

A méz- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a tégl- és cserép- a beton és kő-kavicsipar és a szigetelőanyagok iparának tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

<i>Gallyas Miklós – Végyvári István:</i> Üvegolvasztó kádkemencék áramlási paramétereinek meghatározása radioizotópos módszerrel	41
<i>Lenkei Mária – Rozsnyói Árpád – Bánsághi Zsuzsanna:</i> Burkolólapok készítése különböző kohósalakokkal	52
<i>Wojnárovitsné Hrapka Ilona – Lenkei Mária:</i> Finomkerámiai típusminták szemszerkezetének tanulmányozása lézer-granulométer alkalmazásával	59
<i>Hugyák László:</i> Cementgyártási technológia ellenőrzési módszerei	66
<i>Asztalos András – Bozsó Alla:</i> Acélöntő üstök hazai döngölőanyagainak előállítása és felhasználási tapasztalatai a Dunai Vasműben	69
<i>Gálos Miklós – Molnár István:</i> Kőzetek húzó szilárdsági vizsgálatának vizsgálat-technikai értékelése	71
A világ szilikátiparából	51 és 58
Lapszemle	68
Útibeszámoló	78
VII. Szilikátipari Ifjúsági Napok	80

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Вегвари, И. – Гальяш, М.:</i> Определение параметров потоков в стекловаренных печах радиоизотопным методом	41
<i>Ленкеи, М. – Рожньоу, А. – Ваншаги, Ж.:</i> Изготовление облицовочных плит из различных доменных шлаков	52
<i>Войнаровитиче, Х. И. – Ленкеи, М.:</i> Изучение зернового состава тиловых проб тонкой керамики с помощью лазерного гранулометра	59
<i>Худьяк, Л.:</i> Методы контроля технологии цементного производства	66
<i>Асталош, А. – Божо, А.:</i> Опыт производства и применения отечественных трамбовочных материалов сталелитейных ковшов на Дунайском металлургическом Комбинате	68
<i>Галош, М. – Мольнар, И.:</i> Оценка техники испытания прочности при расяжении пород	71

INHALT

<i>Gallyas, M. – Végyvári I.:</i> Die Bestimmung der Strömungsparameter von Glasschnelzwanneöfen durch radioisotopisches Method	41
<i>Lenkei, M. – Rozsnyói, Á. – Bánsághi, Zs.:</i> Herstellung von Bekleidungsplatten unter Verwendung verschiedener Hochofenschlacken	52
<i>Frau Wojnárovits, Ilona Hrapka – Mária Lenkei:</i> Untersuchung des Kornaufbaues feinkeramischer Typmuster mit der Anwendung von Lasergranulometer	59
<i>Hugyák, L.:</i> Kontrollmethode der Zementproduktionstechnologie	66
<i>Asztalos, A. – Bozsó, A.:</i> Herstellungs-, und Verwendungserfahrungen heimischer Stampfmassen für Stahlgusskokillen bei den Donauer Eisenwerken	69
<i>Gálos, Miklós – Molnár, István:</i> Prüftechnische Wertung der Zugfestigkeitsprüfung von Gesteinen	71

CONTENTS

<i>Gallyas, Miklós – Végyvári, István:</i> Determination of Flow Parameters of Glassmelting Tank Kilns by Radioactive Tracing	41
<i>Lenkei, Mária – Rozsnyói, Árpád – Bánsághi, Zsuzsanna:</i> Manufacture of Ceramic Tiles with Blastfurnace Slags as Raw Materials	52
<i>Hrapka, Ilona (Mrs. Wojnárovits) – Lenkei, Mária:</i> Particle Size Distribution of Typical Ceramic Raw Materials by Laser Granulometry	59
<i>Hugyák, László:</i> Control Methods of Cement Manufacturing Technology	66
<i>Asztalos, András – Bozsó, Alla:</i> Production and Application Experiences of Ramming Bodies for Steelcasting Ladles	69
<i>Gálos, Miklós – Molnár, István:</i> The Testing of Rocks for Tensile Strength – Effect of Testing Parameters	71

Üvegolvasztó kádkemencék áramlási paramétereinek meghatározása radioizotópos módszerrel

GALLYAS MIKLÓS – VÉGVÁRI ISTVÁN

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. ELMÉLETI RÉSZ

Bevezetés

Az üvegyártás előtt álló feladatok között jelentős helyet foglal el a gyártási volumen növelése és a végtermékek minőségének javítása. E feladatok megoldása – a gyártástechnológia módosítása, kádkemence konstrukciók változtatása révén – megkívánja az üvegolvasztó kádkemencében lejátszódó folyamatok (olvasztás, keverés, áramlás, diffúzió, visszaáramlás, stb.) mechanizmusának ismeretét. Az üvegolvasztó kádkemencék üzemi paramétereinek radioizotópos módszerrel történő meghatározása – összekapcsolva a technológiai folyamatok elemzésével, áramlási modellek készítésével – jelentős segítséget nyújthat az üvegyártás optimális körülményeinek tisztázásában.

A radioizotópos áramlásvizsgálatok elvi alapjai

Az üvegolvasztó kádkemence tipikus lassú folyamatú berendezés, ami az olvadék nagy viszkozitásából ($>1000 \text{ P} = 100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$) következik. A kádkemencében az áramló anyagmennyiség állandó, amit a nyerskeverék és a cserép adagolásával biztosítanak. A magas hőmérséklet és az általában kedvezőtlen munkakörülmények miatt az olvadék mozgása megbízhatóan csak radioaktív nyomjelzéssel vizsgálható.

A radioaktív nyomjelzéssel végzett vizsgálatok több olyan követelménynek tesznek eleget, amelyeknek alapvető jelentőségük van a pontos és reprodukálható eredmények elérésében:

- A nyomjelző anyag tömege a kemencében levő olvadék tömegének 10^9 – 10^{12} -ed része, – tehát nem változtatja meg fizikai és kémiai tulajdonságait.
- A jelzőanyag sugárzásának intenzitása az olvasztás során végbemenő folyamatoktól és a hőmérséklettől független.
- Az üvegolvadékból és a végtermékből vett mintákban az indikátor jelenléte roncsolásmentes módszerrel mutatható ki.
- Az olvadék mozgása távolról, a kemence falán keresztül is nyomon követhető.
- Megfelelő felezési idejű izotóp megválasztása esetén, az indikátor természetes bomlása feleslegessé teszi a minták és a végtermékek „radioaktív hulladékként” való kezelését.

A radioaktív nyomjelzéssel végzett áramlásmérések során a jelzőanyag (radioaktív izotóp) koncentrációjának időbeli változását regisztrálják a kádkemence különböző helyein. A kapott függvények $c = f(t)$ alakban írható folytonos vagy diszkrét időeloszlások.

A $c = f(t)$ függvények a kádkemencében lejátszódó különböző folyamatok egymásra hatásának eredői, elemi függvényekkel való leírásuk nehézkes.

A $c = f(t)$ függvények közelítő leírásánál csupán néhány, alapvető szerepet játszó jelenség vehető figyelembe.

A nyomjelző koncentrációjának

– növekedése az olvadékban való szétterjedés

$$\sim [1 - e^{-\alpha(t-t_a)}] \quad (1)$$

– csökkenése a massa kivétele

$$\sim e^{-\beta(t-t_p)} \quad (2)$$

– szabálytalan vagy ciklikus változásai

$$\sim A(t) \quad (3)$$

– csökkenése radioaktív bomlás következtében

$$\sim e^{-\lambda t} \quad (4)$$

(1)–(4) figyelembe vételével a koncentráció időfüggése:

$$c(t) = A(t)[1 - e^{-\alpha(t-t_a)}] e^{-\beta(t-t_p)} \quad (5)$$

ahol α a nyomjelző olvadékban való eloszlását jellemzi, ami általában t_a időkéleltetéssel megy végbe ($t > t_a$). Ha $t < t_a$, akkor még nincs nyomjelző a masszában, azaz $c(t) = 0$, $A(t) = 0$.

β a nyomjelzőnek az olvadékkal együtt történő kivételét jellemzi. A t_p az ún. puffertidő, ami a nyomjelző adagolása és a kádkemencéből történő kivételének kezdete közötti időtartam. Ha $t < t_p$, akkor az (5) egyenlet 3. tagjának értéke 1.

Nagy t értékek esetén a koncentrációváltozást elsősorban a nyomjelző anyagnak a rendszerből való távozása okozza, ami lehetővé teszi az (5) összefüggés egyszerűsítését:

$$c(t) \approx c_0 e^{-\beta t} \quad (6)$$

A $c(t)$ görbét logaritmikusan léptékben ábrázolva elkülöníthető az a tartomány, ahol a folyamat a (6) összefüggéssel írható le és az alábbi egyenesel közelíthető:

$$\ln c(t) = \ln c_0 - \beta t \quad (7)$$

A (7) egyenlet alapján lehetővé válik $c(t)$ -nek olyan nagy t értékekre való meghosszabbítása, amelyeknél a koncentráció nehezen mérhető (kis intenzitás, többszáz órás mérések lebonyolítási nehézségei, stb.). A nagyobb t értékekre extrapolált $c(t)$ görbékből kiszámíthatók a kádkemence üzemi paraméterei.

A korábban már említett t_p puffertidő az üveg-olvasztó kádkemence egyik alapvető paramétere. Ismeretében számítható a

– puffertérfogat (V_p):

$$V_p = t_p \cdot \bar{v}_p \quad (8)$$

ahol \bar{v}_p az olvadék kivétel átlagos sebessége, a $(0, t_p)$ időintervallumban, dimenziója: m^3/δ .

f – puffertömeg (M_p):

$$M_p = V_p \cdot \rho \quad (9)$$

ahol ρ az üvegolvadék sűrűsége (kg/m^3).

– maximális áramlási sebesség ($v_{p, \max}$):

$$v_{p, \max} = \frac{l}{t_p} \quad (10)$$

ahol l az izotóp beadagolási, ill. kivételi helye közötti legrövidebb távolság. (A $v_{p, \max}$ általában a felszíni áramlás sebessége.)

A kádkemence üzemére jellemző másik alapvető időparaméter az üvegmassza *átlagos tartózkodási ideje*, az az időtartam, ameddig a nyerskeverék a kádkemencében tartózkodik, megolvad, majd megjelenik az üvegkivételnél.

Az átlagos tartózkodási idő a

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} c(t) t dt}{\int_0^{\infty} c(t) dt} \quad (11)$$

összefüggés alapján számítható a $c(t)$ függvényből.

A kádkemencében történő keveredésre jellemző a tartózkodási idő szórása, ami a

$$\sigma^2 = \frac{\int_0^{\infty} c(t) (t - \bar{t})^2 dt}{\int_0^{\infty} c(t) dt} \quad (12)$$

egyenletből számítható.

A harmadik alapvető időparaméter a technológiai (elméleti) tartózkodási idő:

$$t_e = \frac{V}{\bar{v}_{kl}} \quad (13)$$

ahol V a kádkemencében levő üvegmassza teljes térfogata, \bar{v}_{kl} az üvegkitermelés átlagos sebessége $t = 0$ -tól $t = t_n$ -ig terjedő időintervallumban (m^3/δ).

Az elméleti és az átlagos tartózkodási idő ismeretében a következő paraméterek számíthatók:

– aktív térfogat (V_a)

$$V_a = \bar{t} \cdot \bar{v}_{kl} \quad (14)$$

– holt térfogat (V_h), ami a $0 < t < t_n$ vizsgált időintervallumban nem vesz részt az áramlásban

$$V_h = V - V_a = (t_e - \bar{t}) \cdot \bar{v}_{kl} \quad (15)$$

– kihasználtsági tényező (ψ)

$$\psi = \frac{V_a}{V} \cdot 100 = \frac{\bar{t}}{t_e} \cdot 100 (\%) \quad (16)$$

A $c(t)$ görbéről további 2 időparaméter olvasható le:

- maximális jelzőanyag koncentrációhoz tartozó idő, t_{\max}
- a jelzőanyag 50%-ának eltávozásához szükséges idő, t_{50}

A fentiekén kívül még az alábbi kiegészítő paramétereket definiálják:

- átlagos tartózkodási idő relatív szórása, R ,

$$R = \frac{\sigma}{\bar{t}} \quad (17)$$

(általában: $0,5 < R < 1$)

- középérték hányados, τ

$$\tau = \frac{\bar{t}}{t_{50}} \quad (18)$$

(általában: $1 < \tau < 1,5$)

- felületi koefficiens (az intenzitás-idő görbék aszimmetriájára jellemző), φ

$$\varphi = \frac{\int_0^{t_{\max}} c(t) dt}{\int_0^{\infty} c(t) dt} \quad (19)$$

(általában: $0 < \varphi < 0,5$)

- Peclet-szám (az üvegolvadék mozgását jellemző diffúziós keverésnél), Pe , ami az alábbi összefüggésből számítható:

$$R^2 = \left(1 - \frac{1}{Pe} - \frac{1}{Pe^2}\right) \cdot \frac{2}{Pe} \quad (20)$$

Az áramlási és hőmérsékleti tér, valamint a tartózkodási idő eloszlás függvények ismeretében elkészíthető az üvegolvasztó kádkemence fizikai modellje (matematikai modellek általános áramlási és hőmérsékleti képet nyújtanak, részproblémák megoldására nem alkalmasak).

A kádkemencében az olvadék valódi áramlása 2 modellel – dugattyú-áramlás (plug-flow), ill. ideális keverés (ideal mixing) – közelíthető.

Dugattyú-áramlásnál az áramló anyag valamennyi térfogateleme azonos tartózkodási idővel rendelkezik, ami a belépésük, ill. távozásuk közötti időtartam.

Ideális keverésnél a vizsgált komponens a belépés pillanatában ($t = 0$) homogén módon oszlik el a berendezés teljes térfogatában.

A gyakorlatban egyik modell sem fordul elő „tisztán” formában, a dugattyú-áramlást leggyakrabban axiális keverés kíséri. A nyomjelző

elkeveredése a teljes olvadékban csak bizonyos késéssel érhető el, mivel a keverési folyamatot zavarják a

- keresztirányú konvekciós áramlások
- konvekciós áramlások megnyúlása
- koncentrációk kiegyenlítődése diffúzió révén
- holt terek
- gyors felszíni áramlások (by-pass)

A valódi áramlásnak a 2 határesetből való eltérése a tartózkodási idő eloszlási függvényekkel jellemezhető. A belső tartózkodási idő eloszlásra, vagyis a kádkemencében levő anyag korára az $I(t)$ eloszlásfüggvény jellemző.

Mivel $t = 0$ és $t = \infty$ között a teljes anyagmennyiség a kádkemencében tartózkodik:

$$\int_0^{\infty} I(t) dt = 1 \quad (21)$$

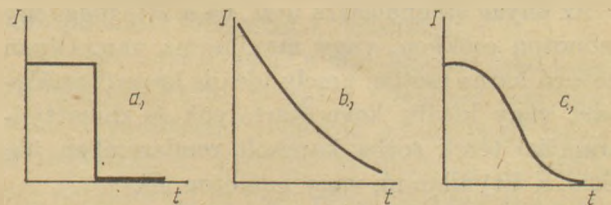
A külső tartózkodási idő eloszlását, vagy a kádkemencéből kilépő anyag korának eloszlását az $E(t)$ függvény írja le. Mivel $t = 0$ és $t = \infty$ között a teljes anyagmennyiség kilép:

$$\int_0^{\infty} E(t) dt = 1 \quad (22)$$

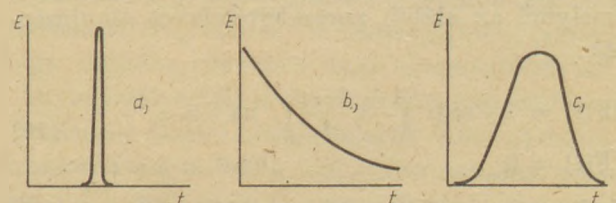
A tartózkodási idő eloszlás függvénye, az $F(t)$ függvény, a t -nél kisebb korok előfordulásának relatív gyakoriságát határozza meg:

$$F(t) = \int_0^t E(t) dt \quad (23)$$

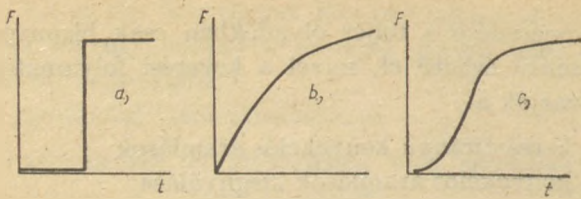
Az $I(t)$, $E(t)$ és $F(t)$ függvény alakját a dugattyú-áramlásra, tökéletes keveredésre, ill. a kádkemencében áramló üvegolvadéokra az 1, 2, 3/a., b. és c. ábra mutatja.



1. ábra. Belső tartózkodási időeloszlások
a) dugattyúáramlás; b) tökéletes keverés; c) üzemi berendezésben



2. ábra. Külső tartózkodási időeloszlások
a) dugattyúáramlás; b) tökéletes keverés; c) üzemi berendezésben



3. ábra. Tartózkodási időeloszlás függvények
a) dugattyúáramlás; b) tökéletes keverés; c) üzemi berendezésben

A dugattyúáramlás és a tökéletes keveredés ideális esetétől való eltérés mértékének jellemzésére különböző mértékszámokat dolgoztak ki, ezek az adott rendszer tartózkodási időeloszlás függvényeinek ismeretét tételezik fel. Ilyen mérőszám pl. a holt tér nagysága [1. (15) egyenlet], az anyagvisszatartási szám, és az intenzitásfüggvény.

Az anyagvisszatartási szám, H , megadja a kádkemencébe juttatott anyag azon frakciójának mennyiségét, ami V térfogat átáramlása után, azaz $t = 1$ -nél, még a kádkemencében tartózkodik:

$$H = \int_0^1 F(t) dt \quad (24)$$

Dugattyúáramlás esetén $H = 0$, tökéletes keveredésnél pedig $H = 0,368$, így a H értékében a keveredés, azaz az ideális áramlástól való eltérés mértéke tükröződik.

Az anyag keveredését nemcsak az anyagmozgások (turbulencia, recirkuláció, stb.) okozhatják, hanem az anyag áramlásainak egyenetlenségei, rövidzárak, holt terek is, amikben az anyag stagnál, vagy áramlása lassú. A kétfajta keverőhatás az intenzitásfüggvény, $\lambda(t)$, alapján különböztethető meg egymástól:

$$\lambda(t) = \frac{E(t)}{1 - F(t)} \quad (25)$$

Az anyag stagnálására utal, ha a $\lambda(t)$ függvény monoton csökken, vagy maximuma van. Olyan keverő hatás esetén, amely ideális keverőtartályban, vagy ideális keverőtartályok és dugattyúáramlási terek sorba kapcsolt rendszerében jön létre, a $\lambda(t)$ állandó, vagy monoton nő.

Az üvegolvasztó kádkemencék anyagáramlásainak leírására szolgál a Wolf-Resnick modell, amelynél az alábbi peremfeltételeket alkalmazták:

$$\begin{cases} F(t) = 1 - \exp\left(-\eta \frac{t-\varepsilon}{t}\right), & \text{ha } t \geq \varepsilon \\ F(t) = 0, & \text{ha } 0 < t < \varepsilon \end{cases} \quad (26)$$

ahol η a keveredés hatékonyságára jellemző faktor, értékének 1-től való eltérése a keveredés

tökéletlenségének mértéke. Dugattyúáramlásnál $\eta \rightarrow \infty$, ideális keverésnél $\eta = 1$. Az ε a bemeneti (jelzőanyag adagolási) impulzus fáziseltolódása: dugattyúáramlásnál keverés nincs, a nyomjelző az üvegmassza kivételi helyén is impulzusszerűen jelenik meg a pufferidő (t_p) elteltével, azaz $\varepsilon = t_p$. Ideális keverésnél $\varepsilon = 0$, tökéletes keverésnél $\varepsilon \leq 0$ (de $\varepsilon < 0$ csak $\eta < 1$ esetén). Üvegolvasztó kádkemencéknél általában a $\eta > 0$ és $\varepsilon > 0$ eset fordul elő.

A valódi áramlás bonyolult folyamatok eredője. A felszíni áramlás dugattyúáramlás jellegű, részaránya 1% körüli. Az üvegolvadék fő árama a lineáris áramlásból és az axiális keveredésből alakul ki, és az olvadék bizonyos hányada visszaáramlik az adagoló felé. A homogenizálódás folyamatára jellemző az ideális keverési fokok száma:

$$n = \frac{1}{R^2} \quad (27)$$

ahol R az átlagos tartózkodási idő relatív szórása.

A reális áramlási kép megvalósításához n számú ideális keverőt kell sorba (vagy párhuzamosan) kapcsolni.

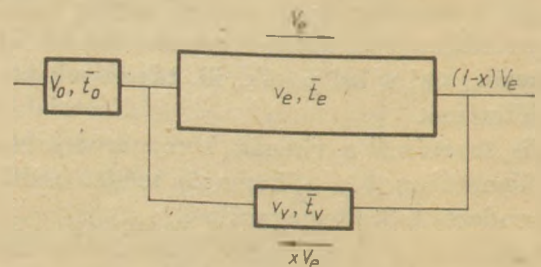
Az előre- és visszaáramlás arányának meghatározására szolgáló modellt mutat be a 4. ábra.

Az ábrán V_e, \bar{t}_e, v_e , ill. V_v, \bar{t}_v, v_v jelöli az előrehaladó, ill. visszaáramló olvadékmennyiség térfogatát, átlagos tartózkodási idejét és sebességét, x a visszaáramló anyaghányadot. Az utóbbi az

$$x = \frac{V_v \cdot \bar{t}_e}{V_e \cdot \bar{t}_v} = \frac{v_v}{v_e} = \frac{t - \bar{t}_e}{\bar{t} + \bar{t}_v} \quad (28)$$

összefüggés alapján számítható.

A tartózkodási idő vizsgálata nemcsak arra ad felvilágosítást, hogy az olvasztótérben elegendő ideig tartózkodik-e az üveg az olvasztás fizikai-kémiai folyamatainak lejárásához, hanem arra is, hogy a kemence egyes szerkezeti megoldásai, a fűtémód, az elektródok helyzete, stb. hogyan befolyásolja az eloszlási függvények alakját. Pl. egy kádkemence vizsgálatánál megállapították, hogy küszöb nélkül az üvegnek



4. ábra. Üvegolvadék előre- és visszaáramlásának meghatározására szolgáló modell

mintegy 70%-a közvetlenül az átfolyóba jut és csak 30% kerül a felszínre (a melegebb rétegbe), és tesz meg hosszabb utat. A beépített küszöb viszont az áramlások nagy részét a felszínre tereli, így az előbbi arány 40% – 60%-ra módosul.

Nyomjelzés

Az üvegolvasztó kádkemencék radioizotópos anyagáramlás vizsgálatának egyik legfontosabb momentuma a megfelelő nyomjelző és aktivitásának megválasztása, aminél a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- az indikátor olyan vegyület alakjában álljon rendelkezésre, ami megtalálható a nyerskeverék komponensei között, oldódik az üvegmasszában és nem párolog el a kádkemencében,
- a vizsgálatok időtartama 60–120 óra, megfelelő felezési idejű és aktivitású izotóp szükséges a detektálhatóság biztosításához,
- indokolatlanul hosszú felezési idejű jelzőanyag alkalmazása sugárvédelmi szempontból kedvezőtlen,
- a kemencefal (és az olvadék) abszorpciója miatt csak kemény γ -sugárzó (1,0–2,5 MeV energiájú) izotópok jöhetnek számításba,
- gazdaságosság: az egyes izotópfajták előállítási költségei nagymértékben különböznek (egyesek csak importból szerezhetők be).

A fenti szempontoknak a tapasztalatok alapján a ^{24}Na - és ^{140}La -izotóp felel meg a leginkább.

A ^{24}Na -izotóp az ipari vizsgálatoknál széles körben alkalmazott nyomjelző. Elterjedésének oka elsősorban kedvező felezési idejében (15,4 óra), könnyű detektálhatóságában (γ -energiái, 1,368, ill. 2,754 MeV) és olcsóságában rejlik. A Na_2CO_3 hordozóban előállított ^{24}Na -izotóp a kisebb kapacitású (10–40 tonnás), főként öblös-üveggyári, üvegolvasztó kemencék vizsgálatára alkalmas, ezekben az olvadék tartózkodási ideje nem haladja meg a felezési idő 3–4-szeresét. A rövid felezési idő és a kemény γ -sugárzás előnye mellett ugyanezen paramétereknek hátránya, hogy a gyors bomlás miatt általában nagy aktivitások szükségesek a vizsgálatokhoz, ami sugárvédelmi szempontból több gondot igényel.

Nagy kapacitású (100 tonnán felüli) kádkemencék hosszabb ideig (100–120 óra) tartó áramlásvizsgálatához ^{140}La -izotópot (La_2O_3 hordozóban) célszerű használni. Felezési ideje (40,2 óra), kemény γ -sugárzása (1,597 MeV) méréstechnikai szempontból kedvező. Előállítási költségei, a

hosszabb besugárzási idő miatt, nagyobbak, mint a ^{24}Na -izotópé.

Korábbi vizsgálataink során neutronforrásban felaktivált nyerskeverék alkalmazásával is próbálkoztunk. Kétségtelen előnyei (a jelző és jelzett anyag azonos kémiai összetétele, nagyobb homogenitás) mellett hátránya, hogy adott fajlagos aktivitás eléréséhez nagyobb mennyiségű anyagot kell a neutronforrásban besugározni (költségnövekedés), másrészt a besugárzás során a ^{24}Na -izotóp mellett a Mg, Al, Ca, Fe és Mn különböző tömegszámú izotópjai különböző felezési idejűknél és energiájuknál fogva jelentős mértékben megnehezítik a detektálást és az intenzitás-idő görbék kiértékelését.

A nyomjelzésnél a hordozó vegyülettel együtt kb. 10 g-nyi izotópot néhány kg nyerskeverékben – a lehetőségekhez képest – egyenletesen elkeverik. A műveletet – a nagy aktivitás és az ennek megfelelő nagy sugárdózisszint miatt – gyorsan kell végezni, ami nem teszi lehetővé a tökéletes homogenizálást. A nyerskeverékben elosztatott izotópot az adagolón keresztül juttatják az olvasztótérbe (pillanatszerű jelzés). Pl. egy 2 100 tonnás kádkemencénél 110 GBq aktivitású ^{140}La -izotópot használtunk nyomjelzésre, 6 részre osztva, 5–5 kg-nyi nyerskeverékben elkeverve.

Detektálás

Az üvegolvasztó kádkemencébe juttatott, az inaktív anyaggal elkeveredő és vele együtt áramló aktív anyag útja a kemencén kívül telepített detektorokkal, valamint az olvadékból és a végtérmekekből vett minták fajlagos intenzitásának mérésével követhető. A jelzett anyag koncentráció-változásairól tehát folyamatos és szakaszos információkat szolgáltat a detektálás.

A külső detektálásnál a kádkemence falai mentén meghatározott helyekre telepített mérőegységek a radioaktív sugárzás intenzitását mérik és regisztrálják. Egy-egy mérőegység szcintillációs detektorból (a nagy áthatolóképességű γ -sugárzás érzékelésére), scalerből vagy ratemeterből (számláló vagy beütésszámátlag mérő, a detektor jeleinek feldolgozására) és adatrögzítőből (analóg vagy digitális, vonalíró vagy nyomtatóíró) áll.

A sugárzás-érzékelő detektorokat (tip. ND-130) vízhűtéssel (üzemi hőmérsékletük $< 50^\circ\text{C}$) és kollimátorral látjuk el. A kollimátor egyrészt csökkenti a háttérsugárzás zavaró hatását, másrészt – részével az áramlás irányára merőlegesen állítva – biztosítja, hogy a detektor szcintillációs

kristálya csak a közvetlen előtte elhaladó aktív anyag sugárzását érzékeli.

A szcintillációs detektorok jeleit kétcsatornás ratemeterek (típ. NP-351) vagy egycsatornás scalerek (típ. NK-350) dolgozzák fel. A műszerek mind integrális, mind differenciális üzemmódban működtethetők. Megfelelő aktivitás esetén a differenciális üzemmód alkalmazása az intenzitásmérés pontosságát jelentősen javítja.

A ratemeterekhez csatlakoztatott kétcsatornás vonalírók (típ. NM-302, Analcont) folyamatosan regisztrálják az időegységre átlagolt beütésszámot. Az adatok számítógépes kiértékelése szempontjából előnyösebb a szcintillációs detektorokat számlálókhoz csatlakoztatni, amelyek az intenzitásértékeket digitális formában jelentik meg. Kísérleteket folytatunk az analóg jelek jelátalakítón keresztüli, mikroprocesszoros adattároló és feldolgozó egységbe juttatására, ami mind a mérést, mind az adatok kiértékelését megkönnyíti.

A scalerek egy meghatározott – előválasztható – időtartamra eső impulzusszámot mérnek; a hozzájuk csatlakoztatott adatrögzítők (típ. GNP-516-5) 6 számláló mérési adatait rögzítik egyidőben.

Az olvadék felszínéről és a végtermékből különböző időközökben vett mintákat hűtés után porítjuk, szitáljuk, vagy azonos méretűre vágjuk (siküveg), és fajlagos intenzitásukat a helyszínen kialakított laboratóriumban 100 minta mérésére alkalmas automatikus mintaváltóban üreges szcintillációs detektorral (típ. ND-131/F) és scalerrel (típ. NK-350) határozzuk meg. A mérés közben – elsősorban az esetleges szennyezettség miatt – rendszeresen ellenőrizzük a háttérsugárzás intenzitását és a mérőműszerek stabilitását. Utóbbihoz és a fajlagos aktivitások számításához hitelesítő sugárforrásokat (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{228}Ra etalonsorozatokat) használunk.

A mérési eredmények kiértékelése

A kádkemence különböző helyein a mérőegységek által regisztrált intenzitás-idő, ill. a vett üveg-minták fajlagos intenzitás-idő függvényéről leolvasható:

- az intenzitás változása a mérési idő előre haladtával,
- az izotóppal jelzett anyag megjelenésének időpontja a kádkemence meghatározott helyein,
- a puffer idő és a hozzátartozó intenzitás,
- a jelzett anyag maximális mennyiségének átha-

ladását érzékeltető intenzitáscsúcsához tartozó időpont,

- az izotópnak a kádkemencéből való eltávozásának (intenzitás érték háttérszint kétszeresére csökkenése) ideje.

A görbék adataiból pedig – a (10)–(27) egyenletek felhasználásával – meghatározhatók az elméleti részben definiált üzemi paraméterek.

Az $N(t)$ függvény emelkedő szakaszának, ill. a maximum utáni néhány görbepont felhasználásával – az intenzitásértékek normál eloszlását feltételezve – számítógép segítségével határozzuk meg a mérési pontokat legjobban megközelítő görbe egyenletét.

A SZIKKTI Energetikai Osztályán kidolgozott program az alábbi összefüggéssel közelíti az intenzitás-idő görbét;

$$Y(x) = A(x + B)^C e^{D+x} + E \quad (29)$$

ahol Y az x időponthoz tartozó intenzitás. A program a betáplált mérési adatok alapján a fenti függvény A , B , C , D , E paramétereit a legkisebb négyzetek módszerével határozza meg.

Az intenzitás-idő görbéken általában két jelentősebb intenzitás maximum látható. Az első az ún. felszíni áramlásra jellemző (by-pass) csúcs. Az adagolón át bejuttatott radioaktív anyag egy része „végigfut” az üveglvadék felszín közeli rétegében. (A jelenség megfelel a hagyományos üveggyári áramlásméréseknél alkalmazott tégláúsztatásnak.)

A második – az előzőnél jóval szélesebb – intenzitásmaximum az üveglvadékban lejátszódó keveredésre, homogenizálási folyamatra utal. A kisebb helyi minimumok az intenzitásmérés statisztikus jellegéből és a kádkemencében előforduló – rövid ideig tartó – stagnálásból és visszaráamlásokból származnak.

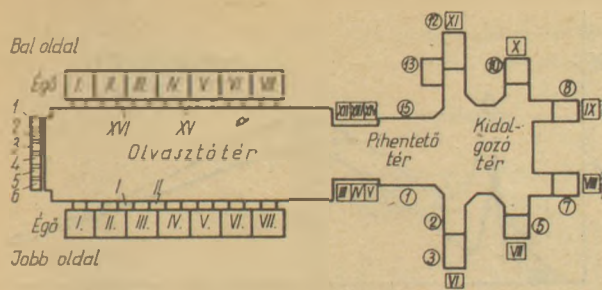
II. KÍSÉRLETI RÉSZ

Siküveglvasztó kádkemence radioizotópos áramlásvizsgálata

Az üveggyári kádkemencék radioizotópos áramlásvizsgálatáról adott általános elméleti és gyakorlati összefoglaló után röviden ismertetünk egy konkrét áramlásmérést, és a mérési eredményekből levonható technológiai következtetéseket.

A radioizotópos anyagáramlás vizsgálatot egy Pittsburg típusú, 2100 tonnás földgáztüzelésű kádkemencén végeztük.

A kádkemence sémája az 5. ábrán látható. A radioaktív sugárzást folyamatosan detektáló



5. ábra. Siküvegolvasztó kádkemence rajza
(a detektorok helye római, a mintavételi helyek arab számmal jelölve)

szcintillációs számlálócsövek telepítési helyét római, a mintavételi helyeket arab számokkal jelöltük. A mélységi áramlás vizsgálatához a szűkület két oldalán 3–3 detektort helyeztünk el egymás alatt 40–40 cm-re. A felvett intenzitás-idő görbék közül a 6. ábra az olvasztótérben, a 7. ábra a szűkületben, a 8. ábra a kidolgozóterben elhelyezett detektorok számlálási sebességét mutatja. A 9. ábrán az olvadékból, a 10. ábrán pedig a húzógépekről vett minták fajlagos intenzitás-idő görbéit

1. táblázat

Pufferidők és az intenzitásmaximumok idői a siküvegolvasztó kádkemence különböző helyein

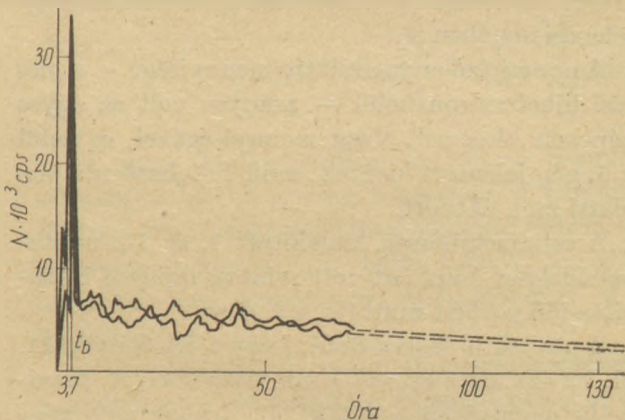
	puffer-idő (óra)	intenzitás (cpm)	intenzitás-maximum	
			helye (ó)	értéke (cpm)
Detektorok				
I	2,4	17 113	4,8	17 752
II	3,4	15 787	25,8	7 574
III	10,2	9 152	37,9	8 350
IV	—	—	46,7	6 383
V	—	—	48,6	8 021
VI	20,6	10 304	63,8	8 409
VII	17,9	12 155	61,5	11 532
VIII	15,2	16 365	58,9	10 414
IX	14,4	15 748	55,7	11 052
X	19,6	12 688	60,8	9 113
XI	23,6	6 233	68,0	9 545
XII	12,0	10 197	40,6	9 416
XIII	—	—	51,8	7 522
XIV	—	—	52,9	8 987
XV	6,6	8 224	32,6	9 106
XVI	3,7	28 749	5,2	28 533
Mintavevőhelyek				
1	11	9 774	46	11 315
2	15	13 838	60	12 072
3	21	9 033	65	8 123
5	19	12 241	61	8 974
7	16	15 486	59	11 502
8	14	14 793	58	12 237
10	20	13 887	62	11 008
12	23	9 830	67	11 956
13	23	9 175	64	12 187
15	12	14 899	49	13 203
Gépek				
1	22	10 280	64	12 818
2	20	12 105	62	12 968
3	16	21 600	60	23 120
4	16	35 381	56	23 849
5	20	15 499	62	15 800
6	24	35 420	68	11 842

tüntettük fel. Valamennyi görbe jellemző paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

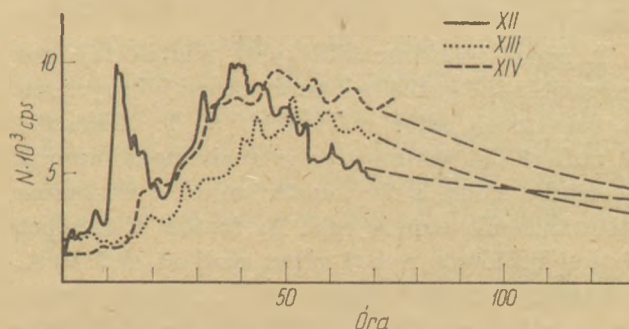
A 6. ábra görbéiről leolvasható, hogy az izotóp kb. 1 óra elteltével jelenik meg az I és 2 óra elteltével a XVI detektor előtt, maximális intenzitását 2,4, ill. 3,7 óra múlva éri el. Az intenzitás ezután — a visszaáramlásra utaló kisebb helyi maximumoktól eltekintve — fokozatosan csökken (a szaggatott vonal a számítógépes program segítségével extrapolált értékeket ábrázolja). A görbékéből, valamint az 1. táblázat adataiból — megállapítható, hogy az olvasztótérben a kádkemence bal és jobboldalán különböző sebességgel és különböző mennyiségű nyomjelző halad a szűkület felé. A pufferidők értékéből arra lehet következtetni, hogy a jobboldalon gyorsabb volt az üvegmassza áramlása. A detektorok által mért intenzitásértékek összehasonlításából kiderül, hogy a baloldalon 1,2–1,4-szer nagyobb mennyiségű nyomjelző áramlott.

Ez nem a nyomjelzési metodika hibája, mivel az izotóp egyenlő adagokban, egyenlő távolságra elosztva, egyidőben jutott az olvasztótérbe. A görbékben jelentkező kisebb helyi minimumok és maximumok a jelzett anyag visszaáramlására utalnak.

A 7. ábra a baloldali szűkületben egymás alatt



6. ábra. Az intenzitás változása az idő függvényében az I. és XVI. detektor előtt



7. ábra. Az intenzitás időbeli változása az üvegolvasztó kemence szűkületében elhelyezett detektorok (XII., XIII., XIV) előtt

elhelyezett detektorok (XII, XIII és XIV) által felvett intenzitás-idő görbéket mutatja. A görbék, valamint az 1. táblázat adatai – tanúsága szerint a felszíni áramlás 10,2 (jobboldal), ill. 12,0 óra (baloldal) alatt érte el az olvadék felső, 40 cm-es rétegét, legnagyobb mennyisége pedig 41 óra elteltével haladt el a detektor előtt. A felszíntől 40, ill. 80 cm mélyen elhelyezett detektorok (IV és V., ill. XII. és XIV) természetesen nem észlelhették a felszíni áramlást, így a megfelelő intenzitás-idő görbéken csak 1 – 1 nagyobb maximum található (46,7 és 48,6, ill. 51,8 és 52,9 óra). A felszíntől lefelé haladva tehát csökken az olvadék áramlási sebessége, amit a hőmérsékletkülönbségből származó viszkozitásbeli eltérések indokolnak. Az intenzitásmaximumhoz tartozó értékek összehasonlítása azt bizonyítja, hogy még a pihentetőtérben is a baloldalon haladt el nagyobb mennyiségben a nyomjelző anyag.

A kidolgozó térben áramló olvadék sebességéről és relatív mennyiségéről ad információt a 8. ábra. A gyors felszíni áramlás 17,9, ill. 19,6 óra alatt érte el a 2. ill. 5. húzógépet, míg az elsődleges intenzitásmaximumok 60,8, ill. 61,5 óra elteltével jelentkeztek. Az 1. táblázat adatai szerint a felszíni áramlás először a 4. gépet érte el, majd sorrendben a 3., 2., 5., 1. és 6. gép következett. Hasonló a sorrend az intenzitás-maximumok megjelenési idejében is.

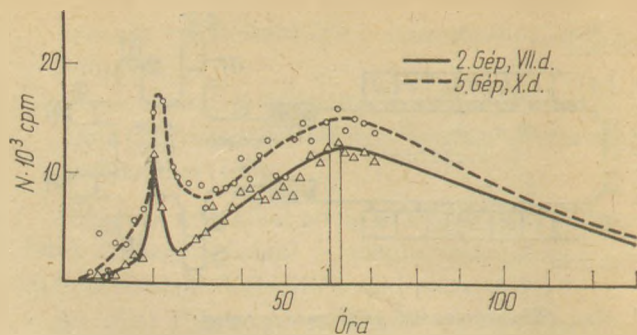
A nyomjelző anyag relatív mennyisége – a mérési hibahatáron belül – arányos volt az egyes gépeken kitermelt üveg mennyiségével, egyedül a 6. gép jelentett kivételt, amit feltehetően a gép alatti zseb okozott.

A szimmetrikusan kialakított 1. és 15. mintavevőhelyen óránként vett minták fajlagos intenzitás-idő görbéit mutatja a 9. ábra.

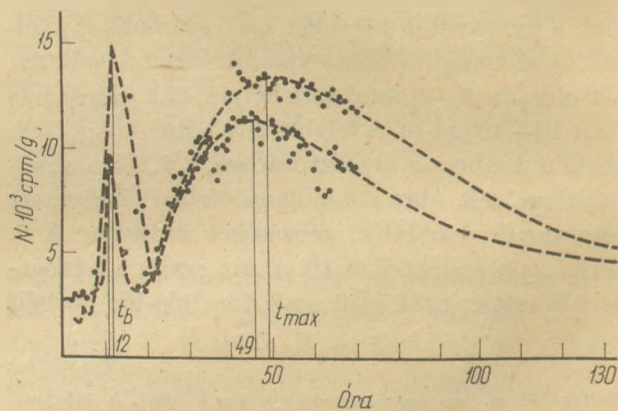
A görbéről leolvasható, hogy a jelzőanyag 11, ill. 12 óra alatt érte el a mintavevőhelyet, maximális mennyisége a 46., ill. 49. órában vett mintában volt kimutatható. A baloldalon itt is később, de nagyobb mennyiségben érkezik meg az izotóp.

A gépek húzókamráiból vett minták fajlagos intenzitás-idő görbéinek paraméterei jól egyeznek a detektorok által mértekkel. (l. 1. táblázat.) A pufferidők, valamint az intenzitásmaximumok sorrendje mind a folyamatos, mind a szakaszos detektálásnál azonos volt. Az izotóp a 4. gépet érte el legelőször, és a 6. gépet utoljára. A 3. és 4., valamint a 2. és 5. gépnél a t_{max} közel azonos, az 1. és 6. gépnél mért időkben 2 óra különbség mutatkozott.

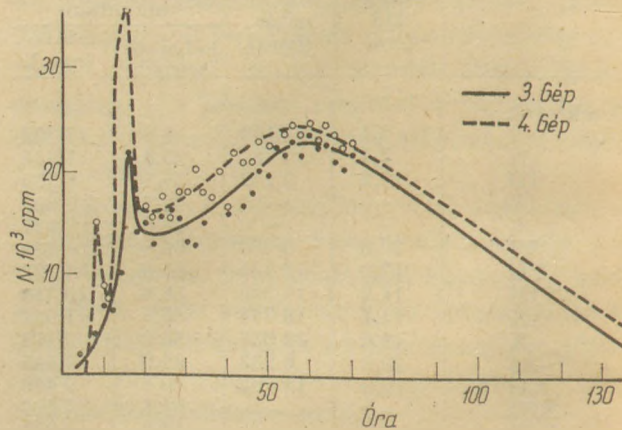
A késztermékből (gépekről) vett minták faj-



8. ábra. Az intenzitás időbeli változása az üveghúzó gépeknél elhelyezett detektorok (VII., X.) előtt



9. ábra. A fajlagos intenzitás változása az idő függvényében az 1. és 15. helyen vett mintákban



10. ábra. A végtermék intenzitásának változása az idő függvényében a 3. és 4. gépnél

lagos intenzitás-idő görbéiből mutat be kettőt a 10. ábra. A 10. ábráról leolvasható, hogy a 3. és 4. gépnél azonosak voltak a pufferidők (16 óra), de az intenzitásmaximumok helyében 4 órás különbség mutatkozott (60, ill. 56 óra). A 2. és 5. gépnél mind a pufferidők (20 óra) mind a t_{max} -ok (62 óra) megegyeztek (l. 1. táblázat). A pufferidők, ill. t_{max} -ok sorrendje itt is megfelel az egyes gépek kitermelési sebessége sorrendjének, kivéve a 6. gépre vonatkozó értékeket.

Az üvegolvasztó kádkemence méreteinek ismeretében meghatározott áramlási sebességeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az olvadék áramlási sebessége a kádkemencében

útszakasz	hosszúság l (m)	puffer- idő t_p (óra)	max. sebesség $v_{p, max}$ (m/óra)	útszakasz	hossz. l (m)	puffer- idő t_p (óra)	max. seb. $v_{p, max}$ (m/ó)
adagoló – I d.	9	2,4	3,75				
II	12,5	3,4	3,68				
III	34,5	10,2	3,38				
IV	34,5	–	–				
V	34,5	–	–				
VI	52,5	20,6	2,55	szűkület- VI	18	10,4	1,73
VII	56,5	17,9	3,16	VII	22	7,7	2,86
VIII	60	15,2	3,95	VIII	25,5	5,0	5,10
IX	60	14,4	4,17	IX	25,5	3,4	7,50
X	56,5	19,6	2,22	X	22	7,6	2,89
XII	34,5	12,0	2,88				
XIII	34,5	–	–				
XIV	34,5	–	–				
XV	16	6,6	2,42				
XVI	9	3,7	2,43				

3. táblázat

Az 1–6. húzógépre vonatkozó üzemi paraméterek radioizotópos mérés alapján

Gép	m_{kl} (t/ó)	V_{kl} (m ³ /ó)	t_p (óra)	m_p (t)	V_p (m ³)	t_{max}	$t_{50\%}$	\bar{t} és σ	H
1.	0,898	0,360	20,6	18,50	7,42	63,8	119,3	145,7 ± 80,5	0,316
2.	0,999	0,400	17,9	17,88	7,16	61,5	126,1	158,2 ± 90,6	0,308
3.	2,585	1,036	15,2	39,29	15,75	58,9	133,6	174,3 ± 93,8	0,257
4.	3,013	1,207	14,4	43,39	17,38	55,7	137,9	172,5 ± 92,0	0,270
5.	1,732	0,694	19,9	33,95	13,60	61,1	123,2	159,6 ± 84,6	0,288
6.	1,338	0,536	23,6	31,58	12,65	68,0	107,1	143,1 ± 80,2	0,325
össze- sen:	10,565	4,233	–	184,59	73,96	–	–	–	–
átlag:	–	–	18,6	–	–	61,5	124,5	158,9 ± 88,0	0,294

A 2. táblázat adataiból megállapítható, hogy az üvegmassza áramlási sebessége az olvasztótérben a kádkemence jobb oldalán nagyobb volt, mint a baloldalon, és mindkettő értéke csökkent a szűkület felé haladva. Az olvadék homogenizálódása a 2. égőpár után indult meg, a felszínről a kemencefenék felé irányuló áramlás (ami a hossz tengely irányába eső sebességkomponens értékét csökkenti) hatására jutott a nyomjelző anyag a mélyebb rétegekbe. Újbóli felszínre jutását az intenzitás-idő görbéken mutatkozó helyi maximumok jelezték. Az olvasztótérben elsősorban a hőmérsékleti (viszkozitás) viszonyok szabják meg az áramlási sebességet.

A pihentetőtérből a kidolgozóterbe, ill. a húzókamrákba irányuló áramlás sebességét már nagyrészt a gépek húzási sebessége (kitermelési sebesség) szabja meg. Ennek megfelelően a 3. és 4. géphez áramlik az olvadék a legnagyobb, az 1. és 6. géphez a legkisebb sebességgel. A 6. géphez irányuló áramlás sebességét kismértékben a zseb is csökkenti.

Az egész kádkemencére vonatkozó áramlási sebességek kisebb szórást mutatnak, a szimmetrikusan elhelyezett gépekhez irányuló áramlások sebessége a hibahatáron belül azonos. Az egész kádkemencére vonatkozó átlagsebesség: 3,16 m/h.

A termelési adatok ismeretében meghatározott, a kádkemence üzemelésére jellemző paramétereket (az 1–6. húzógépre vonatkozó mérések eredményei alapján) a 3. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adataiból megállapítható, hogy a kádkemence egészére a 18,6 órás pufferidő és a $158,9 \pm 88,0$ órás átlagos tartózkodási idő jellemző. A nyomjelző ágens 50%-ának eltávozásához átlagosan 127,2 óra szükséges. A különböző áramlási (és kitermelési) sebességeknek megfelelően az egyes gépekre vonatkozó \bar{t} értékek is különbözőek.

A mérési adatok ismeretében számos üzemi paraméter meghatározható. Az elméleti technológiai eltávozási idő a (13) egyenlet alapján:

$$t_0 = \frac{2100 t}{10,565 t/\acute{o}} = 198,8 \text{ óra}$$

A kemence össztérfogata az üvegsűrűség ismeretében:

$$V_0 = \frac{2100 t}{2,496 t/m^3} = 841,3 m^3$$

A kemence aktív térfogata (14):

$$V_a = 158,9 \text{ óra} \cdot 4,233 m^3/\acute{o} = 672,6 m^3$$

Holt térfogat (15):

$$V_h = 841,3 - 672,6 = 168,7 m^3$$

A kemence kihasználtsági tényezője (16):

$$\psi = \frac{672,6 m^3}{841,3 m^3} \cdot 100\% = 79,9\%$$

Az átlagos tartózkodási idő relatív szórása (17):

$$R = \frac{88,0 \text{ óra}}{158,9 \text{ óra}} = 0,554$$

A középérték hányados (18):

$$\tau = \frac{158,9 \text{ óra}}{127,2 \text{ óra}} = 1,25$$

Az intenzitás-idő görbék asszimetriájára jellemző felületi koefficiens (19):

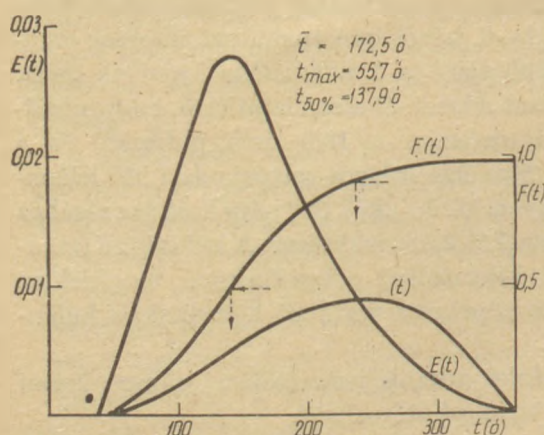
$$\varphi = \frac{34648 \text{ cpm}}{115\,493 \text{ cpm}} = 0,30$$

A Peclet szám (20) alapján iterációval számítva:

$$Pe = 5,28$$

Az intenzitás-idő görbék alapján elkészíthető tartózkodási idő eloszlásfüggvények közül a 4. gépre vonatkozóakat mutatja a 11. ábra.

Az $E(t)$ görbéről leolvasható, hogy adott időpontban a jelzett anyag hányadrésze halad el a detektor előtt. Pl. a 140. órában a beadagolt



11. ábra. A 4. gépre vonatkozó eloszlásfüggvények (E , F) és intenzitásfüggvény (λ)

izotóp 2,4%-a jelentkezik a 4. gépen húzott üvegben. Az $F(t)$ görbéről az egyes időpontokhoz tartozó relatív gyakoriság olvasható le. Pl. a 4. gépen a jelzett anyag 50, ill. 90%-ának eltávozásához 140, ill. 240 óra szükséges. A $\lambda(t)$ görbe alakjából az a következtetés vonható le, hogy a kádkemencében stagnáló zónák vannak, amit az $F(t)$ görbének az ideálistól eltérő alakja és a számított üzemi paraméterek is igazolnak.

A (26) egyenlet alapján kiszámítottuk a Wolf-Resnick modell 2 jellemző paraméterét. Az $\eta = 1,69$, ill. $\varepsilon = 0,50$ értékekből az a következtetés vonható le, hogy a holt tereket magában foglaló kádkemencében a fokozatosan homogenizálódó massa dugattyús áramlással jut az üveghúzó gépekhez. A folyamat messze van az ideális keveredéstől, hiszen a keverés a kádkemence térfogatának csak 79,9%-ában megy végbe.

A (27) egyenlethől n értékére 3,26 adódott, ami arra utal, hogy a kádkemence üzeme 3 ideális keverő sorba, ill. párhuzamos kapcsolásával közelíthető meg. Az olvadék nagy tömege miatt a homogenizálási folyamat lassú, s nagy a valószínűsége annak, hogy – a tartózkodási idő kisebb értéke miatt – nem kielégítő a húzógépekhez jutó massa homogenitása. Ez a jelenség a keverés intenzívebbé tételével (helyi fűtés, bubbling, stb.), valamint a felszín közeli gyors áramlás (by-pass) megszakításával csökkenthető.

IRODALOM

- Wolf, D. – Resnick, W.: IARC Fundamentals, 1963. 4. p. 287 – 293.
 Gémesi J. – Szöllösi J.: Építőanyag, 1968. 7. p. 264 – 269.
 Zschocher, H.: Silikattechnik, 1973. 3. p. 83 – 88.
 Hovorka, J. – Thyn, J.: Radioisotopy, 1979. 5. p. 667 – 680.
 Daku L.: Építőanyag, 1979. 11. p. 412 – 421.
 Gallyas M. – Végvári I.: SziKKTÍ kutatási jelentés, 30-2/178., 1980.
 Leyens, G. – Smrcek, J. – Thyn, J.: Glastechnische Berichte, 1980. 5. p. 124 – 129.
 Végvári I. – Gallyas M.: 8. Ibausil, Weimar, 1982. Sekt. 4. p. 74 – 75.
 Végvári I. – Gallyas M.: Silikattechnik, 1982. 5. p. 153 – 154.

Gallyas Miklós – Végvári István: Üveglvasztó kádkemencék áramlási paramétereinek meghatározása radioizotópos módszerrel

Üveglvasztó kádkemencék tervezéséhez és üzemeltetéséhez elengedhetetlenül szükséges adatokat szolgáltat a radioizotópos anyagáramlás vizsgálat. Az alapfogalmak, elméleti megfontolások és vizsgálati metodika ismertetése után a radioizotópos áramlásvizsgálat megtervezését, lebonyolítását és a kapott eredmények kiértékelését a konkrét példán mutatjuk be.

Nyomjelzőként ^{140}La -izotópot használtunk, aminek útját a kemence mellett elhelyezett 16 detektorral, ill. a 10 mintavételi helyről és a 6 gépről származó minták fajlagos intenzitásának mérésével követtük nyomon. Az intenzitás-idő függvényeket számítógépes program segítségével értékelve kiszámítottuk a kemence üzeme-

lésére jellemző paramétereket. Az olvadék átlagos sebességére 3,16 m/ó, átlagos tartózkodási idejére 158,9 óra adódott. A kemence holt térfogata 168,7 m³, kihasználtsági foka 79,9% volt.

Гальяш, М.—Вегváри, И.: Определение параметров потоков в стекловаренных ваннах печах радиоизотопным методом Для проектирования и эксплуатации стекловаренных ваннах печей необходимые данные могут быть получены испытанием потоков материала с помощью радиоизотопного метода. После описания теоретических обоснований основных понятий и методики испытания авторами приводятся конкретные примеры проектирования и выполнения испытания потоков с помощью радиоизотопного метода, а также оценки полученных результатов.

В качестве меченого изотопа применялся изотоп ¹⁴⁰La, путь которого прослеживался с помощью 16 детекторов, размещенных рядом с печью, или же с 10 мест отбора проб, путем измерения относительной интенсивности проб от 6 машин. На основании оценки зависимостей интенсивность-время, проведенной с помощью программы вычислительными машинами, были рассчитаны параметры, характерные для работы печей: средняя скорость стеклорасплава-3,16 м/час., среднее время пребывания 158,9 час; мертвый объем печи 168,7 м³; степень использования 79,9%.

Gallyas, M. – Végvári, I.: Die Bestimmung der Strömungsparameter von Glasschmelzwanneöfen durch radioisotopisches Methode.

Die Untersuchung der radioisotopischen Materialströmung liefert unerlässliche Angaben für den Entwurf und den Betrieb der Glasschmelzwanneöfen. Nach der Darstel-

lung der Grundbegriffe, der theoretischen Überlegungen und des Untersuchungsmethodes werden die Planung und Abwicklung der Strömungsuntersuchungen und die Auswertung der erhaltenen Ergebnisse anhand eines konkreten Beispielen gezeigt.

Für die Markierung wurde ein La-140-Isotop angewandt, dessen Weg von sechs Maschinen, von 10 Probenahmestellen durch 16 Detektoren mit der Messung der spezifischen Intensität verfolgt wurde.

Aus den Intensität-Zeit Funktionen können die den Ofenbetrieb charakterisierenden Parameter gerechnet werden. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Schmelzes betraegt 3,16 m/h, für die durchschnittliche Haltezeit ergab sich 158,9 Stunden. Das nichtgebrauchte Volumen des Ofens betraegt 168,7 m³, der Ausnützungsgrad dessen 79,9% ist.

Gallyas, Miklós – Végvári, István: Determination of Flow Parameters of Glassmelting Tank Kilns by Radioactive Tracing

Title method gives useful data for the design and operation of glassmelting tank kilns. The paper gives – after discussing basic principles, theory and methodology – a detailed description and a worked example of the planning, organisation and data evaluation of a flow measurement. ¹⁴⁰La was used as tracer, its movement studied by 16 detectors and 16 sampling places (10 from the kiln, 6 from the machine). Intensity vs. time functions were data processed to obtain characteristic parameters of kiln operation. In the example given the av. flow velocity and av. hold time of the melt was 3.16 m/h and 158.9 h, respectively, inactive volume of the kiln 168.7 m³, effectivity 79.9%.

A világ szilikátiparából

A világ legnagyobb és legkorszerűbb szilika-előkészítőműve az NDK-ban

Bad Lausick-ban, 35 km-re Lipsés-től délre az NSZK-beli Hazemag és Salzgitter Industrietechnik cégek üzembe helyezték a világ legnagyobb és legkorszerűbb szilika-előkészítő üzemét. Az előkészítőmű építése 16 hónapig tartott, összesen 180 szerelő és építőmunkás dolgozott, és a beruházási munkák télen – 18 °C külső hőmérséklet esetén is megszakítás nélkül folytak.

Az előkészítőmű fő egységei:

- Nyersanyagraktár pofástörővel és kalapácsos malommal. A porképződést vízporlasztással és elszívó berendezéssel csökkentik.
- Előkészítő egység mosódobbal, szárítóval, kúpos- és hengeres törővel valamint golyósmalommal.
- Az anyagokat 24 db egyenként 30 m³-es silóban tárolják, ahonnan automatikus adagolók adják elektronikus mérlegeken át a kollerjártokra.
- Konténer függőpálya a techno-

lógiai épületbe történő anyagszállításához.

- Kapcsoló- és mérőterem számítógépes irányítással.

Az előkészítőből elszívott levegő mennyisége 100 000 m³/óra. Az épületet klímaberendezésen keresztül látják el kis túlnyomáson tiszta levegővel. (Szerk.) (H. W.)

(Sprehsaal, 1982. 9.)

Sialon az új kerámiai anyag

Szilícium, alumínium, oxigén és nitrogén az összetevő elemei annak a nagykeménységű anyagnak, amelyet a Newcastle-i egyetem kutatói fejlesztettek ki. Az anyag 22 hónapra 5 hónapra csökkentette a Rolls-Royce hajtómű turbinakerekének előállításának időszükségletét. (H. W.)

(Schweizer Aluminium Rundschau, 1982. 4.)

„Kerámia Diesel motorral” kísérleteznek az NSZK-ban

A nyugatnémet Klöckner-Hum-

boldt-Deutz cég „kerámia Diesel motort” próbál ki. Az új motor alapötlete olyan dugattyú, melynek felső része kis hővezetőképességű acél, az alsó rész alumínium. Állítólag az új motor hatásfoka 10%-kal jobb a hagyományos Diesel motorok hatásfokánál. (H. W.)

(Schweizer Aluminium Rundschau, 1982. 4.)

Folytatódik az azbesztfelhasználás csökkenése

Az Eternit AG az 1981. évet 56,7 millió DM veszteséggel zárta (1980-ban 8,5 millió DM nyereséget könyvelt el.) A cég forgalma 8%-kal csökkent, 546 millió DM-re, ezen belül az azbesztcement eladása 16%-kal volt alacsonyabb. Az 1982. évi kilátások sem kedvezőbbek a vállalat számára, a forgalom 20%-os visszaesése mellett 20 millió DM-es veszteséget jósolnak. (H. W.)

(Industrial Minerals 1982. 8.)

Burkolólapok készítése különböző kohósalakokkal

LENKEI MÁRIA – ROZSNYÓI ÁRPÁD – BÁNSÁGHI ZSUZSANNA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A magyarországi kohósalakokban a CaO 40–47%; a SiO₂ 37–42%; az Al₂O₃ 5–8%; a MgO 2–8% között változik. A kémiai összetétel alapján bázikus kohósalakok képződnek (1). A hűtési módtól függően a megszilárdult salakokban eltérő a kristályos és az üveges fázis aránya. A cementgyárak igényei szerint készített, gyorsan hűtött salakokban nagyon kevés kristályos fázis alakul ki. Lassú hűtésnél a CaO–SiO₂–Al₂O₃–MgO rendszer bonyolult egyensúlyi viszonyainak megfelelően a gehlenit és az akermanit elegy-kristályai mellett: merwinit, rankinit, forsterit és cyclo-wollasztonit képződik.

A kohósalakok a kémiai összetétel és az olvadási viselkedés alapján 1100 °C alatti égetési hőmérsékletű porózus masszák (2) és 1200 °C körül olvadó mázak készítésére vehetők számításba.

Vizsgálataink szerint, a nedves technológiájú massa és mázkészítés során az egyes kohósalakok különböző hidratálódási képessége különböző mértékben és módon befolyásolja az iszapok reológiai tulajdonságait. A munka során külön figyelmet fordítunk a reológiai tulajdonságok alakulásának vizsgálatára.

Vizsgálati anyagok

Azonos kohóból származó, két különböző módszerrel hűtött salakot választottunk ki a kísérletekhez. A salakok egy részét 1150 °C-on újra égettük. A négyféle salakot nedvesen őrltük, 60 mikrométer alatti szemcsenagyságúra. Az iszap egy részét infralámpák alatt beszárítottuk, másik részét közvetlenül felhasználtuk. Az egyes salakok megkülönböztetésére használt jelzések a fenti táblázatban láthatók.

A reológiai vizsgálatokhoz sárisápi iszapolt kaolint, meszes és mészszegény vörösre égő agyagokat, csempe massa készítéséhez az utóbbiakat használtuk fel. Folyósító anyagok: Na-tripoli-foszfát, Dolaflex B, Vanisperse CB, Dispex N 40.

Minta előkészítés	Gyorsan hűtött, granulált	Lassan hűtött, habosított
Száraz őrlés	G ₀	H ₀
Nedves őrlés	G ₁	H ₁
Nedves őrlés, szárítás, iszapolás	G	H
Égetés, nedves őrlés, szárítás, iszapolás	GF	HF

Vizsgálati módszerek

A salakok szerkezetét röntgendiffrakcióval, JEOL CuK Zeiss UR 10 infravörös spektroszkóppal, MOM derivatográfákkal vizsgáltuk. Az olvadási viselkedést Leitz hevítőmikroszkóppal és a masszánál gradiens kemencében való égetéssel határoztuk meg. A fajlagos felületet levegőáteresztéses Tovarov módszerrel mértük. A porozitást vízfelvétel méréssel és Carló Erba higanypenetrációs poroziméterrel határoztuk meg.

A különböző iszapok reológiai tulajdonságait Rheotest 2 rotációs viszkoziméterrel növekvő és csökkenő nyírósebességgel felvett folyásgörbékkel mértük. A τ nyírófeszültség-D-nyírósebesség görbékből az $\eta = \tau/D$ összefüggés alapján számítottuk a viszkozitást. A folyás jelleget a görbe iránytangensével jellemezzük $m = \log D_1 - \log D_2 / \log T_1 - \log T_2$, ha $m > 1$ pseudoplasztikus, ha $m < 1$ dilatans folyásról beszélünk. A táblázatokban a készítés napján és a 24 óra vagy annál hosszabb idejű állás után mért folyásgörbékkel az m értékeket és a 48 s⁻¹ nyírósebességhez tartozó viszkozitásértékeket tüntetjük fel.

Eredmények

A kohósalak – víz rendszer folyási viselkedése

A 45% szárazanyag-tartalmú folyósító nélkül készített malomiszapok nyírásra híguló folyással jellemezhetők, az őrlési idő végén mért viszkozitások kicsik (1. táblázat G₁, H₁). A görbék növekvő és csökkenő nyírósebességgel felvett szakasza között nincs hiszterézis. Az idő függvényében az iszapok viszkozitása növekedik, 24 óra állás után

Kohósalak—víz iszapok reológiai paramétere

Kohósalak jele	Száranyag %	Folyósító mennyiség %	Viszkozitás mPas		m	
			azonnal	24 óra után	azonnal	24 óra után
Folyósító nélkül						
G ₁	45	0	36	nem mérhető	2,8	nem mérhető
G	60	0	133	nem mérhető	2,6	nem mérhető
GF	60	0	539	nem mérhető	2,1	nem mérhető
H ₁	45	0	96	nem mérhető	3,3	nem mérhető
H	60	0	575	nem mérhető	1,9	nem mérhető
HF	60	0	504	nem mérhető	1,9	nem mérhető
Na-tripolifoszfát						
G	60	0,2	192	143	3,1	2,8
GF	60	0,8	252	276	2,9	2,9
H	60	0,2 – 2,0	nem mérhető		—	—
HF	60	0,6	240	263	2,6	2,6
Dolaflux B						
G	60	0,2	83	95	2,0	2,2
GF	60	1,6	239	239	2,3	2,5
H	60	1,7	456	312	2,6	2,5
HF	60	1,7	100	239	1,6	2,1

pasztaszerű az örlemény, a viszkozitás nem mérhető.

Az örlemények újra iszapolásával készített 60% szárazanyag tartalmú iszapok folyásgörbéin a növekvő és csökkenő nyírósebességű szakaszok között kismértékű, tixotrópiára jellemző hiszterézis alakul ki. Az eredeti granulált G salakot tartalmazó iszapok viszkozitása lényegesen kisebb a többinél. Az újraégetés a granulált salaknál kedvezőtlenül, a habosított salaknál kedvezően változtatta a reológiai tulajdonságokat. 24 óra állás után az újra iszapolt salakok iszapjai is besűrűsödnek.

Az eredmények szerint mindkét salaknál hidratáció következik be. Az iszapok pH-ja a nedves örítés végén 7,5 – 8 közötti érték, állás során fokozatosan 7-re csökken. Egészen híg vizes oldatokban fehér csapadék képződése is megfigyelhető, ebben röntgendiffrakcióval kalciumkarbonátot azonosítottuk. A hidratáció tehát hidroxil majd a levegő CO₂-jének hatására karbonátok képződésén keresztül megy végbe. A termoanalitikai vizsgálatok eredményeiből (1. ábra) látható, hogy vizes közegben, különböző hőmérsékleten bomló vegyületek alakulnak ki. A lassan hűtött salaknál például száraz örítés esetén (H) 0,6% a súlycsökkenés, a nedvesen örített salaknál 5,5% (H). A DTA görbén az eredeti G és H salakoknál a

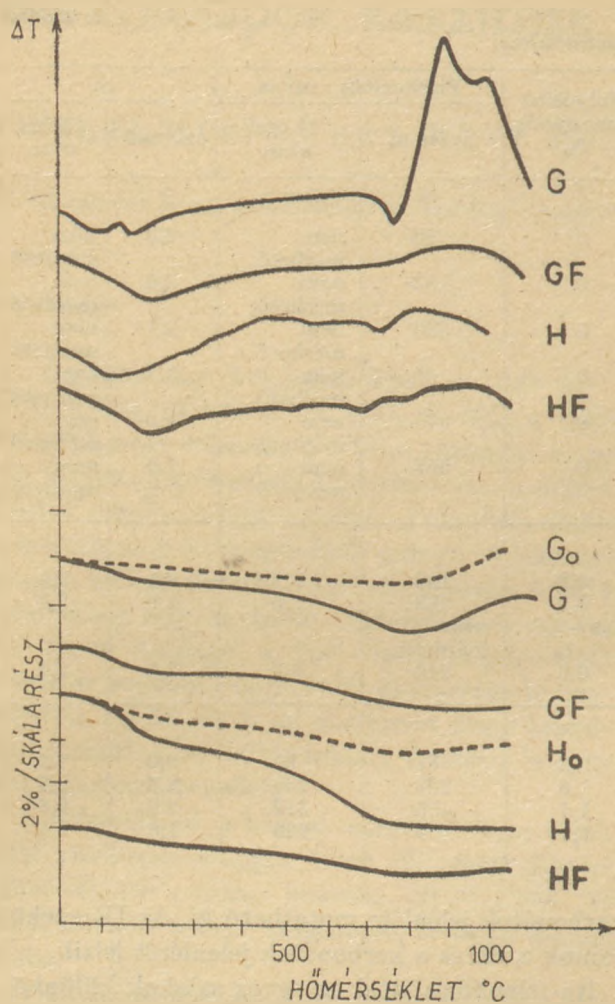
karbonátok jelenléte mutatható ki. Az IR spektrumok a víz és a karbonátok jelenlétét jelzik.

Na-tripolifoszfáttal az egyes salakok különbözően reagálnak. Hasonlóan az elektrolitmentes iszapokhoz nyírásra híguló jellegű (m = 1,6 – 3,1) folyási tulajdonságok figyelhetők meg (1. táblázat). Hiszterézis nem alakul ki a folyásgörbén. A NTP az eredeti G salak iszapjának viszkozitását kissé növeli, a H salak iszap viszkozitás növekedése olyan nagy mértékű, hogy csak a szárazanyag tartalom lényeges csökkentése után mérhető. Az újra égetett GF és HF salakok viszkozitása NTP-tal kisebb, mint folyósító nélkül és az idő függvényében lényegesen kevésbé változik.

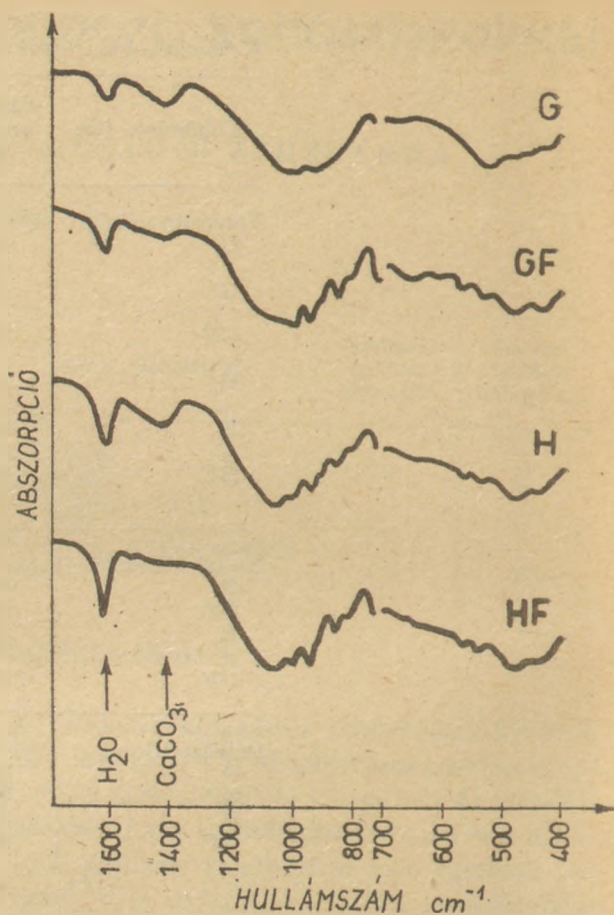
A foszfátmentes dolaflux B folyósítóval készült iszapok kedvezőbbek. A lassan hűtött H salak vizes diszperziójának viszkozitása is mérhető, 24 óra állás során a viszkozitás alig változik, 72 óra után az eredeti iszapok viszkozitása már nem mérhető.

A kohósalak-agyag-víz rendszer folyási viselkedése

Az 50% kaolin és 50% kohósalak tartalmú iszapokat 55% szárazanyag tartalommal készítettük. A 3. táblázatban közölt viszkozitási értékek megfelelő értékeléséhez megjegyezzük, hogy



1. ábra. Kohósalak érlemények derivatogramjai



2. ábra. Kohósalak érlemények IR spektrumai

2. táblázat

Kohósalak—kaolin—víz iszapok reológiai paramétereit, szárazanyag tartalom 55%

Kohósalak jele	Folyósító menny. %	Viszkozitás mPa.s			m		
		azonnal	24 óra után	360 óra után	azonnal	24 óra után	360 óra után
Na-tripolifoszfát							
Kaolin	0,15	35	35	—	1,1	1,1	—
G	1	22	150	—	0,8	2,2	—
G ₁	1	23	250	—	1,0	3,7	—
GF	1	1185	1660	—	3,4	1,6	—
H	1	35	227	—	0,9	1,6	—
H ₁	1	23	140	—	0,9	2,7	—
HF	1	35	60	—	1,2	1,7	—
Dolaflex B							
G	1,2	20	16	40	1,2	1,2	2,0
G ₁	1,2	23	36	—	1,0	1,4	—
GF	1,2	852	756	—	3,2	2,6	—
H	1,2	30	130	—	1,1	2,2	—
H ₁	1,2	47	60	—	1,3	1,4	—
HF	1,2	95	252	—	1,9	2,6	—
Vanisperse CB							
G	0,3	672	779	—	3,6	3,1	—
GF	1,1	456	431	624	2,8	2,7	2,7
H	2,7	625	527	580	2,2	2,1	1,7
HF	2,0	564	360	264	2,9	2,6	2,1

a kísérleti NIRO Cl atomizerünkben a porlasztás akkor megfelelő, ha az 48 s^{-1} -nél mért viszkozitás max. $400 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, 1310 s^{-1} -nél max. $100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$. Az 55% szárazanyag-tartalom nem az optimálisan elérhető, hanem az összehasonlíthatóság kedvéért kiválasztott érték.

A kohósalak nélkül készített, 55% szárazanyag-tartalmú kaoliniszap viszkozitása 0,15% NTF-tal $35 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, $m = 1,1$ (2. táblázat).

A kohósalak az elektrolitigényt lényegesen megnöveli. Az 1% NTF-ot tartalmazó iszapok közül a két eredeti kohósalak (G, H) dilatans, a két újraégetett (GF, HF) nyírásra híguló folyásjellegű eredményez. Az idő függvényében valamennyi iszap viszkozitása és m értéke nő. NTF-tal különösen kedvezőtlenül viselkedik az újraégetéssel nyert GF salak iszapja, ennek viszkozitása rendkívül nagy. Legkedvezőbb folyási tulajdonságokkal a G és a H salak-iszapok rendelkeznek. A beszárítás kissé megváltoztatja a salakiszapok reológiai tulajdonságait. A G_1 , H_1 salakörleményekhez közvetlenül keverve a kaolint, a fentiekkel közel azonos a frissen készített iszap viszkozitása, de az állás után mért nagyobb m értékek kedvezőtlenebbek.

A dolaflex B lényegesen kedvezőbben folyósítja a kohósalak-kaolin iszapokat. Azonos szárazanyag-tartalom esetén általában kisebbek a viszkozitás értékek. A dolaflex-szal folyósított iszapok stabilitását jelzi, hogy 24 óra állás után a viszkozitás érték alig nő, a G, G_1 és a H salakot tartalmazó iszapok viszkozitása 72 óra után is mérhető. Itt jegyezzük meg, hogy az idő függvényében bekövetkező viszkozitásnövekedés a folyósító minőségén kívül annak mennyiségétől is függ. Az optimálisnál kevesebb elektrolitot tartalmazó iszapok viszkozitása különösen nagy mértékben nő állás során. A G salakot tartalmazó iszap 0,2% dolaflex B-vel folyósítva már 24 óra alatt besűrűsödik. A 3. táblázat szerint 1,2% dolaflex B mellett 360 óráig is híg marad.

A humáttartalmú folyósítókkal az előzőkhöz képest lényegesen eltérő eredményeket nyertünk. A Vanisperse CB-vel készített iszapok viszkozitása és a viszkozitás nyírósebességtől való függése nagy, $m = 2,2 - 3,6$, a folyáshatár nem csökkenthető megfelelően alacsony értékre. Az iszapok viszkozitása viszont az idő függvényében egyre csökken, amellett, hogy a folyásgörbék iránytangense lényegében változatlan marad.

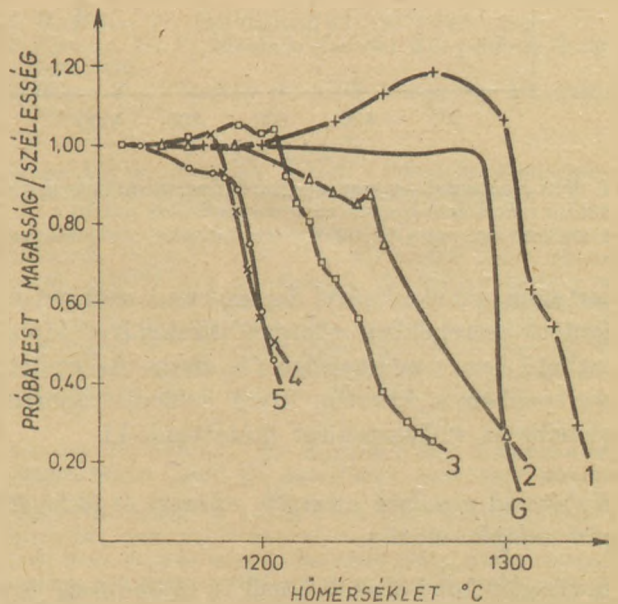
Az iszapok agyagásványos komponensei természetesen lényegesen befolyásolják a folyási tulajdonságokat. A csempemasszák készítésére felhasznált kis mésztartalmú agyag, mely kohó-

salak adagolással nem zsugorodó csempemassza előállítására is alkalmas, önmagában nem folyósítható a fenti anyagokkal. Optimálisan 0,15% NTF+1% dispex-et tartalmazó iszapja porlasztható. A G kohósalak 50%-a a dispex igényt 1,5%-ra emeli, az iszapok 24 óra állás után nem sűrűsödnek be.

A kohósalak-agyag rendszer kerámiai tulajdonságai

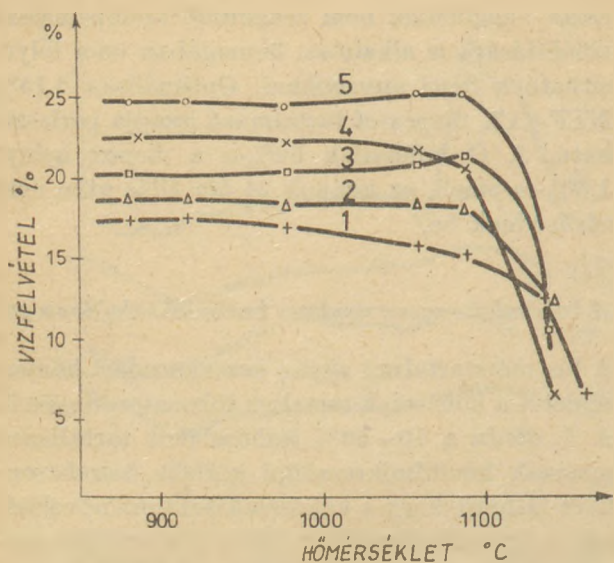
A kis mésztartalmú agyag bezugorodási hőmérsékletét a kohósalak tartalom fokozatosan növeli. A 3. ábrán a 10–50% kohósalakot tartalmazó masszák hevítőmikroszkópi görbéit összehasonlítva látható, hogy a kohósalaktartalom növelésével a masszák lágyulása egyre alacsonyabb hőmérsékleten következik be és az olvadás folyamata egyre gyorsabbá válik. Az ábrán a próbatestek magasság/szélesség viszonyát tüntettük fel a 20°C -os állapothoz viszonyítva. Az 50% kohósalakot tartalmazó massa olvadási tulajdonságai szerint már kis viszkozitású mázrendszerként fogható fel, olvadási görbéje folyamatosan csökkenő, míg a nagyobb agyagtartalmú masszák görbéin az olvadáspont környékén duzzadásra és felforrásra utaló változásokat figyelhetünk meg.

Gradiens kemencében égetett próbatestek vízfelvétel értékeinek alakulása azt mutatja (4. ábra), hogy a kohósalak tartalom 10–50% közötti növelésével a porozitás értékek fokozatosan növekednek. 10%-nál a vízfelvétel még erősen hőfokfüggő, 20% kohósalak-tartalom esetén, $950 - 1100^\circ\text{C}$ között már nem változik. A kohósalak



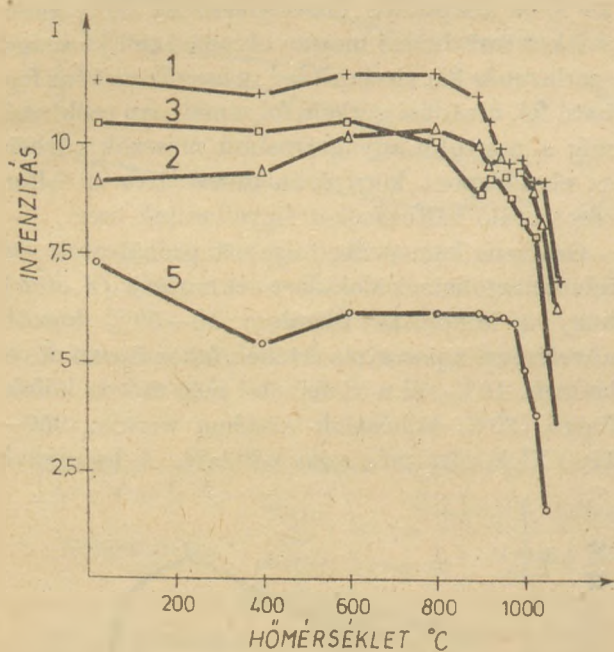
3. ábra. A kohósalak-agyag rendszerek hevithető mikroszkópi viselkedése

1. 10% kohósalak, 2. 20% kohósalak, 3. 30% kohósalak, 4. 40% kohósalak, 5. 50% kohósalak



4. ábra. Gradiens kemencében égetett kohósalak-agyag rendszerek vízfelvétele

1. 10% kohósalak, 2. 20% kohósalak, 3. 30% kohósalak, 4. 40% kohósalak, 5. 50% kohósalak



5. ábra Kohósalak-agyag rendszerek kvarctartalmának alakulása a hevítendő-kamrás röntgenvizsgálatok szerint

1. 10% kohósalak, 2. 20% kohósalak, 3. 30% kohósalak, 5. 50% kohósalak

tartalom növekedésével fokozatosan csökken az égetett cserepekben röntgendiffrakcióval kimutatható kvarc mennyisége (5. ábra). Az égetett cserepekben a kvarcon kívül gehlenit, anortit, esetenként wollasztonitot mutattunk ki.

Kohósalak tartalmú csempek műszaki és technológiai tulajdonságai

A vizsgált kohósalakok közül az örölhetőség és a reológiai tulajdonságok figyelembevételével a gyorsan hűtött (G) salakot használtuk fel csempe-massza készítésére. A 10–50% kohósalaktar-

talmú masszák nyersszilárdsága, a sajtolhatóság és az égetési viselkedés alapján 30% kohósalak bevitelét tartjuk optimálisnak.

A 30% kohósalakot tartalmazó massa és a félüzemi szintű gyártás során készült cserép legfontosabb paraméterei:

atomizeriszap szárazanyag tartalma % 60
 folyósító NTF % 0,8
 dispex N 40% 0,8
 nyers hajlítósilárdság (próbatesten mérve) MPa 2

1050 °C-on égetett csempe
 zsugorodása % 1
 hajlítósilárdsága MPa 19
 hőtágulási együtthatója α_{20} $7,9-10^{-6}$ 600
 Mázas lap deformáció mm +0,16
 Hőlkésállóság 150 °C jó

A csempeket hagyományos kétszeri égetéssel dolgozó üzemben készítettük. Az alagút-kemencében oszlopba rakott csempek egy lapon belüli porozitás különbsége a kohósalaktartalom növekedésével fokozatosan növekszik. A rakomány belsejében a feltételezhetően nem megfelelő légáramlás következtében helyi redukcióra és ennek eredményeként olvadék kialakulására van lehetőség. Emiatt a csempek belső részének porozitása kisebb, mint a széleken.

Kohósalak tartalmú mázak

Az olvadási tulajdonságok alapján a kohósalakokat 1150–1200 °C hőfoktartományban olvadó, mázakban alapkomponensként használtuk.

Az 1280 °C-os olvadáspont (3. ábra) csökkentésére 40% súlyarányig vulkáni tufákat használtunk, 30–50% kohósalak mellett. Különböző dekorációs effektusok kialakulása érdekében 5–10%-ban alkalmazott adalékok: TiO_2 , ZnO , $MgCO_3$, $BaCO_3$.

A mázakat, tömörre égő, egyszeri gyorségetésre alkalmas masszán égettük ki, 1180 °C-on, 3 órás égetési ciklusidővel. A mázas felületek általában mattak, önmagukban is játékos, dekoratív hatást mutatnak, és műszaki szempontból is megfelelőek.

A kohósalak tartalmú mázak reológiai paraméterei szerint (3. táblázat) 60% szárazanyag tartalom mellett megfelelő folyósítószer segítségével üzemszerű használatra megfelelő máziszapok állíthatók elő G, GF, H és HF jelzésű kohósalakokból egyaránt.

Az agyagot és kohósalakot tartalmazó masszák, olvadási viselkedésük (3. ábra) alapján, nagy

A máziszapok folyási tulajdonságai

Kohósalak	NTF %	Viszkozitás mPas	m
G	0,1	116	1,72
GF	1,0	47	1,15
H	0,6	35	0,90
HF	0,4	204	2,20

kohósalaktartalom esetén, 1150–1200 °C hőfok-tartományban égetve agyag-mázként viselkednek. Az így előállított mázak kellemes zsírfényű felülettel rendelkeznek, színük az alkalmazott agyag vastartalmától függően beige – sötét okker árnyalatok között változik. A folyási tulajdonságok szabályozása az agyag-kohósalak rendszernél ismertetett módon történik.

Következtetések

A Magyarországon hulladékként keletkező bázikus kohósalakok optimálisan 30% mennyiségben használhatók 1100 °C alatti égetési hőmérsékletű porózus lapok és 1200 °C körül olvadó mázak gyártására.

A hagyományos nyersanyagokból a mész-agyag rendszerben előállított csempemasszákhöz képest a kohósalak tartalmú masszák kvarc tartalma kisebb, a hőtágulás és a csempék műszaki paraméterei hasonlóak. Az égetett lapok szilárdsága nagyobb a hagyományos masszákkal elérhető értéknél. A lapok kedvezőbben égethetők egysoros égetéssel, mint a hagyományos oszlopos rakományban. A kis kvarctartalom és a kialakuló kristályos fázisok lehetővé teszik a gyorségetési technológia alkalmazását, ennek figyelembevételével a gyors és egyszerű égetésre való alkalmazás célszerű.

A bevezetőben közölt kémiai összetétel határok között az égetett csempék műszaki paramétereit tekintve nincs jelentősége a kohósalak előállítási módjának. A technológiai folyamat szempontjából viszont kedvezőbb a jól őrlhető, gyorsan hűtött, granulált salakok felhasználása.

A kohósalakok vizes közegben nem tekinthetők a kerámiai masszák, kvarchoz vagy földpáthoz hasonló inert komponenseinek, különböző hidratációs termékek kialakulása egyrészt vizet von el a rendszerből, másrészt megváltoztatja az adszorpciós viszonyokat. A vizes közegben való viselkedés nagy mértékben függ a folyósításra használt adalékoktól e mellett nem közömbös a masszák alkotórészeinek minősége sem. Az adalék nélküli iszapokhoz képest, folyósítót tartal-

mazó iszapok folyási viselkedése, különösen az idő függvényében vizsgálva kedvezőbb.

A nátrium-tripolifoszfát a salakiszapok egy részét megfelelően folyósítja. A foszfátmentes elektrolitokkal jobb reológiai tulajdonságú, több napig stabil iszapok állíthatók elő. Nagy lehetőséget látunk a humát tartalmú elektrolitok alkalmazása területén. Bár az általunk vizsgált rendszereket nem folyósították tökéletesen, a humátok rendkívül stabil iszapok előállítását tették lehetővé. Megfelelő keverékben a kohósalakos masszák folyósítói lehetnek.

A cementipari gyakorlat szerint a jobban kristályosodott kohósalakok kevésbé hidraulikusak [1, 3]. Az elvégzett vizsgálatok cáfolták azt az elképzelésünket, mely szerint ezek reológiai tulajdonságai kedvezőbbek. Az üveges szerkezetű, gyorsan hűtött salak újraégetésével, a kristályos fázisok kialakultak, de a reológiai tulajdonságok romlását idéztük elő. Ugyanakkor lassan hűtött salak újraégetésével amikor csak a már meglévő fázisok jellemző reflexióinak intenzitása növekedett kedvezőbben alakultak a folyási tulajdonságok. Nem mondható ki tehát általános érvényű összefüggés a kristályos fázisok és a reológiai tulajdonságok között.

Az eredmények biztatóak arra vonatkozóan, hogy az egyes salakokhoz meg lehet találni a megfelelő adalékokat, melyek a nedves massa és máz gyártás során a megfelelő iszapstabilitást biztosítják.

IRODALOM

- [1] *Boszilkov, V.*: Építőanyag 29 (1977) 185–188
- [2] *Elínzon, M. P.*: Salakok Műszaki Könyvkiadó Budapest 1966
- [3] *Hinz, W.*: Silikaten (2) VEB Verlag für Bauwesen Berlin, 1971

Lenkei Mária – Rozsnyói Árpád – Bánsághi Zsuzsanna: Burkolólapok készítése különböző kohósalakokkal

A kohósalakok kémiai összetételük alapján porózus burkolólapok valamint 1200 °C körüli égetési hőmérsékletű mázak előállítására alkalmasak. A nedves massa és mázkészítés során legnagyobb problémát a kohósalakoknak a reológiai tulajdonságokra gyakorolt hatása jelenti. A reológiai tulajdonságok nagy mértékben függenek az alkalmazott folyósítók minőségétől, a kohósalakok kristályosságától és előkészítési körülményeitől.

Ленкеи, М.Рожньои, А.—Баншяги, Ж.: Изготовление облицовочных плит из различных доменных шлаков

Доменные шлаки в связи с их химическим составом пригодны для изготовления пористых облицовочных плит, а также для получения глазури при температуре обжига примерно 1200°C. В ходе изготовления мокрых масс и глазури наибольшую проблему представляет собой влияние доменных шлаков на реологические свойства. Реологические свойства очень сильно зависят от качества примененных разжижителей, кристалличности шлаков и условий подготовки.

Lenkei, M. – Rozsnyói, Á. – Bánsághi, Zs.: **Herstellung von Bekleidungsplatten unter Verwendung verschiedener Hochofenschlacken.**

Die Hochofenschlacken sind auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung für die Herstellung poröser Bekleidungsplatten, sowie Glasuren mit einer Brenntemperatur um 1200 °C geeignet. Während der Fertigung des nassen Breis und der Glasur, verursacht die Wirkung der Hochofenschlacken ein grosses Problem auf die rheologischen Eigenschaften. Die rheologischen Eigenschaften haengen in grossem Mass von der Qualitaet der Verflüssiger,

von den Kristallisationsgrad der Schlacken und von den Vorbereitungsbedingungen ab.

Lenkei, Mária – Rozsnyói, Árpád – Bánsághi, Zsuzsanna **Manufacture of Ceramic Tiles with Blastfurnace Slags as Raw Materials**

Blastfurnace slags can be applied as raw materials for the manufacture of porous tiles and glazes of approx. 1200 °C firing temperature. The addition of slags to the casting slip drastically changes rheological behaviour, which in turn can be influenced by quality of the fluidifier, as well as the crystallinity and dressing of the slag.

A világ szilikátiparából

Kína cementiparáról

A kínai cementipar a jelenlegi időszakban évente 74 millió t cementet termel. Ennek a cement mennyiségnek előállításához rendelkezésre áll mintegy 3325 gyártó egység. Ezek közül 50 egység éves termelése meghaladja a 300 et-át.

Az ipar gyártási programjában szerepel egyszerű és adalékos (salak és pernye) portlandcement, autópálya-, szulfátálló, fehér és tömédékelő, valamint különleges cement hidrotechnikai építkezések céljára. A következő szilárdságjelű cementeket gyártják: 325, 425, 525, 625. Meg kell azonban jegyezni, hogy a vizsgálatok során nem követik az ISO előírásait.

A közönséges cement fajlagos felülete 300 m²/kg Blaine szerint. A fehér cement fajlagos felülete eléri a 480 m²/kg értéket is. A cementipari dolgozók keresete a következőképpen alakult: munkások 50–60 jüan beleértve a havi prémiumot is, technikusok 80–100 jüan, mérnökök 100–160 jüan, igazgatók 150–200 jüan havonta.

A limpini, sanghaji (fehér cement) és a benszi cementgyárak száraz eljárással dolgoznak. A benszi cementgyárban felépítettek egy kísérleti kalcinációs forgókemencés vonalat is. A sanghaji gyár portland- és salakportland cementet gyártó üzeme nedves eljárással dolgozik. Ebben az üzemben a gépek életkora 20–60 év között változik. Üzemeltetésük többnyire gazdaságtalan. Automatizálás nincs. A nyersanyag és tüzelőanyag adagolása pontatlan, mérlegelés nincs. Sok a hamis levegő beáramlás a

forgókemencék rossz tömítése és a hőcserélő rendszer rossz működése miatt. Néhány klinkergyártó sor klinkerhűtő nélkül dolgozik. Az említett üzemekben a klinkergyártó vonalak napi teljesítménye 150–500 t között mozog. Csupán a kísérleti előkalcinációs vonal teljesítménye 1200–1300 t. Tüzelőanyagként szenet alkalmaznak, melynek fűtőértéke 20925–27217 kJ/kg. A kísérleti klinker vonalhoz tartozó forgókemence mérete: Ø 33,7 53 m. A kalcinátor Ø 5,12 m, térfogata 150 m³. Itt a felhasznált szén fűtőértéke átlagosan 20 935 kJ/kg. A fő és a póttüzelés aránya 6:4. A fajlagos hőfelhasználás 3350 kJ/kg klinker. A napi teljesítmény 1200–1300 t.

A Pekingi Építőanyagkutató Intézetet 1953-ban alapították. A hat szakosztály kb. 2000 főt foglalkoztat. A következő szakosztályok működnek: cement, építőipari üveg, burkoló üveg, üvegszál, kerámia, tűzálló anyagok, kerámiai és üvepipari automatizálás.

Az intézet évente mintegy 70 műszaki problémát old meg. Tekintettel arra, hogy az intézet nem rendelkezik kísérleti üzemmel, nincs lehetőség a kutatási eredmények alaposabb kiértékelésére és a műszaki-technikai berendezések kikísérletezésére. A kutató intézet egyik kiemelkedő feladata az alacsony (5024 kJ/kg) fűtőértékű szén fluidágyas klinker égetésre történő felhasználásának vizsgálata. Ennek megvalósítására Kantonban építenek egy 150 t napi teljesítményű berendezést, melyet 1983-ban terveznek üzembe helyezni. Ezidáig ezt a módszert egy

kisméretű 4 t teljesítményű félüzemi berendezésben sikerrel alkalmazták.

Cementipari gépeket és berendezéseket egy 2000 főt foglalkoztató senjangi gépgyárban készítenek. Gyártanak forgókemencéket Ø 4 m-ig, aknakemencéket Ø 2,5–4 m-ig, csőmalmokat Ø 1,6–3 m-ig cement és nyersanyag őrlésére. Rostélyos, dob és bolygó klinkerhűtőket, továbbá kalapácsos és röpítő törőket, hajtóműveket, szénosztályozókat, granulátorokat és tartalék alkatrészeket.

A Kínai Népköztársaságban jelenleg 10 cementgyár van építés alatt. Ezek közül egy száraz eljárású 3000 t napi teljesítményű gyárat a Román Népköztársaság szállít. Két előkalcinációs üzem japán gyártmányú. A többi gyárat hazai gépekkel szerelik fel. A Kínában gyártott gépi berendezések műszaki színvonala alacsony. A műszaki fejlesztés területén igen reményteljes az alacsony fűtőértékű szenek felhasználására folytatott kutatás a fluidágyas klinkerégetési módszerek alkalmazásával.

(W. Strádal után, Stavivo 1982/4., 163–164. old.)

A jamaikai bauxit- és timföldexport gondjai

Jamaika bauxit exportja 1982. I. félévében 27%-kal csökkent 4,5 millió tonnára. A timföld export 32%-kal csökkent 880,9 ezer tonnára. A bauxit termelés 1982-ben várhatóan 9 millió tonna lesz 22%-kal kevesebb, mint az 1981. évi. (H. W.) (Metal Bulletin 1982. augusztus 13.)

Finomkerámiai típusminták szemszerkezetének tanulmányozása lézer-granulométer alkalmazásával

WOJNÁROVITSNÉ HRAPKA ILONA – LENKEI MÁRIA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A porminták szemcseeloszlásának gyors és pontos meghatározása alapvető jelentőségű sok iparágban. Ezt a követelményt alapulvéve a francia Cerlich és Cilas vállalatok a 70-es években fejlesztették ki a lézer-granulométert, mely a legkülönbözőbb típusú anyagoknál eredményesen alkalmazható.

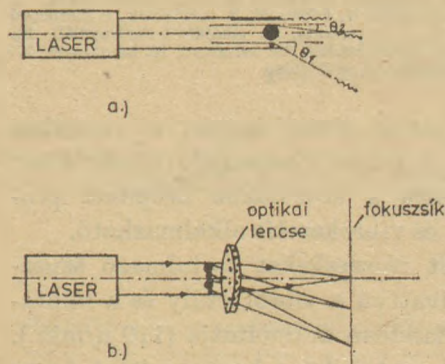
A SZIKKTI Szilikátkémiai Osztályán 1981-ben helyeztük üzembe a CILAS 715 típusú lézer-granulométert. Munkánkban a módszer elvének és a készülék működésének ismertetése mellett, a finomkerámiai típusminták vizsgálati lehetőségeit mutatjuk be.

Módszer elve és a 715 típusú készülék működése

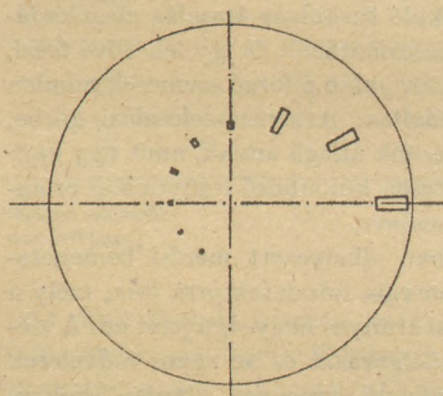
A módszer a koherens fénysugár és az előzetesen folyadékban diszpergált porszemcsék kölcsönhatásán alapul. Ha egy gömbként tekinthető részecske átmérője nagyobb, a ráeső fény hullámhosszánál, akkor fényelhajlási jelenség jön létre. Az egyes szemcsék érintési felületén elhajló fénynyaláb irányváltozásának szöge fordítottan arányos a gömb sugarával (1. ábra). Az azonos szög-elhajlású sugarakat egyesítő optikai lencse fókuszsíkjában egy olyan diffrakciós kép keletkezik, melynek energiaeloszlása a poranyag szemcseeloszlására jellemző és fókuszpontját az elhajlást nem szenvedő, azaz a szemcsékkel nem érintkező sugarak képezik (1b. ábra) [1–7].

Fókuszsíkjában a mérés szemcsemérettartományainak megfelelő számú és helyzetű mérési bemenetek elhelyezésével mérni lehet az adott mérettartományba eső szemcseszámra jellemző sugárintenzitást (2. ábra). A módszerrel meghatározható alsó szemcsehatárt a lézersugár hullámhossza (λ) határozza meg, ez legfeljebb 2λ lehet, de megfelelő pontosság inkább csak 4λ felett biztosítható [1].

A 715 típusú lézer-granulométer felépítésének



1. ábra. A fénynyaláb és szemcsék közötti kölcsönhatás

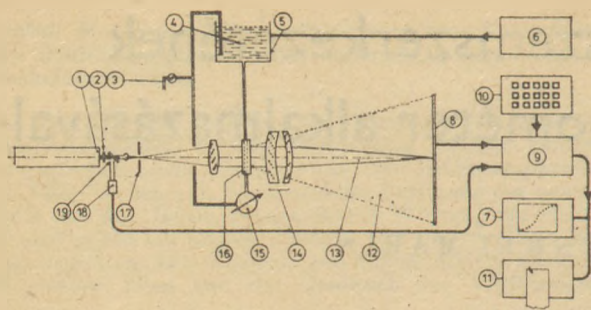


2. ábra. Fókuszsíkjában lévő mérési bemenetek elhelyezési sémája

sémáját a 3. ábra szemlélteti. Fő egységként a fényforrásból, a mintatartóból, optikai lencséből, fotodetektor rendszerből és számítógépből áll [2].

A fényforrás kis teljesítményű (1,5 mW), koherens sugárzást kibocsájtó He–Ne gázlézer. A mechanikai modulátoron keresztül haladó sugárzás egy részét eltérítő lap mérési célokra elkülöníti. Térfrekvenciaszűrést és 20x nagyítást biztosító afokális lencserendszerrel előállított 2,5 cm átmérőjű lézersugár-nyaláb egymástól 1 mm távolságban levő, két üveglapból kerettel összeépített mintatartóra esik.

A megbízható mérési eredmények érdekében fontos, hogy az anyagot előzetesen megfelelően diszpergáljuk. A diszpergálóközeg kiválasztásánál méréstechnikai szempontból egyedüli kikötés,



3. ábra. A CILAS 715 típusú lézer-granulométer felépítésének sémája

1. lézersugár-forrás, 2. modulátor, 3. kiirtító szelep, 4. keverő helye, 5. vibrotartály, 6. vibrogenerátor, 7. képernyő, 8. mérőcellák, 9. kiértékelő egység, 10. kezelési tér, 11. nyomtató, 12. elhajlított sugárnyaláb, 13. direkt sugárnyaláb, 14. lencserendszer, 15. szivattyú, 16. mintatartó, 17. tórzúrés, 18. ellenőrzőcella, 19. eltérítőlap

hogy törésmutatója eltérő legyen a vizsgálati anyagétól [5]. A minta diszpergáló folyadékban való elosztatására a készülékbe beépített propelleres keverő és vibrokezelés alkalmazható.

A diszpergált részecskéket tartalmazó szuszpenziót egy szivattyú a vibrotartály és a mintatartó között állandóan áramoltatja (110 n/min.). Ezzel biztosítja a tökéletes homogenitást és az esetleges gázbuborékok eltávolítását. A mintatartóban kialakuló turbulens áramlás megakadályozza a szemcseorientációt és így lehetővé teszi, hogy a lézersugárnyaláb a forgó szemcsék minden oldalát megvilágítsa. A szemcseeloszlási görbe, amelyet így mérünk átlaga annak, amit úgy kapnánk, ha előzetesen különböző irányokban orientálnánk a szemcséket.

A fókusz síkban elhelyezett mérési bemeneteken áthaladó energia fotodetektorra esik, mely a rászó energiával arányos nagyságú jelet ad. A mérési adatok feldolgozását és az egyes műveletek vezérlését megfelelő program alapján mikroprocesszor végzi.

Az értékelő program számításba veszi, hogy a meghatározott szögbe beállított detektor nemcsak azokat a fotonokat detektálja, melyek az adott szöghöz tartozó részecskéken hajlanak el, hanem azokat is, melyek a szomszédos részekből származnak. Figyelembe veszi a fénynyaláb és a nagyszámú szemcse közötti kölcsönhatást, ami a fényelhajlási elmélet segítségével lehetséges [6]. Korrigálja a mérési adatokat (fotodetektorból származó jelet) a lézerforrásból kibocsátott energia függvényében.

A méréssel kapcsolatos utasítások a kezelőtérben közölhetők. Húsz mérés eredményének átlagaként a súlyszázalékban megadott granulometriai és gyakorisági görbék adatai egy írószerkezettel kinyomtathatók és az eloszlási görbék egy diódamátrixból álló képernyőn vizuálisan megfigyelhetők. A mérési idő 20 sec.

A 715 típusú granulométerrel 1-től 192 μm -ig 16 tartományban lehet mérést végezni, melyek felső határai 1; 1,5; 2; 3; 4; 6; 8; 12; 16; 24; 32; 48; 64; 96; 128 és 192 μm .

A lézer-granulométer előnye: gyorsasága, az eredmények jó reprodukálhatósága, a vizsgálatokhoz szükséges kis anyagmennyiség, a rendszer diszperzitása szempontjából kedvező folytonos áramoltatási és mérésközbeni mechanikai kezelés lehetősége, a berendezés kis helyigénye, egyszerű kezelése, az automatikus eredménykiírás, folyamatszabályozásba való beilleszthetőség [4, 5, 6].

A porszuspenzió koncentrációja anyagtipustól függően 0,1 – 1,5 g/l között változhat, csak a fénynyaláb által megvilágított megfelelő szemcse-szám a lényeges. Ezt alulról a háttérzaj, felülről a nagy szemcse-szám miatti átfedések határolják. A vizsgálatokhoz pontos bemérés nem szükséges.

A mérési eredmények értékeléséhez semmilyen fizikai, vagy kémiai vizsgálati adat nem kell, mely az ebből adódó járulékos hibákat kiküszöböli [4]. Lehetővé teszi a különböző fajsúlyú szemcsékből álló minták vizsgálatát is, mely a szokásos szedimentációs analízissel nem lehetséges.

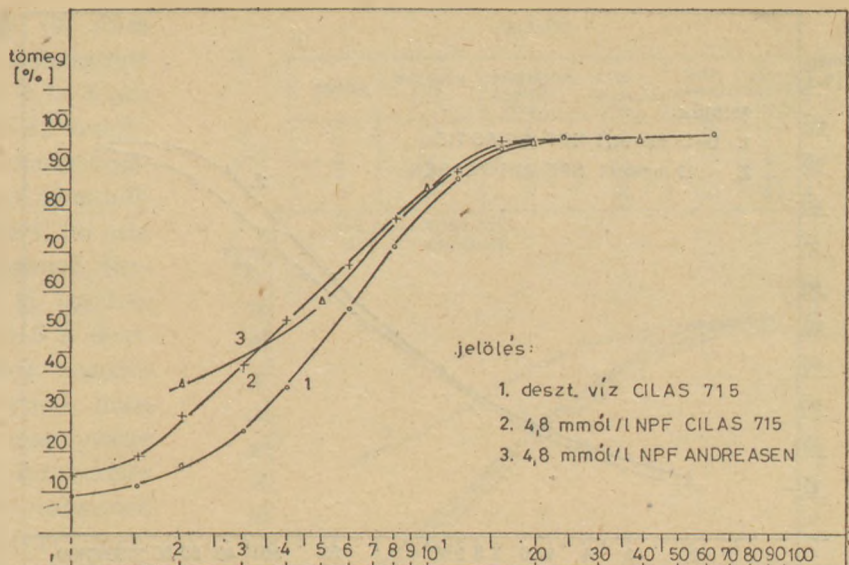
Következőkben a finomkerámiaipari típusanyagok vizsgálatával mutatjuk be a műszer alkalmazási lehetőségeit és korlátait. Anyag-típusonként a diszpergáló adalék optimális koncentrációjának a kimérésénél, a szedimentációs gyakorlatban bevált koncentráció-tartományokat vettük alapul. A lézer-granulométerrel kapott eredményeket minden esetben összehasonlítottuk a legelterjedtebb Andreasen módszerével. A mérési adatok jobb értelmezésére a CILAS műszerrel mért szuszpenzióból a tárgylemezre cseppenttünk és pásztázó elektronmikroszkóppal tanulmányoztuk az egyes szemcsék, illetve aggregátumok alakját és nagyságát.

Sovány anyagok szemcseeloszlása

A finomkerámiaipari mázak közül a Herendi Porcelángyárban használt mázpor szemcseeloszlását vizsgáltuk. A 4. ábra szerint a desztillált vízben diszpergált mázszemcsék lényegesen durvább szemcseeloszlásúak, mint Na-pirofoszfát adagolása esetén. Tehát a diszpergálás elősegítéséhez bevitele szükséges.

A 4,8 mmól/l NPF koncentrációnál az Andreasen (3. görbe) és fényelhajláson alapuló módszerrel nyert eredmények (2. görbe) a 3 μm feletti tartományban jó egyezést mutatnak. A lézeres

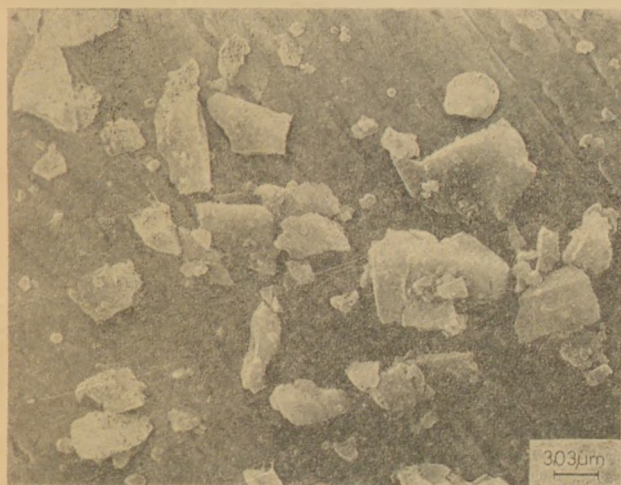
4. ábra. Mázgranulátum ((2407) szemszerkezete



d [µm]

módszerrel kapott gyakorisági görbe adatai alapján a mázrészecskék méretének felső határa 24 µm, a 16–24 µm átmérőjű szemcsék mennyisége 1,8%. Andreasen pipettával mérve 20 µm fölött a szemcsék 3%-a, 20–40 µm között 1%-a található. Az 5. ábrán megfigyelhetők a jól diszpergált egyedi szemcsék morfológiája.

A nem képlékeny nyersanyagok közül az előőrölt kvarc és földpát szemszerkezetét tanulmányoztuk. A diszpergálószer optimális koncentrációjának kimérésére végzett mérés szerint a kvarcpor (Dorsilit NSZK) szemcseeloszlása 0–13 mmól/l NPF oldatban mérve azonos. A 6. ábra I görbájén a mérési adatok egybeesése egyrészt azt mutatja, hogy a kvarcpor az elektrolit koncentrációra nem érzékeny, másrészt azt bizonyítja, hogy az eredmények jól reprodukálhatók. A kétfajta módszerrel kapott eredmények viszonylag jó egyezést mutatnak.



5. ábra. Mázgranulátum (2407) morfológiája

1. táblázat

Földpátörlemény granulometriai görbéjének adatai

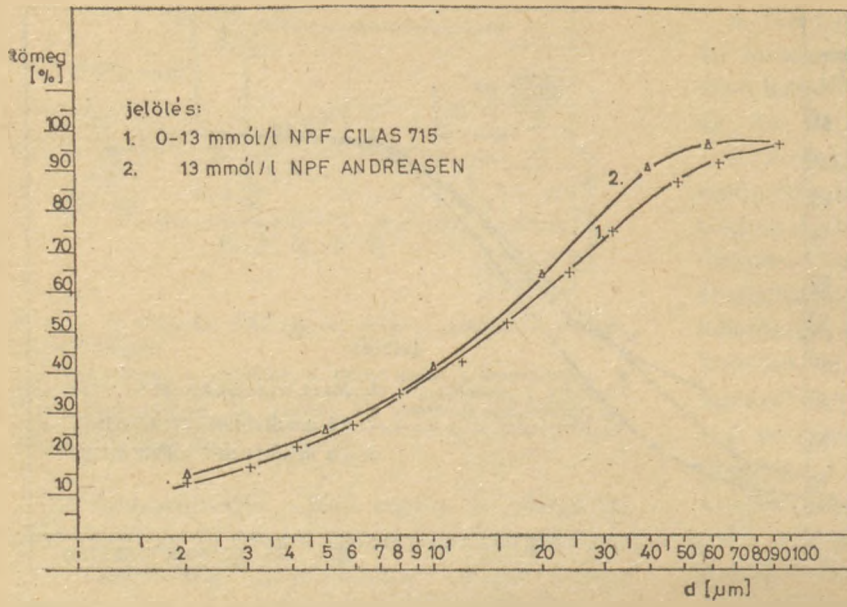
Méret [< µm]	Mérési módszer	
	Andreasen pipetta	CILAS 715 t. lézer- granulométer
5	31	29
10	47	47
20	68	63
40	97	96
Átlagos szemcse- átmérő [µm]	11	12,5

Az őrlött földpát (norvég 2441) szemcseeloszlását szintén kevésbé befolyásolja az elektrolit koncentráció, a 0–43 mmól/l NPF-al diszpergált szemcsék eloszlási görbéje azonos (7. ábra). A lézeres és az Andreasen pipettás mérés eredményeit összehasonlítva hasonló lefutású görbéket nyerünk, a szedimentációval kismértékben finomabb az anyag szemcseeloszlása. Ez utóbbit számszerűen az 1. táblázat tartalmazza.

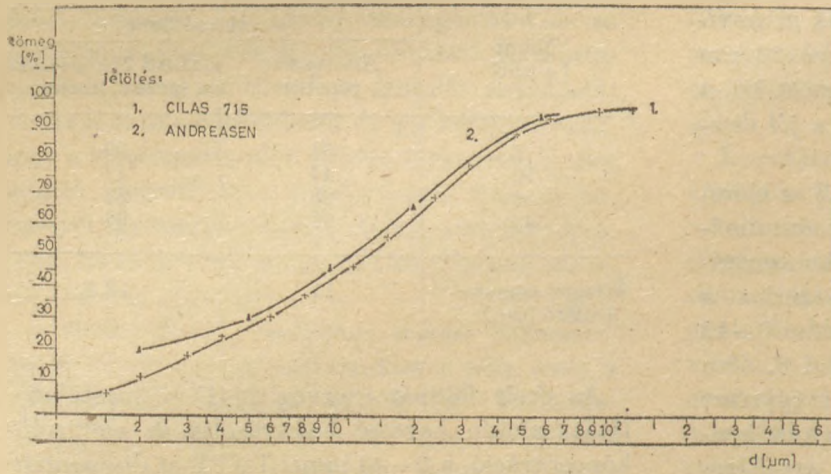
Képlékeny anyagok szemcseeloszlása

Az előzőektől lényegesen eltérően, az agyag-ásványtartalmú képlékeny nyersanyagok szemcseeloszlása nagymértékben függ az előkészítés körülményeitől és a vizsgálati módszertől. Az iszapolt kaolinok – melyeket készítésük során mechanikai vagy kémiai módszerrel diszpergáltak – a mérés előtti előkészítésre kevésbé érzékenyek, mint a bányanyers agyagok, vagy kaolinok (8. és 9. ábra).

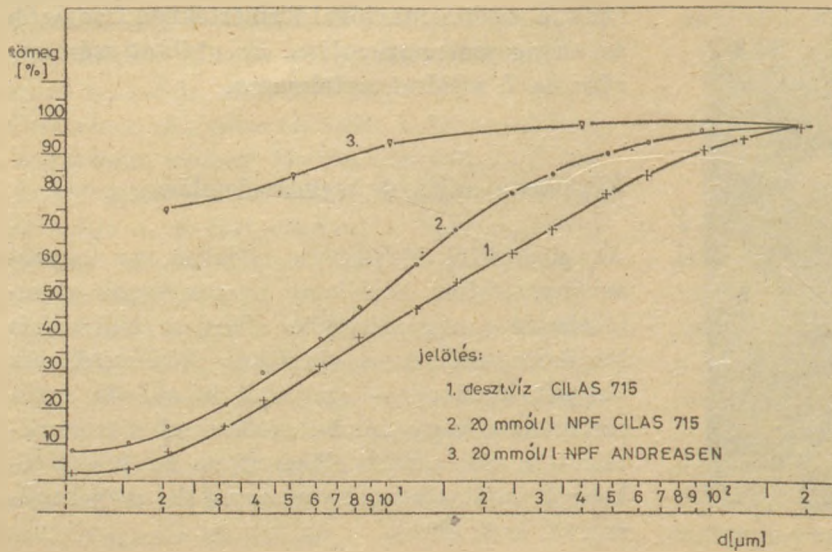
6. ábra. Kvarcörlemény (Dorsilit NSZK) szemszerkezete



7. ábra. Földpátörlemény (2441) szemszerkezete 4,3 mmól/l NPF oldatban diszpergálva



7. ábra. Földpátörlemény (2441) szemszerkezete 4,3 mmól/l NPF oldatban diszpergálva

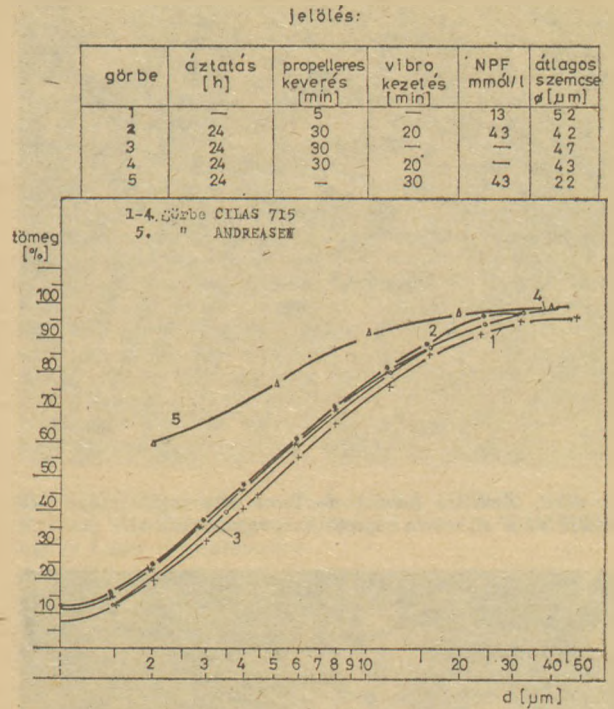


8. ábra. Pluto agyag szemszerkezete

Lézer-granulométer alkalmazásával (9. ábra 1–4 görbék) a különböző módon előkészített zettlitzai kaolin átlagos szemcsemérete 4,2–5 μm között változik. Előzetes áztatás nélkül 13 mmól/l NPF oldatban diszpergált kaolin szemcseeloszlását mutató 1 görbe lefutása alig tér el a 43 mmól-os oldatban előzetesen 24 óráig áztatott, 30 min propelleres keveréssel és 20 min vibrozással diszpergált anyag szemcseeloszlásától (2 görbe). Ehhez hasonló szemcseeloszlás mérhető a desztillált vizes áztatás és az előbbihez hasonló 30 min propelleres és 20 min vibrokeverés után (4 görbe). A 2 μm alatti szemcsék mennyisége ennél az előkészítésnél a legtöbb. A vibrokezelés elhagyásával csökken a 2 μm alatti, szemcsék részaránya (3. görbe). Az 1–4 görbék közül megállapítható, hogy az elektrolit-koncentráció 0–43 mmól/l közötti változtatása kis hatással van az eloszlásra. A propelleres keverésnél hatásosabb a vibrokeverés. A vibrozás hatása – az egyéb körülmények betartása mellett – a 10 μm -nél nagyobb aggregátumok megbontásában nyilvánul meg.

Ugyanezen anyagoknak a lézeres és szedimentációs módszerrel meghatározott szemszerkezete lényegesen különbözik (8. és 9. ábrák). A pluto agyag közel 75%-a 2 μm alatti az Andreasen szerint és $\sim 8\%$ a lézeres granulométerrel. Az Andreasen pipettával mérve a zettlitzai kaolinnál a 2 μm alatti szemcsék mennyisége 60%, szemben a fényelhajlás alapján dolgozó műszer 13%-os értékével.

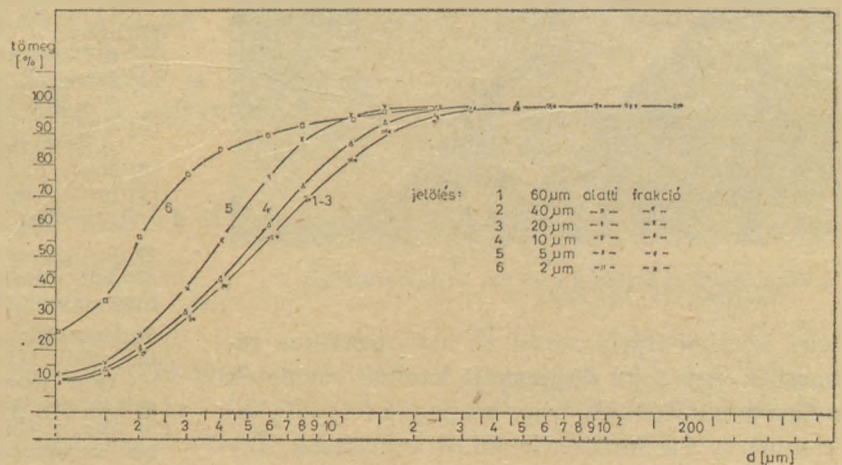
A módszertani eltérés beható tanulmányozása érdekében a szedimentálással leválasztott különböző szemcsefrakciókat is vizsgáltuk lézer-granulométerrel (10. ábra). Megállapítható, hogy a szedimentációs analízis eredményétől való különbség annál nagyobb, minél jobban haladunk a kisebb szemcseméretekre felé; vagyis a kevésbé



9. ábra: Zettlitzai kaolin szemszerkezete

diszpergált kaolinkötegekből álló nagyobb szemcséktől a viszonylag jól diszpergált kaolinit szemcsékig. Ez utóbbi morfológiáját a 11. ábra mutatja. Látható, hogy a bázislap szerint orientált részecskék vastagsága ($\sim 0,1 \mu\text{m}$) elenyészően kicsi a lap felületéhez képest. A nagyobb szemcsefrakciókban az egyedi szemcséknek minősülő aggregátumok formája egyre jobban közelíti az izometrikus alakzatot (12–13. ábrák).

Megállapítható tehát, hogy a lézer-granulométerrel kapott szemcseeloszlás eredménye általában jól egyezik a szedimentációs analízisével, ha a szemcsék alaktani tényezői nem túl nagyok, vagyis a gömbformát közelítik. Ettől eltérő esetekben viszont lényeges különbség adódhat. Ez a szakirodalom alapján [1] azzal magyarázható,



10. ábra. A zettlitzai kaolin szedimentációval leválasztott részfrakcióinak vizsgálata CILAS 715 granulométerrel



11. ábra. Zettiltzi kaolin $d < 2 \mu\text{m}$ szemcsefrakciója (43 mmól/1NPF oldatban végzett diszpergálás után)



12. ábra. Zettiltzi kaolin $d < 10 \mu\text{m}$ szemcsefrakciója



13. ábra. Zettiltzi kaolin $d < 40 \mu\text{m}$ szemcsefrakciója

hogy szedimentáció során az anizometrikus részecskék, így a jól diszpergált kaolinit szemcsék is úgy orientálódnak, hogy a nyugvó folyadékkal szemben a maximális ellenállást tanúsítsák. Így

a lemezke sokkal lassabban esik, mint az azonos súlyú gömb. A lézeres méréseknél az orientáció hatása a szemcsék állandó forgása következtében nem érvényesül.

Összefoglalás

A finomkerámiaiipari típusanyagokkal végzett mérések eredményeiből azt a következtetést lehet levonni, hogy a közelítően izometrikus szemcsékből álló sovány anyagok, így a kvarc, földpát és máz őrlemények szemcseeloszlása a nagymértékben elterjedt szedimentációs módszerrel és lézer-granulométerrel mérve közel azonos. Az Az utóbbi rendkívüli előnye gyorsasága.

A szabálytalan nagyon változó alakú agyagásványokat tartalmazó anyagoknál, az iszapolt és bányanyers agyagoknál és kaolinoknál, a gyakorlat a szedimentációval meghatározott értékekhez köt néhány nagyon fontos tulajdonságot, mint például a száradási érzékenység, szilárdság stb. Ezek az anyagok is megfelelően jellemezhetőek a fényelhajlás elvén működő granulométerrel, de az eredmények gyakorlati értékelése szükségessé teszi a diffrakció átmérő és a vizsgált anyag tulajdonságai közötti összefüggések megállapítását. A lézer módszer gyorsasága a szemcseeloszláson kívül a diszpergálószerrel való viselkedésre, a ciklonozásnál a ciklon leválasztási éleségének ellenőrzésére is módot ad.

A lézeres eljárás a SEM felvételekkel és esetleg az azonos koncentrációban elvégezhető zéta-potenciál mérésekkel kombinálva az agyagásványtartalmú nyersanyagok reológiai és cserépképződési tulajdonságaival foglalkozó kutatási munkák hasznos műszere lehet.

I R O D A L O M

- [1] Meric, J.: Bull. Soc. Ceram, 95, 67–76 (1972)
- [2] Technische Beschreibung von Laser-Granulometer Typ 715, Compagnie Industrielle des Lasers, 1979
- [3] Meric, J. P.; Caron, J. F.: Revue Mat. Constr. 688, 197–183 (1979)
- [4] Meric, J. P.; Caron, J. F.: Revue Mat. Constr. 676, 30–34 (1973)
- [5] András, H.: Powder Metallurgy International 10, 98–99 (1978)
- [6] Meric, J. P.: Zement Kalk Gipsz, 25, 142–143 (1972)
- [7] Barthelemy, C.; Hugon, J. C.: Revue Mat. Constr. 707, 227–229 (1976)

Wojnárovitsné, Hrapka Ilona – Lenkei Mária: Finomkerámiai típusminták szemszerkezetének tanulmányozása lézer-granulométer alkalmazásával

Munkánkban a szemcseeloszlás gyors meghatározását biztosító CILAS 715 típusú lézer-granulométer működését és a finomkerámiai típusminták vizsgálati lehetőségeit ismertettük. A lézer módszerrel kapott eredményeket minden esetben összevetettük a legelterjedtebb Andraesen szedimentációs analízisével. A mérési eredmények

jobb értelmezésére a vizsgált szuszpenziókból preparált szemcsék, illetve aggregátumok alakját és nagyságát pásztázó elektronmikroszkóppal tanulmányoztuk.

A közelítően izometrikus szemcsékből álló anyagok, így a kvarc, földpát és máz őrlemények szemcseeloszlása az elterjedt szedimentációs és lézeres módszerrel mérve közel azonos.

A jól diszpergált kaolinit szemcséket, illetve agyagásványokat tartalmazó anyagok szemcseeloszlása a szedimentációs eljárással lényegesen finomabb, mint a lézeres méréssel.

Войнаровитиче, Х.И.—Ленкеи, М.: Изучение зернового состава типовых проб тонкой керамики с помощью лазерного гранулометра

В работе описываются возможности испытания типовых проб тонкой керамики, а также принцип действия лазерного гранулометра типа ГИЛАС 715, обеспечивающего возможности ускоренного определения зернового состава порошков. Результаты, полученные лазерным методом сравнивались с результатами седиментационного анализа, проведенного с помощью пипетки Андреасена. Для лучшей оценки результатов измерений зерна, или же агрегаты, препарированные из испытуемых суспензий изучались с помощью сканирующего электронного микроскопа (форма и размеры зерен).

Зерновой состав материал, состоящих примерно из изометрических зерен, таких как кварц, полевой шпат и глазури, измеренный обоими вышеупомянутыми методами, дает хорошее совпадение результатов.

В то же время зерновой состав хорошо диспергируемых каолининовых зерен, или же материалов, содержащих глинные минералы, определенный седиментационным методом, является более тонким, чем в случае определения лазерным гранулометром.

Frau Wojnárovits, Ilona Hrapka—Mária Lenkei: Untersuchung des Kornaufbaues feinkeramischer Typmuster mit der Anwendung von Lasergranulometer.

Es wurde die Bestätigung des die Schnellbestimmung der Kornverteilung sichernden Lasergranulometers Typ CILAS 715 und die Untersuchungsmöglichkeit feinkeramischer Typmuster dargelegt. Die durch Lasermethode erhaltenen Ergebnisse wurden mit dem weitverbreiteten Andreasen-Method verglichen.

Für die bessere Deutung der Messergebnisse wurden die Form und Grösse der aus der Suspension preparierten Körner, bzw. Aggregate studiert.

Die Kornverteilung der annähernd aus isometrischen Körnchen stehenden Stoffen — wie zB. Quarz, Feldpat, Glasurmahlgüter — ist beinahe gleich mit den sedimentations-, und Lasermethoden.

Die Kornverteilung der gut dispergierten Kaolinit, bzw. Tonmineralien enthaltenen Stoffen ist wesentlich feiner mit dem Sedimentationsmethod, als die mit der Lasermessung.

Hrapka, Ilona (Mrs. Wojnárovits)—Lenkei, Mária. Particle Size Distribution of Typical Ceramic Raw Materials by Laser Granulometry

CILAS-715 laser granulometre was used for the title study and results compared with sedimentation (Andreasen) values. To aid interpretation the size and shape of particles and aggregations prepared from studies suspensions were examined by SEM too. Lean materials, made of approx. isometric particles of quartz and/or feldspar as well as ground glazes give almost identical granulometry by both methods. Plastic bodies, esp. those containing well dispersed kaolinite particle are considerably finer by sedimentation than by the laser method.

PÁLYÁZATI HIRDETMÉNY

A népgazdaság fejlődésének jelenlegi és előttünk álló szakaszában döntő feltétele, hogy javuljon a termelés és a gazdálkodás hatékonysága. Erőforrásaink korlátozottsága és változó világgiazi feltételek miatt előtérbe került a szellemi tartalékaink jobb feltárása és hasznosítása. A kormány széleskörű programot hagyott jóvá (1032/1982./VII. 1./MT sz. határozat) olyan műszaki-gazdasági feltételek és eszközök létrehozására, amelyek révén a gazdaságosabb anyagfelhasználás, a fajlagos anyag megtakarítást eredményező termék-szerkezet-korszerűsítés, a gyártmányok és a technológiák korszerűsítése a gazdasági munka középpontjába kerül.

A program végrehajtásához széleskörű társadalmi aktivitásra van szükség, amelynek kibontakoztatását segíti az Ipari Minisztérium kezdeményezésére több minisztérium és országos hatáskörű szerv, a MTESZ és más társadalmi és tömegszervezetek támogatásával, együttesen kiírt

„Ésszerű anyagtakarékoság megvalósítása”

c. pályázat.

A pályázat részvételében nyilvános, jellegében titkos rendszerű.

A pályázat célja:

A gazdaságos anyagfelhasználás és technológia korszerűsítési kormányprogram végrehajtásának segítése széleskörű társadalmi mozgalom kibontakoztatásával, az anyagtakarékos szemlélet országos szintű elterjesztésével.

A részleteket, az értékelési szempontokat a pályázati kiírás tartalmazza.

A pályaművek díjazása:

- I. díj 30 000 Ft (maximum 10 db)
- II. díj 25 000 Ft (maximum 15 db)
- III. díj 15 000 Ft (maximum 20 db)

Ezen túlmenően a bevezetésre, hasznosításra érdemesnek ítélt pályaművek jutalmazására összesen további 100 000 Ft áll rendelkezésre, amelyből pályázatonként 5 000 Ft fizethető.

A pályázaton részt vehet minden belföldi természetes vagy jogi személy, alkotó kollektíva, amennyiben a pályázati kiírást, a részvételi feltételeket magára nézve kötelezően elismeri.

A részletes pályázati kiírást a MTESZ Szakmai Koordinációs Titkárságán lehet átvenni, vagy postai úton igényelni. (Budapest, V., Kossuth tér 6–8. II. em. 220. szoba, 1055).

A pályázatok beküldési (postára adási) határideje:

1983. 06. 15. 24⁰⁰ óra

A pályázatok eredményhirdetésére előreláthatóan

1983. 10. 31. napjáig kerül sor.

A pályázat összesített eredményéről a sajtó útján is részletes tájékoztatást adunk ki.

Cementgyártási technológia ellenőrzési módszerei

HUGYÁK LÁSZLÓ

Cement- és Mészművek Beremendi Gyára

1. Bevezetés

A technikai és ipari fejlődés nagy üteme, az energiahordozók területén bekövetkezett változások fokozott igényeket támasztanak — többek között — a cementiparral szemben is. Ezek az igények a cementipar területén is elsősorban a termelés gazdaságosságának fokozására irányulnak. Az elmondottak miatt megnőtt a jelentősége a bonyolult cementipari technológiai rendszerek megismerésére, paramétereik közötti összefüggések feltárására vonatkozó kutatásoknak.

A különböző cementipari technológiai berendezésekben műveleti egységekben lejátszódó áramlási, keveredési, tartózkodási viszonyok vizsgálata két szempontból különösen jelentős:

- a) az alapösszefüggések feltárása alapul szolgálhat szabályozási, optimalizálási feladatok megoldását illetően,
- b) a mérési eredmények technológiai értelmezése elősegíti a technológiában bekövetkezett változások (zavarok, rendellenességek) okainak feltárását, illetve idejében való felismerését (esetleg megelőzését, kiküszöbölését).

Természetesen ezen utóbbi folyamatos vagy legalábbis rendszeres vizsgálatot igényel.

2. Irodalmi áttekintés

Mindezek a — bevezetőben vázolt — gondolatok nem újak a cementipari kutatásokat illetően sem. Számos munka foglalkozik ezen kérdések radioizotópos vizsgálatával [1–7].

A kérdés radioizotópos vizsgálatának előnyei:

- a radioaktív izotópok kis koncentrációban is rendkívül nagy érzékenységgel határozhatók meg,
- a nyomjelző ágens a berendezés falán át is detektálható, így a technológiai folyamat megszakítása, az anyagáramlást zavaró műszerek beépítése elkerülhető,
- nagymértékű inhomogenitásból tudunk kiindulni, ami fokozza a mérés érzékenységét.

A hátrányok között szerepel a sugárvédelem biztosításának szükségessége, ezenkívül az, hogy a mérésekhez szükséges eszközök (radioizotóp, műszerek) csak megfelelő előkészületek után állnak rendelkezésre, ami megnehezíti a bevezetés b) pontjában vázolt feladatokra való felhasználását. Utóbbit igazolja az is, hogy a radioizotópos vizsgálatok, kutatások során nem minden esetben találkozunk az adatok technológiai alapon történő feldolgozásával.

Márpedig egy rendszeresen a rajta áthaladó anyag tartózkodási ideje nemcsak a fő méretekkel technológia típusától, kialakulásától függ, hanem a rendszert üzemeltetés közben ért zavaroktól is.

Az üzemeltetőt viszont éppen ezen zavarok érdeklik leginkább, azért, hogy zavaró hatásukat kiküszöbölje, illetve idejében felismerje őket és a sok változó paraméter közül azonosítani tudja az ok-okozati viszonyt.

A probléma megoldása érdekében ezért olyan kutatásokba kezdtem, amelyek a radioizotópos technika felsorolt hátrányait kiküszöbölik, azaz bármikor elvégezhető, különösebb előkészületeket nem igényelnek, a vizsgálatokhoz pedig a cementgyárak meglévő műszerei elegendők.

Itt kell azonban kihangsúlyozni azt, hogy a kidolgozott és javasolt módszerek nem teszik fölöslegessé a radioizotópos technika alkalmazását. Inkább javasolható a módszerek együttes alkalmazása, amelyek során a radioizotópos módszereket a bevezetés a) pontjában az általam javasoltakat pedig a b) pontjában vázolt feladatok megoldására alkalmazunk.

3. Javasolt vizsgálati módszerek

3.1. Homogenizálás vizsgálata

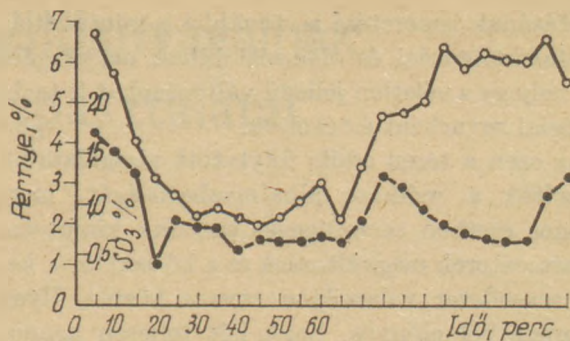
Az egyenletes, jó minőségű klinker előállításának igen lényeges feltétele, hogy a kemencébe kerülő nyersliszt CaO tartalmának ingadozása a $\pm 0,2\%$ -ot ne lépje túl. Ennek elérése érdekében — többek között — szükség van arra, hogy a nyersliszt homogenizáló silók megfelelő hatásfokkal működjenek. Ezek üzemeltetése során bekövetkező vál-

tozások ugyanis — kerámia lapok levegő átteresztő képességének romlása, nyersliszt bekerülése a lapok alá — a homogenizálók hatásfokának romlásához, jelleggörbéjének megváltozásához vezethetnek. Szükség van tehát arra, hogy ezek rendszeres ellenőrzésére valamilyen módszerrel rendelkezünk. Ilyen módszer kidolgozásához jó alkalom kínálkozott akkor, amikor a BCM-ben az MTA Izotóp Intézetének munkatársai szintén hasonló témakörrel foglalkoztak, de radioizotópos módszerrel. Ekkor a radioizotópos kísérletekkel párhuzamosan a különböző ideig homogenizált nyersliszttekből leeresztéskor percenként mintát vettünk és meghatároztuk ezek CaCO_3 tartalmát titrálással. Ezt követően kiszámítottuk a CaCO_3 tartalom szórását és úgy találtuk, hogy a homogenizáló silók kétféle módszerrel meghatározott jelleggörbéi teljes egészében megegyeznek. (6, 8)

Az azóta eltelt időszakban ilyen jellegű vizsgálatokat (mintavétel leeresztéskor és a minták CaCO_3 tartalmának meghatározása) rendszeresen végeztünk és jól meg lehetett figyelni a homogenizáló silók hatásfokának romlását az évek során, amit a CaCO_3 tartalom szórásának növekedése jelzett (0,2 — 0,3-ról 0,8 — 0,9-re). Ezen év tavaszán — nagyjavításkor — sor került a liszttel eltömődött kerámia lapok cseréjére és az aláfúvó csőrendszer kitisztítására. Ezt követően a homogenizálók hatásfoka jelentősen javult, ha az eredeti állapotot nem is érte el teljesen.

3.2. Cementőrlő malom vizsgálata

A cementőrlés során adagolt pernyetartalom röntgen spektrométerrel való gyors meghatározásáról már korábban beszámoltunk (9). Mint később kiderült, a módszer alkalmas nem csak a pernyetartalom, hanem a gipszkő adagolás szabályozására is, és még csak nem is igényel ezen utóbbi külön mintavételt, csupán a spektrométerrel meg kell határozni az SO_3 -gipsztartalom mérőgörbét és időközönként ellenőrizni kell a klinker SO_3 és a beérkező gipszkő kalcium-szulfát-dihidrát tartalmát (ezen utóbbit egyébként is rendszeresen ellenőrizni kell). Az áramlási viszonyok vizsgálatára pedig esetleg eredményesen alkalmazhatók elsősorban olyan anyagok, amelyek gyors meghatározására megfelelő módszerrel rendelkezünk. Így erre a célra számításba jöhet a pernye, mivel azonban ennek egyenletes technológiai adagolása nem garantálható, az impulzuszerű adagolást ennek megszüntetését követően kell elvégezni. Számolni kell továbbá azzal, hogy a pernye egy részét a légáram magával ragadja



1. ábra. Pernye és SO_3 változása malom után mérve (a gipszkő és pernye adagolása megszüntetve 0 és indítva 60 perckor)

az őrlőberendezésből alacsony sűrűsége és magas fajlagos felülete miatt. (4000 Blaine) A pernyéhez hasonlóan jó eredményeket kaptunk a gipszkő adagolás impulzus-szerű megváltoztatásával is.

Az elvégzett vizsgálatok közül a malom után vett minták eredményét az 1. ábra tartalmazza. Mind a daraminták esetében, mind a késztermékeknel hasonló lefutási görbéket kaptunk, természetesen a darában alacsonyabb pernyetartalommal. Jól megfigyelhető az SO_3 tartalom változásából a gipszkő adagolás kísérletek ideje alatti váratlan kimaradása (elakadt a surrantóra való feltapadása miatt).

Elvégezve a vett minták szitaanalízisét a párhuzamos kapcsolt szélosztályozók Tromp görbéinek megszerkesztését, illetve kiszámítva Pethő (10) alapján az új mérőszámokat (kiegyenlítő paraméter várható értékét, hibaterületeket és ezek elsőrendű nyomatakait), értékes információkat kaptunk az őrlő — osztályozó rendszerről is és kiderült, hogy a két párhuzamosan kapcsolt szélosztályozó leterhelése erősen eltérő a váltólap nem megfelelő beállítása miatt.

3.3. Hőcserélő — forgókemence vizsgálata

A rendszer áramlási viszonyainak vizsgálatára eredményesen alkalmazható piritpörk. Emellett igen hasznos és értékes következtetéseket vonhatunk le, elsősorban a hőcserélő működésére vonatkozóan az egyes ciklón-fokozatokból egyidejűleg vett minták izzítási veszteségének, (CO_2), szabad mész, sósavban oldhatatlan és SO_3 tartalmának vizsgálatából, a hőmérsékleti viszonyokat is egyidejűleg figyelemmel kísérve.

Az így kapott vizsgálati adatok — normál és zavart üzemi viszonyok mellett — különösen értékesek a hőcserélő rendszerben bekövetkezett valamilyen rendellenesség okának (okainak) kiderítése esetén. Természetesen az egzakt értékeléshez szükség van a vizsgált paraméterek időbeli

lefutásának ismeretére is, továbbá a mintavételi, mintafeldolgozási és elemzési hibák nagyságára [8], nehogy a véletlen jellegű változásokat is technológiai zavarként értékeljük.

Az ezen a téren eddig folytatott vizsgálataink igazolták a módszer alkalmazhatóságát, mert számos esetben összefüggést tudtunk kimutatni a paraméterek megváltozása és a hőcserélő – kemencerendszer valamilyen zavara között. Ilyen szempontból előnyös, hogy két teljesen azonos technológiai kemencerendszerrel rendelkezünk, így a két technológiai sor vizsgálati eredményei is összehasonlíthatók.

I R O D A L O M

- [1] *Gallyas M. – Hilger M. – Vadász M. – Kolostori J.*: Anyagáramlás vizsgálata rádióizotópos módszerrel körfolyamatos cementgyári őrlőberendezésben. *Építőanyag*, 1979.2.60.
- [2] MTA Izotóp Intézete (1977): Cementüzemi termékek pernyetartalmának meghatározása. Kutatási jelentés.
- [3] SZIKKTI (1974): Anyagáramlás és porképződés mérése izotópnymjelzéses mérés technikával a beremendi klinkerégető kemencén. Kutatási jelentés.

- [4] SZIKKTI (1976): A gyártási ciklus anyagáramlásainak vizsgálata a HCM-ben rádióaktív izotópos módszerrel. Jelentés.
- [5] SZIKKTI (1979): A gyártási ciklus anyagáramlásainak vizsgálata a HCM-ben rádióizotópos módszerrel. A 2. sz. nyersmalom anyagáramlásainak tanulmányozása. Kutatási jelentés.
- [6] MTA Izotóp Intézete (1979): Keveredési és fajtázódási folyamatok rádióizotópos vizsgálata nyersliszt-homogenizálókön. Kutatási jelentés.
- [7] *Rötzer, H. – Hagspiel, W.*: Tot- und Ausgleichzeit – Untersuchungen bei Mahlenlagen mit Hilfe von Radioisotopen. Zement – Kalk – Gips. 1977. 2. 63.
- [8] *Hugyák L.*: Cementgyártási mintavételi problémák. Műszaki doktori értekezés. Veszprém, 1979.
- [9] *Hugyák L. – Pothorszki V. – Vokó Gy.*: A cement pernyertartalmának gyors meghatározása röntgen fluoreszcens analízissel. Szilikátipari Ifjúsági Napok. Pécs, 1978.
- [10] *Kolostori J. – Pethő Sz. – Hilger M.*: Korszerű cementipari technológiák. Budapesti Műszaki Egyetem Továbbképző Intézete, Budapest. 1979.

Hugyák László: Cementgyártási technológia ellenőrzési módszerei

Худьяк, Л.: Методы контроля технологии цементного производства

Hugyák, L.: Kontrollmethode der Zementproduktions-technologie.

Hugyák, László Control Methods of Cement Manufacturing Technology

Lapszemle

BAUPHYSIK, Nyugat-Berlin, 1982. 3. sz.

Király, J.: *Az ablak mint passzív napfűtésrendszer*. 87–94. old.

Az ablakot homlokzatképző szerepe mellett hőtechnikai minőségétől függő mértékű, de nem kiküszöbölhető energiavesztés-forrásnak tekintjük. Az ablak funkcióit vizsgálva megállapítható, hogy az ablak fordított, szolár energianyerő felületet is alkot és „passzív napfűtésrendszer”-ként viselkedhet. Meghatározott feltételek, – pl. déli tájolás, leárnyékolás, belső hőtároló tömeg – a napkollektorhoz hasonlóan jelentősen járulhat hozzá a fűtéshez.

Künzel, H.: *Összefüggés a külső épületelemek gyakorlati nedvessége és az építőanyagok szorpció tulajdonságai között*. 101–107 old.

A hővezetési tényező száraz

anyagra megadott számítási értékét a gyakorlatban egy, az anyag nedvességét jellemző értékkel korrigálni kell. Az ún. gyakorlati nedvességtartalmat anyagmintákon való mérésrel kell meghatározni. Mérlegelendő, hogy a gyakran csak nehézségek árán elvégezhető mérések helyett a gyakorlatban szorpció méréseket végezzenek el és ennek alapján határozzák meg a hővezetési tényező korrekciójának mértékét.

BETONTECHNIK, Berlin, 1982. 3. sz.

Lucke, K.: *Szuperfolyósítók fejlődésének és alkalmazásának nemzetközi helyzete*. 85–87. old.

Az utóbbi évek során a naftalin-formaldehid bázisú szuperfolyósítót folyékony betonoknál, a melanin-formaldehid bázisú nagyszilárdságú betonszerkezetekhez alkalmazták. A hőkezelés növekvő ener-

giaköltségei sok gyártót meggondolásra késztettek, és mivel a szuperfolyósító alkalmazása a korai szilárdságot 30%-kal is emelte, lehetővé vált a maximális hőkezelési hőmérséklet csökkentése. A jövőben a szuperfolyósítóval kezelt betonok elterjedésének növekedése várható.

Tabakov, S.: *Színezett betonok tartósságának vizsgálata*. 94–95. old.

A pigmenttel színezett betonoknál a gőzzel nem kezelt színezett betonoknál a pigmenttartalom a nyomószilárdságot alig befolyásolja, míg gőzzel kezelt betonok esetén a nyomószilárdság 20%-ig terjedő mértékben csökkenhet. A színezett betonok zsugorodása 20%-kal nagyobb, mint a normál betonoké. Az 5% pigmenttartalmú színezett betonok 200 ciklusig fagyállóak, a 10% pigment tartalmúak 100 ciklusig.

Acélöntő üstök hazai döngölőanyagainak előállítása és felhasználási tapasztalatai a Dunai Vasműben*

ASZTALOS ANDRÁS – BOZSÓ ALLA

Dunai Vasmű, Tűzállóanyaggyár

Bevezetés

A 70-es évek elejétől egyre nagyobb tért hódít a hagyományos formázott tűzállótermékek mellett a nem formázott tűzállóanyagok alkalmazása. A kohászatban a technológiai folyamatok intenzifikálásával egyre jobban fokozódnak a tűzállóanyagokkal szemben támasztott követelmények. Az acélgyártásban az utóbbi időben bevezetett folyamatos acélöntés növelte az üstök bélésének igénybevételét, növekedett az acél csapolási-hőmérséklete és az üstben tartózkodási idő.

A hagyományos samott téglafalazású üstök kis tartóssága miatt a folyamatos üzemmenetet – a gazdasági szempontokat is figyelembe véve – már csak a homokbázisú monolitikus bélés biztosítja.

A Dunai Vasműben folytatott több éves kísérletek bebizonyították, hogy nem csak az import döngölőanyagok (Ladelite, Fricosil, Kalinit), hanem a hazai előállítású anyagok is megfelelnek a követelményeknek. Mivel Magyarországon természetes eredetű anyagot nem találtunk, keresni kellett olyan nyersanyagokat, melyekből szintetikus döngölőanyag állítható elő. Az öntödei és a tűzálló homokok alapos vizsgálata után három fajta homokkal és három különböző tűzállóanyaggal több szintetikus masszakeveréket állítottunk elő, és ezek jellemzőit összehasonlítottuk a belga, osztrák és csehszlovák anyagokkal.

Laboratóriumi szinten vizsgáltuk a massa döngölhetőségét, tömörödő képességét, nyersszilárdságát, szemcse eloszlását, szárítási érzékenységét, a kémiai összetételét, tűzállóságát, terhelés alatti lágyulását és térfogatváltozását.

Kezdetben az üzemi kipróbálásra a 60% homok és 30% Plzen környéki savanyú, kaolinit-illit tartalmú tűzállóanyag keveréket tartottunk alkalmasnak 1% plasztifikátor adagolásával. Az előállított döngölőanyag a belga import masszához hasonlóan jól döngölhető volt és szárításra nem volt érzékeny.

Eleinte a hazai gyártású anyagokkal az üstnek csak 2/3 része készült, majd később nagy körültekintéssel készülhetett csak a teljes munkabélés.

Az üstdöngölő homok finom szemcsés részaránya kisebb volt a szükségesnél, ez a felhasználás során megnyilvánult a kevésbé jól döngölhetőségben és döngölet gyorsabb kopásában. A döngölő homok fizikai és kémiai jellemzőinek javítására az alapanyagokat meg kellett változtatni. Az új összetétellel készült döngölőmassza kémiai és fizikai jellemzői jól megközelítették az import anyagokét.

Az új massa összetétele: kékkúti homok 67,5 tömeg%, fehérvárcsurgói homok 10,0 tömeg%, KYS agyag 22,5 tömeg%. A döngölet tömörségének növelése érdekében olyan nem gömbölyű szemcsézetű, min. 97% SiO_2 tartalmú alkotó elemet kellett keresni, amely biztosítja az optimális tartósságot. Legmegfelelőbbnek bizonyult a kalapácsos törőn 0–5 mm szemcseméret tartományúra zúzott nyékládházi kavics és 0–1 mm szemcsemérettartományú üvegipari célokra is alkalmas nagy tisztaságú homok megfelelő arányú keveréke, amelynek 0,5 mm alatti szemcsehányada 60–65% között van. Az alkotók bemérése zártrendszerű, automatikus súlyszerinti masszabemérő berendezésen történik. A kész keverék nedvességtartalma $6 \pm 0,5\%$.

Az előállított masszával szemben támasztott követelmények közül a legfontosabb a szemcse szerkezet és a homogenitás. Hazai döngölőmassza szemcse összetétele:

2,5 mm felett min.	9%
2–2,5 mm között min.	4%
1,5–2,5 mm között max.	13%
0,5–1 mm között max.	12%
0,09–0,5 mm között max.	29%
0,09 mm alatt max.	33%

Összehasonlítás céljából az 1–2. táblázat az im-

*Petrik Lajos pályázat anyagából

port eredetű és az új hazai döngölő anyag szemcse megoszlását és vegyi összetételét tartalmazza.

A hazai előállítású üstdöngölő masszából a Dunai Vasmű Acélmű 1980-ban 13 ezer tonnát használt fel. Ezzel jelentős az import megtakarítás. Az utóbbi 2 év alatt több mint 24 ezer tonna hazai döngölő anyag felhasználásának az a tapasztalata, hogy annak minősége megközelíti az import anyagokét.

Az 1980-ban pl. 1068 gépi röpitésel készült savanyú bélésű üst került öntésre, ebből

Hazai	13 055,2 t.	15,9 t/üst	76,43%
Fricosil	1 271,5 t.	15,50 t/üst	7,44%
Kalinit	2 755,0 t.	16,59 t/üst	16,13%
ÖSSZESEN:	17 081,7 t.		100%

Fajlagos felh. 14,55 kg/t acél.

Az üsttartósság alakulása:

	Hazai		Kalinit		Fricosil	
	1980.	1979.	1980.	1979.	1980.	1979.
Üst szám	820	660	166	187	82	287
Öntés	4978	3405	982	1058	527	1667
Tartós.	6,07	5,16	5,91	5,65	6,42	5,8

Önmagában vizsgálva az üsttartósságot nem lehet figyelmen kívül hagyni azt, hogy annak

1. táblázat

Döngölő masszák szemcsemegoszlása

	Fricosil	Kalinit	Ladelit	Hazai
2,5 mm felett tömeg%	6,9	1,1	1,2	9
2 – 2,5 mm tömeg%	3,0	5,7	0,2	4
1,5 – 2,0 mm tömeg%	2,9	5,5	0,2	13
1,0 – 1,5 mm tömeg%	0,5	2,3	0,1	
0,5 – 1,0 mm tömeg%	3,0	19,4	0,6	12
0,09 – 0,5 mm tömeg%	30,4	23,9	31,2	29
0,09 mm alatt tömeg%	53,3	42,1	66,5	33

2. táblázat

Döngölő masszák vegyi összetétele és tűzállósága

	Fricosil	Kalinit	Ladelit	Hazai
SiO ₂ tömeg%	87,60	89,95	85,50	88 – 90
Al ₂ O ₃ tömeg%	6,88	6,49	8,58	6,5 – 7,5
Fe ₂ O ₃ tömeg%	0,84	0,24	2,02	0,5 – 1,0
TiO ₂ tömeg%	0,38	0,25	0,38	0,1 – 0,3
CaO tömeg%	0,84	0,28	0,36	0,56 – 0,86
MgO tömeg%	0,40	0,60	0,25	0,20 – 0,40
Izz. veszt	3,06	2,19	2,91	2,10 – 3,26
Tűzállóság °C	1610	1730	1630	1610 – 1650

alakulásában az acélműben igen sok körülmény közrejátszik. Gyakorlati tapasztalatok szerint az üsttartósságot nagymértékben olyan körülmények befolyásolják, mint az átlagos adagsúly, az üstben tartózkodási idő, csapolási hőmérséklet, a gyártott acél minősége, a salak összetétele és mennyisége stb. Így kistömegű acéladag a nagy mennyiségű salak miatt is tönkretelheti az igen gondosan elkészített acélüst bélését.

A savanyú bélésű üstök átlagos tartóssága 1981. I. félévében a következőképpen alakult:

Hazai	Fricosil	Kalinit
6,25 tartósság	6,15 tartósság	5,86 tartósság
348 üst	47 üst	49 üst

A saját gyártású savanyú bélés 1981. I. félévében már a legjobbnak bizonyult és felhasználásának részaránya már közel 80% volt.

A döngölő massa gyártása jelenleg a samott gyártási vonalon történik. A massa előállítása ugyanis különleges gépi berendezést nem igényel, a samott gyártásnál alkalmazott keverő berendezések (Eirich, centrifugális gyorskeverő) megfelelnek a gyártáshoz. A hazai döngölőmassza minőségét növelni lehetne – ezzel együtt az üsttartósságot javítani – ha a döngölőmassza gyártás a samott gyártástól független lenne.

Monolit üstbéléssel a falazott üsthöz képest jelentős importanyag megtakarítás érhető el. A Dunai Vasműben kifejlesztett hazai üstdöngölő massa technológiája egyszerű, az önköltsége rendkívül alacsony, tőkés importú anyagokat nem tartalmaz, országosan is hasznosítható.

A hazai döngölőmassza alkalmazásával a tűzállóanyag költség jelentősen csökkenthető pld. az 1873 Ft/t Frikozil helyett hazai üstdöngölőmassza ára 930 Ft/t, vagyis az acélgyártás gazdaságossága javítható. Az import anyagokkal való gazdálkodásra vonatkozó gazdaságpolitikai szempontoktól vezérelve a Dunai Vasműben szerzett felhasználási tapasztalatok alapján célszerűnek látszik a hazai eredetű döngölőanyag alkalmazási területeit kibővíteni.

Asztalos András – Bozsó Alla: Acélöntő üstök hazai döngölőanyagainak előállítása és felhasználási tapasztalatai a Dunai Vasműben

Asztalos, A. — Bozsó, A.: Опыт производства и применения отечественных трамбовочных материалов сталелитейных ковшов на Дунайском металлургическом Комбинате

Asztalos, A. — Bozsó, A.: Herstellungs-, und Verwendungserfahrungen heimischer Stampfmassen für Stahlgusskochen bei den Donauer Eisenwerken.

Asztalos, András – Bozsó, Alla Production and Application Experiences of Ramming Bodies for Steelcasting Ladles

Kőzetek húzószilárdsági vizsgálatának vizsgálattechnikai értékelése

GÁLOS MIKLÓS – MOLNÁR ISTVÁN

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

Kőzetek húzószilárdságát az MSZ 18285/2 szerint közvetett húzóvizsgálattal határozzuk meg. Ezt a vizsgálatot szokás a szakirodalomban, de a műszaki köznyelvben is brazil vizsgálatnak nevezni, mivel a brazil Carneiro (1947) javasolta először a módszert betonok húzószilárdságának meghatározására.

Azoknál az anyagoknál, amelyeknél a nyomószilárdság (R_c) és a húzóvizsgálat (R_t) hányadosa – azaz a Brinke szám – nagyobb mint 3,0 és élhetünk a rugalmas síkbeli feszültségállapot feltételezéssel, az alkotója mentén párhuzamos nyomólapokkal terhelt hengeres próbatest, a terhelő erő irányával megegyező átmérője mentén húzó igénybevételre megy tönk्रे. (1. ábra).

A feszültségállapotot Bezuhov (1952) részletesen tárgyalja; a terhelés irányába és arra merőleges főirány feszültségállapotát leíró összefüggéseket szinte minden anyagtannal foglalkozó szakönyvben megtalálhatjuk.

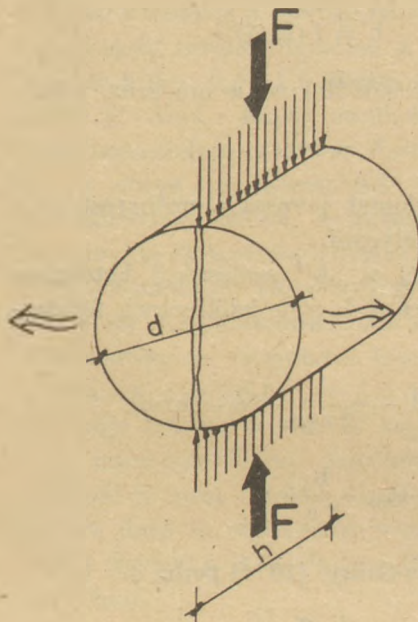
Nagyváti (1958) ismerteti, Gálos – Kertész – Kürti – Marek (1971) folyóiratunkban a korszerű kőzetszilárdsági minősítő vizsgálati módszerek között tárgyalja a húzószilárdság meghatározásának e módszerét, ábrán is közölve a főirányok feszültségeloszlását.

A vizsgálat 1979 óta szerepel az építési kőanyagok szabványsorozatában a szabályos próbatesteken végzett szilárdsági vizsgálatok között. Alkalmazásával meghatározott húzószilárdság 1 : 1 magasság-átmérő arányú próbatesten:

$$R_t = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d \cdot h} \text{ (MPa)}$$

ahol F a tönkremenetelt előidéző erő N
 d a próbatest átmérője mm
 h a próbatest magassága mm

A vizsgálat jól illeszkedik a szabályos próbatesteken végzett szilárdsági vizsgálatok sorába. Mind a próbatest kialakítás feltételei, mind a szükséges laboratóriumi berendezések megegyeznek a nyomószilárdsági vizsgálatával.



1. ábra. A közvetett húzóvizsgálat elvi elrendezése

A húzószilárdságot fölhasználjuk a kőzetek minősítésénél tönkremeneteli határértékként, valamint a Mohr-féle törési feltétel alkalmazásakor a határgörbe szerkesztésénél, ill. analitikus megadásánál. (lásd MSZ 18285/3 Építési kőanyagok szilárdsági vizsgálata próbatesteken. Triaxiális vizsgálat.)

A húzószilárdság meghatározásának ezen egyszerű módszerével kapcsolatban néhány vizsgálattechnikai kérdésre fel kell hívni a figyelmet. Ezek adódnak a terhelő erő átadásából, valamint a próbatest méreteiből, ill. méretarányaiból.

Vutukuri – Lama – Saluja (1974) részletes irodalmi hivatkozással tárgyalja Akazawa, Hondros, Addinall-Hachett, Mellor-Hawkens, Hudson-Brown-Rummel, Fairhurst, Colback, Berembaum-Brodie, Yu, Dube-Singh, Lundborg, Bernaix, Habib-Vouille vizsgálattechnikával foglalkozó munkásságát. A közöltekből levonható következtetéseket vizsgálattechnikai értékelésünkbe beépítettük.

A terhelőerő átadódása

A vizsgálatra szánt próbatestet helyezhetjük közvetlenül a nyomógép terhelést átadó lapjai közé, vagy alkalmazhatunk a nyomólapok és a próbatest között egy „b” szélességű közvetítő elemet (2. ábra).

Elméletileg a terhelés átadása vonalszerű kell legyen, de a terhelés növelése a próbatest alakváltozását eredményezi, ami egy folytonosan növekvő felfekvési felületet eredményez.

$$b = f(F, d)$$

ezt hivatott kiküszöbölni az a módszer, amely

$$b = \text{const}$$

szélességű betételemet javasol a próbatest és a nyomólap közé helyezni.

Carneiro (1947) a „b” szélességű betételem figyelembevételére a 3. ábra jelöléseinek felhasználásával a

$$c_1 = 1 - \frac{1}{2 \operatorname{tg} \alpha} (\omega - \sin \omega)$$

ahol $\omega = 2 \operatorname{arc} \tan \frac{b}{2a}$

Vutukuri-Lama-Saluja (1974) pedig a

$$c_1^* = \frac{\sin 2\alpha}{a} - 1$$

módosító szorzótényező alkalmazását javasolja.

Betételem alkalmazása a vizsgálatot nagyon megnehezíti, mivel az alsó és felső nyomólapra helyezett betételek párhuzamosságát a próbatest elhelyezésekor biztosítani kell. Ezt fokozza, hogy a terhelő erő egytengelyűségét gömbcsukló közbeiktatásával oldjuk meg és így a

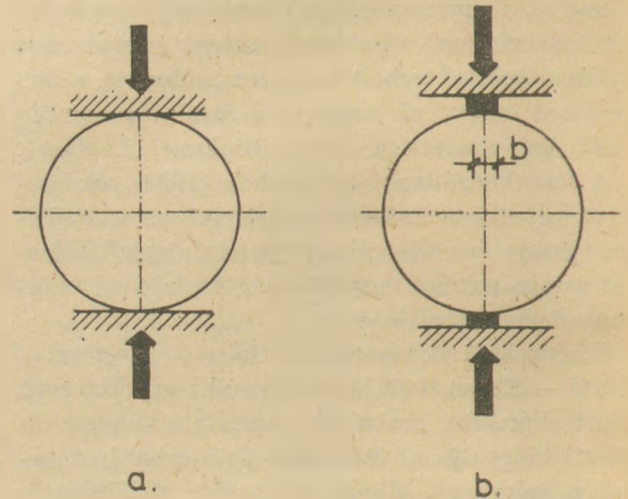
gömbcsuklóhoz tartozó nyomólap könnyen ki-mozdul, ami egyenlőtlen terhelésátadáshoz vezet.

További nehézséget jelent, hogy a betételem szükségszerűen kis keresztmetszetű, ami által nagy feszültségek keletkeznek benne. Nagyon jóminőségű anyagból kell készíteni, hogy felületén, ill. élein a vizsgálat során bemélyedések, csorbulások ne keletkezzenek.

Szabvány szerinti, nagytömegű vizsgálatoknál a betételem alkalmazását nem javasoljuk.

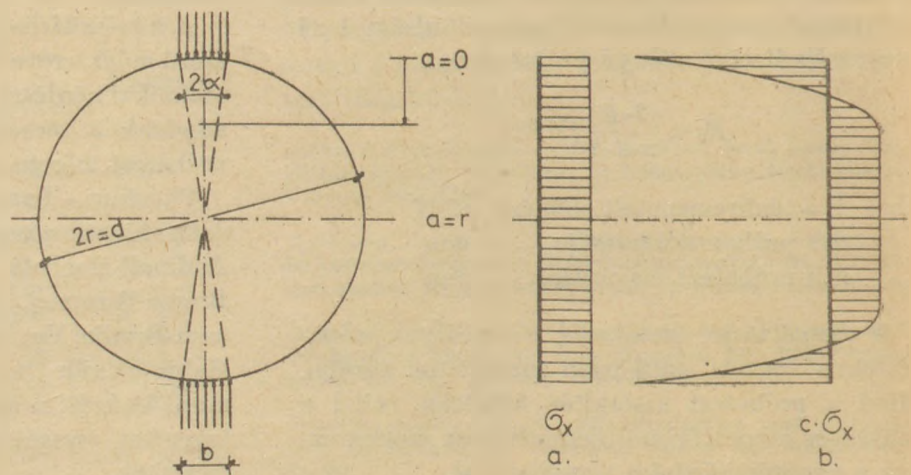
Megvizsgáltuk ezért a tönkrement próbatestekenél megfigyelhető benyomódást és a későbbiekben ismertetett vizsgálatsorozatnál az 1. táblázat szerinti átlagértékeket kaptuk. A nyomólapok befogásából adódó méretet az alkotó mentén négy helyen mértük meg (b_1) és azok átlagértéke szerepel az I. táblázatban.

Ha elfogadjuk ezeket a \bar{b} értékeket mint betételem szélességeket, úgy a fenti képletekbe való behelyettesítés után az I. táblázat második és



2. ábra. A terhelés átadásának módja

- a) közvetlen
b) betételes



3. ábra. Húzófeszültség eloszlása

- a) elméleti
b) felfekvési felület miatt módosított

1. táblázat

A felfekvési szélességet figyelembe vevő c_1 ill. c_1^* tényező különböző próbatestátmérő esetén (andezit, Karancslapujtó)

	d (cm)		
	3,12	5,55	7,14
b (mm)	2,73	4,00	5,46
c_1	0,9950	0,9966	0,9965
c_1^*	0,9899	0,9931	0,9929

harmadik sorában található c_1 és c_1^* módosító tényezőket nyerjük.

Bármelyik összefüggést használjuk is a

$$c_1 \cdot R_t \text{ ill. a } c_1^* R$$

feltámaszkodási hatással módosított húzószilárdsági érték maximálisan 1,5%-al tér el az elméleti értéktől, amely ezt a hatást nem veszi figyelembe. Ez pedig a tapasztalt vizsgálati szórás 1/10 része csupán. Így megerősíti a korábban mondottakat; betételemet kőzetek húzószilárdsági vizsgálatánál nem kell alkalmazni és a próbatest felfekvésének hatását vizsgálati hatásnak kell tekinteni. Korrekciós tényező használata nem növeli a húzószilárdsági érték megbízhatóságát.

A próbatest mérethatása

A próbatest mérethatásának vizsgálatára különböző átmérőjű és különböző átmérő-magasság arányú próbatesteket készítettünk két kőzetből. A gyémántbetétes kőzetfúróval kifúrt próbatestek

átmérője: $d = 3,12$ cm
 $d = 5,55$ cm
 $d = 7,14$ cm

hengerek hossza: $h = 0,5 d$
 $h = d$
 $h = 1,5 d$
 $h = 2,0 d$

volt. A szabvány szerinti öt ismétlési számot figyelembe véve ez kőzetenként 60–60 db próbatestet jelentett.

A vizsgálati sorozathoz dácitot (Szob) és andezitet (Karancslapujtó) választottunk ki azzal a megfontolással, hogy szöveti felépítésükben azonos jellegűek legyenek, de homogenitás szempontjából mutassanak különbséget. Ez a különbség abban jelentkezett, hogy a dácit a mállott földpátokat tartalmazó szövetével, vizsgálatunk

szempontjából, homogén-izotrópnak volt tekinthető, ezzel szemben a szintén mállott földpátokat tartalmazó andezitben kvarcos kitöltésű hajszálerek és porfiros kiválású kvarccsomók voltak, amelyek mérete a cm nagyságrendet is elérte; így az andezit nem felelt meg a homogén-izotróp feltételezésnek (2. táblázat).

A vizsgálati eredmények átlagértékeiből felrakott összefüggések (4. és 5. ábra) jól mutatják a különbséget. Ha a kőzet a gyakorlatban alkalmazott próbatest mértéken belül ($d = 3–8$ cm) kielégíti a homogén-izotróp feltételt, akkor a húzószilárdság értéke független a választott átmérőtől és $h/d = 0,5–2,0$ között a próbatest hosszától (4. ábra). Ez az eredmény egyezik Vutkuri-Lama-Saluja (1974) által közöltekkel; $d < 2$ cm-es próbatesteknél nő meg a mért húzószilárdság értéke. A túlságosan hosszú próbatestekkel ők nem foglalkoztak. Gránitra, mészkőre és homokkőre vonatkozó görbéik alátámasztják a mi vizsgálati sorozatunkból levonható következtetést: a vizsgálatra kialakított próbatest alkotója $h = 0,5 d$ és $h = 1,5 d$ között, valamint átmérője $3,0 \leq d \leq 8,0$ cm legyen.

A homogén-izotróp feltételt kielégítő szobi dácitnál a mért értékek segítségével R_t és h/d között lineáris regressziós kapcsolat írható fel, amely szerint a javasolt $h = (0,5–1,5) \cdot d$ tartományban:

$$d = 3,12 \text{ esetén } R_t = -0,13 \frac{h}{d} + 7,59$$

2. táblázat

Húzószilárdsági átlag értékek légszáraz kőzetfizika állapotban dácit (Szob) és andezit (Karancslapujtó) kőzeteken. (A vizsgálat ismétlési száma $n = 5$)

Próbatest mérete (cm)		Húzószilárdság (MPa)			
		dácit Szob		andezit Karancslapujtó	
d	h	R_t	s	R_t	s
3,12	0,5 d	7,57	2,12	15,59	3,21
	1,0 d	7,39	1,74	14,89	4,07
	1,5 d	7,44	1,43	13,22	3,46
	2,0 d	8,92	1,22	15,81	1,27
5,55	0,5 d	9,41	1,04	15,76	1,63
	1,0 d	7,38	0,66	15,92	3,58
	1,5 d	8,42	1,32	14,40	2,95
	2,0 d	9,39	0,61	10,76	2,58
7,41	0,5 d	7,72	0,63	12,00	2,50
	1,0 d	7,65	1,39	8,87	2,51
	1,5 d	7,93	0,80	7,13	3,61
	2,0 d	8,90	0,35	8,69	3,61

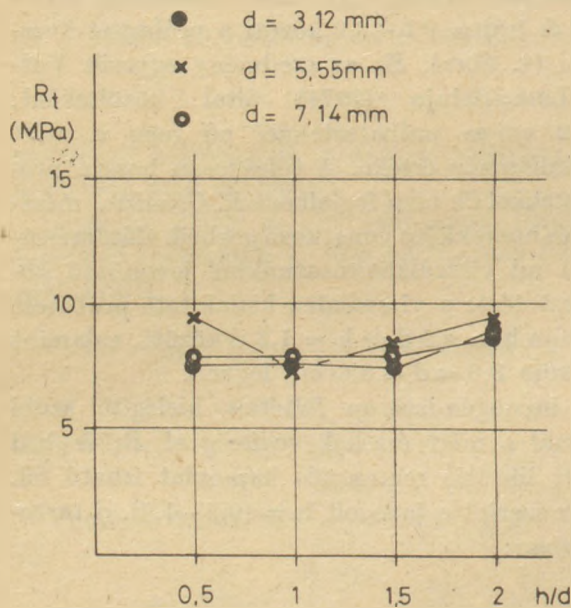
Magasság-átmérő viszonyt figyelembe vevő c_2 tényező szobi dácitnál

d	c_2		
	$h = 0,5 d$	$h = 1,0 d$	$h = 1,5 d$
3,12	0,99	1	1,00
5,55	0,79	1	0,89
7,14	0,97	1	0,94

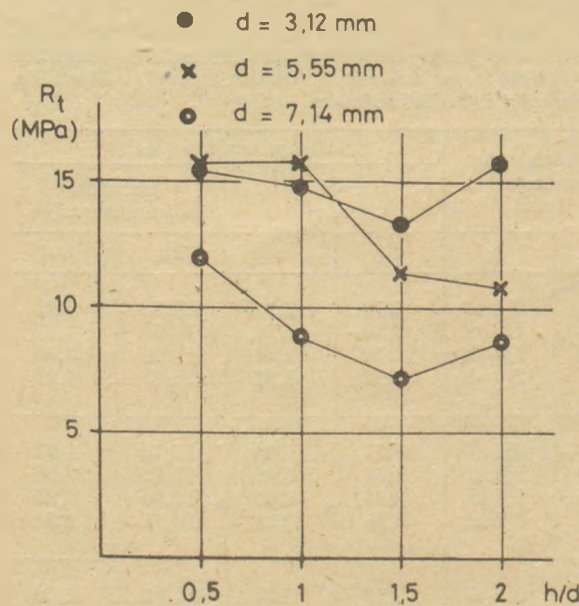
$$d = 5,55 \text{ esetén } R_t = -0,99 \frac{h}{d} + 9,39$$

$$d = 7,14 \text{ esetén } R_t = 0,21 \frac{h}{d} + 7,56$$

Mindez nem mondható el a karancslapujtói andezitről (5. ábra), amely a kitöltött hajszál-repedések, valamint a porfiros kvarckiválások miatt nem tekinthető homogén-izotrópnak és így ez esetben van mérhető, ami arra figyelmeztet, hogy a heterogenitás hatását további vizsgálat-sorozattal kell tisztázni.



4. ábra Húzófeszültség és a próbatest geometriai méretei közötti összefüggés (Dácit Szob légszáraz kövzetfizikai állapotban)



5. ábra. Húzófeszültség és a próbatest geometriai méretei közötti összefüggés (Andezit Karancslapujtó légszáraz kövzetfizikai állapotban)

Az összefüggések segítségével meghatározhatunk olyan c_2 szorzótényezőt, amellyel magasság-átmérő viszonyt tudnánk figyelembe venni és így a $h/d = 1/1$ -től eltérő esetekben a húzószilárdsági értéket

$$R_t^{1/1} = c_2 R_t^*$$

képlettel a $h/d = 1/1$ -re át tudnánk számítani, ahol R_t^* a $h/d = 1/1$ -től eltérő próbatesteken mért értékeket jelenti.

Homogén-izotrópnak tekinthető kőzeteknél ez a c_2 érték elhanyagolható, mert a módosító tényező a vizsgálati szórásnak csupán 10–20%-a. Ezt bizonyítja a 3. táblázat értéksora, amely a szobi dácitra kiszámított c_2 tényezőket tünteti fel úgy, hogy $h/d = 1/1$ -hez tartozó húzószilárdsági értékek a különböző átmérőjű, de 1/1 arányú próbatesteken végzett vizsgálatok középértékét tekintettük ($3 \times 5 = 15$ mérés).

A homogén-izotróp feltételtől való eltérést jól mutatják a vizsgálat során tapasztalt szórások. A szabvány szerinti $n = 5$ ismétlési szám „kis ismétlési számnak” tekinthető, ezért a matematikai statisztika vonatkozó szabályának megfelelően a korrigált szórást

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

vettük figyelembe és ez elvezet a vizsgálati terjedelem elemzéséhez.

A húzószilárdsági vizsgálat megengedett terjedelme

A 4. táblázatban a kövzetszöveti tulajdonságok alapján csoportosítva szerepel egy sor hazai és külföldi kőzeten végzett húzószilárdsági vizsgálat eredménye, amelyek azonos feltételek között:

- gyémánthetétes koronával fúrva
- $d = 5,55 \pm 0,05$ cm 1 : 1 arányú próbatesten
- azonos vizsgáló berendezésen és
- ugyanazon vizsgáló személy által

Hazai és külföldi kőzeteken végzett húzószilárdsági vizsgálatok eredményei

Kőzet és lelőhely		R_t (MPa)	s	Szöveti jelleg
HOMOGEN				
Gránit	Mauthausen	9,87	1,31	kristályos szemcsés
Gránit	Svédország	9,11	1,31	
Diorit	Jablonica Ploče	9,23	0,49	
Labradorit	Szovjetunió	6,57	0,82	
Márvány	Carrara	6,19	0,75	
Márvány	Gostivar „A”	4,53	0,28	
Márvány	Sivač	4,80	0,55	
Kvarcit	Alta	19,84	2,14	
Dácit	Szob	7,39	0,53	
Bazalt	Zalahaláp	17,23	2,77	
Riolit-tufa	Bodrogkeresztúr	1,81	0,29	tufás
Tömött mészke	Tardos	6,85	0,85	karbonátos
Dolomit	Csákvár	5,07	0,63	
Homokkő	Balatonrendes „A”	6,56	0,47	ragasztott
Homokkő	Balatonrendes „B”	6,49	1,02	
HETEROGEN				
Gránit	Emeljanovszk	5,15	1,33	kristályos szemcsés
Gránit	Strzegom	5,59	1,29	
Márvány	Gostivar „B”	5,95	1,14	
Riolit	Gyöngyössolyos	4,05	1,77	mikrokristályos porfiros
Andezit	Gönc	6,75	2,68	
Andezit	Karancslapujtó	8,59	2,02	
Andezit	Szanda	9,94	2,67	
Diabáz	Egerbakta	9,76	2,36	
Riolittufa	Sirok	1,55	0,52	tufás
Andezittufa	Bogács	2,61	0,48	
Bazalttufa	Egyházaskesző	4,19	1,84	
Tömött mészke	Nagyharsány	5,66	1,35	karbonátos
Tömött mészke	Polgárdi	6,28	1,60	
Dolomit	Gánt	10,22	2,01	
Forrásvízi mészke	Süttő	4,83	0,82	
Homokkő	Pilisborosjenő	2,51	0,76	ragasztott

a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének kőzetfizikai laboratóriumában készültek.

A laboratóriumi kőzetfizikai állapotban meghatározott húzószilárdság (R_{10}) és a korrigált szórás (s) közötti lineáris regressziós kapcsolatot a 6. ábra mutatja be. A regresszió számításánál külön választottuk a homogénként viselkedő kőzeteket. A heterogenitás oka porfiros kiválású kőzetalkotó ásványok, egyenlőtlenül elhelyezkedő pórusok ill. a kőzetalkotók közötti kötés különbözősége lehet.

A nyert összefüggések felhasználásával a megbízhatóság javára tett elhanyagolással a további

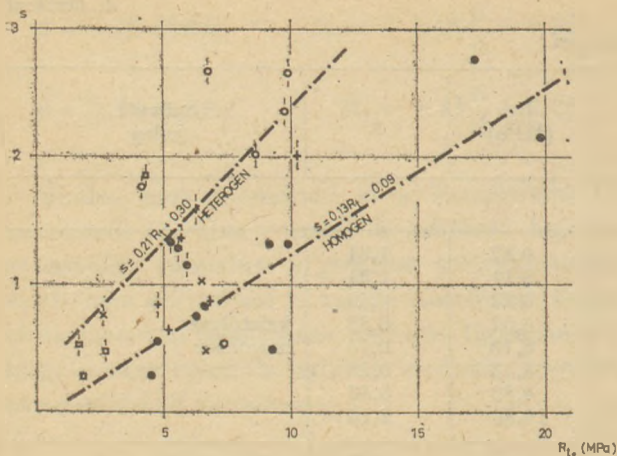
értékeléshez a 6. ábrán közölt összefüggésekkel szemben

homogén feltételezésnél az $s = 0,15 R_t$

heterogén feltételezéssel az $s = 0,25 R_t$

egyszerűsített regressziós kapcsolatot használjuk.

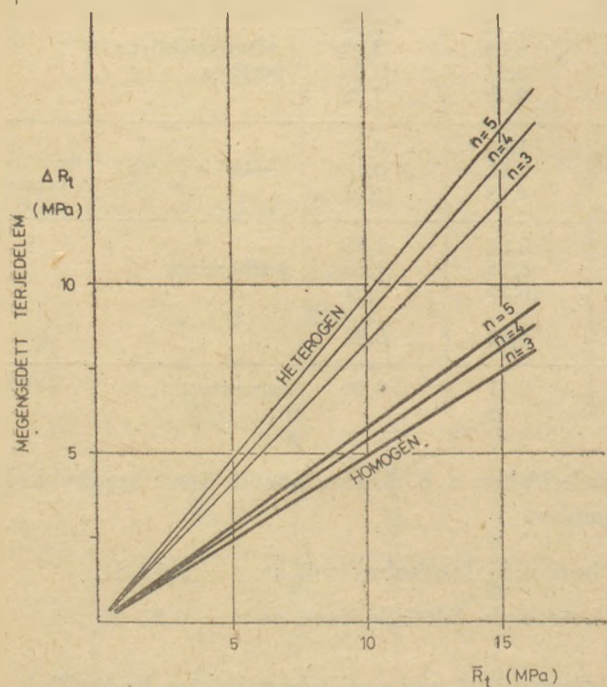
Ha élünk azzal a matematikai statisztikai tétellel, hogy a korrigált tapasztalati szórás az elméleti szórás torzítatlan becslése (Vincze 1968), akkor a regressziós vizsgálatból nyert – homogén és heterogén esetre meghatározott – tapasztalati korrigált szórást a megengedett terjedelem meghatározásához ún. megengedett



6. ábra. Lineáris regresszió a húzószilárdság és a korrigált szórás között

- homogén kristályos szemcsés szövet
- homogén mikrokristályos, porfiros szövet
- homogén tufás szövet
- + homogén karbonátos szövet
- × homogén ragasztott szövet

- heterogén kristályos szemcsés szövet
- heterogén mikrokristályos, porfiros szövet
- heterogén tufás szövet
- + heterogén karbonátos szövet
- × heterogén ragasztott szövet



7. ábra. Összefüggés a húzószilárdság és a megengedett terjedelem között

szórásként (s_m) fogadjuk el. Ennek felhasználásával a megengedett terjedelem:

$$\Delta R_t = \omega s_m$$

ahol ω egy küszöbérték, amely függ a P_R statisztikai

biztonságtól és a mérések számától (n). Mértékadó eredmény számítására hazai és külföldi gyakorlatban a 95%-os statisztikai biztonságot szoktuk alkalmazni ($P_R = 0,95$). Így Graf-Henning-Stange (1966) vonatkozó táblázatát használva a mérések száma függvényében a küszöbértékek:

$$n = 3 \longrightarrow \omega_3 = 3,314$$

$$n = 4 \longrightarrow \omega_4 = 3,633$$

$$n = 5 \longrightarrow \omega_5 = 3,858$$

Ezek, valamint a homogén és heterogén esetre javasolt szórás alapján a megengedett terjedelmet már számíthatjuk, ill. a gyors meghatározáshoz a 7. ábrán közölt grafikont használhatjuk.

Összefoglalás és javaslat

Az MSZ 18285/2 szabvány szerinti húzószilárdsági vizsgálattal mind az építési kőanyagok minősítéséhez, mind a kőzetmechanikai számításokhoz fontos kőzetjellemzőt tudunk meghatározni. A vizsgálati eredmények értékelésénél nem szabad megelégednünk a mechanikusan képzett átlagértékek és szórások figyelembevételével, mivel köztudottan nagy vizsgálati szórásokat mutató vizsgálatról van szó.

A szabvány $d = 5,0 \pm 0,5$ cm 1 : 1 magasság-átmérő arányú próbatest használatát írja elő. Vizsgálataink bizonyították, hogy azoknál a kőzeteknél, amelyek homogénnek és izotrópnak tekinthetők – $d = 3,0 - 8,0$ cm, ill. $h = 0,5 d - 1,75 d$ méretű próbatesteken is elvégezhető a vizsgálat anélkül, hogy a szabványos méretre átszámítást kellene alkalmazni.

Heterogén kőzeteknél ragaszkodni kell a szabványos próbatest kialakításához, mivel a próbatest mérethatására a heterogenitást előidéző ok különböző módon hat.

A megengedett vizsgálati terjedelem meghatározása jó módszer arra, hogy eldöntsük húzószilárdság szempontjából homogén vagy heterogén kőzettel állunk-e szemben. Ha a tapasztalt vizsgálati terjedelem kisebb mint a homogén esetre meghatározott megengedett terjedelem, akkor a kőzet homogén, ellenkező esetben heterogén. Ha azonban a vizsgálati terjedelem a heterogén esetre meghatározott megengedett terjedelmet is meghaladja, akkor a hiba oka vizsgálattechnikai lehet: nem megfelelő berendezésen, nem kellő gondossággal végzett vizsgálat. Ez esetben a vizsgálatot meg kell ismételni, a nem

megfelelő vizsgálati terjedelmet mutató húzószilárdsági eredményt nem szabad a kőzetre jellemző értéknek elfogadni.

Vizsgálatsorozatunk eredményeként javasoljuk, hogy a húzószilárdság meghatározását előíró szabványba kerüljön be egy, a megengedett vizsgálati terjedelemre vonatkozó előírás, ami véleményünk szerint a húzószilárdság értékének megbízhatóságát és információ-tartalmát nagy mértékben növelné.

IRODALOM

- Bezuhov N. I. (1952) Bevezetés a rugalmasságtanba és a képlékenységtanba. Tankönyvkiadó Budapest p. 226
- Carneiro (1947) Une nouvelle méthode d'essai pour déterminer la traction du béton. Institut de technologie du Brésil RILEM
- Gálos M. – Kertész P. – Kürti I. – Marek I. (1971) Korszerű közhúzószilárdsági minősítő vizsgálati módszerek Építőanyag XXIII évf. 12. sz. pp 450 – 458
- Graf U. – Henning H. J. – Stange K. (1966) Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Springer Verlag Berlin
- Nagyváti B. (1958) Rideg anyagok húzószilárdságának kísérleti meghatározása. Mélyépítéstudományi Szemle 8. pp 300 – 305
- Vincze I. (1968) Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Műszaki Könyvkiadó Budapest p. 351
- Vutukuri V.S. – Lama R.D. – Saluja S.S. (1974) Handbook on Mechanical Properties of Rocks Volume I. Trans Tech. Publications Claustahl p. 280.

Gálos Miklós – Molnár István: Kőzetek húzószilárdsági vizsgálatának vizsgálattechnikai értékelése

Az MSZ 18285/2 szabvány szerinti húzószilárdsági vizsgálattechnikai értékelése kiterjedt a próbatest és vizsgálóberendezés közötti kapcsolatra, az alkalmazott próbatestek mérethatására. Szobi dáciton és karancslapujtói andeziten végzett sokoldalú mérésorozat bizonyította, hogy a próbatest felfekvéséből és bizonyos mérethatárokon belül a próbatest mérethatásából adódó módosító tényezők kisebbek, mint a vizsgálat tapasztalt szórása.

A cikk elemzi a tapasztalt vizsgálati szórásokat és az elemzés alapján javaslatot tesz a megengedett terjedelem meghatározására. A mérések során nyert vizsgálati terjedelem összehasonlítva a megengedett terjedelemmel lehetőséget ad arra, hogy a kőzeteket húzószilárdság szempontjából homogén és heterogén csoportba soroljuk, illetve kiszűrjük a vizsgálattechnikailag nem megfelelően végzett méréseket.

Галос, М. — Мольнар, И.: Оценка техники испытания прочности при растяжении пород

Оценка техники испытания прочности при растяжении согласно МС 18285/2 распространяется на связь между испытательным оборудованием и испытываемым образцом, а также на определение размеров испытываемого образца. Многосторонняя серия измерений, проведенных на собском даците и каранчапуитой андезите, доказали, что влияние факторов вытекающих из положения и его размеров (в определенном пределе размеров) меньше, чем разброс результатов испытаний.

Статья анализирует установленный при испытаниях разброс и на основе этого анализа делает предложения в отношении определения допустимого размера этого разброса. Сравнивая разброс результатов, полученный при испытании, с допустимыми размерами разброса, можно, разделить породы на основе их прочности при растяжении на группу гомогенных и гетерогенных пород, или же выделить измерения, которые не соответствуют технике испытания.

Gálos, Miklós – Molnár István: Prüftechnische Wertung der Zugfestigkeitsprüfung von Gesteinen

Die prüftechnische Wertung der Zugfestigkeitsprüfung nach der Norm MSZ 18285/2 erstreckte sich auf den Zusammenhang zwischen dem Probekörper und dem Prüfgerät, auf die Auswirkung der Abmessungen der Probekörper. Eine Serie vielseitiger Messungen an Dazitproben aus Szob und Andesitproben aus Karancslapujtó erwies, daß die Einflußwerte, die sich aus der Auflage der Probekörper und den Auswirkungen der Probekörper, innerhalb gewisser Grenzen dieser Abmessungen der Probekörper, innerhalb gewisser Grenzen dieser Abmessungen ergeben, kleiner sind als die erfahrungsmäßige Streuung der Prüfungen.

Die erfahrungsmäßigen Streuungen der Prüfungen werden analysiert und Vorschläge zur Bestimmung der zulässigen Abmessungen gemacht. Die, bei den Messungen erhaltenen Größen, mit den zulässigen Größen verglichen ermöglichen, daß die Gesteine hinsichtlich ihrer Zugfestigkeit in die homogene, oder in die heterogene Gruppe eingereicht werden, bzw. festgestellt werden kann, welche Messungen prüftechnisch nicht entsprechend durchgeführt wurden.

Gálos, Miklós: – Molnár, István: The Testing of Rocks for Tensile Strength – Effect of Testing Parameters

Testing was done according to MSZ 18285/2 Hungarian Standard on dacite and andesite samples; sample – testing machine interconnexions as well as the size effect of samples were studied. It is stated that – among certain limits – the errors caused by the setting and the size of the samples are lesser than the experimental scatter of results. These testing scatters were analysed and suggestions given as regards of the permissible range. The comparison between the experimental and permissible ranges enables the grouping of rocks to homogeneous and heterogeneous classes (from the point of tensile strength) and to screen out incorrectly executed tests.

KÖZLEMÉNY

Régóta hiányolt kiadvány készült el, decemberben. Évfordulóink a műszaki és természettudományokban 1983 címmel, évkönyv jelenik meg. A kiadványban az év magyar műszaki- agrár és természettudományos évfordulóihoz kapcsolódó jelentős személyiségekről és alkotásokról emlékezünk meg cikkeinkben, képekben, illetve lexikon-szerűen.

Az évkönyv ára 50,— Ft.

A könyv megvásárolható:

– a MTESZ-lapok közönségszolgálatánál,

Budapest, IX., Mester u. 3.

– a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó boltjában,

Budapest, V., Szent István tér 4.

Ütíbeszámoló

LÁTOGATÁS NÉHÁNY SZLOVÁKIAI SZILIKÁTIPARI ÜZEMBEN

Bevezetés

A Szilikátipari Tudományos Egyesület szervezésében, az Egyesület és az egyesületi tagok vállalatának anyagi támogatásával egyhetes szlovákiai szakmai tanulmányúton vettünk részt.

A küldöttség szálláshelye és kiindulópontja Kassa volt. Innen tettünk egynapos szakmai kirándulásokat az alábbi helységekbe, illetve üzemekbe:

1. Turna — cementgyár;
2. Losonc — csempegyár;
3. Utekac — üveggyár;
4. Hanusovce — téglagyár;
5. Sena — kavicsbánya.

A következőkben beszámolunk az üzemekben tapasztaltakból, elsősorban energiagazdálkodási és környezetvédelmi szempontból.

1. Turnai Cementgyár

A magyar határ közelében levő, kb. 420 dolgozót foglalkoztató cementgyár 1974-ben kezdte meg a termelést. Egy száraz eljárású klinkergyártó vonallal rendelkezik. A gyár kapacitását eredetileg 770 ezer tonna cementre tervezték, jelenleg kb. 750 ezer tonnát gyártanak évenként.

A felhasznált alapanyagok: mészkő, agyag és Martin acélgártáshoz keletkező (36–38% Fe_2O_3 -ot tartalmazó) salak (piritpörk helyett). A cementgyár saját kőbányával nem rendelkezik, a mészkövet előaprított állapotban a Kelet-Szlovákiai Mészmű-től vásárolják (maximális szemnagyság: 30 mm). Az agyagot a gyár közelében levő saját bányából nyerik. A martin-salakot a Kassai Kohászati Kombináltól veszik.

A 250 t/h teljesítményű nyersmalmot a HISHMANN-, a homogenizáló rendszert a CLAUDIUS-PETERS (CPAG) cég szállította. A gyártóvonal fő technológiai berendezései — a ciklonos hőcserélő és a forgókemence — a csehszlovákiai PREROVI GÉPGYÁR fejlesztése és gyártmányú, első ilyen nagy méretű berendezése (2000 tonna klinker/nap). A kemence éves nap-

tári időalapkihasználása kb. 79%. A nyerslisztbeállítás röntgendiffrakciós elemzés adatai alapján SIEMENS 305 típusú számítógéppel végzik. A kemencét eredetileg olajtüzelésre tervezték, amellyel 6 éven át üzemeltették. Jelenleg kombinált — PILLARD gyártmányú — égőt alkalmaznak. A bevitt összes hőmennyiség kb. egynegyedét olajjal, a háromnegyedét pedig földgázzal fedezik. Az olaj 2,5–3% kéntartalmú. A kombinált égő szabályozó rendszere meglehetősen bonyolult, 8 szabályozó elem összehangolt működését kell egyidejűleg biztosítani. A rostélyos klinkerhűtő CPAG gyártmányú. A kemence fajlagos hőfelhasználása kb. 3500 kJ/kg klinker (kb. 840 kcal/kg klinker).

A kemence és a nyersmalom portalanítása (svájci) ELEX típusú villamos porleválasztóval (elektrofilterrel) biztosított. A leválasztás előtt kondicionáló toronyban hűtik és nedvesítik a gázt. Kombinált üzemmódnál (nyersmalom + kemence) a beporlasztott víz mennyisége kb. fele a csak kemence üzemmódnál szükséges vízmennyiségnek, a többit ilyenkor a nyersanyag nedvességtartalma biztosítja. A porleválasztó után a szabadba jutó portömegáramba és koncentrációja (porémiszió) (kb. 33 mg/m³) messzeemenően kielégíti a csehszlovák előírásokat. A villamos porleválasztó előtt a robbanásveszély megakadályozása érdekében a CO védelmet HARTMANN & BRAUN gyártmányú érzékelő és automatika biztosítja. A leválasztott port részben visszaadják a technológiába, részben pedig mezőgazdasági üzemeknek adják el talajjavítás céljára (tonnánként 160 csekkoronáért, míg a nyersliszt önköltsége tonnánként 110 csekkorona).

A rostélyhűtőt jelenleg multiciklon-rendszer portalanítja, a kimenő porteher azonban a megengedettnek sokszorosa. A jövőben itt magas hőmérsékletre is alkalmas zákoszsűrűket kívánnak felhasználni.

A cementőrlést két, egyenként 100 t/h teljesítményű malom végzi. Hidraulikus cementkiegészítő

anyagként a nyersvasgyártáshoz keletkező kohósalakot használják fel (ugyancsak a Kassai Kohászati Kombináltól szerzik be). A cementet csehszlovák gyártmányú rotációs géppel csomagolják. A teljes termelésnek mintegy egyharmadát hozzák zsákolt formában forgalomba, a többit ömlesztve, közúti és vasúti kiszállítással.

A cementmalom, a csomagolás és kiszállítás portalanítása csehszlovák gyártmányú zákoszsűrűkkel történik.

A cementgyártás fajlagos villamosenergia felhasználása kb. 110 kWh/t cement.

Lényegében kétféle klinkert gyártanak. A klinker összetételét úgy állítják be, hogy az ásványi összetételben a trikálcium-szilikát az egyiknél 50–55%, a másiknál (a jobb minőségűnél) 60–65% legyen. A jobb minőségi osztályok elérésének biztosítására a cement őrlési finomságát növelik, ilyenkor őrlést segítő anyagot (dietilén-glikolt) is használnak.

Kérdésünkre elmondották, hogy széntüzelés hevezetését itt egyelőre nem tervezik, a gumitüzelést azonban még ebben az évben kipróbálják kísérleti jelleggel. Tudomásuk szerint egy cementgyárban irányozták elő a közeljövőben antracit-tüzelés, később szénportüzelés bevezetését. Az antracit, ill. szén őrlését az egyik leálló cementgyár őrlőrendszerének felhasználásával központilag oldják meg.

2. Losonci „KERKO” Csempegyár

A kb. 600 dolgozót foglalkoztató csempegyár 4,5 éve üzemel. Évente 2,6 millió burkolócsempét gyártanak, ebből kb. 0,6 millió a fehér, kb. 1 millió a színes és kb. 1 millió a mintás (dekorált).

Az alapanyag fehérre égő, így a fehér-árunál transzparens mázat is használnak. Főleg olasz gépeik vannak. A kemencék földgáztüzelésűek. Az energiaárak sokkal kedvezőbbek, mint nálunk, így a gyár állami dotáció nélkül is nyereséges, bár a csempeárak alacsonyak (1 m²

mintás csempe max. 72,- ; 1 m² fehér csempe pedig 45 csehkorona.

A prsport 2 atomizer állítja elő, ezek portalanító berendezése multi-ciklon és Venturi-mosó. A Venturi-mosó üzemével problémák vannak, így azt rövidesen nedves ciklonra cserélik. A présgépektől és a nyersanyagelőkészítőtől elszívott és zsákosszűrővel leválasztott port az atomizerbe visszavezetik.

A csempe mázzal bevonása és dekorálása 9 vonalon történik. Minden vonalon lehetséges egy-színű és dekorált csempék előállítása is.

A gyár korszerű, a termékek minősége jó, bár pillanatnyilag még sok a gyártási selejt. A termékek kb. 70%-a elsőosztályú.

3. Utekaci Üvegyár

Az üvegyár vékonyfalú termékeket: hőpalackokat, lámpaburákat, izzólámpa ballonokat állít elő.

A hőpalack-betétek külső és belső köpenyének fűvése automata gépen történik, a további munkafolyamatok is nagymértékben automatizáltak. Külön említést érdemel, hogy a hőpalackok hőszigetelőképességét egyedileg, erre a célra kialakított speciális szalagon ellenőrzik. A hőpalackok külső burkolata részben hagyományos alumíniumlemez, részben műanyag. Érdekes termékük a cumisüveg helyett használható hőpalack, melyben a csecsemők étele melegen tartható és átöntés nélkül etethető.

A lámpaburákat és izzólámpa-ballonokat kézi fűvéssel állítják elő. Ezek falvastagságát egyedileg, hagyományos módszerrel mérik.

A kemencék jól hőszigeteltek, kidolgozónyílásaik meglehetősen kicsinyek, így a dolgozók hőterhelése kedvező.

Egyik kemencéjük korszerű vilamos fűtésű, az üveg olvasztását 8 elektródával, végzik a holtozatban pedig gázégőket helyeztek el póttüzelés céljából.

A gyár keverőháza korszerűtlen, portalanítása nem kielégítő, rekonstrukciója a közeli jövőben történik meg. Portalanítását csehszlovák gyártmányú zsákosszűrőkkel fogják megoldani, melyek a

környezetvédelmi igényeket messze-mesze kielégítik.

A völgybe telepített, terjeszkedési lehetőségében akadályozott régi üzem törekvése figyelemreméltó, mivel mind termékválasztéka korszerűsítésével, mind a kemencék kis beruházási költséggel megoldható (általában saját kezdeményezésű) fejlesztésével jól szolgálja az üvegtérmekek iránti igény minél jobb, gazdaságosabb kielégítését.

4. Hanusovcei Téglagyár

A téglagyár 1972 óta üzemel, többször került sor rekonstrukcióra, ebben az évben pedig bővítést kezdtek meg. Jelenlegi termelése 28,5 millió téglagység évente.

Kezdetben kisméretű téglát és cserepet gyártottak. Amikor Kelet-Szlovákiában a lemez tetőfedés terjedt el, a cserépgyártást megszüntették. Később alagsógyártásra és vékonyfalú termékek előállítására rendezkedtek be, majd ezt is megszüntették. Jelenleg 365×215×190 mm-es, 290×240×140 mm-es blokkokat, valamint falazó elemeket és födém belésteget gyártanak, két gyártó soron.

A nyerstéglák szárításához szükséges hőmennyiséget olajtüzelésű termogenerátorok biztosítják.

A gyártó sorokhoz két olajtüzelésű alagútkemence csatlakozik, amelyek 110 m hosszúak és 38 kemencekocsi befogadására alkalmasak. A kemencekocsi tolási ideje 90 ill. 120 perc. A kemencekocsi rakógépeket itt fejlesztették ki, konstrukciójuk szellemes.

A gyár energiahordozó váltást nem tervez. A szárításra és égetésre felhasznált fűtőolaj hazai kőolaj-finomító mellékterméke, amely megfelelő mennyiségben és árban rendelkezésükre áll.

A gyár fejlesztési törekvéseit az igényekhez és előírásokhoz igazodó termékstruktúra kialakítás; a saját erőből megvalósítható rekonstrukció (pl. nyersanyag tárolótér befedése); az élőmunkaráfördítés csökkentése érdekében a gépesítés fokozása (pl. további automatikus rakógépek üzembehelyezése) jellemzi.

5. Senai kavicsbánya

A magyar határ közelében levő, kb. 80 dolgozót foglalkoztató kavicsbánya 11 éve üzemel. Termelése 80 000 m³/év kezdeti teljesítményről fokozatosan futott fel a 400–450 000 m³/év jelenlegi teljesítményre.

A 180 hektárnyi terület geológiaiailag megkutatótt, 20–25 évi kavicskészlete van.

4–5 éve nagy gondot jelentett a tó vízszintje alatt levő humusz fedőréteg eltávolítása, amelyet sikeresen megoldottak. A kavicságy mélysége maximálisan 9,5 m, átlagosan 5–8 m. A tó kotrását úszó, vedres kotróval végzik. A kitermelt kavicsot 60 m³ befogadóképességű önjáró és önkiszoró uszályba juttatják és szállítják a partra. A kavicsbányában 0–4, 4–8 és 8–16 mm szemcseméretű terméket állítanak elő. A nagyobb méretű kavics törésére rudas dobmalom, Symons kúpos törő és hidraulikus kúpos törő szolgál. A rudas malomban 15 tonna őrlőtest van. A kavics osztályozását dinamikus működtetésű, csehszlovák gyártmányú rosták biztosítják.

A kavicsot és a zútot kavicsot a közeli – kassai, nagymihályi és eperjesi – panelgyárak használják fel.

A kotrás előtti lefedést két fokozatban végzik. A termőréteget külön kezelik és a bányaművelés utáni rekultivációt úgy hajtják végre, hogy a termőtalaj ismét a felső rétegekbe kerüljön. A rekultivált területeken kukoricát termelnek, a terméshozam jó.

A meglátogatott szlovákiai gyárak, üzemek szakemberei a magyar kollégákat nagyrészt régi ismerősként, szívélyesen üdvözölték, készségesen álltak rendelkezésünkre és a felmerülő összes kérdést szakszerűen, kimerítően megválaszolták.

A különböző országok egyes szülőkatiipari üzeminek megismerésével, speciális problémái feltárásával, elemzésével a téma szakemberei jelentős segítséget kaphatnak feladataik megoldásához, ezért ilyen szakmai tanulmányutak szervezése a jövőben is indokolt.

Karauš Lajosné – Sircz János

VII. Szilikátipari Ifjúsági Napok

Debrecen, 1982. augusztus 26 – 27.

Az 1982. évi Szilikátipari Ifjúsági Napokat Debrecenben a Kossuth Lajos Tudományegyetemen rendezték meg.

Az auditorium maximumban tartott plenáris ülésen *dr. Talabér József*, az SZTE elnöke elnökölt, a megnyitó beszédet *dr. Mihócs Ferenc*, az SZTE főtitkárhelyettese tartotta. A plenáris ülésnek három előadója volt: *Trefil István*, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium Építőanyagipari Főosztály vezetője az MSZMP KB 1978. október 12-i határozata végrehajtásának helyzetéről számolt be és az 1990-ig tartó tervidőszak feladatait ismertette. *Szücs Endre*, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium közgazdasági főosztály-vezetője a tervezés időszerű kérdéseit taglalta a VI. ötéves terv hátralévő időszakában. A Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karának dékánja, *dr. Nánási Pál* pedig a nagymúltú egyetem és az ősi város viszonyáról beszélt.

A plenáris ülés után hat szekcióban folytatták a munkát.

Cement szekció

Elnök: Dr. Székely István
Titkár: Zsigovits István

A következő előadások hangoztak el:

Demény Péter (CM Bélapátfalva) Néhány komplex analitikai vizsgálat a CM Bélapátfalvi Gyárában *ifj. Péntek László* (SZIKKTI)
Cement- és mészipari anyagok fajlagos felületének vizsgálata Areameter II. készülékkel
Zsolt Gábor (SZIKKTI)
Számítógépes módszer a klinker ásványok röntgenfrakciós mennyiségi meghatározásában
Vizi Tibor (CM Bélapátfalva)
Számítógépes nyersliszt gyártás a Bélapátfalvi Gyárban
Dr. Verdes Sándor (SZIKKTI)
Örülhetőségvizsgálat, őrléskinetika
Zsigovics István (BME)
Tömegbetonok tervezése
Kapu Sándor (CM Lábatlan)
1. sz. forgókemence hajtás szabá-

lyozásának kiváltása tirisztoros hajtás szabályozásra

Eller Antal – *Booth János* – *Szabó Gábor* – *Zöld Albert* (CM Vác)
Energotechnológiai felmérés a Cement- és Mészművek Váci Gyárában
Józsa Zsuzsa (BME)

Azbesztcement lemezek vizsgálata
Gere Miklós (CM Beremend)
Tűzállóanyagok felhasználásának gyakorlati feladatai a CM Beremendi Gyárában

Matkovics Frigyes (SZIKKTI)
Programozható logikai vezérlők (PLC-k) alkalmazása az építőanyagiparban

A legjobb előadói díjat a Cement szekcióban *Józsa Zsuzsa* nyerte el.

Durvakerámiai szekció

Elnök: Dr. Kakasy Gyula
Titkár: Nádasdy Piroska

Előadók:

Dr. Wagner Zsófia (SZIKKTI)
Tűzállóanyagok vizsgálata Netzsch terhelés alatti lágyulásmérő készülékkel

Tóth Péter (Alföldi Téglaiipari Vállalat)

Bigot görbék gyakorlati alkalmazásának lehetőségei

Román László (Északmagyarországi TCSV)

Agyagbányák fejlesztésének fázisai az ÉTCSV téglagyáraiban
Gliba György (Budai TCSV)

Csökkentett nedvességtartalmú téglasajtolás technológiája, előnyei és magyarországi tapasztalatai

Bakonyvári József – *Varga Tivadar* – *Hatos László*

(Északdunántúli TCSV)

Nagy üregtér fogatú termékek energiatakarékos előállítása a Sopron I. téglagyárban

Bodnár Lajos (Északmagyarországi TCSV)

POROTON gyártás tapasztalatai az ÉTCSV Mályi Téglagyárban

Deák Sándor (Északmagyarországi TCSV)

A minőségjavítással kapcsolatos szervezési módszerek az ÉTCSV-nél

Markovics Jenő (Középdunántúli Téglaiipari V.)

Keményfémfelrakó hegesztő eljárások és fémporhegesztés

A legjobb előadási díjat *Hatos László* (Bakonyvári József Varga Tivadar társszerzőkkel) nyerte el.

Finomkerámiai szekció

Elnök: Dr. Farkas Ödön
Titkár: Osváthné Bucskó Ágnes

A következő előadások hangzottak el:

Balanyi Szilveszter (KŐPORC)
Új lehetőségek a PTK termisztorok alkalmazására az elektronikában

Dr. Gyarmati Csaba (KŐPORC)
Piezokerámiával működő hangadó elemek – zümmögők – ismertetése

Huszákné Vigh Gabriella (KŐPORC)
A KŐPORC porcelán és porcelán-szerű anyagainak vizsgálata vegyipari töltelék és béléanyagként történő felhasználás esetére

László Márta – *Juhász László* (KŐPORC)

Oxidmágneselek előállítás kerámiaipari technológiával

Bacsa György (SZIKKTI) – *Huszákné Vigh Gabriella* (KŐPORC)

A finomkerámia ipari nedves őrlés fajlagos energiafelhasználásának vizsgálata

Bárány Gábor (KŐPORC)
Műszeres laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek gyakorlati alkalmazása

Rozsnyói Árpád – *Szegő László* (SZIKKTI)

Hazai alapanyagú, egyszerűetett, fagyálló padlóburkolólapok masszázsetételei

Dr. Bánsághi Zsuzsa (SZIKKTI)
Vulkáni üvegek mázakban való alkalmazhatóságának vizsgálata

Bartháné Balogh Ágnes (Romhányi Építési Kerámiagyár)

Kémiai színézekek

Németh Zoltán – *Farkas Józsefné* (GRÁNIT)

Az ólomkioldás üzemi laborvizsgálatának tapasztalatai

Bajor Zoltán (Bp. Porcelángyár)
Prézelés fejlődése az egy-nyomólapos présektől a legkorszerűbb

WELKO-2000 presig

Ajtai Tamás (Bp. Porcelángyár)
Fürdőszoba kultúra alakulása külföldön és hazánkban

Ebben a szekcióban a legjobb előadói díjat *Bartháné Balogh Ágnes* kapta.

Kő-, Kavics szekció

Elnök: Kollár Ervin
Titkár: Pavlik Csaba

Előadások:

Turánszky József (ÉSZAKKŐ, Tállya)
Az ÉSZAKKŐ Tállyai Üzemében végrehajtott „kapacitásbővítő rekonstrukció” beruházás
Bodó János (DÉLKŐ, Uzsa)
A diszeli üzem technológiájának ismertetése, fejlesztési tervek
Beck Zoltán (DÉLKŐ, Komló)
Nagyharsányi kőbányaüzem rekonstrukciójának ismertetése
Kaszás József (DÉLKŐ, Uzsa)
Az uzsabányai alsótelep fejlesztési változatainak áttekintése
Pavlik Csaba (DÉLKŐ, Komló)
A pécsváradi földpátos homok ki-termelés és feldolgozás jelene és jövője
Bors István – *Török János* (Kavicsbánya Vállalat)
Innováció az építőanyagipar nem kompetitív területein
Jámbor Tamás (VVE)
Papíripari töltőanyag előállítása hazai nyersanyagokból
A legjobb előadói díjat *Beck Zoltán* nyerte el.

Üveg szekció

Elnök: Czina Sándor
Titkár: Pál Hajnalka

Előadók:

Veres Vilmos (ÜM Miskolc)
Fajlagos energia megtakarítási lehetőségek a Miskolci Üveggyárban

Győri László – *Kovács Pál* (ÜM Salgótarjáni Öblösüveggyár)
Energiatakarékosság a Salgótarjáni Öblösüveggyárban

Juhász Attiláné (SZIKKTI)
Üveggyári olvasztókemence szint-szabályozó rendszere
Lénárt György (ÜM Sajószentpéter)
Kemence felújítás normalizálása
Erős Dénes (Ajakai Üveggyár)
Kádkemencék, hűtőszalagok tüze-léstechnikai kérdései
Vörös Endre – *Kovács Pál* (SZIKKTI, ill. MTA-KKKI)
Üvegipari kemencék thermovíziós vizsgálata
Lipcsei Ildikó – *Dalmi Zoltán* (ÜM Sajószentpéter) – *Dr. Lám György* (NME)
Gyártóeszköz tervezés programozható számológép segítségével
Dobi Mihály (ÜM Tokod)
Triplacseppes üveggyártás megvalósítása először Magyarországon, elektromos feeder alkalmazásával
Dr. Lám György – *Németh János* (NME)

A szilikátiparban alkalmazott mechanizmusok vizsgálata számítógéppel
Kocsis András – *Bagaméri Éva* (SZIKKTI)
Rajdigitalizáló felhasználása szilikátipari folyamatok számítógépes értékelésénél
Gajda István (ÜM Orosháza)
Az IS gépek elektromos vezérlése
Kovács István (ÜM Salgótarjáni Öblösüveggyár)
Színes termékek gyártása az üveg feederben történő színezésével
Bolla Lajos (ÜM Tokod)
Elektromos tápcsatornák alkalmazása a Tokodi Üveggyárban; Sorg típusú triplacseppes tápcsatorna

Ebben a szekcióban a legjobb előadói díjat *Vörös Endre* – *Kovács Pál* nyerte el.

Hőszigetelő szekció

Elnök: Dr. Rudnyánszky Pál
Titkár: Varga László

Előadások:

Pergerné Fehér Ildikó – *Török Csaba* (KÖSZIG)
Rendszerelméletű termelésirányítás
Kovács Buna József (KÖSZIG)
A Mátra gázbetongyár beruházásának előkészítése
Mészárosné Kiss Ágnes (SZIKKTI)
Tűzálló szalag alkalmazása a kerámiaiparban energiamegtakarítás céljából
Aranyás István (KÖSZIG, Tapolca)
Jungers I. bazaltgyapot gyártási technológia üzemeltetési tapasztalatai és annak felhasználása a folyamatban levő Jungers II. beruházásánál
Lackovits Zoltán (KÖSZIG)
Mit – hol – hogyan a hőszigetelésnél
Maczali Pál (KÖSZIG, Nyírtelek)
A duzzasztott perlit bővülő felhasználási területei
A legjobb előadói díjat *Maczali Pál* kapta.

Záró ülés

A szilikátipari ifjúsági napok záróülésén a felvetett kérdésekre *dr. Farkas Ödön* (ÉVM) főosztályvezető helyettes, *dr. Kocsis Ferenc* (ÉVM) főosztályvezető és *dr. Rab József* (CEMÜ) vezérigazgatóhelyettes válaszolt.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368
Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11. 1073
Telefon: 221-285. Levélcím: Postafiók 223. 1906

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy postautóval, valamint átutalással a KHI 25 – 96162 pénzforgalmi jelzőszámára.
Előfizetési díj: negyedévre 57, – Ft, félévre 114, – Ft, egyes szám ára 19, – Ft.

Megjelenik havonként



83/1423. Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25250
HU ISSN 0013–970 X

