

302935

2

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

10

*XXIV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1972. OKTÓBER*

EPITAA 24 (10) 361—400 (1972)

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla
Bretz Gyula
Csizi Béla
Erdély Imre
Dr. Grofcsik János
Dr. Kocsis Albert
Dr. Kovács Róbert
Lenkei György
Dr. Lőcsei Béla
Dr. Szentmártony
Gusztáv
Dr. Tamás Ferenc
Dr. Tóth Kálmán
Vajda László

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz
1-3.
Telefon: 226-497

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,
Budapest VII.,
Lenin körút 9-11.
Telefon: 221-285

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta.
Előfizethető bármely posta-
hivatalnál, a kézbesítőknél,
a Posta hírlapüzleteiben és
a Posta Központi Hírlap
Irodánál (KHL, Budapest V.,
József nádor tér 1.) közvet-
lenül vagy postautalványon,
valamint átutalással a KHL
215-96 162 pénzforgalmi jel-
zetszámára. — A folyóirat
külföldre előfizethető: „Kul-
túra” P. O. B. 149. Buda-
pest 62. Előfizetési díj: ne-
gyedévre 22,50 Ft; félévre
45,— Ft; egyes szám ára:
7,50 Ft.
72,10., 17806 Réval Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárný Jenő.

Index: 25,250

TARTALOM

<i>Beke Béla</i> : Őrlési eljárás és szemcseméret-eloszlás	361
<i>Juhász Zoltán</i> : Mechanokémiai reakciók	365
Otakar Kallauner	367
<i>Kacsalova Lidia</i> : A nem-plasztikus komponensek szemcseszerkezetének hatása a porcelán tulajdonságaira	368
<i>Farkas Ödön—Csetényi József</i> : Összefüggések a szemcseszerkezet és a porcelán mikrostruktúrája között	369
<i>Wagner Endre</i> : A porcelán mázak és a nem-plasztikus mázkomponensek szemcseszerkezetének a porcelán mázakra gyakorolt hatása	373
<i>Mrákovics Pálné</i> : Cementipari nyerslisztek és cementek optimális szemcseszerkezetete	375
<i>Bálint Pál</i> : Agyagok szemcseszerkezetének szerepe a durvakeramiai nyersanyag-és terméktulajdonságok kialakításában	377
Egyesületi élet	397
<i>Takáts Tibor—Udvardi Miklós</i> : Agyagok kalcit- és dolomittartalmának meghatározása	380
<i>Kocsis Géza—Gerő Gábor</i> : Elektromos üvegolvasztásnál alkalmazott elektródok jellemzése	384
<i>Besen, H.</i> : Titán-szilikát üvegek törésmutatójának termikus változásánál tapasztalható különleges jelenségek	388
<i>Katanič-Popovič, J.—Stevanovič, M.</i> : Zsugorított UO ₂ torziós szilárdsága	392
Fiatal Iparművészek II. Országos pályázata	398

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Beke, B.</i> : Способ помола и гранулометрия	361
<i>Юхас, З.</i> : Механохимические реакции	365
<i>Качалова, Л.</i> : Влияние гранулометрии непластичных компонентов на свойства фарфора	368
<i>Фаркаш, Э.—Четени, Й.</i> : Зависимость между гранулометрией и микроструктурой фарфора	369
<i>Вагнер, Э.</i> : Фарфоровые глазури и влияние гранулометрии непластичных компонентов глазури на свойства глазури	373
<i>Мракович, П.</i> : Оптимальный гранулометрический состав сырьевых смесей и цементов	375
<i>Балинт, П.</i> : Влияние гранулометрии глины на свойства сырья и изделий в грубокерамической промышленности	377
<i>Такач, Т., Удварди, М.</i> : Определение содержания кальцита и доломита в глинах	380
<i>Кочиш, Г., Геро, Г.</i> : Характеристика электродов, применяемых при электрической варке стекла	384
<i>Безен, Х.</i> : Изменение показателя преломления титаносиликатных стекол под влиянием термической обработки	388
<i>Катанич-Попович, Й., Стеванович, М.</i> : Прочность на кручение спекшейся UO ₂	392

Őrlési eljárás és szemcseméreteloszlás*

BEKE BÉLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az őrlés a gyártási technológiának egyik művelete. A technológus a várható szemcseméreteloszlásról előre tájékozódni kíván, illetve bizonyos, többé vagy kevésbé betartható követelményeket támaszt.

Az őrlés igen sok paramétertől befolyásolva megy végbe, befolyásolják az őrlendő anyag és az őrlő berendezés jellemzői. Aligha várható, hogy ily körülmények között általános érvényű, egyszerű képletekhez juthatunk. Ennek ellenére az említett és alább felsorolandó képletek a gyakorlat, sőt kutatások részére is elfogadható közelítéssel használhatók, ami pedig még fontosabb, mindössze két állandót tartalmaznak, vagyis két, lehetőleg nem közeleső nyílásméretű szitán mért maradék alapján az eloszlási függvény felírható. Az őrlés sto-

chasztikus jellegű folyamatának megfelelően e két állandó az eloszlás átlagával és szórásával függ össze.

A szemcseméreteloszlás leírására közismerten a bizonyos szemcseméretnél kisebb, illetve nagyobb tömeghányadot adjuk meg az x szemcseméret függvényében, a szokásos jelöléssel a D „áthullási”, illetve R „maradék” függvénnyel, illetve görbével. Természetesen fennáll, hogy $R + D = 1$.

Sokszor érdekel a szemcsenagyságok előfordulásának valószínűsége is, ezt az eloszlási függvény deriváltja, a $p = D'$ gyakorisági függvény írja le. Az 1. ábrán összetartozó D , R és p görbéket látnunk.

A szemcseméreteloszlás leírására főleg a 30-as—40-es években számos, jórészt empirikus képletet állítottak fel, ez alól kivételt csupán a lognormális eloszlás képez, amelyre az elért állapottól független, minden szemcsére állandó valószínűségű továbbaprózás („homogén” folyamat) feltételezésével Kolmogorov matematikai levezetést adott.

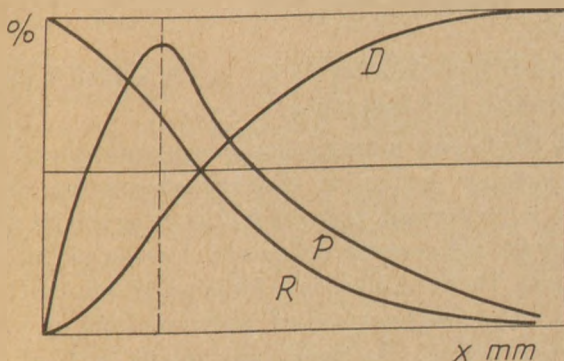
A legelterjedtebben használt három eloszlási képlet a következő:

Gaudin—Schumann:

$$D = \left(\frac{x}{k}\right)^m \quad (1)$$

Rosin—Rammler—Bennett:

$$R = 1 - D = e^{-\left(\frac{x}{x_0}\right)^n} \quad (2)$$



1. ábra. Összetartozó D , R és p görbe

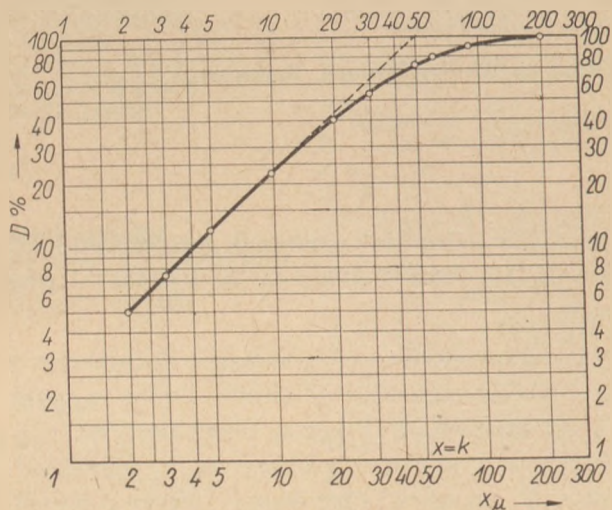
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Lognormális (Kolmogorov)

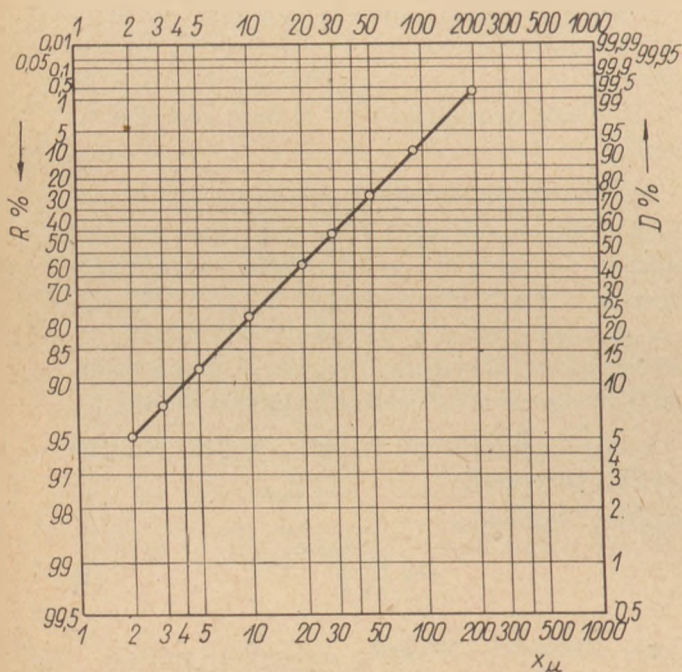
$$D = \Phi\left(\frac{\ln x - \ln a - 3b^2}{b}\right) \quad (3)$$

A képletekben x a szemcseméret, k , x_0 és a az átlagos szemcseméretre és m , n és b a szórásra utaló állandó. Közelebről: k a 100%-os áthulláshoz, x_0 a 63,2%-os áthulláshoz tartozó szemcseméret, a pedig a szemcseszám szerinti logaritmikusan normális eloszlás középértéke, b ugyanannak szórása, Φ a Gauss-féle hibaintegrál.

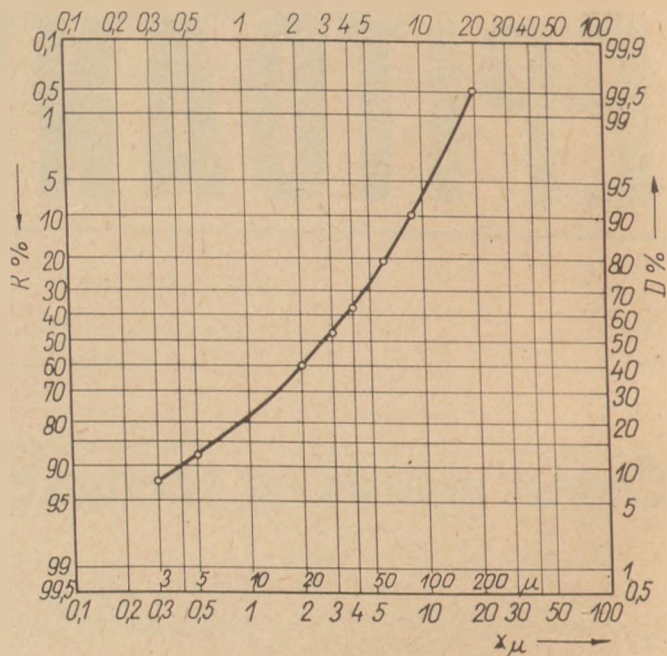
Logaritmikus abszcisszabeosztás mellett az eloszlás egyenessel ábrázolható, ha az ordinátabeosztás az (1) alattinál logaritmikus, a (2) alattinál $\ln \ln 1/R$ és a (3) alattinál a Gauss-féle hibaintegrál szerinti. Az egyenesek iránytangense m , n , illetve $1/b$.



2. ábra. Gaudin-Schuhmann eloszlás



3. ábra. Rosin-Rammler-Bennett eloszlás



4. ábra. Logaritmikus normális eloszlás

A 2., 3. és 4. ábrákon egyazon cement szemcseméreteloszlását látjuk a háromféle diagramhálón.

Örleményeknek a szemcseméreteloszlási függvény, illetve diagram mellett fontos jellemzője a tömegegységre eső fajlagos felület. Egyszerűen kimutatható, hogy ennek kiszámítási képlete

$$F = \frac{6}{\gamma} \sum \frac{\Delta D}{x} = \frac{6}{\gamma} \int_0^{\infty} \frac{D'(x)}{x} dx \quad (4)$$

Az (1), (2) és (3) képletek vizsgálata a következő eredményre vezet:

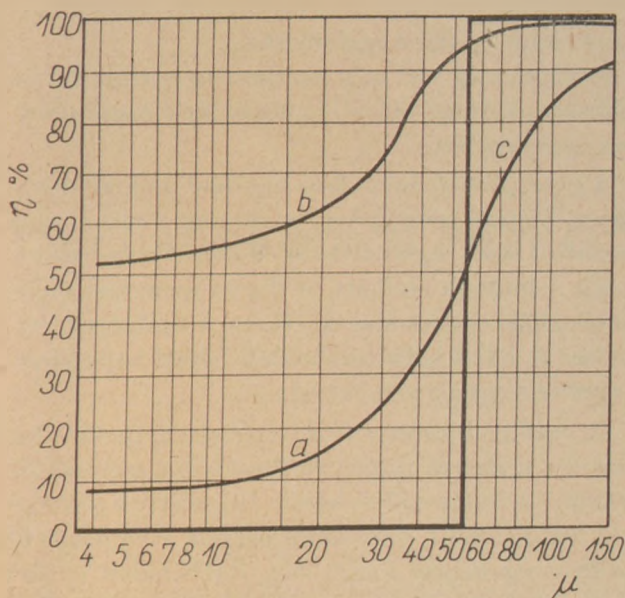
Az (1) alatti képlet, amely Amerikában szinte kizárólagos elterjedtségű, mint az ábrán is látjuk, egyenes vonalával túlhalad a 100%-os áthulláson, ami nyilván lehetetlen. A képlet tehát nagy áthullási értékekre nem lehet helytálló.

D' , vagyis a gyakoriság kiszámítása (2)-nél $x=0$ helyen végtelen értéket ad, ha $n \leq 1$.

A fajlagos felület (4) szerinti kiszámítása (1) és (2)-nél végtelen értékre vezet, ha m , illetve n 1-nél kiscbb.

Ebből következőleg az (1) és (2) képletek kis x értékeknél nem helytállóak.

A (3) képlet matematikai megalapozottságú és ilyenképpen logikailag ellentmondásmentes rendszer, a gyakoriság, fajlagos felület és egyéb itt nem tárgyalt szemcsészeti jellemzők kiszámítására alkalmas. De ha pl. a fajlagos felületet ki is számítjuk, majd egy nagyságrenddel alulmaradunk a valósághoz képest. Ha pedig megnézzük a 4. ábrát, amely valóságos eloszlást ábrázol, feltűnik, hogy a



5. ábra. Tromp-féle osztályozási görbék

a) éles leválasztás; b) apró szemcsék durva frakcióba juttatása; c) ideális folyamat

várt egyenes helyett felfelé hajló görbét kapunk. Az eltérések oka nyilván a kiindulás, vagyis a homogén folyamat, az állandó valószínűségű továbbaprózódás meg nem engedhető feltételezése.

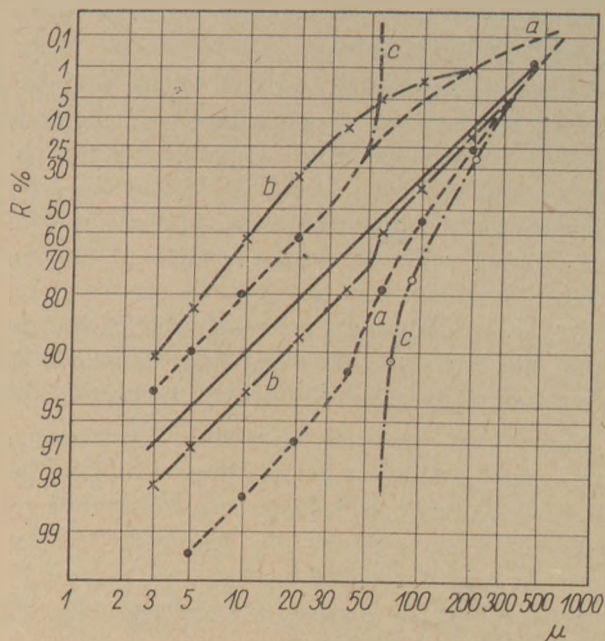
A görbe felfelé hajlása arra ad útmutatást, hogy a kívánatos helyeshítést osztályozási megfontolásokkal keressük.

Tökéletes osztályozás, előírt szemcseméretnél való tökéletes szétválasztás azt jelenti, hogy az előírt szemcsénél nagyobb szemcsék mind a durva, kisebb szemcsék mind a finom frakcióba kerülnek.

Tökéletes osztályozás a gyakorlatban nem érhető el. Az osztályozás minőségét mennyiségileg a leválasztási, vagy indítványozójuk után *Tromp* görbék írják le. Ezen ábrázolásnál az abszcisszán a szemcseméret, az ordinátán a durva frakcióba jutás valószínűsége van feltüntetve. Tökéletes osztályozásnál a diagram az előírt szemcseméretnél 0-ról 100%-ra emelkedő lépcső. A valóságban ezt többé-kevésbé közelítő görbét kapunk. Az 5. ábrán *a* és *b* jelzéssel a *c* jelzésű ideális folyamatot jobban, illetve kevésbé közelítő *Tromp* görbéket látunk.

A 6. ábrán a teljes vonallal jelzett szemcseösszetételű őrlemény *a*, *b* és *c* szerinti osztályozásának eredményét RRB hálózaton ábrázoltuk. Látható, hogy osztályozott őrlemények már nem adnak egyenest az RRB hálózaton. Tökéletes osztályozás függőleges aszimptotához való közeledésre vezet.

Visszatekintve a 4. ábrára, kézenfekvő, hogy a lognormális ábrázolás torzulását fiktív osztályozási folyamatnak tulajdonítsuk. Ez oly módon magyarázható, hogy a Kolmogorov által feltételezett ho-



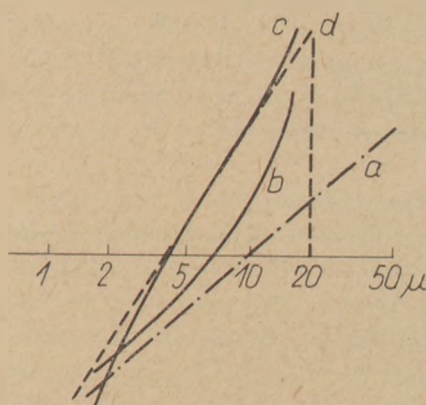
6. ábra. Osztályozott őrlemény szemcseméreteloszlása az előző ábra szerinti leválasztásnál

mogén folyamat a nagyobb szemcsék elfogyásával megszűnik, és a nagyobb szemcsék tartományában hiány áll elő.

A lognormális eloszlási képletet a valósághoz való jobb közelítés érdekében „renormálják”, a $0-\infty$ tartomány helyett a felfelé hajlásnak megfelelő fiktív osztályozási határra, $0-h$ értéktartományra számítják át.

Tapasztalat szerint osztályozatlan őrlemények legjobban az RRB hálón közelíthetők egyenessel, az ordinátabeosztás aszimmetriája éppen a lognormális diagram felfelé hajlását küszöböli ki.

Érdeemes megemlíteni, hogy a három eloszlási képlet egymással közeli matematikai kapcsolatban van: az RR exponenciális eloszlás függvényalakja sorbafejtésének első tagja éppen a GS képlet, másrészt a renormált lognormális vonal RRB



7. ábra. Renormált lognormális eloszlás RRB hálózaton

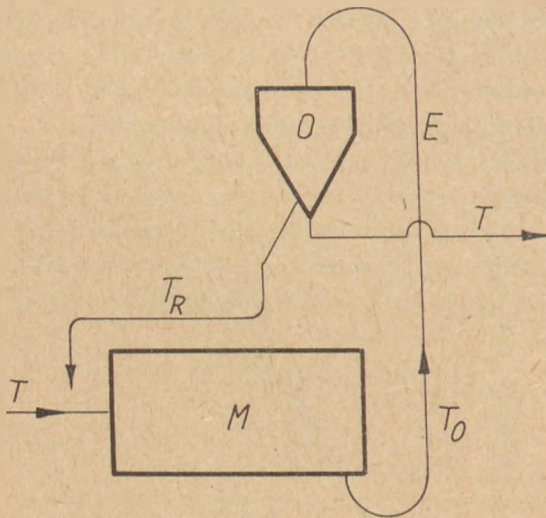
a) lognormális eloszlás; b) renormált lognormális eloszlás; c) ugyanaz RRB hálózaton; d) RRB eloszlás

hálóra átrajzolva, az RR egyeneshez erősen simuló lapos görbét ad (7. ábra).

Az eloszlás szórása, pl. az RRB képlet n egyenletességi tényezője az anyag őrlhetőségi tulajdonságainak fontos jellemzője; nagyobb n érték nehezebb őrlhetőséget, kisebb n érték könnyebb őrlhetőséget, de agglomerációra való hajlamot jelent. Ebből következik, hogy a kezdetben könnyen őrlődő, általában lágy anyagok (pl. mészkő) bizonyos őrlési finomságig mérsékelt energiaráfordítással megőrölhetők, de nagy őrlési finomság az energiaráfordítás további növelésével sem érhető el.

Nagy őrlési finomság elérésének általában az agglomeráció képezi a gátját. Nagyobb őrlési behatások (pl. nagy őrlőgolyók, nagy átmérőjű golyósmalmok) az agglomerációt fokozzák. Az őrlési finomság bizonyos mértékig növelhető, ha az őrlési energiát kisebb adagokban, pl. rezgőmalomban kis őrlőgolyókkal adagoljuk.

Az agglomeráció kiküszöbölésének két alapvető módszere a felületi feszültség lekötése felületaktív adalékokkal, a másik a körfolyamatos őrlés, ahol a malomban mérsékelt finomságra őrlt termékből a finom frakciót leválasztjuk, és a durva frakciót a malomba vezetjük vissza (8. ábra). A körfolyamatban előállított, tehát osztályozott őrlemény természetesen már nem ad egyenessel ábrázolható szemcseméreteloszlást.



8. ábra. Körfolyamatos őrlés elve

M malom, O osztályozó, E elevátor, T , T_R , T_D az anyagfolyamok mennyisége, t/óra

Megjegyzendő, hogy nedves őrlésnél érthető módon később lép fel az agglomeráció.

Röviden meg kell említeni az aprítás durva fokozata, a törés művelete során keletkező szemcseméreteloszlást.

A gyorsjáratú, dinamikus hatással működő törőgépek jórészt kiömlőrácscsal vannak ellátva, ami osztályozással egyenértékű. Fokozatttan jelentkezik a fentebb említett, a durva szemcsék utánpótlásának elmaradása is. Ezért e törőgépek termékei az RRB hálón jobboldalt felfelé hajló szemcseméreteloszlási vonalat adnak.

A beállított alsóréssel bíró törőgépek (pofás-, kúpos- és hengeres törők) törőteréből a szemcse további törőhatás nélkül kiesik, ha mérete e résméretig redukálódott, apró szemcsékben a homogén folyamathoz képest hiány van, RRB hálón tehát a jobboldali felfeléhajlás mellett baloldali lefeléhajlás mutatkozik. Tapasztalat szerint pofás- és kúpos törők törete közelítőleg az egyszerű (nem logaritmus) normális eloszlást követi.

Beke Béla: Őrlési eljárás és szemcseméreteloszlás

Ismertetésre kerülnek a szemcseméreteloszlásra elterjedten használatos Gaudin—Schuhmann, Rosin—Rammler—Bennet, valamint a logaritmus normális eloszlásfüggvények, és azok használatával kapcsolatban felmerülő számítási nehézségek, továbbá az osztályozás hatása a szemcseméreteloszlásra.

Beke, B.: Способ помола и гранулометрия

Описываются распространенные для характеристики распределения размеров зерен диаграммы Годэн—Шуманн, Розин—Раммлер—Беннет, а также логарифмично-нормальные кривые распределения. Рассматриваются затруднения, встречаемые при их применении для расчетов, а также влияние сепарации на гранулометрию.

Beke, B.: Mahlverfahren und Korngrößenverteilung

Es werden die zur Charakterisierung der Korngrößenverteilung am meisten gebräuchlichen Gaudin—Schumann, Rosin—Rammler—Bennet, sowie die logarithmisch normalen Verteilungsfunktionen und die mit deren Anwendung zusammenhängend auftretenden Berechnungsschwierigkeiten, weiters der Einfluß der Klassierung auf die Korngrößenverteilung dargelegt.

Beke, B.: Grinding Process and Particle Size Distribution

The Gaudin—Schumann, Rosin—Rammler—Bennett and log-normal distribution functions, used extensively for the characterization of particle size distribution are outlined in detail and the calculation difficulties analysed. The effect of classification upon particle size distribution are discussed too.

Mechanokémiai reakciók*

J U H Á S Z Z O L T Á N
BME Építőanyagok tanszék

A mechanokémiával foglalkozó legtöbb tanulmány bevezetője valamilyen formában tartalmazza azt a megállapítást, hogy az őrlést ma már nem tekinthetjük csupán az anyag aprózódását előidéző, viszonylag egyszerű fizikai műveletnek, mert egyre több kísérleti eredmény tanúsítja, hogy őrlés alatt az őrleményben ennél mélyrehatóbb, kémiai természetű átalakulások is végbemehetnek. *Peters* [1] ezeket az átalakulásokat mechanokémiai reakcióknak nevezi. Ezeknek a reakcióknak a tanulmányozása világszerte — így nálunk is (*Opoczky* [2], *Menyhártné-Domsa* [3]) — folyik. Az alábbiakban a mechanokémiai reakciók néhány típusáról szeretnék képet adni, kizárólag saját kísérleti adatok felsorolásszerű bemutatásával. A reakciókat a megfelelő anyagok rezgőmalomban történt száraz őrlése során tapasztaltam.

Az intenzív őrlés alatt végbemenő kémiai reakciók három nagy csoportba sorolhatók (de meg kell jegyezni, hogy ez a csoportosítás még nem tekinthető véglegesnek).

I. Az első csoportba azok a reakciók tartoznak, melyek belső kristályszerkezeti átalakulással járnak azonos fázison — vagy szemcsén — belül, anélkül, azonban, hogy ezáltal a fázis bruttóösszetétele megváltozna. Ezek a *homogén mechanokémiai reakciók*. Legjellemzőbb típusuk a kaolinit átalakulása kaolinit-d-vé (fireclay-jé); a kaleit átalakulása aragonittá, a dolomit és földpátok amorfizálódása hosszantartó őrlés alatt. A reakciók jellemzője, hogy a stabilis módosulatok kevésbé stabilis módosulatba mennek át, végső soron amorfizálódnak: részint rendkívül kis kristályok teljesen rendezetlen halmazává alakulnak, a kristálykák belső kristályos szerkezete pedig rácshibákkal ter-

helt. Az ilyen reakciók a polimorf átalakulásokra emlékeztetnek. Eredményük az, hogy az eredeti — tehát csak kisebb mértékben őrlött — anyagok fizikai és kémiai tulajdonságai sokszor alapvetően megváltoznak. A legszembetűnőbb ezek közül az oldékonyság növekedése, és a hevítés alatt végbemenő reakciók hőmérsékletének (sokszor jellegének is) a változása: pl. az „agyonőrlött” kaolinit szerkezetéből kilépő víz a DTA-vizsgálat során alacsonyabb hőmérsékleten ad endoterm maximumot; krisztobalit képződés tapasztalható viszonylag alacsony hőmérsékleten; ezzel együttjáró heves szinterelés; a kaolín savakban való oldékonyságának igen nagyfokú növekedése; stb. Hasonló változások tapasztalhatók más anyagoknál is: pl. a gipsz hidrátképzése gátolt a hosszantartó őrlés után, ennek következtében megváltozik a kötődés-ideje is és szilárdulása az időben elhúzódik.

Homogén mechanokémiai reakciónak kellene tekintenünk a még *Rebinder* [4] által tanulmányozott kvarc-amorfizálódást is, hosszantartó őrlés alatt. A reakciót részletesebben tanulmányoztuk és úgy találtuk, hogy az amorfizálódás felületi szilanol csoportok kialakulásával hozható összefüggésbe, és vízmolekulák jelenlétében megy csak végbe. Így tehát a kvarc amorfizálódása átmenetnek tekinthető a reakciók második, következő csoportjába.

II. A *heterogén mechanokémiai reakciók* csoportjába sorolhatók azok az átalakulások, melyeknél a fázisnak tekintett szemcse felületén a fázis belseje felé, vagy onnan kifelé anyagtranszport történik. Legegyszerűbb típusuk az OH-tartalmú szilikátok (montmorillonit, talk, zeolitok, klorit, hosszantartó őrlés után a kaolinit) amorfizálódása vízkilépés közben, tehát *disszociációs* folyamatban. A mellékterméknek tekinthető víz vagy a gázfázisba távo-

* Az 1972. május 31-i „A szemszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából.

zik, vagy az amorf anyaghoz kötődik, ilyenkor víz-tartalmú amorf xerogélek jönnek létre. Az átalakulások sebessége a kristály rácsenergiájától függ: a kisebb stabilitású szilikátok gyorsabban bonthatók le, mint a nagyobb energiájúak. Az átalakulás termékeinek kémiai és fizikai tulajdonságai éppen úgy — vagy talán még nagyobb mértékben is — különböznek a kiindulási anyagokétól, mint a homogén reakciók átalakulási termékei.

A disszociációs reakciók ellentétes folyamatoként *addíciós* átalakulások is gyakran tapasztalhatók, rendszerint az örlemény valamilyen gázhalmazállapotú reakciópartnerrel való kölcsönhatása formájában (alkáli földfém-oxidokból kloridok, szulfátok és hidroxidok képződése, igen nagy sebességgel).

Rendkívül bonyolult mechanizmusuk van a *szilárd fázisok között* végbemenő mechanokémiai reakcióknak. A reakciók jellegének felismerése rendszerint azért igen nehéz, mert a termékek bensőséges keverékéből az egyes vegyületeket elkülöníteni legtöbbször lehetetlen, ugyanakkor rendszerint amorf belső szerkezetük miatt csak nehezen indikálhatók a szokásos mérési eljárásokkal.

Hogy a szilárd fázisok közötti reakciók természetét megismerjük, modellkísérleteket kellett végeznünk. Igen jó modellanyagnak bizonyult a kristályvíz tartalmú réz-szulfát, már csak azért is, mert sok reakció már az örlemény színváltozásából is észrevehető, de főleg azért, mert e viszonylag könnyen kinyomozható reakciók mechanizmusának analogiája alapján sok szilikátkémiai reakció értelmezését is könnyebbé tehetjük.

A kristályos réz-szulfát néhány reakciója: K-vascianiddal együttörölve, élénk vörös színű réz-vascianid képződik, mely hosszabb őrlés után barnul. Vízmentes sók alkalmazásánál ez a reakció elmarad, esetleg az örlemény kékül a K-vascianid bomlásakor keletkező termékek kölcsönhatása folytán előálló berlinikék miatt, miközben cianhidrogén, ill. dician képződik. Utólagos nedvesítéssel réz-vascianid képződik a mechanikai energiával aktivált keverékből. Kálium-jodiddal és -bromiddal őrlve a réz-szulfátot, az őrlés elején a keverék elsárosodik, barnás-fekete lesz, jód és bróm képződik. Hosszabb őrlés alatt a víz elpárolog, az örlemény pedig réz(I)-jodid és bromid keletkezését jelezve világosabb zöldes-barna, ill. világos barna lesz. Káliumkloriddal zöld színű réz-klorid képződik.

Alkáliföldfém oxidokkal történt őrléskor a reakcióelegy először zöldül, majd CaO és BaO esetében mély-barna színű lesz. Az átalakulás, melynek termékei a megfelelő szulfátok és kristályos tenorit (CuO) a röntgenelemzés pontosságán belül kimu-

tathatóan teljesen végbemegy, BaO esetében 2—3 óra, CaO-nál pedig 30—40 óra alatt, közbülső, ma még pontosan nem ismert termékek keletkezése közben. MgO-val való őrléssel egy olyan kristályos anyag keletkezett, melynek színe világos kék, röntgenspektruma pedig a devillinéhez hasonló. Valószínű, hogy a devillin (Ca-ásvány) egy Mg-módosulatát sikerült így módon előállítanunk.

Alkáli földfém karbonátokkal való őrléskor végső soron szintén tenorit és a megfelelő szulfátok jöttek létre. Az átalakulás mechanizmusa igen érdekes. Úgy tapasztaltuk, a reakció mechanizmusa az, hogy őrlés alatt — a deformáció periódusában — a rézszulfát pillanatnyilag leadja kristályvizének egy részét, melyet azonban e deformáció megszűnése után azonnal visszavesz, ha megfelelő partner nincs a kristályok közvetlen közelében. Megfelelő aktív partner (pl. alkáliföldfém oxid) jelenlétében azonban a vizet ez utóbbi veszi fel. Valami hasonló mechanizmusa lehet a karbonátok bomlásának is. Ezeket önmagukban való őrléssel (még vákuum-őrléssel sem) sikerül lebontani, réz-szulfát jelenlétében azonban elegendő az egyszerű mechanikus elkeverés is ahhoz, hogy a keverékből széndioxid lépjen ki, ami a kétféle szemese reakcióját jelzi. Ezeknek a kölcsönhatásoknak az eredményeként ma még nem ismert szerkezetű bázisos karbonátok, mint átmeneti vegyületek képződnek, melyek hosszantartó őrlés alatt elbomlanak kristályos tenoritra és alkáli földfém szulfátra. Mg-vegyületeknél itt is eltérést tapasztaltunk. A leggyorsabban reagál a réz-szulfáttal a Ba-, lassabban a Sr és leglassabban a Ca-karbonát.

Kétségtelen, hogy a felsorolt reakciók legnagyobb része a reakció közben keletkezett, és valószínűleg kapillárkondenzáció útján megkötött vízben, mint oldószerben megy végbe. Ez kísérletileg is bizonyítható: pl. a vízmentes réz-szulfátot BaO-val őrlve, nem tapasztaltuk az örlemény elszíneződését, de ha nedves levegőn állni hagytuk, a keverék megbarnult, sőt, egyik kísérletünkönél véletlenül kissé nedves spatulával érintettük a malom falára ragadt örleményt, ebben a pillanatban a reakció nagy hőfejlődés, sístergés közben zajlott le, az örlemény pedig megfeketedett. A vízmolekulák — esetleg mint katalizátorok — jelenléte tehát feltétlenül szükséges, de nem elégséges feltétele a reakcióknak, melyek végső soron mégis csak mechanikai energiával történt aktiválás után, vagy közben zajlanak le, és lényegében különböznek a termikus reakciók menetétől és termékeitől.

III. A mechanokémiai reakciók harmadik csoportjába azokat a reakciókat soroltuk, melyek so-

rán különböző szemcsefelületek kémiai kölcsönhatásba lépnek ugyan egymással, ezért új termékek is keletkeznek, de a reakciózóna nem húzódik a szemcsék belsejébe (ehhez ugyanis a diffúziósebesség túl kicsi), hanem egy felületi réteg kialakulása után a folyamat leáll. Ezt a jelenséget az adszorpció-kemiszorpció analógiájára a tisztán fizikai jellegű adhéziótól való megkülönböztetésül *kemihézió*nak, az ide tartozó reakciókat pedig *kemihéziós folyamatoknak* neveztük el.

Tulajdonképpen minden szilárd fázisú reakció startreakciója — így a mechanokémiai reakcióké is — kemihéziós folyamat, ha a reakció nem tud elég nagy sebességgel teljesen végbemenni. Sokszor okozza az őrlmények tapadásának megváltozását (pl. az agglomeráció megszűnését), a szemcsefelület szerkezetének átalakulását, ill. az őrlmények felületi reakcióinak, adszorpciójának, adhéziójának, oldékonyságának változásait. Kimutatása gyakran igen körülményes, csak a sűrűség, dielektromos állandó, elektromos vezető képesség mérésével ismerhető fel. Igen jellemző példája a BaSO_4 HCl-ben való oldékonyságának növekedése CuO-val való őrléssel, vagy egyes szulfidásványok száraz sósavgázban való őrlése után az ásvány vízben való oldékonyságának növekedése.

A kemihézió önmagában is nagy kutatási területet jelent, természetes tehát, hogy őrléssel kapcsolatos törvényszerűségeit ma még megközelítőleg sem ismerjük.

Úgy gondolom, hogy a felsorolt példák elég meggyőzőek a bevezetőben említett állítás igazolására. Az őrlést valóban nem tekinthetjük egyszerű aprítási műveletnek, az őrlésnek — de ezen túlmenően valamennyi mechanikai hatásnak — sajátos kémiája van. Hogy ezek az átalakulások közvetlen a mechanikai energia hatására mennek-e végre, vagy az őrlés közben fejlődő hő okozza-e az átalakulást, tisztán termikus reakció formájában, erről még nagy viták folynak. Nekünk az a véleményünk, hogy ezek a viták, de maga az ilyen kérdések feltevése is, túl korai és nincs is sok értelme addig, míg ismereteink elég megalapozottak lesznek a tudományos vonatkozások eldöntésére. Most az ismeretek bővítésében látjuk a legfontosabb teendőket, valamint azoknak a lehetőségeknek a feltárásában melyeket a mechanokémiai reakciók jelentenek a gyakorlati élet számára.

IRODALOM

- [1] Peters, K.: Mechanochemische Reaktionen. Symposium Zerkleinern. Verlag Chemie, Weinheim, VDI Verlag, Düsseldorf, 1962.
- [2] Opoczky, L.: Építőanyag, XVII. (1966) 2, 41.
- [3] Menyhart, J.-né, Domsa, K.: Kémiai Közlemények, 35, (1971) 9.
- [4] Rebinder, P. A., Hodakov, G. S.: Silikattechnik, 13, (1962) 200.

Юхас, З.: Механохимические реакции

Juhász, Z.: Mechanochemische Reaktionen

Juhász, Z.: Mechano-chemical Reactions

OTAKAR KALLAUNER

1972. augusztus 6-án, 85 éves korában meghalt Dr. Otakar Kallauner professzor. Több mint 45 éves egyetemi tanári munkássága alatt szilikátmérnökök ezrei nőttek fel; tanítványai a csehszlovák és külföldi (nem utolsósorban magyar) szilikátipari üzemekben fejtik ki tevékenységüket. Hosszú kutatói működése alatt a szilikátkémia és az építőanyagipar számos területén alkotott maradandót, ezek közül legismertebb az

agyagok úgynevezett „racionális analízise”, mely ugyan ma már túlhaladott, mégis a maga idejében úttörő jelentőségű munka volt, mert rámutatott a természetben előforduló agyagok rendkívül összetett voltára. Kallauner professzor személyében Egyesületünk régi barátja távozott az élők sorából. Emlékét kegyelettel őrizzük.

A nem-plasztikus komponensek szemcseszerkezetének hatása a porcelán tulajdonságaira*

KACSALOVA LIDIA

Szilikátipari Központi Kutató- és Tervező Intézet, Budapest

A porcelán tulajdonságait a fázisösszetétele határozza meg. A 800–900 kp/cm² hajlítószilárdságú és 25–27 KV/mm elektromos átütési szilárdságú porcelán fázisösszetétele a következő:

mullit	22–24%
kvarc	18–14%
üvegfázis	60–62%

A fenti fázisösszetétel könnyen biztosítható a hagyományos keményporcelán (általában edény) massaösszetétel esetén: dúsított kaolin 50%, földpát 25%, kvarc 25%. Mivel ezekkel a nyersanyagokkal nem sok ország rendelkezik, a nyersanyagigényes termékek (pl. szigetelőporcelán, félporcelán, szaniteráru) gyártásánál gyengébb minőségű kaolinokat, a földpát helyett pedig pegmatitot, applitot, nefelinszienitet, alkálitartalmú vulkáni tufát használnak. A masszák plaszticitásának növelésére tűzálló plasztikus agyagokat vagy illitet adagolnak. Az ezekből a nyersanyagokból előállított masszák kémiai alig, ásványi összetételük alapján, viszont, jelentősen különböznek a kemény porcelán masszától: a kaolinit és K₂O-tartalmú földpát mennyisége csökken, a könnyebben olvadó Na₂O-tartalmú olvasztók mennyisége nő. Továbbá, a nyersanyagokkal bevitt kvarc mennyisége nő, emiatt az önálló komponensként adagolt kvartartalom 8–12%-ra csökken. Ennek következménye, hogy ezek a masszák gazdaságosabban, a hagyományos porcelánnál legalább 100 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten égethetők. Hátrányuk viszont — szintén a mineralógiai összetétel következtében — hogy az égetés során az optimális fázisösszetétel csupán 20–30 °-os hőmérsékleti intervallumban alakul ki. Ezeknél a masszáknál a túlőletést kizárólag a massa megfelelő szemcseösszetételével lehet mérsékelni.

A kísérleteink alapján a nem plasztikus komponensek 5 mikron alatti frakcióját minimálisra

* Az 1972. május 31.-i „A szemszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából kivonat.

(legalább 10–14%) kell csökkenteni. Ez a megállapítás más szempontból a porcelánedény massa szemcseösszetételére is vonatkozik.

A legfontosabb porcelánedény tulajdonságokat, a fehérséget és az áttetszőséget az üvegfázis színe határozza meg. Az őrlés során, a földpátnál és a kvarenál a vasoxid tartalmú vegyületek — ezek könnyebb őrlhetősége miatt — az őrlemény legfinomabb frakciójában feldúsulnak. Mivel az égetéskor a finomszemcsék olvadása intenzívebben megy végbe, így elsősorban vas-oxiddal szennyezett olvadék keletkezik, amelynek mennyisége és elszíneződésének mértéke az 5 μm alatti szemcsék mennyiségétől és a benne levő vasoxid finomságától függ. Az „Alpina” gyártmányú szélosztályozó alkalmazásával a kvarcőrleményből az 5 μm alatti frakciót eltávolítottuk és ezáltal a vas-oxid tartalom az eredetinek kb. 50%-ára csökkent. A szélosztályozókat csak akkor érdemes alkalmazni, ha a nem plasztikus komponenseket központilag őrlük. Tehát a központi őrlés nemcsak gazdaságilag előnyös, hanem a termékek minőségét is kedvezően befolyásolja. A kvarc és földpát központi körfolyamatos őrlésének bevezetését a szocialista országok között tudomásunk szerint csak Lengyelországban tervezik.

Központi őrlés esetén leg gazdaságosabb a száraz őrlés. Erre a célra különböző cégek (Humboldt, Boulton), nagy teljesítményű vibromalmokat ajánlanak. Ennek ellenére a finomkerámiai iparban a kvarc száraz őrlése még nem terjedt el. Mivel a finomkerámiai ipar kvarcigénye más iparágakhoz viszonyítva nem nagy, Magyarországon a közeljövőben nem valószínű központi őrlőmű létrehozása.

Качалова, Л.: Влияние granulometriи непластичных компонентов на свойства фарфора

Frau Kacsalova, L.: Einfluß der Korngrößenverteilung der nichtplastischen Komponenten auf die Eigenschaften des Porzellans

Kacsalova, L.: Effect of the Particle Size Distribution of Nonplastic Components upon the Properties of Porcelain

Összefüggések a szemszerkezet és a porcelán mikrostruktúrája között*

FARKAS ÖDÖN CSETÉNYI JÓZSEF
 ÉVM Műszaki Fejlesztési Főosztály Veszprémi Vegyipari Egyetem

Többéves kutató munkánk célja a porcelángyártás alapanyagainak őrlési szemcsefinomsága és a késztermék tulajdonságai közti összefüggés vizsgálata volt.

Nyersanyag őrlési kísérletek

Model kísérleteinket a Pécsi Porcelángyár egyik középfelesztésű szigetelő porcelán masszájával végeztük. Munkánk első fázisában a massa homok és aplit komponensének optimális őrlésfinomságát kerestük. E komponensek mennyisége kísérleti masszánkban 54%.

A nyersanyagok őrlését porcelán bélésű dobmalomban végeztük. Az őrlésre 10–10 kg anyagot használtunk fel minden alkalommal. A malomtöltet 1 : 1 : 1 súlyarányú anyag, 3 cm Ø-jű porcelán golyó és víz volt.

A minél szélesebb szemcsefrakció tartományok elérése érdekében a homokból 10, 15, 20, 25, 50, 75 és 100 órás, aplitból 10, 15, 25, 50, 75 és 100 órás őrlési idejű őrleményeket állítottunk elő. A masszába kerülő arányuknak megfelelő összetételű aplit-homok keveréket pedig 10, 15, 20, 25, 50, 75 és 100 órán át őrltünk. Vizsgáltuk az őrlés idejének hatását a szemcsék aprózódására, s a fajlagos fe-

lület alakulására. Megállapítottuk, hogy az őrlés kezdeti szakaszában a finom szemcsék mennyiségének növekedése minimális, ami azt bizonyítja, hogy a durva szemcsék őrlésére fordítódik ez idő alatt az őrlési energia jelentős része.

Az 1. táblázatban a 25, 50 és 75 órás őrlési idejű homok és aplit szemcseanalízisét tüntettük fel.

Megjegyezzük, hogy az üzemi őrlést addig végzik, míg az 10 000-es szitán a szitamareadék 2–3,5% lesz. Az aplitban még 25 órás őrlés után nagy a durva szemcsék mennyisége, mert kísérleteinkhez az üzemben használt kiindulási anyagot alkalmaztuk.

Homok őrlésekor 25 óra után a kritikus méret fölötti szitamareadék 10%. Az őrlési idő megduplázásával ezen frakció 20%-a még mindig megtalálható az őrleményben. Ezek alapján felvetődik az a gondolat, hogy jelentősen rövidíthető lenne a homok őrlési ideje, ha a durva szemcséket egy meghatározott őrlési idő után kiszűrnék, s új adag részeként használnák fel.

A nyersanyagok együtt- vagy különőrlésének gazdaságosságát vizsgálva az 1. táblázat adatai alapján 3 számadatot kell kiemelnünk:

25 órán át őrlt homok 0,045 mm alatti szemcsefrakció arány 83,35%

* Az 1972. május 31.-i „A szemszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából.

Homok és aplit szemcseanalízisének eredményei

1. táblázat

Őrlési idő (óra)	Homok			Aplit		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%
Szemcseátmérő (mm)						
0,125 fölött	0,05	—	—	3,85	0,25	—
0,125—0,08 között	10,25	2,10	0,17	30,10	1,52	0,20
0,08—0,063 között	0,20	0,45	—	0,68	0,17	0,10
0,063—0,056 között	0,60	1,00	0,10	1,71	1,27	0,12
0,058—0,045 között	5,55	2,90	0,55	4,38	1,29	0,35
0,045 alatt	83,35	93,55	99,18	59,18	95,50	99,13

4. táblázat

Nyers masszák hajlítózilárdsági vizsgálatának eredményei

massza jele	zilárdság kp/cm ²	massza jele	zilárdság kp/cm ²
1	26,44	19	26,55
2	32,57	20	25,39
3	32,87	21	27,35
4	33,65	22	31,66
5	31,00	23	32,25
6	29,38	24	24,61
7	26,43	25	25,48
8	26,25	26	22,55
9	25,31	27	25,68
10	30,37	28	34,46
11	34,76	29	27,75
12	25,13	30	30,23
43	30,04	31	20,18
44	26,92	32	25,21
45	27,01	33	24,93
46	34,43	34	28,75
47	32,93	35	27,80
48	27,77	36	24,50
13	26,99	37	20,63
14	29,54	38	21,15
15	27,91	49	23,32
16	34,78	39	23,78
17	31,33	40	19,98
18	27,75	41	20,12
		42	18,17
		50	28,85

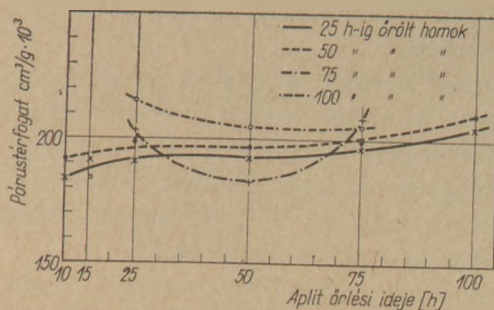
lyukakba helyeztük 1 cm mélységben, s kemencébe helyezve 11-es SG-n kiégettük. A kiégetett próbatesteket értékeléskor a próbatestek mentén, s a vízszintestől eltérést mértük mm-ben.

Megállapítottuk, hogy a külön őrölt soványítók-kal készített masszák behajlási viselkedése a legrosszabb esetben is jobb volt, mint az együtt őrölt soványítókkal készített legjobb masszáké.

A homogén szövetszerkezet kialakításában a szemcsék egymáshoz jól illeszkedésének a minimális nyers pórustérfogatnak döntő szerepe van. A legnagyobb nyers hajlítózilárdságot az illető őrlési sorozaton belüli legkisebb pórustérfogatú masszák vizsgálatánál mértük.

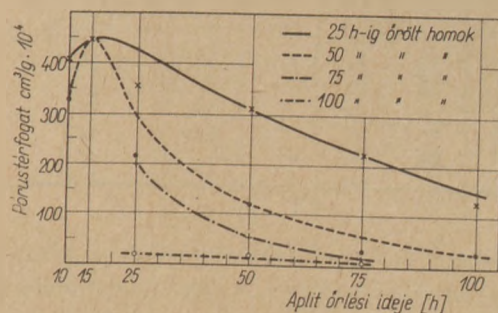
A pórusméreteket és póruseloszlást higanypenetrációs módszerrel működő poroziméterrel mértük. A poroziméter 1 és 100 atmoszféra nyomáshatárok között dolgozik, 75 és 75 000 Å sugarú pórusok térfogata és eloszlása határozható meg segítségével mind a nyers, mind az égetett termékekben.

A pórusviszonyokat mikroszkópi vizsgálataink során is tanulmányoztuk, de a poroziméteres módszert megbízhatóbbnak tartjuk, mert a vizsgálati próbatest 1–2 cm³-es teljes tömegét, nem pedig a lecsiszolt felület viszonylag kis területét lehet segítségével vizsgálni.

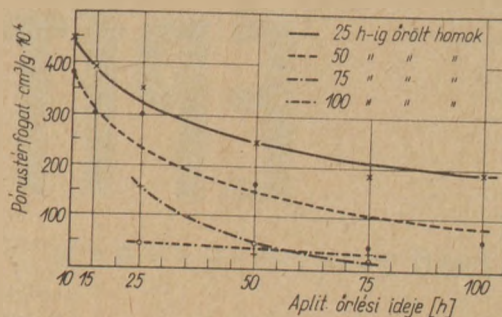


1. ábra

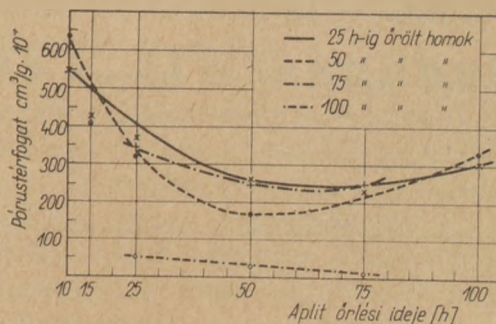
A nyers kiszáritott masszák pórustérfogatát ábrázoltuk az 1. ábrán az aplit őrlési idejének függvényében. Paraméterenként a homok őrlési ideje szerepel. A 4. ábra a VVE Szilikátkémiai Tanszéken elektromos kemencében kiégetett termékek pórusviszonyait szemlélteti. Mindkét ábrán a mi-



2. ábra



3. ábra



4. ábra

nimális pórusméretek az aplit 50 órás őrlési tartományában vannak.

A Tanszéken készített és Pécsen üzemben égetett termékek vizsgálati eredményei is hasonló tendenciájúak (3. ábra).

Az öntési technológiával készített villamos átütőszilárdságra szánt és Pécsen égetett tárcsák pórusviszonyait a 2. ábrán tüntettük fel.

A durvább szemcséből álló masszák kezdeti növekvő prórusterfogata után a görbék jellege az előző görbékhez hasonló lefutású.

Megállapítottuk, hogy az aplit és homok szemcseösszetételének fontos szerepe van a maximális tömörségű nyers masszaszerkezet kialakításában.

A termék prórusterfogatának és pórusméreteinek alakulása csaknem minden általánosan vizsgált termék-tulajdonsággal kapcsolatba hozható. Nem kell nagy merészség azon megállapításhoz, hogy

a nyers masszák optimális szemcseösszetételének beállításával — és a massa jó előkészítésével — az elektromos tulajdonságok szempontjából fontos minimális prórusterfogató késztermék állítható elő.

Ezen megállapításunkat alátámasztják a villamos átütési szilárdság vizsgálatának eredményei is. A legnagyobb átütési szilárdságokat azon termékek vizsgálatánál kaptuk, amelyek nyers és égetés utáni prórusterfogata és pórusátmérője a legkisebbek voltak.

Фаркаш, Э.—Четени, Й.: Зависимость между granulometрией и микроструктурой фарфора

Farkas, Ö.—Csetényi, J.: Zusammenhang zwischen Korngrößenverteilung und Mikrostruktur des Porzellans

Farkas, Ö.—Csetényi, J.: Interrelationships between Particle Size Distribution and the Microstructure of Porcelain

HIRDESSEN AZ

ÉPÍTŐANYAG

CÍMŰ FOLYÓIRATBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

**Lapkiadó Vállalat,
Budapest VII., Lenin körút 9—11.**

A porcelán mázak és a nem-plasztikus mázkomponensek szemcseösszetételének a porcelán mázakra gyakorolt hatása*

WAGNER ENDRE

Szilikátipari Központi Kutató- és Tervező Intézet, Budapest

A különböző szerzők és irodalmi utalások alapján általában ismert a szemcseösszetétel és a porcelánmassza tulajdonságai közötti összefüggés. A máztulajdonságokat általában a kémiai összetétellel hozzák kapcsolatba. Kevés a porcelánmázak szerkezete és a máztulajdonságok közötti összefüggésekkel foglalkozó munkák száma.

Az optimális mázparaméterek és a megfelelő mázórlési idő miatt célszerű ezen összefüggések tisztázása. Előadásomban a hódmezővásárhelyi edényporcelánmáz szemcseösszetételének a máztulajdonságokra gyakorolt hatását vizsgálom.

Az alkalmazott mázösszetételt az 1. táblázat ismerteti.

1. táblázat

Égetett cserép	35%
Zsengélt cserép	4%
Svéd földpát	6%
Nyers OKA kaolin	3%
Égetett OKA kaolin	4%
Hohenbockai homok	30%
Dolomit	30%
Kréta	7%
ZnO	1%

A mázzal két kísérletsorozatot végeztünk, az elsőben az őrlési idő, a másodikban a nem-plasztikus komponensek szemcsefinomságainak függvényében vizsgáltuk a máztulajdonságokat.

Az alkalmazott őrlési idők: 24, 44, 72, 120, 168 és 240 óra.

A 2. táblázatban ismertetjük a mázak szemcseösszetételét.

Az őrlési idő növelésével fokozatosan csökkent, de nem szűnt meg a 40 és 20 mikron feletti frakció. Az 5 mikron alatti frakció 33%-ról 71% fölé emelkedik. A szemcsefinomság növelése lényeges hatással van a mázak tulajdonságaira. A 3. táblázat mutatja

* Az 1972. május 31.-i „A szemszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából.

2. táblázat

Szemcsefrakció mikronban Őrlési idő (óra)	40	40-20	20-10	10-5	5-2	2
	24	11	12	22	22	20
44	5	6	22	26	26	15
72	4	5	23	24	28	16
120	3	4	16	29	29	19
168	3	3	6	32	31	25
240	2	3	4	20	37	34

a mázak olvadási intervallumának kezdeti és vég-hőmérsékletét, melyet hevíthető mikroszkóppal határoztunk meg.

3. táblázat

Őrlési idő óra	Olvadás kezdeti	Olvadás befejezése
24	1280 °C	1325 °C
44	1265 °C	1305 °C
240	1240 °C	1275 °C

4. táblázat

Őrlési idő (óra)	24	44	72	120	168	240
Lefolyás (mm)	42	47	49	49	56	64

Tehát az őrlési idő növelésével csökken az olvadás kezdetének és befejezésének hőmérséklete és szűkül az olvadási intervallum.

A megolvadt mázak viszkozitását Endell-féle vályus viszkoziméterrel hasonlítottam össze. A 4. táblázatban közölt adatok alapján megállapítható, hogy a növekvő szemcsefinomság következtében a lefolyási úthossz növekedik, azaz a viszkozitás csökken. Az 5. táblázatban látható az őrlési idő és a Scott módszerrel meghatározott kopásállóság közötti kapcsolat.

5. táblázat

Örlési idő (óra)	24	44	72	120	168	240
Lekoptatott máz mennyi- (mg.)	23	26	26	26	28	29

A 24 órás őrlés idejű máz kopásállósága a legjobb, ez a kevésbé finomra őrlött máz gyengébb kioldásával magyarázható. Az őrlésfinomság növelésével a lekoptatott mázmennyiség növekszik, és a 240 órát őrlött máz a legkevésbé ellenálló.

Az eredményeket értékelve a következőket állapíthatjuk meg:

Az őrlési idő növelése módosítja a mázak tulajdonságait és ezen változás, valamint a szemcseösszetétel fokozatos finomodása között összefüggés van. A tekintetben főleg két szemcsefrakció jelentős: a 20 mikronnál durvább és az 5 mikronnál finomabb.

A 24 órát őrlött máz esetében a 20 mikronnál durvább frakció mennyisége 20% felett van, az 5 mikronnál finomabb nem éri el a 35%-ot. Az ilyen durva szemszerkezetnél a máz homogenizálódása még nem tökéletes, ezért az esztétikai megjelenés nem megfelelő.

A 48, 72 és 120 óráig őrlött mázakban a 20 mikronnál durvább frakció mennyisége közel 10%. Az 5 mikronnál finomabb frakciók együttes mennyisége 40–50% között váltakozik. A szemcseösszetétel ilyméretű ingadozása következtében a három máz valamennyi tulajdonsága közel azonos, és a 24 óráig őrlött máztól eltérő. Itt már megtörténhetett a mázkomponensek tökéletes kioldása és homogenizálódása, amit a mázfelület sima, egyenletes, fényes volta is igazol. A szemcseméret tovább finomodásával a nagyobb fajlagos felület révén a mázkomponensek túl hamar lépnek reakcióba. Már 1200 °C körül megindul az oladási folyamat, ami technológiailag a redukció miatt nem kívánatos. A mázolvadék viszkozitása lecsökken, ennek következtében a mázrétegben eredetileg jelenlevő, valamint a cserépből eltávozó légzárványok a máz felületén szétpattanva túsúrást okoznak. Az ilyen módon mázhibássá vált felület koptató hatással szembeni ellenállása is kisebb lesz. Ezért a 168 és 240 órás őrlés idejű mázak szemcsefinomsága túl nagy és már nem megfelelő.

A kész máz szemcseeloszlásának a máztulajdonságokra gyakorolt hatásán kívül célszerű a mázban szereplő nem-plasztikus komponensek hatását is tisztázni.

A kiválasztott mázösszetételből látható, hogy a nem-plasztikus komponensek közül csupán az égetett cserép és a homok szerepel nagyobb mennyi-

ségben. Így csupán ezek szemcseösszetételét változtattuk, mert hatásuk jól mérhető. A mázreceptben levő egyéb komponenseket megőrlöttük, és ehhez adagoltuk a különböző szemcseösszetételű nem-plasztikus komponenseket, melyek előkészítését golyósmalom és hidrociklon kombinációval oldottuk meg. Ennek során 40 és 10 mikron közötti, valamint 10 mikronnál finomabb frakciókat nyertünk. Ezen kívül Alpine szélosztályozóval 5 mikronnál finomabb kővágóórsi homokot választottunk el, mellyel szintén folytattunk kísérletet.

A komponensek szemcseösszetételét a 6. táblázatban közöljük. A nem-plasztikus komponensek hatásáról az alábbiak állapíthatók meg:

6. táblázat

Szemcsefrakció (mikron)	40–20	20–10	10–5	5–2	2
CS 41	12	56	23	7	2
CS 10	—	2	49	34	15
K 41	60	24	14	1	1
K 10	3	4	20	45	28
K 5	—	—	—	53	47

CS = égetett porceláncserép; K = kővágóórsi homok

A szemcseméret finomodásával csökken az oladási intervallum kezdeti- és véghőmérséklete, csökken a mázak viszkozitása és a kopásállóság. Ez a hatás itt kifejezettebb, mint a kész máz őrlésénél. A viszkozitás csökkentésében nagyobb a kvarchomok szemcsefinomságának szerepe, mint az égetett cserépé. A mázak esztétikai megjelenése alapján a következők mondhatók el:

Az égetett cserép szemcseméretének 40–10 mikronról 10 mikron alá való finomítása mázhibát nem okoz, a máz színét kismértékben sötétíti. Ez a tény a cserépben levő finomabb eloszlású Fe_2O_3 szennyeződés intenzívebb festőhatásával magyarázható. A kvarc szemcseméretének 5 mikron alá való finomítása túsúrást okozhat. A máznál az 5 mikronnál finomabb kvarc mennyisége nem lehet 20%-nál több.

A fenti előírások és kritériumok adott porcelánmázra vonatkoznak, a mázak optimális szemcseeloszlása a kémiai összetétel függvénye, ezért minden porcelánmázra érvényes szemcseeloszlást nem lehet megadni.

Вагнер, Э.: Фарфоровые глазури и влияние гранулометрии непластичных компонентов глазури на свойства глазури

Wagner, E.: Einfluß der Korngrößenverteilung von Porzellanglasuren und nichtplastischen Glasurkomponenten auf die Porzellanglasuren

Wagner, E.: Effect of Particle Size Distribution of Nonplastic Glaze Constituents upon the Properties of Ceramic Glazes

Cementipari nyerslisztek és cementek optimális szemcseszerkezete*

MRÁKOVICS PÁLNÉ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A cementgyártás villamosenergia felhasználásának kb. 70%-a jut a nyersanyag, illetve a klinker őrlésére. Ha az összes energiafelhasználást tekintjük, tehát a villamosenergiához a tetemes mennyiségű (1 millió kcal/tonna nagyságrendű) kalorikus energiát is hozzászámítjuk, az előbbi szám mintegy 30%-nak adódik, ami még mindig jelentős hányadát képezi a cementgyártás önköltségének.

Érthető tehát, ha arra törekszünk, hogy ezt az energiamennyiséget minél gazdaságosabban használjuk fel, illetve, hogy ez a költség az őrlés eredményében, végső fokon a cement minőségében realizálódjék.

Ezek a törekvések tükröződnek abban a több éves munkában, melyet az őrlésfinomság mérése, megítélésének szempontjai, valamint az őrlésfinomsággal szembeni követelmények tekintetében a SZIKKTI-ben végeztünk.

A cementgyárakban az őrlésfinomság gyártás-közi ellenőrzése általánosan szitavizsgálattal (200 és 90 μ lyukbőségű szitákkal) történik. Ezt kiegészíti a Blaine szerinti fajlagos felület mérése is. Alapjában véve ezek a módszerek egy adott üzemben alkalmasak is az üzemellenőrzés céljaira. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ezek a vizsgálati adatok a különböző — eltérő nyersanyagokkal, klinkerekkel és őrlőberendezésekkel rendelkező — gyárak nyerslisztjeinek, illetve cementjeinek összehasonlítására önmagukban nem alkalmasak. Nem alkalmasak továbbá arra sem, hogy egy nyersanyag keverék égetés közbeni viselkedését, vagy a cement szilárdulási ütemét előre meg tudjuk ítélni.

Mindezekre a kérdésekre csak a teljes szemcseszerkezet ismeretében lehet választ adni. Ugyanis meggyező szitamaradék vagy Blaine szám mellett, az anyagok őrlhetőségétől, valamint az alkalmazott

őrlési eljárástól függően igen eltérő szemcseszerkezet alakulhat ki. Az őrlési műveletek során arra kell törekednünk, hogy a mindenkori minőségi követelményekhez igazodó, optimális szemcseszerkezetű őrleményeket állítsunk elő.

Fentiek után vegyük sorra, hogy mik is ezek a szemcseszerkezeti követelmények, s hogyan lehet ezeket teljesíteni.

A nyersanyag őrlésénél viszonylag röviden megfogalmazhatók ezek a kívánalmak. A nyersliszt őrlésfinomságát úgy kell beállítani, hogy a megfelelő oxidos összetétel mellett az egyes komponensek egymással való kémiai reakciója a kemencében minél tökéletesebben végbemenjen. Ennek biztosítására — irodalmi adatok és az Intézetben végzett kutatások szerint — két alapvető követelménynek kell eleget tenni. Különösen a minőségi cement előállítását megkívánó nagyobb méretű nyerslisztek nem tartalmazhatnak 0,5%-nál több 200 μ -nál nagyobb kvarcrészecskéket, továbbá legfeljebb 5%-nyi mennyiségben tartalmazhatnak 150 μ -nál nagyobb kalcitszemcséket. A finomabb szemcsék részarányának kisebb változásai az égethetőségre nem gyakorolnak jelentős befolyást. Célszerű azonban a 15 μ -nál kisebb frakció kb. 35%-os mennyiségét biztosítani. Ez utóbbi — a nyersanyagok őrleményének szórt szemcseszerkezete következtében — általában ki is adódik. A nyersőrlésnél inkább az előbb említett felső határok betartására kell ügyelni.

A cement őrlésénél a követelmények már nem fogalmazhatók meg ilyen egyértelműen. A szemcseszerkezet hatása ugyanis másképp jelentkezik a cement kezdeti, és másképp a későbbi szilárdulása folyamán. Mindenképpen szükséges tehát ismerünk, a szilárdulás kívánatos menetrendjét.

Irodalmi adatok, valamint saját nagyszámú kísérleteink alapján azt a következtetést vonhattuk

* Az 1972. május 31.-i „A szemcseszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából.

le, hogy egyébként azonos kémiai és ásványi összetétel mellett a cement szilárdulás szempontjából legértékesebb része a kb. 3 és 30 μ közötti frakció. A gyors szilárduláshoz a kb. 0–3 μ -os frakció bizonyos részaránya is elengedhetetlen, azonban ennek túlzott mennyisége már a végszilárdság csökkenését eredményezheti. A 60 μ -nál nagyobb szemcsék a szilárdulás folyamán gyakorlatilag hatástalanok.

Attól függően, hogy milyen minőségű cementet kívánunk előállítani, a 3–30 μ -os frakció mennyiségére vonatkozóan a következő számszerű követelményeket adhatjuk meg:

közönséges ún. tömegcemente	40–50%
nagyszilárdságú cementre	55–65%
nagy kezdőszilárdságú cementre	>70%

Feladat tehát a 3–30 μ -os frakció befolyásolható mennyisége mellett bizonyos mennyiségű 0–3 μ -os frakciót is eredményező őrlési eljárás kialakítása. Figyelembe kell venni azt a tényezőt is, hogy a 0–3 μ -os frakció túlzott mennyisége a végszilárdság romlásán túlmenően a folyamat gazdaságosságára is hátrányos.

Kérdés, hogy a gyakorlati őrléstechnikával hogyan lehet ezeket a követelményeket teljesíteni.

A golyós-malmos őrlés a ma még elég elterjedt, több kamrás, nyílt folyamatú malmokkal 5–10% 90 μ -os szitamaradékú és a Rosin–Rammler féle eloszlás szerinti $n=1$ egyenletességi tényezőjű őrléményt eredményez. Ennél finomabb őrléményt a tapadás, illetve agglomeráció miatt nem állítható elő. Ebben az esetben azonban a 3–30 μ -os frakció 53–46%-nál nagyobb mennyiségben nem keletkezik. Ilyen malmok tehát csak úgynevezett tömegcementek előállítására alkalmasak, változó követelményeknek megfelelő, illetve nagy finomságú cementek ezekkel nem állíthatók elő.

A felmerülő követelményekhez való alkalmazkodás körfolyamatos rendszerű malmokkal lehetséges. Ennél az őrlési rendszernél a viszonylag durva őrlésű malomtermék szélosztályozóra került, mely a beállítástól függő szemcsehatárnál finomabb ré-

szeket mint végterméket leválasztja, s a durvább szemcséket visszajuttatja az őrlési folyamatba. Megjegyezzük, hogy a gyakorlatban ez az osztályozás sohasem teljesen élesen megy végbe, az elválasztási határszemcse-nagyságnál finomabb szemcsék egy része a durva szemcsékkel együtt ugyan csak visszakerül a malomba.

A körfolyamatos őrlést a körbejáró terhelés τ mérőszáma jellemzi. Ha a körbejáró terhelés kicsi, azaz 1-től kevéssé tér el, az őrlés jellege és az őrlémény szemszerkezete kevéssé fog különbözni a nyílt folyamatú őrlésétől. A nyílt folyamatú malmokkal szemben azonban energia-megtakarítás jelentkezik, mert nem szükséges a jelentéktelen mennyiségű, nehezen őrlődő szemcse miatt a malom adagolását visszafogni.

Egészen más a helyzet a körbejáró terhelés nagyobb értékei mellett. Ebben az esetben széles határok között változtatható szemszerkezet mellett kedvező fajlagos energia-fogyasztás érhető el. Így megfelelő beállítással például a nagy kezdőszilárdságú cementnél kívánatos 70% körüli mennyiségű 3–30 μ -os frakció is gazdaságosan és irányíthatóan állítható elő.

A fentiekben ismertetett kérdések természetesen igen leszűkítve mutatják be a cementipari őrlés és az optimális szemszerkezet problémáját. Bonyolultabb a helyzet, amikor a klinker mellett még hidraulikus kiegészítő anyagokat (különböző eredetű és minőségű pernyét és kohósalakot) is alkalmazunk. Ebben az esetben a szilárdulás menetét ugyancsak nagymértékben befolyásolja az egyes komponensek szemszerkezete, a kész cement egyes szemcsefrakcióiban való megoszlása. Megfelelő kísérletek elvégzése alapján ez is befolyásolható az egyes komponensek együtt — vagy különőrlése útján.

Мракович, П.: Оптимальный гранулометрический состав сырьевых смесей и цементов

Frau Mrakovics, P.: Optimale Korngrößenverteilung des Zementrohmehl und der Zemente

Mrakovics, P.: Optimum Particle Size Distribution of Raw Meals and Cement

Agyagok szemcseösszetételének szerepe a durvakerámiai nyersanyag- és terméktulajdonságok kialakításában*

BÁLINT PÁL

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A téглаagyagok szemcseösszetétele és az agyagból előállított termékek tulajdonságai közötti összefüggéseket már régen felismerték. Az erre vonatkozó szakirodalmi adatokat és megállapításokat az *Építőanyag* 1968. évf. 9. számában Mátrai József dr. jól összefoglalta. Előadásom anyagának nagy része az ő tanulmányára támaszkodik.

A téглаagyagok szemcseösszetételének kerámiai jelentőségét elsősorban az adja meg, hogy az agyagok ásványi összetétele a szemcsenagyság függvényében változik, vagyis a *különböző méretű szemcsefrakciókat zömében különböző ásványi alkatrészek építik fel*. Szédeczky szerint az agyagban három jellegzetes szemcsecsoport különböztethető meg: a *homok*, a *kőzetliszt v. iszap* és az *agyag*. A *homokfrakció* főleg kvarcból és földpátból áll, a *kőzetliszt v. iszap* sok kvarc és földpát mellett kevés agyag-ásványt is tartalmaz. Végül az *agyag* frakció főalkatrészei az agyagásványok, kevés kvarc és földpát kíséretében.

Ez a három szemcsecsoport, tehát a *homok*, a *kőzetliszt v. iszap* és az *agyagfrakció* képezi az alapját az agyagok szemcsenagyság szerinti osztályozásának. A legelső osztályozás Segertől származik, aki az agyagok összetételét az *1. táblázatban* feltüntetett szemcsehatárok szerint állapította meg. Az Atterberg és a Bárdossy féle osztályozás ugyancsak ebben a táblázatban látható. Megállapíthatjuk, hogy a fő frakciók, tehát a homok, a kőzetliszt és az agyag mérethatárai az egyes szerzők szerint változóak. A homokfrakció alsó mérethatára Seger szerint 25 μm , Atterberg szerint 20 μm , Bárdossy szerint 60 μm . A kőzetliszt v. iszap frakciót Seger 10–25 μm , Atterberg 2–20 μm , Bárdossy 5–60 μm mérethatárok között állapította meg. Az agyag

* Az 1972. május 31.-i „A szemszerkezet és az őrlési eljárások szerepe a szilikátiparban” ankét anyagából.

1. táblázat

Az agyagok összetétele szemszerkezetük alapján

A szemcsecsoportok	
mérethatárai	elnevezései
1. Seger szerint	
> 333 μm	} durva homok finom homok por homok agyag iszap agyag szubsztancia
333–40 μm	
40–25 μm	
25–10 μm	
< 10 μm	
2. Atterberg szerint	
2000–200 μm	} durva homok finom homok iszap nyersagyag
200–20 μm	
20–2 μm	
< 2 μm	
3. Bárdossy szerint	
2000–500 μm	} durva homok közepes finomságú homok apró homok finom homok durva kőzetliszt (aleurit) finom kőzetliszt (aleurit) agyag
500–200 μm	
200–100 μm	
100–60 μm	
60–20 μm	
20–5 μm	
< 5 μm	

frakcióra vonatkozólag is eltérőek a vélemények, Seger a 10 μm , Atterberg a 2 μm , Bárdossy viszont az 5 μm alatti frakciót tekinti agyagnak.

Mindenesetre egy dolog nagyon határozottan megállapítható a táblázatból, mégpedig az, hogy az agyag képlékeny alkatrészei túlnyomórészt a finom, tehát a 2–10 μm alatti frakcióban, a sovány ill. nagy kvarctartalmú alkatrészei főleg a durva, tehát a 20–60 μm feletti frakcióban dúsulnak fel.

A kerámia tulajdonságok, nevezetesen a képlékenység valamint az agyagból gyártott termékek tulajdonságai szempontjából döntő, hogy az agyag

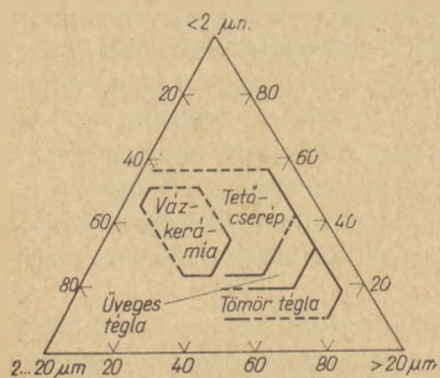
milyen mennyiségű homok, kőzetliszt és agyagfrakciót tartalmaz. Fontos tehát ismernünk a nyersanyag szemcseösszetételét, mert ez eleve meghatározza a feldolgozás és az agyagból gyártható termékek mennyiségét és minőségét.

A szemcseösszetétel fontosságának ismeretében Winkler 1954-ben olyan háromszögdiagramot szerkesztett, amelynek segítségével, véleménye szerint, a diagram sarkain feltüntetett agyagszemcsefrakciók ($d < 2 \mu\text{m}$, $d = 2-20 \mu\text{m}$, $d > 20 \mu\text{m}$), ill. ezek mennyiségének ismeretében megállapítható az agyagból előállítható áru fajtája (tömör téglá, földém téglá, tetőcserep). Winkler az 1. ábrán látható diagramon, vizsgálatai alapján, kijelölte azokat a területeket, amelyek az egyes fontosabb téglaiipari gyártmányok szemcseösszetételét jellemzik. Tehát, ha meghatározzuk valamely téglagyag $2 \mu\text{m}$ alatti, $2-20 \mu\text{m}$ közötti és $20 \mu\text{m}$ feletti szemcsefrakciójának mennyiségét, s az ennek megfelelő pontot a Winkler f. háromszögdiagramon ábrázoljuk, akkor ebből közelítőleg megállapíthatjuk az agyagból előállítható termék milyenségét.

Sírhall a Winkler f. háromszögdiagram alkalmazhatóságát tanulmányozva megállapította, hogy a diagram a gyakorlatban jól használható. Ezzel szemben egyes kutatók azt találták, hogy a Winkler f. diagram nincs mindig összhangban a gyakorlattal. Véleményük szerint ennek oka az, hogy az agyagtulajdonságok kialakításában a szemcseösszetétel mellett az ásványi összetétel is döntő jelentőségű.

Winkler elképzelésének viszonylagos merevségét az adja, hogy nem a fontosabb gyártmánytulajdonságok és a szemcseösszetétel között keresett összefüggést, hanem csupán a szemcseösszetétel és a fontosabb gyártmányfélések közötti kapcsolatot állapította meg.

Sokkal jobb eredményeket kaptak azok a kutatók, akik az agyagok szemcseösszetétele és kerámia tulajdonságai közötti összefüggéseket vizsgálták.

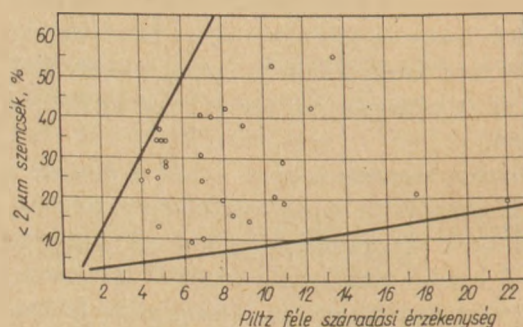


1. ábra Winkler féle háromszög diagram

Tanulmányozták az agyagok szemcseösszetételét a képlékenységre, a fajlagos felületre, a lineáris száradási zsugorodásra, a száraz hajlítószilárdságra, a fagyállóságra, s a száradási érzékenységre függvényében.

Whittaker kísérletei során arra az eredményre jutott, hogy a szemcseméret csökkenésével az agyagok fajlagos felülete, képlékenysége és az ún. optimális megmunkálási víztartalma növekszik. Hasonló eredményre jutott White is, aki szintén megállapította, hogy az agyagok képlékenysége a szemcseméret csökkenésével nő. Neumann kaolinos agyagok képlékenysége és $d < 2 \mu\text{m}$ frakciójának mennyisége között keresett összefüggést. Megállapítása szerint, ha a $d < 2 \mu\text{m}$ frakció túlnyomórészt kaolinitből áll, ennek mennyisége egyenesen arányos az agyag képlékenységgel.

Mátrai a SZIKKTI-ben megállapította, hogy az agyagokat frakciókra bontva a szemcseméret csökkenésével a kationcserélő képesség, a képlékenységre, az agyagból formázott próbatestek lineáris száradási zsugorodására és száradási érzékenységre nő. Niesper szerint a szemcseösszetétel ismeretében értékes következtetések vonhatók le az agyag várható száradási viselkedésére. A szemcseösszetétel és a száradási érzékenység közötti kapcsolat ábrázolására háromszögdiagramot szerkesztett, amelyben a száradásra érzékeny agyagok területét is kijelölte. Szerinte azon agyagok mutatnak nagyfokú száradási érzékenységet, amelyek több, mint 33% finomszemcsét ($< 2 \mu\text{m}$) tartalmaznak.



2. ábra. A száradási érzékenység összefüggése a két mikronnál kisebb szemcsék mennyiségével

Piltz a száradási érzékenység és az agyagok $2 \mu\text{m}$ alatti finom frakciója között keresett összefüggést. Vizsgálatai eredményeit a 2. ábrán tüntetjük fel. Megállapítható, hogy az összefüggést ábrázoló pontok két egyenes által közrefogott sávba esnek. Ez azt jelenti, hogy a finom szemcsefrakció mennyisége az agyagok száradási érzékenységgel közelítőleg lineárisan változik.

Piltz szerint valamely durvakeramiai termék akkor fagyálló, ha a gyártásra felhasznált nyers-

Téglaagyagok osztályozása Albert szerint

Osztály megnevezése	Földalkálikarbonát mentes és -szegény agyagok		Földalkálikarbonát dús, márgás agyagok	
	0,0—7,5%		7,6—36,0%	
Kalcit és dolomit	0,0—7,5%		7,6—36,0%	
Csoport megnevezése	agyagásv. dús	agyagásv. szegény	agyagásv. dús	agyagásv. szegény
Agyagásvány, %	30— 75	20— 30	30— 65	12— 30
Képlékenységi sz., Atterberg	18— 50	5— 17	18— 40	5— 17
< 10 μm szemcsék mennyisége, %	50— 85	30— 50	50— 70	20— 50
Az agyagból kiégetett tömör anyag szilárdsága, kp/cm^2	120—350	50—120	100—250	50—100

anyag szemcseösszetétele < 2 μm : 40—53%, 2—20 μm : 20—27%, > 20 μm : 22—36%.

Albert a téglagyagokat négy fő szempont

- földalkálikarbonát tartalmuk
- agyagásvány tartalmuk
- képlékenységi számuk
- 10 μm -nél finomabb szemcséinek

mennyisége alapján osztályozta.

Szerinte ez a négy fő jellemző együttesen határozza meg az agyagból gyártott termékek szilárdságát. Albert osztályozási elvét a 2. táblázatban tüntettük fel.

A 2. táblázatból megállapíthatjuk, hogy az agyagásványokban szegény durvakerámia nyers-

anyagok Atterberg képlékenységi száma 18 alatt van, 10 μm -nál finomabb szemcséinek mennyisége az 50%-ot nem haladja meg, és az agyagból kiégetett tömör anyag szilárdsága maximálisan 100—120 kp/cm^2 -t ér el.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy a szemcseösszetételnek igen fontos szerepe van a durvakerámiai agyagok tulajdonságainak kialakításában. Szerepet játszik nemcsak a nyersanyag képlékenységének, hanem a nyersanyagból formázott termékek tulajdonságainak, nevezetesen száradási- és égetési zsugorodásának, száradási érzékenységének, valamint a termékek vízfelvételének, porozitásának, fagyállóságának és szilárdságának kialakításában is.

Nem szabad szem elől téveszteni azonban, hogy a szemcseösszetétel mellett mindig figyelembe kell venni az ásványi összetételt is, s e kettő végül is együttesen határozza meg az agyagok kerámiai tulajdonságait.

Балинт, П.: Влияние гранулометрии глин на свойства сырья и изделий в гпубокерамической промышленности

Bálint, P.: Die Rolle der Korngrößenverteilung der Tone in der Gestaltung der Rohstoff- und Produkteigenschaften der Grobkeramik

Bálint, P.: The Role of Particle Size Distribution of Clays on the Raw and Fired Properties of Structural Ceramics

Egyesületi élet

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Borsod megyei Csoportja 1972. szeptember 5-én üzemlátogatást szervezett Nyékládházára a Nyékládházi Kavicsbánya és a Nyékládházi MEZÓPANEL Betonelemgyárba.

Az üzemlátogatáson a megye szilikátipari üzemének szakemberei vettek részt.

A kavicsbányában nagy érdeklődés mutatkozott a különféle bányászási módszerek iránt, amelyet a bá-

nya üzemvezetője részletesen ismertetett. A résztvevők figyelmét felkeltette a nagy mennyiségű kibányászott kavics anyagmozgatásának és részbeni osztályozásának megoldási módszere. Hozzáértő válaszokat kaptak a gazdasági vonatkozású kérdésekre is, amely fölött élénk vita alakult ki.

A MEZÓPANEL gyárban az előállítási technológia iránt mutatkozott nagy érdeklődés. Különösen meg-

nyerték a résztvevők tetszését a gyors átállási lehetőségek, a külsőleg igen tetszetős kész betonelemek, valamint a kész elemek gyors összeszerelési módja.

Az üzemlátogatás eredményesnek mondható, mivel a résztvevők nagy érdeklődést tanúsítottak a látottak iránt és olyan új technológiai módszereket ismertek meg, amelyek újat nyújtottak az eddigi ismeretekhez.

P. S.

Agyagok kalcit- és dolomittartalmának meghatározása

TAKÁTS TIBOR — UDVARDI MIKLÓS
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Agyagok ásványi alkotórészeinek mennyiségi meghatározására röntgendiffrakciós módszer áll rendelkezésünkre. [1, 2, 3, 4]. Az ilyen módszerrel végzett vizsgálatok az agyagok ásványi összetételének meghatározására megfelelőnek, reprodukálhatónak és kielégítőnek bizonyultak; újabban azonban az eredményeket felhasználó szakemberek részéről felmerültek olyan igények, hogy a módszert, alapjainak változtatása nélkül, tovább fejlesszük, a meghatározást pontosabbá tegyük. Az általános összetételű agyag nyolc főásvány keveréke: montmorillonit, illit, kaolinit, klorit, kvarc, földpátok, kalcit és dolomit. Ezekon kívül amorf fázis jelenlétével is számolnunk kell. A kristályos fázisok közül csak a kvarc, kaolinit, kalcit és dolomit mutat jól definiált összetételt, a többi kevert szerkezetű, változó összetételű. Technológiai szempontból az ásványok pontos kémiai összetételének ismerete nem elsőrendű kérdés, de azzá válik, ha anyagvizsgálati szempontból nézzük, mert csak a pontos kémiai összetétel ismeretében tudunk ásványi összetételt számolni. Éppen ezért az oxidos elemzés adataiból kiinduló számítási módszert csak a röntgendiffrakcióval nyert mennyiségi eredmények ellenőrzésére szokták felhasználni. A vizsgálati módszer fejlesztése, ill. pontosabbá tétele érdekében két alapvető eljárás követhető.

I. Mérőgörbék készítése kristálytanilag tiszta ásványok segítségével.

A megoldás hátránya:

1. Kétség merülhet fel, hogy a kristálytanilag tiszta ásvány összetétele pontosan azonos-e a vizsgált anyagban megjelenő komponenssel. (Ez illit vagy montmorillonit esetében egyáltalán nem biztos.)

2. Kérdés, hogy a kristálytanilag tiszta összetételű anyag 100%-osan kristályos-e? (Lehetséges

ugyanis, hogy csak egyetlen kristályos fázist tartalmaz ugyan, de az anyag egy része amorf.)

II. Főleg Gibbs R. [5] vizsgálatai irányították a figyelmet egy másik megoldásra. Gibbs a vizsgálandó nyersanyagból kiindulva fizikai elválasztási módszerekkel (ülepítés stb.) elkülöníti az egyes ásványokat, és ezek felhasználásával készíti el a mennyiségi vizsgálatokhoz szükséges összehasonlító standardek. Az eredmények sokkal kedvezőbbek, de az eljárás fáradságos, időigényes és a különböző ülepítőszerkezet hatása a kipreparált anyagra nem teljesen tisztázott.

Kutatásaink során egy harmadik utat igyekeztünk találni. Vizsgáltuk, milyen lehetőség van arra, hogy a kristályos fázisok közül néhánynak a mennyiségét nem röntgendiffrakciós módszerrel, hanem ettől egészen független más megbízható módszerrel határozzuk meg. Ilyen esetben ezt az ásványi alkotót különböző mennyiségben tartalmazó agyagok sorát lehetne felhasználni a mennyiségi röntgendiffrakciós vizsgálatnál, mint összehasonlító standardek. A nyert adatok felhasználásával szerkesztett mérőgörbe pedig elméletileg a legjobb közelítésben kell, hogy adja az ismeretlen agyagok kiválasztott ásványi alkotójának százalékos összetételét. Az eredmények pontosságát növeli, hogy a mérőgörbék adatait egy független anyagvizsgálati módszer (pl. nedves analitika) beiktatásával kapjuk. Így, nem röntgendiffrakciós módszerrel ellenőrizzük a röntgendiffrakciós mérések görbéit.

Kísérletek és azok értékelése

A vizsgálatokat a legegyszerűbbnek látszó két ásvánnyal, a kalcittal és dolomittal kezdtük. Célul tűztük ki, hogy a vizsgálatra kerülő agyagok kalcit és dolomit tartalmát szelektív kioldással határozzuk meg.

A kialakítandó eljárással szemben az alábbi követelményeket támasztottuk:

1. A kioldás lehetőleg semleges közegben történjék.
2. A kezelés folyamán csak a kalcit és dolomit oldódjék ki.
3. A visszamaradt anyag továbbra is vizsgálható legyen röntgendiffraktométerrel.
4. Gyors, pontos legyen és ne igényeljen különleges berendezést.

Meg kell jegyeznünk, hogy a szokásos CO_2 meghatározáson alapuló eljárás nem alkalmas, részint azért, mert pontossága nem kielégítő, főleg pedig azért, mert a minta a savas kezelés után alkalmatlan további röntgenvizsgálatra, és így követelményeinket nem elégíti ki.

Kísérleteink szerint a fenti követelményeknek az „ammoniumkloridos kioldás” felelt meg legjobban.

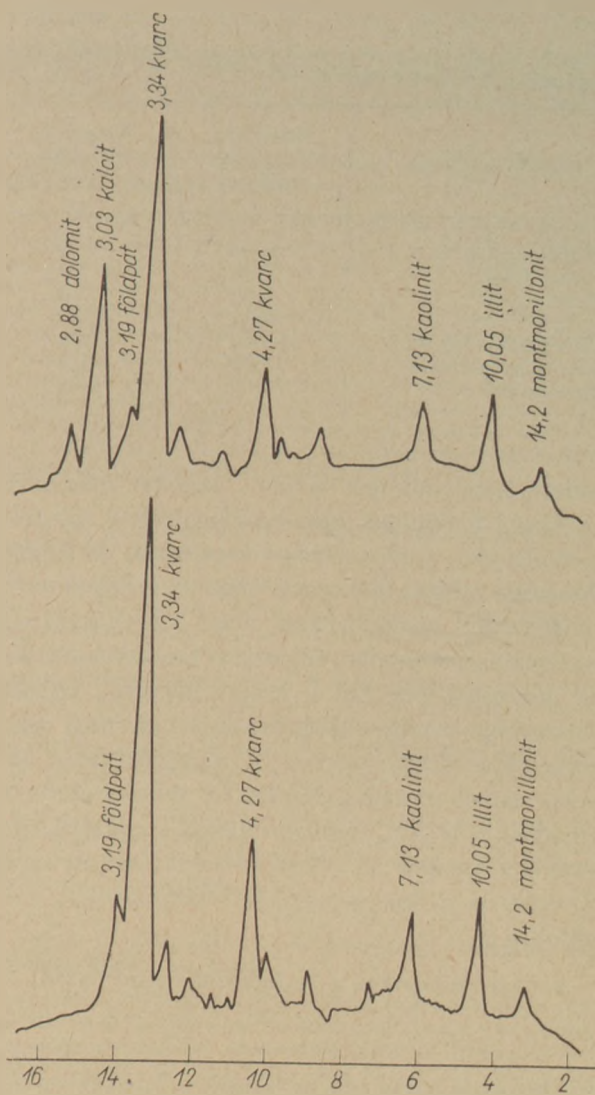
1964-ben indiai kutatók módszert közöltek [6] CaCO_3 és MgCO_3 komplexometriás meghatározására. Abból a célból, hogy a szennyező vas és alumínium ionok zavaró hatását elkerüljék, savas oldás helyett ammoniumklorid vizes oldatában főzték a vizsgált anyagot. Kimutatták, hogy ebben az esetben a CaCO_3 és MgCO_3 mennyiségileg oldatba megy, míg a kísérő vas és alumínium tartalmú szennyezők nem oldódnak. Hazánkban a módszert analitikai célokra a SzIKKTI laboratóriumában Barna L. alkalmazta elsőként és továbbfejlesztve alkalmazta a mészkövek, dolomitok, márgák, löszök CaCO_3 és MgCO_3 tartalmának gyors komplexometriás meghatározására. Azt a tényt, hogy a kezelés után csak a karbonát-gyökhöz kötött Ca^{++} és Mg^{++} ionok oldódnak, éppen minőségi röntgenvizsgálatok egész sora bizonyította.

Példaképpen bemutatjuk az I/2 Eger jelzésű márga diffraktogramját (1. ábra).

Látható, hogy az ammoniumklorid hatására eltűnt a kalcit 3,03 Å-ös és a dolomit 2,88 Å-ös csúcsa, de a többi csúcs helyzete változatlan.

Nagyszámú vizsgálat során megbizonyosodtunk arról, hogy a mennyiségi röntgendiffrakciós vizsgálatok kutatási programjában a módszer elvét jól fel lehet használni. Így agyagok kalcit és dolomit tartalmának röntgendiffrakciós mennyiségi meghatározásában egy új út kínálkozik, amennyiben a mérőgörbét egy független — analitikai eljárás alapján — módszer segítségével nyert adatok felhasználásával szerkesztjük.

A kidolgozott eljárás szerint tehát kiválasztunk 5—8 nyersanyagot, melyeknek kalcit és dolomit tartalma átfogja az agyagokban általános kalcit és



1. ábra. Az I/2 jelű egeri márga röntgendiffraktogramja eredeti állapotban (a) és ammónium-kloridos kioldás után (b)

dolomit mennyiségi értékek tartományát (2—25%), majd a mintákból egyenként az alábbi módszerrel meghatározzuk a kalcit és dolomit tartalmát.

Eljárás: 0,5—0,8 g 60 μm -ra porított agyagot 0,2 mg pontossággal főzőpohárba mérünk és 20%-os ammóniumklorid oldattal ($\text{pH}=6,0$) élénk kevergetés közben 20 percen át forraljuk. Forrón szűrjük, és a szűrletből komplexometriásan meghatározzuk a kalcium és magnézium mennyiségét, melyből sztöchiometriai számítással kapjuk a minta kalcit és dolomit tartalmát.

Az így nyert adatokat használjuk a mérőgörbe szerkesztéséhez.

Vizsgálati anyagunkból az 1. táblázaton bemutatjuk 7 kiválasztott minta adatait, melyeket a fenti módszerrel kaptunk.

A kioldásos módszerrel meghatározott kalcit-tartalom minden esetben magasabb. Ellenőrizni

1. táblázat

Néhány hazai agyag röntgendiffrakciós és kioldásos úton meghatározott kalcit-tartalma

Minta jele	Kalcit % kioldásos módszer	Kalcit % rtg. diffr. módszer (3)
Köröshegyi f.	5,70	5,5
Abony átlag	8,00	7,5
Győri agyag	8,50	7,5
Sz-K 7	10,50	10,5
Kisbér 2,5–5,0 μm ..	14,50	14,5
Bakonyszentlászló ...	17,50	16,5
Márianosztra	20,60	19,0

kellett, nem oldunk-e ki Ca^{++} ionokat más ásványokból? Különböző montmorillonitokat, illiteket, kaolinitokat, földpátokat vizsgáltunk. A kémiai elemzések adatai, illetve az oldási maradékok röntgenfelvételei bizonyították, hogy a kristályrácok nincsenek elroncsolva és csak a Ca-montmorillonit ioncsereképes Ca^{++} ionjai mennek oldatba. Mennyiségi röntgenvizsgálatoknál ez nem okoz számottevő hibát, mert 10% montmorillonit tartalom esetén is csak 0,2% CaCO_3 többlettel állunk szemben és a 10% montmorillonit a gyakorlatban vizsgált agyagoknál felsőértékként fogadható el. Elvégeztük a fent ismertetett vizsgálatokat dolomitokra is.

A nyert adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Néhány hazai agyag röntgendiffrakciós és kioldásos úton meghatározott dolomit-tartalma

Minta jele	Dolomit % kioldásos módszer	Dolomit % rtg. diffr. módszer (3)
Köröshegyi f.	2,00	4,0
Győri agyag	4,00	5,5
Abony átlag	10,50	9,0
Mohács I. 2.	12,00	16,5
Bakonyszentlászló 1970.....	12,00	11,0

A 2. táblázat adatai számottevő különbséget jeleznek. Az elvégzett ellenőrző vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a kioldás során csak a dolomit Mg^{++} ionjai kerültek oldatba. Szükségesnek látszott összehasonlítani a vizsgált agyagok kioldásos, azaz dolomithoz kötött és feltárás utáni elemzéssel kapott, úgynevezett összes Mg^{++} tartalmát (3. táblázat).

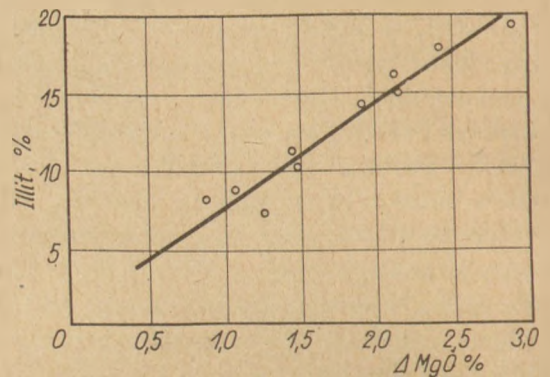
A 3. táblázatból látható, hogy a nem karbonáthoz kötött MgO mennyisége néha többszöröse a karbonáthoz kötött MgO mennyiségének; ez arra utal, hogy az agyagokban nemcsak a dolomit, ha-

3. táblázat

Néhány hazai agyag karbonáthoz kötött (kioldásos) és összes MgO-tartalma

Minta jele	Összes MgO %	Kioldá- sos MgO %	Nem karbo- náthoz kötött MgO %
Köröshegyi f.	2,90	0,43	2,47
Győri agyag	3,90	0,96	2,94
Abony átlag	3,00	1,96	1,04
Mohács I. 2.	3,90	2,63	1,27
Bakonyszentlászló 1970.	4,45	2,64	1,85

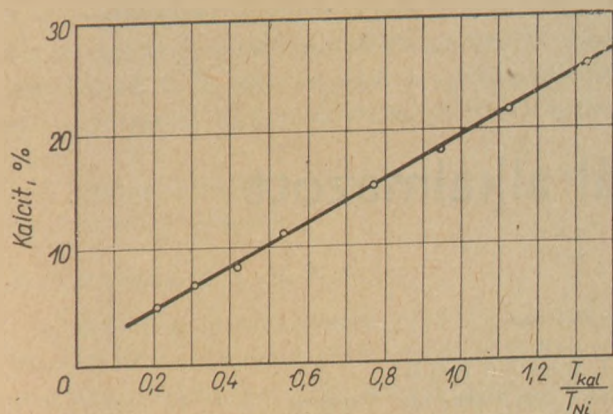
nem más ásványok is számottevő mennyiségű magnéziumot tartalmaznak. Helytelen tehát az oxidos elemzés során kapott MgO mennyiséget sztöchiometrikan egyszerűen dolomitra számítani. Az agyagásványok közt egyedül a klorit tartalmazhat, kristálykémiai képlet szerint, csekély mennyiségű magnéziumot. Nagyszámú vizsgálatunk adatait értékelve azonban az illit tartalom és a nem karbonáthoz kötött MgO mennyisége között határozott összefüggés mutatkozik (2. ábra).



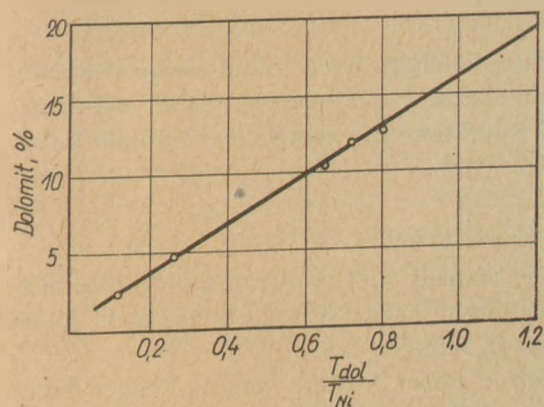
2. ábra. Összefüggés az agyagok illit-tartalma és nem karbonáthoz kötött MgO-tartalma között

A korrelációs tényező $r = 0,66$.

A fenti adatok alapján mód nyílik nagyobb pontosságú kalcit és dolomit meghatározási eljárás alkalmazására. Az eddig alkalmazott szorzószám — a többi ásványi alkotó és amorf mennyiség végső értékét befolyásoló — módszer helyett, egyszerűen mérőgörbe felvételével közvetlenül megkapjuk az agyag kalcit és dolomit tartalmát. A mérőgörbe ordinátájára feltüntetett kalcit és dolomit százalékos mennyiségét a standard agyagok kioldásos módszerrel meghatározott értékei alapján vesszük fel. Az abszcisszán levő hányadost a diffrakciós vizsgálatoknál szokásos módon, a vizsgálandó agyag kalcit, illetve dolomit mérőcsúcs alatti területének



3. ábra. Kalcit mérőgörbe



4. ábra. Dolomit mérőgörbe

és a külső standardnak használt fém-Ni csúcs alatti területének osztása révén kapjuk.

(Mérőcsúcsok: kalcit 3,03 Å
dolomit 2,88 Å
nikkel 2,03 Å)

Az ily módon szerkesztett mérőgörbéket a 3. és 4. ábra szemlélteti.

Az ammóniumkloridos oldás utáni agyagmaradék 105 °C-on szárítva további röntgenvizsgálatra alkalmas. A diffrakciós felvételen a kalcit és dolomit kivételével minden eredeti ásványalkotó összes vonala megtalálható, tehát roncsolás nem történt. A kioldás során mintegy dúsítást végeztünk, mely adott esetben lehetőséget kínál további kutatásokra.

IRODALOM

- [1] Náray-Szabó, I.—Péter, É. (1964). *Földtani Közlemény* 94, 444
[2] Péter, É.—Kálmán, A. (1964). *Acta Chim*, 41, 411
[3] Náray-Szabó, I.—Péter, É. (1967). *Acta Geologica Acad. Sci. Hung*, 11, 347.

[4] Tamás, F.—Takáts, T.—Péter, É. (1971). *Építőanyag* 12, 441

[5] Gibbs, J. R. (1967). *Clay Minerals* 7, 79

[6] Suresh, S.—Gupta, K. (1964). *Z. Anal. Chem.* 206, 5

Takáts Tibor—Udvardi Miklós: Agyakok kalcit- és dolomittartalmának meghatározása

Az agyakok ásványi összetételének meghatározása pontosabbá tehető, ha a röntgendiffraktométeres mérést szelektív kioldásos módszerrel ellenőrzik. Megállapítottuk, hogy az ammónium-klorid vizes oldata kizárólag csak a karbonátos ásványokat (kalcit és dolomit) oldja ki; az oldás maradéka alkalmas további röntgendiffrakciós vizsgálatok elvégzésére. A szüredék CaO és MgO tartalmából az agyak kalcit- és dolomittartalma számítható. Megállapítottuk, hogy az agyakok jelentős mennyiségű nem karbonátos MgO-t tartalmaznak. A nem karbonátos MgO mennyisége és az agyak illit tartalma között határozott pozitív korreláció mutatható ki.

Такач, Т., Удварди, М.: Определение содержания кальцита и доломита в глинах

Определение минералогического состава глин может быть более точным, если рентгеновскую дифрактометрию дополнить методом селективного выщелачивания. Установлено, что водный раствор хлористого аммония выщелачивает только карбонатные минералы (кальцит и доломит), причем остаток после выщелачивания пригоден для дальнейших рентгendifфрактометрических исследований. По содержанию CaO и MgO в фильтрате можно рассчитать количество кальцита и доломита в глинe. Установлено, что глины содержат значительное количество некарбонатной окиси магния. При этом наблюдается положительная корреляция между количеством некарбонатной окиси магния и содержанием иллита в глинe.

Takáts, T.—Udvardi, M.: Bestimmung des Kalzit- und Dolomitgehaltes der Tone

Die Bestimmung des Mineralbestandes der Tone läßt sich durch Kombination der röntgendiffraktometrischen Messung mit selektivem Auslösungsverfahren verschärfen. Die Verfasser stellten fest, daß durch die wässrige Ammoniumchlorid-Lösung ausschließlich nur die karbonathaltigen Minerale (Kalzit und Dolomit) ausgelöst werden; der Lösungsrückstand eignet sich zur Durchführung weiterer röntgendiffraktometrischer Untersuchungen. Aus dem CaO- und MgO-Gehalt des Filtrats läßt sich der Kalzit- und Dolomitgehalt des Tones errechnen. Weiters wird festgestellt, daß die Tone bedeutende Mengen von nichtkarbonhaltigem MgO enthalten. Zwischen der nichtkarbonhaltigen MgO-Menge und des Illitgehaltes der Tone besteht eine entschiedene positive Korrelation.

Takáts, T.—Udvardi, M.: Determination of Calcite and Dolomite Content of Clays

The determination of the mineralogical composition of clays can be made more exact by combining X-ray diffraction methods with selective dissolution. The authors proved that an aqueous ammonium chloride solution dissolves nothing but carbonate minerals (calcite, dolomite) of clays. The dissolution residue can be used for further X-ray work. The calcite and dolomite contents can be calculated from the Ca- and Mg-concentration of the filtrate. Clays contain a significant quantity of noncarbonate MgO; a definite positive correlation exists between noncarbonate MgO and the illite content of clays.

Elektromos üvegolvasztásnál alkalmazott elektródok jellemzése

KOCSIS GÉZA — GERŐ GÁBOR
Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

Hazánkban kísérletek folynak az elektromos pót-fűtés bevezetésére az üvegolvasztásban. Az egyik legfontosabb műszaki-gazdasági probléma az elektromos pót-fűtésre alkalmas elektródák kiválasztása.

A tanulmány ismerteti irodalmi és kísérleti adatok alapján az általában használt vagy használatra javasolt elektródanyagokat és megadja az optimális kiválasztáshoz szükséges néhány paramétert. Röviden összehasonlítja a felsorolt elektródanyagok előnyeit és hátrányait, foglalkozik az elektród és az olvadék kölcsönhatásával.

Használatban levő elektródanyagok

Folyékony fémelektródok

Folyékony ón elektród segítségével kitűnő minőségű üveg olvasható, viszont csak vízszintes elhelyezésben alkalmazható, és a gőzteniója is igen

nagy. Ezen két hátrányos tulajdonsága használatát megnehezíti, alkalmazásra nem ajánlható. A többi folyékony fém esetében is hasonló hátrányok lépnek fel.

Szilárd fémelektródok

Elvileg bármely magas olvadáspontú fém megfelel. Elsősorban a Fe, Ni, Cr, Co, Mo és Pt fémek jöhetnek számításba.

A felsorolt fémek közül a vas, de főleg a molibdén fontos. Legtöbbször molibdént használnak, különleges követelmények kielégítésére pedig platínát.

További elektród fajták:

- grafitelektród
- fém-oxid-elektród (pl. SnO₂)
- ötvözet-elektród (pl. Super-Kanthál)

Néhány jellemző adat az elektródok kiválasztásához

1. táblázat

Kiválasztási paraméterek	Elektródok			
	molibdén	ón-dioxid	grafit	platina
Üvegre való hatása	redukál	neutrális	redukál	redukál
Redukáló körülmények között . . .	nem reagál az üveggel	reagál az üveggel	nem reagál az üveggel	reagál az üveggel
Hőlkésellenállás	kiváló	gyenge	nagyon jó	kiváló
Levegőn való elpárolgás	olv. hőfokon erős	1400 °C felett erős	olv. hőfokon elég	olv. hőfokon nem párolog
Megmunkálhatóság	kiváló	jó	jó	kiváló
Elszínezési hajlam	csekély, kivéve az oxidáló közeget	csekély	csekély, kivéve az oxidáló közeget	nagyon csekély
Pótlásnál, cserék miatti leállási idő alapján való alkalmasság . .	jó	jobb	jó	legjobb
Szükséges elektródtérfogat	legkisebb	mérs. nagyobb	mérs. nagyobb	kicsi
Felszerelés	egyéni elektródák	egyéni elektródák	egyéni elektródák	egyéni elektródák

A megemlített anyagok közül a molibdén, óndioxid, grafit és a platina elektródok közötti összehasonlítást az 1. táblázat adja és egyben az elektród kiválasztás legfontosabb paramétereit is megjelöli.

A legfontosabbnak tartott elektródanyagok sorrendben a következők:

Molibdén elektród [1, 2, 3, 4, 5]

A molibdén olvadáspontja 2622 °C, az üvegolvasztási hőmérsékletnek tehát jól ellenáll. Elektromos vezetőképessége a réz vezetőképességének 30 százalékát teszi ki, sokkal nagyobb, mint az üvegolvadék vezetőképessége. Ez biztosítja, hogy az elektródon képződő hőmennyiség az olvadékban levő hőmennyiséghez képest elhanyagolható. Ennek a feltételnek a többi elektród-anyag esetében is teljesülnie kell.

A molibdén kiváló hőökésellenállását csekély hővezetőképessége, kis fajhője, kis hőtágulási együtthatója biztosítja. Az elektród az elektrolitikus elgőzölés veszélye nélkül alkalmazható. A maximális áramsűrűség az úgynevezett kritikus áramsűrűség, jelentékenyen befolyásolja az elektród által az üvegolvadékba leadott elektromos teljesítmény nagyságát. A molibdén elektródoknál alkalmazható kritikus áramsűrűség Penberthy szerint 3 A/cm². Stanek szerint 1–5 A/cm² között változhat.

Molibdén elektródokat nem csupán az olvasztókádokban érdemes alkalmazni. A tapasztalatok szerint az adagoló (doghause) berendezésben is kitűnően megfelelnek. Az erre vonatkozó vizsgálatok megállapították a molibdén elektródok kitűnően beváltak a redukáló atmoszférában olvasztott barnaüvegek és kis felületi áramsűrűségek esetén oxidáló atmoszférában olvasztott alkáli – földalkáli – szilikát üvegek előállítására. A molibdén elektród kiválóan alkalmas boroszilikát üvegek olvasztására is. Ezzel kapcsolatosan meg kell jegyezni, hogy a molibdén elektród drága, de előnye, hogy a fémek közül a legkevésbé redukáló tulajdonságú. További előnye, hogy az alkalmazható nagy felületi áramsűrűség következtében kicsiny lehet (30–50 mm) az átmérője. További jellemzők: hővesztés kicsi, az elektród az üzem leállítása nélkül is pótolható az eredeti elektródhoz való hozzátoldással.

A molibdén elektród legnagyobb hátránya a levegő jelenlétében 600 °C-on bekövetkező gyors oxidációs reakció, amelynek eredményeképpen fehér por alakjában molibdén-oxid keletkezik. Ennek kiküszöbölésére célszerű a kemencébe történő behelyezéskor kerámiai védőtokot alkalmazni.

Platina elektród [3]

A platina az összes alkalmazott elektródanyagok között a legellenállóbb. Az üvegolvadékot a legcsekélyebb mértékben sem színezi, azonban a legdrágább. Az elektromos pótűtés szempontjából tehát nem jöhet szóba, csupán azért szükséges megemlíteni, mert rendkívüli minőségi követelményeket is messzemenően kielégít. Speciál üvegek kis mennyiségben, teljes elektromos olvasztással történő előállítására a legalkalmasabb.

Grafit elektród [2, 3, 4, 6]

A legerősebben redukáló tulajdonságú, de egyben a legolcsóbb elektródanyag a grafit. Hátránya, hogy az üveget színezi. Utalások vannak azonban az irodalomban [2, 3, 4, 6] arra, hogy jó minőségű grafit és az elektródok megfelelő elhelyezése esetén a szintelen üveg is elszíneződés veszélye nélkül leolvadhat. Az alkalmazott áramsűrűséget általában 0,2–1 A/cm² értékek között adják meg. Szembetűnő a grafit elektródoknak az a nagy előnyük, hogy törés esetén nem merülnek el az üvegolvadékban, hanem felszínre emelkedve elégnak.

A grafit elektród belsejében a hossz tengelyével koncentrikusan furat van, amelyen át az üvegolvadék felől érkező gázok a pórusos grafiton keresztül eltávoznak. Jobb módszernek nevezhető az a megoldás, ahol az elektródok hűtése és az üvegolvadék szennyeződésének felszínre juttatása a belső furattal összeköttetésben levő és az olvadékkal is érintkező csatornákon keresztül befűjt inert gáz (pl. N₂) átbuborékolatásával biztosítható.

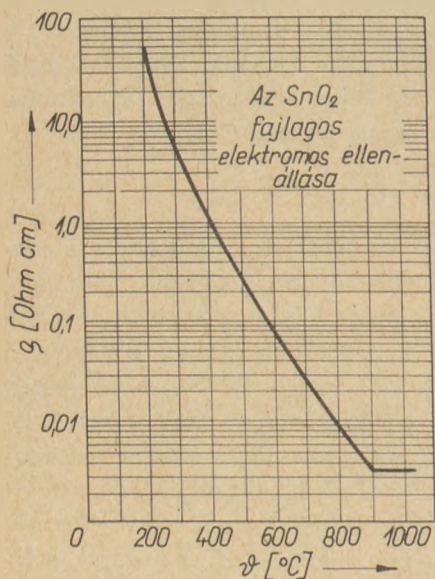
Az üvegolvadék a grafitot nem nedvesíti, ezért az elektród felület és az olvadék között viszonylag nagy átmeneti ellenállás és kis áramsűrűség alakul ki. A kis áramsűrűség megköveteli a nagyobb elektród felületet, ezért az elektród átmérőjét nagyra, 150–200 mm-re kell választani.

A grafit eléggé érzékeny a különböző üvegfajtákra, így pl. nem szabad a grafit elektródot boroszilikát üveg olvasztásához alkalmazni, mert bórkarbid képződhet.

Óndioxid elektród [7, 8, 9]

Számos szabadalom foglalkozik az SnO₂ elektromos vezetéként való felhasználásával. Az utóbbi években erős fejlődésnek indult az SnO₂ elektródtömbként való alkalmazása. Az SnO₂ elektródok nagy felületűek, az üvegolvasztókád oldalfalán elhelyezve, az olvadékban egyenletes árameloszlást biztosítanak. Az elektródokon felszabaduló hő sokkal kisebb, mint az olvadéknak leadott elektromos

energia. Irodalmi források szerint az elektródok elektromos ellenállása a hőmérséklet aránylag kis mértékű csökkenésével is jelentősen megnövekszik. 1500 °C felett viszont az SnO₂ párolgási sebessége rohamosan nő.



1. ábra. SnO₂ elektród fajlagos ellenállása a hőmérséklet függvényében

Meg lehet találni azonban azt az optimális hőmérséklettartományt, amelyen belül az SnO₂-elektródok alkalmazása rendkívül gazdaságosnak mondható. Az ón-dioxid az olvadt üvegnek jól ellenáll. Kiválóan alkalmas különböző összetételű ólom-üvegek olvasztásánál. Az SnO₂-elektródokkal foglalkozó kutatók szerint az ón-dioxid elektromos ellenállását csökkenteni lehet As³⁺, Sb³⁺, Bi³⁺, Ta³⁺, Zn²⁺, Mn⁴⁺, Fe³⁺, Cl⁻ és F⁻ ionok hozzáadásával, vagy alacsony hőmérsékleten, vízgőzzel történő kezeléssel.

Az elektromos vezetőképesség növelése céljából adagolt ZnO és MnO₂ egyúttal tömörséget is biztosít. Tehát kompromisszumot kell kötni a kívánt elektromos vezetőképesség és tömörség között. A tapasztalatok szerint Sb³⁺, Ta³⁺, W³⁺, és Cr³⁺ ionok hozzáadása esetén a zsugorodás csekély és a porozitás nagy marad. Zn²⁺, Cu²⁺, V³⁺, Co³⁺ és F⁻ ionok hozzáadagolása esetén is túl nagy a porozitás. Legalkalmasabbnak 0,05–0,5%-ban adagolt MnO₂ bizonyult. Az SnO₂-elektród látszólagos porozitása 9,25%, a sűrűsége 6,95 g/cm³, térfogatsúlya 6,1 g/cm³, hőtágulása 59,4 · 10⁻⁷ °C⁻¹. A porozitás valószínűleg tovább csökkenthető. Az SnO₂-ot nem csupán elektródanyagként, hanem a lángfűtésű üvegolvasztó kemencék átfolyóiban tűzállóanyagként is ajánlja a témával foglalkozó szakirodalom.

A 2. táblázat összehasonlítást közöl különböző olvasztott és zsugorított SnO₂ tűzállóanyag korrózió ellenállóképességéről.

2. táblázat

Az olvasztott korund, a Corhart ZAC és a 0,1% MnO₂-ot tartalmazó zsugorított SnO₂ tűzállóanyagok korróziójának összehasonlítása

Anyagok	24 órás korrózióvizsgálat; átmérő csökkenés mm-ben		Buborék képződési index 1100 °C-on
	üvegtükrő szintjén	2 cm-es olvadék mélységben	
Olvasztott korund ...	7,6	1,5	2–3
Olvasztott Corhart ZAC	4,7	0,5	4–5
Zsug. SnO ₂ + 0,1% MnO ₂	0,8	0,2	1

Az SnO₂ élettartama irodalmi forrás [7, 8, 9] szerint a legjobb minőségű Corhart ZAC tűzállóanyagok élettartama fölé növelhető. Az SnO₂ hátrányos tulajdonságai között kell megemlíteni gyenge hőlökés ellenállását, a már megemlített 1500 °C feletti túlságosan nagy párolgását és a redukáló reagensekkel szemben tanúsított gyenge ellenállóképességét.

Super-kanthál-elektrod [10]

A Super-kanthál-elektrodokat az üvegolvadék állandó hőmérsékletek tartására, a kiegyenlített hőmérsékletprofil biztosítására néhány éve alkalmazták. Érdeemes megkísérelni az olvasztó kádkemenében való alkalmazásukat is. A Superkanthál az olvadt üvegeknek ugyanis jól ellenáll.

A molibdén elektródokkal összehasonlítva kiderült, hogy a super-kanthál elektródok az oxidációra kevésbé érzékenyek. További előnyük a molibdénnel szemben, hogy míg azok mindig vízűtést igényelnek, addig a super-kanthál-elektrodokat elegendő egy speciális, hűtés nélküli, tűzálló gyűrűben elhelyezni. A tapasztalatok szerint a molibdén és a super-kanthál-elektrodok kopása hasonló mértékű.

Az üvegolvadék és az elektródok kölcsönhatása (11)

Az üvegösszetétel olyan alapvető szempont, amely az elektromos teljesítmény, a maximálisan beépíthető elektródszám és a gazdasági megfontolások mellett elsősorban meghatározza a legalkalmasabb elektródanyag kiválasztását. Az üvegösszetételtől függ az elektród és az üvegolvadék között végbemenő kémiai reakció. A lejátszódó kémiai és elektrokémiai reakciók együttes mértékét

jól mutatja az üvegminőségben beállott változás. Itt elsősorban a szín alakulására, valamint a buborék képződésére kell gondolni. Az elektród kopását, kémiai bomlását az elektromos áram tovább fokozza. Az elektródokból kioldott oxidmennyiség függ még a hőmérséklettől és az elektródfelület nagyságától. A hőmérséklet okozta korrózió hatásának csökkentése az elektródok hűtésével érhető el.

Az elektródkopást befolyásolja továbbá az elektródfelület homogenitása, a hőmérséklettől és az olvadék összetételtől függő galvanikus elektromotoros erő, és az olvadékban levő szennyeződések (szekunder kémiai reakciók). Alapvetően azonban az alkalmazott elektródfelületi áramsűrűség és az átfolyó váltóáram frekvenciája határozza azt meg. Az alkalmazható áramsűrűséget Begley és Schmith $0,2 \text{ A/cm}^2$ értékben jelölik meg. Feltételezhető, hogy a $0,2 \text{ A/cm}^2$ érték túlságosan alábecsült. Helyesebb a kritikus áramsűrűség értékét az elektród és üvegfeleségtől függően megállapítani.

Fel kell hívni a figyelmet az egyes különleges üvegek olvasztásakor betartandó feltételekre. Rendkívül fontos az elektródanyag helyes megválasztása, a maximális áramterhelhetőség megállapítása. A nem megfelelő redoxi és hőmérsékletviszonyok komoly minőségromlást eredményeznek. Fontos a gyorsító és derítőanyagok helyes kiválasztása és megfelelő mennyiségben való adagolása is. Molibdén-elektrodok használatakor az arzéntartalmú adalékok alkalmazását el kell kerülni.

Összefoglalva megállapítható, hogy az elektromos pótűtés céljára legalkalmasabb a molibdén-elektrod. Barna és zöldszínű csomagoló üvegek előállításához megfelelő a grafit-elektrod is. Kis mennyiségben előállított, különleges minőségű üvegek elektromos olvasztásához ajánlatos platina-elektrodokat használni.

IRODALOM

- [1] Begley, E. E., Schmith, M. A.: *Ceramic Industry* 93, 35—37 (1969).
- [2] Vach, I.: *Sklár a keramik* 11, 211—214 (1961).
- [3] Vach, I.: *Sklár a keramik* 11, 247—251 (1961).
- [4] Stanek, J.: *Építőanyag* 18, 285 (1966).
- [5] Strube, H. J.: *Glastechn. Ber.* 43, 288—291 (1970).
- [6] Pierer, H.: *Silikattechnik* 19, 210—214 (1968).
- [7] Begley, E. E., Schmith, M. A.: *Ceramic Industry* 93, 53—54 (1969).
- [8] Plumet, E., Jaupoin, M., Toussaint, F.: *Vetro i Silikati* 11, 6—12 (1967).
- [9] Plumet, E., Eloy, P., Dudhoit, J., Borbier, J. C.: *Glastechn. Ber.* 40, 411—423 (1967).
- [10] Magunsson, B.: *Glastechn. Ber.* 42, 609—610 (1969).
- [11] Horowitz, J.: *Sprechsaal* 103, 104, 105, 716—724, 374—390, 7—19 (1970, 1971, 1972).

Кочин, Г.—Геро, Г.: Характеристика электродов, применяемых при электрической варке стекла

Kocsis, G.—Gerő, G.: Charakterisierung der beim Elektroschmelzen des Glases verwendeten Elektroden

Titán-szilikát üvegek törésmutatójának termikus változásánál tapasztalható különleges jelenségek

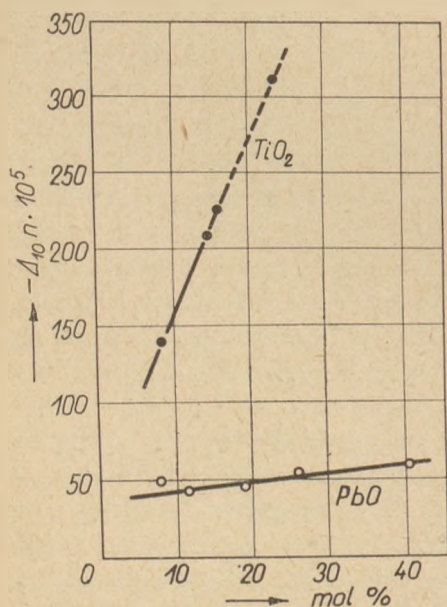
B E S E N, H.
Jénai Üveggyár, NDK.

A törésmutató hőokoza változásának nagysága

Összehasonlítva más optikai üvegféleségekkel a titánszilikát üvegek, melyek 10%-nál több titán-dioxidot tartalmaznak, szokatlanul nagy hőokoza törésmutató változással tűnnek ki. Ez mind a törésmutató egyensúlyi értékében — a befagyási hőmérséklettől függően — és mindazon törésmutató értékeknél jelentkezik, amelyek hűlés közben különböző sebesség esetén alakulnak ki.

Miként az 1. ábra mutatja, lineáris összefüggés van a törésmutatószámnak a hűtési sebességtől függő változása ($\Delta_{10}n = n_{10w} - n_w$; w = hűtési sebesség) és a TiO_2 mólszázaléka között. A titánszilikát üvegeknél tapasztalható meredek emelkedés

* A X. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.



1. ábra. Választott hűtési sebesség-egységre eső törésmutató változás TiO_2-SiO_2 és $PbO-SiO_2$ jellegű üvegnél a koncentráció függvényében

mellett különböző ólom-szilikát üvegek (optikai flintüvegek) viselkedése is látható. A vonatkozó értékek és a függés a koncentrációtól ezeknél sokkal kisebb.

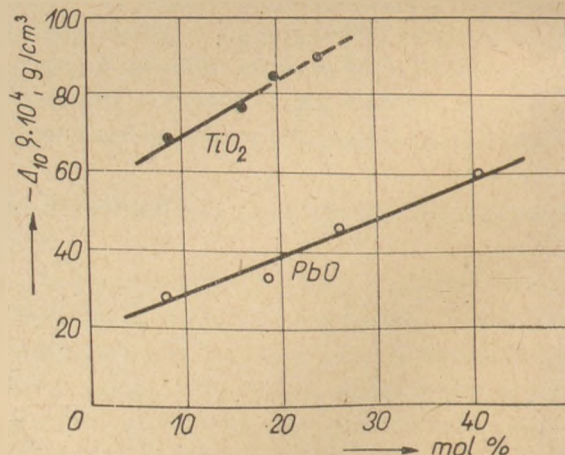
Ellentétben a törésmutató viselkedésével, a 2. ábra szerint a sűrűségben ($\Delta_{10}\rho$) a hasonló hőokoza változások nem mutatnak olyan nagymértékű eltérést a két üvegtípus között. A koncentrációtól való függés mindkét esetben megközelítőleg azonos.

Hogyan értelmezhető a feltűnően nagy hőokoza törésmutató-változás a titán-dioxid- SiO_2 üvegszerben és mik ezeknek a szerkezeti okai?

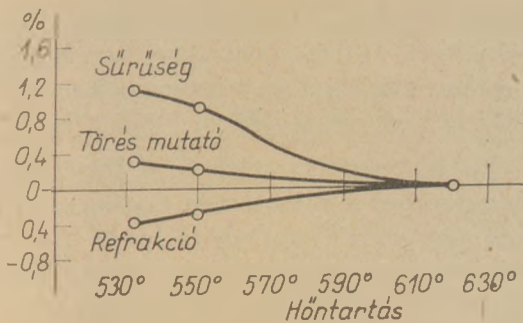
A magyarázat érdekében polarizáció-elméleti kísérleteket kellett végezni (Besen 1969), melynek eredményei kerülnek a következőkben rövidesen ismertetésre.

A törésmutató-változás sűrűségi és polarizációs tartalma

Az alap elsősorban a termikus törésmutató-változásokra, Jones és Kreidl (1949) által adott értelmezés. Vizsgálták azt, hogy miként változott a re-



2. ábra. Választott hűtési sebesség-egységre eső sűrűség változás TiO_2-SiO_2 és $PbO-SiO_2$ jellegű üvegnél a koncentráció függvényében



3. ábra. Egy boroszilikát üveg sűrűségének, törésmutatójának és mólrefrakciójának változása a hőmérséklettel (Jones és Kreidl szerint)

latív sűrűség, törésmutató és mólrefrakció, ha egy boroszilikát üveget a transzformációs tartományon belül különböző hőmérsékleten hőkezelték. A kapott eredményeket a 3. ábra foglalja össze.

Csökkenő hőmérséklettel arányosan a sűrűség és a törésmutató növekszik, miként ez szokásos ebben a hőmérséklettartományban, a molekuláris refrakció viszont csökken.

A Lorentz—Lorenz mólrefrakció

$$R = \frac{M}{\rho} \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \quad (1)$$

egy dielektrikum elektron-polarizációjának a mértéke egy külső elektromágneses tér (polarizáció) hatására. Az R elméletileg független a hőmérséklettől, mivel levezetésénél az anyagban kialakuló belső elektromos mezőre tekintettel voltak, azonban a szomszédos ionoknak általában előforduló változó kölcsönhatását nem vették figyelembe.

Ennek megfelelően vontak le Jones és Kreidl a megállapításaiból azt a lényeges következtetést, hogy a törésmutató-növekedés két egymással ellentétes irányú hatás eredménye: A sűrűsnövekedés (térfogatcsökkenés) a törésmutató növelésére hat, és elsődleges a térfogat koncentráció következtében az ionok között fellépő erősebb kölcsönös polarizációval szemben, amely a törésmutató csökkentésére törekszik, és amely csökkenő mólrefrakcióban nyilvánul meg. Az eredmény tehát egy enyhébb törésmutató-szám változás, mint ami a térfogatváltozásnak megfelelő.

A hőmérséklet csökkenésének hatására csökkenő mólrefrakciót mutatnak nemcsak a boroszilikát üvegek, hanem majdnem minden optikai üveg is. Érdekes módon Izumitani és munkatársai (1956) nagy titán-tartalmú üvegeknél növekvő mólrefrakciót találtak csökkenő hőmérséklet hatására.

Annak érdekében, hogy ezen összefüggésekre kvantitatív megfogalmazást nyerhessünk, a kölcsön törésmutatóváltozás sűrűség-polarizációs há-

nyadát kellett meghatározni számszerűleg. A sűrűség-hányad meghatározása közvetlenül a mólrefrakció egyenletéből (1) lehetséges, amelyben R állandónak vehető. Az így számított elméleti törésmutatóváltozások teljes mértékben a fellépő sűrűségváltozásnak felelnek meg.

A polarizációs hányad a Lorentz—Lorenz elmélettől tapasztalt eltérésből határozható meg. A meghatározás azon a feltételezésen nyugszik, hogy az anyagnak a hőmérséklettől független összpolarizációja a kölcsönhatás- és térpolarizáció összege. A kölcsönhatásból eredő polarizáció változása hasonló nagyságú térpolarizáció változást hoz létre, mely ellentétes jellegű, ez nyilvánul meg azután a mérhető mólrefrakcióváltozás mértékében. A matematikai megfogalmazás a mólrefrakció teljes differenciájából vezethető le és a következő kifejezéshez jutunk:

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n'' = \frac{(n^2 - 1)(n^2 + 2)}{6n} \cdot \frac{\Delta R}{R} + \frac{(n^2 - 1)(n^2 + 2)}{6n} \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (2)$$

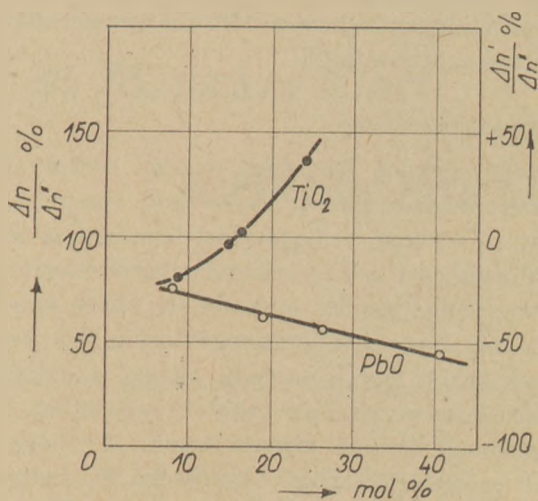
Az összeg első része a polarizációs hányad, a második a sűrűség-hányad.

A (2) összefüggésből következik az alábbi:

$$\frac{\Delta n}{\Delta n'} - \frac{\Delta n''}{\Delta n''} = 1 \quad (3)$$

Így relatív mértékszámok nyerhetők, aminek a következő előnyei vannak:

1. a változás nagysága tetszőleges lehet,
2. az egyes üvegek eltérő érzékenysége eliminálódik,
3. különböző módon előállított változások közvetlenül összehasonlíthatók egymással.



4. ábra. TiO_2-SiO_2 és $PbO-SiO_2$ üvegek relatív hőkezelt törésmutató-változása és relatív polarizációs hányada

Közvetlenül csak a $\frac{\Delta n}{\Delta n''}$ hányados számítandó amely a valódinak és az elméleti törésmutatósámváltozásnak a hányadosa. A vonatkozó polarizációs-hányad indirekt módon mint a 100%-ra való kiegészítés határozható meg.

Az 1. és 2. ábrán megadott adatok a $\Delta_{10}n$ és $\Delta_{10}n''$ kiszámításra kerültek az L.L.F 8, F 16 és F 11 Schott-féle titán-tartalmú optikai üvegekre, valamint Izumitani 45 számú üvegének mérési adataira, továbbá L.L.F 2, F 2, SF 5, SF 6 jelű ólom-szilikát üvegekre. Az eredményeket a 4. ábra tünteti fel mindkét koncentráció-sorra vonatkozóan, a koncentráció-viszonyok mólszázalékban történő megadásával.

A közös kiinduló alkáli-szilikát alapüveg kb. 75%-nál fekvő 0-értékéhez viszonyítva a $\frac{\Delta n}{\Delta n''}$, az ólomüveg sorozatnál növekvő ólom-oxid tartalomnál gyengén csökken, ami azt jelenti, hogy a relatív polarizációs-hányad $\frac{\Delta n'}{\Delta n''}$ növekszik.

Ettől teljesen eltérő lefutást mutat a titán-dioxid koncentráció-sorozat. A hőkezelés okozta törésmutatósámváltozás ezeknél az üvegeknél növekvő titán-dioxid tartalom esetében a Lorentz-Lorenz elméletnek megfelelő értékhez közeledik (100%) és 16% fölötti titán-dioxid tartalomnál ezt a hatást túllépi. Az Izumitani és munkatársai által a hőmérsékletcsökkenés függvényében kapott, megállapított mólrefrakció növekedés tehát a titántartalmú üvegeknek nem alapvető különlegessége, hanem koncentrációtól függő jelenség. A polarizációs hányad, kezdetben amely — miként normál üvegeknél is — a sűrűség-hányaddal ellentétes előjelű hatást képvisel, növekvő titán-dioxid tartalomnál fokozatosan csökken, 16 mól% titán-dioxidnál az előjel változik és nagyobb koncentrációnál ugyanolyan hatást gyakorol, mint a sűrűség-hányad, miáltal a törésmutatósámváltozás össz mértéke fokozottan megnövekszik.

Szerkezeti jelentőség

Oxidüvegekben lényegileg a nagy oxigénionok hatnak meghatározólag az üvegek összpolarizációjára. Csökkenő befagyasztási hőmérséklet megnöveli szerkezeti és távolságváltozás következtében az oxigénelrendeződés tömörségét, ehhez kapcsolódik még, hogy a szilikátüvegekben az SiO_4 tetraéderek között hidak vannak, miáltal a hídállású oxigénionok száma nem áthidaló helyzetben levő oxigénionok terhére megnövekszik. Minthogy az előbb említettek a nagy térerősségű Si_4 kationok hatására jóval erősebben polarizált helyzetben vannak, mint az utóbbiak, a gyengébb térerősségű há-

lózatmódosító kationok hatása következtében, normál körülmények között a befagyási tartományban az összes oxigénionok közepes polarizációs foka a hőmérséklet csökkenésével növekszik.

Titán-szilikát üvegek esetében nem állhat fenn ez a helyzet, mivel a titán-ion és a szilícium-ion térerőssége csak kevésbé különbözik, és az oxigénion tartalom a koncentrációtól függetlenül állandó marad. Az ennek ellenére fellépő polarizációváltás egy ellenpolarizációs hatás következménye kell, hogy legyen. A kis térerősség-különbség következtében a titán- és a szilícium-ionok polarizációs hatás szempontjából konkurálólág hatnak a nem hídállásban levő oxigén-ionokra, ezen keresztül ezek effektív polarizációjára — miként normál üvegeknél — kisebb lesz, mint a hídállású oxigén-ionok polarizációjá.

A növekvő titán-dioxid tartalmú üvegek polarizációs hányadának abnormális változása a 4. ábrának megfelelően azt jelenti, hogy az ellenpolarizációs hatás a titán-dioxid koncentráció növekedtével valamilyen módon meg kell, hogy emelkedjék, úgy, hogy csökkenő befagyasztási hőmérséklet az összpolarizációt mind kevésbé növeli, illetve a 16 mól%-nál nagyobb titán-dioxid tartalom egyenesen csökkenti. Ez a tény csak az ezen üvegek ismeretes fázisátváltási hajlamával magyarázható, ami annyit jelent, hogy titán-dioxidban gazdagabb részek képződnek ellenpolarizáció nélkül.

IRODALOM

- Besen, H. (1969): Silikattechnik 20 334.
 Izumitani, T.—Terai, R. Hamamura, H. (1956): J. ceram. Ass. Japan 64, 200.
 Jones, F. L.—Kreidl, N. J. (1949): J. Soc. Glass Technol. 33, 239.

Besen, H.: Titán-szilikát üvegek törésmutatójának termikus változásánál tapasztalható különleges jelenségek

Üvegek törésmutatójának a hőmérséklettől függő mólreakció melletti változásait 1949 óta (Jones és Kreidl) a hőtágulás, valamint az ionok kölcsönhatási polarizációjá egymás elleni hatásainak szuperponálásaként értelmezik. A Lorentz—Lorenz-féle mólrefrakciós összefüggésből levezetve a két összetevő kvantitatív mérőszámaként a szerző a törésmutató valóságos változásának és a Lorentz—Lorenz-féle elméletnek megfelelő térfogathányadnak a viszonyát, valamint 1, ill. 100%-os kiegészítésként a polarizáció relatív hányadát javasolja. Ezeket kiszámította különféle olyan optikai üvegekre, amelyek egy PbO—SiO_2 és egy $\text{TiO}_2—\text{SiO}_2$ koncentrációsort képeznek. Az ólom-szilikátüvegek törésmutatójának a szerkezettől függő termikus változásai a párhuzamosan mért sűrűségváltozások térfogathányadának csak 75—45%-át teszik ki. A maradékot az ellentétes irányú polarizációs hányad kompenzálja. A legtöbb optikai üveg így viselkedik. Titánszilikát — üvegeknél ezzel ellentétben ez a viszony a TiO_2 — tartalom növekedésével együtt folyamatosan nagyobbodik. A megállapított tényálladékot TiO_2 -ben gazdag körzetek ellenpolarizáció nélküli képződésével magyarázzák.

Безен, Х.: Изменение показателя преломления титаносиликатных стекол под влиянием термической обработки

Изменение показателя преломления стекол с температурой с 1949 г. (Джонс и Крейдл) объясняется накладыванием друг на друга двух противоположно направленных действий: термического расширения и взаимной поляризации ионов. Выводя из зависимости и взаимной рефракции Лоренца—Лоренца, автор предлагает в качестве количественного значения этих двух компонентов отношение фактического изменения показателя преломления к объемной доле, соответствующей теории Лоренца—Лоренца. В качестве 1 и 100%-ного дополнения предлагается относительная доля поляризации. Эти были рассчитаны для различных оптических стекол, составляющих ряд концентраций $PbO-SiO_2$ и TiO_2-SiO_2 . Зависящие от структуры термические изменения показателя преломления свинцово-силикатных стекол составляют лишь 75—45% от объемной доли измеренных параллельно изменений плотности. Остаток компенсируется долей противоположно направленной поляризации. Таково поведение большинства оптических стекол. Для титаносиликатных стекол, наоборот, это отношение с ростом содержания TiO_2 постоянно увеличивается. Установленные факты объясняются образованием богатых TiO_2 районов без противоположной поляризации.

Besen, H.: Besonderheiten der thermischen Brechzahländerungen von Titansilikatgläsern

Die thermischen Brechzahländerungen von Gläsern werden bei temperaturabhängiger Molreaktion seit 1949 (Jones und Kreidl) gedeutet als Überlagerung der

einander entgegenwirkenden Einflüsse von thermischer Ausdehnung und Änderung der Wechselwirkungspolarisation der Ionen.

Abgeleitet aus der Lorentz—Lorenz Molfraktionsbeziehung werden als quantitative Maßzahlen für diese beiden Anteile das Verhältnis der wahren Brechzahländerung zu dem die Lorentz—Lorenz—Theorie erfüllenden Volumenanteil und der relative Polarisationsanteil als Komplement zu 1 bzw. 100% vorgeschlagen.

Diese vom Umfang der Brechzahländerungen und damit von der unterschiedlichen Empfindlichkeit der Gläser unabhängigen relativen Größen werden für verschiedene optische Gläser berechnet, die eine $PbO-SiO_2$ und eine TiO_2-SiO_2 -Konzentrationsreihe bilden.

Für die strukturbedingten thermischen Brechzahländerungen im Kühlbereich betragen die gemessenen Brechzahländerungen der Bleisilikatgläser nur 75 bis 45% derjenigen, die dem aus parallel gemessenen Dichteänderungen errechneten Volumenanteil entsprechen. Der Rest wird vom entgegengesetzt gerichteten Polarisationsanteil kompensiert. Dieses Verhalten zeigen die meisten optischen Glasarten.

Bei Titansilikatgläsern erhöht sich im Gegensatz dazu dieses Verhältnis mit zunehmendem TiO_2 -Gehalt kontinuierlich, und zwar ab 16 Mol % TiO_2 über 100% hinaus. Diese abnormen Ergebnisse werden durch dispersionstheoretische Berechnung der mit den Polarisationsänderungen gekoppelten Verschiebung der Lage der nahen UV-Resonanzstelle bestätigt. Der gefundene Tatbestand wird durch zunehmende Bildung TiO_2 -reicher Bezirke ohne Kontrapolarisation gedeutet.

Besen, H.: Refractivity Variation of Titanium Silicate Glass by the Action of Heat Treatment

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

Zsugorított UO_2 torziós szilárdsága*

KATANIČ-POPOVIČ, J. — STEVANOVIČ, M.

BORIS KIDRIČ Magtudományi Intézet Kerámia Részlege, Belgrád
és a NIS-i Egyetem Elektronikus Mérnöki Kara

Bevezetés

Megvizsgáltuk és tanulmányoztuk különböző sűrűségű és különböző mikroszerkezeti jellemzőkkel rendelkező UO_2 minták torziós szilárdságát. A vizsgált mintákat hidrogén, illetve hélium atmoszférában, szintereléssel állítottuk elő.

A szinterelt UO_2 minták torziós szilárdságát a porozitás és a szemcseméret függvényében tanulmányoztuk. Megkíséreltük, hogy a mintában jelenlevő pórusoknak és a szemcseméretnek a torziós szilárdságra gyakorolt hatását együttesen is számitásba vegyük.

A kerámiai anyagok kis szilárdságának legnyilvánvalóbb okozói az anyag szerkezetében jelenlevő pórusok. A porozitás mindennél nagyobb mértékben csökkenti az effektív terhelhetőség tartományát. Ehhez járul még az a tény is, hogy a pórusok az anyagban az átlagosnál nagyobb feszültség-koncentrációk helyei.

A porozitás mellett a zsugorított rideg anyagok szilárdságát a szemcseméret is befolyásolja. GRIFFITH és OROVAN elmélete a repedések keletkezéséről és terjedéséről (HAYDEN et al., 1966) arra az eredményre vezetett, hogy rideg polikristályos anyag szilárdsága a szemcsemérettel fordítottan arányos, vagyis GRIFFITH véleménye szerint arányos az anyag törését okozó feszültség-ellipszoid nagytengelyének méretével. A zsugorítás alatt a szemcseméret növekedése és a tömörödés egyidejűleg megy végbe, és a szinterelt minta szilárdságát a jelenlevő pórusok és a szemcseméret egyidejű, de egymással ellentétes hatást okozó változása szabja meg.

Abból a tényből indultunk ki, hogy a porozitás és a mechanikai szilárdság közötti exponenciális összefüggés (KNUDSEN, 1959; SPRIGS et al.

1964) tapasztalati jellegű, és nem érvényes a szemcsék határfelületére, vagyis a szemcseméret és porozitás egyidejű hatásának követésére. Ezért megkíséreltük, hogy azt az összefüggést, melyet HASSELMAN közöl HACHIN-nak a heterogén rendszerek analízise alapján kapott eredményeit felhasználva az anyag szilárdsága és porozitása közötti kapcsolat leírására (HASSELMAN, 1962.), kiegészítsük TRESVJATSKIJ-nak a polikristályos anyagok szemcsemérete és szilárdsága közötti összefüggésekre vonatkozó vizsgálatának eredményeivel (TRESVJATSKIJ, 1967).

Kísérleti eljárás és eredmények

A vizsgált mintákat két különböző ZNS* gyártmányú, eltérő minőségű (UO_2 -A, UO_2 -B) urándioxid por hidegsajtolásával és zsugorításával állítottuk elő. A két nyersanyag kémiai analízise (1. táblázat) szerint a használt anyagok között a szennyezőanyagok mennyiségében csak kismértékű eltérés van.

Az UO_2 -A por fajlagos felülete $3,6 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ és atomaránya $\text{O/U} = 2,19$; az UO_2 -B por fajlagos felülete $4,7 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, atomaránya $\text{O/U} = 2,13$.

A mintákat 4 tf% víz hozzáadásával egy munkamenetben, acélszerszámmal, 1 t cm^{-2} nyomással, hidegen paralelepipedon alakúra sajtoltuk. A minta mérete $6,05 \times 4,00 \times 30,04 \text{ mm}$, sűrűsége az elméleti sűrűség 44%-a.

Az $\text{UO}_2 = \text{A}$ anyagból készített mintákat H_2 ; az $\text{UO}_2 = \text{B}$ anyagból készítetteteket He atmoszférában zsugorítottuk.

A mintákat 1000 és 1560 °C közötti hőmérsékleteken, molibdéntekercselésű ellenálláskemencében, stacioner hidrogén atmoszférában különböző tömörségűre zsugorítottuk.

* A X. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.

* Technológiai Intézet, Belgrád

	Fe	Ca	Mg	Zn	Sn	Na	W	Mn	Cr	Mo	Ni
UO ₂ -A	100	10	2,5	20	3	10	25	1	2,5	2	5
UO ₂ -B	70	30	50	30	3	10	25	1	2,5	5	10
	Cu	Al	Pb	Ti	Si	B	Bi	Co	Ag	Cd	V
UO ₂ -A	12	5	2	10	30	0,5	1	2	0,5	0,5	5
UO ₂ -B	2	5	5	10	30	0,5	1	2	2	0,5	5

A He atmoszférában zsugorított UO₂-B anyagból készített mintákat áramló hidrogénben, 1000 °C-on, 1 órás kitarással előzsugorítottuk. Az előzsugorítás célja az O/U atomarány csökkentése volt. Előzsugorítás után a minta sűrűsége az elméleti sűrűség 47,1%-ára nőtt, az atomarány 2,01-re csökkent. A mintákat 900 és 1800 °C közötti hőmérsékleteken, tantárral tekercselt ellenállásfűtésű kemencében, hélium atmoszférában különböző tömörségűre szintereltük. Mindkét szinterelési eljárásnál a felfűtési és lehűtési sebesség 400 °C h⁻¹ volt.

A kemence atmoszférájában jelenlevő oxigén mennyiségét nem határoztuk meg. Tekintettel arra, hogy az UO₂ zsugorítás alatt oxidálódhat, a He-ben zsugorított mintákat áramló H₂-ben 1000 °C-on 1 órán át utóhőkezeltük. A minták atomaránya így 2,00 volt, vagyis azonos a H₂-ben zsugorított mintákéval. Meg kell jegyeznünk, hogy a H₂-ben végzett utóhőkezelés nem módosította a He-ben zsugorított mintáknak sem mikrokristályos szerkezetét, sem tömörségét, még a legalacsonyabb (900, ill. 1000 °C) hőmérsékleteken He-ben zsugorított mintáknál sem.

A zsugorított minták sűrűségét és porozitását immerziós eljárással (xilolban) határoztuk meg, a geometriai méretekből és a súlyadatokból.

A minták torziós szilárdságát NETSCH gyártmányú torziós berendezésen, 3 kg cm⁻¹ terheléssel mértük.

A törés bekövetkeztéig a mintában az idővel növekvő torziós nyomaték keletkezik.

$$M = M_{\max} \cdot \sin \theta = 9,21 \sin \theta \text{ (kp cm)}$$

ahol θ a torziós nyomaték értékét meghatározó elfordulási szög, melyet a berendezés regisztrál.

A rugalmas alakváltozás tartományában a törés érintő-irányú feszültségét, ill. az anyag torziós szilárdságát az ismert SEN-VENAN kifejezésből

számítottuk, parallelepipedon alakú mintára (keresztmetszete $a \times b$)

$$S = \frac{M}{\mu \cdot a \cdot b^2} \text{ (kp cm}^{-2}\text{)}$$

μ a SEN-VENAN tényező, mely az a/b arány függvénye.

M -et az előző összefüggésből határoztuk meg, leolvastva a berendezésen θ -szög értékét, melynél a minta eltört. A vizsgált minták torziós szilárdság adatait, 5-5 minta átlagából számítva, a 2. és 3. táblázatban adjuk meg.

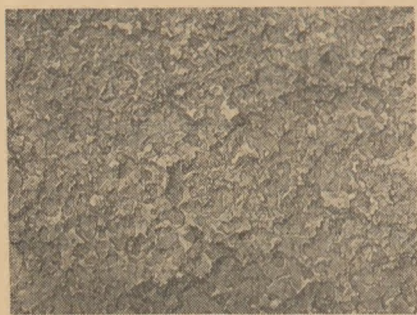
2. táblázat
Hidrogénben zsugorított minták jellemző adatai

Sűrűség, %TD	OP, %	ZP, %	D, /n	d, /n	Torziós szilárdság (kgf cm ⁻²)
43,7	50,2	2,1	0,2	0,1	55 ± 5
53,9	44,0	2,1	0,35	0,1	100 ± 10
54,4	42,9	2,7	0,25	0,1	130 ± 15
65,1	33,0	1,9	0,3	0,15	220 ± 20
66,3	31,9	1,8	0,35	0,15	295 ± 20
74,6	23,3	2,1	0,5	0,15	365 ± 30
78,6	20,0	1,4	1,5	0,2	420 ± 30
84,6	13,6	1,8	2,0	0,3	530 ± 40
86,2	9,3	3,4	2,5	0,9	550 ± 50
90,3	5,8	3,8	3,5	0,7	580 ± 30
91,4	3,7	4,9	4,5	1,0	560 ± 30

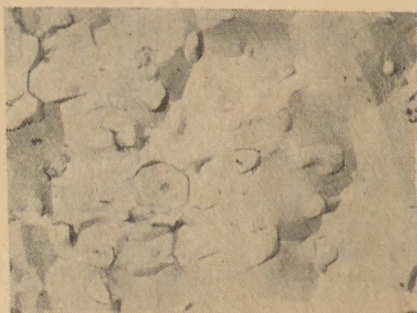
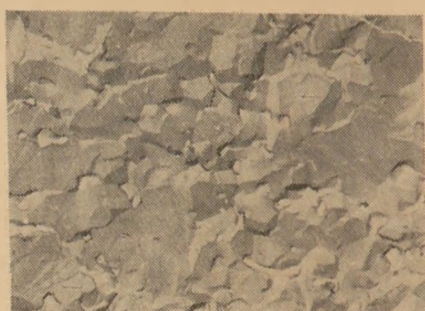
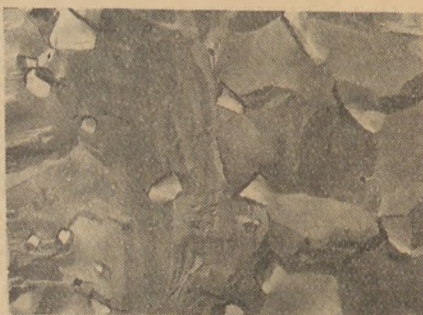
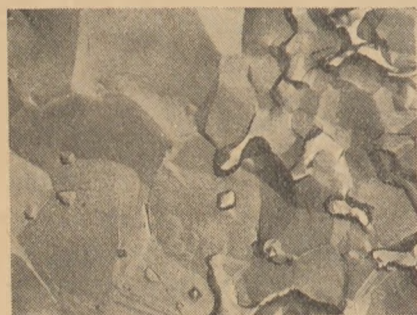
3. táblázat
Heliumban zsugorított minták jellemző adatai

Sűrűség, %TD	OP, %	ZP, %	D, /n	d, /n	Torziós szilárdság (kgf cm ⁻²)
57,3	42,5	0,2	1,0	0,1	145 ± 15
60,8	38,4	0,8	1,0	0,1	180 ± 20
61,3	37,6	1,1	1,0	0,1	220 ± 20
66,3	33,4	0,3	1,5	0,3	335 ± 30
77,1	22,6	0,3	2,0	0,5	345 ± 30
78,7	19,5	1,8	2,0	0,6	405 ± 40
85,5	12,7	1,8	3,0	0,7	465 ± 40
86,1	12,4	1,5	3,0	0,7	510 ± 40
89,6	4,1	6,3	6,0	1,0	450 ± 40
91,2	6,3	2,4	4,5	0,9	535 ± 40
93,2	1,4	5,4	9,0	1,1	525 ± 40
94,4	0,6	4,9	11,0	1,4	600 ± 50

OP nyílt porozitás
ZP zárt porozitás
D átlagos szemecseméret
d átlagos porusméret



1. ábra. Hidrogénben zsugorított UO_2 minták törési felületeinek mikroszkópi felvételei ($N = 10\ 400$)



2. ábra. Heliumban zsugorított UO_2 minták törési felületeinek mikroszkópi felvételei ($N = 3600$)

A zsugorított minták törési felületét „JET 7” típusú elektronmikroszkóppal vizsgáltuk meg. A mikrofotók (1. és 2. ábra) tanúsága szerint a He atmoszférában égetett legtömörebb minták kivételével a törési felület jellege teljesen vagy túlnyomórészt intergranulális. A minták polírozott, mart felületén „REICHERT” gyártmányú Universal MF mikroszkóppal a szokott módon (WILLIAMS—HEMEBERG, 1948) meghatároztuk az átlagos szemcse és pórusméretet.

A H_2 atmoszférában zsugorított minták összefoglaló adatait a 2., a He-ben szinterelt mintákét a 3. táblázatban adjuk meg.

Az 1. táblázat szerint a H_2 , ill. He atmoszférában zsugorított minták szennyezőanyag tartalmát gyakorlatilag azonosnak tekinthetjük, és az O/U arányt mindkét vizsgálati csoportban azonosra tettük. A vizsgált minták torziós szilárdságát tehát a zsugorításnál kialakult eltérő porozitása és különböző mikroszerkezete határozta meg.

A H₂-ben és He-ban égetett minták mikroszerkezeti vizsgálata jelentős eltéréseket mutatott. Legszembetűnőbb, hogy a He-ban égetett minták szemcse- és pórusmérete is nagyobb.

HASSELMAN eredményei a folyamatos közegben eloszlott, az alaptól eltérő rugalmassági modulusú gömbalakú szemcséket tartalmazó heterogén rendszer rugalmassági modulusára az analógia alapján a porozitástól függő rugalmassági modulusra is alkalmazhatók. Ebből levezetve a porózus anyag mechanikai szilárdsága és porozitása közötti összefüggésre (HASSELMAN, 1962)

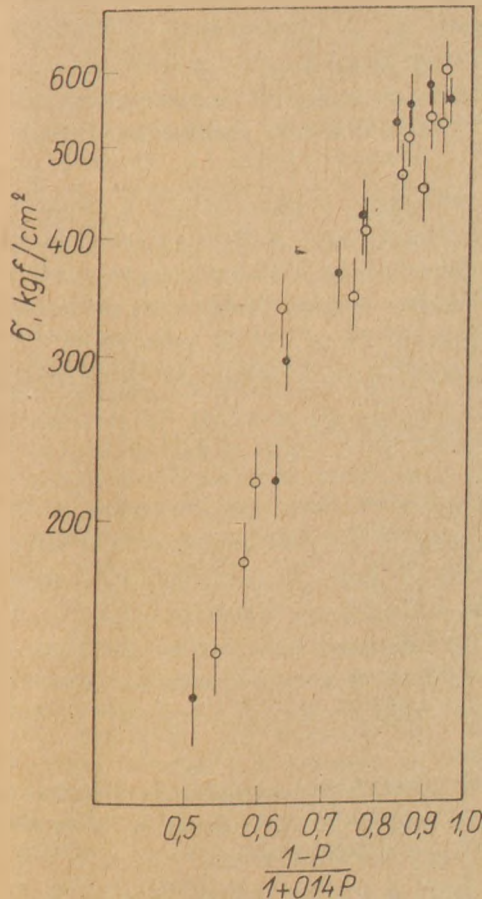
$$S = S_0 \cdot \left(\frac{1-p}{1+Bp} \right) \quad (1)$$

kapjuk, ahol

S_0 a pórusmentes anyag szilárdsága,

B a pórusok alakjától és méretarányától, valamint az anyagban a törés megindulásához vezető megfolyásoktól függő tapasztalati állandó.

A valóságos anyag pórusai nem azonos átmérőjűek, mint azt az (1) egyenlet levezetése feltételezi, az egyenlet tehát csak közelítő érvényű, azonban



3. ábra. A torziós szilárdság a porozitás függvényében (a teljes porozitás tartományra)

× héliumban zsugorított; ○ hidrogénben zsugorított

lényegesen jobb, mint az exponenciális összefüggések (KNUDSEN 1959, SPRIGS et al. 1964), amelyek nem veszik figyelembe a szemcse határán fellépő jelenségeket. WACHTMAN (1967) kimutatta, hogy az (1) egyenlet kielégítő pontossággal alkalmazható eltérő mikroszerkezetű mintákra.

Az összes vizsgált mintán mért torziós szilárdság és porozitás adatokat (1)-be behelyettesítve, a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva, az állandók számértékére $S_0 = 608$ kp cm⁻² és $B = 0,14$ értéket nyerünk. Az

$$S = 608 \cdot \left(\frac{1-p}{1+0,14p} \right)$$

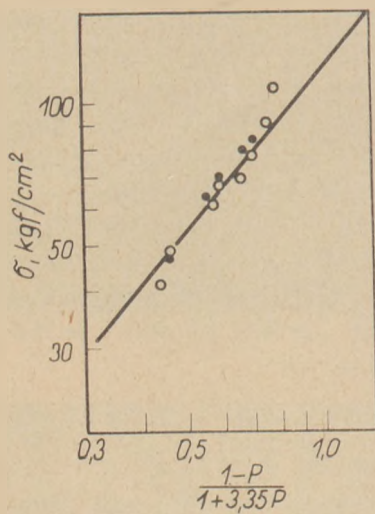
egyenletet log-log rendszerben grafikusán ábrázolva (3. ábra) megállapíthatjuk, hogy az ismeretett eljárással kapott kísérleti értékek jelentősen eltérnek az (1) egyenletben a torziós szilárdság és porozitás között megadott közelítő összefüggéstől.

Nyilvánvaló, hogy az idézett összefüggés nem alkalmas az összes vizsgált mintánál a torziós szilárdság és a porozitás közötti összefüggés közelítésére, elsősorban azért, mert nem lehet érvényes a kis tömörségű mintákra. Ezeknek a mintáknak porozitása mennyiségben és jellegben is jelentősen eltér attól a modelltől, melyet az (1) összefüggés levezetésénél alkalmaztunk. HASSELMAN (1962) és WACHMAN (1967) szerint, ha pórusok mérete nagyobb, mint a törés kezdetéhez vezető megfolyásoké, a rugalmassági modulus és az anyag szilárdsága egymással párhuzamosan csökkenni kezd (egészen 50%-ig is csökkenhet, ha gömbalakú pórusokat veszünk figyelembe). Ebben az esetben tehát az (1) összefüggést nem alkalmazhatjuk.

Feltételeztük, hogy a megfolyás nagytengelye egyenlő a pórusok közötti távolsággal. Azoknál a mintáknál tehát, melyek a szemcsék felületén törtek el a megfolyás hossza és a pórus méretének aránya a pórusok közötti átlagos távolságból és a pórus átmérőjéből számítható. A vizsgált minták mikroszerkezetének (1. és 2. ábra) elemzéséből megállapítottuk, hogy az átlagos pórustávolság és pórusátmérő aránya azoknál a mintáknál nagyobb egynél, melyeknek sűrűsége nagyobb az elméleti sűrűség 70%-ánál.

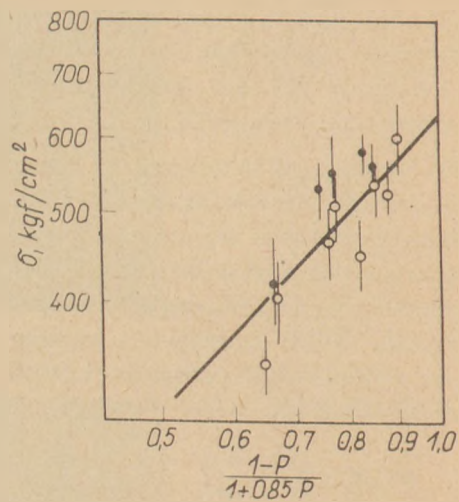
Ezt a tényt figyelembe véve (1) összefüggésbe az elméleti sűrűség 70%-ánál nagyobb sűrűségű mintákon mért torziós szilárdság és porozitás adatokat helyettesítve, a legkisebb négyzetek módszerével kapott állandók értéke: $S_0 = 636$ kp cm⁻² és $B = 0,85$. Az

$$S = 636 \cdot \left(\frac{1-p}{1+0,85p} \right)$$



4. ábra. A torziós szilárdság a porozitás függvényében (porozitás kisebb 30%-nál)

× hidrogénben zsugorított; ○ héliumban zsugorított



5. ábra. A torziós szilárdság a porozitás és a szemcseméret függvényében (porozitás kisebb 30%-nál)

× hidrogénben zsugorított; ○ héliumban zsugorított

összefüggést log-log rendszerben grafikusán ábrázolva (4. ábra) megállapíthatjuk, hogy az elméleti sűrűség 70%-ánál nagyobb sűrűségű minták kísérleti adatai is jelentősen eltérnek a fenti módszerrel meghatározott S_0 , ill. B kísérleti értékekkel számított (1) összefüggéstől. Az eltérés okát a szemcseméretnek a torziós szilárdságra gyakorolt hatásában kell keresni.

TRESVJATSKIJ (1967) elméletileg vizsgálta a szinterelt rideg és prósmentes anyag mechanikai szilárdsága és mikroszerkezete közötti összefüggéseket. Meggondolásainál figyelembe vette azokat az eseteket is, amikor a szemcse felületének szilárdsága kisebb, mint a szemcse belsejéé, és ennek fordított esetét szintén.

Ha az anyag szilárdságát a szemcse felülete határozza meg, vagyis azt mondhatjuk, hogy a szemcse szilárdsága nagyobb, mint a szemcse hátfelületéé, a törés intergranuláris. Az anyag szerkezetét azoknak a megfolyásoknak növekedése roncsolja össze, melyek TRESVJATSKIJ véleménye szerint a szemcsefelületre érintő irányúak.

Ebben az esetben a mechanikai szilárdság és a szemcseméret közötti összefüggés

$$S = A_1 \times D^{-0.25}, \quad (2)$$

ahol A_1 együttható arányos az anyagban a törés megindulását okozó megfolyás felületi energiájával és a rugalmassági modulussal.

Figyelembe véve azt a tényt, hogy a prósmentes anyag szilárdsága sem állandó, hanem függ az átlagos szemcsemérettől, (1) összefüggésben S_0 -t (2) alapján fejezhetjük ki addig a határig, amíg a

törés a torziós igénybevétel hatására intergranuláris jellegű volt. Így számításba vettük a jelenlevő porozitás és az átlagos szemcseméret D , együttes hatását az S torziós erőre. Így kaptuk az

$$S = A_1 D^{-0.25} \left(\frac{1-p}{1+Bp} \right) \quad (3)$$

egyenletet, ahol A_1 a rugalmassági modulustól és az anyag törését okozó megfolyások felületi energiájától, B a pórusok alakjától és méretarányától, valamint a GRIFFITH-féle megfolyástól függő állandó.

A torziós szilárdság, a porozitás és a szemcseméret közötti összefüggést a (3) egyenlettel közelítve az elméleti sűrűség 70%-ánál nagyobb sűrűségű minták esetén a legkisebb négyzetek módszerével meghatároztuk az A_1 és B paramétert. Az állandók számértékének behelyettesítésével nyert

$$S = 113 D^{-0.25} \left(\frac{1-p}{1+3.3p} \right)$$

egyenletet log-log rendszerben ábrázolva az 5. ábrán adjuk meg. A kísérleti adatok és az egyenlet közötti egyezés jó. Ezen az összefüggésen keresztül a torziós szilárdságot mindazoknál a H_2 , ill. He-ban égetett UO_2 mintáknál kapcsolatba tudjuk hozni a porozitással és a szemcsemérettel, melyeknek sűrűsége meghaladja az elméleti sűrűség 70%-át.

A He-ban zsugorított legnagyobb tömörségű minták mérési adatai ismét eltérnek a (3) egyenletet ábrázoló egyenestől. Ezt azzal a ténnyel értelmezhetjük, hogy a torziós igénybevétel alatt bekövetkezett törés a szemcséken keresztül terjed a mintán át (2. ábra).

Katanić-Popović, J.—Stevanović, M.: Zsugorított UO_2 torziós szilárdsága

Környezeti hőmérsékleten mérték különböző szemcseméretű és sűrűségű zsugorított UO_2 próbatestek eszavarószilárdságát. A különböző sűrűségű és különböző átlagos szemcseméretű próbatesteket 900 és 1800 °C közötti hőmérsékleten, hidrogén- és hélium-atmoszférában zsugorított nyers pelletből készítették. A tanulmány a porozitásnak és az átlagos szemcsenagyságnak a zsugorított UO_2 eszavarószilárdságára gyakorolt hatását vizsgálja.

Катанич-Попович, Й.—Стеванович, М.: Прочность на кручение спекшейся UO_2

При комнатной температуре измерялась прочность на кручение спекшихся образцов UO_2 , отличающихся друг от друга размерами зерен и плотностью. Эти образцы были изготовлены в интервале 900 и 1800 °C из спекшихся в атмосфере водорода и гелия лепешек-сырцов. Доклад излагает исследования влияния пористости и среднего размера зерен на прочность на кручение спекшейся UO_2 .

Katanić-Popović, J.—Stevanović, M.: Torsionsfestigkeit des gesinterten UO_2

Bei Zimmertemperatur wurde die Torsionsfestigkeit der gesinterten UO_2 -Proben verschiedener Korngröße und Dichte gemessen. Die zur Prüfung herangezogenen Proben verschiedener Dichte und mittlerer Korngröße wurden aus grüngerformten Formlingen durch Sintern in Wasserstoff- bzw. Heliumatmosphäre, im Temperaturbereich zwischen 900 und 1800 °C erhalten.

Untersucht wurde der Einfluß der Porosität und der mittleren Korngröße auf die Torsionsfestigkeit des gesinterten UO_2 .

Katanić-Popović, J.—Stevanović, M.: Torsion Strength of Sintered UO_2

Torsion strength of sintered UO_2 samples with various grain size and density was determined at ambient temperature. The samples of different densities and mean value of grain size, were obtained from green pellets sintered in hydrogen and helium atmosphere in the temperature region between 900°—1800 °C. The influence of porosity and average grain size on the torsion strength of sintered UO_2 was analysed.

Egyesületi élet

VIII. Szilikátkémiai Ankét

A MTESZ Esztergom városi szervezetének székháza, korszerűen kialakított előadó-, bemutató- és klubtermeivel, adott szállást az 1972. szeptember 21—22-én megrendezett VIII. Szilikátkémiai Ankétnak, mely a szilikátipar korszerű vizsgálati módszereivel foglalkozott. Az immár ötödször vidéki szervezésben megrendezett ankét lehetővé tette a szilikátipar laboratóriumi dolgozóinak, hogy megismerkedhessenek a szilikátipari nyersanyagok és késztermékek korszerű kémiai vizsgálatán kívül az ásványi összetétel megállapításának új eljárásaival is. Különös figyelmet fordított az ankét arra, hogy a klasszikus eljárásokkal meglehetősen hosszadalmas, időt rabló vizsgálatokat meggyorsító műszeres megoldásokat ismertesse. Ezek révén a laboratóriumi munka annyira meggyorsítható, hogy lehetővé teszi az azonnali, nem egy esetben folyamatos beavatkozást is. Súlyponti kérdésként szerepelt az ankéton az elemzési munka pontosságát és objektív értékelését lehetővé tevő standardminták kérdése és a kapcsolatos valószínűségszámítási problematika is.

Dr. Tamás Ferenc megnyitója után Magyar Lászlóné olvasta fel Trägers Tamás—Magyar Lászlóné

(SZIKKTI) tanulmányát az atomabszorpciós módszerek szilikátipari alkalmazhatóságáról; ez az új módszer hivatott az eddigi klasszikus vegyelemzési módszerek nagyfokú gyorsítására és egyúttal pontosabbá tételére. Az előadás nagy érdeme volt, hogy nemcsak a módszer elméleti alapjait ismertette, hanem részletesen beszámolt a SZIKKTI-ben felszerelt és csaknem egy éve üzemelő műszeren nyert tapasztalatokról is. Mogyorósi Sándorné (Cement-és Mészművek) a szilikátipari standardminták segítségével nyerhető eredményekről, a laboratóriumi munka és dolgozók ellenőrzésében betöltött szerepükről tartott előadást. Ezeket az elsősorban kémiai analitikai jellegű előadásokat az ásványi összetétel meghatározásának kérdéseit tárgyaló előadások követték: Udvardi Miklós (SZIKKTI) a kristályos, Dr. Kotsis Leventéné (Veszprémi Vegyipari Egyetem) az amorf anyagok vizsgálati lehetőségeit, az ezen a területen elért újabb eredményeket ismertette, saját kutatási munkák alapján. Dr. Jónás Klára (Veszprémi Vegyipari Egyetem) a szilikátok szerkezeti vizsgálatára eddig csak elvétve alkalmazott, de rendkívül informatív eljárás, az infravörös spektrográfia elvi alapjait ismertette és felhívta a figyelmet az

infravörös abszorpciós szinképvizsgálattal nyerhető eredmények szerkezeti jelentőségére.

Az ankét második napján a Magyar Optikai Művek Alkalmazástechnológiai Laboratóriumának munkatársai ismertették a vállalat gyártmányainak szilikátipari alkalmazási lehetőségeit: Trischler Ferenc a DIE-elven (direkt injekciós entalpiometria) alapuló, a szilíciumtartalom mennyiségi gyors meghatározására alkalmas új célműszert, a SILICOTHERM nevű készüléket, Póta István az agyagok derivatográfiai vizsgálatának egyes kérdéseit. A szilikátipari laboratóriumokban általánosan ismert derivatográf továbbfejlesztési lehetőségeiről, a termodilatációs görbe, valamint a hevítés során fejlődő gázok titrálási görbéjének, és ezek differenciálhányadosának automatikus regisztrálásáról szolt Fodor Péterné előadása. A MOM munkatársainak előadása után az ismertetett műszereket helyszíni kiállításon lehettek megtekinteni.

Az ankét rendkívül sikeresnek mondható: a vidéki rendezéssel együtt járó kötetlenebb vitalehetőség, a beható tapasztalatcsere aktív közreműködéssel járt. Számos egyesületi tag vett részt az Ankét hivatalos megbeszélésein, vitáin és nem hivatalos eszmecseréin.

Az ankétot értékesen egészítette ki a gazdag kulturális program (városnézés, múzeumlátogatás, orgonahangverseny).

T. F.

A Fialat Iparművészek II. Országos Pályázatának meghirdetéséről és stúdiójuk megalakulásának javaslatáról

A KISZ Központi Bizottságának Kulturális Osztálya programtervezetet dolgozott ki a fiatal művészek számára, hogy ily módon segítse a párt művelődéspolitikájának mindennapi gyakorlatra váltását. Válaszként a fiatal iparművészek néhány hónappal ezelőtt munkabizottságot alakítottak, amely előkészítette a Fialat Iparművészek II. Országos Pályázatát, valamint javaslatot dolgozott ki és terjesztett az illetékesek felé a Fialat Iparművészek Stúdiójának megalakításáról. Az alábbiakban a pályázati kiírás és a Stúdió programtervezete alapján ismertetem a két nagyjelentőségű kezdeményezést.

I. A Fialat Iparművészek II. Országos Pályázatát a KISZ Központi Bizottsága, a Művelődésügyi Minisztérium, a SZOT, a Magyar Képzőművészek Szövetsége, az Iparművészeti Tanács és a Népművelési Intézet hirdette meg — megszervezését és lebonyolítását a Fialat Iparművészek Munkabizottsága vállalta. A pályázat célja komplex és szériában gyártható berendezési tárgyak tervezése művelődési központok; művelődési házak, ifjúsági klubok és klubkönyvtárak számára

Pályázni lehet a következő négy kategóriában:

1. Épület: — könnyen szerelhető, szállítható klubhelyiségek, pl. építő-táborokban, úttörőtáborokban, csapokban stb. gyorsan felállítható, vagy felfújható, könnyűszerkezetes, vagy műanyag elemekkel.

2. Berendezések:

- új szerkezetű és anyagú ülő és korpusz bútorok, térelemek és burkolatok, klubkönyvtár berendezés, kiállítási installáció;
- függöny, bútorhuzat, szőnyeg, kárpit, terítő;
- lámpák, játékok, elektromos eszközök: pl. tv- rádió-lemezjátszó

együttes, erősítők, hangfalak, zenei klubberendezés;

- hamuzók, élelmiszer-, cigaretta-, italtárolók;
- ivóeszközök, alátétek, kávé-, tea-, italkészletek;
- külső-belső feliratok, emblémák, meghívók, belépők, plakátok kiadványok, fotóművészeti alkotások
- szabadtéri színpadok modell jellegű díszletei stb.

3. Ajándék: — emléklapok, jelvények, kendők, zászló.

4. Fialatok kluböltözet: — öltözködési anyagok, női és férfiruhák, ékszerszek, cipő, öv.

A pályázaton részt vehetnek a Magyar Iparművészeti Főiskolán az utóbbi tíz évben (1962 óta) nappali tagozaton végzett tervezőművészek, illetve az 1972-ben végző hallgatók.

A pályázók elképzeléseik megvalósításához személyes kapcsolatot teremtenek a művelődési központok fiataljaival azért, hogy a pályázat valós igényeket elégítsen ki.

A pályázók — a tervezéstől a kivitelezésig — szorosan együttműködnek a gyárak, üzemek fiataljaival, KISZ-szervezeteivel, szocialista kollektívájával és brigádjaival. A kapcsolatok kiépítésében a kiíró szervek a Munkabizottság közvetítésével segítséget és támogatást nyújtanak.

A pályázat kétfordulós. Az első forduló rajzban benyújtható ötlet és tervpályázat. A terveket 60×60 cm-es, vagy 90×90 cm-es formátumban kell elkészíteni. A tervlapokon kizárólag egy négyjegyű szám szerepelhet. A tervcsomaghoz csatolt, négyjegyű számmal ellátott, zárt borítékban mellékelni kell a tervezőt, vagy tervezőcsoport névsorát, címét és a díj megosztási arányát. A terv-

A Szilikátipari Tudományos Egyesületben, a szakosztályok javaslatára megalakult a Finomkerámiaipari Szakosztály Művészeti Szakcsoportja, valamint az Üvegipari Szakosztály Üvegművészeti Szakcsoportja.

A Szakcsoportok mindegyike szorosán együttműködik az „anya” Szakosztály műszaki tagjaival, és így kialakul az ipar területén is a még jobb kapcsolat.

Az „Építőanyag” — mint az Egyesület lapja — elő kívánja mozdítani a Szakcsoportok minél élénkebb és aktívabb működését, valamint céljaik mielőbbi elérését.

Ennek érdekében adjuk közre az alanti tájékoztatót, az illetékesek figyelmébe ajánlva az iparművészek által javasolt STUDIÓ mielőbbi megvalósítását és ugyancsak az „illetékesek” figyelmébe ajánlva a pályázaton való részvételt.

csomagokhoz műleírást, technológiai leírást és ha szükséges, kisléptékű, szállítható makettet lehet mellékelni.

A pályamunkákat 1972. november 1. 24 óráig kell eljuttatni a következő címre: „CLUB-DESIGN 73” pályázat.

Salgótarján, Megyei Művelődési Ház

Az elbírált tervek 1972. november 13-tól december 3-ig a salgótarjáni Megyei Művelődési Házban rendezendő kiállításon kerülnek bemutatásra. A kiállításon a terveken kívül bemutatjuk a művelődési központok, -házak, klubok, ifjúsági és szocialista brigádok írásos elképzeléseit, javaslatait, elvárásait a tervezőkkel szemben. A kiállítás alkalmával találkozókat, vitákat rendezünk Salgótarjánban a tervezők, a művelődési központok fiataljai és a kivitelező ifjúságiak részvételével. Mindezzel célunk, hogy olyan alkotó-munkacsoportok alakuljanak, amelyek a Bíráló Bizottság által alkalmasnak talált terveket továbbfejlesztik, majd kivitelezik.

A második forduló: az alkotó és munkacsoportok pályázata; a kivitelezés. A kivitelezésben részt vehetnek üzemi kollektívák, vagy egyéni kivitelezők, akik pályamunkák kivitelezését biztosítani tudják, és ezzel művelődési házuk, klubuk esztétikusabbá tételéhez hozzá kívánnak járulni.

A kivitelezett munkák beküldési határideje: 1973. május (később meghatározott időpontban). A beadás helye: Budapest, Műcsarnok. 1973 júniusában a kivitelezett tárgyakból kiállítást rendezünk a Forradalmi Ifjúsági Napok keretében a Műcsarnokban. A kiállított tárgyakon szerepeltetni kívánjuk a tervezőművészek és kivitelezők nevét. A Bíráló Bizottság a kiállítás alkalmával ítéli oda

a díjakat, amelyek odaítélésekor az összegek megváltoztatásának jogát fenntartja.

A Bíráló Bizottság tagjai:

1. A Képző- és Iparművészeti lektorátus által felkért tervezőművészek.
2. A díjadományozók képviselői.
3. Megfigyelőként a kiíró szervek és a szakági minisztériumok képviselői.
4. További megfigyelőként a Fiatalköznevelési Munkabizottságának nem pályázó tagjai.

A pályadíjak két kategóriában kerülnek kiosztásra:

1. Egyéni díjak:
 - 1 db 10 000,— Ft-os
 - 3 db 8 000,— Ft-os
 - 5 db 5 000,— Ft-os díj
2. Munkacsoportok díjai:
 - 2 db 40 000,— Ft-os
 - 3 db 25 000,— Ft-os
 - 5 db 15 000,— Ft-os díj

II. A Fiatalköznevelési Munkabizottság Stúdiójára azért van szükség, mert a fiatal iparművészeknek nincs „...a fiatal művészek szakmai kibontakozását, művészi fejlődését meghatározó alkotóműhelye”. Így módon a fiatal iparművészeket nem lehet hatékonyan bevonni a társadalmi közéletbe, a politikai munkába, nem lehet pontosan felmérni szociális helyzetüket, nincs meg a kellő eszköz szakmai munkájuk színvonalának emelésére, a fiatal kritikusokkal és tudósokkal való kapcsolat kiépítésére, ami nélkül a párt művészetpolitikája az iparművészet területén csak esetlegesen érvényesül, és nem hatja át a tervszerűsége.

A megalakítandó Stúdió (alkotóműhely) fő feladata lenne, hogy szerződésekkel rendezze az iparművészek és a gyárak viszonyát. A szocialista nagyipart ellátna sorozatgyár-

tásra alkalmas formatervekkel, az iparművészeket pedig kapcsolná a szocialista termelésbe. Az országos építőmunka terveihez igazodó munkaprogramot dolgozna ki. Esetenként tagjai számára pályázatokat írna ki olyan formatervek és iparművészeti munkák elkészítésére, amelyek iránt társadalmi szükséglet mutatkozik.

Korunk haladó iparművészeinek, formatervezőinek fő célja a társadalom széles rétegeihez eljutó, szériában gyártható, olcsó, esztétikus tárgyak tervezése. Az esztétikus formák keresése nem öncélú, l'art pour l'art feladat, hanem az emberi élet formálásának egyik legfontosabb területe. A szocialista eszmeiségű iparművészet célja az, hogy az esztétikus környezetben az élet emberhez méltó legyen.

A főiskolán ennek szellemében tanítják a fiatalokat. Az életbe kikerülve azonban a fiatal iparművészek többségének nincs meg a lehetősége arra, hogy az említett feladatokat megvalósítsa. A gyárakban dolgozó iparművészek státusa, jogköre nem rendezett, ezért a fiatal iparművészek többsége rövid időn belül kilép az üzemekből és maszek kisiparos lesz. Az Iparművészeti Vállalat zsűrijén keresztül kis szériás dísz tárgyakat, illetve használati tárgyakat készít. Ezek mechanikus kivitelezésével tölti idejének javarészét. Ha az iparművészetnek szocialista arculatot akarunk adni, akkor ezen a helyzeten kell minél előbb változtatni. Az ipari művészet nemcsak azért létkérdése a szocialista kultúrának, mert a tervezőket korszerű megoldásokra segíti, hanem azért is, mert megteremti a művészet fogyasztóit is, nagy szerepe van a tömegek esztétikai kultúrálódásában. Ahogy Marx mondja: „A termelés nemcsak a tárgyi terméket termeli a fogyasztó számára, hanem a fogyasztót is új igényeivel, nemcsak a tárgyat a szubjektum számára, hanem a szubjektumot is a tárgy számára...”

Amíg az iparművészek többsége az Alap vállalatain keresztül emléktárgyakat forgalmaz, csak erős megszorításokkal lehet arról beszélni, hogyan tükröződik a szocialista eszmeiség az iparművészeti alkotásokban.

Mivel a fiatal iparművészeknek nincs társadalmi szervezete, nem beszélhetünk politikai nevelőmunkáról, ennek hatásáról sem, pedig mindez nagyon fontos volna, hiszen az iparművészet — lényegénél fogva — a

társadalom legszélesebb rétegeihez szól. Egyáltalán nem mindegy tehát, hogy művelőinek milyen ideológiai felkészültsége van, mennyire tudatosítják a társadalmi feladatokat.

Javaslatok: A fiatal iparművészek javaslata, hogy az illetékes szervek támogassák elképzeléseiket a Stúdió (alkotóműhely) létrehozására.

A Stúdiónak tagja lehet minden 35 évesnél nem idősebb, 8 évnél nem régebben végzett, főiskolai diplomával rendelkező iparművész, aki valamely gyár, üzem, szövetkezet, tervező iroda (formatervezőknél: formatervező iroda) szerződéses, vagy státusban levő tervezője.

A Stúdió élén vezetőség áll, melyet rendszeres időközönként a tagság választ. A Stúdióban folyó politikai munka vezetése és a szakmai munka támogatása a KISZ-szervezet feladata, amely a KISZ KB-on keresztül kapcsolatot tart az ifjúság más szervezeteivel, közös akciók szervezése céljából.

Az adminisztratív munkák és a jogi képviselő ellátása az egy-két főből álló titkárság feladata. Felügyeleti tanácsadó szervként a Magyar Iparművészeti Főiskola szerepel. A szükséges helységet bérlő, az alkalmazottakat fizető a Művészeti Alap.

A Stúdió feladatai:

1. A kétévenként rendezendő pályázatok díjnyertes alkotásainak elhelyezése, kivitelezésének segítése, szerzői jogvédelme.
2. Ösztöndíj-tervezetek kidolgozása, közreműködés az elbírálásban.
3. Szocialista szerződések kötése vállalatokkal.
4. Tagságának szervezeti erősítése
5. Rendszeres értékelés — kritikuskok, idősebb iparművészek, főiskolai tanárok bevonásával.
6. Pályázatok bonyolítása.
7. Az állami szervek munkájának segítése a fiatalok problémáinak megoldásában.
8. Javaslatétel szociális segélyre.
9. KISZ-szervezet létrehozása, pártaktívanevelés a KISZ KB segítségével, részvétel a KISZ KB társadalmi munkáiban.
10. Kétéves programtervek kidolgozása.
11. Kiállítások szorgalmazása.
12. A Főiskolával való együttműködés programjának kidolgozása és a program bonyolítása.

I N H A L T

<i>Beke, B.</i> : Mahlverfahren und Korngrößenverteilung	361
<i>Juhász, Z.</i> : Mechanochemische Reaktionen	365
<i>Frau Kacsalova, L.</i> : Einfluß der Korngrößenverteilung der nichtplastischen Komponenten auf die Eigenschaften des Porzellans	368
<i>Farkas, Ö.—Csetényi, J.</i> : Zusammenhang zwischen Korngrößenverteilung und Mikrostruktur des Porzellans	369
<i>Wagner, E.</i> : Einfluß der Korngrößenverteilung von Porzellan glasuren und nichtplastischen Glasurkomponenten auf die Porzellan glasuren	373
<i>Frau Mrakovics, P.</i> : Optimale Korngrößenverteilung des Zementrohmebels und der Zemente	375
<i>Bálint, P.</i> : Die Rolle der Korngrößenverteilung der Tone in der Gestaltung der Rohstoff- und Produkteigenschaften der Grobkeramik	377
<i>Takáts, T.—Udvardi, M.</i> : Bestimmung des Kalzit- und Dolomitgehalts der Tone	380
<i>Kocsis, G.—Gerő, G.</i> : Charakterisierung der beim Elektroschmelzen des Glases verwendeten Elektroden	384
<i>Besen, H.</i> : Besonderheiten der thermischen Brechzahländerungen von Titansilikatgläsern	388
<i>Katanič-Popovič, J.—Stevanovič, M.</i> : Torsionsfestigkeit des gesinterten UO_2 ...	392

C O N T E N T S

<i>Beke, B.</i> : Grinding Process and Particle Size Distribution	361
<i>Juhász, Z.</i> : Mechano-chemical Reactions	365
<i>Kacsalova, L.</i> : Effect of the Particle Size Distribution of Nonplastic Components upon the Properties of Porcelain	368
<i>Farkas, Ö.—Csetényi, J.</i> : Interrelationships between Particle Size Distribution and the Microstructure of Porcelain	369
<i>Wagner, E.</i> : Effect of Particle Size Distribution of Nonplastic Glaze Constituents upon the Properties of Ceramic Glazes	373
<i>Mrakovics, P.</i> : Optimum Particle Size Distribution of Raw Meals and Cement ...	375
<i>Bálint, P.</i> : The Role of Particle Size Distribution of Clays on the Raw and Fired Properties of Structural Ceramics	377
<i>Takáts, T.—Udvardi, M.</i> : Determination of Calcite and Dolomite Content of Clays	380
<i>Besen, H.</i> : Refractivity Variation of Titanium Silicate Glass by the Action of Heat Treatment	388
<i>Katanič-Popovič, J.—Stevanovič, M.</i> : Torsion Strength of Sintered UO_2	392

Szárítási eljárás – egyszerűen

A PM-hőkcserélő a szárítási eljárás szerinti cementgyártás számára világos elvet (ellenáramú hőátadás) és céltudatosan egyszerű építési módot eredményezett. Az önhordó szerkezet csökkenti az építési költségeket. A sima ellenáramú akna egyszerű kifalazást és a tagozott építésű hőkcserélőkkel szemben tömítetlenség nélküli kis dilataciót jelent. Az egész berendezés rendkívül kevés összeragadásra hajlamos helyet mutat.

Egyszerű, de *nagy teljesítményű* az a rendszer, ahol a forró füstgázok érintőlegesen lépnek be a hőkcserélő aknába, míltal az intenzív hőátmenethez szükséges hatalmas turbulencia elérhetővé válik. Ennek következtében a termikus hatások igen magas, a füstgázok nyomásvesztése pedig rendkívül alacsony lesz.

Nagy teljesítményű és gazdaságos

Ilyennek mutatkozott a PM-hőkcserélő egy korábbi cementmű ésszerűsítése alkalmával. A kemence teljesítménye 65%-kal növekedett, míg a tüzelőanyag-felhasználás a felére csökkent. Az eközben szerzett tapasztalatok most a 300–3300 t/ato teljesítmény tartományon belül kemence és hőkcserélési sorozatban rendkívül hasznosnak mutatkoznak.

Egyszerűek, teljesítmény-erősek és gazdaságosak azok az új berendezések, bővítések és ésszerűsítések, amelyekkel PRAGOINVEST a cementipart ellátja. Kérjen bőveges információt.

Gyártómű:

PREROV MACHINERY



Exportálja:

pragoinvest

Praha 9. Českomoravská 23.

Csehszlovákia

