

302935

2

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*



10

XXV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1973. OKTÓBER

EPITAA 25 (10) 361—400 (1973)

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

Felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla
Bretz Gyula
Csizi Béla
Erdély Imre
Dr. Grofcsik János
Dr. Hinsenkamp Alfréd
Dr. Kovács Róbert
Lenkei György
Dr. Lőcsei Béla
Pallós Imre
Szentmártony Gusztáv
Dr. Tamás Ferenc
Dr. Tóth Kálmán
Träger Tamás

Szerkesztőség:

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

Kiadó:

Lapkiadó Vállalat,
1073 Budapest VII.,
Lenin körút 9—11.
Telefon: 221-285
Levélcím: 1906. Posta-
fiók 223

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta.
Előfizethető bármely posta-
hivatalnál, a kézbesítőknél,
a Posta hírlapüzleteiben és
a Posta Központi Hírlap
Irodánál (KHI. 1900 Budap-
est V., József nádor tér 1.)
közvetlenül vagy postautal-
ványon, valamint átutalás-
sal a KHI 215—96 162 pénz-
forgalmi jelzőszámára —
Külföldön terjeszti a „Kul-
túra” Könyv- és Hírlap Ke-
reskedelmi Vállalat, H—1389
Budapest, Postafiók 149.
Előfizetési díj: negyedévre
22,50 Ft; félévre 45,— Ft;
egyész szám ára: 7,50 Ft.

Index: 25 250

73.10., 1532 Réval Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Póváry Jenő.

A mész- és cementipar, az üvegipar, a finomkerámia, a téglá-, cserép-
és kő-kavicsipar, a szigetelő anyagok ipara tudományos szakirodalmi
folyóirata

XXV. ÉVFOLYAM, 1973. 10. SZÁM OKTÓBER

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szijj Ferenc</i> : Levegőtisztaság-védelem a szilikátiparban	361
<i>Preszler László—Lajos Tamás</i> : Lehetőségek a poremisszió-mérések pontosságának fokozására	363
Lapszemle	367, 372
<i>Török István</i> : Anyagáramlás és porképződés vizsgálata klinkerégető forgókemencében izotópnymjelzéses módszerrel	368
<i>Raschovszki Lajos</i> : Cementgyárak portalanítása	373
<i>Gémesi József—Szy Dénes</i> : A kazánsalak építőanyagipari felhasználhatóságának környezetvédelmi kérdése	377
<i>Butt Ju. M.—Timasov V. V.—Vasiljeva N. F.—Osokin A. P.</i> : Oldódási és kristályosodási folyamatok a klinkerolvadékokban	381
<i>Jászfalusi Henrik</i> : A földgázégők helyzetének elvi és gyakorlati problémái az üveg- olvasztó kemencéknél	392
<i>Schustereit, H.—Nikolai, T.—Pusch, G.</i> : Zúzottkő és kavics üzemek átfogó ésszerű- sítése	396
A világ szilikátiparából	398
Egyesületi Élet	399

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сийй, Ф.</i> : Защита чистоты воздуха в силикатной промышленности	361
<i>Преслер, Л.—Лайош, Т.</i> : Возможности увеличения точности измерения количества выделяемой пыли	363
<i>Төрök, И.</i> : Исследование движения материала и пылеобразования во вращающейся клинкерообжигательной печи методом меченых изотопов	368
<i>Рашовски, Л.</i> : Обеспыливание цементных заводов	373
<i>Гемеш, Й.—Си, Д.</i> : Возможность использования котельных шлаков в промышленности строительных материалов с точки зрения защиты окружающего пространства	377
<i>Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев, Н. Ф. Васильева, А. П. Осокин</i> : Процессы растворения и кристаллизации в клинкерном расплаве	381
<i>Ясфалуши, Х.</i> : Принципиальное положение вопроса применения горелок природного газа в стекловаренных печах, а также практические проблемы их применения	392
<i>Шустерейт, Х.—Николаи, Т.—Пуш, Г.</i> : Возможности упрощения технологии производства и эксплуатации щебеночных и гравийных предприятий	396

INHALT

<i>Szijj, F.</i> : Bekämpfung der Luftverunreinigung in der Silikatindustrie	361
<i>Preszler, L.—Lajos, T.</i> : Möglichkeiten zur Steigerung der Genauigkeit von Staubemissionsmessungen	363
<i>Török, I.</i> : Untersuchung der Materialströmung und der Staubbildung in Zementdrehöfen mit dem Isotopenmarkierungsverfahren	368
<i>Raschovszki, L.</i> : Entstaubung in Zementwerken	373
<i>Gémesi, J.—Szy, D.</i> : Umweltschutzfragen der Verwendbarkeit der Kesselschlacke in der Baustoffindustrie	377
<i>Butt, Ju. M.—Timaschow, W. W.—Vasiljeva, N. F.—Osokin, A. P.</i> : Lösungs- und Kristallisationsvorgänge in Klinkerschmelzen	381
<i>Jászfalusi, H.</i> : Theoretische und betriebliche Probleme bezüglich der Lage der Erdgasbrenner bei Glasschmelzöfen	392
<i>Schustereit, H.—Nicolai, T.—Pusch, G.</i> : Komplexe Rationalisierung in Schotter- und Splittbetrieben	396

CONTENTS

<i>Szijj, Ferenc</i> : Air Pollution Control in the Silicate Industries	361
<i>Preszler, László—Lajos, Tamás</i> : How to Increase Exactness of Dust Emission Measurements	363
<i>Török, István</i> : An Isotope Tracer Study of Material Flow and Dust Formation in Rotary Cement Kilns	368
<i>Raschovszki, Lajos</i> : Dust Control of Cement Factories	373
<i>Gémesi, J.—Szy, D.</i> : Problems of Utilization of Boiler-Slag in the Building Industry with Respect to Air Pollution Control	377
<i>Butt, Yu. M.—Timashev, V. V.—Vasileva, N. F.—Osokin, A. P.</i> : Dissolution and Crystallization Processes in Clinker Melts	381
<i>Jászfalusi, H.</i> : Theoretical and Practical Problems of Situation of Natural Gas-Burners in Glass Melting Furnaces	392
<i>Schustereit, H.—Nikolai, T.—Pusch, G.</i> : General rationalization of crushed stone and pebble plants	396

Levegőtisztaság-védelem a szilikátiparban

SZILJ FERENC

Szilikátiprai Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

„A levegőt védeni kell minden olyan behatástól, szennyeződéstől, amely annak természetes minőségét hátrányosan megváltoztatja és az egészségre vagy a népgazdaság szempontjából káros“

(A Minisztertanács 1/1973. számú rendelete)

Az emberiség egyik legizgatóbb kérdése ma, hogyan lehet a tudományos-technikai forradalomnak az emberi környezetre, a természet biológiai egyensúlyára gyakorolt káros mellékhatásait megszüntetni, illetve csökkenteni. E világméretekben jelentkező probléma megoldásához hazánk is mind aktívabban járul hozzá. A szilikátiparnak közismeretlen nagy hatása van a levegő tisztaságára. A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet abból a felismerésből kiindulva, hogy a megoldást végső soron az okozatot előidéző technológiában kell megtalálni, olyan levegő-tisztaságvédelmi kutatómunkát vállalt, amelynek eredményei a közvetlen célkitűzésen (szabályozáson) túl, lehetőséget adnak az egyes technológiai folyamatokba való ésszerű és célszerű beavatkozások megítélésére.

Amikor egy iparág környezetszennyező hatásával foglalkozunk, célszerű a kérdést a szennyező forrás oldaláról megközelíteni:

- Miből és miért keletkezik a szennyezőanyag — elsősorban a por — a szilikátiparban?
- Hogyan és miért alakult ki a jelenlegi helyzet?
- Milyen intézkedések szükségesek a levegő-tisztaságvédelem hatékonyságának növeléséhez?

Ismeretes, hogy a legtöbb szilikátipari termék előállításánál szilárd anyagkeverékekben végbem

menő, nem egyszer szilárd fázisú reakciók játszódhatnak le. E reakciók sebessége együtt nő a felületi energiával, ami annál nagyobb, minél kisebb a szemcsék mérete. Porszerű anyagok előállítása tehát a szilikátipari eljárások egyik fő célja.

Ebből az is következik, hogy a technológiai folyamatból a környezetbe távozó finom por reakciókinetikailag a legértékesebb komponens, aminek visszatartása nemcsak a levegőtisztaság-védelem miatt fontos, hanem a technológiának is érdeke.

Így joggal lehetne várni, hogy pl. a legtökéletesebb porleválasztás, porvédelem a szilikátiparban található, pedig korántsem ez a helyzet. Miben keresendő az ellentmondás oka?

A válasz előtt célszerű röviden áttekinteni az iparág fejlesztésének e témakörrel kapcsolatos fontosabb eredményeit.

A korszerűsítésnek elsősorban technológiai oka volt, ami azonban maga után vonta a védelmi be rendezések fejlesztését is. Ilyen okból foglalkoztak a SZIKKTI kutatói a 60-as években pl. a cementipari szállópor hasznosíthatóságának és a kénes fűtőolajok cementipari alkalmazhatóságának kutatásával. Az eredményeket az iparfejlesztés döntéseiben figyelembe vették.

A félszáraz eljárású klinkerégetéssel már kb. a korábbi érték felére lehetett csökkenteni a fajlagos porkibocsátást. A napjainkban megvalósuló száraz eljárású technológiával ez tovább, kb. harmadára csökkenthető.

Ugyanilyen eredményeket várhatunk a gázszennyezés csökkentése terén, ha a szénbázisú

téglaipari körkemencéket a korszerű szénhidrogénbázisú alagútkemencék váltják fel, mint ahogy a mészipar körkemencéit felváltották a korszerű, teljesen gépesített, magyar tervezésű és gyártású aknakemencék.

Az üvegyipar és finomkerámiaipar is gyakorlatilag áttért a szénhidrogénbázisra.

A kő- és kavicsiparban az intenzív korszerűsítés ellenére a szennyezés elleni küzdelemben a szabadtéri üzemeltetés miatt csak viszonylag kisebb eredményt lehetett elérni.

Kedvező, hogy az üzemek eléggé szétszórtnak, nem a leglakottabb körzetekben helyezkednek el.

A szilikátiparban a technológiai korszerűsítéssel nem volt és nem is lehetett arányos a környezetvédelem fejlesztése, hiszen a hagyományos gazdaságossági értékelés alapját az előállított termék képezte.

A technológiai színvonal emelkedése folytán létrejöttek azonban a védelem, legalábbis a porvédelem megfelelő eszközei. Ma, amikor gyakran szokás hivatkozni a nem megfelelő határfokú berendezésekre, nem hallgatható el, hogy hazai tervezésű és kivitelezésű elektrosztatikus porleválasztó berendezéssel, közepes műszaki színvonalú mészégető aknakemence füstgázaiban, sikerült a por-koncentrációt 5–10 mg/m³ értékre csökkenteni, mivel a kapcsolódó technológiai berendezések üzembiztonsága ezt megkövetelte. Ugyanakkor a környezeti levegő portalma — ahol az emberi élet zajlott — megközelítette a 100 mg/m³-t.

Ma is megvalósítható tehát a hatékony védelem, de ehhez — legalábbis a szilikátipar vonatkozásában — a döntéseknél elsősorban az embercentrikus szemléletnek kell érvényesülnie.

Első lépésként az önhibájukon kívül nehéz helyzetbe került üzemeket kellene segíteni. Az anyagi segítség a kérdés egyik alapvetően fontos oldala. A másik a szabályozás, aminek célja végső soron a védelem hatékonyságának a kívánt szintre való emelése. A harmadik lényeges tényező az idő.

Véleményem szerint a szilikátiparban alkalmazandó, korszerű védelmi berendezések hazai előállításának megvan az ipari háttere. A tervező-fejlesztő szellemi kapacitás jórészt rendelkezésre áll. Hiányzik viszont a fejlesztéshez elengedhetetlenül szükséges fizikai, kémiai, fiziko-kémiai anyagtulajdonságok kataszterszerű felmérése. Az eddigi másirányú tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy ez a felmérő tevékenység nem mellőzhető. Külföldi berendezések vásárlása esetén a hazai anyagok vizsgálati eredményei az eladók tapasztalatait gazdagítják.

A felmérés igényével ugyanakkor a szabályozást előkészítéseként, majd annak következményekénszükségszerűen számos mérési eredmény születik.

A kutató-fejlesztő tevékenység a vett minták részletesebb vizsgálatát igényli, mint a szabályozás. A korábban említett harmadik feltétel, az idő jó kihasználása azonban kötelezően írja elő, hogy a már rendelkezésre álló mintán mindazokat a vizsgálatokat elvégezzék, amelyek hatékonyabb, olcsóbb védelmi berendezések kialakítását teszik lehetővé.

Kívánatos volna ezért a szabályozási célkitűzésű mérésekre is előírni a rögzítendő paramétereket úgy, hogy azok a közvetlen feladaton túl konstrukciós alapadatokként is felhasználhatók legyenek. Bejelentési kötelezettség esetén az előírt és meghatározott paraméterek központilag tárolhatók és hozzáférhetők lennének (adatbank).

Igen fontos — ma talán e témakör legaktuálisabb területe — a kutatás. A szabályozás eddigi tapasztalatai számos megválaszolatlan fontos kérdés halasztahatlan tisztázását vetették fel. A szükséges alap- és alkalmazott kutatások elvégzése azonban a legtöbb intézmény lehetőségeit meghaladja. Ezek elhagyása viszont a ma megkezdett munka intenzív szakaszában a fejlődés gátját jelentené.

Ha elfogadjuk, hogy a védelem színvonalának hatékony emelése a cél, akkor jogos az e területen működő intézmények igénye a munka összehangolására. Szükséges a központilag meghatározott, jól átgondolt kutatási témák kidolgozására szervezett munkamegosztás.

Kétségtelen, hogy a technika-centrikus gazdaságossági indokolással a felvetett kérdések megoldása igen nehéz és lassú ütemű. Az embercentrikus megítélés alapján születő döntések azonban a szilikátipari technológiák fejlődését is elősegíthetik. Fejlettebb országokban kimutatták például, hogy a cementiparban annál kisebb a porkibocsátás, minél jobban szabályozott a technológia. E tény tehát az automatizálás, folyamatszabályozás szűkítését segíti elő. Hatásának eredményeit a szilikátipar jelenlegi helyzetére vetítve aligha vitatható, hogy ilyen kutatómunka minden tekintetben (technológia, környezetvédelem) haladó célokat szolgál.

Суй, Ф.: Защита чистоты воздуха в силикатной промышленности

Szűj, Ferenc: Bekämpfung der Luftverunreinigung in der Silikatindustrie

Szűj, Ferenc: Air Pollution Control in the Silicate Industries

Lehetőségek a poremisszió-mérések pontosságának fokozására

PRESZLER LÁSZÓ — LAJOS TAMÁS
Budapesti Műszaki Egyetem, Áramlástan Tanszék

Bevezetés

A technológiai folyamat során keletkező, vezetékben áramló közeg által szállított szilárd szennyezőanyagok (por, pernye stb.) átlagos koncentrációjának, ill. adott keresztmetszeten időegységben áthaladó mennyiségének meghatározása fontos mérés-technikai feladat, mely a technológiai folyamat lefolyására, az egyes berendezések üzemének módjára és a környezet szennyezésének mértékére vonatkozó eredményeket szolgáltat.

Poremisszió mérésre számos eljárás ismeretes, ezek közül legelterjedtebben a gázminta-elszívás módszerét alkalmazzák.

A módszer a jelenség időbeli állandóságának feltételezése mellett is több kétváltozós függvény integrálására vezethető vissza. Ezen függvények a következők: a gázsebesség, a porkoncentráció és a szemcseméret csatorna keresztmetszet menti megoszlása.

A mérési módszerből következik, hogy a fenti paramétereket a csatorna keresztmetszet egyes pontjaiban tudjuk csak mérni, tehát az ismeretlen eloszlás-függvények integrálása a függvények előírt pontokban meghatározott értékének felhasználásával történik.

A mérés során elkövetett hibák tehát két csoportra oszthatók:

- az egyes keresztmetszet pontokhoz tartozó eloszlásfüggvényértékek meghatározásának hibái;
- a pontokban ismert értékek alapján történő integrálás hibái.

A poremisszió méréssel foglalkozó irodalom, a vonatkozó ajánlások és előírások tartalmaznak bizonyos utalásokat egyes hibák elkerülésének módjára, ill. korlátjára vonatkozóan. Jelenlegi ismereteink alapján mégsem áll módunkban egy adott, ipari körülmények között végzett mérés

hibakorlátjának meghatározása. Enélkül pedig az eredmények nem értékelhetők.

A poremisszió mérések megbízhatóvá tétele érdekében szükségesnek látszik, hogy összehangolt, a mérés valamennyi hibaforrására kiterjedő kutatómunka induljon meg, melynek eredményeként összehasonlítható, adott hibahatáron belüli értékeket szolgáltató mérési eljárás és berendezés kifejlesztése válna lehetővé.

A vizsgálatokat a Budapesti Műszaki Egyetem Áramlástan Tanszéke és a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet együttműködésében megkezdtük. Közleményünkben vizsgálatunk eredményei és a szakirodalom alapján elemezzük a poremisszió mérés egyes hibaforrásait, és ismertetjük további kutatásaink irányát.

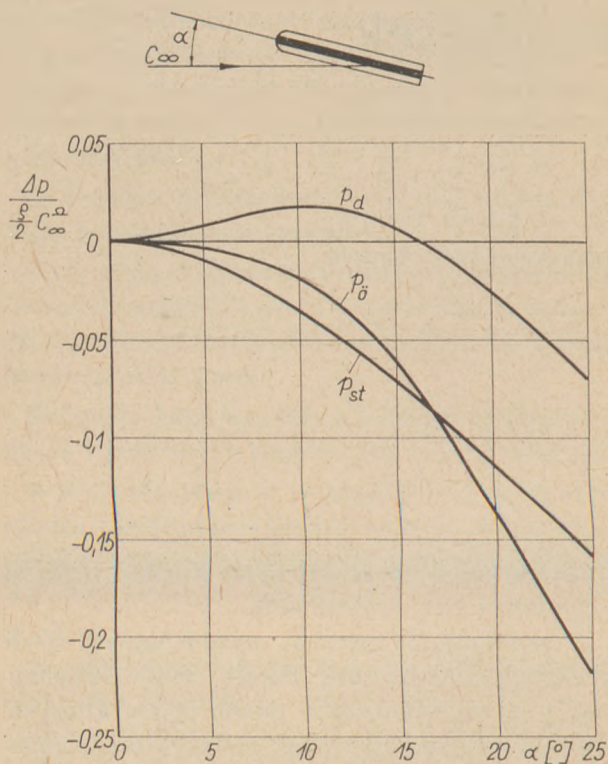
Az egyes keresztmetszet pontokhoz tartozó függvényértékek meghatározásának hibái

A sebességmérés hibái

Az áramlás peremfeltételeit (csatornaalak, vonalvezetés, kivétel) a gyakorlati életben a rendeltetés és a gazdaságosság határozza meg. Ebből adódóan gyakori a csőkeresztmetszet szűkítése, bővítése, ívek, könyökök, hirtelen keresztmetszetváltozások stb. alkalmazása. Ezen csőidomok az áramlás leválását, szekunder áramlások létrejöttét, az áramlás turbulenciafokának nagymértékű növekedését okozhatják.

A helyi sebesség mérésére a folyadéktöltésű mikromanométerrel összekötött, össz- és statikus nyomás érzékelésére alkalmas eszközöket (pl. Prandtl-cső, vagy Pitot-cső) használják legelterjedtebben.

Ezen jeladók akkor adják a dinamikus nyomás helyes értékét, ha a helyi sebességgel párhuzamosan helyezkednek el. Szekunder áramlás esetén (pl. könyök után) az áramlás iránya nagymértékben eltérhet a csatorna tengelyével párhuzamos



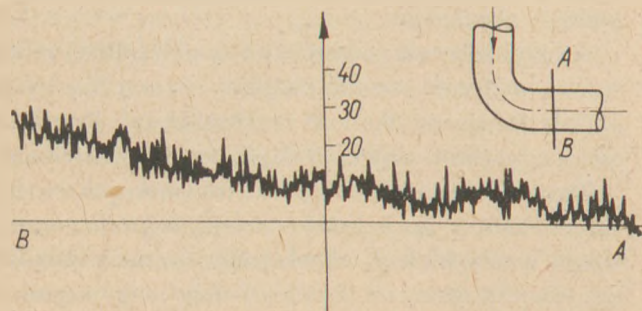
1. ábra

iránytól. Emiatt a csatorna tengelyével párhuzamosan beállított Prandtl-cső hibás dinamikus nyomást szolgáltat (1. ábra [1]).

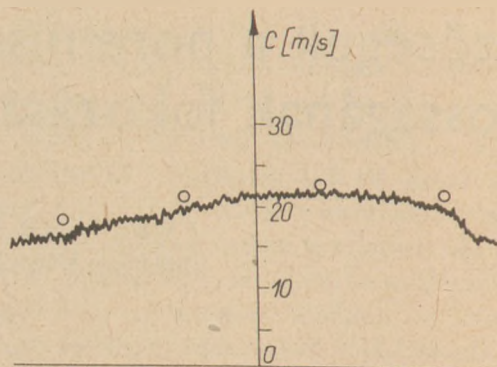
Ugyancsak jelentős hibát okozhat az áramlás nagy turbulenciafoka. Az időben ingadozó dinamikus nyomást (2. ábra) nyomásközvetítő cső segítségével relative nagy tehetetlenségű mikromanométerre visszük. A manométer a sebesség helyett az ingadozó nyomást integrálja idő szerint és ezt sem helyesen [2]. Nagy turbulenciafokú áramlásnál a sebességmérésben elkövetett hiba jelentős lehet [3] (3. ábra).

Miután a Prandtl-cső visszáramlást nem mér helyesen, alkalmazása leválás és a leváláshoz közelálló áramlások (ahol a turbulens sebesség-ingadozások következtében a sebesség irányítása időnként megfordul, mint a 2. ábrán az „A” pont környezetében) esetén hibás eredményre vezet.

A helyi sebesség mérésének fenti hibái érvényesek a sebességmérő porgyűjtő szondára is.



2. ábra



○ Prandtl csővel és Botz manométerrel mért értékek

3. ábra

A gázminta leszívás hibái

A porgyűjtő szondába belépő közeg porkoncentrációja akkor egyezik meg a helyi porkoncentrációval, ha az áramlási viszonyok a szonda előtt nem változnak meg a szonda behelyezése következtében. Ez izokinetikus elszívással és a porgyűjtő szonda helyi sebességgel párhuzamos elhelyezésével biztosítható [4], [5], [6]. Ellenkező esetben az elszívási sebesség és a helyi áramlási sebesség arányától (ω), a szonda tengelye és a megfűvási sebesség által bezárt szögtől, valamint a porszemesék pályájára jellemző

$$B = \frac{c_d c_f}{D_s g}$$

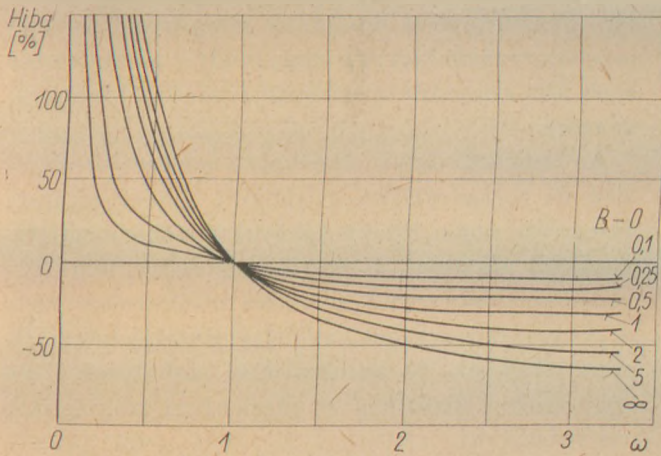
hasonlósági szám értékétől függő hibát követhetünk el a helyi porkoncentráció meghatározásában [4]. (Az összefüggésben c_0 [m/s] a helyi áramlási sebesség, c_f [m/s] a porszemesék süllyedési sebessége, D_s [m] a szonda átmérője, g [m/s²] a föld nehézségi erőterének értéke.) A mérési hiba ω és B értékétől való függését a 4. ábra [4] szemlélteti. Izokinetikustól eltérő elszívási sebesség esetén a leszívott porminta szemcseméret megoszlása is eltér a helyi megoszlástól. A helyi sebességmérésnek hibája, valamint a helyi áramlási sebesség időbeli változását késedelmesen követő elszívás-szabályozás tehát a porkoncentráció mérésének pontosságára is kihat.

A porgyűjtő szonda falának véges vastagságából adódó áramlás-megzavarás és a szonda ferde megfűvása szintén hibát okozhat, melynek értékére vonatkozóan nem áll rendelkezésre elégséges adat.

A pontokban ismert értékek alapján történő integrálás hibái

A gázminta vétele és a sebességmérés az emissziómérés módszeréből adódóan a mérési keresztmetszet egyenlő területű részfelületei meghatározott pontjaiban történik. A módszer alkalmazá-

sánál feltételezzük, hogy a részfelület meghatározott pontjában mért érték egyenlő a részfelület feletti megoszlásfüggvény integrálátlagával. Ez a feltételezés egyenletes sebesség- és porkoncentrációmegoszlás, valamint a fal közelében nagy sebességgradienssel jellemezhető terület kizárása esetén jó közelítéssel igaz. Egyenlőtlen megoszlás esetén azonban egy, a módszerből adódó hibát eredményez, még akkor is, ha a pontonkénti mérés hibáitól eltekintünk. A módszerből adódó hiba a tapasztalatok szerint annál nagyobb, minél egyenlőtlenebb a változók felületmenti megoszlása és minél kevesebb pontban mérjük az értékeket [9], [10]. A sebességmegoszlás integrálásának további hibáját okozza a keresztmetszet egyes részein fellépő visszaáramlás, melyet az alkalmazott módszernél nem tudunk figyelembe venni.



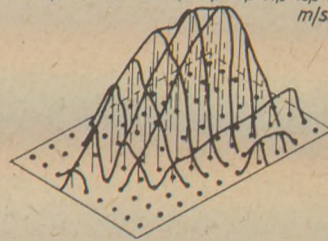
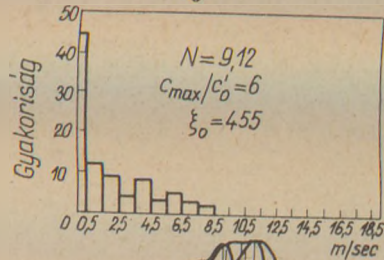
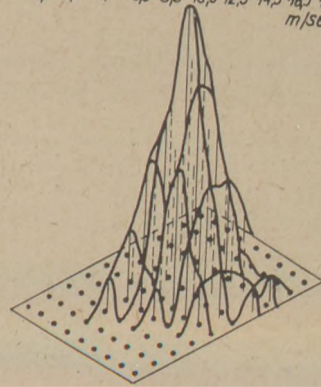
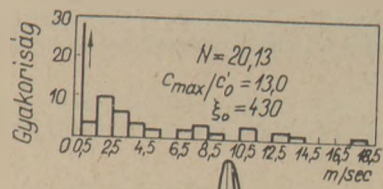
4. ábra

Feltételezhető, hogy a mennyiségmérés hibái a helyi sebességmegoszlás egyenlőtlenységével szorosan összefüggenek. A fenti megállapítást alátámasztják méréseink is. Az 5b ábrán [9] látható diagram számos, Prandtl-csővel és mikromanóméterrel végzett térfogatáram mérés hibáját mutatja a sebességmegoszlás egyenlőtlenységét kifejező N tényező függvényében. Látható, hogy igen egyenlőtlen sebességmegoszlások (5a ábra, [8]) esetén a mérési hiba igen nagy lehet.

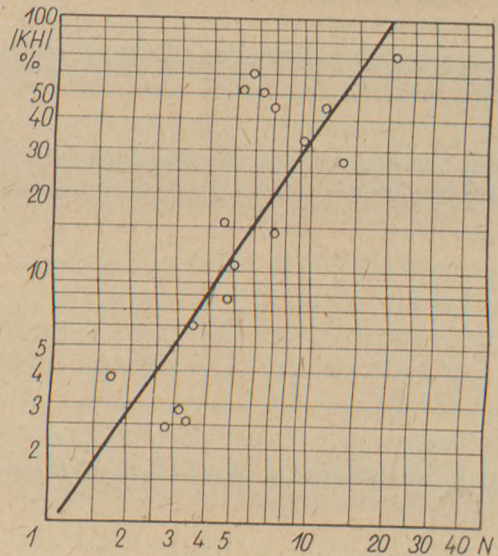
A porkoncentráció megoszlás keresztmetszeti változása általában még nagyobb, mint a sebességmegoszlásé (6. ábra, [9]), ezért az említett integrálási hiba a mennyiségmérés integrálási hibáját is meghaladhatja.

A poremisszió mérés megbízhatóvá tételének lehetőségei

A poremisszió mérés előzőekben felsorolt hibái korlátjának egy adott mérés esetén történő meghatározására eddigi ismereteink alapján nincs le-

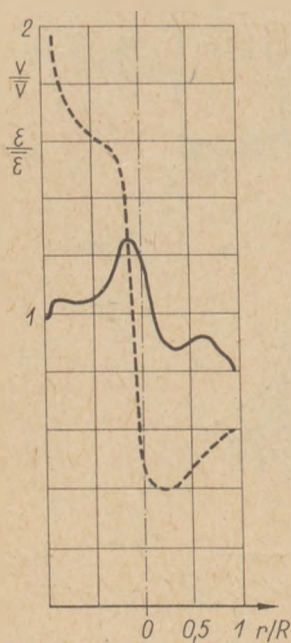


5a. ábra



5b. ábra

hetőség. A vonatkozó ajánlások [12] irányelveket tartalmaznak a mérési keresztmetszet helyének kiválasztására, melyek betartása a gyakorlatban sokszor nehézségekbe ütközik. Az előírások betartása sem teszi megbízhatóvá a mérést, az elköve-



Sebességmegoszlás (—), és
porkoncentráció megoszlás (---)
körkeresztmetszetű csatorna át-
mérője mentén, könyök után

6. ábra

tett hiba korlátja még ebben az esetben sem ismeretes.

A poremisszió mérések területén megkezdett kutatómunkánk során abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a mérési keresztmetszetben érvényes viszonyok (sebességmegoszlás, turbulenciafok, porkoncentráció megoszlás stb.) határozzák meg egy adott módszerrel végzett poremisszió mérés hibáját. A keresztmetszetben érvényes viszonyok tehát minősíthetők a mérés pontossága szempontjából. A minősítés a mérés eredményei alapján végezhető el közelítően. (Miótan a mérés nem terjed ki a keresztmetszet valamennyi pontjára, a minősítés csak közelítő lehet.)

Nagyvolumenű elméleti és kísérleti munka eredményeként lehetővé válna, hogy a mérési keresztmetszetben végzett mérés alapján nyert jellemző értékekhez (pl. sebességmegoszlás mért egyenlőtlensége) valószínűségszámítás alapján hozzárendeljünk egy hibakorlátot, melynél nagyobb hiba előfordulásának valószínűsége egy előírt értéknél kisebb.

A keresztmetszetben uralkodó áramlási viszonyok (sebességmegoszlás, turbulens sebesség-ingadozás mértéke) gyors és pontos minősítésére szolgáló műszert fejlesztettünk ki munkánk első szakaszában. A műszerrel poros gázban, ipari körülmények között is néhány perc alatt meghatározhatók az áramlási viszonyok a keresztmetszet több átmérője mentén (2., 3. ábrák). A továbbiak-

ban jellegzetes csőidomok mögötti áramkép meghatározásával kívánunk a mennyiségmérési hibára információkat szerezni. Szándékunkban áll a későbbiekben vizsgálatainkat kiterjeszteni poremisszió mérésre vonatkozó hasonló vizsgálatokra is.

A kutatás a hibaforrások hatásának vizsgálatán túlmenően olyan mérési berendezés és eljárás kifejlesztésére irányul, mely a mérés korábban ismert hibáinak kiküszöbölését, ill. hatásuk csökkentését teszi lehetővé.

Az anizokinetikus elszívás okozta porkoncentráció mérési hiba elméleti úton történő meghatározása a mérésekkel kapott eredményektől eltérő eredményt szolgáltatott, és a számítások során a porgyűjtő szonda véges falvastagságát is figyelmen kívül hagyták [4]. A fentiek miatt a sebességmérő porgyűjtő szondával történő, az izokinetikustól eltérő gázmintavétel hibájának számíttással történő meghatározását kezdtük meg, mellyel a kifejlesztés alatt álló szondára vonatkozó adatokat kívánunk szerezni.

Az ingadozó helyi gázsebesség pontosabb mérésére és regisztrálására, valamint a térfogatáram integrálás útján kisebb hibával történő meghatározására alkalmas műszerünk lehetővé teszi egy olyan pormintavevő berendezés kifejlesztését, mely a porkoncentráció-megoszlás pontosabb integrálására alkalmas, és automatikus szabályozási kör segítségével biztosítja a mindenkori izokinetikus elszívást.

Reméljük, hogy a berendezés és mérési eljárás kifejlesztése hozzájárul a poremisszió mérés pontosabbá tételére irányuló erőfeszítések sikeréhez.

IRODALOM

- [1] Folsom, R. G.: Review of the pitot tube Trans. ASME 78 (1956) 1447.
- [2] Williams, T. J.: Behavior of the Secondary Devices in Pulsating Flow Measurement Symposium on the Measurement of Pulsating Flow Surrey (1970) 56—61.
- [3] Burton, C. L.: Quantitation of Stack Gas Flow Journal of the Air Pollution Control Association 22 (1972) 8. 631—635.
- [4] Bohner, M.: Staubgehaltsbestimmung in strömenden Gasen Chemie-Ing. Techn. 45 (1973) 1. 18—24.
- [5] Zenker, P.: Untersuchungen zur Frage der nichtgeschwindigkeitsgleichen Teilstromentnahme bei der Staubgehaltsbestimmung in strömenden Gasen Staub-Reinhaltung der Luft 31 (1971) 6. 252—256.
- [6] Dennis, R.—Samples, W. R.—Anderson, D. M.—Silverman, L.: Isokinetic Sampling Probes Industrial and Engineering Chemistry 49. (1957) 2. 294—302.
- [7] Rüping, G.: Die Bedeutung der geschwindigkeitsgleichen Absaugung bei der Staubstrommessung mittels Entnahmesonden Staub-Reinhaltung der Luft 28. (1968) 4. 137—144.
- [8] Preszler, L.—Lajos, T.: Uniformity of the Velocity Distribution, Upon Entry Into an Electrostatic precipitator, of a Flowing Gas Staub Reinhaltung der Luft, 32 (1972) 11. 1—7.

- [9] Preszler, L.—Lajos, T.: Poremissziós mérések értékelése MFESZ-KSZMB környezetvédelmi Ankét, Balatonfüred (1973).
- [10] Morrow, N. L.—Brief, R. S.—Bertrand, R. R.: Sampling and Analysing Air Pollution Sources Chemical Engineering (1972) jan. 85—98.
- [11] Narjes, L.: Anwendung neuartiger Nulldrucksonden zur quassisiokinetischen Staubprobenahme in Dampfkesselanlagen. Staub 25 (1965) 4. 148—153.
- [12] Leistungsmessungen an Entstaubern VDI-Richtlinien 2066. (1966).

Преслер, Л.—Лайош, Т.: Возможности увеличения точности измерения количества выделяемой пыли

Preszler, László—Lajos, Tamás: Möglichkeiten zur Steigerung der Genauigkeit von Staubemissionsmessungen

Preszler, László—Lajos, Tamás: How to Increase Exactness of Dust Emission Measurements

Lapszemle

SZTROITEL'NŪE MATERIALŪ

Moszkva, 1973. 6. sz.

ETO: 622.35 : 622.73

Rodin, R. A.: Törő-osztályozó üzemekben elérhető termelékenységnövelés. 8—9. old.

A törés első fokozata után általában — különösen a rotoros előtörőknél — a feladott anyag darabnagyságától, szemese méretétől, szilárdságától függően az anyagáram fluktuálása a jellemző, amely a kapcsolódó berendezések működését hátrányosan befolyásolja. Az első és második törési fokozat közé iktatott tároló létrehozásával e három hatás kiküszöbölhető, amely min. 20%-os kihozatonövekedést jelent. Ezzel egyidőben egyenletes fiziko-mechanikai tulajdonságú késztermék áll rendelkezésre. Az aprítógépek optimális beállítására is lehetőség kínálkozik.

ETO: 666.3.034 : 666.3.022.97

Vscsacskov, A. K.: A nyersáru száritókoesikra rakásának és elvételének automatizálása. 13. old.

Az automata rendszer magába foglalja a vákuumprés működését, a távtartás automatikus, a vágás félautomatikus műveleteit. Továbbá a rá-mára rakását, az automatikus rámatovábbítást és annak összegyűjtését, útrakását, valamint a száritókoesik hinerendszerrel való továbbítását. A berendezést egy üzemi kollektívva alakította ki. A berendezés 24 fő nehéz fizikai munkáját helyettesíti a selejt egyidejű csökkentése mellett.

ETO: 693.745 : 691.2.004.8

Acagor, Z. A.—Hacsaturjan, A. A.: Ūj terméskő törmelék alapú burkolóanyagok. 23. old.

A terméskő burkolólapok gyártása során a kőanyag 20—30%-a hasznosul, míg 70—80% leesik. Utóbbi mennyiség felhasználására olyan technológiát dolgoztak ki, amelynek során polimerkötéssel szilárdítják a törmelékot, és így jó minőségű, tetszőtő burkolóanyagokat kaptak. Különösen a színes márványkőzetek felhasználása volt kedvező. A kísérletek

során műmárványt, gabbrot, gránitot és más kőzeteket használtak. Kidolgozták a mű-lapok polirozásának technológiáját, amely tufák, mészkő, dolomit, homokk és más porusos kőzetek kidolgozására is alkalmas.

ETO: 693.614

Zsukor, A. V.—Szpektor, B. V.: Perlit alapú száraz stukatúr vakolat, 28—29. old.

A perlit ellenállóképességének és dekoratív hatásának kihasználására száraz gipszperlit és cementperlit keverékekkel végeztek laboratóriumi és építési kísérleteket. Igazolták mindkét termék előnyös tulajdonságait. A perlitbeton cementfelhasználása 110—250 kg/m³, térfogatsúlya 350—600 kg/m³. A hővezetőképesség és térfogatsúly között lineáris összefüggést találtak. Nedvesítőkora a hővezetőképesség 2—4%/1% nedvesség arányban növekszik. Gipszperlitbetonnal 250—650 kg/m³ térfogatsúlyt értek el.

ETO: 666.961.05—413.

Ganicser, I. A.: Svéd gyártmányú, szárazeljárású színes azbesztcement burkolólemezek gyártása. 37—38. old.

Elsősorban homlokzati burkolólemezek gyártásáról van szó. Hagyományos és száraz eljárású technológia párhuzamos telepítése esetén a módszer alapján fel lehet használni a hagyományos technológiai hulladékanyag kb. 40%-át. Továbbá 9—10 t/ó teljesítményt lehet elérni, ami 50—60%-kal több a szokásosnál. A 28 napos tárolási időt kb. 4 napra lehet csökkenteni. A cementfelhasználás 270 kg/t termék körül van, ami 2,5-szer kevesebb a szokásosnál. A legnagyobb lemez méretek, hosszúság — 2495, 2695, 2795 mm; szélesség 595 mm; vastagság — 6 és 8 mm.

Évi kapacitás	25,0	50,0	22,0	15,0
(mill. db) téglaelegység				
Az alagút méretei (m)				
hosszúság	100,0	208,0	100,0	104,0
szélesség	2,9	4,62	3,0	1,74
magasság	2,0	1,77	1,7	1,84
Alagúttérfogat (m ³)	542,0	1723,0	480,0	320,0
Égetési idő (óra)	39,0	40,0	33,0	38,0

ETO: 699.844 : 666.189.22

Bulucsev, A. G.—Pahamova, L. D.: Ūvegsvövetborítású hangelnyelőanyagok. 34—35. old.

Különleges egészségügyi-higiéniai követelményeket igénylő épületekben (számítógépközpontok, bölcsődék stb.) a festékemulziók alkalmazása nem jöhet szóba. A kutatók az ásványgyapot (130 kg/m³) lemezek borítását 350 μm vastag ūvegsvöetvel oldották meg, oly módon, hogy a szövetre polietilén filmet vittek fel. Ezt úgy alakították ki, hogy a film lágyuláspontjáig hőkezelték az anyagokat. A kapott termék szigetelőképesége, higiénikussága, ára megfelelt a követelményeknek.

ETO: 666.961.03

Zszeldakov, Ju. N.—Novik, Ju. A.: Azbesztcement nyerskeverék tömörítése légtelenítéssel. 33—34. old.

A levegőzárványok eltávolításával nő a termék szilárdsága, időállósága. A cement 1,9—2,2%, az azbeszt 3,9—12% levegőt adszorboál. A kutatók olyan keverőberendezést kísérleteztek ki, amely megfelelő időszakonként vákuum alá helyezhető, és így a levegőzárványok nagy része eltávozik. Az eredmények azt igazolták, hogy a vákuumozott keverékből készített termékek fizikai-mechanikai tulajdonságai 8—12%-kal kedvezőbbek, mint a hagyományos technológiával készült berendezéseké.

ETO: 666.3. 041.55

Bilgukerics, V. L.—Kovalenkszkij, F. N.: A szovjet téglaiiparban alkalmazott alagútkemence-konstrukciók. 5—6. old.

A Bjelorusz Szocialista Köztársaságban a körkemencés téglacégetés helyett 1968—75 között alagútkemencés technológiát vezetnek be. A szilárd tüzelőanyagot folyékony és gázhalmazállapotú energiahordozók váltják fel. Az építmények közös jellegzetessége, hogy a szabad ég alatt helyezkednek el. Néhány jellemző műszaki adat:

Anyagáramlás és porképződés vizsgálata klinkerégető forgókemencében izotópnyomjelzéses módszerrel

TÖRÖK ISTVÁN

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A nukleáris mérés technika az építőanyagiparban, valamint más iparágak területén olyan lehetőségeket biztosít a korszerű kísérletezés és mérés technika alkalmazása során, amelyek lehetővé teszik más módszerekkel nem tanulmányozható folyamatok részletesebb megismerését. A nyílt radioaktív sugárforrások, izotópok alkalmazása, nyomjelzéses technikai módszerek kidolgozása során megfelelő műszerezettséggel ma már széles körben elterjedő mérési módszer áll rendelkezésünkre.

Kutatásaink során a szilikátipari berendezéseknél az anyag, a por-áramlás, a por-szennyeződés mérésére szolgáló izotópos mérés technikát kívánunk kidolgozni és az ipari üzemekben alkalmazni. Elsősorban a cementgyári forgókemencékben végbemenő folyamatok vizsgálata során az anyagáramlás adatainak megismerése mellett a porképződés, poráramlás tanulmányozása és mérése a cél.

A kutatási célprogram összeállítására úgy történt, hogy egy technológiai egység megismerése és mérési adatainak feldolgozása után olyan adatok birtokába jussunk, amelyek segítségével a környezetvédelem szempontjából fontos, oly sokféle oldalról megközelíthető poráramlás és porképződés mérések a nukleáris mérés technika előnyéből származó ismérvek kihasználásával új eljárással bővíljenek.

A cementüzemek az ott alkalmazott technológiai eljárások miatt a szilikátiparon belül a környezetvédelem szempontjából exponált helyet foglalnak el. Ezért is indokolt olyan mérés technika kidolgozása, amelynek segítségével a technológiai egységen belül — jelen esetben a forgókemencékben — végbemenő porképződésre, annak helyére, mértékére adatokat kapunk [4, 5].

Az izotópos nyomjelzéses technika alkalmazása során radioaktív anyagot juttatunk a vizsgálandó

rendszerbe, amely ott az inaktív anyaggal elkeveredik és jelzi annak útját a megfelelően kiépített mérőláncok segítségével [1, 2]. A jelzésre felhasznált izotóp többféle követelmény szerint kerül kiválasztásra:

- a méréshez megfelelő vegyület formájában előállítható legyen,
- lehetőleg a vizsgált rendszer valamelyik kémiai alkotóját tartalmazza,
- jól detektálható sugárzás legyen. Külső detektálásnál γ -sugárzó és megfelelő energiájú izotópot alkalmazunk,
- radiotoxicitás szempontjából a kevésbé veszélyes izotópok közé tartozzon,
- megfelelő felezési idejű legyen, hogy a vizsgálat után ne maradjon jelentős mértékű radioaktivitás.

A fent ismertetett követelményeknek az alábbi izotópok felelnek meg a szilikátipari nyomjelzéses vizsgálatoknál.

Na—24	felezési idő	.....	15 óra
Cr—51	felezési idő	.....	27,8 nap
La—140	felezési idő	.....	40 óra
Fe—59	felezési idő	.....	44,5 nap
Ni—65	felezési idő	.....	2,56 óra

Az itt ismertetett izotópok közül a követelményeknek legjobban a Na—24 és a La—140 felel meg.

A nyomjelzéses technikai vizsgálat első fontos fázisa az inaktív anyag jelzése.

Az áramlási sebesség, áthaladási idő vizsgálatánál a pillanatszerű jelzési mód terjedt el:

ilyenkor az aktív anyagot a vizsgálandó anyag egy részével elkeverve egyszerre juttatjuk a rendszerbe, és a rendszeren impulzus formájában végighalad az aktív anyag, miközben folyamatosan elkeveredik a vizsgálandó anyaggal.

A nyomjelzéses mérés technika műszerezettségére a laboratóriumi vizsgálatokon túl külön követelményeket állít fel. Az anyag pillanatnyi helyének, áramlási sebességeinek mérése külső detektálást igényel. Ezt legjobban szcintillációs detektorokkal, NaI kristállyal oldhatjuk meg. Fontos a por- és hőmérsékletvédelem szempontjából speciális védőburkolatokat alkalmazni.

A detektorból érkező jelet ratemeterbe kapcsoljuk, amelyet regisztrálóval kötünk össze, így az aktivitás változását folyamatosan követhetjük.

A vizsgálandó anyagból vett minták aktivitása mérését energiaszelektív számlálóval végezzük.

A mérések kivitelezése

Az anyagáramlás és porképződés vizsgálatára a mérési módszer részletes kidolgozására a váci cementgyár Dopol kemencéjét vettük a vizsgálat tárgyának. A helyszíni mérések adatainak helyes kiértékeléséhez laboratóriumi méréseket is végeztünk.

A jelzéshez felhasználandó anyag mennyiségének meghatározására kis aktivitással jeleztünk klinkermintát. Mérési adatokból meghatároztuk a mérési hatásfokot, a geometriai faktort és ezekből az adatokból számítottuk ki a jelzéshez szükséges aktív anyag mennyiségét.

Megfelelő előkészítés és üzemi feltételek biztosítása után végeztük el a mérést. A kemence több mint 72 órája folyamatosan üzemelt, így az állandó üzemi körülmények biztosították a mérés zavarmentes lebonyolítását. Így a kapott mérési adatok a normális üzemmódban működő kemence viszonyokra jellemzők.

A jelzést pillanatszerű eljárással oldottuk meg, Na-24 izotóppal. A nyersliszt szállítoszalagnál kb. 10 kg nyerslisztet jeleztünk aktív anyaggal. Az egyenesen elkevert jelzett nyerslisztet egy tömegben tettük a szállítoszalagra.

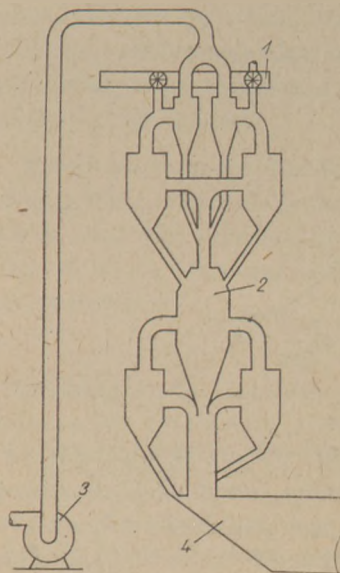
A jelzett anyag útját külső detektálással követtük és regisztráltuk.

A nyerslisztet a jelzett anyaggal a hőcserélő ciklonrendszerbe csigás adagolón keresztül lép be.

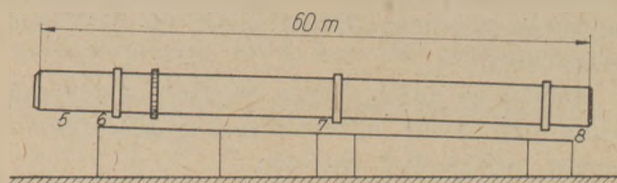
A mérés kezdeti időpontját az itt megjelent aktivitás jelezte.

A detektorokat a következő pontokban helyeztük el:

1. detektor: A beadaoló csigánál.
2. detektor: Az örvénykamra felső részén.
3. detektor: A füstgázvezetéknel.
4. detektor: Kemencebeömlésnél (surrantó).
5. detektor: A kemence beömlő nyílásától 5 m-re.



1. ábra. A detektorok elhelyezése a ciklonrendszerben



2. ábra. A detektorok elhelyezése forgókemencénél

6. detektor: A kemence beömléstől 9 m-re, 1 m magasan a kemence alsó vonala felett.
7. detektor: A kemence hosszában az előző helytől 23 m-re.
8. detektor: A kemence hosszában 58 m-re a kemence beömléstől.

A detektorok távolsága a kemence palásttól 20 cm volt, az azonos mérési geometria és abszorpciós viszonyok a lehető legpontosabb detektálási feltételeket is kielégítették.

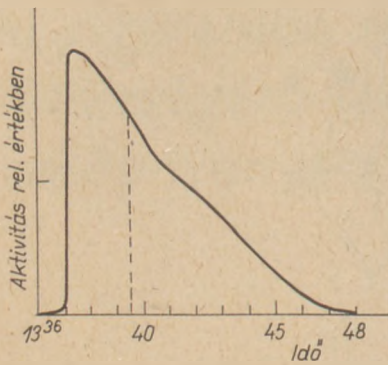
Az 1., 2., 3., 4. sz. detektorok helyét az 1. ábra szemlélteti.

Az 5., 6., 7., 8. sz. detektorok elhelyezését a kemence mellett a 2. ábra szemlélteti.

A mérés megkezdésével egyidőben 5 percenként pormintát vettünk a hűtőtoronyban levált, valamint a filterben levált porból és mértük az aktivitását. A mérés megkezdése után, amikor az aktív anyag a kemencében előre haladt, a klinkerből 5 percenként mintát vettünk és megőrölve, átszítva mértük az aktivitást.

A mérési adatok és értékelésük

A jelzett anyag a nyersliszt felhordó szalagon keresztül a szállító csigarendszerbe került. Az itt felállított 1. sz. detektor mutatta az anyag továbbhaladását. A mérés kezdetének, ill. az aktív anyag



3. ábra. Az aktív anyag áthaladása az örvénykamrán.

beadagolásának időpillanatában az aktivitás hirtelen felugrik egy értékre, majd az aktív anyag folyamatosan távozik a csigarendszerből.

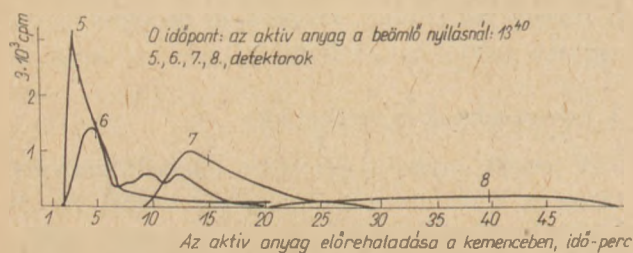
Az anyag továbbhaladását az örvénykamránál felszerelt 2. sz. detektor jelezte. Az adagolástól számított 20 másodperc után megjelent az aktív anyag az örvénykamrában, ahogy ezt a 3. ábra szemlélteti.

Amikor az anyag 50%-a áthaladt a detektor előtt, ezt az idő intervallumot számítottuk az anyag tartózkodási idejének.

Az örvénykamrában az anyag 2,5 percig tartózkodott. Az aktív anyag útját a kemence beömlésénél (surrantó) regisztrálta a 4. sz. detektor. Az aktivitás 2 perccel a beadagolás után megjelent a kemence torkolatában, majd az aktivitás gyors csökkenése volt tapasztalható. 3 perccel a beadagolás után az aktív anyag 50%-a a kemencébe került, ez az időpont számítható a kemence mérési adatainál a kezdeti időpontnak.

Az aktivitás a kemence beömlésnél folyamatosan csökkent, majd aktivitásnövekedés volt tapasztalható. Megállapíthatjuk, hogy ez az aktivitásnövekedés a füstgázzal visszahozott por aktivitása miatt van. Ez azt jelenti, hogy ahol az aktív anyag ebben az idő intervallumban tartózkodott, onnan ered a füstgázzal visszahozott por aktivitása [3].

Ez a hely a kemence mérési adataiból megállapítható. Az aktív anyag a kemencében 5 perccel a betáplálás után megjelent, és a beömléstől számított kezdeti „0” időponttól számítva 3 perc múlva az aktív anyag 50%-a elhaladt az 5. sz. detektor



4. ábra. Az aktív anyag haladása a forgókemencében

előtt. Az aktivitás egy éles csúcsot adott a regisztrálásnál.

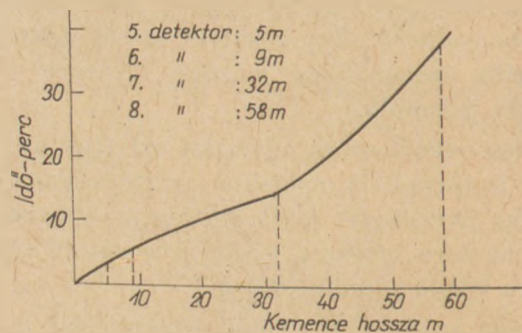
A 6. sz. detektornál kisebb aktivitási értékkel 5 perc múlva haladt át az anyag, majd a folyamatos inaktív anyaggal történő elkeveredés miatt mind kisebb aktivitás értékkel haladt a 7. és 8. sz. detektornál.

A 7. sz. detektornál 15 perc, a 8. sz. detektornál 40 perc múlva mérhettük az aktív anyag áthaladását.

Az aktivitás változását a kemencében a 4. ábra szemlélteti. Az ábrából látható, hogy az 5. sz. detektornál a 10–12 perc között aktivitásnövekedés mutatkozott. Ebben az időpontban a kemence 9–23 m közötti szakaszában jelentős felporzás volt, és a füstgázzal az aktív por a ciklonok felé áramlott, ezt az aktivitásnövekedést a 4. sz. detektor is jelezte. Ebben az időben az anyag a 6 és 7. sz. detektor között tartózkodott, és innét származik a füstgázban levő aktivitás, tehát a felporzás fő tömegének helyét ezáltal meghatározhattuk.

Az anyag továbbhaladását jelző detektoroknál az aktivitásgörbe 50%-os értékét figyelembe véve ezt az időpontot mondhatjuk az anyag továbbhaladási időpontjának. Az 50%-os értékű vonal, a súlyvonal, és a két súlyvonal közti távolság időben kifejezve az átlagos tartózkodási idő.

A kemencében a 0 időponttól a 8-as detektorral jelzett anyagáthaladásig 40 perc telt el.



5. ábra. Az anyagáramlási sebesség változás a kemenceszakaszokban

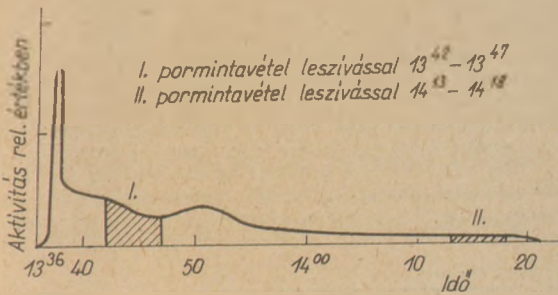
Az 5. ábra mutatja az anyag továbbhaladását a kemencehossz függvényében. Ezekből az értékekből számítható ki a detektorszakaszok közötti sebesség.

Az adatokból az alábbi sebességértékeket számítottuk ki:

- 0–5 m között . . . sebesség 1,42 m/perc
- 5–9 m között . . . sebesség 2,65 m/perc
- 9–32 m között . . . sebesség 2,30 m/perc
- 32–58 m között . . . sebesség 1,04 m/perc

A sebesség értékekből kiolvasható, hogy a kemence beömlésnél a sebesség kisebb, majd a CO₂ eltávozás miatt az anyagmennyiség csökken, a sebesség növekedik, majd a 32 m utáni szakaszon a sebesség jelentősen lecsökken. Itt az anyag a zsugorító zónában lassabban mozog.

Az átlagos sebesség-érték: 58 m/40 perc = 1,45 m/perc. A kemence mellett a 8. sz. detektor az 58 m-es pontnál volt, itt a sebesség 1,04 m/perc, a kemence hossza 60 m, tehát a tartózkodási idő a kemencében a résztartózkodási idők összege: 42 perc.

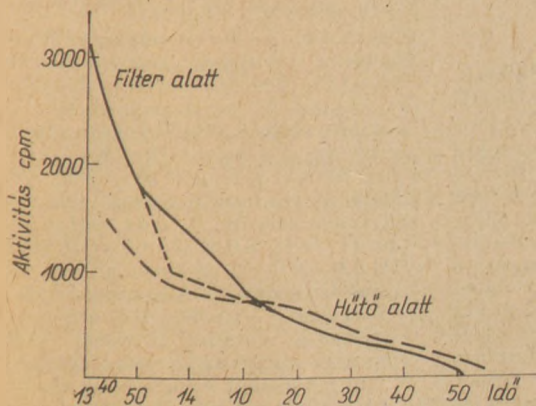


6. ábra. A füstgázvezetékben áramló por aktivitásának változása

A 4. sz. detektor a füstgáz aktivitását mérte. Az aktivitás változásból megállapíthatjuk, hogy a beadagolás pillanatában a füstgáz jelentős mennyiségű anyagot kiragad a ciklonokból. Az aktivitás-görbén az egyenletes csökkenés után növekedést találunk; ez összhangban van a korábban megállapítottakkal, hogy a felporzás miatt növekedett meg az aktivitás. A porleválasztóknál a hűtő és a filter alatt összegyűjtött minták aktivitás-értékeit a 7. ábra mutatja.

Az anyag előrehaladásával a por aktivitásának folyamatosan csökkennie kellene, de a felporzás miatt a füstgázzal kiszállított por aktivitása a folyamatos csökkenést lelassította.

Az ábrán a szaggatott vonal és az aktivitás függvény által bezárt terület aktivitásértéke a felpor-



7. ábra. A porleválasztóban levált por aktivitásának változása

zással arányos aktivitás-növekedésből ered. A filter alatt és a hűtőtorony alatt összegyűjtött porminta aktivitása is jól mutatja a felporzásból származó aktivitás növekedést.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az izotóp nyomjelzéses mérés technika alkalmazásával értékes adatokat szerezhetünk a klinkerégető kemencék anyag- és poráramlás viszonyainak tanulmányozásához.

IRODALOM

- [1] Costa H., Peterman K.: Untersuchungen über die Materialbewegung und Staubbildung in Drehöfen der Zementindustrie mit Hilfe radioaktiver Isotope Silikattechnik 10. 253—259. 1959.
- [2] Hograbe K., Lehman S.: Einsatz von Radioisotopen in der Zementindustrie. Zement-Kalk-Gips 9. 210—215. 1956.
- [3] Rutle I.: Investigation of Material Transport in Wet Process Rotary Kilns by Radio Isotopes. Pit and Quarry, 48. 120—136. 1955.
- [4] Environmental Health Series Air pollution. Cincinnati, Ohio. 1967.
- [5] Radioisotope Tracers in Industry International Atomic Energy Agency. 1967.

Török István: Anyagáramlás és porképződés vizsgálata klinkerégető forgókemencében izotópnymjelzéses módszerrel

Az izotópos nyomjelzés technika megfelelő műszerezettséggel alkalmas a klinkerégető kemencék anyag és poráramlás viszonyainak tanulmányozására. A mérési adatokból megállapíthatjuk a kemencében a felporzás helyét, mértékét, valamint az anyagáramlás sebességét a kemence egyes szakaszaiban.

A környezetvédelem szempontjából is fontos, hogy a poráramlás tanulmányozására az izotópos mérés technika előnyeit felhasználva újabb mérési módszerek kidolgozása válik lehetővé.

A klinkerégető kemence anyag- és poráramlásának tanulmányozására Na-24 izotópot alkalmaztunk. Az aktív anyag útját a rendszerben scintillációs detektorok segítségével regisztráltuk. A mérési adatokból meghatároztuk az anyag tartózkodási idejét az örvénykamrában, a ciklonrendszerben, a klinkerégető kemencében, valamint az anyag áramlási sebességét a kemence egyes szakaszaiban.

A porleválasztóból vett minták aktivitás mérésével, valamint a füstgáz aktivitásának mérésével meghatároztuk a felporzás helyét a kemencében.

Az alkalmazott mérési módszerrel kapott adatok hasznos információkat szolgáltatnak a kutatás és az üzemvezetés szakembereinek.

Тёрёк, И.: Исследование движения материала и пылеобразования во вращающейся клинкерообжигательной печи методом меченых изотопов

Указанный метод пригоден для изучения режима движения материала и мест пылеобразования во вращающихся печах. При этом определяется место и количество образовавшейся пыли, а также скорость движения материала.

Новая техника измерения важна также с точки зрения защиты окружающей среды.

Для изучения вышеупомянутых параметров нами применен изотоп натрия-24. Траектория активного материала в системе детектировалась с помощью скintилляционных счетчиков. По данным измерений опре-

deялось время пребывания материала в вихревой камере, в системе циклонов, в печи, а также скорость продвижения на отдельных участках печи.

Путем измерения активности проб, отобранных из пылеотделителя, а также дымовых газов, определялось место образования пыли в печи. Примененный метод дает полезную информацию специалистам, занятым как в области исследования, так и в области эксплуатации заводов.

Török, István: Untersuchung der Materialströmung und der Staubbildung in Zementdrehöfen mit dem Isotopenmarkierungsverfahren

Die isotopische Markierungstechnik eignet sich bei der Anwendung entsprechender Meßgeräte zur Untersuchung der Material- und Staubströmungsumstände der Zementdrehöfen. Aus den Meßergebnissen kann der Ort und das Ausmaß der Staubbildung im Ofen, sowie die Geschwindigkeit der Materialströmung in den einzelnen Abschnitten des Ofens bestimmt werden.

Es ist auch vom Gesichtspunkt des Umweltschutzes wichtig, daß durch die Nutzung der Vorteile der isotopischen Meßtechnik, zur Beobachtung der Staubströmung, die Ausarbeitung neuer Meßverfahren ermöglicht wird.

Zur Untersuchung der Material- und Staubströmung im Zementdrehofen, wurde ein Na-24 Isotop angewandt. Der Weg des aktivierten Materials in der Anlage, wurde mit Hilfe von Szintillationsdetektoren registriert. Aus

den Meßergebnissen wurde die Durchlaufdauer des Materials durch die Wirbelkammer, durch die Zyklonanlage und durch den Zementdrehofen, sowie die Strömungsgeschwindigkeit des Materials in den einzelnen Abschnitten des Ofens bestimmt.

Durch die Messung der Aktivität der aus dem Staubabscheider entnommenen Proben, sowie der Rauchgase, wurde der Ort der Staubbildung im Ofen bestimmt. Die durch das angewandte Meßverfahren erhaltenen Daten liefern den Fachleuten der Forschung und der Betriebsleitung wertvolle Informationen.

Török, István: An Isotope Tracer Study of Material Flow and Dust Formation in Rotary Cement Kilns

Material flow and dust formation can be well studied by isotope tracer techniques: the sites of dust formation, its extent, and material flow velocity at several points of the kiln can be well determined by this way. These methods enable a more exact measurement which is of importance from the point of pollution control. A Na-24 isotope was used as radioactive tracer; its path was recorded in the system by scintillation detectors. The average hold time of the material in the whirl chamber, cyclone system and kiln, as well as the flow velocity in various sections of the kiln was determined. The site of dust formation was fixed by measuring the activity of samples drawn from the dust precipitator and flue gas exhaust. These measurement data are very informative from the point of factory management too.

Lapszemle

SZKLO I CERAMIKA

Varsó, 1973. 4. sz.

ETO: 661.862.22 : 666.198 : 666.77—
—127

Cyunczyk, A.—Ostrowski, J.: Rostos szálak előállítása alumíniumoxidból. 111—114. old.

Alumíniumoxidból készíthető rostos készítmények egyszerűbb előállításának új módszerét ismertetik. Tervezik a megfelelő fémekhez való alkalmazási lehetőségek megvizsgálását. Ezen anyagokkal elő lehet állítani szivacsos agglomerátumokat is, melyek maró anyagok szűrésére alkalmasak. Felvételeket közölnek a rostos anyagokról, valamint az ezekből készített nagyporozitású termékekről.

ETO: 666.1.031.5 : 621.363.3

Andrusieczo, A.: Az elektromos fűtés perspektívája a lengyel üvegiparban. 99—104. old.

A cikk összefoglalja az 1972. szept. 18—22-ig Varsóban tartott Nemzetközi Elektrotechnikus Kongresszusnak az üvegolvasztó kádák fűtése

területén elért eredményeit. Ismerteti az alkalmazott elektromos fűtőberendezéseket, összehasonlítja a gáztüzelésű és elektromos fűtésű kádákat, rámutat a licenc vásárlás célszerűségére. Bemutatja a lengyel villamosenergia-ipar 1971. évi energia mérlegét.

CEMENT—WAPNO—GIPS

Krakkó, 1973. 5. sz.

ETO: 666.92.05 : 621.926

Grzymek, I.—Gustaw, K.: Felületaktív anyagok alkalmazása az égetett mész őrlésénél. 133—138. old.

A laboratóriumi kutatások és ezeket követő ipari tapasztalatok is bizonyították a butanol melléktermékeinek alkalmazhatóságát az égetett mész őrlésénél, mint őrlésintenzifikáló segédanyag. A lephal N adalékanyag a többkanrás csómalpok teljesítményét 36%-kal megnöveli, ugyanakkor állandó malomteljesítmény mellett nagyobb finomság érhető el. Laboratóriumi és üzemi őrlés eredményei, mikroszkópi felvételek a felületaktív segédanyaggal előállított őrlött mészről.

ETO: 666.92 : 622.355.11

Sarneć, E.: Új, őrlött mészkövet gyártó telep. 165—168. old.

Az új őrlött mészkövet gyártó telep bitumenes keverékekhez készítő anyagot. A berendezések, a technológiai folyamatok leírása. Részletes technológiai folyamatokra és a gyártott, különböző őrlésfinomságú őrlött mész laboratóriumi vizsgálatának eredményei.

ETO: 666.924.1 : 628.34

Karwacka, U.: Az égetett mész jelentősége a szennyvíz semlegesítésben 169—173. old.

A szennyvíz semlegesítéshez felhasznált mész különböző típusait tekintik át. A szennyvízkezelés költségeire hatást gyakorló tényezők vizsgálatára. A szennyvíz osztályozása a pH-érték szerint: I. oszt. pH 6,5—8,0; II. oszt. pH 6,5—9,0; III. oszt. pH 6,0—9,0. A semlegesítéshez felhasznált anyagok beszerzési árának, a semlegesítési értéküknek és a szennyvíztisztítás abszolút és relatív költségeinek táblázatos összefoglalása. A lengyelországi mészbányák termékeinek oxidos összetétele és a mészüzemek által gyártott égetett meszek szaporasága.

Cementgyárak portalanítása

RASCHOVSZKI LAJOS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Magyarországon a kérdés alapos vizsgálatát az 1973-ban megjelent levegőtisztasági rendelkezések és a legkorszerűbb cementgyártási technológiák alkalmazásának időbeli egybeesése teszi időszerűvé.

A cementiparban a levegőtisztaságvédelmi előírások és a technológiai berendezések fejlődése következtében — mondhatnánk természetes folyamatként — két leválasztó rendszer alkalmazása terjedt el: a zsákos szűrőké és az elektrosztatikus porleválasztóké.

A portalanítási problémák megoldásában fontos szempont, hogy a kibocsátott porok — a klinkerhűtőben keletkezettek kivételével — általában a finomabb frakciók felé tolódtak el, és az egy gyártóegységre vonatkoztatott gázmennyiség is igen nagymértékben megnövekedett.

Így a cementgyárakban általában zsákosszűrőket és elektrosztatikus porleválasztókat alkalmaznak, és csak a klinkerhűtő esetében találkozunk egyes külföldi szállítóknál örvényáramú leválasztókkal.

Beszámolóm a hejőcsabai — nagyon szigorú előírásoknak megfelelően választott — berendezések ismertetésére terjed ki.

1. Zsákos portalanítók

A zsákos szűrő elterjedése számos jó tulajdonságának köszönhető. Alkalmazhatóságát a műanyag szövetű zsákok elterjedése különösen kiszélesítette.

Előnyei:

1. Jó szűrési tulajdonsága következtében aránylag kis körültekintés mellett is eleget tesz a legszigorúbb hatásági előírásoknak,

2. A leválasztási hatásfokra vetített beruházási költsége aránylag alacsony,

3. A modern központi kenésű vagy mozgó szerkezeteket nem tartalmazó berendezések kezelési, karbantartási igénye kicsi.

Hátrányai:

1. Aránylag nagy légellenállása miatt energiafogyasztása viszonylag nagy,

2. A gondmentes üzemeltetés és állandó jó hatásfokú leválasztás érdekében a gyakori zsákcsere megnöveli az üzemköltségeket,

3. A por és a zsákuszóvet anyagi tulajdonságainak, a gáz hőmérsékletének összehangolása szükséges, ami erősen leszűkíti a biztonságos alkalmazás lehetőségeit.

A cementgyártás automatizálása megköveteli, hogy a porleválasztó berendezéseket is teljesen automatizálják: a leválasztott por kiadása és elszállítása, a technológiába történő visszazállítása automatikusan történjék. Ezért csak olyan rendszerek alkalmazhatóak, ahol ezek a feltételek biztosíthatók.

1.1 Öblítő rendszerű, mechanikus rázású zsákosszűrő

A poros levegő egy többkamrás rendszerű zsákos porleválasztó alsó bunkerterébe lép be, és a szűrőzsákokon áthaladva egy gyűjtőcső-rendszeren keresztül távozik a tiszta gáz. Az egyes kamrákat időszakosan lekapcsolják egy automatikus vezérléssel. A nyugvó gázállapotok mellett a mechanikus rázásnak alávetett zsákok a lerakódott portól megtisztulnak, és a por a bunker csigáin keresztül eltávozik. Tapadóbb jellegű poroknál ugyanezt a folyamatot egy ellenkező irányú gázöblítéssel fokozni lehet, és az azonos leválasztófelület mellett a megkívánt tisztítási hatásfok biztosítható (1. ábra).

szakad meg, amíg egy körbenforgó öblítő mechanizmus a lerakódott port a zsákfelületekről eltávolítja (2. ábra).

1.3. Pulzációs zsákosszűrők

Ezeknél a rendszereknél az öblítőlevegőt nem az üzemi ventilátor szívása juttatja ellenáramban be a tisztítandó kamraszakaszba, hanem nagynyomású tiszta levegőt nagy sebességgel fújnak be ellenáramban a zsákok tiszta oldalán. A befúvott levegő a zsákokat a kosárról leemeli, és egy nagyobb kerületre tágítja. Így a lerakódott por leválik a zsák tisztítófelületéről és a bunkerba jut. A befúvott levegő áthatol a zsák szövetén, és tisztító hatást fejt ki. A tisztítási idő alatt az egyes zsákokat külön nem kell a szívás hatása alól kivenni, hiszen a befúvott levegő nagyobb nyomása ezt automatikusan elvégzi (3. ábra).

Zsákos portalanító berendezéseket a cementgyárban úgyszólván minden technológiai folyamatban alkalmazni lehet, amennyiben a fent leírt feltételek biztosítottak. Általában azokon a portalanítandó helyeken szokott probléma lenni, ahol a harmatpont igen magas, tehát a gázok a telítettség közelében vannak. Ilyen körülmények rendszerint a szárítók, valamint a bányai törők után állnak elő, éppen ezért ilyen esetekben, amennyiben a gázmenyiségek megfelelő nagyok, vagyis 20 000 m³/ó felett vannak, a sokkal üzembiztosabb elektrofilterek inkább alkalmazhatók.

Határesetet szokott jelenteni az elektrofilter és a zsákosszűrők választása tekintetében a cementörlés, ahol mind a két berendezés egyaránt számításba jöhet.

A mechanikus rázású és öblítéssel rendelkező rendszereknél a fajlagos felületi portterhelést ajánlatos alacsonyra választani, míg ugyanazokra az üzemi viszonyokra egy nagynyomású, pulzációs rendszerű zsákos leválasztó felületi terhelése ezekhez a rendszerekhez viszonyítva 2,5—3-szoros értékre is választható.

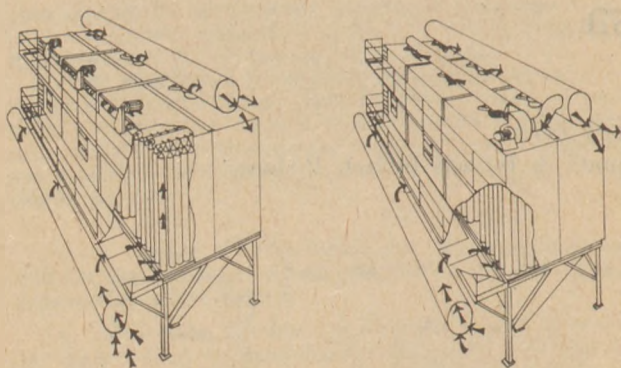
Hangsúlyozni szeretném, hogy a szövetszűrős és az elektrostatikus porleválasztó rendszerek nem egymással versenyző, hanem egymást kiegészítő megoldások.

2. Elektrostatikus porleválasztók

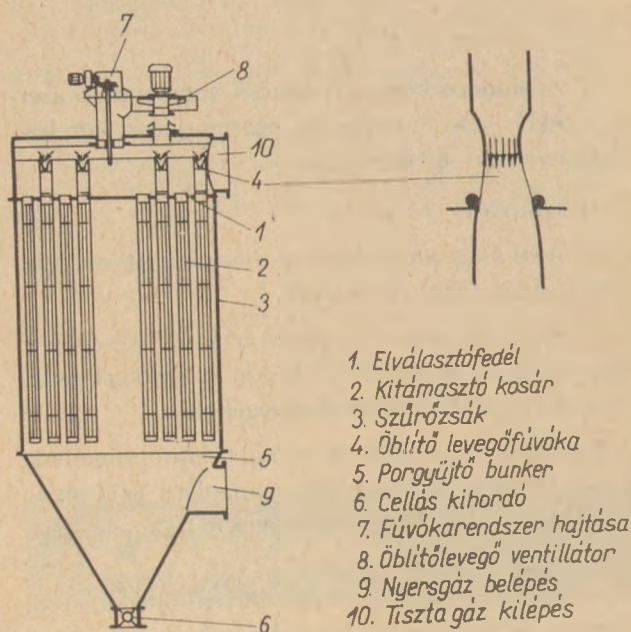
Az elektrostatikus porleválasztók lényegesen érzékenyebbek a technológiai üzemi állapotokra, mint a zsákos szűrők. Ennek ellenére a cementgyártás egyes területein alkalmazásuk nemcsak indokolt, hanem elkerülhetetlen.

Az elektrofilter kedvező tulajdonságai:

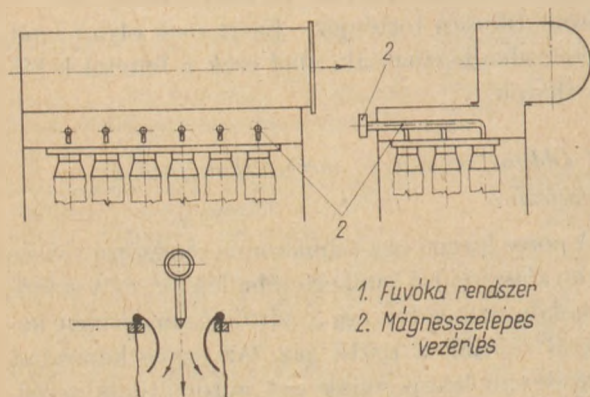
- a) különösen a finom porokra nagyon magas a leválasztási hatékonysága,



1. ábra. Öblítő rendszerű, mechanikus rázású zsákosszűrők



2. ábra. Folyamatos öblítőrendszerű zsákosszűrők



3. ábra. Pulzációs zsákosszűrők

1.2. Folyamatos öblítőrendszerű zsákos szűrők

A tisztítás e berendezésekben lényegében megegyezik az előbb említett tisztítási folyamattal, a zsákfelület kihasználása érdekében azonban a szűrő teljes zsáktartománya a tisztítási folyamatban állandóan részt vesz, és csak másodpercekre

- b) igen kis gázáramlási ellenállás miatt a gáz szállítási energiaigénye kicsi,
- c) a porterhelés mértékétől függően nagyon széles határokon belül a leválasztási hatások változatlan marad,
- d) a karbantartási, kezelési, fenntartási költségei alacsonyak. Általában nyugodt üzemet biztosítanak és megfelelő méretezés, valamint jól vezetett technológia mellett semmiféle alkatrészecserét vagy javítást nem igényel.

Hátrányai:

- a) viszonylag magas a beruházási költsége,
- b) a technológiával szembeni érzékenysége nagyobb, ami elsősorban a harmatpont és a villamos vezetőképeség összefüggésében mutatkozik meg.
- c) Korszerű, teljesen automatizált villamos tápegységet igényel.

2.1 Az elektrofilter általános leválasztóképességének feltételei

Mivel a Deutsch-képlet alapján kidolgozott különböző változatok, bőséges irodalmi feldolgozással, már közismertek, az elektrosztatikus leválasztók hatásfokával kapcsolatos paraméterek jelentőségének elméletét az olvasó előtt ismertnek tekintem.

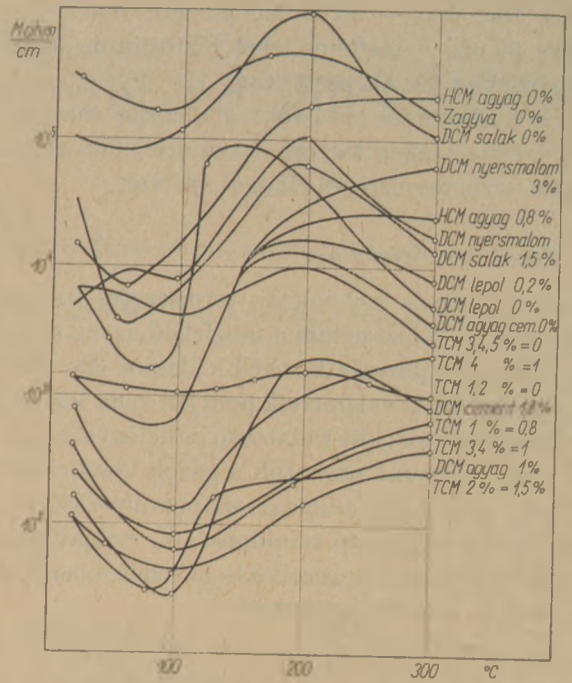
Az elektrosztatikus porleválasztók működésének egyik alapfeltétele az, hogy a por-gáz keverék megfelelő villamos ellenállással bírjon.

Általánosságban megállapítható, hogy 10^{11} Ohm cm felett már visszaionizációval kell számolni. Ezért Intézetünk Energetikai Osztálya számos, cementiparban előforduló por villamos ellenállását megmérte a hőmérséklet és a relatív nedvesség függvényében. Ehből a mérésorozathból összesítve felrajzoltam a mért eredményeket, hogy általános érvényű következtetéseket lehessen levonni (4. ábra).

— Az ábra értékelése során egyértelműen megállapítható, hogy a harmatpont kismértékű növekedése is már nagyságrendekkel csökkenti a porok ellenállását.

— A különböző porfajták, — pl. nyersliszt, cementpor, salak stb. — bár egymáshoz képest kb. egy nagyságrenddel különböző ellenállással bírnak, teljesen száraz állapotban úgyszólván kivétel nélkül 10^{10} Ohm cm felett vannak. Viszont a harmatpont növekedése révén valamennyi leszorítható a 10^8 Ohm cm körüli értékre.

— Egyértelműen megállapítható az is, hogy a porok villamos ellenállása a hőmérséklettől hasonló módon függ: ez azt jelenti, hogy alacsony,



4. ábra. Különböző porok villamos ellenállásai a hőmérséklet és a közeg relatív nedvesség-tartalma függvényében

tehát 80 °C alatti hőmérsékleten viszonylag magas a villamos ellenállás, 100 °C körüli hőmérsékleten mindenütt mélypont van, míg 200 °C körüli hőmérsékleten mindenütt csúcsérték van. Ezután valamennyi por ellenállása 300 °C körül ismét az 50 °C körüli értékre jut vissza.

— A különböző porok vegytiszta, illetve vegyileg homogén állapotukban mindig magasabb villamos ellenállással rendelkeznek, mint azok az anyagok, ahol pár %-os szennyezettséget lehet kimutatni. Ha például a klinkert pár %-os salakkal őrlik, a villamos ellenállás nagyságrendekkel alacsonyabb értéket mutat.

G. Jahn megemlíti, hogy a tudomány ma még nem tudja megmagyarázni, miért csökkenti a szennyezettség a porok villamos ellenállását [1]. Éppen ezért a tervezésnél senki sem tudhatja előre, milyen lesz az üzemben keletkező por elektromos leválasztási tulajdonsága.

G. Jahn e megállapítását igazolja a Beremendi Cement és Mészmu 3 db klinkerőrő berendezésénél végzett mérésorozatunk.

A fentiekből következik, hogy az elektrofilterek hatásos leválasztása érdekében mind a harmatpontot, mind a hőmérsékletet nagyon szigorúan a technológia vitelének feltételei között kell megjelölni. Ez annyira fontos, hogy egyes esetekben, mint például a beremendi cementmalmoknál, a tervezés során feltételként megszabott vízbepermetezés nélkül, — amennyiben a klinkerőrőlés salakkal

együtt történik — 80 °C kilépő gázhőmérséklet mellett 99,9% hatásfokot lehet biztosítani, de ha a hőmérséklet 60° alá esett, vagy 120° fölé emelkedett, a leválasztási hatásfok rohamosan romlott. A kedvező értéken tartott üzemvitel mellett viszont a vízbepermetezés elhagyható volt.

2.2. Gázok kondicionálása

Amennyiben a technológia természetes vitelén belül nem lehet biztosítani a megfelelő harmatpontot, illetőleg a por-gáz keverék villamos ellenállását, a technológia valamelyik pontján vagy közvetlen az elektrofilter előtt tudatosan be kell avatkozni. Ezt a beavatkozást nevezzük a gázok kondicionálásának, mivel egy tudatos állapotváltozást hozunk létre a leválasztó tulajdonságok megjavítása érdekében. Itt egy beavatkozással lényegében két folyamatot kell biztosítani:

- a gázokat le kell hűteni 100 °C alá, illetve
- a harmatpontokat fel kell emelni 50 °C fölé.

Ezeket a követelményeket, amennyiben megfelelő magas hőmérséklet áll rendelkezésre, párologtatós hűtőtoronnyal kell biztosítani.

Nehezebb a helyzet akkor, ha örölte szárító rendszereknél a hőcserélőkben már a gázok hőmérséklete oly mértékre esett vissza, hogy a párologtatós hűtőtoronyban elnedvesedés veszélye nélkül permetezni nem lehet.

G. Jahn hivatkozott cikkében saját tapasztalatait összefoglalva azt ajánlja, hogy amennyiben egy adott technológiai folyamat miatt a gázok a hőcserélőben és a malomban nem hűlnének le kellő

mértékben, illetve a nyersórléssel nem kerül kellő nedvesség a gázba, a malomba közvetlenül befecskendezett vízzel kell megoldani a megfelelő üzemi állapot beállítását.

Összefoglalás

A megnövekedett levegő-tisztaságvédelmi igények tehát nemcsak a készülékeket gyártókat ösztönzik arra, hogy minél nagyobb hatásfokú berendezéseket gyártsanak, hanem ezek a gyártó vállalatok az üzemeltetővel szemben is mind nagyobb igényekkel lépnek fel a technológia vitelét illetően. Ez a szigorú feltétel vonatkozik mindenfajta szóba-jöhető leválasztórendszerre, tehát a zsákosszűrőkre is. Egy modern cementgyárban már szó sem lehet arról, hogy a szállító vállalat tisztítási fokot garantáljon, ha az üzemeltető nem biztosítja, hogy a zsákokat az adott helyre vonatkoztatott elavulási idő elteltével teljes egészében kicserélik.

Mindebből következik, hogy a Magyarországon még mindig fennálló gyártáscentrikus gondolkodásnak is meg kell változni, és a portalanító berendezéseket legalább egyenértékűnek kell tekinteni a termelő technológiai berendezésekkel.

I R O D A L O M

[1] Jahn, G.: Porgyűjtés a cementüzemekben. Filtration et Separation, 1972. júl—aug.

Рашиовский, Л.: Обеспыливание цементных заводов

Raschovszki, Lajos: Entstaubung in Zementwerken

Raschovszki, Lajos: Dust Control of Cement Factories

Lapunk példányonként megvásárolható:

V., Váci utca 10. és

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti

hírlapboltokban

A kazánsalak építőanyagipari felhasználhatóságának környezetvédelmi kérdései

GÉMESI JÓZSEF,

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

SZYDÉNES

Semmelweis Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinikája, Budapest

A hazai kazánsalakok építőanyagipari felhasználásának egyes kérdéseiben ellentmondóak a vélemények. A salakok egy részében a természetes radioaktív elemek ugyanis olyan mértékben fordulnak elő, hogy a környezet radioaktív háttérszintjének megnövekedését okozhatják [Szalay (1960); Galambos (1966); Gémesi (1972).]

A háttérszint növekedését előidéző tényezők vizsgálata és az emberiséget károsító sugárdózis meghatározása a környezetvédelem feladatai közé tartozik. A kis sugárdózisoktól származó biológiai hatások számos kérdése még tisztázásra szorul. Mivel azonban az építőipar szempontjából számításba jöhető kazánsalak egy részének radioaktivitása a környezetre káros lehet, a bioszféra védelme, s ebben az ember sugárvédelme miatt elengedhetetlen az ide vonatkozó sugáregészségügyi kockázat mértékének megállapítása.

A lakosság megengedhető sugárterhelése

Ma a népességre nézve megengedhetőnek maximum a 170 mrem/év genetikai sugárterhelést tartják. Egyes kutatók szerint az emberiség elsősorban az orvosi beavatkozások miatt ezt a határt hamarosan elérheti. Nyilvánvaló tehát az a törekvés, hogy a népességet érő sugárterhelés növekedését minden eszközzel akadályozni kell.*

Az ember természetes sugárforrásokból származó sugárterhelését Wachsmann és Spiers (1972) szerint az 1. táblázat mutatja.

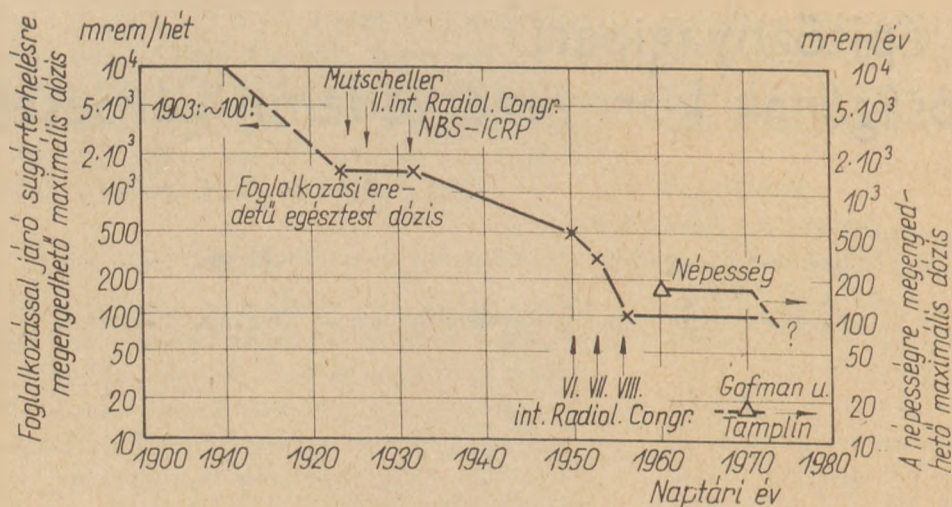
Az 1. ábra 1900-tól kezdődően a nemzetközileg javasolt megengedhető maximális dózis szintjét szemlélteti.

* 1 rem az ekvivalens dózis egysége. Biológiai hatása az emberre ugyanakkora, mint 1 rad elnyelt dózist létrehozó röntgensugárzásnak. 1 rad = 100 erg/g (MSZ 62-69; 1,3).

1. táblázat

Sugárforrás	Wachsmann szerint (mrem)			Spiers szerint (mrad)
	max.	min.	átlag	
<i>Külső sugárzás:</i>				
kozmosz sugárzás	200	22	35	43
környezeti sugárzás	250	40	70	28
<i>Belső sugárzás:</i>				
Kálium (⁴⁰ K) (izom)			20	20
²²⁶ Ra (csont)	~ 50	2	~ 5	2
²²² Rn és rövidéletű bomlás-termékei (tüdő)	~ 200	2	~ 5	2
¹⁴ C	~ 1	~ 1	~ 1	1
Összesen	~ 701	~ 67	~ 136	97

A vízszintes tengelyen a naptári éveket jelöltük be, a baloldali függőleges tengelyen a sugárzással foglalkozók heti megengedhető maximális sugárterhelése szerepel (mrem/hét). A jobb oldali függőleges tengelyről a népesség részére megengedhető maximális dózis olvasható le (mrem/év). Az ábra szerint ez 50 év alatt a hivatásszerűen sugárzással foglalkozóknál egy nagyságrenddel csökkent. Az utóbbi időben ez a törekvés a népesség sugárterhelésének kérdésére is vonatkozik. Gofman és Tamplin (1970), illetve Morgan (1972) a mesterséges környezetből eredő, háttér feletti évi sugárdózis 17 mrem, illetve 1 mrem értéken való rögzítésének indokoltságáról ír. Ha ezeket a jelenleg elfogadott évi 170 mrem/év dózis tekintetében összevetjük a genetikai rizikóról közzétett adatokkal (1956) és Zsebőknek (1970) a genetikai kockázatra vonatkozó észrevételeivel, a törekvés indokoltnak látszik. A népesség szempontjából ugyanis a háttér felett a háttér megegyezésének megfelelő



1. ábra

sugárdózist kell a maximálisan megengedhető genetikai sugárterhelésnek tekinteni. Ez a „háttérértéknyi tartalék” azonban már szűk.

Az 1. táblázatból látható, hogy a háttér-sugárterhelés egyik tényezője a ^{222}Rn . Mint ismeretes, a ^{222}Rn a ^{226}Ra -ból származik, mely a természetes uránium bomlási sorának tagja. A radon és rövidéletű bomlástermékei α -, β - és részben γ -sugárzók. Az α -sugarak relatív biológiai hatékonysága a γ -sugárzás többszöröse. Ezért a levegőben levő radon és α -sugárzó bomlástermékeinek kis mértékű koncentrációnövekedése jelentős tüdőszövet dózis növekedést okozhat.

A légkörben 1 atm. nyomáson a ^{222}Rn koncentrációja 10^{-13} Ci/liter nagyságrendű. A népesség tekintetében ma a háttér felett $3 \cdot 10^{-12}$ Ci/liter rövidéletű bomlástermékeivel egyensúlyban levő radontartalmat tartanak megengedhetőnek, ami az 1972-ben közölt jelentésünkben megadott feltételezések mellett mintegy 700 mrad/év hörgőhám-szövet dózissal felel meg (Gémesi, 1972). Nagyobb radontartalmú levegő belélegzése (pl. az urániumbányákban) már jelentős biológiai elváltozásokat okozhat (Wagoner, 1965).

Nyilvánvaló, hogy a ^{226}Ra tartalmú kazánsalakból is a radon a lakótér levegőjébe kiáramlik és ott feldúsulhat. A lakosság sugárterhelésének meghatározásában tehát az építőanyagok radioaktivitását és a lakóépületek légterének radontartalmát figyelembe kell venni.

Előzetes vizsgálatok

A radioaktív salakot tartalmazó építőanyagokból épített egyes lakások radioaktivitását 1971-ben — tájékoztató célzattal — az Eü. Min. támogatásával vizsgáltuk (Gémesi, 1972).

Olyan mérési módszerek kialakítása volt a célunk, melyek lehetővé teszik az előbbieken felvett kérdések tisztázását. Erről a SZIKKTI kutatási jelentésében számoltunk be (Gémesi, 1972). Az egyes eljárások ellenőrzésekor nyert adataink alapján azt tapasztaltuk, hogy a salaképületekben a γ -sugárzás, valamint a szobák levegőjében a ^{222}Rn és rövidéletű bomlástermékeinek koncentrációja számottevően nagyobb, mint pl. az égetett agyagtégla falanyagú épületekben.

Számításaink és méréseink szerint a γ -sugárzást főként a ^{226}Ra és bomlástermékei okozzák. A többi természetes és egyéb radionuklid aktivitását a lakásokban alárendelt jelentőségűnek találtuk. Megbecsültük a kazánsalak felhasználásával épült lakásokban a radon és rövidéletű leányelemeiből származó dózist is. A dózis átlagértéke méréseink szerint salaktégla felhasználásával készült épületekben a tüdő hörgőhám-szövetére kb. 1200, az égetett agyagtégla épületekben kb. 400 mrad/év. (Az egyes lakásokban mért adatok közt nagyságrendi eltérések is voltak.)

A magyarországi átlag lakásokban élőknél a radontermékektől származóan Tóth (1972) a tüdő hörgőhám-szövetére 800 mrad/év dózist, illetve az egész tüdőre nézve 120 mrad/év dózist ad meg. Véleményünk szerint ez tekinthető a népesség radontól és rövidéletű bomlástermékeitől származó — lakásokban elszennvedett — sugárterhelésének.

A kazánsalak felhasználásával épült lakásokban élők genetikai sugárterhelési többletének megállapítására a szerzők vizsgálatai folyamatban vannak. Erre a célra a SOTE Radiológiai Klinikáján kifejlesztett ún. exoelektron doziméterek jól használhatók (Boros—Szy (1972)).

A ^{226}Ra tartalmú salak felhasználásával épült lakásokban lakó személyeket érő sugárterhelés elsősorban a ^{226}Ra , illetve a ^{222}Rn és rövidéletű leányelemeinek következménye. A lakások levegőjének ^{222}Rn -tartalma azonban nemcsak a falak ^{226}Ra -tartalmától függ, befolyásolja ezt az építés módja, a lakások magassága és a geológiai környezet. Kis ^{222}Rn koncentrációk esetén (< 1 pCi/liter) a légkör természetes változásai sem hagyhatók figyelmen kívül [Gémesi, Szy, Tóth (1972)].

Megállapítások, javaslatok

A salak felhasználása körüli kérdések eldöntésére a különböző sugárvédelmi és radiometriai eljárások nyújtanak lehetőséget. Annak megállapítása, hogy sugáregészségügyi szempontból a különböző eredetű szenekből származó salak milyen mértékben alkalmazható lakóépületek anyagául, további részletes vizsgálatra szorul. Az ide vonatkozó adatok részben lakásokban, részben a salakhányókról vett mintákon kis aktivitás mérésére alkalmas laboratóriumi elemzésekkel nyerhetők. Egyes tényezők egzakt vizsgálatához szükséges a falak emanáció kibocsátó készségének mérése is. Ezekhez nagyméretű modellen kell kísérleteket végezni. Az eddigi mérések az elemzési módszerek kialakítását, a módszer ellenőrzését és a kérdés megítélését lehetővé tevő tájékozódást szolgálták. A kérdés végleges tisztázásához meg kell vizsgálni:

- a) a kazánsalakat alapanyagként, vagy adalékként felhasználó építőanyagok ^{226}Ra -tartalmát és emanálási készségét — különös tekintettel a különböző építési technológia mellett várható salak-porozitás változásra; mekkora lehet a ^{226}Ra -tartalom az egyes építőanyagokban a sugárterhelés meg nem engedhető növekedése nélkül; miként használható fel a kazánsalak és a felhasználás mértéke miként ellenőrizhető;

- b) mekkora a salakanyag felhasználásával épült kész épületek belső légtérének ^{222}Rn tartalma?

A méréseket az alapanyagul felhasznált salakon kívül

- a) nagyméretű modellen,
- b) használathban levő épületekben kell elvégezni.

A mérések alapján

- a) meghatározandó a várható tüdő és hörgőhám-szövet dózis, valamint
- b) a gonadokat ténylegesen érő sugárterhelés.

Vizsgálataink előzetes eredményei igazolják a korlátozó rendelkezéseket kiváltó aggályokat. Vé-

leményünk szerint azonban az építőiparnak nem kell a kazánsalak felhasználásáról teljesen lemondania. Kiterjedt vizsgálatokkal az alkalmazhatóság feltételeit és az alkalmazás jelenlegi ismereteink szerint várható sugáregészségügyi következményeit kell tisztázni.

A vizsgálatok elvégzéséhez szükséges anyagi áldozatok mind az ipar, mind az ország jövő lakosai szempontjából összemérhetetlenül elenyészőek azokhoz az előnyökhöz képest, melyet a lakosság kellő szinten tartható sugárterhelése és a gazdaságosan felhasználható ipari nyersanyag kihasználása jelent a népgazdaság számára.

I R O D A L O M

- [1] Boros L.—Szy D.: Experiences with thermally stimulated exoelectron emission dosimeters in environmental and incorporational dosimetry. Present paper on "Second European Congress on Radiation Protection" Budapest, Hungary 3–5 May 1972.
- [2] Boros L.—Szy D.: (1972), *Izotóptechnika* 6, 319–322.
- [3] Galambos S.: (1966) *Wiss. Zeitschr. Hochsch. Leipzig*, 91–94.
- [4] Gémesi J.: (1972) Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet zárójelentése az „Építőanyagként felhasznált salak utólagos radiológiai vizsgálata” c. kutatási témáról.
- [5] Gémesi J.—Szy D.—Tóth Á.: (1972) ^{222}Rn content in the internal atmosphere of Hungarian residential buildings. Present paper on "The natural Radiation Environment II. Houston, Texas, August 7–11" (1972) in press.
- [6] Gofman J. W.—Tamplin A. R.: (1970) *Population control through nuclear population*, Chicago: Nelson Hall Co.
- [7] Jaeger R. G.: (1959) *Dosimetrie und Strahlenschutz*. Thieme Verlag, Stuttgart. (Spiers adatai p. 223)
- [8] Morgan K. Z.: Health Physics Measurement to Implement New USAEC Regulations Relating to Radiation Exposure of the General Public. Second European Congress on Radiation Protection, Budapest, Hungary, 3–5 May 1972 SN 113.
- [9] Szalay I.: (1960) *Fiz. Szemle* 101–105.
- [10] Tóth Á.: (1972) *Health Physics* 23 281–289.
- [11] Wachsmann F.: Az emberiség sugárterhelésének növekedése és az ebből levonható következtetések. II. European Congress on Radiation Protection, Budapest, Hungary, 3–5 May 1972.
- [12] Wagoner J. K., Archer V. E., Lundin F. F.: Jr., Holaday D. A. and Lloyd J. W. (1965) *New Eng. J. Med.* 273 181–188.
- [13] Zsebők Z.: (1970) *Magyar Radiologia* 22 257–264.
- [14] *The Hazards to Man of Nuclear Allied Radiations*. Medical Research Council, Presented by the Lord President of the Council to Parliament by Command of Her Majesty, June 1956. London, Her Majesty's Stationary Office.

Gémesi József—Szy Dénes: A kazánsalak építőanyagipari felhasználhatóságának környezetvédelmi kérdései

A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben végzett vizsgálatok igazolják azokat az aggályokat, amelyek a környezetvédelem szempontjai alapján a kazánsalak építőanyagként történő felhasználását korlátozni kívánják. A hazai kazánsalak egy részéről ugyanis bizonyosodott, hogy az ebből gyártott lakóépületekben a szokásosnál nagyobb a háttérsugárzás.

A szerzők rámutatnak arra, hogy a jelenleg érvényes sugárvédelmi normák mellett a kazánsalak építőanyagipari felhasználására több területen lehetőség van

A felhasználás mértékének meghatározásához — eddig elvégzett méréseik kiegészítéseként — néhány vizsgálat elvégzésére tesznek javaslatot.

Гемеший, Й.—Си, Д.: **Возможность использования котельных шлаков в промышленности строительных материалов с точки зрения защиты окружающего пространства**

Испытания, проведенные в СИККТИ подтвердили предположение, что использование котельных шлаков в промышленности строительных материалов необходимо ограничивать с точки зрения охраны окрестностей. Во время этих испытаний было установлено, что жилищные здания, построенные с применением такого шлака, имеют повышенное излучение.

Авторы указывают на то, что согласно настоящим нормам по защите от излучений, имеется возможность для использования котельного шлака в различных областях. Делается предложение в отношении проведения некоторых испытаний — как дополнительных к проводимым в настоящее время — для определения возможности использования того или иного котельного шлака в промышленности строительных материалов.

Gémesi, József—Szy, Dénes: **Umweltchutzfragen der Verwendbarkeit der Kesselschlacke in der Baustoffindustrie**

Die im Zentralen Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie durchgeführten Untersuchungen bekräftigen jene Bedenken, aufgrund welcher

die Verwendung der Kesselschlacke als Baustoff, im Interesse des Umweltschutzes, begrenzt werden soll. Es hat sich nämlich erwiesen, daß in den, aus einem gewissen Teil der ungarischen Kesselschlacke errichteten Wohnhäusern die Umgebungsstrahlung über die gewohnte Dosis hinausgeht.

Die Verfasser weisen darauf hin, daß bei den gegenwärtig gültigen Strahlungsschutznormen die Verwendung der Kesselschlacke als Baustoff, auf verschiedenen Gebieten zulässig wäre. Zur Bestimmung dessen, in welchem Maße Kesselschlacke verwendet werden darf, werden — als Ergänzung der bisherigen Messungen — bezüglich der Durchführung einiger Untersuchungen Vorschläge gemacht.

Gémesi, József—Szy, Dénes: **Problems of Utilization of Boiler-Slag in the Building Industry with Respect to Air Pollution Control**

Investigations performed in the Central Research and Design Institute of Silicate Industry verify the doubts, which seem to limit the utilization of boiler-slag as a building material, in respect of environmental protection. Background radiation of several sorts of home boiler-slags proved to be greater than usual in the case of buildings made from that slags.

The authors point out the possibilities of utilization of the boiler-slag in several fields of the building industry, taking into consideration the standards of radiation-protection valid at present. Proposals were made to carry out several investigations in determining the extent of utilization, as a completion of measurements made till now.

HIRDESSEN AZ

ÉPÍTŐANYAG

CÍMŰ FOLYÓIRATBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

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

Oldódási és kristályosodási folyamatok a klinkerolvadéokban

BUTT, Ju. M.—TIMASOV, V. V.—VASZILJEVA, — N. F.
OSZOKIN, A. P.

Mendeleejev Kémiai Technológiai Intézet, Moszkva

A zsugorodó klinker szemcsében az ásványkristályok képződési reakcióinak sebessége egy sor tényezőtől, így többek között a magas hőmérsékleten keletkező olvadék tulajdonságaitól [1—8] is függ. Az olvadék tulajdonságainak tanulmányozására azért van szükség, hogy megérthessük e reakciók mechanizmusát és kinetikáját, és meghatározhassuk a különböző katalizáló és modifikáló anyagok a klinkerképződési folyamatra gyakorolt hatásának sajátosságait.

A jelen munkában a klinker-olvadékok egyes tulajdonságainak meghatározására és a bennük oldott anyagok kikristályosodásának jellegére irányuló kutatások eredményeit ismertetjük.

Az olvadékok tulajdonságai

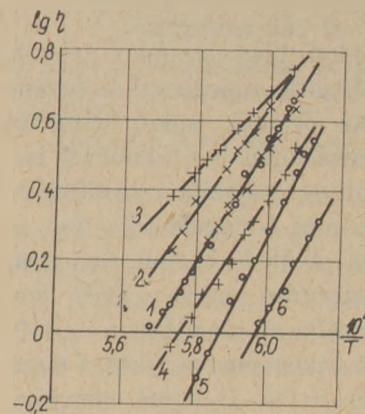
Viszkózitás. A $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_3\text{A}_3-\text{C}_4\text{AF}$ pseudo-kvaterner rendszerben keletkező alábbi összetételű két olvadék viszkózus folyását tanulmányoztuk:

1 — eutektikus összetételű olvadék ($\text{CaO}-54,8$; $\text{SiO}_2-6,0$; $\text{Al}_2\text{O}_3-22,7$; $\text{Fe}_2\text{O}_3-16,5$ s%), olvadáspontja 1338°C , továbbá 2 — a klinker égetésekor keletkező és 1450°C hőmérsékleten telített olvadék ($\text{CaO}-57,0$; $\text{SiO}_2-7,5$; $\text{Al}_2\text{O}_3-22,6$; $\text{Fe}_2\text{O}_3-12,9$ s%). A felhasznált műszer EVI—70 PM típusú rotációs elektromos viszkoziméter volt, az olvadékokat a viszkózitás — hőmérséklet ($\eta-T^\circ$) görbék felvétele során $1^\circ\text{C}/\text{perc}$ sebességgel hűtöttük.

A vizsgált olvadékok viszkózitásának hőmérsékletfüggése exponenciális egyenlettel jól kifejezhető, ezért a

$$\lg \eta = f\left(\frac{1}{T}\right) \quad (1)$$

függvény grafikonja lineáris jellegű (1. ábra). Az eutektikus (1. számú) és a telített (2. számú) olvadékok viszkózitásának abszolút értékei 1450°C hőmérsékleten megfelelően 0,8, illetve 1,6 poise



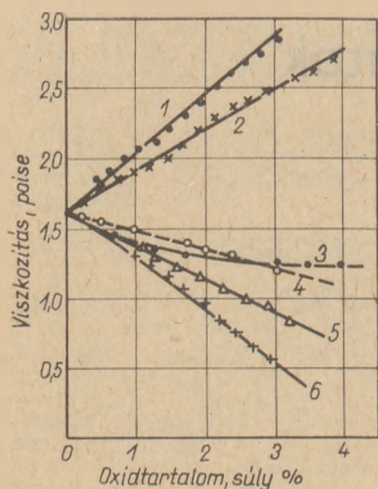
1. ábra. Az $\lg \eta = f(1/T)$ függvény grafikonja

1 — 5 telített olvadék (2. számú); 1 — tiszta, 2 — 2,2% Na_2O ; 3 — 3% K_2O ; 4 — 4,4% MgO ; 5 — 2,5% SO_3 ; 6 — eutektikus olvadék (1. számú)

voltak. E hőmérsékleten az 1. számú olvadék a liquidus vonalhoz képest 112°C -al túl volt hevítve. Ha a 2. számú olvadékot is ugyanilyen hőfokkal túlhevítettük, akkor annak viszkózitása az eutektikus olvadékfázis viszkózitásához közeledett. Következésképpen, ha a klinkerolvadékok hőmérséklete a liquidus vonalat egy és ugyanazon hőmérséklettel haladja meg, úgy azok viszkózitás értékei egymáshoz közelítenek, mivel a folyadékrendszerek felépítésében analógia jelentkezik.

A Na^+ , K^+ ionok az olvadékok viszkózitását növelik (2. ábra), a Mg^{2+} és a SO_4^{2-} ionok viszont csökkentik a viszkózitást. Ha az olvadékban nátrium és kálium is jelen van, akkor a kén és a magnézium hatása csökken, azonban az ionok kölcsönhatására nem érvényes az additivitás szabálya.

A Na^+ , K^+ , Mg^{2+} kationok, valamint a kén hatását az olvadék viszkózítására a rendszer sav-bázis egyensúlyának szempontjából lehet magyarázni. A Na^+ , K^+ és Mg^{2+} ionok jelenlétében növekszik az olvadék bázicitása és ennek következtében megváltozik az amfoter alumínium és vas kationok



2. ábra. Az 1450 °C-on telített olvadék viszkozitásának változása néhány elem jelenlétében

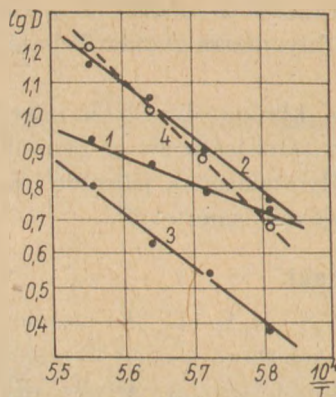
Az olvadékokba adagolt anyagok: 1 — K_2O ; 2 — Na_2O ; 3 — MgO ;
4 — K_2SO_4 ; 5 — Na_2SO_4 ; 6 — SO_3

koordinációja, oly módon, hogy komplex gyökök képződnek, melyek elősegítik a megbomlott egyensúly helyreállítását. Az olvadék anion váza az Me_2O és MeO koncentrációjának növelésével bonyolultabbá válik, ami a viszkozitás növekedéséhez kell vezessen, s ez meg is figyelhető a Na^+ és K^+ ionok jelenlétében. A Mg^{2+} kation ezen felül nagyobb elektro-negativitású, mint a Ca^{2+} ion, ezért erősebben polarizálja az olvadékban az O^{2-} anionokat, aminek következtében csökken a koordinációs poliéderekben a $Ca-O$ kötés energiája. Figyelembe véve, hogy az erősen bázikus olvadékokban a Ca^{2+} olyan hídkötéseket képezhet, melyek az O^{2-} -on keresztül kötik össze a komplex anionokat egymással, a $Ca-O$ kötés erejének bekövetkező csökkenése ahhoz vezet, hogy könnyebben szakadnak szét a hídkötések, kisebb gyökök egyidejű keletkezése mellett. Az ion-csoportosulások méretének csökkenése erősebb, mint a rendszer bázicitásának növekedése az Mg^{2+} jelenlétében, ezért az olvadék viszkozitása csökken. A kén hatása ellentétes irányú, mint az alkáli kationoké.

Az eutektikus (1. számú) és a telített (2. számú) olvadékok viszkozus folyásának aktivációs energiája megfelelően 82 és 87 kcal/mol volt. A Na^+ , K^+ és Mg^{2+} , valamint kis mennyiségű SO_4^{2-} jelenlétében az olvadékok viszkozus folyásának aktivációs energiája 70–76 kcal/mol-ra csökken. Az SO_3 mennyiségének 2,5%-ra való növelése az E értékét 100 kcal/mol-ra növeli, amit csak az olvadék kristályosodásának elkezdődésével lehet magyarázni.

Iondiffúzió. A Ca^{2+} , AlO_5^{5-} , SiO_4^{4-} FeO_5^{5-} , (vagy Fe^{3+}) ionok diffúzió sebességét (mozgékonyosságát) a 2. számú olvadékban kapilláris módszerrel határoztuk meg,

mely radioaktív izotópok felhasználásán alapszik [9]. A Ca^{2+} és Fe^{3+} (FeO_5^{5-}) ionok diffúziójának mérésekor megfelelően β — aktív Ca^{45} izotópot, illetve γ -aktív Fe^{59} izotópot használtunk. Az alumíniumnak és a szilíciumnak nincsenek kielégítően nagy sugárzási energiájú „hosszú életű” radioaktív izotóppal, ezért mozgékonyosságuk közelítő értékelése céljából a radiokémiai analógia módszerét választottuk. Összehasonlítva a periódusos rendszer elemeinek fizikai és kémiai tulajdonságait az alumínium és szilícium hasonló jellemzőivel, a legmegfelelőbb radiokémiai analógként az alumínium szempontjából a γ -aktív In^{114} izotópot, a szilícium részére pedig a γ -aktív Sn^{113} izotópot találtuk. A Magnus—Goldsmith [10] szabály értelmében a Sn és In az oxigénhez viszonyítva négyes koordinációt mutat, és ezért az olvadékban Me_xO_y gyökök alakjában vannak jelen, melyek diffúziója hasonló nagyságrendű, mint a szilícium-oxid és alumíniumoxid anionoké. Ez lehetővé teszi, hogy a D_{Sn} és D_{In} mérési eredmények alapján felbecsülhessük az SiO_4^{4-} és AlO_5^{5-} ionok diffúziós sebességét az olvadékban.



3. ábra. $\lg D = f(1/T)$ függvény grafikonja

1 — $\lg D_{Ca^{2+}}$; 2 — $\lg D_{Fe^{3+}}$; 3 — $\lg D_{Al^{3+}}$; 4 — $\lg D_{Si^{4+}}$

Az 1450–1525 °C hőmérséklet tartományban végrehajtott iondiffúziós együttható (D) mérések azt mutatják, hogy a hőmérséklet növelésekor a D értéke exponenciálisan növekszik. Ez igazolja a $\lg D = f(1/T)$ függvény lineáris jellegét, mint az a 3. ábrából látható. Az 1450–1525 °C hőmérséklet-tartományban a diffúziós együtthatók az alábbi mértékben növekedtek:

$$D_{Ca^{2+}} - 5,31\text{-ről } 8,55 \cdot 10^{-5}; D_{Fe^{3+}} - 5,70\text{-ről}$$

$$14,2 \cdot 10^{-6}; D_{AlO_5^{5+}} - 2,35\text{-ről } 7,10 \cdot 10^{-6};$$

$$D_{SiO_4^{4-}} - 4,73\text{-ről } 15,8 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{sec} \text{ értékre. Az}$$

$$E_D = 2,3R \frac{\lg D}{\frac{1}{T}} \quad (2)$$

egyenlet értelmében kiszámítottuk az ionok elmoz-

dulási energiáját (E_D) a klinker-olvadékban, mely értékek az alábbiaknak adódtak:

$$E_{D\text{Ca}^{2+}} - 39; E_{D\text{Fe}^{3+}} - 69,5; E_{D\text{AlO}_4^{5-}} - 80;$$

$$E_{D\text{SiO}_4^{4-}} - 88 \text{ kcal/mol.}$$

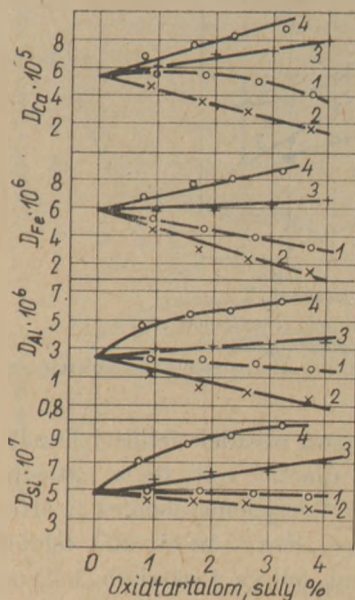
Mint a felsorolt adatokból kitűnik, a Ca^{2+} ion diffúziójának aktivációs energiája kb. a fele az $E_{D\text{SiO}_4^{4-}}$ értékének. Ez a Ca^{2+} ion nagy mozgékonyasága mellett arról tanúskodik, hogy a kalcium kationos alakban diffundál, míg a szilícium az olvadékban Me_xO_y típusú komplex anionokat képez.

Az $E_{D\text{Al}}$ és $E_{D\text{Fe}}$ értékeinek nagysága, valamint a Ca^{2+} ionénál csaknem egy nagyságrenddel kisebb mozgékonyaság arról tanúskodik, hogy az olvadékban az alumínium és a vas nemcsak kationos, hanem MeO_4^{5-} típusú komplex anionos formában is jelen van.

Az alumoferroszilikát olvadékokban az iondiffúzió sebessége mind magának az olvadéknak a „laza szerkezetétől”, mind pedig az ionoknak az oxigénnel való kötése erősségétől, a kationok méretétől és töltésétől is függ [11]. Az Al és Fe ionok mozgékonyaságának a hőmérséklet növeléssel bekövetkező jelentős növekedését az indokolja, hogy megnövekszik a komplexek termikus disszociációjának mértéke: $\text{MeO}_4^{5-} \rightleftharpoons \text{Me}^{3+} + 4\text{O}^{2-}$ [3]. Azt mondhatjuk tehát, hogy az olvadékban dinamikus egyensúly alakul ki a tetraédereken és oktaédereken koordinált alumínium és vas ionok között, s ez az egyensúly a hőmérséklet növelésekor az oktaéderekes komplexek kialakulásának irányában tolódik el. Az olvadék szerkezeti elemeinek méretcsökkenése a viszkozitás csökkenéséhez és az ionok mozgékonyaságának növekedéséhez vezet.

Az Na^+ és K^+ ionok jelenlétében a kalcium, vas, alumínium és szilícium-ionok mozgékonyasága csökken (4. ábra), ami az olvadékok viszkozitásának megfelelő arányú növekedésével jár együtt. Az alkáli kationok kisebb mértékben csökkentették a $D_{\text{SiO}_4^{4-}}$ értékét, mint az egyéb ionok D értékeit. Az alumínium és vas ionok mozgékonyaságának erős csökkenését az okozza, hogy a reakcióegyensúly [3] a komplex anionok képződésének irányába tolódik el, ezáltal megnövekszik az alumínát- és vastartalmú csoportok átlagos mérete, és így nehezebbé válik a diffúzió. Az Na^+ és K^+ ionok elektronegativitása kisebb mint a Ca^{2+} ioné, ezért jelenlétükben megnő a Ca—O kötés ereje és ez okozza a $D_{\text{Ca}^{2+}}$ megfigyelhető csökkenését.

Az Mg^{2+} kation, mint fentebb már említettük, csökkenti a Ca—O kötés energiáját, ezáltal csökkenti az olvadék anion vázának stabilitása és így megnő az összes ionok mozgékonyasága. A kén az

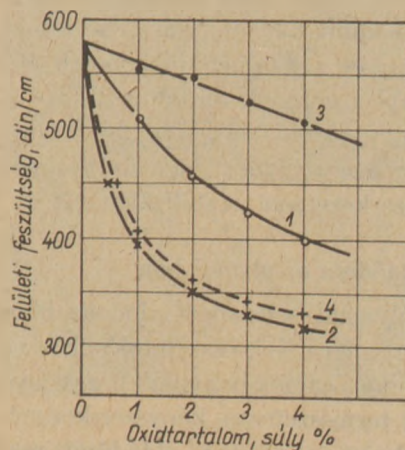


4. ábra. Az olvadékban levő ionok mozgékonyaságának (diffúziós együtthatójának) változása néhány elem jelenlétében:

1 — Na_2O ; 2 — K_2O ; 3 — MgO ; 4 — SO_3

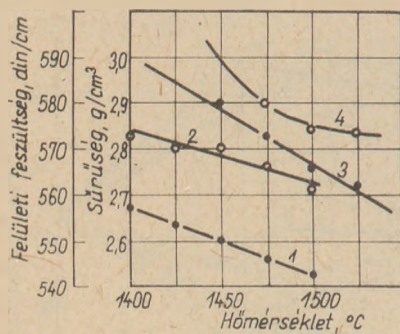
olvadékban SO_4^{2-} gyököket képez, melyek elektronegativitása kisebb, sugara pedig nagyobb, mint az SiO_4^{4-} komplexé. Ezért az SO_4^{2-} ion jelenlétében nagymértékben csökken az olvadék viszkozitása, szerkezete fellazul és ennek következtében, mint már rámutattunk, nő az ionok mozgékonyasága.

Felületi feszültség. Az 1450 °C hőmérsékleten telített (2. számú) olvadék felületi feszültségét (σ) a folyadékrendszerben képződő gázbuborék módszerével mértük. A kísérleteket 5 mm átmérőjű platina kapillárisal végeztük, melynek az olvadékba merülési mélységét IZV-21 típusú optikai hosszúságmérővel mértük nagy pontossággal. A gázbuborék leszakadásához szükséges max. nitrogén nyomást MMN típusú mikromanométerrel mértük.



5. ábra. A 2. sz. olvadék felületi feszültségének izotermái egyes elemek jelenlétében (1450 °C hőmérsékleten)

1 — Na_2O ; 2 — K_2O ; 3 — MgO ; 4 — SO_3



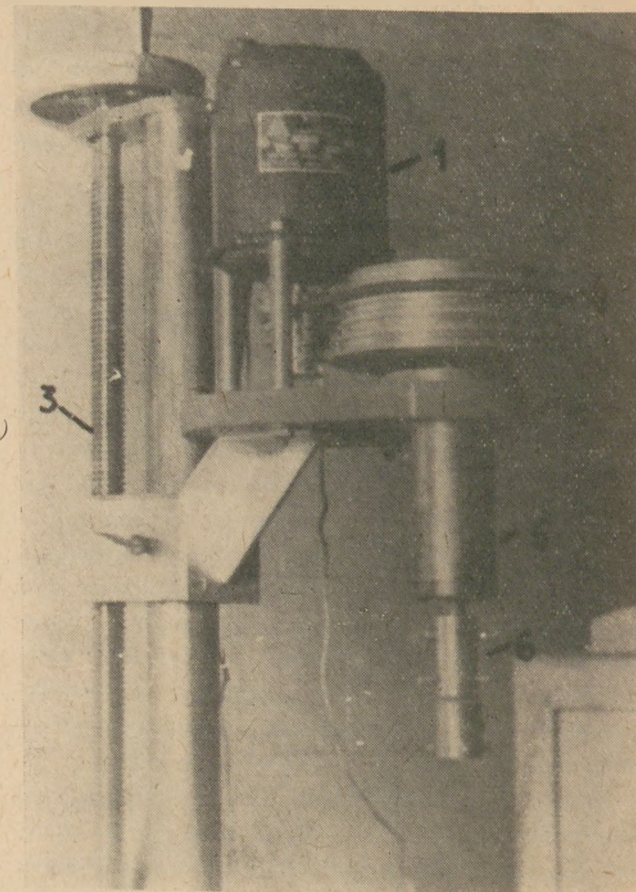
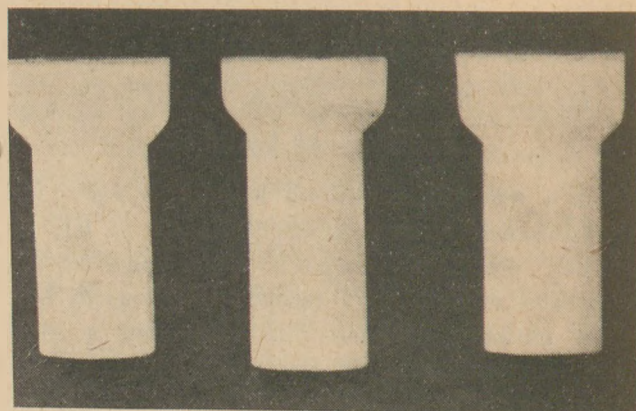
6. ábra. Az olvadékok felületi feszültségének (σ) és sűrűségének (ρ) hőmérsékletfüggése. Eutektikus (1. sz.) olvadékok: 1 — σ ; 2 — ρ ; 1450 °C-on telített (2. sz.) olvadékok: 3 — σ ; 4 — ρ

A kiindulási 2. számú olvadék felületi feszültsége 1450 °C-on 580 din/cm volt, de a nátrium, kálium, magnézium és kén jelenlétében ez az érték jelentősen csökkent (5. ábra). Az olvadék felületi feszültség izotermáinak jellege a nátrium, kálium, magnézium és kén-ionok nagy felületi aktivitásáról tanúskodik. Az olvadék felületi rétegét dúsítva az említett elemek ionjai gyengítik a folyadék felületi rétegében és belsejében levő részecskék közötti összetartó erőt, és ennek következménye a σ értékeinek csökkenése. Az 1-es, illetve a 2-es számú olvadékok felületi feszültségének hőmérséklet függése (6. ábra) lineáris jellegű.

Sűrűség (ρ). Az 1-es és 2-es számú olvadékok gázbuborék képződési módszerrel meghatározott sűrűség értékei 1450 °C-on megfelelően 2,80, illetve 3,02 g/cm³ voltak (6. ábra). A hőmérséklet növelése a vizsgált olvadékfázisok sűrűségének csökkenését eredményezte. A ρ — T° összefüggés az eutektikus olvadék esetében 1400—1500 °C hőmérséklet tartományban lineárisnak bizonyult, míg a 2-es számú olvadék esetében 1450—1475 °C között a sűrűség erős csökkenését tapasztaltuk (3,02-ről 2,90 g/cm³ értékre). Amikor az olvadékokat azonos hőmérséklettel hevítettük a liquidus hőmérséklet fölé, viszkozitásuk azonos volt. Következésképpen a klinkerolvadék sűrűsége annak szerkezetétől függ és a 2-es számú olvadék éles változását a komplex anionok termikus disszociációjával lehet magyarázni, mely a liquidus közelébe eső területen megy végbe, maga után vonva az olvadékfázis szerkezetének stabilizálódását.

A CaO és a C₂S oldódása az olvadékban

Az oldódási folyamat sebessége mind az olvadék, mind pedig a szilárd fázis összetételének, szerkezetének és tulajdonságának bonyolult függvénye. A CaO oldódását természetes és kényszer-konvekciós körülmények között, a C₂S oldódását csak kényszer-konvekciós körülmények között vizsgáltuk.



7. ábra. A CaO és C₂S az olvadékban statikus és dinamikus körülmények között való oldódása sebességének meghatározásához használt próbatetek külalakja (a) és a próbatetek dinamikus körülmények között való oldhatóságának meghatározásához alkalmazott berendezés vázlatja (b)

1 — motor, 2 — tartó, 3 — csigatengely, 4 — hajtott tárcsa, 5 — csapágyazott pohár, 6 — a tengely rögzítésére szolgáló karmantyú

Módszer. A CaO szemcsék oldódási folyamatának statikus körülmények (természetes konvekció) között való vizsgálatához márvány darabokból kifűréselt 1100—1400 °C hőmérsékleten 3—4 órát égetett próbatesteket (7a ábra) használtunk. A próbatetek porozitása 44,76 (1100 °C) és 27,33% (1400 °C) között váltakozott. A próbatetek fő tömegükben 5—10 μm-es, az érintkezési pontjaikban egymással összenőtt gömbölyded CaO kristályok-

ból álltak. A pórusok mérete a kristályok átmérőjének 0,4—1,0-szorosát tette ki. A próbatestet 7—8 mm-re az olvadékba süllyesztettük és 10—50 percig tartottuk benne. A kioldódott CaO mennyiségét a próbatestet átmérőjének a mikroszkópi csiszolaton mért változásából számítottuk ki.

A dinamikus körülmények között végzett oldási vizsgálathoz a CaO és C₂S porokból 2000 kp/cm² nyomással préselt próbatesteket vákuumban 1800—2000 °C hőmérsékleten két óráig égettük. A zsugorított próbatestek sűrűsége meghaladta az elméleti sűrűség 90%-át. A pórusok mérete a próbatestekben 5000—180 Å között váltakozott és az égetési hőmérséklet növelésével csökkenő tendenciát mutatott. A próbatestet a készülék tengelyére erősítettük (7b. ábra), 5 mm mélységben az olvadékba süllyesztettük, és a készüléket 600—1200 ford/perc sebességgel forgattuk. A kísérlet 33 percig tartott. A korrózió mértékét a próbatestet a kísérlet előtt, illetve után mért lineáris méreteinek különbségéből számoltuk ki (a mérést a próbatestet fenéklapján, mikroszkópi csiszolaton végeztük).

A módszer elméleti alapját az az ismert [12] elv képezte, hogy ha a szilárd test felületét olvadékban gyorsan forgatjuk, akkor a hozzá tapadó folyadék határréteg igen vékony lesz, és az oldódási folyamatot ez esetben kizárólag a szilárd testből az említett határrétegen keresztül az olvadékba átmenő részecskék diffúziós sebessége limitálja. Az ilyen folyamatot közelítően a (4) egyenlettel lehet leírni.

$$I = 0,61 D^{*2/3} \nu^{-1/6} \omega^{1/2} AC^* \quad (4)$$

ahol I az oldódás sebessége, cm/mp;
 D^* diffúziós együttható cm²/mp;
 ν kinematikai viszkozitás, stokes;
 ω a forgatás szögsebessége, rad/mp;
 AC^* koncentrációs paraméter értéke:

$$AC^* = \frac{C_i - C_\infty}{1 - \bar{v}C_i}$$

ahol C_i telítési koncentráció, térfogathányad;
 C_∞ koncentráció az olvadéktérfogatban, térfogathányad;
 \bar{v} az oldódó anyag parciális térfogata, értéke:

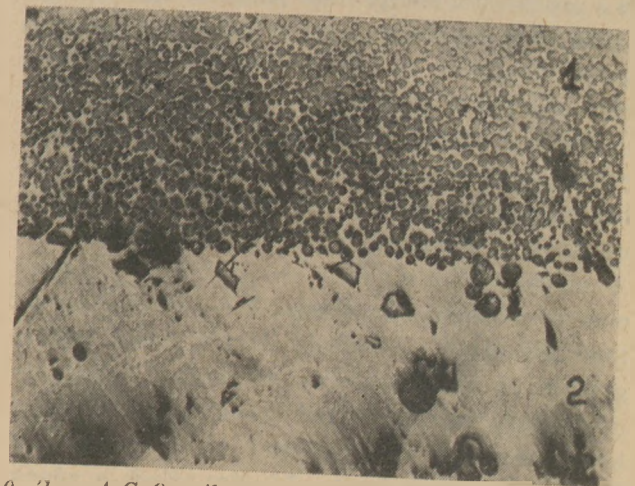
$$\bar{v} = \frac{\rho_{\text{ásvány}}}{\rho_{\text{olvadék}}}$$

ahol $\rho_{\text{ásvány}}$ az oldódó ásvány sűrűsége, g/cm³;
 $\rho_{\text{olvadék}}$ az olvadék sűrűsége, g/cm³.

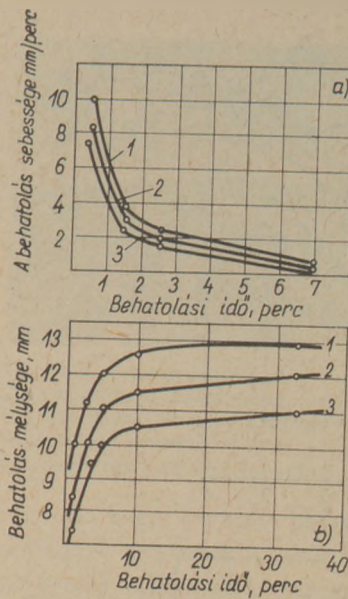
Az olvadék behatolása a próbatestbe. A porózus részecske és a folyékony fázis kölcsönhatásának első szakaszában az olvadék behatol a szemcse kapilláris rendszerén keresztül a próbatestet belsejébe. Ezért előzetesen meg kell állapítani a behatolás sebességét és szerepét a szilárd szemcsék és az olvadék kölcsönhatásának folyamatában. E célból vizsgáltuk az eutektikus olvadék behatolását eltérő sűrűségű és mikroszerkezetű CaO próbatestekbe 1400 °C hőmérsékleten. Megállapítottuk, hogy a behatolás (migráció) sebessége a porózus CaO próbatestekbe igen nagy: 7,5—10 mm/perc a próbatestet és a folyadékfázis érintkezése utáni első percben (8a, b ábra). Tehát az olvadékba merített próbatestek és részecskék teljes kapillárpórusos rendszerének telítése gyakorlatilag másodpercek alatt (vagy talán a másodperc tört része alatt) végbemegy.

A behatolás mélységét az (5) egyenlet alapján számítottuk ki.

$$l = \sqrt{\frac{r\sigma \cos \Theta}{2\eta} t} \quad (5)$$

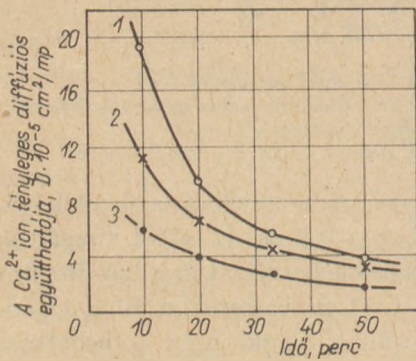
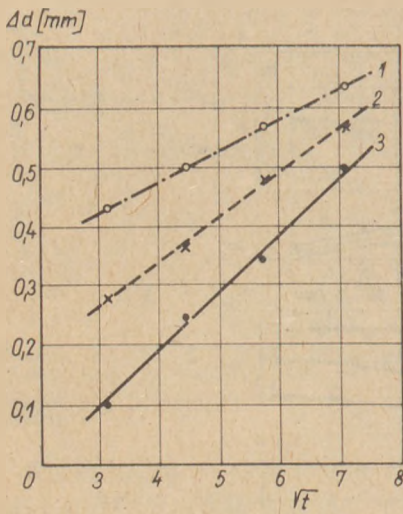


9. ábra. A CaO próbatest — olvadék fázishatár mikroszkópi képe (a próbatestet sűrűsége 2,5 g/cm³; a hőmérséklet 1400 °C, a hőkezelés ideje 30 perc) visszavert fény, nagyítás 200×
 1 — CaO kristályok; 2 — megszilárdult olvadék



8. ábra. Az olvadék különböző sűrűségű CaO próbatestekbe való behatolásának mélysége (a) és sebessége (b) a kísérleti idő függvényében

A próbatestek sűrűsége, g/cm³: 1 — 2,06; 2 — 2,35; 3 — 2,50



10. ábra. A különböző sűrűségű CaO próbatestek az olvadékokban való oldódásának mélysége (a) és sebessége (b) a folyamat különböző időpontjaiban
A próbatestek sűrűsége, g/cm³: 1 — 2,00; 2 — 2,35; 3 — 2,50

- ahol l a behatolás mélysége, cm;
 r a kapillárisok átlagos átmérője, cm;
 σ felületi feszültség, din/cm;
 Θ nedvesítési határszög;
 η az olvadék viszkozitása, poise;
 t a behatolás ideje, mp.

Az olvadéknak a próbatest mikrokapillárisaiba és a próbatestet alkotó részecskébe való behatolásának következtében a próbatest egyes szemcsői külön blokkokra (9. ábra) diszpergálódnak, amit elsősorban az olvadék feszítő hatásának lehet tulajdonítani. A vékony folyadék-hártyák feszítő hatása azzal magyarázható, hogy a vékony folyadék-rétegben sokkal nagyobb a szabad energia, mint az ugyanolyan térfogatú, de vastag folyadék-rétegben. A mikrokapillárisokban levő olvadék a szabad energia csökkentésére törekszik a hártya megvastagodása útján és ezáltal jelentős feszítő hatást gyakorol, mely széthasítja a szemcséket a leggyengébb síkok mentén. A mikroszemcsének az egyes kristályocskákra való bomlását inkább elősegíti az összenövési zónák gyors oldódása. Ezek a zónák ugyanis a mikrokristályokhoz képest kevésbé tökéletes szerkezetűek, s így a korrózió gyorsabban támadhatja meg azokat.

Oldódási sebesség statikus körülmények között. Az olvadék és a folyadékfázis kölcsönhatásának első pillanatában az olvadék gyorsan átítatja a próbatestet. A próbatest belsejében és felületén végbemenő molekuláris oldódási folyamatok, valamint a vékony folyadékfázis hárták feszítő hatása ahhoz vezet, hogy az egyes CaO kristályocskákat az olvadék körülveszi. (9. ábra). A gravitációs erők és az olvadékban keletkező konvektív áramlások az egyes kristályokat a kiindulási szemcsétől nagy távolságra is képesek elsodorni.

Az oldódási folyamat sebessége nagymértékben függ az oldódó próbatestek sűrűségétől (10b ábra). A 2,0 g/cm³ sűrűségű CaO oldódási sebessége az első 10 percben 4,3 · 10⁻² mm/perc, a 2,50 g/cm³ sűrűségűé viszont csak 1,3 · 10⁻² mm/perc volt, azaz a próbatestek sűrűségének 20%-os növelése kevesebb mint 1/3-ára csökkentette az oldódás sebességét. A tömör próbatestek oldhatóságának ilyen éles csökkenését első közelítésben azzal magyarázhatjuk, hogy a mikroszemcsében az egyes kristályocskák nagyobb felületen érintkeznek egymással és ugyanakkor kisebb lesz mind a rendszer összporozitása, mind pedig a pórusok átlagos mérete.

A kölcsönhatás idejének 50 percre való növelésekor az oldódás sebessége csökkent és az utolsó 17 percben a 2,06; 2,35, illetve 2,50 g/cm³ sűrűségű CaO próbatestek esetében megfelelően 1,3 · 10⁻², 1,1 · 10⁻², ill. 1,1 · 10⁻² mm/perc értékűnek adódott. Az oldódás sebességének az idővel megfigyelhető csökkenése és a különböző sűrűségű CaO próbatestek oldódási kinetikájának eltérése azzal indokolható, hogy a kölcsönhatás első pillanataiban a próbatestek kémiaiilag legaktívabb részei korrodálnak, melyekből a kisebb sűrűségű próbatestekben több van. A későbbiek során az ilyen zónák teljes mértékben reagálnak és a különböző kiindulási sűrűségű próbatestek hatékony felületeinek reakcióképessége kiegyenlítődik.

Ez esetben azt is figyelembe kell venni, hogy a CaO a próbatestek belsejében a vékony folyadék-filmekben is oldódik. Ennek következtében előfordulhat a szilárd fázisnak az olvadékon keresztül történő átkristályosodása, másrészt, kedvezőbb feltételek mellett, a folyadékfázisból új kristályfázis is kiválhat. Utóbbi esetben az egyensúlyt nem érjük el, hanem a reakció az új vegyületek keletkezésének irányába halad. Az átkristályosodás a polidiszperz részecskék tömörödését segíti elő, és ez is egyik oka lehet a reakció későbbi szakaszában megfigyelhető oldódási sebesség csökkenésnek.

A különböző sűrűségű CaO oldódási folyamatá-

nak diffúziós mechanizmusát a $1d \sim \sqrt{t}$ összefüggés (10a ábra) lineáris jellege is bizonyítja. Így tehát, bár az olvadék behatolásának és az érintkezési zónák oldódásának következtében a porusos szemcsék egyedi kristályocskáira hasadnak szét, a statikus körülmények között lejátszódó oldódási folyamat össz-sebességét alapvetően mégis az oldott részecskék a próbatest külső felületéről az olvadék belsejébe való tömegátvitelének sebessége határozza meg.

Az olvadék természetes konvekciójának körülményei között végbemenő CaO oldódás alapján a (6) egyenlet segítségével számított tényleges Ca^{2+} iondiffúziós együtthatók arról tanúskodnak, hogy a D_h értékei a CaO próbatestek sűrűségétől és az oldódás idejétől függenek (11. ábra).

$$D_h = 0,15 \left(\frac{v_i}{\Delta p} \right)^{1/3} \left[\frac{I}{AC^*} \exp \left(- \frac{\delta^*}{k + \frac{\delta^*}{4}} \right) \right]^{4/3} \quad (6)$$

ahol D_h a tényleges diffúziós együttható, cm^2/mp ,
 v_i kinematikai viszkozitás, stokes,

$$\Delta p = \frac{P_i - P_\infty}{P_\infty} \text{ frakcionális sűrűség különbség,}$$

$$I = \frac{dR}{dt} \text{ oldódási sebesség, cm/mp,}$$

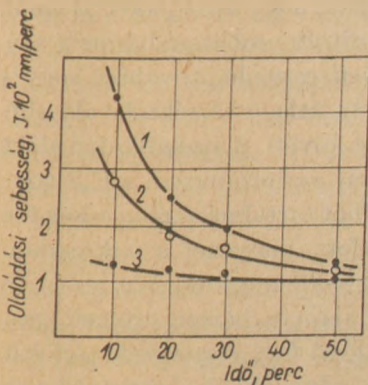
R a próbatest átmérője, cm

$$\delta^* = (C_i - C_0) \frac{dC}{dy} \text{ a diffúziós réteg tényleges vastagsága;}$$

$$\frac{dC}{dy} \text{ koncentráció gradiens a határfelületen.}$$

A próbatestek sűrűségének növekedésével a $D_h Ca^{2+}$ értékek csökkentek: így pl. $\rho = 2,06$ mellett a $D_h Ca^{2+}$ átlagos értéke az oldódás első 10 percében $19,2 \cdot 10^{-5} cm/mp$, $\rho = 2,37 g/cm^3$ mellett pedig $11,2 \cdot 10^{-5} cm/mp$ -et tett ki.

Ez az eltérés is tükrözi a zsugorított CaO statikus körülmények között végbemenő oldódásának bonyolult mechanizmusát, melynek oka feltehe-



11. ábra. A Ca^{2+} ionok tényleges diffúziós együtthatójának változása az oldódó CaO próbatestek szerkezetének és a kísérlet időtartamának függvényében

A CaO próbatestek sűrűsége, g/cm^3 : 1 — 2,06; 2 — 2,35; 3 — 2,50



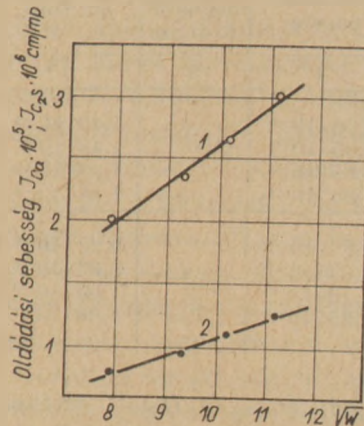
12. ábra. A zsugorított CaO — olvadék fázishatár mikroszerkezete dinamikus körülmények között való oldódás után (sűrűség $3,1 g/cm^3$; forgási sebesség 1200 ford./perc). Visszavert fény, nagyítás $400 \times$
 1 — zsugorított CaO; 2 — megszilárdult olvadék

tően az, hogy nemcsak egyedi Ca^{2+} ionok, hanem poliionos csoportok is oldatba kerülnek. Az ilyen csoportok (részecskék) méretei a szilárd fázis kristályszerkezetétől függenek. Természetes, hogy ilyen körülmények között nem lehetséges a Ca^{2+} ionok diffúziós együtthatója értékének pontos meghatározása.

Oldódási sebesség dinamikus körülmények között.

Az alkalmazott próbatestek nagy sűrűsége (az elméletinek több mint 90%-a) csökkentette annak valószínűségét, hogy a felületről blokkok váljanak le és bizonyos garanciát szolgáltatott arra vonatkozóan, hogy valóban molekuláris oldódási mechanizmussal számolhassunk. A mikroszkóp alatt a zsugorított próbatest — olvadék fázishatár élesen rajzolódik ki, nincs jele a blokkokra való szétesésnek (12. ábra).

A kísérletek során az alábbi általános tendenciát figyelhettük meg: a zsugorított CaO és C_2S próbatestek oldódásának sebessége a forgatás sebességének növelésével nő. Így a C_2S forgatási sebességének 600—1200 ford/perc közötti változtatásakor az oldódási sebesség $0,8 - 1,25 \cdot 10^{-6} cm/mp$ értékek, a CaO próbatesteké pedig ugyanilyen forgá-



13. ábra. A tömör zsugorított CaO és C_2S próbatestek oldódási sebességének és az olvadékban való forgatás intenzitásának összefüggése

Próbatestek: 1 — CaO; 2 — C_2S

tási sebességhatárok között $2-3 \cdot 10^{-5}$ cm/mp értékek között változott. Az $I-\sqrt{\omega}$ függvények görbéi alapján (13. ábra) a CaO és C_2S oldódási folyamata a diffúziós területen játszódik le. Ez azt jelenti, hogy ilyen körülmények között az oldási folyamat kinetikáját alapvetően az ionok a próbatest felületéhez csatlakozó olvadékrétegen keresztül történő diffúziójának a sebessége határozza meg, ugyanakkor a fázisok közötti átmenet lefolyása elég gyors és nem befolyásolja a reakció általános sebességét.

A CaO oldódási sebessége kb. egy nagyságrenddel nagyobb mint a C_2S oldódási sebessége. Ezt a tényt azzal lehet magyarázni, hogy először: a Ca^{2+} és az SiO_4^{4-} diffúziós együtthatói ($5,31 \cdot 10^{-5}$ cm²/mp, ill. $4,73 \cdot 10^{-7}$ cm²/mp) több mint egy nagyságrenddel különböznek egymástól, másodsor: a Ca^{2+} ionok az olvadék viszkozitását csökkentik, míg az SiO_4^{4-} ionok azt növelik. Ezért az első esetben csökken, míg a második esetben nő az oldódó próbatest felületéhez tapadó olvadék határreteg vastagsága. Az olvadék határreteg vastagságának változása természetesen megváltoztatja az ionok rajta való keresztülhaladásának idejét is.

A (4) egyenlet felhasználásával kiszámíthatjuk a megfelelő rendszerekben a legkevésbé mozgékony ionok diffúziós együtthatóját. A jelen kísérleti körülmények között ezek az ionok: a CaO oldódásakor a Ca^{2+} és a C_2S oldódásakor a SiO_4^{4-} . A megfelelő számítási eredmények, melyeket az 1. táblázatban közlünk, arról tanúskodnak, hogy a változó forgási sebesség mellett a D értéke állandó, s ez az oldódás molekuláris mechanizmusának főlényét igazolja.

1. táblázat

A Ca^{2+} és $Si_2O_7^{2-}$ ionok diffúziós együtthatói eutektikus olvadékban a (4) egyenlet alapján számítva

Sorszám	Ásvány	Forgási sebesség, ford./p.	Oldódási sebesség cm/mp	Az oldódást meghatározó ion	A D értéke, cm ² /mp
1	2	3	4	5	6
1	CaO	600	$2,00 \cdot 10^{-5}$	Ca^{2+}	$1,45 \cdot 10^{-5}$
2		800	$2,35 \cdot 10^{-5}$		$1,48 \cdot 10^{-5}$
3		1000	$2,65 \cdot 10^{-5}$		$1,45 \cdot 10^{-5}$
4		1200	$3,00 \cdot 10^{-5}$		$1,45 \cdot 10^{-5}$
5	C_2S	600	$0,8 \cdot 10^{-6}$	SiO_4^{4-}	$0,92 \cdot 10^{-6}$
6		800	$0,95 \cdot 10^{-6}$		$0,93 \cdot 10^{-6}$
7		1000	$1,10 \cdot 10^{-6}$		$1,00 \cdot 10^{-6}$
8		1200	$1,25 \cdot 10^{-6}$		$1,00 \cdot 10^{-6}$

A számítással kapott $D_{Ca^{2+}}$ és $D_{SiO_4^{4-}}$ értékek kielégítő egyezést mutatnak a megfelelő ionok kapilláris módszerrel mért diffúziós együttható értékeivel.

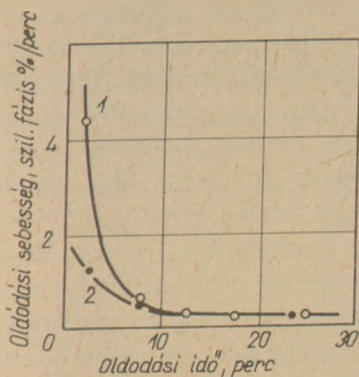
Oldódás és kristályosodás a klinkerszemcsében

A klinkerszemcsében 1450 °C-on csak kb. 30–40% olvadék keletkezik és így a CaO, illetve C_2S oldódási, valamint a C_3S kristályosodási folyamatai gyakorlatilag egyidejűleg játszódnak le, ami megnehezíti ezek vizsgálatát.

A C_2S átkristályosodásának sebessége belületes klinkerben

Olyan belületes klinkerben vizsgáltuk a C_2S oldódásának kinetikáját, mely 30% olvadékot és 70% dikalcium-szilikátot tartalmazott. A $\beta-C_2S$ részecskéinek méretét 160–200 μ m-re választottuk. Megfelelő összetételűre beállított és előzetesen kiégetett olvadékot megőröltünk és ezt kevertük össze a C_2S szemcsékkel. Az így nyert keverékből 2000 kp/cm² nyomással 10 mm átmérőjű, 0,7 g súlyú tablettákat formáztunk. A tablettákat függőleges elrendezésű, platinaródiomos fűtőszállal ellátott edzőkemencében tartottuk 1450 °C-on 1, 5, 10, 15, 30, illetve 45 percig, majd vízben hűtöttük le azokat. Etalonnak az egy percig égetett próbatestet tekintettük. A próbatestek kristályszerkezete vizsztatükörözte az összes változást, mely a diszperz $\beta-C_2S$ anyagban a massa préselése és a termikus bomlás következtében végbement. A zsugorított próbatestekből csiszolatokat készítettünk és ezeknek 4–12 helyét mikroszkóp alatt lefényképeztük. A lefényképezett helyeket statisztikus módszerrel „véletlenszerűen” választottuk meg, azaz oly módon, hogy a tárgyasztalt egy tetszőleges irányba elmozdítottuk.

A $\beta-C_2S$ szemcsék oldódásának kinetikáját keresztmetszeti területük a fényképen rögzített változása alapján értékeltük. A szabálytalan alakú szemcsék területét súly szerinti módszerrel számítottuk, mely az adott számításokhoz kielégítő pontosságot nyújt. A szabályos alakú szemcsék területét átmérőjükből számítottuk ki. Számításaink során feltételeztük, hogy az oldódó C_2S szemcsék térfogata a zsugorított próbatest bármely azonos térfogatú részében egyenlő, továbbá hogy e térfogat értékeknek az átlagos értéktől való eltérése a normál eloszlást követi. A szabálytalan alakú részecskék oldódásával párhuzamosan a C_2S gömbölyded, kevés rácshibát tartalmazó részecskék formájában kristályosodott, melyeket a mikroszkópi felvételeken könnyű volt megkülönböztetni. Ily módon a fényképek alapján három értéket határoztunk meg: az oldódó C_2S részecskék térfogati koncentrációját, az olvadékból kikristályosuló C_2S részecskék térfogati koncentrációját, valamint az összes szilárd fázis térfogati koncentrációját (mindet %-ban kifejezve).

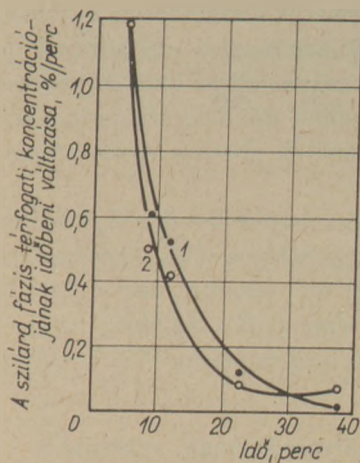


14. ábra. A C_2S részecskék oldódási sebességének változása az olvadék összetételének és a folyamat időtartamának függvényében
1 — eutektikus olvadék, 2 — 1450 °C-on telített olvadék

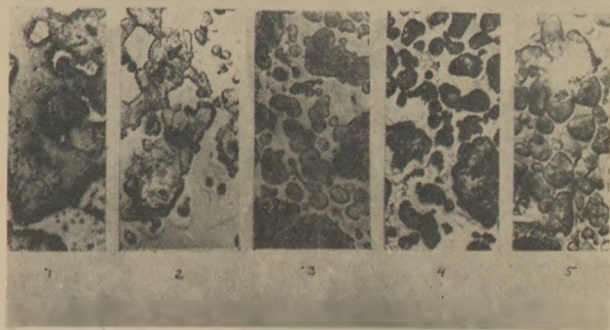
A C_2S részecskék az eutektikus, illetve a telített olvadékokban való oldódásának sebessége az első 10–12 percben lényegesen eltérő (14. ábra), amit azzal magyarázunk, hogy az eutektikus olvadék a kísérlet hőmérsékletén (1450 °C) még nincs telítve kalcium, illetve szilíciumoxiddal. Miután azonban az 1. számú olvadék is telítődik, a fennmaradó C_2S részecskék oldódási sebessége mindkét telített olvadékokban gyakorlatilag azonosra válik. Az oldódó C_2S szemcsék és a telített olvadékból kiváló C_2S kristályok térfogati koncentrációjának változása a továbbiak során már kölcsönös összefüggést mutat (15. ábra). E folyamat mechanizmusát az alábbiak szerint képzelhetjük el:

A $\beta - C_2S$ a telített klinker olvadékokban való oldódásának első szakaszában a kiindulási részecskék diszpergálódnak, ami jól látható a mikroszkópi felvételeken (16. ábra). Az ásvány részecskéi meglehetősen rácshibásak, erősen át vannak szöve kapillárisokkal, és ennek megfelelően kiterjedt felülettel rendelkeznek. A kiindulási részecskék összes kapillárisának olvadékkal való gyors megtöltődése okozza a diszpergációt.

Irodalmi adatok szerint [13] hasonlóképpen folyik le a kvarehomok oldódása szilikátolvadékokban. A kiindulási szilárd fázis és az olvadék nagy érintkezési felülete hozzájárul ahhoz, hogy a részecskék már a folyamat kezdetén erőteljesen reagálnak az olvadékkal. Így az oldódás sebessége az 5. perc végén már eléri az 1,17% $\beta - C_2S$ /perc értéket (azaz pl. egy 100 μm^3 -os részecskénél az 1,17 μm^3 /percet). A folyamat második szakaszában a kisebb részecskék feloldódnak és a szilárd fázis anyaga a nagyobb méretű monokristályokon, vagy azok összenövéssein kezd lerakódni. Valójában, a nagyobb kiindulási $\beta - C_2S$ részecskéken látható a rajtuk kikristályosodó sekunder C_2S réteg. Jellemző, hogy e réteg vastagságának növekedésével az oldódás sebessége csökken és a 10. perc végére



15. ábra. A szilárdfázis térfogatkonzentrációjának változása a 30% telített olvadék — 70% C_2S rendszerben
1 — a kiindulási C_2S részecskék; 2 — az átkristályosodás következtében az olvadékból kiváló kristályok



16. ábra. A C_2S szemcséknek az 1450 °C-on telített klinker olvadékkal való kölcsönhatását a hőkezelési idő függvényében jellemző mikroszkópi felvételek
Hőkezelési idő, perc; 1 — 1; 2 — 10; 3 — 15; 4 — 30; 5 — 45

0,36% szilárdanyag/perc értéket mutat; ebben nem kis szerepet játszik az, hogy a kiindulási szemcsék felülete az oldódás következtében kisimul. Kb. 10–15 perc elteltével az olvadék hatására, mely folyamatosan hatol be a rétegen keresztül a részecskék felületéhez, gyengül a kötés a kiindulási $\beta - C_2S$ szemcsé maradáka és a körülvevő réteget képező, újonnan kikristályosodó $\beta - C_2S$ kristályok között. Ennek következtében az olvadékban ható konvektív áramlások ez utóbbi réteg részecskéit magukkal ragadják és azok, elszakadva a kiindulási fázis felületétől, a szemcsék közötti térbe kerülnek át. A folyamat ilyen lefolyásának valószínűségét alátámasztja az is, hogy ha az idő függvényében figyeljük az olvadék belsejében levő, tehát nem a kiindulási ásvány felületén található újonnan keletkezett, meghatározott méretű $\beta - C_2S$ kristályokat, akkor azt találjuk, hogy a 10–15 perces intervallumban hirtelen megnövekszik az $(1-33) \cdot 10^3 \mu m^3$ méretű kristályok mennyisége, melyek a kiindulási $\beta - C_2S$ ásvány nagyméretű szemcséjén kialakult új fázisból álló réteg elroncsolódásakor

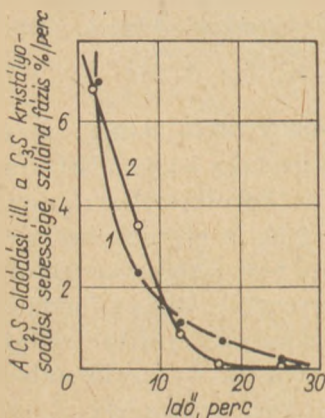
keletkeztek. E folyamat következtében a kiindulási szemcsék új felületszakaszai szabadulnak fel és ez ismét hirtelen megnöveli az oldódás sebességét. Az oldódási folyamat mindkét szakasza a telített olvadékban jelenlevő minden egyes részecskére jellemző.

A kísérleti adatok lehetővé teszik a C_2S telített olvadékban való átkristályosodása sebességének kiszámítását bármely időpillanatra nézve. Az e folyamatot jellemző legnagyobb sebesség az 1—5 percekben figyelhető meg és értéke 0,58% szilárdfázis/perc.

A C_2S és CaO átkristályosodásának, valamint a C_3S kristályok kiválásának sebessége

A próbatest-tabletták készítésének módja ugyanaz volt, mint az előbbi esetben, azonban a nyerskeverékbe még 60 μm méretű tömör CaO szemcséket is adagoltunk, olyan mennyiségben, hogy a reakció befejeztével 50 tf% C_3S keletkezzék. A CaO és C_2S szemcsék oldódásának, illetve a C_3S kristályok kiválásának kinetikáját a mikroszkópi csiszolatokról készített felvételeknek a fentebb leírt módszer szerinti mennyiségi feldolgozása alapján értékeltük.

A C_2S -t és CaO -t tartalmazó klinkerben mindkét ásvány szemcséinek az olvadékban való oldódása nagyobb sebességgel megy végbe, mint bármelyik fázis hiánya esetén. Valójában a 17. ábrán közölt



17. ábra. A C_2S oldódási és C_3S kristályosodási sebességének változása az 1450 °C-on való izotermikus hőkezelés időtartamának függvényében. 1— C_2S ; 2— C_3S

adatokat szerint a 0,89 telítési tényezőjű klinkerben a C_2S oldódásának sebessége 7,02% szilárdanyag/perc volt, míg a C_2S — telített (2. számú) olvadék rendszerben a C_2S oldódásának abszolút sebessége ugyanolyan hőmérsékleti és időviszonyok mellett hatszorta, a C_2S — eutektikus (1. számú) olvadék rendszerben pedig másfélszerre kisebb volt. Következésképpen a Ca^{2+} és a SiO_4^{4-} ionoknak az olvadékból való állandó eltávolítása erősen intenzifikálja az oldódás folyamatát.

A C_3S kristályok kiválásának sebessége az első 5 percben 6,9% szilárdfázis/perc volt és gyakorlatilag megfelelt a C_2S oldódási kinetikájának (17. ábra). Ez az összhang megmaradt akkor is, amikor az izotermikus hőkezelés időtartamát az egyensúlyi állapot eléréséig meghosszabbítottuk. Ez a körülmény azt mutatja, hogy az olvadékba kerülő ionokat azonnal felveszik a növekvő kristályok. Ilyen helyzet csak akkor állhat elő, ha a legkisebb mozgékonysággal rendelkező, és ennek következtében a szilárdfázis szilíciumoxid dús szemcséje közelében koncentrálódó $Si_2O_7^{2-}$ ionok segítségével az olvadékban mikrolívációs zónák keletkeznek és ezekből nőnek ki az alit kristályok csírái. A Ca^{2+} ionok nagy mozgékonysága biztosítja, hogy ezek gyorsan a növekvő kristályok közelébe kerüljenek.

Az alit kristályok növekedésének mechanizmusa

A klinkerben a C_3S kristályok növekedési mechanizmusa bonyolult és, mint ahogy a kristályok reális mikrostruktúrája alapján erre következtetni lehet, a zsugorodó rendszer különböző zónáiban eltérő. A kristályok kifejlődésének két útja lehetséges: 1. Kétdimenziós csírák keletkezése és felrakódása, illetve 2. Diszlokációs növekedési mechanizmus [14].

Ha a kristályok növekedése a kétdimenziós csírák mechanizmusa szerint megy végbe, úgy az alábbi összefüggés [15] érvényes:

$$V = K_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \exp\left(-\frac{K_1}{T \Delta T}\right) \quad (7)$$

ahol V a kristályok növekedésének lineáris sebessége, μm /perc,

E az atomoknak az olvadékból a csíra kristály-rácsába való átmenetének aktivációs energiája, kcal/mol,

T hőmérséklet, °K;

R gázállandó;

K_0 és K_1 konstansok.

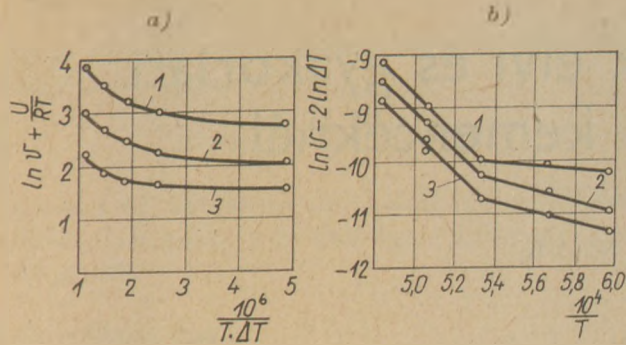
Ekkor, amennyiben a kristályok növekedése a kétdimenziós csírák mechanizmusa szerint megy végbe, akkor

$$\ln V + \frac{E}{RT} \text{-nek } \frac{1}{T \Delta T} \text{-vel}$$

való összefüggése egyenesvonalú kell legyen.

A 0,82—0,88 telítési tényezőjű olvadékokból történő kristályosítás során kapott kísérleti adatok feldolgozásakor azonban bizonyos eltérés mutatkozott az egyenesvonalúságtól (18a ábra), ami arra utal, hogy ez az összefüggés nem teljes mértékben érvényes.

Ha a kristálynövekedés a diszlokációs mechanizmus szerint megy végbe, úgy a kristály növekedési



18. ábra. A klinkerben levő alít kristályok növekedési sebességének hőmérsékletfüggése

a — a kétdimenziós csírák alapján való számítás szerint (1 — $TT = p, 88, n = 2, p = 1, 2$; 2 — $TT = 0, 88, n = 2, p = 3$; 3 — $TT = 0, 88, n = 2, 4, 3, p = 1, 2$, b — a diszlokációs növekedési mechanizmus szerinti számítás alapján (jelölések ugyanazok)

sebességének hőmérsékletfüggése kis túlhűtés esetén az alábbi képlettel fejezhető ki [16]:

$$V = A (AT)^m \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (8)$$

ahol A — konstans;

$m \approx 2$. Ez esetben a

$$\frac{\ln V}{AT^2} = \ln A - \frac{E}{RT} \text{ és}$$

$\ln V - 2 \ln AT$ értéke az $1/T$ lineáris függvénye kell legyen.

A kísérleti eredmények azonban azt mutatják, hogy ilyen összefüggés csak meghatározott hőmérséklettartományokban érvényes (18b ábra), vagyis csak e határok között történik a kristályok növekedése a diszlokációs mechanizmus szerint.

Általában viszont a kristálynövekedés hőmérsékletfüggésére vonatkozó kísérleti eredmények, akárcsak a C_3S kristályok növekedésének sebességére vonatkozó adatok, nem fejezhető ki kielégítő pontossággal a (7) és (8) képletekkel. Ez arra enged következtetni, hogy a C_3S kristályok növekedése kevert mechanizmusú, vagyis egyidejűleg feltételezhető a diszlokációs mechanizmus, illetve a kétdimenziós csírák felrakódása következtében végbemenő növekedés. Egyik, vagy másik mechanizmus fölénye az olvadék összetételétől és tulajdonságaitól, valamint az olvadékban jelenlévő szennyeződések mennyiségétől és egyéb tényezőktől függ.

IRODALOM

- [1] P. P. Budnikov, I. I. Holin, Z. B. Entin.: DAN SzSzsR, 142, No 6, 144, No 1, 1962.
- [2] M. M. Sziucsev: Cement nyerskeverékek technológiai tulajdonságai, Gosztrojizdat, Moszkva, 1962.
- [3] M. M. Sziucsev, P. V. Zozulja: Coment, No 4, 5, 1966; Trudü Giprocementa, 33, 3—11, 1967.
- [4] N. Sz. Panina, Ju. M. Butt, V. V. Timasov: Trudü MHTI, 55, 209—214, 1967.
- [5] Ju. M. Butt, V. V. Timasov: Portlancement-klinker, Sztojizdat, Moszkva, 1967.
- [6] N. F. Vasziljeva, Ju. M. Butt, V. V. Timasov, A. P. Oszokin: Trudü MHTI, 63, 202—204, 1969.
- [7] N. Sz. Panina, Ju. M. Butt, V. V. Timasov: Trudü MHTI, 59, 226—231, 1969.

- [8] Sz. Choj. R. Kondo: J. Ceram. Soc. Jap., 78, 3, 77—81, 1970.
- [9] A. P. Oszokin, Ju. M. Butt, V. V. Timasov: Trudü MHTI, 72, 108—111, 112—114, 1973.
- [10] G. B. Bokij: Kristálykémia, Az MGU kiadása, 1960.
- [11] V. I. Malkin, Sz. F. Hohlov, L. A. Svareman: Ins. Jour. Appl. Rad. and Isotop, 2, 1957.
- [12] V. G. Levics: Fiziko-kémiai hidrodinamika, Fizmatgiz, Moszkva, 1959.
- [13] O. K. Botvinkin, E. M. Spilkov: Sztekló i koramika 10, 1, 1956.
- [14] A. I. Buhovszkij: Kristályosodás és fázisátalakulások, a Belorusz Tud. Ak. kiadványa, Minszk, 79—82, 1962.
- [15] M. Volmer: Kinetik der Phasenbildung. Steinkopf, Dresden und Leipzig, 1939.
- [16] W. B. Hilling, D. Turnbull: J. Chem. Phys. 24, 914, 1956.

Butt, Ju. M.—Timasov, V. V.—Vasziljeva, N. F.—Oszokin, A. P.: Oldódási és kristályosodási folyamatok klinkerolvadékokban

Vizsgáltuk az olvadékok viszkozitásának, felületi feszültségének és sűrűségének, valamint a kalcium-, alumínium-, vas-, illetve szilícium-ionok diffúziójának hőmérsékletfüggéseit. Megállapítottuk, hogy a megfelelő mutatók értéke jelentős mértékben változik, ha az olvadékban 0,1—2,0% nátrium, kálium, magnézium, illetve kén-ion van jelen. Meghatároztuk a C_3S és CaO zsugorított szemcséinek oldódási sebességét az olvadék összetételének és a szilárd fázis sűrűségének függvényében, leírtuk a C_3S valódi olvadékból történő kristályosodása folyamatának hőmérsékletfüggvényét.

Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев, Н. Ф. Васильева, А. П. Осокин: Процессы растворения и кристаллизации в клинкерном расплаве

Исследованы температурные зависимости вязкости, поверхностного натяжения, плотности расплавов, а также диффузии ионов кальция, алюминия, железа, кремния. Установлено значительное изменение величин соответствующих показателей при содержании в расплаве 0,1—2% ионов натрия, калия, магния, серы. Определены зависимости скорости растворения спеков и зерен C_3S и CaO от состава расплава и плотности твердой фазы, а также описана температурная зависимость процесса кристаллизации C_3S из истинного расплава.

Butt, Ju. M.—Timaschow, W. W.—Wasiljewa, N. F.—Oszokin, A. P.: Lösungs- und Kristallisationsvorgänge in Klinkerschmelzen

Es wurde die Temperaturabhängigkeit der Viskosität, der Oberflächenspannung und der Dichte, sowie der Diffusion der Kalzium-, Aluminium-, Eisen- und Silizium-ione der Schmelzen untersucht. Es wurde festgestellt, daß sich die entsprechenden Kennwerte in beträchtlichem Maße ändern, wenn die Schmelze 0,1 bis 2% Natrium-, Kalium-, Magnesium-, bzw. Schwefelione enthält. Es wurde die Abhängigkeit der Lösungsgeschwindigkeit des gesinterten, bzw. des körnigen C_3S und CaO von der Zusammensetzung der Schmelze und der Dichte der festen Phase ermittelt. Die Temperaturabhängigkeit des, aus tatsächlicher C_3S -Lösung ausgehenden Kristallisationsvorganges konnte festgelegt werden.

Butt, Yu. M.—Timashev, V. V.—Vasileva, N. F.—Oszokin, A. P.: Dissolution and Crystallization Processes in Clinker Melts

The temperature dependence of the viscosity, surface tension and density of the melts as well as of the diffusion constants of Ca, Al, Fe and Si ions was measured. These values show an abrupt change in the presence of 0.1—2.0% Na, K, Mg or S ions. The dissolution velocity of the sintered and granular dicalcium silicate and calcium oxide varieties depend on the composition of the melt and the density of the solid phase. The temperature dependence of the crystallization velocity of tricalcium silicate from a real melt has been determined too.

A földgázégők helyzetének elvi és gyakorlati problémái az üvegolvasztó kemencéknél

J Á S Z F A L U S I H E N R I K
Salgótarjáni Síküvegyár

E cikk röviden tárgyalja a földgáz és az előmelegített levegő keverékéből képzett láng égési mechanizmusát, mivel a zégők helyzete lényegesen befolyásolja a láng irányát és hőátadását. Gyakorlati tapasztalatok alapján tanácsokat adunk a tüzelés gazdaságosabbá tételére.

Hazai üvegyáraknál ma már csaknem minden kemencét földgázzal fűtenek, annak előnyös tulajdonságai, könnyebb kezelhetősége és nem utolsósorban — viszonylag olcsóbb beruházási költségei miatt.

A láng tulajdonságai, turbulenciája

Ahhoz, hogy a láng emisszióképessége a legkedvezőbb legyen — az üvegyipari kemencék szakemberei turbulens, diffúziós láng kialakítására töreksenek, hogy ezáltal a láng világítóképesége minél nagyobb legyen — bármilyen égőelhelyezést véve alapul. Az égőnyak terén belül kapott keveredés diffúziós lángtípust ad, ellenben ha ez a kemence terébe következik be — előkevert lángról van szó [1]. A két eset között nincs alapvető eltérés.

Turbulencia jelenségén az eltérő minőségű gázmolekulák mozgásváltozásainak sajátos esetét értjük, amelyen belül a gázok érintkezési pontjaiban lezajló — ellentétes, vagy keresztirányú — molekulamozgások, örvénylések következnek be.

Sebesség

Keveredés az elégséges időtartamára döntő hatású a gázok sebességeltérése. Ez a tulajdonság főleg gázdús keverékre vonatkozik. Ha csökken a gáz mennyisége, akkor a turbulencia mértéke is csökken, és ezzel együtt a diffúziós láng égési sebességének a szabályozhatósága is [2].

Lewis és Elbe szerint az égés (továbbiakban a láng) akkor stabil, ha belsejében a helyi sebességek

mindenütt nagyobbak, mint a gázkeverék égési sebessége. Ezen az égéshatáron túl a láng csúcsa elhajlik a gázdús keverék irányába. Ha a gázkeverék egyenértékűsúly szerinti (sztöhiometrikus) összetételű és primerlevegővel felhígul, akkor az égés sebessége lecsökken, a gázdúsabb keverék tehát stabilabb.

Homogén, sztöhiometrikus gázkeveréket készíteni viszonylag egyszerű, égése ellenben túl gyors, a láng rövid, alig látható. Ha a láng színe sárgásfehér és részben átlátszó, tökéletlen a keveredés. Tehát ha a láng méretét és térfogatát (hosszát) növelni akarjuk — diffúziós lángtípust alkalmazunk.

A gázkeverék égési sebessége megnő, ha a levegőt előmelegítjük. A láng közepes sebessége:

$$W_{k(T_0)} = V_{k(20^\circ\text{C})} \cdot \left[\frac{T_0}{293} \right]^{0,7}$$

T_0 = laminárisan áramló előmelegített gázkeverék hőmérséklete Kelvin fokban.

A földgáz-láng hajlamos a leszakadásra, leválásra [3], mivel alacsony a gyulladási sebessége, kb. 30 cm/s levegőben, tehát nem célszerű túlzott kiáramlási sebességet választani.

Oldaltüzeléskor a láng hosszát és sugárzását főleg a gáz kilépésének sebessége és a fúvóka—égőnyílás távolsága határozza meg.

A gáz és a levegő sebességét úgy kell megoldani az égő torkolatában, hogy összeütközésük lehetőleg azonos mértékű kinetikus energiával válósuljon meg [4]. Sebességeik meghatározásához lényeges ismerni a gázok egyedi kinetikus viszkozitását, amely a gázkeverék előmelegítése során nagymértékben változhat. A torkolati (kilépési) sebességet a gyulladási sebességhez célszerű igazítani, amely függ a gázok minőségétől, a gázkeverék hőmérsékletétől, és a turbulencia mértékétől.

Így pl. kisnyomású (100—500 mm v. o.) égőknel a kilépés sebessége:

$$W = \alpha \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot p}{\gamma}} \text{ [m/s]},$$

ahol az $\alpha = 1$, fúvókatéyzező, amely függ a kilépési szelvény alakjától, a fúvóka kontrakciójától és a sűrűdástól.

Félig világító láng

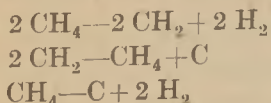
A turbulens diffúziós, valamint az előkevert láng hatékonyan világítóképes lehet a metán önkarbonizációja révén.

Ez a jelenség egy meghatározott hőtartományon belül (800—1200 °C), adott sebességgel áramló, finom alakban szuszpendált szilárd koromrészecskék keveredése által keletkezik [5].

Ennek gyakorlati megvalósulása pl. oldalhelyzetű égők esetén: a gáz és az előmelegített levegő összeütközik, intenzív, turbulens mezők alakulnak ki, a gáz és a levegő egymásba diffundál. A kémiai reakciók viszonylag gyorsak, a koromképződés ideje 10^{-4} m/s, ennek oxidációja ellenben 10^{-2} — 10^{-1} m/s, azaz ezerszerre több idő szükséges. Az égés sebességét a reakciókban résztvevő anyagok fizikai diffúziójának sebessége vezérli. Az oxidációk reakcióidejének eltolódása azért következik be, mivel a nitrogén és az égéstermékek fokozatos növekedése térfogathígulást okoz. Az oxidáció csökkentése céljából juttatnak az égőnyakba még le nem hűlt füstgázokat, vagy pedig az égőnyak elkülönített szerkezeti részében — levegőszegény térben — krakkolják a földgáz 20—30%-át és innen vezetik be a kilépőnyílás elé. Ezeknek a megoldásoknak előnye az is, hogy csökken az égők hőterhelése. Az így nyert lángot nevezik a szakemberek „félig világítónak”.

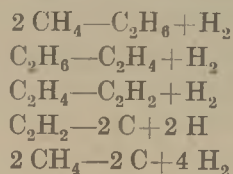
A kemencébe jutó előkevert lángban a gáz egyrésze várakozásra kényszerül, amíg az örvénylő áramlásban fellépő diffúzió következtében oxigénnel érintkezésbe kerül. Ez idő alatt azonban a kemence egy részének közvetlen sugárzása hat rá, és így ideális feltételeket biztosít a korom képződéséhez. Szilárd szénhidrogén-agglomerátumok keletkeznek 10^{-4} m/s alatt, melyek nagysága 400 Å.

A lengyel üvegiparban megmérték a metán karbonizálásának legkedvezőbb hőintervallumát, amely 1130—1190 °C között van [6]. A metán bomlásának reakció-egyenletei:



E reakciók során 0,01—0,5 μm elemi szénrészecskék (koromszemcsék) keletkeznek, amelyek

gyorsan elgázosodnak az O_2 , H_2O , és CO hatására. A láng sugárzása viszonylag kicsi.



Ezek reakcióideje valamivel hosszabb, kb. 0,1 μm méretű elemi szénrészecskék keletkeznek, és lassabban reagálnak reakcióképes gázokkal, azonban jobb az emisszió.

1190 °C felett már alig van koromképződés, 1130 °C alatt pedig nagyon kevés metán bomlik el.

A metán bomlásához igen kedvező az a körülmény, hogy az említett hőfoktartományon belül 0,40—0,55 m/s-ig tartózkodhat. Ez az időmennyiség csaknem azonos a gyulladási sebességgel. Ez esetben lesz legnagyobb a felszabadult hő mennyisége (kb. 3300 kcal/perc). A kemencét elhagyó füstgázok hőfoka 80—90 °C-kal kisebb és a láng világítóképesége optimális.

A szintelen lángnak alig nagyobb a sugárzási emissziója [7], mégis a világító láng a kedvezőbb. Ez utóbbi nem azért előnyösebb, mert nagyobb a hőleadásának sebessége, hanem mert lassúbb az égése, és így a hőfelszabadulás egyenletesebb a kemencén belül.

Égéslevegő és légfeleslegtényező

Az égést adó levegőnek látszólag csekély befolyása van a láng sugárzóképeségére, állítja Hubbard [8]. 20 °C lánghőmérséklet-növekedést ért el, amikor az előmelegített levegő hőfokát 100 °C-kal megnövelte. A levegő előmelegítése ugyan fokozza a láng sugárzását, de az effektív sugárzóképeségét nem befolyásolja. Pozitív hatása abban van, hogy a láng tengelye mentén nagyobbak a hőmérsékleti értékek és ez egyenletesebb eloszlású. A láng hőgörbéje változatlan arányaiban, de ennek abszolút értékei közel egyenlő hőfokértékekkel növekednek meg. Például ha a rekuperátorban 500 °C helyett 600°-ra előmelegített levegőt alkalmazunk, a kemence falának hőfoka 40—45 °C-kal, a boltozat hőfoka pedig 20 °C-kal növekszik meg [9].

Nyilvánvaló, hogy a légfeleslegtényező csökkenésével lelassul a keveredés mértéke, az égés reakciói is, a láng hossza megnő. Ez fordítva is igaz. Nagy légfelesleg esetén intenzívebb a keveredés a turbulencia szintén nagyobb, a láng maximális hőmérsékleti tartománya közelebb van a kilépő nyíláshoz, ellenben az olvadék hőfelvétele észrevehetően csökken. A légfelesleg csökkenése esetén a

láng maximális hőmérsékletű szakaszai eltávolodnak az égő nyílásától. Ezt az égő hőterhelésének csökkenése is elárulja. A levegő előmelegítése jelentős mértékben növelheti a láng kiegészének mértékét, tökéletesebb az égés, hatása inkább oxidáló, de a láng hossza csökken, ami nem minden esetben káros.

Lángsugárzás, hőátadás

Az olvadékba jutó hőenergia átadása túlnyomórészt sugárzás formájában valósul meg, ezt pedig a láng fényességi foka befolyásolja, bár az abszorbeált hő mennyiségét nem változtatja meg lényeges mértékben a láng sugárzóképesége.

Szovjet és nyugati kutatók szerint az áramlás útján történő hőátadás csak kis része a hőforgalomnak, azaz 10—20%-a [10]. *Datschefski* 10%-nál kisebb értékeket kapott saját mérései során. A láng sugárzóképeségének elvi képlete:

$$E_f = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_f^4 \quad [\text{Kcal/m}^2, \text{óra}]$$

ε a sugárzási tényező

σ a *Stephan—Boltzman* állandó

T_f a láng hőmérséklete

A láng elméleti hőmérséklete:

$$T_f = \frac{i_B + i_V}{c_p \cdot V_0} \left[\frac{\text{kcal m}_n^3 \text{ } ^\circ\text{C m}_n^3}{\text{m}_n^3 \text{ kcal m}_n^3} \right]$$

i_B a földgáz kémiai hője kcal/m_n³

i_V az előmelegített levegő hőtartalma kcal/m_n³

$c_p \cdot V_0$ az égéstermék vízértéke

A képletek szerint tehát a nagyobb lángsugárzás a láng hőmérsékletének növelése, vagy a sugárzási tényező fokozásával érhető el. Gyorsabb keveredés, azaz a turbulencia mértékének növelése nem alkalmas módszer az emisszió fokozására, mivel nagymértékben rövidülhet a láng és ennek kezdetén, vagyis a kilépés után nagyobb a hőleadás és a láng végén pedig kisebb.

Bizonyos kritériumok között a tüzelőanyag C/H viszonyzáma elárulja a sugárzóképeség mértékét, mindez természetesen a világítóképes lángra érvényes, amelynél a belátható fényintervallumban a szilárd széntestecskék folytonos spektrumot szolgáltatnak. A tényleges esetek nagyrésztben gyakorlatilag $\varepsilon=0,6$ érhető el, 1120 °C-os levegőelőmelegítés esetén [11].

Míg *Ribaud* [12] arra a következtetésre jutott, hogy a láng sugárzásának hatása kicsi, vagy egyáltalán nem vehető észre az olvadékba jutó emissziója révén felvett hő mennyiségére, hanem inkább a

boltozat sugárzásának hatása az elsődleges, — adig *Datschefski* számításokat és méréseket végzett ezzel kapcsolatosan és nem erősítette meg *Ribaud* véleményét.

Thring [13] azt állítja, a nagy emisszióképességű és viszonylag rövid láng rendelkezik a legjobb termikus hatásfokkal. Ugyanezt tapasztalhatjuk a hazai kemencék jórésznél is. Ellenben ez a jelenség hátrányos, ha túlzottan kicsi a láng kilépési sebessége, vagy a turbulencia hatásfoka, esetleg a boltozat túl magasra van építve, mert ekkor a láng visszafordul, és igen nagy a recirkuláció is.

A tüzelés módjának és a kemence terének összefüggése

Zenkner [14] modellkísérletei szerint 10°-os lángsugár igényli a legkisebb, és 15°-os a legnagyobb kemencetér fogatot. A 20°-os lángsugár esete az előző két érték között van. Ennek oka az, hogy a láng hamar a boltozat alá simul, és a kemence terét viszonylag gyorsan el is hagyja. Szerepe lehet ebben a láng visszacsapódásának is.

Nagy lángimpulzus esetén a fáklya rövidebb, megnő viszont a recirkuláció. A csökkentett impulzusú láng alsó része az olvadék felé kidomborodik. Ez esetben nem az történik, hogy a láng az olvadék felé tér el, hanem a láng és az olvadék közötti szűk térben intenzív visszáramlás tapasztalható, amely a keveredést lelassítja, ezzel szemben — felül — közvetlenül friss levegőt tud magához szívni. Tehát a túlságosan kicsi lángimpulzus, valamint a magasra helyezett égőtengely célszerűtlen. USA-ban eléggé elterjedt az a megoldás, hogy az égőnyak alsó részén kialakított küszöb, vagy lépeső függőleges részén vezetik be a gázt, melyhez olykor még le nem hűlt füstgázt is adagolnak. Az így készletetett égés előnyös a metán karburálásához. A láng inkább redukáló hatású.

Oxidáló és redukáló hatások között széles skálájú beállítási lehetőség adódik oldaltüzelés alkalmazásakor. A gázsugarakat előmelegített levegő „somagolja” körül, az égő nem hevül fel túlzottan. Kedvező adottságok esetén a turbulencia a láng belső 50—90%-át kitevő magjában képződik, és a láng külső szféráiban a levegő mozgása nagyrésztben lamináris. Az égés stabil, egyszerű módon irányítható, bár csavarodásra, elhajlásra érzékeny a 6 m, vagy ezen felüli szélességű kemencéknél.

A fúvóka és a fúvókakő térközével célszerűbb a keveredés effektusát és a láng irányát változtatni. Magas kemencehőmérséklet esetén a visszahívás nem kívánatos jelenség, mivel a láng hőmérsékletét csökkenti a füstgázokkal való feldúsulás. A láng

vízszintessel bezárt szöge és kilépésének sebessége alapvető hatással van a kemence teljesítményére, élettartamára.

Szovjet kutatók szerint 30—33 mm Ø fűvókákon át, 50—55 m/s kilépési sebességű gáz adja a legkedvezőbb olvasztást, a kemence periódusa pedig megnő.

A láng deformációjának gyakorisága fokozódik, ha a gáz és a levegő találkozási pontja (vagy tartománya) az égő nyílásától jóval előbb helyezkedik el. Ugyanakkor a láng kifejlődésének lehetősége jóval gyengébb. Ellenben, ha ez a tartomány az égő torkolatán túl, a kemence terébe (0—200 mm térközbe) tevődik át, az előbbi jelenség elmarad, vagy ritkábban következik be. A láng hőfokát 10 °C-kal növelve — a szabad olvadékelület hőfelvétele 4000 kcal/m², ó értékekkel növekszik — 1350—1400 °C esetén [15], a keverék felületén 6000 kcal/m², ó a hőfelvétel. Tehát célszerűbb a keverék sávjában tartani a maximális hőmérsékletet, nem pedig ott, ahol az olvadék áramlása már megindult.

Gyakorlati mérések és kísérletek [16] igazolják, hogy az optimálisnál kisebb szélességű égőkön átjutó láng hőmérséklete közvetlenül a kilépés után nagyobb, a szélesebbnél ellenben a láng vége nagyobb hőmérsékletű. Az előbbi esetben — jobb keveredés hatására — a láng kezdeténél kiegyenlítettőbb az égés. Ez a megoldás 6 m-nél kisebb szélességű kádaknál előnyös. Széles égőkkel ellátott kemencében az üvegtükör hőfelvétele nagyobb, mivel nagyobb a lánggal takart olvadék felülete.

Ha a gázégők 600 mm-re vannak az égők nyílásától, akkor a kemence terébe tevődik át a keveredés, az égés beállításának lehetősége nehezebb és igen gyakran rosszabb a kiégés mértéke, az égőnyak terébe épített égőkhöz képest.

Oldalhelyzetű gázégők beállítására legkedvezőbb eset az, ha ezek 40—50°-ot zárnak be az égőnyak tengelyével — vízszintes síkban értelmezve — és az égőnyak padozatához képest pedig 10—12°-ot. A fűvókák szelvénye 40—55 mm Ø. Nagyterhelésű fűvókák teljesítménye 100—140 m³/s, a torkolat előtt levő túlnyomás 200—300 mm v.o.

Ha nagyobb fűvókákat használunk, pl. 20 mm helyett 50 mm Ø-űt, kedvezőbbé válik a metán karburálhatósága, előnyösebb lesz az olvadék hőfelvétele. 17—25 mm Ø oldalhelyzetű fűvókák használata esetén a koromképződés kétszer-háromszorta kisebb mértékű. Ugyanakkor nagyobb az előégés az égőnyakban, túlzott hőterhelés hatása alatt áll az égő nyílása, a láng hossza lerövidül 2—2,5 m-re [17].

Huzatviszonyok

Regenerátorba, illetőleg rekuperátorba lépés előtt —1,2 — —2,7 mm v.o. lehúzási értékek ideális hőfelvételt tételnek fel [9]. Nagy huzattal, pl —5,0 — —5,4 mm v.o.-al működő kemencékben az olvadék hőfelvétele már 20—22%-kal csökken, 1,18 légfelesleg esetén. E tüzelésmódnak hátránya az is, hogy a láng tengelye mentén a hő eloszlása egyenlőtlené válik, a nagyobb hőmérsékletű szakaszok a láng végén található, mely túlterheli a lehúzást végző égőket.

Irodalom

- [1] R. Günther: Lángkutatás és ipari kemenceépítés. (Glastech. Ber. 1964. 2.)
- [2] Ahto Palm—Leis és Roger A. Strelaw: On the propagation of turbulent flames. (Combustion and flames):
- [3] Morillon R.: La stabilité des flammes de gaz. (Revue generale de thermique 1968. 8.)
- [4] Niepenberg H. P.: Auslegung und konstruktionsmerkmale von Gázbrennern. (Mitteilungen der Vereinigung Grosskesselbetreiber. 1970. febr.).
- [5] H. Michels: Erdgázdüsen mit Druckluftzusatz zur Beheizung von Glasschmelzwannen. (Glastech. Ber. 1967. 9.)
- [6] Wolamin F.: Methode der Erdgasverbrennung in Glasschmelzöfen. (Glastech. Ber. 1970. 2.)
- [7] Scherman R. A.: Trans. am. Soc. mech. Engr. 56. (1934).
- [8] Hubbard E. H.: L. Inst. Fuel 30. (1957).
- [9] O. L. Mazajeva, V. Sz. Píkaszov: Az égő megoldásának hatása a gáz égésére, hőcserére az üveglvasztó kemencéknél. (Sztjeklo i keramika 1971. 9.)
- [10] Lebedev V. I., Khinkis M. Ya.: (Sztjeklo i keramika 1967. 7.)
- [11] H. J. Voss: Erdgasbeheizung in der Glasindustrie. (Gas Wärme International 1969. 8.)
- [12] Datschefski G.: A Theoretical study of natural gas flame luminosity in glass furnace heat transfer (Glass Technology 1969. 10.)
- [13] Thring M. W.: (1952) IV. Congress International du chauffage Industriel. Paris Gr. IV. Sect.
- [14] Zenkner K.: Verweilzeit der Brenngaze im Feuer-raum einer Glasschmelzwanne. (Glastech. Ber. 1967. 9.)
- [15] Kentzel H.: Kuptoare de topit sticla inazitate cu gase naturale. (Industria Usoara 1963. 10.)
- [16] O. L. Mazajeva, V. Sz. Píkaszov: Hőátadás kérdése az üveglvasztó kemencéknél. (Sztjeklo i keramika 1971. 9.)
- [17] W. Liehn: Einkarburierung von Erdgasflammen bei Primärluftzusatz. (Glastech. Ber. 1972. 3.)

Ясфалуши, Х.: Принципиальное положение вопроса применения горелок природного газа в стекловаренных печах, а также практические проблемы их применения

Jászfalusi, Henrik: Theoretische und betriebliche Probleme bezüglich der Lage der Erdgasbrenner bei Glasschmelzöfen

Jászfalusi, Henrik: Theoretical and Practical Problems of Situation of Natural Gas-Burners in Glass-Melting Furnaces

Zúzottkő- és kavicsüzemek átfogó ésszerűsítése*

SCHUSTER EIT, H. — NIKOLAI, T.

Adalékanyagok és Természetes Kövek Intézete, Großräschen, NDK

PUSCH, G.

Adalékanyagok és Természetes Kövek Egyesülés, Drezda, NDK

Zúzottkő- és kavicsüzemek átfogó ésszerűsítésének alapfeltétele világos feladat- és célkitűzés kidolgozása. Ez szolgál alapul annak a kimunkálásra kerülő megoldási tervezetnek, amely rögzíti a szükséges kutatási és fejlesztési, valamint kísérletezési teendőket, és végül a beruházások kivitelét. A műszaki és technológiai célkitűzésekből kiindulva változatokat kell kidolgozni a technológiai megoldásokra. Ezek közül a megvalósításra kerülő változat kiválasztását a gazdaságossági eredmény, a tervezett lépések megvalósításához szükséges idő, és a termék értékesítésének piaci helyzete dönti el.

A műszaki megoldásnak a tudományos műszaki világszínvonalból kell kiindulnia, figyelembe kell vennie a technika távlati fejlődését általában és az iparágét különlegesen. Ez azt jelenti, hogy a kutatásnak és fejlesztésnek döntően hozzá kell járulnia az átfogó ésszerűsítés tervezéséhez. Nemcsak arról van szó, hogy a különféle cégektől és különböző országokból beszerzett modern gépek biztosítsák a legjobb eredményt, hanem folytonosan át kell tekinteni és javítani a gépek működési és teljesítményi összhangját, technológiai rendjét és az anyagáramlás menetét. Különösen közbeiktatott és áthidaló elemek, mint pl. a surrantók és továbbító mechanizmusok játszanak döntő szerepet. A szerkesztésnek és tervezésnek széles lehetőségei nyílnak ezen a területen, mert az átfogó ésszerűsítés mindig új technika beolvasztását jelenti valamely meglévő termelési folyamatba. Rendesen az a feladat, hogy szűkre szabott helyeken nagyobb gépeket, pótlólagos berendezéseket, mechanizmusokat kell elhelyezni. Ha a gépiparnak nincsen módja a gépeken a kívánatos módosításokat végrehajtani, illetve a szükséges új berendezéseket kifejleszteni, az iparág feladatává válik a gépek és szerkezetek kifejlesztésének, tervezésének valamint építésének és felszerelésének önálló végrehajtása, fajokon vagy akár fajidegen iparágakkal együttműködve.

* A XI. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.

Az átfogó ésszerűsítések sikerére döntő befolyást gyakorol az automatizálás technikája. Végző fokon ez teszi lehetővé mind a munka- és életkörülmények megjavítását, mind a munkaerő felszabadítását a termelésnél, és ez kezeskedik a gyártási anyagáramlás optimumáról. A szokásos feldolgozógépek és szállítóeszközök természetüknél fogva vagy alkalmasak az automatizálásra, vagy átalakítással alkalmassá tehetőek. Eddig azonban döntő módon hiányoztak a különleges iparági automatizálási kellekek. Az iparági kutatómunka feladata az elektro- és elektronika-ipar kínálatából építőelemeket kiválasztani, és a piacon nem kapható ellenőrző-, szabályozó- és irányító-készülékké alakítani — amint azt a mi iparági intézetünk az utóbbi években tette. Ezeknek a készülékeknek együttműködése a feldolgozógépekkel és szállítóberendezésekkel biztosítja az automatizálás sikerét. A célszerűség és biztonság érdekében az egy vagy két kapcsolóasztalon megvalósított központi irányításon felül felszereltek egy előtéri pótkapcsolóhelyet is. Automatikusan szabályozni kívánt értékek kézi beállítása valamint reparatúrakapcsolások létesítése szükségszerű.

Az automatizálás mértékére, vagy fokára nézve az elvárt gazdasági eredmény a döntő. El kell érni, hogy a beruházás 3—5 év alatt leíródjék. Ez elérhető először megfelelő mennyiségű termék előállításával, másodsor jó minőségű áru készítésével, harmadszor a munkaerő-ráfordítás csökkentésével. Erre módot ad a három-műszakos üzem bevezetése — beleértve a karbantartási műszakot — munkaerőtöbblet bevonása nélkül; továbbá a termelés növelése a gépek optimális terhelése útján, a nyereség maximálása matematikai optimálás segítségével, végül a munkaerő-megtakarítás.

Fontos követelmény, amelyet az eredményesség megállapításánál figyelembe kell venni, a munkakörülmények javítása. A távellenőrzés, távirányítás és automatikus vezérlés következtében a zaj- és porterhelt helyeken megszűnnek az állandó munka-

helyek. A szükséges ellenőrző járatok személyzetét, amely a termelőhelyeken csak rövid ideig tartózkodik, továbbá a takarítószerelőzetet hatékony védőöltözetrel kell ellátni.

Műszaki intézkedéseken felül különleges szervezési kérdéseket is meg kell oldani. Súlyponti kérdés a karbantartás. Ha el akarjuk kerülni a veszélyt, amely kérdéssé teheti az automatizálás anyagi eredményét, be kell vezetni a tervszerű megelőző karbantartást. A beható gépellőzést és az automatizálási berendezések tervszerű gondozását be kell vonni az átfogó ésszerűsítés tartozékai közé. A munkaerő csökkentése növeli a létesítmény takarításának problémáját. Nem elég erre többlet munkaerőt betervezni, hanem gondoskodni kell mechanikus tisztító-berendezésekről, mint pl. ipari porel-szívásról stb.

A felkészülés, az intézkedések megtétele és maguk a megfontolások többnyire hosszabb időt vesznek igénybe. Ezért elkerülhetetlen, hogy egymáshoz pontosan időzített, és a lehetőség szerint betartatható végrehajtási tervek szerint dolgozzunk. Egyrészt azért, hogy az időhiányos fázisokat és az átfedéseket felismerjük, másrészt, hogy a megvalósítás egyes szakaszainak betartását ellenőrizhessük. A kivitelezés összedolgozó résztvevői között pontosan meghatározott munkamegosztás legyen, amelynek azonban tényleges együttműködéssé kell alakulnia. Ez elérhető, ha a tervet a munkacsoportok előtt ismertetjük úgy, hogy mind az egész műnek, mind részleteinek megvalósításához a teremtő együttműködésüket megnyerjük. A mi gyakorlatunkban ez különösen azáltal vált gyümölcsözővé, mert a kutatás és fejlesztés munkatársai minden résztvevőt, különösen a szakmunkásokat, konkrét tárgykörökben rendszeres oktatásban részesítették. Ez annál is fontosabb, mivel egysor nehéz testi és egészségre ártalmas munkával járó munkahely megszűnik és más, rendesen fejlettebb minőségű munkahely alakul. Hozzájárul ehhez, hogy a legérzékenyebb műszerek karbantartása, felújítása és gondozása keretében, valamint a rend, tisztaság, a por- és zajlektüzdés területén teljesen új követelmények lépnek fel. Az emberek kiképzése és átnevelése állandó ideológiai munkával jár együtt. Ez vonja magával a munka- és életkörülmények megjavulását, mint a fáradozások látható eredményét.

A zúzottkő- és kavicsüzemek átfogó ésszerűsítését tehát három egyenrangú tényező együtteseként látjuk: a műszaki intézkedések, a szervezési megoldások és az emberről gondoskodás egyidejű kialakításában. Mindhárom tényező kölcsönhatásának következtében áll elő a legmegfelelőbb megoldás. A kutatóknak, fejlesztőknek és felhasználóknak kö-

zösen, egymással összehangoltan ilyen irányba kell terelni tevékenységüket.

Schusterei, H.—Nikolai, T.—Pusch, G.: Zúzottkő- és kavicsüzemek átfogó ésszerűsítése

A zúzottkő- és kavicsüzemek átfogó ésszerűsítésének alapfeltétele a feladatoknak olyan világos meghatározása, amelynek segítségével a beruházások kivitelezésekor ki lehet dolgozni a technológiai megoldást, az automatizálási lehetőségeket és a gazdasági eredményt. Az eszközölt beruházások gyors megtérülése három-műszakos üzem bevezetésével, a termelés fokozásával és a haszonnak a fő termelőberendezések matematikai optimalizálásával végzett maximalizálásával, végül munkaerő megtakarítással érhető el. Minden átfogó ésszerűsítés során automatizálni kell az egyes részfolyamatokat, és pedig a szóban forgó ágazat igényeinek megfelelő, speciális ellenőrző eszközök, mutatók és regisztráló műszerek, szabályozó eszközök és vezérlő berendezések kifejlesztésével.

Шустерайт, Х.—Николаи, Т.—Пуш, Г.: Возможности упрощения технологии производства и эксплуатации шебеночных и гравийных предприятий

Одной из основных предпосылок упрощения щебеночных и гравийных предприятий является ясная формулировка тех задач, с помощью которых в ходе проведения капитального строительства необходимо разработать технологическое решение, возможности автоматизации, а также ожидаемый экономический эффект. Быстрая амортизация затраченных капитальных средств может быть достигнута за счет введения трехменного производства, повышения производительности, путем — максимализации прибыли за счет математической оптимизации основного производственного оборудования, и наконец за счет экономии рабочей силы. В ходе любого упрощения производства необходимо автоматизировать отдельные частные процессы соответственно требованиям той или иной отрасли — путем развития специальных контрольных средств, указательных и регистрирующих приборов, а также регулирующих и управляющих средств.

Schusterei, H.—Nicolai, T.—Pusch, G.: Komplexe Rationalisierung in Schotter- und Splittbetrieben

Grundbedingung jeder Komplexrationalisierung von Schotter- und Splittbetrieben ist eine klare Aufgabenteilung, aufgrund welcher bei der Ausführung der Investitionen die optimalen technologischen Lösungen, die Automatisierungsmöglichkeiten und die zu erzielenden wirtschaftlichen Ergebnisse erarbeitet werden können. Die rasche Rückgewinnung der Investitionskosten kann durch die Einführung des Dreischichtenbetriebes, durch Produktionssteigerung, durch die Maximierung des Gewinnes aufgrund einer mathematischen Optimierung der wichtigsten Produktionseinrichtungen und schliesslich durch die Einsparung von Arbeitskräften erreicht werden. Die Komplexrationalisierung erfordert die Automatisierung aller Teilprozesse, u. zw. unter Anwendung spezifischer, dem eigenen Industriezweig entsprechender und zu diesem Zweck entwickelter Anzeige- und Registriergeräte, sowie Automatisierungs-, Regel- und Steuerelemente.

Schusterei, H.—Nikolai, T.—Pusch, G.: General rationalization of crushed stone and pebble plants

The ground condition of the general rationalization of crushed stone and pebble plants is the clear definition of tasks in such a way, that during the execution of investments the appropriate technology, the possibility of automatization and the economical effectiveness could be realized. The quick amortization of investments can be reached by introduction of three-shift production, by increasing the production and by maximization of profit made by mathematical optimization of main production apparatus, and finally with the aid of work-power saving. In the course of all general rationalization each practical processes should be automatized by the development of special control devices, with indicating, registering and regulating apparatus which correspond to the demand of the related industry.

A világ cementiparának jövője

Ironman, R., a Rock Products európai szerkesztője interjút készített a svájci Holderbank Pénzcsoport ügyvezető igazgatójával, dr. Schraff-al, a cementipar világ-tendenciájáról.

A beszélgetés során a cementipar fejlesztését érintő alapvető kérdések kerültek szóba. Az igazgató ismertette a Holderbank Pénzcsoport kialakulásának körülményeit, hatását a cementipari beruházásokra. Szóba került a terület tevékenységi körének bővülése, szervezeti felépítése és tevékenysége alapján elvi kérdései. A tartalmi ismertetés helyett a tudományos, műszaki, közgazdasági szakemberek érdeklődésének felkeltésére idézzünk néhány gondolatot.

A cementipar szerkezete a jövőben

Az ipar-szerkezet mérhetetlen módon változott az elmúlt néhány év alatt és ez még tovább fog folytatódni. Ez a költségtényezők robbanásszerű növekedésének az eredménye: különösen jelentős az iparilag fejlett országokban a gépgyártásban, az energia és mindenekfelett a munkaerő vonatkozásban. Gazdasági megfontolások készítették az ipart arra, hogy a termelést mind nagyobb egy-egyeteljesítményű berendezésekkel érje el.

A 4000 t/nap teljesítményű kemencék ma már csaknem szokványosnak tekinthetők, a kisebb üzemek szerte a világon kihalóban vannak.

A cementipar műszaki fejlődése

Nem valószínű, hogy drámai változások lesznek, legalábbis az elkövetkezendő 10 évben nem, azonban különböző műszaki tökéletesítések várhatók az üzemeltetési költségek csökkentésére. Mind nagyobb ésszerűsítések lesznek, a berendezések nagyobbfokú szabványosítása várható és kisebb számú berendezés-típust fognak gyártani.

A törő üzemek nagyobb mobilitása várható, — sok jó példa bizonyítja ezt. Nagyobb üzemeltetési hatékonyság érhető el önjáró előtörőkkel. Nagyobb nyersőrlő egységek — 400 vagy nagyobb t/ó teljesítménnyel — vál-

nak szükségessé; az előkészítés és a homogenizálás a második legnagyobb költségtétel az égetés után. A görögös malmok valószínűleg sokkal általánosabbak lesznek, kisebb fajlagos energiafelhasználásuk miatt.

Az égetés vonalán a nedves eljárásról a száraz eljárásra való áttérés kétévesekívül folytatódik, főleg a növekvő tüzelőanyag költségek miatt. A hőcserélőnél alkalmazott műszaki változtatások következtében az alkáli-problémák megszüntethetők. Igen érdekesek a módosított hőcserélőkkel elért japán tapasztalatok, ahol félüzemi berendezésen végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy nagyobb teljesítmények érhetőek el, mint a jelenlegi berendezésekkel. Javulás mutatkozott a fajlagos tüzelőanyagfelhasználásban is és ezen a téren további fejlődés várható. A klinkerörlés területén kevés remélhető, noha elméletileg lehetséges tökéletesíteni a hatékonyságot. A szállításban és elosztásban is sürgetően szükség van új módszerek bevezetésére.

Automatizálás

Ez természetesen elkerülhetetlen. A korai szakaszban főként két probléma jelentkezik: egyrészt megbízható, tökéletes mintavevő berendezésre és annak műszerezésére van szükség, másrészt, ha megvan a berendezés, akkor pontos javítása és beállítása jelent problémát.

A munkaerő

Az utóbbi években jelentős költségtényező növekedéssel kellett szembenézni — ezek ugyan mások a világ különböző részeiben — azonban az összes között a munkaerőköltség a legtekintélyesebb. Ennek következtében fel kellett ismerni azt a ténytet, hogy a munkaerőre fokozott figyelmet kell fordítani. Kevesen értették meg, hogy a cementipar a személyzettől nagyobb és alaposabb tudást követel, mint a többi ipar, a diplomástól éppúgy, mint a betanított munkástól. Mind nagyobb súlyt kell helyezni a képzésre minden szinten, hiszen ez nagymértékben befolyásolja a gyártás gazdaságosságát.

Különböző szaktanfolyamokat rendeznek az oktató központokban; például kilenc hetes tanfolyamot, melynek három fő tantárgya van: a kémia, a gépészet és a közgazdaságtan. Szükséges vezetőképző tanfolyam is.

Környezetvédelem

Nagy és szerteágazó probléma. Rendkívüli nagy lépést tett meg a cementipar az elmúlt húsz év alatt a por-elhárítással kapcsolatban, azonban még mindig van tennivaló. A tökéletes megoldás komoly gazdasági problémát okoz, melyet minden egyes esetben gondosan, számszerűen értékelni kell.

Van-e komoly versenytársa a cementnek?

Nincs semmi olyan olcsó és könnyű anyag, mint a cement, ami a szállítást és a felhasználást illeti, és kilátás sincs semmi más hasonló anyagra a közel jövőben. Egyenletes — mintegy 4%-os — évi növekedés várható hosszú időre, világszerte. A felhasználási módban valószínűleg változás lesz.

(A cikk a Rock Products 1973. évi májusi számában található.)

Karasz Lajosné—dr. Szijj Ferenc

*

Az osztrák TYROLIT Kőszőrűszer-számgvár 250 millió schilling értékű éves exportjával — mely nagyobb az USA kőszőrűszerszám exportjánál — termelésének 75%-át szállítja külföldre. Ezzel az exporttal az osztrák cég a világ csiszolóáru termelésének jelentős részese. Az 1972. évi 350 millió schilling éves forgalom mellett a vállalat 30 millió schillinget leírásokból racionalizálási munkákra költött.

Figyelembe véve a világ 630 millió tonna évi acéltermelését, mely egyenletesen emelkedik, a kőszőrűszer-számgváraknak a közeljövőben nem lesznek értékesítési gondjai. A TYROLIT művek kooperációban dolgoznak a torinói FAMIR céggel, melynek speciális csapágygolyó-csiszoló gépeihez a kőszőrűszerszámokat az osztrák cég szállítja.

Ankét a polgári kőbányaüzemben

A Kőbányászati Egyesülés szervezésében augusztus 13-án megtartott ankét keretében az 1968-ban kezdődött rekonstrukció beruházói, tervezői, kivitelezői és üzemeltetési kiértekelését végezték el a polgári kőbányaüzemben. A megbeszélésen részt vettek: az Egyesülés vezetői, a tervezési, beruházási, műszaki fejlesztési osztály, a beruházó Dél-dunántúli Kőbánya Vállalat és az üzemeltető polgári üzem képviselői. Megjelentek továbbá az Északmagyarországi, Mátraidéki, Középdunántúli és a Pestvidéki Kőbánya Vállalat vezetői és küldöttei is. Az ankétot *Mészáros János* nyitotta meg, majd *Szücs János* ismertette a régi üzemet, a rekonstrukció célját, a megvalósult új technológiát, az eredményeket és beszélt a beruházás folyamán felmerült számos problémáról, valamint azok megoldásáról.

Az üzem régi technológiája szerint csak 0/20 és 20/120-as zúzottkővet állítottak elő, évi 500 ezer tonna kapacitással. A bányában XII-es pofás előtörő dolgozott meddőleválasztással egy puffertárolóra, innen 600 mm nyomtávú kisvasúton szállították az anyagot az alsó telepre, ahol esillebukatón ürítették a csilléket, és egy vibrátor osztályozta a töretet az említett két frakcióra.

A rekonstrukció két fázisban került megvalósításra. Első ütemben elkészült az alsó telepen egy teljesen új üzenrész kialakítása, majd második lépcsőben sor került a belső szállítási korszerűsítésre.

Az alsó telepre érkező 0–250 mm-es előtört anyag kétsikű – 100 és 200 mm-es lyukbőségű darableválasztó vibrátorra jut, amelyről a 100–250 mm-es túlfolyó 2 db PB VIII-as pofás törőbe, a 0–140 mm-es töret pedig két szalagon és egy átöntő tornyon keresztül a siló-osztályozó épület tetején levő Binder vibrátorokra kerül. Az átöntő toronyból közvetlenül is elszállítható a 0–140 mm-es egyszerű, illetve kétszertört anyag keveréke. A darableválasztó vibrátor első síkjáról lefolyó 20–100 mm-es anyag a VIII-as utántörők kikerülésével jut az osztályozótérbe, vagy közvetlenül értékesíthető. A 0–20 mm-es áthulló anyag pedig a meddő-hányóra kerül.

Az osztályozó tér 2 db SS 1600 × 5700 G. tip. Binder vibrátorra 6 frakcióra osztályozza az anyagot, amely egy-egy silócellába hullik. A túlfolyó + 55 mm-es anyag vibrációs adagolóval ismét bejuttatható a VIII-as utántörőbe. A frakciók közvetlenül gépkocsiba, vagy egy szalagon keresztül vagonba rakhatók. A vagonrakó szalagra egy-egy hidraulikus vezérlésű elzáró szegmensű csúszdán kerül az anyag. Az elzáró szegmensnek nyitása-zárása távirányítással történik.

A beruházás második ütemében a belső szállítást korszerűsítették. A kisvasúti szállítási kiiktatása után három darab 1000 mm heveder-szelességű, összesen 562 m hosszú szállítószalag viszi az előtört anyagot közvetlenül a darableválasztó vibrátorra.

Az új üzem kapacitása 600 ezer tonna/év, 30 millió forint kivitelezési költséggel. A kivitelezési munkák 1969 novemberében kezdődtek és 1972 februárjában fejeződtek be. Az üzem tervezése során egyéb, később megvalósítható lehetőségeket is figyelembe vettek: gyorsan bővíthető utántörő kapacitás, receptúra szerint kevert anyagok előállítás, csatlakozása a később kiépülő depozó berendezésekhez, NZ anyagok gyártásához szükséges előleválasztási lehetőségek biztosítása stb.

A beruházás előkészítésének, valamint a technológiának ismertetése után a résztvevők megtekintették a bányát, a belső szállítási berendezéseit és az alsó telepi üzemet, majd részletesen megvitatták a beruházói, tervezői, kivitelezői és üzemeltetési tapasztalatokat, és sok hasznos észrevételt tettek. Többen ismételtek a tervezők üzemlátogatásának szükségességét. Figyeljék az eredményeket, okuljanak a hibákon és az üzemek is időben hívják fel a figyelmet a hiányosságokra.

Pallos Imre

Az üvegművészeti szakcsoport tanulmányútjáról

1973. július 24–25-re, az SZTE Üvegművészeti Szakcsoportja „Motívumgyűjtés” címmel ankétot szervezett.

Az ankét célja az ÜM. Ajkai Üvegyár újabb automatáinak megtekintése és a szombathelyi SMIDT MŰZEM üveganyagának tanulmányozása volt.

A Csoport az Üvegipari Bemutatóterem előtt gyülekezett, s indulás előtt a résztvevők megtekintették a Bemutatóterem kirakataiban és raktáraiban levő üvegtárgyakat.

Először az ajkai gyár mintatermét látogattuk meg. A mintaterem azt a készlet- és diszmiáru választékot tartalmazza, amelyet a gyár általában a megrendelőnek kínál és folyamatosan gyárt.

Kötetlen beszélgetés keretében rövid beszámolót kaptunk *Vadásziné Németh Magda* és *Fábray János* jabloncei kiküldetéséről; az ott látott, főként hutakész diszmiáruk fotóiban vissza nem adható színeiről és kivitelezésük minőségéről.

Ezután az ajkai tervezők kalauzolásával sor került a belga pattantó és szájbecsizoló, valamint a dekoresszóoló automata megtekintésére.

Munkában találtuk az új savazó-csarnokban működő savazóautoma-

tát és a körülötte foglalatokoskodó munkásokat. Az automata több, nehéz fizikai és egészségre káros munkafolyamatot végez ömállóan. Ilyen például a fluor- és kénsav megfelelő arányú elegyítése és folyamatos utánadagolása (ami az ún. „savfáradás”-t és ezzel az áru fényesedésének csökkenését kiküszöböli); vagy a fényesítő ólomkristály tárgyak savban-erősítése és első öblítése, ami mind-egyedül kézi erővel történt és végzésük közben (a legkorszerűbb elszívó berendezés mellett is) elkerülhetetlen volt az élő szervezetre veszélyes savgőz belélegzése. Este Szombathelyre városnézés volt.

25-én a Csoport napi programját a SMIDT múzeum megtekintésével kezdte. XVII–XVIII. századbeli színes, szintelen, festett és „überfang”, csiszolt és gravírozott kelyhek, palackok, fürdőpoharak és egyéb üvegedények gazdag kiállítását láthattuk a dr. *Smidt* nyugdíjas sebészfőorvos magángyűjteményéből berendezett és általa vezetett múzeumban. Élmény volt beszélgetni a különösen sokoldalú, idős műgyűjtővel, aki nagyértékű üvegyűjteményével párhuzamosan még sok különféle műtárgyat, többek között 1848-as díszes lőszertartókat, fegyvereket, múlt századi ruhaviseleteket, ókmányokat, különböző festményeket és rajzokat bocsátott megtekintésre.

Ezután az üvegtervezők a római-kori emlékeket látogatták meg, majd a most színpadi játékoknál felhasznált Isis-szentélyt, a Szekesegyházat, Szombathely nagy múzeumának kőtárát és különösen szép, fafaragásokban gazdag népművészeti kiállítását.

Hazafelé csoportunk a jáki templomot tekintette meg, – a tervezetnél guzdagabbra bővült program befejezőeként.

Lapszánszky Krisztina

*

A Szilikátipari Tudományos Egyesület kaposvári csoportja 1973. VII. 17-én a Balatonszentgyörgy II. téglagyárban a „Kotzián Raymund” díj elnyerése alkalmával klubnapot tartott.

A klubnap alkalmával a Balatonszentgyörgy II. téglagyár elért eredményei kerültek elemzésre.

Fehér József igazgató elvtárs megnyitójában méltatta a „Kotzián Raymund” tiszteletére alapított díj jelentőségét.

Illés Ferenc műszaki igazgatóhelyettes ismertette azokat a műszaki intézkedéseket, melyeket a gyárnál végrehajtottak, annak érdekében, hogy a gyár eredményesen gazdálkodjon.

Dr. Vermes György gazdasági igazgatóhelyettes értékelte a Balatonszentgyörgy II. gyár gazdasági eredményeit és összehasonlította a teskándi és kőröshegyi téglagyárak eredményeivel.

Németh Rezső előadásában 4 témakörben foglalta össze azokat a szervezeti intézkedéseket, melyek a

gyár eredményes munkájához hozzájárultak:

- égetett áru szállításának megszervezése.
- a karbantartó létszámmal a szakképzettség színvonalának emelése mellett a gépek tökéletes javítása,
- a dolgozóknak a megfelelő anyagi és szociális ellátottság biztosítása,
- a szocialista brigádmozgalomban rejlő segítségadás kihasználása.

A klubnap után a résztvevők megtekintették a gyárat. *Keller Antal*

A *Durvakéramiai Szakosztály Pécsi Csoportja* 1973. augusztus 23-án Bátaszéken ankétot rendezett, melyen a csoport tagjain kívül részt vettek a társ csoportok képviselői is. Az ankétot *Zacomer János* igazgató ismertette a bátaszéki beruházást, tájékoztatást adott annak jelenlegi helyzetéről. *Angster József* műszaki igazgatóhelyettes szaritás elméleti ismertetés keretében értékelte a Rovigó szaritók működését. *Almás László* és *Beidek András* a szaritók és a kemencék szabályozási rendszerét ismertette. Végül *Szegletes Emil* öszszefoglalta a hazai alagútkemence olajfűtő kísérletek eddigi eredményeit és ismertette a Steimer—Perfect típusú olajfűtőt. *Gáll Lajosné*

Egyesületünk *Iparművészeti Szakcsoportja* 1973. augusztus 23—24-én Siklóson 2 napos ankétot tartott, melynek első programpontjaként *Peter Wingquist* finn iparművész az „Arabia” gyár tervezője, színes diavetítéssel egybekötött előadást tartott a finn iparművészetről, formatervezésről. Az előadás első részében színes diavetítés során képet kaptunk az „Arabia” gyár gyártmánystruktúrájáról. Nemesak porcelánt, köcdényt, tűzálló és zomán edényeket, hanem szanifort és üvegeket is gyártanak. Termékeik mind formatervezettek; néhány a legjobbak közül: az „Ádám”, „Éva”, „Paradizom” köcdény készletük egy formacsalád, különböző szín és díszítés megoldással. A „LIEKKI” tűzálló edényük mind formailag, mind minőségileg a világon egyedül álló. A laboratóriumi vizsgálát szerint +400 fokórá lehűthető károsodás nélkül.

Az „EKÉNÁS POTTERY” 44 000 négyzetméter területen fekvő modern szaniter gyár. Napi teljesítménye 3500 db porcelán szaniter. Öszszehasonlítás képpen a Budapesti Porcelángyár napi átlag termelése kb. 1500 db. Az éves tervük félmilión felüli db szám, ami kb. 7000 tonnát jelent. Központi vezérlésű maszszagyártó, öntő és szállító mázólo égető szalagokkal dolgoznak. Az automatikus technológiai megoldás állandó jó minőséget biztosít. A három, egyenként 90 méteres alagútkemencéjüket butángázzal fűtik.

Az előadás második részében szervezeti kérdésekről volt szó, Finnországban 180—200 iparművész él, ezek közül 70—80 kizárólag művészeti munkát végez. Az „Arabia”

gyár létszáma 1900 fő, 20 tervező iparművészt foglalkoztatnak. Az iparművészek közül tízen designörök, akik a széria gyártás terveit készítik. A feladatokat egyénileg, néha csoportosan végzik (a formát és díszítést más-más személy készíti). Kötetlen munkaidőben dolgoznak, kutató munkát is végeznek, külön-külön tervező helyisége van minden tervezőnek. A tíz designör munkáját négy képzett gipszes szakember segíti. Egyéb munkákhoz is megfelelő számú és képzettségű szakember áll rendelkezésükre. A tervező csoport többi tagja, szám szerint tízen, egyedi darabokat tervez, melyeket névgyükkel látnak el. Ha a tíz ember közül valaki nyugalomba vonul, vagy más módon távozik, helyét nem töltik be hazai iparművésszel, hanem 3—6 hónapos időtartamra külföldi művészt hívnak meg: így is biztosítják a friss szellemet környezetükben.

A tervező munkáját egy központi művészeti vezető irányítja. Az alkotó jogokat tiszteletben tartják, termékeiken csak a tervező bejegyzésével változtatnak. A kollektíván belül is jó az öszszhang, hetenként egyszer öszszetülnek és az előző heti munkájukról véleményt mondanak egymásnak. A finn nyelven tartott előadást *Csentei Éva* iparművész és *Dr. Vargha Gyula* tolmácsolták.

A második előadás művészettörténeti jellegű volt. *Dr. Vargha Gyula* színes diavetítéssel, korabeli zenei aláfestéssel bemutatta Pécs város műemlékeit, majd a moldvai kolostorok csodálatosan szép freskóit. Az előadás mindkét része igen színvonalas művészettörténeti ismerettel készült.

Augusztus 24-én *Garányi József* keramikus művész színes diavetítéssel mutatta be a magyar kerámia jeles alkotóit és alkotásait. A sort *Gábor István* Kossuth-díjas keramikussal kezdte, utána *Kovács Margit*, *Gorka Géza* és *Gorka Livia* kerámiáit láthattuk, majd izelttöt kaptunk fiatal művészek munkáiból.

Az előző napon látottakat és az előadáson bemutatott alkotásokat öszszvetve megállapíthatjuk, hogy kerámia művészetünk rangos helyen áll. *Garányi* magyar nyelvű előadását *Brant Ágoston* herendi kollegánk fordította franciára.

Végül *Juosas Adomins* litván iparművész tartott előadást a vilniusi kiállításokról. Az előadás keretében a Szovjet Szocialista Közlársaságok kerámia művészetének forma és szín-gazdagságáról kaptunk átfogó képet.

A különböző népművészeti gyökerekből táplálkozó kerámiák gazdag témakincsükkel és kimeríthetetlen formáikkal minden igényt kielégítenek.

A kőtnapos program gazdag tapasztalatokat nyújtott a résztvevőknek. *Léhelné Rozsos Janka*


A Szilikátipari Tudományos Egyesület és az Énergiaüzemeltetési Tudományos Egyesület Hőszigetelő Munkabizottságainak közös rendezésében 1973. szeptember 25-én *Jean*

Dauckaert úr a Saint Gobain cég tanácsadó mérnöke „Az ipari (melegtechnikai) szigetelés helyzete és perspektívái” címmel, nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott a Hőtechnikai Vállalat előadótermében. Előadásában ismertette a korszerű épület- és ipari hőszigetelés anyagait, azok jellemző tulajdonságait, a hőszigetelő anyagok szerelésének alapelveit. Többek között felhívta a figyelmet a mesterséges, szilias szigetelőanyagokkal szemben túmasztott követelményekre: a szilak lehetőleg hosszúak legyenek, átmerőjük a lehető legkisebb legyen, szük mérettartományban, a szilak megfelelően legyenek hőkezelve, a késztermékben ne legyen szállá nem alakult anyag. A szilak hosszától függ a nemez tulajdonsága, a szilakmértől függ a hővezetési tényező, a hőkezelés biztosítja a szilak rugalmasságát, a szállá nem alakult anyag növeli a szigetelőanyag súlyát.

Épületszigeteléshez a kis testsűrűségű szilias termék vízszintes helyzetben alkalmazható, ha a szigetelőnek semmilyen terhet nem kell hordania; a közepes testsűrűségű szilias termék függőleges helyzetű szigetelésre alkalmas, a nagy testsűrűségű termékéből készíthetők az önhordó, vagy teherhordó szigetelések. Meleg szigeteléshez — a kontinensen — alacsony hővezetőképességük miatt a szervetlen szilias anyagok terjedtek el, gyakorlatilag nulla mechanikai szilárdságuk ellenére. Az angolszász országok a szigetelés nyomószilárdságát, tartósságát tartják fontosabbnak az alacsony hővezetőképességgel szemben. Ezért az angolszász elvet követő országokban a nátriumszilikáttal ragasztott termékeket alkalmazzzák, a szigetelőanyagtól 2,0 kp/cm² nyomószilárdságot követelnek meg, megelőgszenek a közepes hővezetési tényezővel és kis mechanikai vélettséget biztosító vízzáró külső burkolatot alkalmaznak. A kontinensen a szigetelőanyag szilárdsága 0,02 kp/cm² alatt van, a szigetelés mechanikai szilárdságát külső védőburkolat biztosítja. A 20 °C alatti „hideg” szigetelésnél fontos a vízgőz-behatolás megakadályozása, ezért a szigetelés meleg oldalán levő vízmentesítő-, vízzáró réteg a hidegszigetelés kulcskérdése. A vízmentesítő rétegnek habüveg alkalmazása esetén nincs jelentősége.

Az előadó végezetül ismertette a gazdaságos szigetelési vastagság számításának alapelveit, majd vitatott képekkel a hőszigetelések alkalmazásának számos példáját mutatta be.


Az előadásához *Mattyasovszky Zsolnay Tamás*, *Rab Béla*, *Udvardy Károly*, *Tóth József*, *Zsomboly Sándor* szölkak hozzá. Részben elismerték a TEL-ananyagok előnyeit, részben gyakorlati kérdéseket tettek fel a szigetelések kivitelezése során felmerült problémák megoldására. Az előadó a felvetett kérdésekre részletes felvilágosítást adott. A rendezvényen a hőszigetelőanyagot-gyártók, felhasználók és tervezők közül 73 fő vett részt. A rendezvény jó példája a társeszesületek közös eredményes munkájának. *Mattyasovszky Zsolnay Tamás*



Közutak, vasutak, repülőterek, hidrotechnikai és ipari létesítmények, hivatali és lakóépületek építésénél és javításánál eredményesen alkalmazhatók a

PDSZU-200 típusú mozgatható zúzó-osztályozó berendezések

A PDSZU-200 típusú gépek

- vulkanikus, üledékes és homokos-kavicsos bányaközetek feldolgozását végzik;
 - legnagyobb teljesítményük óránként 200 m³;
 - 11 különböző adagoló, osztályozó, zúzó és szállító gépegységből állnak, melyek önálló technológiai műveletek elvégzésére képesek;
 - bármilyen zúzottkő-igényt kielégítenek;
 - lehetővé teszik a különböző technológiai rendszerek összehangolását, a feldolgozandó bányaközetek fajtájától és a különböző árucsoportok szemcsenagysága, valamint mennyisége iránt támasztott követelményektől függően.
- 



MACHINOEXPORT

☎ 14715-42 📍 SSSR MOSKVA 117330 📞 7207 📍 MOSKVA V-330

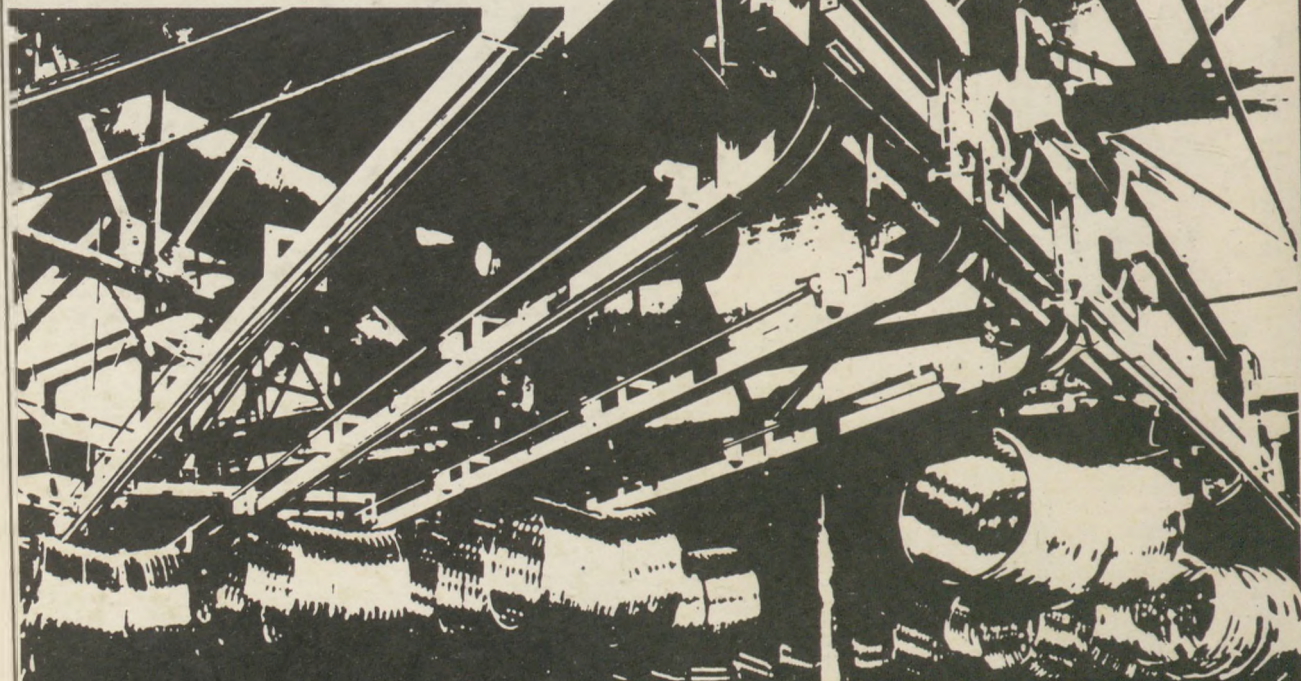


HAFE
KONVEJOR



KING

LICENC



Láncolat, amely behálózza az ipart

Korunkban az iparnak szinte nincs olyan területe, amely nélkülözhetné az anyagmozgatás egyik leghatékonyabb eszközét, a konvejtort. Mérnökeink készek arra, hogy anyagmozgatási problémáikat megoldják.

Gyártja :

Hajtóművek és Festőberendezések Gyára
1522 Budapest XI., Fehérvári út 98
Tel.: 450-550. Telex : 22-5168

Vegyék Igénybe díjtalan tanácsadó szolgálatunkat.

Alkalmazástechnikai tanácsadás :
Anyagmozgatási és Csomagolási Tanácsadó Iroda
HAFE—KING ENGINEERING
1085 Budapest VIII., Rigó utca 3
Tel.: 139-479. Telex : 5664

