni. Az új rendszer mellett többet lehetett termelni: a sok kis kemence helyébe tehát több nagyobb lépett.

Hazánkban az 1872-ben megszűnt buglóci gyár már a 60-as években egy kemencéjében a gáztüzelést kísérletképpen alkalmazta, de az a gyakorlatban nem vált be. Az első gáztüzelésű kemencét 1882-ben Zayugrócon helyezték üzembe.

A régi rendszerű huták nem voltak többé versenyképesek, s a vegyi ipar haladása a gyártást a nyersanyag-előfordulástól is függetlenítette. Az erdők mélyén levő huták abba hagyták a termelést, vagy csak a kézimunka útján készülő fehér vagy félféher öblösüveg készítésére szorítottak. Ez a jelenség átmeneti erős hanyatlást idézett elő, 1894-től 1898-ig a 17 közvetlen tüzelésű kemencével ellátott gyárunk közül mindössze 1 alakította át üzemét, 7 gyárunk teljesen megszűnt és az egész termelés 20%-kal csökkent. 1873 óta 20 üveghuta szüntette meg a működését.

A külföld óriási lendületének nálunk nyomát sem látjuk. Hiányzott a vállalkozási kedv, a szakértelem és a tőke.

A táblaüvegyártás 50 év óta csak jelentéktelen mértékben haladt, a termelt mennyiség távolról sem elégitette ki a hazai szükségleteket. A hazai eredetű táblaüveget főleg a falvakban használták fel, városokban külföldi táblaüveget dolgoztak be.

Még az ún. zöldüvegyártást is a Németországból behozott jobb áru teljesen tönkretette. Így hazai hutáink az öblösüvegyártásnak ebben az ágában sem tudtak lépést tartani a külfölddel. Az Égyetértés 1888-ban arról panaszkodik, hogy a gyártás többi ágában is ugyancsak szükség volna szakértelemre és vállalkozói szellemre, hogy a finom táblaüveg, a tükör- és öntöttüvegyártás is meghonosodjék hazánkban. A jobb munkásokat is külföldről kellett hozatnunk.

A gáztüzelésű kemencék hazánkban csak az állami adókedvezményekről szóló 1881: XLIV. tc. életbeléptetése után terjedtek el. E törvény folytatása volt az 1890: XIII. tc., amely a megfelelő technikai fejlettségű gyárakat adókedvezményben részesíti. Ennek következtében több üveghuta a régi nyitott és közvetlen fatüzelésre berendezett olvasztókemence helyett új, gáztüzelésre berendezett, ún. regenerátoros kemencét épített, s vele kapcsolatosan egyéb korszerű átalakítást is végzett. Sokáig tartott azonban, amíg a hazai üvegyártás a korszerű újításokat egész átvette.

Az új üvegyár alapításoknál az volt a törekvés, hogy a természetes nyersanyagoktól megszabaduljanak, és a kémiai ipar termékeit használják. A fát felváltotta a szén, a hamuzsirt a mesterségesen előállított glaubersó és szóda. A szódát a Háromszék megyei szalánpatáki üvegyár alkalmazta először 1852-ben.

Lassanként kifejlődik az a törekvés, hogy hutáink nagyüzemekké alakuljanak át.

Az újonnan keletkező üvegyárak már a főbb közlekedési útvonalak mellé települtek. Az ajkai, az eszéki, a salgótarjáni, a pálfalvai üvegyárakat

vasút mellé építették, nem úgy, mint régen, amikor pl. a gyergyóbozséki huta 97, a livóhutai 75, a tomesi 66, a farkasvölgyi 40, a sziklai 33, a gápeli 29 km távolságban volt a legközelebbi vasútállomástól.

Üvegsüreink termelése még nem elégíti ki a hazai igényeket, főleg minőségileg nem. Nem tehetők feleslegessé a külföldi, főleg Csehországból származó behozatalt. 1823-tól 1927-ig átlagosan évi 162 512 font tábla- és öblösüveget hoztunk be az osztrák örökös tartományokból.

Kossuth Lajosnak az 1842. évi védegyeleti kiállításáról írt jelentése szerint félmillió p.ft-ot fizetünk évenként az ausztriai üvegyáraknak. A kiállításon az ország üveghutáinak csak kis része volt képviselve mindössze 4, a második kiállításon 5, s a harmadikon, 1846-ban 7 üvegyáros jelent meg az árujával, legtöbbszörre közhasználatú üvegekkel. Érdemes feljegyezni azonban, hogy a Kuhinka Testvérek ó-antalvölgyi és sziklai üvegyára már külföldre is szállított, főleg a Balkánra. Ez a gyár a közönséges üvegáruk mellett finoman csiszolt árut is készített, amellyel már 1851-ben a londoni világkiállításon is szerepelt.

A XIX. század elején a táblaüveg alkalmazása a falusi népnél is általánossá lett. A közönséges használatban üvegtányérokkal való üvegezés egészen kiment a divatból. Az üvegező ipari, kisipari tevékenységben észrevehető az elkülönülés is, az ólomüvegezés elválik az ablakkeretbe üvegeztéstől.

Kulturtörténeti adat, hogy miből állott a múlt század első felében az üveges mesterremek. A képzés elve a remek elkészítésében nyert kifejezést. A céhbeli mesterek még 1860 táján is ragaszkodtak az ólomüvegezéshez, mint a remekmunka egy részéhez. Az ólomüvegezés háttérbeszorulásával azonban egyre könnyebb remekfeladatokat szabtak meg.

1814. októberében a pesti városi tanács elrendelte, hogy a jövőben az üveges mesterremek ez legyen: „Egy kerek tábla beüvegezése, egy 24×24 hüvelyknyi tábla beüvegezése, 2 hatszögletes ablak, egy 4 táblából álló ablak ólmozással. A remek elkészítését a céhnek két mestere ellenőrizzék.” 1827. márciusában ez volt a feladat: „Rajz szerint elkészítendő egy ólomkeretű keskeny ablaktáblából álló ablak; méretei: $23\frac{1}{2}$ hüvelyk, a kerettel együtt 25 hüvelyk, négyzetben. Az ólmot maga a jelölt öntse és forrassza össze; maga szabja ki a táblákat is, szabad kézből. Ha a remek nem sikerül, a céh semmi szín alatt nem fogadja el.” Elkészülte után megvizsgálták és a következő hibákat találták rajta: „A cinn nem volt jól előkészítve: a darabok forrasztása helytelen; a cinn nem mindenütt takarja be az ólmot; a gombok annyira hibásak, hogy 40 közül alig van 2 szabályos; a keret nincsen megfelelően forrasztva; az egyik sarkon el van égetve.” Ezt a remeket el is utasították.

Megindult azonban gyakorlatilag is az üvegfeldolgozó ipar differenciálódása. Az előbbi században a kerek üvegtányérokot a gyár, a huta készítette, s az ő emberei helyezték is be, később a gyáros csak táblaüveget szállít az iparosnak, aki maga mint önálló kisiparos végzi a behelyezés feladatát.

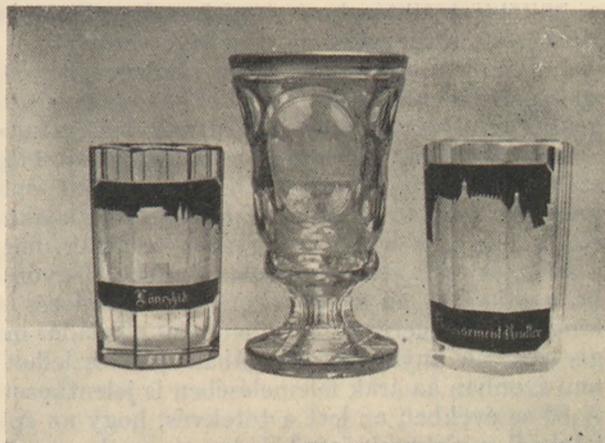
E század elején még az üvegyárak végzik az öblösüvegeken is



8. ábra. Vésott borosüveg a somhegyi hutából. XIX. szd. eleje.

9. ábra. Köszörült fedele kehely a XIX. szd. elejéről. Fővárosi Múzeum.

a különféle díszítéseket, csiszolásokat, festéseket, a század közepe felé már önálló iparként jelentkezik az öblösüvegcsiszolás, sőt az ún. üvegtechnikának is megtaláljuk a kezdeti, de jelentékeny művelőit. Ez az átalakulás a gyáriparból fejlődik ki a kézművesség, míg más iparágakban ez fordítva van. Ennek oka talán az, hogy a gyárak nem tudtak megfelelni a közönség ízlésének, igényeinek, s az egyéni ízlés kielégítésére törekvés, és a szükségletek megsokasodása okozta, hogy az üvegyárakban előállított



10. ábra. Biedemeier poharak a Fővárosi Múzeumból Pest város épületeinek rajzával.

féligkész anyagot külön iparos finomította. Emellett a gyárak sem hagytak fel a művészi darabok termelésével, sőt a kisipar művészetét igyekeztek átvenni és fejleszteni (8—10. ábra).

Az üvegfestészet a XIX. században semmit nem fejlődött, és csak a régi stílusú templomok renoválása alkalmával jutott foglalkozáshoz. Csak a század vége felé kezdik újból divatba hozni az üvegfestészetet, akkor is nagyon nehezen hódít magának teret.

Mégis volt minőségi haladás az üveg termelése területén. Az 1885. évi budapesti általános iparműkiállításán 12 magyarországi és 2 horvátországi üvegyáros jelent meg, s valamennyi kitüntetésben részesült. Az 1878. évi párizsi világkiállításán az országot 2 cég képviselte, az egyik ezüstérmét nyert. Az a jelenség azonban, hogy a legtöbb gyár a készített tárgyak finomításával is foglalkozott, nem mindig volt előnyös, mert nem adott alkalmat a további specializálódásra.

A finntükör gyártását a kiskapocsi üvegyárban kezdték meg 1891-ben, a következő évben pedig a herencsvölgyi gyár is foglalkozott vele. 1898-ban 6 kivételével valamennyi öblös-üvegyárunk be volt rendezve üvegcsiszolásra is. Természetesen a gyárak mindenféle árut gyártottak. A csiszolt öblösüvegáruban a hazai iparnak Európaszerte jócsengésű neve volt.

A belga módra gyártott finom, fehér, nagyobb-méretű táblaüveg készítésével 1889-ben Kuchinkáké gyára, majd 1895-ben a herencsvölgyi, a pálfalvi, a farkasvölgyi, a szilai és a kokovai gyárak is foglalkoztak. E gyártmányokból 2,5 ezer q-t a galíciai piacon helyeztek el.

Hazánkban tehát a század végén az üveg előállításának sokféle fajtája volt képviselve. Öblös-üvegből a közönséges mellett a jobb minőségű csiszolt üveget (talpas, és széle csiszolt) is készítették, a fogyasztóközönség minden igényének megfelelően. De készült ezeken kívül a hazai üvegyárunkban a metszett, vésett, aranyozott, festett, zománcozott és másként díszített üvegáru minden fajtája, mégpedig oly ízléses és szép kivitelben, hogy nemcsak a hasonló cseh gyártmányokkal állta ki a versenyt, hanem a többi külföldi üvegyipar készítményeivel is. Ahol gyáraink a külföldi kiállításokon megjelentek, mindenütt elismerést, kitüntetést és dicsőséget arattak.

A millennium idején csak tükörüvegből, közönséges zöldes és barna palackokból, optikai üvegekből és üvegcsövekből szorultunk behozatalra.

A táblaüveg termelését és fogyasztását megszabta a hatalmas méretekben megindult építkezés, és az abban az időben Európaszerte kialakult éles verseny. A hazai üvegyárak belátták, hogy a szász és cseh versenyt csak úgy lehet legyőzni, ha a minőség, az ár, de a korszerű berendezés tekintetében is eléri azok színvonalát. Haladás mégis csak az anyag tisztaságában volt észlelhető, ami azonban az árak felemelésében is jelentkezett. A 80-as években az lett a törekvés, hogy az épületeknél a jobbminőségű belga és cseh üveget alkalmazzák, az osztrákok meg akarták tartani a magyar piacot, s pl. Bécsbe drágábban adtak

el, mint Budapestre. A solinüveget olcsón hozták be Belgiumból, úgyhogy ennek a táblaüvegnek hazai gyártása nem volt kifizetődő. 1890-ben tértek át az addigi táblaüveg mérésrendszeréről, a Schok-rendszerrel a m² rendszerre, ami világosabbá, áttekinthetőbbé tette az árszámítást, a felmérést és az anyagelszámolást.

Az üvegfestészet a század végén érte el a másodvirágzását, az amerikai Tiffany által felfedezett opalescens hatású üveg alkalmazásával. Roth Miksa üvegfestményei és üvegmozaikjai az ország határain túl is hírnevesek lettek.

Az üvegyártásban a gépek használata sokáig ismeretlen volt, a munka túlnyomó részét emberi erővel, főleg tüdővel végezték. Az előgépesítési kísérlet a préselt üvegek gyártásában jelentkezett. Később a nyersanyag keverésére, felaprózására, szitálására, továbbítására, az üveg hengerlésére, homályosítására használtak gépeket, amelyek az idők folyamán mind tökéletesebbek lettek. A 80-as évek után többféle fuvógépet szerkesztettek, félautomatikus gépeket, amelyek közül azonban hazánkban egyetlen egy sem jutott el. A fáradságos táblaüvegfuvást csak a századforduló után a Fourcault belga mérnök által felfedezett táblaüveghúzó gép szüntette meg, de sokáig kellett várni, míg ez hazánkba is eljutott.

A háború előtt üzemben volt 40 üvegyárunk közül a háború után 7 maradt meg. Az akkori gazdasági válság erősen siettetette a századforduló idején megindult mechnaizáló és szervező folyamatot. Ennek eredménye volt, hogy megmaradt üvegyáraink nagyüzemekké alakultak át, korszerű gépesítést hajtottak végre és megszervezték a piacot. A fejlődés lassan, de körültekintő módon indult meg.

1923-ban az öblösüvegyárak közül Tokod, Ajka és Parád teljes üzemmel, a palackgyárak közül a sajószentpéteri egész éven át, a káposztásmegyeri félévig volt üzemben. Táblaüvegyárunk csak egy maradt, a zagyvapálfalvai, ez azonban a hazai szükségletnek mindössze 15—20%-át tudta termelni.

A zagyvapálfalvai gyár volt a múlt század végén az első táblaüvegyárunk, amely széntüzelésre rendezkedett be. Sok válság, üzemszünet után 1924-ben r.t.-vé alakult át. Korszakalkotó volt a gyár felszerelése Fourcault-gépekkel. Külföldi, főleg angol tőkével a gyár alapítóját 2,5 millió P-re emelték fel. A közép európai Mühligen Union táblaüveggörszern révén hazánkknak is jutott Fourcault gép. Ez a 6 üveghúzó gép most már el tudta látni az egész ország táblaüvegszükségletét.

A készített utolsó üveghengert a gyár múzeumban helyezték el (11. ábra). Felirata: Hosszú esztendőknön át sok verejtékünk hullott, amíg kezünk kiformalta a táblaüveget, s amikor e letünő kézműipar utolsó produktumát emlékül átnyújtjuk, reméljük, hogy a veritékadta jólétet már a gép fogja gyártani számunkra. Ajánlva Fehér igazgató úrnak. E hengert készítette Schrenk József, 1929. november 24.

Valóban eltűnt a kézműipar, mert Salgótarjánban a palackok készítésére az Owens-gépet

helyezték üzembe, a sajószentpéteri félautomatikus géphez kevesebb emberi erő kellett, s az első világháború után alapított Első Magyar Öntöttüvegyár, Miskolc a hazai öntöttüvegszükségletet is fedezni tudta. Sajószentpéteren az ötéves terv végrehajtása során szereltek fel automatikus gépeket.

A felszabadulás után megindult a tűzálló üvegek gyártása is, és most már csak tükörüvegből és optikai üvegből szorulunk külföldi behozatalra.

A XIV. századi „Schaidglas“-tól a folytonos gépi üzemig hosszú volt az út. A magyar üvegyártás és a magyar üvegyipar ezt az utat is becsülettel járta végig, sok-sok verejtékkal, önfeláldozással, sok-sok küzdelemmel, de elért a korszerű nagyüzemekig. A további fejlődés útja is nyitva áll előtte.

IRODALOM

- Magyar Gazdaságtörténeti Szemle, 1905 évf., 1896 évf.
Eckhardt Ferenc: A bécsi udvar gazdaságpolitikája Magyarországon, Mária Terézia korában, 1922.
Némethy Lajos: Vázlatok Budapest múltjából, 1882.
 Országos Levéltár: Kisebb céhiratok, nagyobb céhiratok. Privilegia Cehalia abolita Liber Coehalium I—IV. köt. Articuli Cehales ab Anno 1764—1767. Egyetemi Könyvtár: Céhlevelek, IV—LXVI.
 Statisztikai Közlemények: 73. köt.
 Országos Iparegyesület: A pesti üvegcseh iratai. A Fővárosi Múzeum iratai.
Dr. Knapp Oszkár: A hazai üvegyártás. Magyar Kémikusok Lapja, 1947, 20. sz.
 Magyar Üveg- és Agyagipar, 1901—1934.
Gregor Berzeviczy: Ungarns Handel und Industrie, 1805.
Demian J. A.: Statistische Darstellung des Königreichs Ungarn, 1802.
Telkes Simon: Üvegyiparunk, 1895.
Schwartner Márton: Statistik des Königreichs Ungarn, 1809.
Fényes Elek: Statisztika a XIX. szd. elejéről, 1842.
Horváth Mihály: Az ipar és kereskedés története Magyarországon, az utolsó három század alatt, 1840.
Csaplovits János: Gemälde von Ungarn, 1829.
Kossuth Lajos: Jelentés az első magyar iparműkiállításról, 1842.
Köváry László: Erdélyország statisztikája, 1847.



11. ábra. A Zagyvapálfalván gyártott utolsó „cilinder“.

Üvegesek Lapja, 1927—1943 évf.

A Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara jelentései, 1870—1943.

Görög István: Az üvegyipar, 1878.

Grossmann Róbert: Die technische Entwicklung der Glasindustrie in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung, 1908.

Sághelyi Lajos: A magyar üvegyipar története, 1938.

Lyka Károly: Az üvegfestészet, 1903.

Mitscherlich Augusztá: Die böhmische Glasindustrie in Vergangenheit und Gegenwart, 1930.

Dr. Knapp Oszkár: A magyar üvegyártás története. Természettudományi Közlöny, 1929, jan. 15.

A porcelán gyártásánál előforduló hibák

FODOR ZOLTÁN

A finomkerámiaipari termékek gyártása során számos hibalehetőség merül fel. Ezek elhárításának ismerete a seljtesökökmentés és minőségjavítás szempontjából döntő jelentőségű. Az itt következő tanulmányban a szerző saját tapasztalatainak és irodalmi hivatkozások felhasználásával rámutat a porcelán gyártásánál előforduló hibák keletkezési okaira, azok felismerésének módjára és útmutatást ad a hibák megelőzésére, illetve kiküszöbölésére is.

Egy rövid tanulmány keretében korántsem lehet maradéktalanul felsorolni mindazokat a hibákat, keletkezésük okait és elhárításuk módját, melyek a porcelángyártás során előfordulnak. Csupán azokra a legjellegzetesebb hibákra kívánok rámutatni, melyek vagy rendszeresen, gyakran megismétlődve zavarják a gyártás eredményességét, de korábbi tapasztalatok alapján gyorsan kiküszöbölhetők, vagy ritkán fordulnak elő ugyan, de meglepetésszerű fellépésük megnehezíti gyors elhárításukat. Főleg ez utóbbiak között fordulnak elő azok a hibák, melyek felbukkannak és látványosan önmaguktól megszűnnek, mielőtt az elhárításuk érdekében végzett vizsgálatok befejeződtek vagy a vizsgálatok eredménye alapján teendő intézkedések megvalósultak volna. Közönséges babonának kell tekinteni azt a — sajnos még ma is gyakran hallott — állítást, hogy felbukkanó hibák maguktól megszűnnek. Mint minden jelenségnek, úgy a porcelángyártásnál előforduló hibáknak is megvannak az előidéző okai. A hibákat az előidéző okok tudományos elemzésével és laboratóriumi vizsgálatok alapján nemcsak idejekorán meg lehet szüntetni, hanem a vizsgálatok rendszeres elvégzésével és a technológiai előírások szigorú betartásával nagyjából meg is lehet előzni.

A porcelángyártás folyamán valóban sok, selejtet vagy minőségromlást előidéző tényezővel találkozunk. Ez vonatkozik a legnemesebb anyagokból előállított porcelánra is, de még inkább vonatkozik a nem megfelelő minőségű nyersanyagokból és hibás technológiával vagy helyes, de be nem tartott technológiával gyártott termékekre. Igen sok olyan hibaforrás is van, mely keletkezése idején nem, hanem csak a kész termékek ismerhető fel, így — bár akaratlanul — a hibás áru az egész gyártási folyamaton végigmegy, ami a selejt által okozott kárt csak növeli.

Ila valamely üzemben a selejt aránya felemelkedik, abban a nyersanyagok nem megfelelő minőségén és a technológiai fegyelem laza betartásán kívül nagy része van annak is, hogy valamely hiba fellépésénél a kellő tudományos felkészültség hiányában nem tudják azt csírájában elfojtani. A helyett, hogy a hiba okát pontosan megállapítanak és annak alapján észszerűen orvosolják, egymásnak ellentmondó, nem eléggé megfontolt kísérletekkel igyekeznek a hibát kiküszöbölni. Nagyon gyakori az az eset is, hogy több

hibaok egyidejű fennállására gyanakodva, a gyártásban egyszerre két vagy több tényezőt változtatnak meg, mely változásoknak a hatását azután kiértékelni nem lehet. Az ilyen — bár jóhiszemű, de kapkodásszerű — munka az esetek többségében odavezet, hogy viszonylag kis hiba is nagy hibává fajul, a selejteződés ideje indokolatlanul meghosszabbodik, ami nagyobb termelésekésést és az önköltség nagyobb mérvű emelkedését vonja maga után.

A selejt csökkentése és a minőség javítása érdekében tehát alapvető irányelvként szögezhetjük le, hogy a porcelángyár műszaki vezetőségének és ezen belül különösen a laboratóriumnak legfontosabb feladata a hibák bekövetkezését gondos előrelátással és rendszeresen végzett vizsgálatokkal megakadályozni, a mégis fellépő hibákat pedig a lehető legrövidebb idő alatt megszüntetni.

Nem lehet azt állítani, hogy a következőben felsorolt hibák kizárólag a porcelánárura jellemzőek, mert azok egyéb finomkerámiai termékeken is előfordulhatnak, kivéve pl. egyes égetési hibákat, melyek a porcelánégetés sajátosságából következnek, vagy pedig az áttetszőség hiányát, mely tulajdonságot csak a porcelán edénytől követeljük meg.

A hibák felsorolásánál rá kívánok mutatni azok jelenleg ismert okaira, felismerésükre és — amennyiben az az ok feltárásából nem következik logikusan — elhárításuk módjára is.

Masszahibák

Idejekorán való felismerésük és megszüntetésük azért bir különös fontossággal, mert a rosszminőségű massa kiselejtezése vagy ha lehetséges megjavítása viszonylag lényegesen kisebb veszteséget jelent, mint a belőlük sok munkával elkészített áru selejttévéálása. Feltételezve, hogy a massa összetétele kipróbált és megfelelő és hogy a bemérés pontos volt, a következőkben felsorolt masszahibák fordulhatnak elő.

Igen gyakori hiba a massa szennyezettsége, ami annál is kellemetlenebb, mert a szennyezettség a közbenső gyártási fázisokban nem, hanem csak a mázaségetés után, sőt egyes esetekben csak a szabványos vizsgálatok elvégzésénél vehető észre. A szennyezettséget okozhatják durva részecskék, melyek túl rövid idejű őrlés, durva szita használata vagy éppen szitaszakadás miatt kerülnek a masszába. Rövid idejű őrlés általában ott szokott előfordulni, ahol az őrlési időt a malom megindításától számított órákban állapítják meg. Az esetleg közbeeső kényszerű állásidőt (malomfolyás, áramszünet, puha anyagok feladása miatti leállás stb.) nem veszik vagy csak felületesen veszik számításba. Ezért a leghelyesebb eljárás az, ha az őrlés idejét órák helyett az optimális őrlési finomság eléréséhez szükséges malomfordulatok

számában írjuk elő és annak pontos betartását a dobmalom tengelycsontjához kapcsolt fordulatszámállóval ellenőrizzük. A megfelelő finomságú szita használatát minden szitacserénél, a szita épségét pedig üzemműködésben, naponta többször kell ellenőrizni. A szitaszakadás okozta szennyeződés elkerülésére előnyös a kettős szita használata, melynél a felső, valamivel ritkább szitaszövet az őrleményben levő legdurvább részeket kifogja, így azok az alatta elhelyezett finomszítát nem tudják megrongálni.

Amennyiben a masszában maradt durva részecskék anyaga kvarcsemce, úgy a belőle készült porcelántárgyak hirtelen hőmérsékletváltozással szembeni ellenállása nagymértékben csökken, ami úgy a háztartási porcelánedény, mint a szigetelőporcelán minőségét rontja vagy éppenséggel selejtesse teszi. Ha a szitaszakadásnál fadarabka vagy egyéb szerves anyag kerül a masszába, az égetés után a porcelánban kis üreget hagy maga után, ami a bennelévő gázok tágulása miatt repedéseket, nagyfeszültségű szigetelőknél pedig átütést idéz elő.

Leggyakoribb eset a massa vasas szennyeződése. A vas- vagy vasoxidszennyezés származhat a nyersanyagokból, a malombélés kopása miatt a dobmalom vashengeréből, keletkezhethet a csigaprések, vákuumprések alkatrészeinek kopásából, a pihentető kamra vas fődémgerendáiból vagy egyéb lakatosmunka miatt stb. A műhelyekben lévő melegvezető csövek kifújt revéje a nedves áru felületét szennyezi. Megelőzése érdekében a masszagyártáshoz felhasznált nyersanyagokból az idegen anyagokat el kell távolítani, a malmok belését rendszeresen ellenőrizni kell, a fődémgerendákat időnként jóminőségű kencevel kevert miniummal kell átfesteni, a vasforgács képződésével kapcsolatos lakatosmunkát a feldolgozó műhelyekben a legszigorúbban el kell tiltani és az újrafeldolgozásra visszakerült hulladékmasszát sohasem dobmalomban, hanem oldókeverőben kell feláztatni.

A fémes vas eltávolítására elektro- és permanens mágneseket használunk. Ezek működésének ellenőrzése súlyponti feladat. A vas biztos kiválasztására ajánlatos az elektromágnes után még több permanens mágnes beállítása az izzapcsatornába. Így az áram megszakadása vagy a készülék esetleges meghibásodása esetén az elektromágnesről leszakadt vasrészecskéket a kellő erősségű permanens mágnesek még felfogják.

A vasszennyezések megelőzésének legbiztosabb módja a nyersanyagok gondos válogatása, valamint az üzem állandó és folyamatos vas- és rozsdamentesítése úgy, hogy ezen takarítási munkák közben a vas a masszába ne kerülhessen.

Dakaltschew D. (1) kísérleteket végzett a porcelángyártmányokon jelentkező vasfoltok kiküszöbölésére. Porcelánmasszát mesterségesen szennyezett vasreszeléssel, vasoxiddal, edzett acél és rozsdamentes acél forgácsával. A próbadarabokat redukáló tűzben kiegészítve azt találta, hogy a 6400-as szitán átszűrt izzából készült darabokon szemmel észrevehető vasfoltok nincsenek. Megfigyelése alapján azt ajánlja, hogy a rezgő szítát a mágnes után kapcsoljuk.

A kerámiai nyersanyagokban (kaolinokban, agyagokban, földpátokban) levő vasvegyületek rendszerint mint szulfid (Fe_2S_3 , pirit, markazit, aplitban biotit is), mint rézpirit (CuFeS_2 , kalkopirit, embeskit), mint vaskarbonát (FeCO_3 , sziderit és mint Fe_2O_3 hematit) fordulnak elő. Vasasodás keletkezik a földpát száraz őrlésénél, ha a pofástörőről vagy a hengerekről vas kerül az őrleménybe. Ennek a vasnak csak egy részét lehet mágnessel kiválasztani, mert a parányi vasrészecskéken a földpátpor vékony filmet képez, mely a mágnessel szemben szigetelőleg hat. Egyébként is a mangánacél — melyből a törőpofák készülnek — rossz mágneses tulajdonságú (2).

A massa vasas szennyezettségének idejében való felismerése rendkívül fontos és sok kárt el lehet kerülni, ha a szennyezett masszát nem engedjük feldolgozni, illetve ha az ilyen masszából készült árut nem engedjük végigmenni az összes gyártási műveleteken. A szennyeződés felismerhető, ha nedves vagy száraz masszára híg sósav- és káliumrodanid oldat keverékét csepegtetjük. Ez az oldat a masszában levő vassal élénk-vörös-színű vasrodanidot képez az Fe^{3+} és SCN^- ionok reakciójaként. Az oldat hatásának kitett masszafelület a bennelévő finom eloszlású vas miatt haványrozsa-színűre színeződik, míg azokon a helyeken, ahol fémes vagy oxidált vasszemce van, azonnal vörösvörös színű foltok keletkeznek. Ezt a vizsgálatot ajánlatos napjában néhányszor a présleányeken vagy a vákuumprésből kijövő masszán elvégezni és jól bevált a nyersen kész, már száraz, vasas szennyezésű árunak a tiszta áru közül való kiválogatására is.

A vason kívül fémes masszaszennyeződés okozója lehet a zöldszínű foltot maga után hagyó réz, és a kékszínű foltot okozó kobalt is. Előbbi a bemérésnél használt sárgaréz súlyok kopásából vagy éppen a dobmalomba kerüléséből, vörösrézcsövek használatából, sárgaréz vagy bronz szitaszövet darabkájából stb. származhat, utóbbi az üzemben használt kobalt tartalmú festékek gondatlan kezeléséből, elszórásából vagy a masszába került mágnesdarabkából, mely tudvalevően magas kobalt tartalmú acélból készült.

Vasas szennyeződést okozhat a nyersgyártó műhelyekben a melegvezető csövekből erős légáram által kifújt vas reve, ami a nedves áru felületére rátapad. Ezeket a csöveket mindig úgy kell elhelyezni, hogy szájnyílásuk közel (20–30 cm) legyen a padozathoz és lefelé fújja ki a meleget. Előnyös a csótorkolatra ritka szítát erősíteni, mely a nagyobb reve darabok kijutását megakadályozza.

A gipszformákról lecsorbult darabkák a masszába kerülve kiegészítés után sárgás-zöldszínű megolvadt részecskéket hagynak maguk után.

A rossz minőségű massa feldolgozása közben is számtalan selejt okot idézhet elő. Ilyen masszahiba pl. a massa levegőssége. Korongoló masszánál könnyen észrevehető, amint a korongosok mondják: a massa „grizes”. Oka: a massa rossz levegőtlenítése. Vákuumprésnél a légritkításnak legalább 92–93%-osnak kell lenni, hogy ez a hiba megszűnjék. Lehet a massa „strukturás”,

ami azt jelenti, hogy a masszátömbben keményebb és puhább részek rétegződnek. A masszátömbből vágott 10—15 mm vastag szelet rázásakor a hiba előtűnik. Az ilyen masszából korongolt szigetelőkben gyakori a csigásodás. Mivel a csiga nem más mint repedés, ami rendszerint az áru felszínéig hatol, száraz árun petróleumos beecseteléssel észrevehető és így a hibás darabok még égetés előtt kiselejtezhettek. Rendkívül helytelen gyakorlat a szigetelők „megfűrése”, hogy az esetleg bennelévő csiga petróleumozással észrevehető legyen. A befűrés a szigetelő szabványban előírt méretét megváltoztatja és még a jó szigetelőt is selejtesse teszi.

A massa egyenletes nedvességének biztosítására a masszalepényeket a lehető legegyszerűsebbre kell préselni, gyúrás előtt a lepények puhán maradt közepét ki kell vágni és mint masszahulladékot újra feldolgozni. A masszagyűrőgépeket, vákuumpréseket egyforma nedvességtartalmú lepénnyel kell etetni, mert aránylag kis nedvességkülönbség is károsodásra vezet.

György István vizsgálatokat végzett annak megállapítására, hogy a masszában levő nedvességkülönbségek mily mértékben befolyásolják az ilyen masszából készített szigetelők selejteződését (3). Számos mérés eredménye alapján azt találta, hogy ha a masszátömb közepe és széle közötti nedvességkülönbség nem éri el a 0,4%-ot, akkor a masszából jó eredménnyel gyárthatók szigetelők.

Régi és mai is sokat vitatott kérdés, hogy a korongmassza pihentetése javítja-e annak minőségét, képlékenyebb lesz-e, ha feldolgozás előtt néhány hétig hűvös, nyirkos helyen állni hagyjuk a masszát. Mattyasovszky László véleménye szerint különleges kivételektől eltekintve a pihentetés nem eredményez képlékenységnövekedést (4). Ezzel ellentétben O. Kallauner legújabbán végzett vizsgálatai alapján (5) egyetért azzal a — különösen régebbi szakirodalomban gyakran megtalálható — felfogással, hogy a kerámiai masszák képlékenysége és kötőképesége a pihentetés alatt megjavul. A pihentetés értelmét szerinte is a víz és oxigén fizikai hatása, valamint a mikroorganizmusok, algák és baktériumok élettevékenysége adja meg. Ha a képlékenység és kötőképeség változásainak számszerű értékeit az idő függvényében ábrázoljuk, olyan hiperbolikus görbét kapunk, mely hasonló a Langmuir-féle adszorpciós izotermához. Kallauner szerint az adszorpciós törvény érvényessége a massa pihentetésénél érthető, mert hiszen a képlékenység és a kötőképeség az adszorbeált kationok mennyiségétől függ. A pihentetés alatt a masszában lévő alkáliák és földalkáliák vizes oldatba mennek, az oldat koncentrációja emelkedik és ezzel az adszorpciós törvénynek megfelelően emelkedik a massa által adszorbeált kationok mennyisége is. Az elméleti fejtegetések alapján kiszámíthatónak tartja a massa optimális pihentetési idejét.

A pihentetés kérdésének elmélete még nem tisztázódott véglegesen. Kétségtelen tény azonban, hogy gyakorlott korongosok azonnal észreveszik, mielőtt pihentetés nélküli masszát kapnak feldolgozásra. A vita végleges eldöntéséig aján-

latos ott, ahol erre a lehetőség megvan, a masszát 2—3 hétig, míg kényesebb árunál (pl. herendi porcelán) 3—4 hónapig pihentetni.

Nincs vita és nem is lehet akkor, amikor az öntőmassza pihentetéséről van szó. Az öntőiszap gyorskeverőben való elkészítésénél a masszában jelentékeny mennyiségű levegő kerül. Ha a masszát frissen készített állapotban öntik gipszformába, levegőhólyagokkal lesz tele az áru. Az öntőmasszát legalább 3—4 napig kell pihentetni, mely idő alatt az iszap felveszi az öntőműhely hőmérsékletét és a levegőbuborékok a felszínre emelkednek (ezt a réteget öntés előtt le kell merni), ezen túlmenően pedig a folyósításhoz használt elektrolitek hatásának teljes kifejtéséhez is szükséges ez az idő.

Az öntőmassza elkészítésének ellenőrzése a laboratórium feladata. Hibás gyakorlatot követnek ott, ahol az öntőmunkás „megjavítja” az öntőmasszát. Az egyszer jól elkészített, megfelelő elektrolit tartalmú massa minősége a pihentetés alatt nem romlik, hanem javul (amennyiben nem tixotróp), semmi esetre sem megengedhető tehát, hogy ahhoz használat közben akár vizet, akár elektrolitot adagoljanak.

Az olajos sajtólómassza pihentetése azért szükséges, hogy a masszában lévő nedvesség- és olajtartalom egyenletesen eloszoljon, amivel sok száradási repedésnek lehet elejét venni. Az olajos sajtólómassza helyes keverési arányát is a laboratóriumnak kell ellenőrizni. Kivételes esetekben gyakorlott sajtólómunkásoknak megengedhető, hogy egyes kényesebb cikkek sajtolásához a massa olaj vagy olajsav tartalmát használat közben megváltoztassák.

Feldolgozási hibák

Rossz minőségű masszából semmiképpen sem lehet jó minőségű árút termelni, viszont a legjobb minőségű masszából gyártott áru is selejtes lesz vagy csökkentértékűvé válik a feldolgozás során elkövetett hibák miatt.

Régebben gyakran, a vákuumprések használatának kiterjesztésével mind ritkábban előforduló hiba a rossz masszabábkészítés, ami különösen kezdő, kevés gyakorlattal rendelkező korongosoknál csigásodásra, vetemedésre stb. vezet. Elkerülésének legbiztosabb módja az amúgyis igen nehéz fizikai munkát igénylő kézi bábkészítés (hubli-huzás) megszüntetése vákuumprések beállításával.

Korongolásnál a sablonok hibás beállítása nemcsak méretpontatlanságot eredményez, hanem az áru alakját is eltorzíthatja, ha a sablon megmunkálás közben remeg. Ennek a nyomai tisztításnál eltüntethetők ugyan, égetés után azonban rendszerint ismét láthatóvá válik, mert az áru felülete hullámos lesz.

Több részből készült szigetelők vagy háztartási porcelánedények, vázák stb. fülének, szobrok külön öntött részeinek rossz ragasztása miatt gyakran fordulnak elő repedések. Szigetelők több darabból való összeragasztásánál az egyes részek egyforma nedvességtartalmúak legyenek és arra kell ügyelni, hogy a ragasztandó felületek összeillesztésénél a levegő teljesen kinyomuljon. Bár-

milyen vékony levegőréteg is a kemencében való felmelegedésnél erősen kitágul és az összeragasztott részeket szétrepeszt. Hibásan ragasztott áru gyakran már száradásnál megreped. Fülel ragasztásánál a fülek csak valamivel legyenek szárazabbak mint az edény, amelyre ráragasztjuk, szobrok összeragasztandó részei pedig egyforma nedvességtartalmúak legyenek. Korongolt tányéroknál előforduló S-alakú repedések többnyire a vákuumprésből nyert massa réteges szerkezetére vezethetők vissza.

Az öntési eljárás látszólagos egyszerűsége mellett végeredményben elég kényes, sok hibalehetőséget magában rejtő művelet. Az öntött darabok száradásnál és égetésénél is általában hajlamosabbak a repedésre mint a korongolt áru. Ennek oka lehet a masszában levő nyersanyagok különböző önthetősége, az elektrolitokkal szembeni különböző reakcióképességük, amiáltal különböző jelenségek, mint ülepedés, az öntőiszap megdermedése a formában és ebből eredő fátyolképződés stb. állhat elő. Fátyolképződést okozhat az öntőmassza készítésénél nagy mennyiségű korongos hulladékmassza felhasználása is. Ez ugyanis néha jelentős mennyiségben gipszrészeket tartalmaz, melyek az öntőmasszában oldódnak és savanyú reakciójuk következtében az elektrolitok folyósító hatását befolyásolják, illetve az öntőmasszát nyúlóssá teszik. Ez a körülmény is indokoltá teszi az öntőiszap pihentetését.

Öntéssel készült áru cserepe égetés után gyakran nem mindenütt egyformán tömör. A cserép különböző részeinek sűrűségkülönbsége láthatóvá tehető, ha a mázolatlan égetett cserepet 1 másodpercre 2%-os $KMnO_4$ -oldatba mártjuk, (6) mert a különböző porozitású cseréprészek nem egyforma erősen szívják az oldatot és így elszíneződésük is különböző. A cserépnek különösen az az oldala szív gyengén, amely oldalról az öntés történt, a másik, tehát a gipszforma felőli oldalán a szívás erősebb. A lemezalakú anyagrészekék orientálódott lerakódása következtében pedig éppen az ellenkező jelenség volna várható. Hogy mégis az öntésfelőli oldal tömörebb, az annak a vízrétegnek felületi feszültségével magyarázható, ami a felesleges öntőiszap kiöntése után marad a megszívott masszarétegen. Ebben a vízrétegben igen finom agyag-, kaolin- és csillámrészecskék lebegnek, melyek a kemencében tömörre égnek. A vízréteg felületi feszültsége nagyobb mint az elektrostatikus taszító erő, ami a felületen a finom részecskék feldúlását eredményezi. Ezzel magyarázható az öntési foltok keletkezése is, amit főleg a gipszforma belső falára hulló öntőiszap cseppek okoznak, mert a finom anyagrészekék a csepp felületén is feldúsulnak. Ezek a finom részecskék rakódnak először a gipszforma falára és keményre égnek, míg ugyanakkor az öntési folt finom részecskékben szegényebb környéke porózusabb marad. Természetes, hogy mázolásnál a puhább részek több mázat szívnak mint a keményre, ami égetés után a máz egyenletes vastagságában megmutatkozik. Káliumpermanganátos próbával jól észrevehető a kettősfalú gipszformában két irányból összefolyó iszap hátárfelülete is, mert ez

a felület mindkét oldalán finom részecskékben dúsabb.

Fentiekből következik, hogy az öntést igen gondosan kell végezni, lehetőleg mindig egyirányú sugárral, ügyelve arra, hogy masszacseppek a gipszforma falára ne freccsenjenek. Az előbbivel azonos hibákat okoz az olyan öntőmassza is, melynek nagy csillámtartalma van. Ezesetben az öntési foltok elkerülésére csillámfogóval ellátott kannával kell az öntést végezni.

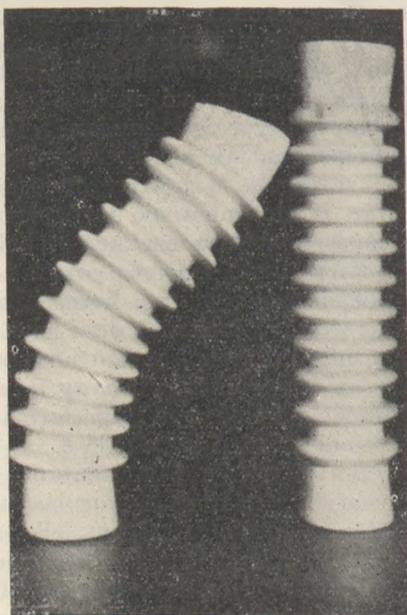
Általában csunya, de különösen a finom porcelán minőségét rontják a kiégetett tárgyon látható öntési varratok. Még a leggondosabb nyers tisztítás után is előtűnhetnek az égetett árun a varratok, mert a massa ezeken a helyeken a félformák okozta kettős szívás miatt tömörebb és így száradásnál és égetésnél kevesebbet zsugorodik. A varratok előtűnésének okai lehetnek még a túlságosan híg öntőiszap, az áru nedvesen való tisztítása és az elektrolitek túl nagy mennyisége. Kiküszöbölésének feltétele a gipszformák érintkező felületeinek pontos illeszkedése.

Olajos porcelánmassza sajtolásánál leggyakoribb műveleti hiba a levegő beszorulása a munkadarabba. Már a sajtolószerszám elkészítésénél gondolni kell arra, hogy megfelelően elhelyezett lyukakon a levegő eltávozhassék, ezenkívül legfőképpen a sajtolási művelet helyes technológiájával kerülhető el ez a hiba. A sajtolást mindig két, kényesebb daraboknál három fokozatban kell végezni, hogy a levegőnek ideje legyen távozni. A sajtolt áruba szorult levegő az árut rétegesse teszi és vagy már a szárításnál vagy az égetésnél megreped. A korszerű sajtolóautomatagépek is úgy vannak megszerkesztve, hogy a nyomást két fokozatban adják. Repedést okoz továbbá a túl sok vizet tartalmazó sajtolómassza, a kisajtolt áru szerszámba való tapadása és emiatt erőszakolt kiemelése, a nem központosan működő kinyomószerkezet stb. Könnyen keletkezik repedés a sajtolt darab élein és az éles sarkokon, a lyukak körül, főleg pedig a vékony és vastagabb falak összetalálkozásánál. Ez utóbbi igen gyakran előforduló hiba csak kevéssé csökkenthető lassabb szárítással; elkerülhető akkor, ha a porcelán alkatrész megtervezésénél a kerámiai tárgyak ezen sajátos kényességét figyelembe veszik és elkerülik az éles sarkokat, mindenekelőtt pedig a hirtelen falvastagság átmeneteket.

A sajtolt áru tisztítása is igen gondos munkát igényel. A varratok letisztítása, lyukak átfúrása, élek lesímitása mellett vigyázni kell, hogy az áru ne csorbuljon. Minden tisztítási művelethez célszerű és lehetőleg könnyű szerszámot kell készíteni, ami nemcsak a kényes és igen törékeny nyers áru épségbenmaradását biztosítja, hanem a tisztítás termelékenységét is emeli.

A massa feldolgozását, formálását mindig nyomon követi a nyersáru szárítása. Akár a műhelyben, akár külön szárítóhelyiségben vagy műszárítóban szárítjuk az árut, vigyázni kell arra, hogy huzatos helyre ne kerüljön, hogy hirtelen nagy meleget ne kapjon és hogy a repedésre érzékeny árut (nagy falvastagság, hirtelen falvastagság átmenetek, tömör darabok) lassan szá-

rítsuk. Nemcsak repedés, hanem vetemedés (görbülés) is előfordulhat szárítás közben, különösen átmérőjükhöz képest hosszú darabokon. Vetemednek szárításnál (és égetésnél is) az olyan öntött áruk is, melyeknek több részből álló gipsz-

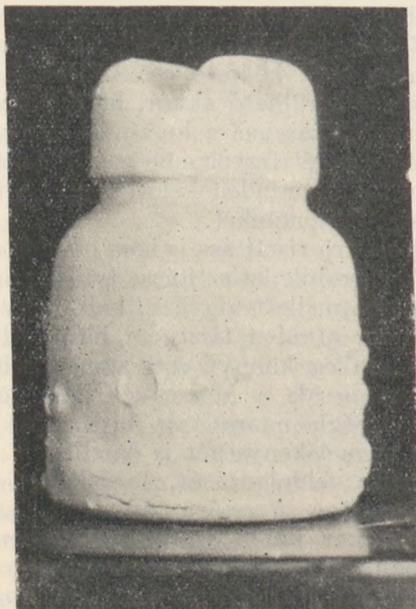


1. ábra. 20 000 V-os rúdszigetelő vetemedett (bal) és ép (jobb) állapotban

formáit öntés előtt nem egyformán szárították ki és a különböző nedvességtartalmú formarészek különböző vastagságú cserepet szívtak, melyeknek emiatt zsugorodásuk is különböző.

Égetési hibák

Amint a masszahibák tárgyalásánál feltételeztük a massa kipróbált, megfelelő összetételét,



2. ábra. Égetésnél felfűvódott korongolt kifeszültségű szigetelő

az égetési hibák taglalásánál is eltekintünk a kemence esetleges szerkezeti hibáitól vagy annak elhasználtsági fokától, jöllehet az égetés alatt bekövetkezett selejteződésben vagy minőségromlásban ezek az okok is szerepet játszhatnak. Az égetésnél leggyakrabban előforduló hibák: a felmelegítési és hűlési repedések, a massa lágyulása miatti vetemedések, holyagosodás (fűvott porcelán), az áru füstössége és a máz égetés közben keletkezett hibái, amikről azonban sokaságuk miatt a mázhibák című fejezetben lesz szó.

Legközönségesebb és egyben legkönnyebben elkerülhető oka a repedésnek a nedves áru kemencébe rakása. Ez a hiba különösen vastagfalú szigetelők égetésénél fordul elő. A szigetelő látszólag száraz belsejében azonban még nedves mag van és a felfűtésnél hirtelen képződő vízgőz nyomása az árut megrepeszti, „felrobbantja”. A kemencébe rakott áru nedvességtartalmának minden körülmények között 1% alatt kell lennie, mely esetben még gyors hőfokemelkedés mellett sem jön létre repedés. Ritkábban ugyan, de alagút-kemencés égetésnél is előfordulhat ez a hiba (még száraz áru berakásánál is), ha a kemencébe tölt hideg árun az előtte lévő kocsik árujából eltávozó kötött víz lecsapódik. Ez okból célszerű a betölési hőfokot legalább 80 C°-on tartani.



3. ábra. Égetésnél felfűvódott csésze. A fül mellett jól látható a fűvódás

Égetési repedést okoz az α -kvarc tridimitté alakulása 870 C°-nál, ami jelentős térfogatnagysággyarobodással jár együtt. Ez a hiba túl finomra őrölt masszából készült árunál és gyors hőmérséklet-emelkedésnél gyakrabban fordul elő, ezért ajánlatos a veszélyes szakaszban (800 és 900° között) a hőfokot lassan emelni. A felmelegítésnél keletkezett repedések azáltal ismerhetők fel, hogy az égetés további folyamán a repedés kiszélesedik, mázas árunál a repedés szélein a máz elsimul. Repedések fordulhatnak elő a festékbeégető kemencékben is, ha az áru túl gyorsan melegszik fel.

Repedésre vezet a kemence túl gyors hűtése ugyanabban a hőmérséklet intervallumban mint a felmelegítésnél és megrepedhet az áru a dekor-kemencében való lehűtésekor az α -kvarc β -kvarccá alakulásánál 575 C°-on, amikor kb. 2%-os térfogatnagysággyarobodás áll be, vagy azért, mert le-

ülésnél a külső rétegek gyorsabban szilárdulnak mint a belsők, úgyhogy az előbbieken nyomás, magban pedig huzófeszültségek keletkeznek. porcelántestben feszültséget okoz és repedésre vezethet az alkotórészek különböző hőkitérjedési gyűthetói. Ezek az értékek: az üveges alapszára $6,8-10,3 \cdot 10^{-6}$, kvarcra $7,97-13,37 \cdot 10^{-6}$ és mullitra $5 \cdot 10^{-6}$ (7).

A lehülési repedések nem nyitottak és a hirtelen lehülés általában veszélyesebb, mint a hirtelen felmelegítés. A cserépben lévő átalakulatlan varc nemcsak a hűlésnél okozhat repedéseket, hanem a kész porcelánáru hirtelen hőmérséklet-átváltozásánál is. Ez a jelenség úgy a porcelánszigelelőknél, mint a háztartási porcelánedénynél előfordulhat.

A cserép tűzben való lágyulása és az ebből redő vetemedés helyi túlhevítésre, szúróláng-hasására vagy túl hosszú égetési időre vezethető vissza (1. ábra). Ezen hibák okai könnyen felismerhetők és aránylag könnyen megszüntethetők. Az előbbi okok a vetemedés mellett mértehibákat is előidézhetnek, amennyiben az égetett test összelapul vagy függesztett égetésnél megnyúlik. Vetemedést okoz, ha az áru nincs pontosan vízszintesen elhelyezve a kemencében vagy ha égetés közben a samottok vetemednek stb.

Gyakori és néha igen jelentős selejtkárt okoz az áru felfúvódása. Ilyenkor a cserép szivacszerű lesz és felületén zárt, könnyen felpattanható hólyagok képződnek (2. ábra). E hibajelenség oka többféle lehet. Az égetés kezdeti stádiumában a cserép pórusaiban sok szénrészecske (korom) rakódik le. Ha az előtűz túl rövid és kevés levegővel égetünk, akkor a pórusok záródása előtt a korom nem tud kiégni és a cserépben a magas hőfok elérésénél (amikor a massa lágyul) felfújja. Túl korai redukció ugyanerre a hibára vezet, valamint az is, ha a cserépben légzárványok vannak, melyek korommal telítődnek. Gyengén zsengélt nagy porozitású cserép koromfelvétele nagyobb és így hajlamosabb a fúvódásra (3. ábra).

Helytelen tűzvezetés mellett fúvódást okoz a füstgázokban lévő kéntartalom is. A füstgázokból keletkezett szulfátokat idejében alkalmazott redukálással kell elbontani legkésőbb addig, míg azok a cserépből a mázrétegen át ki tudnak szabadulni. Ellenkező esetben a szulfátok a máz és cserép lezárása után bomlanak és az árut felfújják.

A hazai szenek magas kéntartalma miatt ennek a hibának a fellépése nálunk különösen gyakori, ezért fokozottan kell ügyelni arra, hogy az égetés kezdetén sok felesleges levegővel, az előtűz második részében felváltva oxidáló és gyengén redukáló atmoszférával égessünk. Az előtűz végén, a redukáló periódus előtt a kemencét jól ki kell szellőztetni, hogy az áruban lerakódott

korom teljesen elégjen. Úgy a korai, mint a késői redukálás káros és veszélyes; kemény porcelánál a legalkalmasabb hőfok $0,10 \text{ aSK}$.

Sok esetben megfigyelt, feltűnő és eddig meg nem magyarázott jelenség, hogy a porcelántárgy felületének azon részén, melyen bármilyen inhomogenitás, pl. levegőlyuk, bélyegzővel benyomott jelzés stb. van, a cserép nem fúvódik fel. Lehet, hogy a levegőlyuk utat enged a gázoknak és hogy a nedves massa bélyegzésénél a bélyegző nyomására a massa helyi tömörödése lép fel, ami kevesebb kormot képes magába fogadni, kísértetiesen azonban ez a kérdés még eldöntetlen.

Ha a máz későbbben olvad, mint a cserép, lezár, akkor a fúvódás a mázas felületen nem észlelhető. A szigetelőknél azonban ez is súlyos hiba, mert a cserépbe zárt hólyagok a porcelán szigetelőképességét nagymértékben rontják. Az égetés közben keletkezett lyukacsosságot egyes esetekben még a fuxinpróbával sem lehet kimutatni, mert a cserépben lévő hólyagok zártak, egymással nem közlekednek és így a fuxint nem szívják. Nagyfeszültségű áram hatása alatt azonban ezek a szigetelők is tönkremennek. Ennek ellenkezője az az eset, amikor a cserép látszólag egészséges, a fuxint mégis beszívja, mert mikropórusokkal van tele, aminek oka a túl alacsony hőfokon való égetés.

Égetési hibák közé lehet sorolni a samottbeszóródást. Ha az áru feletti tok megreped, abból kisebb-nagyobb samottszemcsék hullanak az árra, ami a megolvadt mázba beheragad. A tokok fenekének leporolásával és hulladékmázzal való bekenésével ez a hiba csökkenthető. A mázba beégetett samottszemcsék, amennyiben nem feltűnő helyen vannak, égetés után lecsiszolhatók.

A máz elszennyeződésére vezethetnek a samottokban lévő vasvegyületek, melyek magasabb hőfokon a tokban megolvadnak és az árra csepegnek vagy azt telefrecskelik. A samotthoz használt, pirittel szennyezett tűzállóagyag finom őrlésével ez a hiba lényegesen csökkenthető.

A porcelán színe és áttetszősége ugyancsak függvénye az égetésnek. Helyesen vezetett égetésnél a masszában lévő háromértékű vas- és négyértékű titánoxidok szintelen vegyületekké bomlanak. Túl erős és hosszantartó redukciónál azonban a Ti_2O_3 kékes-szürkére festi a porcelánt. A gyengén redukált porcelán színe tehát sárgás-fehér, a helyesen redukálté kékes-fehér, a túlredukálté pedig kékesszürke. A porcelán áttetszősége (az átmenő és belépő fény mennyisége hányadosa) azon a hőfokon égetve optimális, melynél a cserép tömörsége maximális (8).

(Folyt. köv.)

A műszaki fejlesztés kérdése a Német Demokratikus Köztársaságban

Ez év július 6-tól 8-ig tartották meg a német tudósok, mérnökök és tervezők II. Konferenciáját, melyen a műszaki tudományos fejlődés előmozdításához szükséges teendőket tárgyalták meg. A konferencia előtt Németország Szocialista Egységpártjának Központi Bizottsága határozati javaslatot hozott erről a kérdéstről, melyet az üzemek, intézmények és főiskolák dolgozói részletesen megbeszéltek, megvitattak. A konferenciának az volt a feladata, hogy a javaslat végleges alakját kidolgozza és a Minisztertanácsnak előterjessze határozat céljából. Ebből a célból nyolc munkabizottságot alakítottak:

1. A kutatás és a technika koordinálása.
2. Tipizálás, műszaki normalizálás és szabványosítás.
3. Műszaki tudományos káderek nevelése.
4. Műszaki tudományos tapasztalatcsere.
5. Pénzügyi támogatás és dokumentáció.
6. A kutatás és fejlesztés távlati tervezése.
7. A lezárt kutatások gyakorlatba való átvitelére.
8. Piackutatás a tudományos kutatás és technika részére.

Ezek a munkabizottságok J. Stanek professzornak, a Kutatás és Technika Központi Hivatala vezetőjének bevezető referátuma után ültek össze és dolgozták ki javaslataikat. A Konferencia két utolsó napja a résztvevők kiegészítő és széleskörű vitájának rendelkezésére állt. Ennek a konferenciának nagy jelentősége abban mutatkozik, hogy a műszaki és tudományos fejlesztés új szervezeti formáinak megvalósításához szükséges hivatali intézkedések számára megfelelő támpontot biztosít. Az új szervezeti forma, melyet a résztvevők maguk dolgoztak ki, a tudomány és a gyakorlat közötti szoros együttműködést tesz lehetővé. Egy ilyen alkotó együttműködés első jelentős lépéseként az tekinthető, hogy a Német Demokratikus Köztársaság Minisztertanácsa a Német Tudományos Akadémia számára pontosan megfogalmazott feladattervet dolgozott ki. Az együttműködést a továbbiakban azzal kívánják megerősíteni,

hogy a Tudományos Akadémiának az egyes szakminisztériumok irányítása alatt működő szekciói és osztályai rendszeresen beszámolókat adnak és az egyes iparágakat kötelezik, hogy kutatási igényeiket az Akadémia elé terjesszék. Elénk vita folyt le a kutatási témák fajtái és kiválasztásuknak eljárásai felett. A kutatási témákat oly módon kell kiválasztani, hogy azok egyrészt megfeleljenek a tervszerű fejlesztés követelményeinek és azt alátámasszák, másrészt, hogy a külföld színvonalához képest előrehaladást jelentsenek.

Lényeges emellett, hogy a kutatás szempontjából megállapodások történjenek a baráti országokkal a párhuzamos erőfeszítések elkerülése céljából.

Az iparban és a gazdaságban törekedni kell messzemenő szabványosításra és tipizálásra, valamint az üzemek helyes profiljának kialakítására, hogy a teljes gépesítés számára a megfelelő előfeltételek rendelkezésre álljanak. Döntő ebből a szempontból, az új technika bevezetésének útján a Szovjetunióval és a népi demokratikus országokkal való együttműködés, hogy Németország egyesítése szempontjából Németország tőkés részének fejlődésével összehasonlítva példamutató előrehaladás legyen elérhető. Ebből a célból az oktatási rendszert is korszerűsíteni kell. Lehetőséget kell nyújtani az eddiginél szélesebb körben, hogy a műszaki és tudományos utánpótlás káderei tanulmányutakon vegyenek részt a baráti országokban. A külföldi konferenciákon való részvételt kollektív alapon kell megszervezni oly módon, hogy a küldöttségek meghatározott és előre leszögezett szakfeladatokat hajtsanak végre. A kutatási és fejlesztési munkát ésszerűbben kell megszervezni. A főiskolákat ezért nagyobb mértékben kell az alkalmazott kutatások felé irányítani.

A határozati javaslat hangsúlyozza, hogy a jövőben kevesebb adminisztrációval és bürokráciával kell dolgozni, hogy ezáltal az egyéni kezdeményezésnek nagyobb tere és a kollektív munkának szélesebb lehetősége nyíljon meg.

G. Weiss

A „Silikattechnik“ 1955. szeptemberi számának tartalmából

Schönborn:

„Üvegek egyensúlya szobahőmérséklet és 100° C között“

Üvegek egyensúlyi eltolódásai szobahőmérséklet és 100° C között oly módon határozhatók meg, hogy megméri a hőmérők nullapontjainak az üveg sűrűség változásai következtében beálló időbeli eltolódásait. Mind a nullpontemelkedésre, mind a nullpontcsökkenésre egyszerű időfüggvények állapíthatók meg, melyek egyúttal állandó hőmérsékletnél a sűrűség változásokat, tehát az üveg egyensúlyi eltolódásait adják meg.

Gybsen:

„Adatok üvegek csiszolhatóságára vonatkozólag“

A csiszolhatóságot 38 különböző összetételű üvegnél megvizsgálva, összefüggést állapítottak meg a moláris összetétellel és egyéb üvegtulajdonságokkal. A közölt kísérleti berendezés segítségével a csiszolhatóság a csiszolási sebesség függvényében is vizsgálható.

Brüche—Poppa:

„Az üvegpolírozás elektron-mikroszkópos vizsgálata“

Elektron-mikroszkópos felvételek azt bizonyítják, hogy a polírozás körülményei között az üvegek és fémek, mechanikus felületi igénybevétel szempontjából közel azonosan viselkednek.

Costa:

„További vizsgálati eredmények kerámiai kemencékben végzett melegmunkára vonatkozólag“

Szerző javasolja, hogy munkavédelmi szempontból a kerámiai kemencékből való kihordásnál, a meghatározott maximális hőmérsékletet ne a levegő hőmérséklete, hanem a sugárzó felületek hőmérséklete alapján állapítsák meg.

Miersch:

„A kerámiai matricák kérdéséhez“

A cikk célja a matricák művészeti színvonalának emelése szép és ízléstelen példák bemutatásával.

Freytag—Rucktäschel:

„A seifhennersdorfi polírpala felhasználása szigetelő és könnyű tűzálló anyagok számára“

A kovaföld bázisú szigetelő anyagok nyersanyagainak kiszélesítésénél a seifhennersdorfi palaelőfordulás kedvező eredményeket szolgáltatott.

Pfanner:

„Habosító anyagok habbetonhoz“

Különböző habosító anyagokat vizsgáltak meg a hidegkötésű habbeton előállítás céljára. Ennek az eljárásnak az autokláv szilárdítással szembeni gazdaságosabbá tételéhez nagyteljesítményű keverőberendezések alkalmazása szükséges. Beépítés előtt a kész formadarabokat hat hónapig raktározni kell, hogy az előírt méretre való zsugorodás bekövetkezzék.

Petzold:

„A Dietzel féle elmélet 20 éve alapománé tapadásának értelmezésére“

A látszat arra mutat, hogy egyes amerikai kutatók a tapadási jelenségek leglényegesebb okaként az elektrokémiai korróziót veszik tekintetbe és hogy ennek a ténynek felismerését maguknak vindikálják. Megállapítható, hogy Dietzel már 20 évvel ezelőtt a korróziós elméletet közzétette, ha nem is tudta azt olyan jelentős bizonyítékokkal alátámasztani, mint jelenleg az Egyesült Államokban.

A lap „Tapasztalatcsere“ rovata a zománcozásnál előforduló hibákkal, valamint kerámiai termékek beállított hőmérsékletű öntömásszából történő előállításával foglalkozik.

A „Konferenciák“ rovat beszámol a drezdai zománctechnikai konferenciáról, valamint a Kammer der Technik Kötőanyag Szakosztályának ülészakaról.

A szám tartalmaz még könyv- és folyóiratszemlét.

Megjelent

HAVAS BÉLA:

Az energia gazdaságos felhasználása az építőiparban és az építőanyagiparban

A könyv az építőipar és építőanyagipar hő- és villamosenergiagazdálkodásának gyakorlati kérdéseit tárgyalja. Ezen a területen kiterjed minden fontos technológiára, és — az azonos technológiai szempontokat csoportosítva — igyekszik az általános energiagazdálkodással kapcsolatos igényeket is kielégíteni. A mű üzemi mérnökök és technikusok részére készült és a legszükségesebb elméleti ismeretek tárgyalásával és a gyakorlati tennivalók rendszerezésével útmutatást nyújt az üzemi energiagazdálkodás feladatainak helyes ellátására. Az egyes fejezetek minden szempontra kiterjedő részletességgel ismertetik energiagazdálkodásunk alapjait a hőenergia és a villamosenergia felhasználási lehetőségeit. A 27 táblázat az energetikusok munkájához szükséges fontosabb adatokat tartalmazza.

176 oldal

67 ábra

Ára fűzve: 25,50 Ft

MOKK LÁSZLÓ:

Helyszíni előgyártás (ipari épületek, csarnokok)

Nyolc évvel ezelőtt hazánkban még ismeretlen fogalom volt a vasbeton szerkezetek előgyártása. Sztálinvárosi, inotai, kazincbarcikai, berentei, komlói, diósgyőri és más építkezéseink azóta meggyőzően igazolták, hogy a helyszíni előgyártásnak nagyon fontos szerepe van hazai építőiparunk szocialista átalakulásában. A könyv Kossuth-díjas szerzője rövid áttekintést ad az előgyártott vasbeton szerkezetek kialakulásáról, ismerteti az előgyártás fajtáit és célszerű alkalmazási területeit, majd összehasonlítja az előgyártást a monolitikus építési móddal. Részletesen tárgyalja a helyszínen előgyártott elemek szerkezetét és kapcsolási módját, az előgyártás szervezését, az elemek gyártását. Közli az emelőgépek legfontosabb adatait, ismerteti az emelési technológiát, a segédfelszereléseket és az előgyártott szerkezetek szerelésével kapcsolatos munkavédelmi követelményeket. Külön fejezetben ismerteti a jelentősebb hazai és külföldi előgyártott szerkezeteket, végül pedig a helyszíni előgyártás gazdaságossági vizsgálatával foglalkozik.

328 oldal

386 ábra

Ára kötve: 51,— Ft

A fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők

az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN**

Szakkönyvesbolt : ERKEL FERENC KÖNYVESBOLT, VII., Lenin körút 52.