

302.935

17
1975



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

8

XXVII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1975 AUGUSZTUS
EPITAA 27 (8) 281–320 (1975)

A mész- és cementipar,
az üvegipar,
a finomkerámia, a téгла-
cserép- és kő-, kavicsipar,
a szigetelőanyagok ipara
tudományos szakirodalmi
folyóirata

TARTALOM

Nagyfinomságú őrlmények előállítására	281
Beke Béla: Néhány szó a mechanokémiáról	282
Dr. Grofcsik János 85 éves	283
Opoczky Ludmilla: Újabb eredmények az őrlést segítő anyagok hatásmechanizmusának kutatásában	284
Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Őrlést segítő anyagok hatása az őrleményekben fellépő tapadó erőkre	290
Dombrowe, H.—Drescher, G.: Őrlést segítő anyagok hatása a cement elektromos ellenállására	294
Nagy Mihály: Őrlést segítő anyagokkal végzett őrlési kísérletek a Tatabányai Cementgyárban	298
Koltai Imre: Őrlést segítő anyagok alkalmazásának tapasztalatai a DCM-ben	302
Turbéki J. Péter: MAVEKLIN-KL őrlést segítő anyagokkal folytatott kísérletek a Lábattani Cement- gyárban	304
Scheibe, W.—Dombrowe, H.: Őrlést segítő anyagok üzemi alkalmazása az NDK-ban	306
Mrákovicsné Török Katalin: Mészőőrítés, őrlést segítő anyagokkal	307
Scheer, L.—Mrákovicsné Török Katalin—iff. Péntek László: MAVEKLIN-nel végzett félüzemi kísérletek értékelése	309
iff. Péntek László: Hozzászólás az őrlést segítő anyagok alkalmazásának kérdéséhez	312
Kitüntetettjeink	313
Gallyas Miklós—Gémesi József: Vibrációs golyósmalom üzemi paramétereinek meghatározása radio- aktív nyomjelzéssel	314
Konferencia-hírek	318
Hírek az iparból	319
Egyesületi élet	297, 320

СОДЕРЖАНИЕ

Beke B.: Несколько слов о механохимии	282
Опоцки, Л.: Новые результаты в области исследования механизма влияния ПАВ	284
Шейбе, В.—Домброве, Х.—Херманн, Р.: Влияние ПАВ на силы адгезии, действующие между частич- ками продукта помола	290
Домброве, Х.—Дресчер, Г.: Влияние ПАВ на электрическое сопротивление цемента	294
Надь, М.: Результаты заводских экспериментов по применению ПАВ на Tatabányai цементном заводе	298
Колтаи, И.: Опыт применения ПАВ на Дунайском цементном заводе	302
Турбеки, П.: Результаты заводских экспериментов по применению МАВЕКЛИНА-КЛ на Лабатлань- ском цементном заводе	304
Шейбе, В.—Домброве, Х.: Опыт заводского применения ПАВ на цементных заводах ГДР	306
Мраковицне, Т. К.: Помол известняка с ПАВ	307
Шеер, Л.—Мраковицне, Т. К.—Пентек Л.: Результаты полужаводских экспериментов по применению МАВЕКЛИНА-КЛ при помоле известняка	309
Пентек, Л.: Краткое дополнение к вопросу применения ПАВ в цементной промышленности	312
Гацац, М.—Гемелиш, Й.: Определение эксплуатационных параметров вибрационной шаровой мель- ницы с помощью радиоактивных изотопов	314

INHALT

Beke, Béla: Einiges über Mechanochemie	282
Opoczky, Ludmilla: Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der Forschung des Wirkungsmechanismus von Mahl- hilfsmittel	284
Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Die Beeinflussung der Haftkräfte in Mahlprodukten durch Mahlhilfsmittel	290
Dombrowe, H.—Drescher, G.: Einfluss der Mahlhilfsmittel auf den elektrischen Widerstand von Zement	294
Nagy, Mihály: Mit Mahlhilfsmittel durchgeführte Mahlversuche in der Zementfabrik Tatabánya	298
Koltai, Imre: Erfahrungen mit der Anwendung von Mahlhilfsmittel in der Zementfabrik Vác	302
Turbéki, J. Péter: Mit dem Mahlhilfsmittel MAVEKLIN-KL durchgeführte Versuche in der Zementfabrik Lábatlan	304
Scheibe, W.—Dombrowe, H.: Betriebliche Anwendung von Mahlhilfsmittel in der DDR	306
Frau Mrákovits, Török, Katalin: Kalksteinvermahlung mit Mahlhilfsmittel	307
Scheer, L.—Frau Mrákovits, Török, Katalin—Péntek, László jun.: Auswertung halbbetrieblicher Versuche mit MAVEKLIN-KL	309
Péntek, László jun.: Beitrag zur Frage der Anwendung von Mahlhilfsmittel	312
Gallyas, Miklós—Gémesi, József: Bestimmung der Betriebsparameter von Schwingmühlen durch radio- aktiver Indizierung	314

CONTENTS

Beke, Béla: Some Words on Mechanicchemistry	282
Opoczky, Ludmilla: New Results in the Study of Effect Mechanism of Grinding Aids	284
Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Effect of Grinding Aids upon the Adhesive Forces Formed in Ground Substances	290
Dombrowe, H.—Drescher, G.: The Effect of Grinding Aids upon the Electric Resistance of Cement	294
Nagy, Mihály: Experimentation with Grinding Aids in the Tatabánya Cement Works	298
Koltai, Imre: Experimentation with Grinding Aids in the Danube Cement Works	302
Turbéki, J. Péter: Experimentation with MAVEKLIN-KL Grinding Aid in the Lábatlan Cement Works	304
Scheibe, W.—Dombrowe, H.: Plant Application of Grinding Aids in the GDR	306
Török, Katalin (Mrs. Mrákovits): The Grinding of Limestone in the Presence of Grinding Aids	307
Scheer, L.—Török, Katalin (Mrs. Mrákovits)—Péntek, László Jr.: Pilot Plant experiments with MA- VEKLIN-KL Grinding Aid	309
Péntek, László Jr.: Comments on the Application of Grinding Aids	312
Gallyas, Miklós—Gémesi, József: The Determination of Operational Parameters of Vibratory Ball Mills by Radioactive tracing	314

Szerkesztő bizottság:

Dr. Talabér József
(elnök)

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Pallos Imre

Szentmártony Gusztáv

Dr. Székely Ádám

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

Nagyfinomságú őrlmények előállításának elméleti és gyakorlati kérdései

Őrlési kollokvium: 1974. november 19-20

Nagyfinomságú őrlmények előállításával kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdések kutatásában a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet Cementosztálya, valamint a *Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg* között mintegy két éve folyik kétoldali tudományos együttműködés. Ez az együttműködés ma már olyan stádiumba került, amikor célszerű a részben külön-külön, részben közösen végzett munka eredményeinek összefoglalása, ill. szélesebb körű megvitatása.

Ilyen célkitűzéssel került sor a SzIKKTI Cementosztálya és az SzTE Cementszakosztályának Tatabányai csoportja közös rendezésében egy kétnapos őrlési kollokvium megszervezésére.

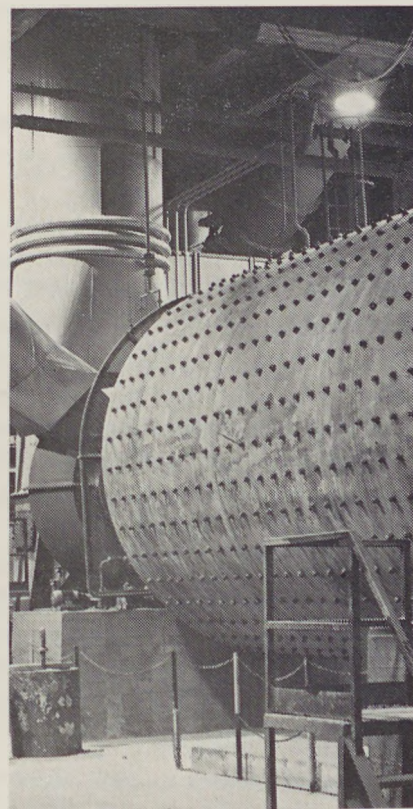
A kollokviumon összesen 14 előadás, valamint 15 hozzászólás, ill. kiegészítés hangzott el, részben külföldi, részben hazai szakemberek részéről.

Az előadásokat két témakör köré csoportosítottuk. Első nap került

sor az őrlést segítő anyagok alkalmazásával kapcsolatos elméleti kutatások újabb eredményeinek ismertetésére, és a gyakorlati tapasztalatok kicserélésére. Ezen a napon a vendéglátó házigazda szerepét az SzTE Tatabányai csoportja vállalta magára. Az élénk vitát kiváltó tanácskozás után az érdeklődők megtekintették a SzIKKTI Cementipari Kísérleti Üzemét, s megismerkedhettek annak igen sokoldalú tevékenységével.

A második napon a mechanika tárgyköréből hallhattunk igen értékes előadásokat és hozzászólásokat. A kollokviumon résztvevő mintegy hetven szakember egyöntetűen megállapíthatta, hogy a megvitatott téma időszerű, s különösen nagy jelentőségű az energiacsökkentési törekvések megvalósításában.

A kollokviumon elhangzott előadások anyagát lapunk hasábjain e számban, ill. a következőben bocsájtjuk minden — a téma iránt érdeklődő — szakember rendelkezésére.



Néhány szó a mechanokémiáról

BEKE BÉLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az előkészítéstan és művelettan szakkönyvei rideg anyagok aprítását még ma is a mechanikai műveletek fejezetében tárgyalják. Az aprítási termékkel szemben a továbbfeldolgozás technológiája azonban egyre szigorúbb követelményeket támasztott, főleg a finomság tekintetében. E követelményeknek eleget teendő az aprítási-órlési műveletek mind több, már nem a fizika-mechanika, hanem a fizikokémia-kémia tudománykörébe vágó jelenséggel találkoztak. Így alakult ki az elmúlt néhány évtized alatt a mechanokémiának nevezett tudományág.

Nem kívánunk itt a mechanokémia mások által már feldolgozott történetével foglalkozni, legfeljebb megemlítjük, hogy már a XVIII. századból is származnak idevágó megfigyelések. A nagynevű Faraday a XIX. század elején, Ostwald a XIX. század végén tett említést, ma mechanokémiainak tekintett jelenségekről. Az első rendszerezőnek, a tudományág megalapítójának Hedvallt tekintik, aki a rendelkezésre álló ismereteket 1912-ben foglalta össze.

A tudományág határai még ma is vitatottak, vannak, akik csakis a kémiai-sztöchiometriai egyenletekkel leírható folyamatokat sorolják ide, mások — és mi is — a mechanikai energiaközlés hatására végbemenő anyagszerkezeti változásokat is ide tartozónak gondolják.

Meggondolásainkat az aprításelmélet alapfogalmainak körébe kell illeszteniünk.

Kezdjük a definícióval

Az aprítási műveletnek három definíciójával találkozhatunk, a sorrend történeti — és vele együtt a finomabb termék felé mutató.

Aprításnak nevezzük azt a műveletet, midőn:

1. mechanikai energiaközléssel szilárd anyagok egyes darabjaiból, vagy azok halmazából kisebb

méretű, szabálytalan alakú szemcsék halmazait állítjuk elő,

2. mechanikai energiaközléssel a szilárd testeket darabolva, azokon új szabad felületet állítunk elő,

3. mechanikai energiaközléssel a szemcsék számának és méretének, a halmaz felületének változása kapcsán a kristályrács kötőerőiben is változást idézünk elő.

Az első meghatározás, már évezredekkel ezelőtt is ismeretes lehetett és főleg az aprítás durvább fokozatára, a törésre utal.

A második meghatározás Rittinger 100 év előtti, ma is figyelemre méltó elméletét tükrözi, a kémiai reakciókinetikában alapvető érintkezőfelületek létrehozására utal és már az aprítás finomabb fokozatának, az őrlésnek tartományára jellemző.

A harmadik definíció a közönségesen nagy finomságúnak nevezett őrlési fokozat jelenségeire utal. Figyelemre méltó a szövegezésben, hogy nem a méretek csökkenését, vagy a felület növekedését, csak azok — pozitív vagy negatív irányú — változását kívánja.

És ezzel eljutunk az üzemi finomőrlés legnagyobb akadályához, a finomőrlés fokozatában fellépő agglomeráció kérdéséhez.

Évtizedek óta ismeretes, hogy ha az őrlési finomság növelése érdekében az energiaadagolást növeljük, egy bizonyos határon túl a korábban lemezsedésnek nevezett jelenség mutatkozik, a finomság nem nő, a már aprózódott szemcsék összeállnak.

E jelenségek magyarázata a korszerű őrléseméleti kutatásokban szinte központi helyet foglal el, a téma vizsgálata a mechanokémia alapjaihoz vezet.

A jelenség vizsgálata két lépcsőben célszerű. Egyedi aprítás esetén megállapítást nyert, hogy

bizonyos szemcseméret alatt, a mikronos nagyságrendben a rideg anyagok nyomóigénybevétel hatására már nem törnek, hanem fének módjára mikroplasztikusnak nevezett alakváltozást szenvednek. (A Rumpf iskola vizsgálataival.)

Kollektív folyamatban, a szemcsék és behatások igen nagy száma esetén a fének módjára viselkedés agglomerációhoz, a fének hegesztéséhez hasonlítható jelenségekhez vezet. A jelenség fizikokémiai oldalát nem érintve, az energetika nézőszögéből azt kell mondanunk, hogy az energia helyi túlادagolása okozza a szerkezetvizsgálati módszerekkel, pl. röntgenográfiával követhető strukturális változásokat. Ez pedig azt jelenti, hogy az elterjedt felfogástól eltérően az aprítás energetikai eredménye nem csupán — és nagyfinomságú őrlésnél túlnyomóan nem — a felületi energia növekedésében, hanem a rácsszerkezet energiaszintjének növekedésében mutatkozik, összhangban az említett harmadik definícióval.

A kollektív, üzemi finomórlés tekintetében ez a Hüttig által az 50-es években kimutatott „őrlési egyensúly” állapotának elérését jelenti. Nevezetes

kísérletében először rézport, de utóbb rideg anyagokat (pl. márványt) az agglomerációs határon túl, vagyis már a kollektív szemcsenyagobbodásig őrlött. A finom és durva frakciót szétszítva, s azokat külön-külön őrlve, a finom frakciónál durvulást, a durva frakciónál finomodást ért el, a két frakció közel azonos „egyensúlyi” szemcseméret-eloszlásával.

A struktúraváltozások okozta energiaszint-növekedés az anyagok kémiai reakcióképességét növeli. Ez a jelenség mechanikai aktiválás néven, a kutatási eredmények mellett ma már az ipari gyakorlatba is bevonult.

A mechanokémia gyakorlati problémái között legnagyobb jelentőséget az agglomerációnak felületaktív anyagok adagolásával való főkezése jelenti.

Az ezzel összefüggő bonyolult fizikokémiai jelenségek magyarázata ma is vitatott és az elméleti kutatómunka középpontjában áll.

Беке, Б.: Несколько слов о механохимии

Beke, Béla: Einiges über Mechanochemie

Beke Béla: Some Words on Mechanichemistry

Dr. Grofcsik János 85 éves



„Grofcsik János: a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár. Szilikátkémiai kutatásainak eredményei hozzájárultak a kerámiai ipar fejlődéséhez.” — Ennyi áll szűkszavúan az 1965-ben megjelent

Természettudományi Lexikonban dr. Grofcsik Jánosról, a Szilikátipari Tudományos Egyesület elnökségének, lapunk szerkesztő bizottságának tagjáról, a magyar szilikátipar és az egész magyar tudományos élet kiemelkedő egyéniségéről, aki július 20-án ünnepelte 85. születésnapját.

Mi azonban, akiknek szerencsénk van dr. Grofcsik Jánost közelebbről ismerni, mi tudjuk igazán értékelni, hogy mennyi mindent: milyen sok munkát milyen nagy tudást és milyen tiszteletre méltó eredményeket jelentenek a lexikon elismerő szavai.

Neve elvlaszthatatlanul összeforrt az utóbbi fél évszázad magyar finomkerámiaiparának fejlődésével. A Drasche-gyár műszaki igazgatójaként, később az Építésügyi Minisztérium munkatársaként sokat tett a termelés és fejlesztés, a szakemberképzés érdekében. 1950-től a Nehézevegypari Kutató Intézet osztályvezetője volt, és a szilikátkémiai, elsősorban a kerámiai kutatást irányította. Később a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékének professzoraként az oktatásba is bekapcsolódott, számos szakember vallja

tanítómesterének. 1957-ben vonult nyugalomba, ez azonban nem jelentette, hogy befejezte alkotó tevékenységét, azóta is a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben dolgozik. 1970-ben. 87. születésnapja alkalmából alkotó tevékenysége elismerésül a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntette ki.

A hazai és külföldi szaksajtóban számos közleménye jelent meg. „A mullit szerkezete, képződése és jelentősége” c. művét az Akadémiai Kiadó magyarul és angolul is megjelentette; „A kerámia elméleti alapjai” c. alapvető könyvét antikváriumokban is lehetetlen beszerezni. „A magyar finomkerámiaipar története”-t feldolgozó, közelmúltban megjelent munkája pedig napok alatt elfogyott a könyvesboltokból.

85. születésnapja alkalmából a Szilikátipari Tudományos Egyesület vezetősége és tagsága, az Építőanyag szerkesztő bizottsága és olvasói nevében tisztelettel és szeretettel köszöntjük „János bácsit” és azt kívánjuk, hogy jó egészségben sokáig maradjon közöttünk.

Újabb eredmények az őrlést segítő anyagok hatásmechanizmusának kutatásában

OPOCZKY LUDMILLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Őrlést segítő anyagok cementiparban való alkalmazása már világszerte nagy tért hódított. Felhasználásuk két területe a cementklinker finom őrlése, valamint a nyersliszt száraz őrlése [1—8].

1965—67 között a SZIKKTI-ben kiterjedt kutatásokat végeztünk ezen a téren. A laboratóriumi vizsgálatok sikeres ipari kísérletekkel értek véget [9—10].

A gyakorlatban elért pozitív eredmények mellett azonban még mindig nem tisztázódott az őrlést segítő anyagok hatásával kapcsolatos elmélet, ami gyakran azok helytelen alkalmazásához és ennek folytán nemkívánatos jelenségekhez (pl. fokozott porképződéshez) vezet. Ezért az utóbbi évek során folytattuk az őrlést segítő anyagokkal kapcsolatos kutatásokat, amelyek néhány eredményéről itt számolunk be.

2. Őrlést segítő anyagok hatásáról általában

Az őrlést segítő anyagok adagolásával a gyakorlatban a következő hatásokat kívánják elérni:

- a malom teljesítményének növelését azonos energiafelhasználás és azonos finomság mellett;
- a finomabb őrlemény előállítását azonos malomteljesítmény és azonos energiafelhasználás mellett;
- a körfolyamatos őrlésű malmokban — fentiekén kívül — a körbejárási tényezőnek és ezáltal az energia felhasználásának csökkentését azonos malomteljesítmény és azonos finomság mellett.

A felületaktív anyagok hatásmechanizmusával kapcsolatban a következőket kell figyelembe venni:

- a szilárd anyag őrlhetőségének javítását, ami a Reh binder-effektussal („adszorpciós szilárdság csökkentés”) hozható összefüggésbe,

— az őrlemény-részecskék egymáshoz való tapadásának és agglomerációjának csökkentését, valamint

— az őrleménynek a malomfalakra és őrlőtestekre való tapadásának csökkentését.

A többi hatások, így az őrlemény folyási tulajdonságainak megváltoztatása a malomban és szállítóberendezésben, valamint a nyersliszt homogenizálhatóságnak javítása, tulajdonképpen a részecskék egymáshoz való tapadása csökkentésének a következményei.

A felületaktív anyagok hatásának vizsgálatánál az aprításelméletből kell kiindulni.

Közismert, hogy az aprítás végrehajtásához az anyagi részecskéket összetartó kötőerőt kell legyőzni, mely Smekal [11] szerint 10^4 — 10^5 kp/cm² nagyságrendű. Ezt a nagy fajlagos igénybevételt a gépek által kifejtett erők ideális kristályok esetén nem képesek előidézni. A reális test szerkezete sohasem homogén, hanem általában többféle hibahelyet, makro- és mikrorepedést tartalmaz. A törés mindenkor az olyan repedésből indul, ahol az igénybevétel esetén a feszültségek csúcsértéket érnek el. Griffith a repedések kiszélesedésének, illetve a törés feltételeként legalább 10^{-2} cm körüli hosszú repedések jelenlétét tételezi fel, amelyeket „kritikus” vagy „primér” repedéseknek nevez.

Reh binder [12] szerint a szemcsék törését „ék” alakú repedések keletkezése előzi meg, amelyek nem „stabilak” és a külső erők hatásának megszűnése után újra bezáródhatnak. Ha viszont az őrlendő anyaghoz felületaktív anyagot adagolunk, akkor annak molekulái, ill. ionjai a test repedéseibe behatolva és azok falain adszorbeálódva egyrészt csökkentik azok felületi feszültségét, másrészt pedig megakadályozzák a repedések önzáródását. Ezzel több repedést nyerünk, amelyek a felületi egységen csökkentik az ellenállást a töréssel szem-

ben. Ehhez hozzájárul az adszorpciós rétegek szét-feszítő hatása, azaz az „ék”-hatás. A részecskék felületén adszorbeálódott anyag azok tapadását és az agglomerációt gátolja. Egy adott minőségű (adszorpciós aktivitás, molekulaméret) felületaktív anyag hatása az őrlési finomságnak megfelelően az őrlendő anyag természetétől függően jelentkezik.

Az őrlési folyamatot az elért diszperzitásfok függvényében vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az őrlemények finomságának változása tulajdonképpen két egymással szemben működő folyamat eredménye: az egyik a mechanikai diszpergálás, vagyis a szemcsék méretének csökkenése és felületének növelése, a másik — a szomszédos felületek között működő adhézió hatása, a széttört szemcsék nagyobb halmazokba való tömörödése, agglomerációja.

Ha a finomodási (diszpergálási) sebességet S_D -vel, az agglomeráció sebességét pedig S_{Ag} -val jelöljük, akkor alakulásuk — az őrlemény finomságának megfelelően — fentiek alapján a következő lesz:

Az aprítás megindításakor, amikor a repedések, pórusok száma nagy, az anyag aránylag gyorsan finomodik

$$S_D > S_{Ag} \quad S_{Ag} \text{ — elhanyagolhatóan kicsi}$$

Az őrlés előrehaladásával és a kis szemcsék számának növekedésével csökken a repedések, ill. pórusok száma és csökken az anyag finomodási sebessége is. Emellett megkezdődik az anyag tapadása, ami később agglomerációba megy át

$$S_D > S_{D_1} > S_{Ag} \quad S_{Ag} \text{ — min.}$$

Bizonyos finomság elérése után a finomodási sebesség minimumra csökken, illetve negatív értékekre megy át

$$S_{Ag} > S_{D_1}$$

A felületaktív anyagnak az őrlhetőségre gyakorolt pozitív hatása mindaddig nagy jelentőségű, ameddig

$$S_{D_1} > S_{Ag}$$

A kérdést az őrlendő anyag minőségi oldaláról vizsgálva megállapíthatjuk, hogy egy adott őrlési finomság-intervallumon belül az egyes őrlési szakaszok alakulását, vagy a törendő szemcsék egyedi tulajdonságai (keménység, porozitás, póruseloszlás, hibahelyek stb.) vagy pedig azok ún. kollektív tulajdonságai (azaz a tapadásra és agglomerációra való hajluma) döntően befolyásolják.

Ettől függően vannak:

a) könnyen őrlhető és tapadásra hajlamos anyagok,

b) nehezen őrlhető és tapadásra nem hajlamos anyagok, valamint

c) nehezen őrlhető és tapadásra, ill. agglomerációra hajlamos anyagok.

A felületaktív anyag hatása a felsorolt egyes anyagfajták szerint:

— vagy főleg a tapadás és agglomeráció csökkenésében (a)

— vagy főleg az őrlhetőség javításában (b)

— vagy pedig mindkettőben (c) jelentkezik.

Meg kell jegyezni, hogy míg a mészkövek között mindhárom típusú felsorolt anyag megtalálható, ugyanakkor a legtöbb cementklinker a harmadik, azaz a nehezen őrlhető és tapadásra, ill. agglomerációra hajlamos anyagok típusához tartozik. Így a felületaktív anyag hatása — a cement őrlési finomság-intervallumnak (500 cm²/g—3000—4500 cm²/g-ig) megfelelően — az őrlhetőség javításában és a tapadás, ill. agglomeráció meggátolásában jelentkezik, amit a következő kísérletek is bizonyítanak.

3. Kísérleti rész

Néhány üzemi klinker és egy klinkerásvány (βC_2S) példáján szeretnénk illusztrálni a felvázolt jelenségeket.

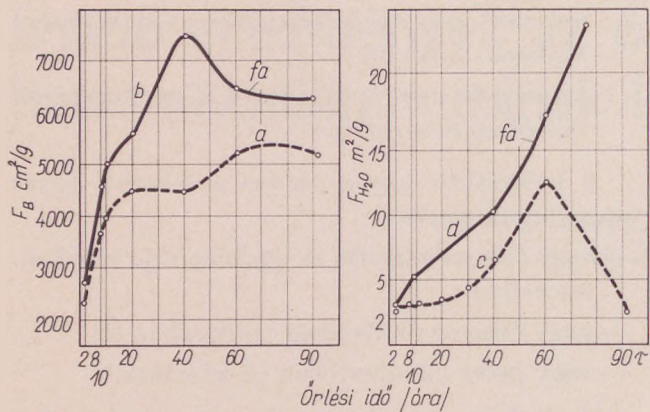
Az őrlemények diszperzitásfokának jellemzésére a Blaine-számot (F_{Blaine} cm²/g) és a teljes szemszerkezet (3 μ m-ig) mellett a vízgőz adszorpciós izotermák alapján meghatározott ún. „összes” fajlagos felületet (F_{H_2O} m²/g) használtuk. Ez utóbbi mérési módszert Juhász Zoltán [13] dolgozta ki, illetve alkalmazta a szilikátásványok tanulmányozása során. A cementklinker erősen poláros felületén a víz gőzfázisból is igen jól adszorbeálódik, s a kisméretű vízmolekulák az „összetapadt” szemcsék közötti felületekre is be tudnak hatolni.

3.1 βC_2S (β -dikalciumszilikát)

A βC_2S nehezen őrlhető és agglomerációra hajlamos anyag.

Az 1. ábrán mutatjuk be a βC_2S őrlemények — különböző módszerekkel mért — fajlagos felületének az őrlési idővel, felületaktív anyaggal (b, d görbék) és anélkül (a, c görbék) való változását.

A finomság alakulását meghatározó két ellentétes folyamat: a mechanikai diszpergálás és az agglomeráció, ezen az ábrán igen jól látható. A „külső” fajlagos felület (F_{Blaine} cm²/g) az őrlés kezdeti szakaszában (kb. 20 óráig, ill. 4500 cm²/g-ig) monoton növekszik, később már alig változik,



1. ábra. A „külső” (F_B) és az „összes” fajlagos felület (F_{H_2O}) az őrlési idő függvényében
 a—c — őrlést segítő anyag nélkül, b—d — őrlést segítő anyaggal

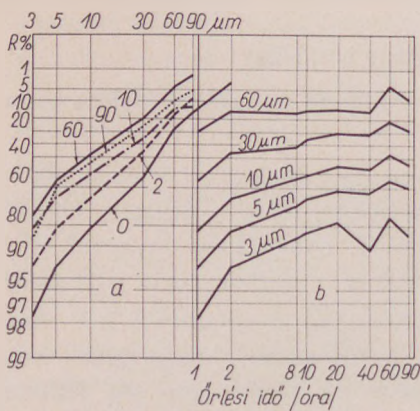
illetve kissé csökken is, ami az őrlemény agglomerációjára enged következtetni.

Az „összes” fajlagos felület (F_{H_2O} m²/g) az őrlési idővel maximum görbe szerint változik, éspedig az őrlés kezdeti szakaszában alig növekszik, azután pedig csökkenést mutat.

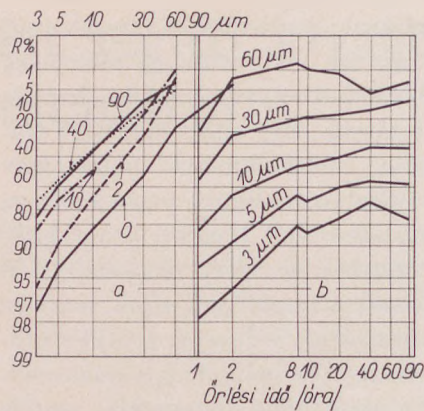
A βC_2S őrlésnek egyik jellegzetessége egyrészt, hogy a mechanikai diszpergálási szakasz eléggé elhúzódik (kb. 20 óráig, illetve 4500 cm²/g-ig), másrészt, hogy amikor nagy mechanikai energia bevitelével (nálunk az őrlési idő a mutatószám) sikerült már az anyagot bizonyos finomságig megőrölni, agglomerálódik és az őrleményben olyan tömör agglomerátumok keletkeznek, amelyekbe még a vízmolekula sem képes behatolni.

Az egyes őrlemények szemszerkezetének, illetve az egyes frakcióknak az őrlési idővel való változása (2. ábra) is azt bizonyítja, hogy a βC_2S nehezen őrlődik és igen hajlamos az agglomerációra.

A felületaktív anyag jelenlétében az őrlés lefolyása természetesen megváltozik. Azonos őrlési idő mellett mindig nagyobb fajlagos felületű, illetve finomabb szemszerkezetű őrleményeket kapunk



2. ábra. A szemcseösszetétel változása (őrlést segítő anyag nélkül)
 a) szemcseösszetétel (a számok az őrlési időt adják meg órákban)
 b) a maradék változása az őrlési idővel



3. ábra. A szemcseösszetétel változása (őrlést segítő anyaggal)

a) szemcseösszetétel (a számok az őrlési időt adják meg órákban),
 b) a maradék változása az őrlési idővel

(1. és 3. ábra). A „külső” fajlagos felület (F_{Blaine}) az őrlési idővel maximum görbe szerint változott, ugyanakkor a primér kristályok felülete, azaz az „összes” fajlagos felület (F_{H_2O}) az őrlési idővel gyorsabban és állandóan emelkedett (1. ábra, b és d görbék).

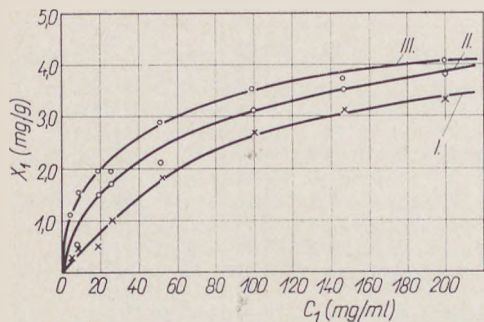
Meg kell jegyezni, hogy a felületaktív anyag jelenlétében — bár nagyobb finomságoknál — is fellép agglomeráció (1. ábra, b görbe). Ez azonban nem jár együtt az „összes” fajlagos felület (F_{H_2O}) csökkenésével, ami arra mutat, hogy a keletkezett agglomerátumok nem annyira tömörök, hogy azok belső felülete a vízmolekulák számára elérhetetlen lenne (1. ábra, d görbe).

Az őrlemények szemszerkezetének változásában a fentiekhez hasonlóan tendenciák figyelhetők meg (3. ábra). Megállapítható tehát, hogy a felületaktív anyag hatása a βC_2S őrlése esetén mechanikai diszpergálás, ill. a primér kristályok feltárásának könnyítésében (ami a Rehbinder-effektussal hozható összefüggésbe), valamint az agglomeráció meggátlásában egyaránt jelentkezett.

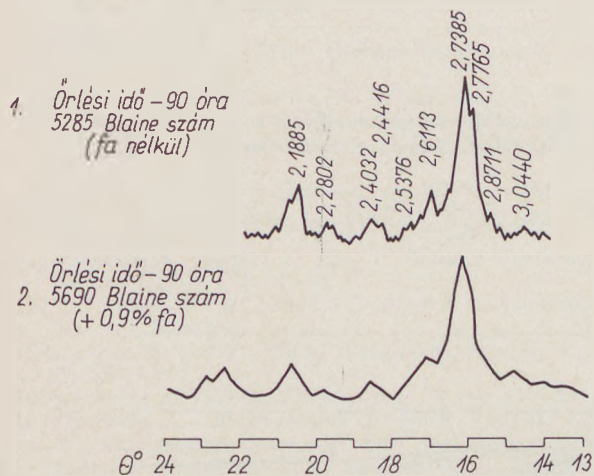
Mivel a felületaktív anyagok alkalmazása során egy adszorpciós jelenségről van szó, megkíséreltük a tirtanolamin (TEA) adszorpciós izotermáinak meghatározását βC_2S őrleményeken.

A SZIKKTI megbízásából a szegedi JATE Kolloidkémiai Tanszéke módszert dolgozott ki a tirtanolamin oldathól történő adszorpciójának meghatározására. Az ilyen módszerrel meghatározott adszorpciós izotermákat a 4. ábrán mutatjuk be.

A fajlagos adszorpció nagysága az őrlési idővel növekszik. Az adszorpciós telítettség 15—20 g/100 ml egyensúlyi koncentrációnál alakul ki. Az adszorpciós izotermák az ún. Langmuir-izotermá típusába sorolhatók és leírhatók a Langmuir-féle izotermá-egyenlettel. Így, ismert molekulaméretű



4. ábra. $\beta\text{C}_2\text{S}$ adszorpciós izotermája (TEA – MEK)



5. ábra. $\beta\text{C}_2\text{S}$ röntgendiffrakciós felvételek

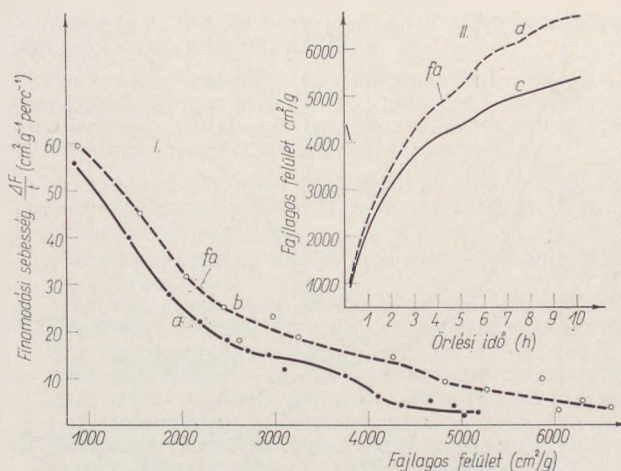
felületaktív anyag optimális adagolásának meghatározására — az őrlési finomság figyelembevételével — felhasználható a Langmuir-egyenlet. Röntgendiffrakciós vizsgálatokkal már korábban behoztunk [4], hogy az őrlés során nemcsak a $\beta\text{C}_2\text{S}$ részecskék mérete, hanem felületük szerkezete is változik. Ez utóbbi változás felületaktív anyag jelenlétében nagyobb mértékű (5. ábra).

3.2 Felületaktív anyagok hatása a cementklinkerek őrlése során

A cementklinker különböző fiziko-mechanikai tulajdonságokkal rendelkező anyagokból, illetve ásványokból (alit, belit, köztes-fázis stb.) tevődik össze, melyek az őrlési folyamatot különbözőképpen befolyásolják. Ha a klinker finomodási sebességének $\Delta F/t$ ($\text{cm}^2\text{g}^{-1}\text{perc}^{-1}$) változását az őrlési finomság függvényében ábrázoljuk, akkor valamennyi klinker esetén már három őrlési szakaszt figyelhetünk meg, éspedig „makro”- és „mikro”-őrlési, tulajdonképpen mechanikai diszpergálási, valamint agglomerációs szakaszt [15].

Vizsgáljuk ezeket a szakaszokat a felületaktív anyag hatása szempontjából néhány üzemi cementklinker esetén:

A tatabányai klinker esetén a három őrlési szakasz a következőképpen alakul (6. ábra):



6. ábra. Tatabányai klinker

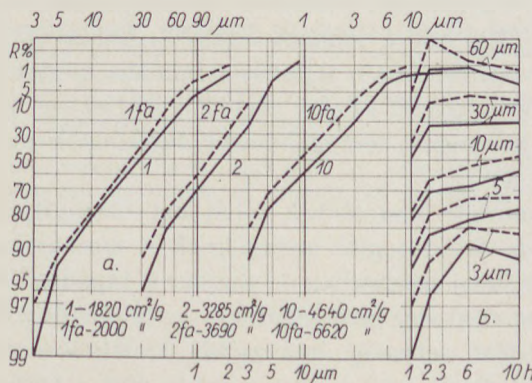
I. A finomodási sebesség ($\Delta F/t$) változása az őrlési finomság függvényében. II. Az őrlési finomság (PB) változása az őrlési idő függvényében. a—c — őrlést segítő anyag nélkül, b—d — őrlést segítő anyaggal

- „makro”-őrlés kb. $1500\text{ cm}^2/\text{g}$ -ig
- „mikro”-őrlés kb. $3000\text{—}3100\text{ cm}^2/\text{g}$
- az agglomeráció szakasza $3000\text{ cm}^2/\text{g}$ felett.

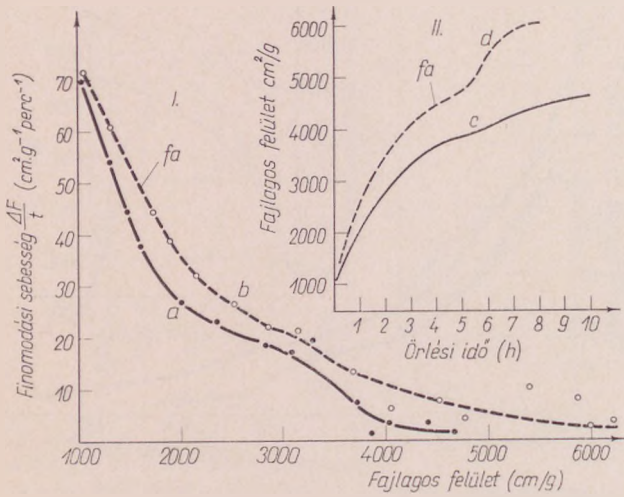
A finomodási sebesség (6. ábra) az „n”-egyenlete-ségi tényező, valamint az egyes frakciók változása (7. ábra) az őrlési idő, illetve őrlési finomság függvényében azt bizonyítja, hogy a tatabányai cementklinker esetén a mechanikai diszpergálási szakasz kb. $3000\text{ cm}^2/\text{g}$ fajlagos felületig tart (2 órás őrlés) továbbá, hogy e klinker az $1500\text{—}3000\text{ cm}^2/\text{g}$ fajlagos felületű tartományban különösen nehezen őrlődik [15].

A felületaktív anyag hatása az adott esetben a cementklinker őrölhetőségének jelentős javításában, illetve a finomodási sebesség növelésében, valamint az agglomeráció csökkentésében egyaránt jelentkezik (6. ábra b és d görbék).

A felületaktív anyag ilyen értelmű hatását a durvább frakciók ($>60\text{ }\mu\text{m}$ és $>30\text{ }\mu\text{m}$) mennyiségének csökkenése, illetve a finom frakciók növekedése (7. ábra) is igazolja.

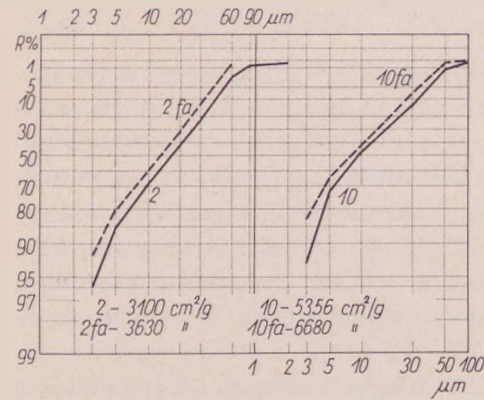


7. ábra. A szemcseösszetétel változása (tatabányai klinker) a) a szemcseösszetétel (a számok az őrlési időt adják meg órákban), b) a maradék változása az őrlési idővel



8. ábra. Lábatlani S-100 klinker

I. A finomodási sebesség ($\frac{dF}{dt}$) változása az órlesi finomság függvényében. II. Az órlesi finomság (F_B) változása az órlesi idő függvényében. a—c — órlest segítő anyag nélkül, b—d — órlest segítő anyaggal



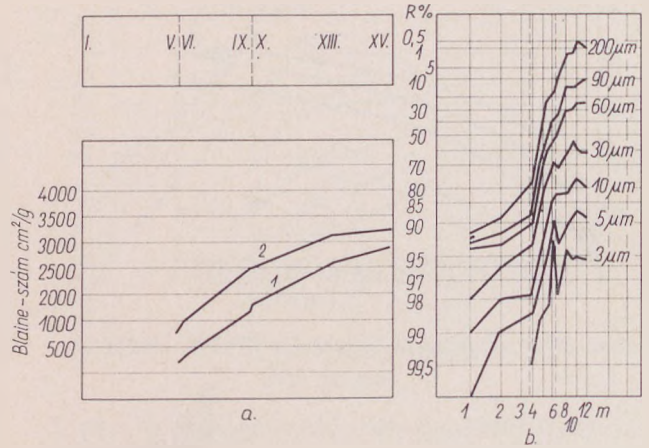
9. ábra. A szemcseösszetétel változása (lábatlani S-100 klinker)

(a számok az órlesi időt adják meg órákban)

Meg kell jegyezni, hogy az a nagymérvű tapadás — amely a ventiláció nélkül működő laboratóriumi malomban mindig nagyobb, mint az üzemi malmokban — a tatabányai klinker felületaktív anyag nélküli órlese esetén 1,5 óra órlesi idő után lépett fel, amikor a klinker finomsága elérte a 2500—2600 cm²/g fajlagos felületet. Felületaktív anyag jelenlétében a tapadás minimális mértékű.

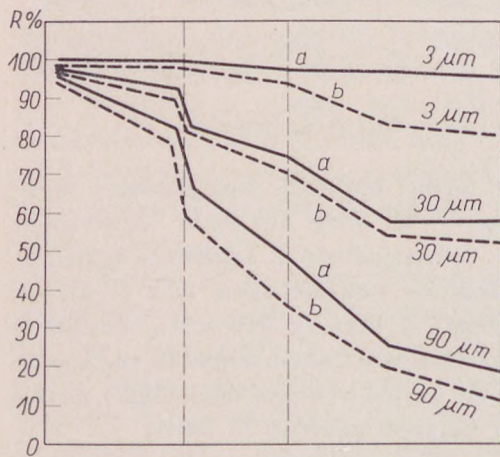
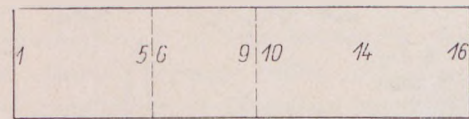
S-100 lábatlani klinker esetén a fentiekhez hasonló jelenségek, illetve hatások figyelhetők meg (8—9. ábra).

A kísérleti eredmények tehát azt bizonyítják, hogy az órlest segítő anyagoknak a mechanikai diszpergálási szakaszban — amikor a tapadás, ill. agglomeráció még nem jelentős — az örölhetőség és finomodási sebesség kedvezőbb kialakulásában megnyilvánuló hatása igen jelentős. Ezt a hatást csak a Rehbinder-effektussal, azaz „adszorpciós szilárdság csökkentéssel” tudjuk magyarázni.



10. ábra. Malomdiagram (órlest segítő anyag nélkül)

a) fajlagos felület változása, b) szemcseösszetétel változása



11. ábra. Malomdiagram (szemcseösszetétel változása)

a) órlest segítő anyag nélkül, b) órlest segítő anyaggal

Az üzemi körülmények között (órlest segítő anyag nélkül) felvett malomdiagramokon [16] — mind a fajlagos felület, mind a szemszerkezet alakulásának vizsgálata alapján — a kb. 3000 cm²/g fajlagos felületig terjedő mechanikai diszpergálási szakasz az agglomeráció szakaszától jól elkülöníthető (10. ábra).

A 11. ábrán látható üzemi malomdiagramból megállapítható, hogy a felületaktív anyag hatása már a mechnaikai diszpergálási szakaszon is jelentős, sőt — a felületaktív anyag megfelelő adagolása (porlasztás) mellett — már a malom első kamrájában is észlelhető. Ez utóbbi hatás különösen fontos a malom teljesítményének növelése szempontjából.

- [1] *Rojak, Sz. M.—Piroczkij, V. Z.* (1958): Naucsnie szoobsesenija NIICementa, 6 (37) Moszkva. (1960): Trudi NIICementa 14, p: 3—41, Moszkva. (1961): Sztoitelnie materialy, 7 N. 11, p: 33.
- [2] *Rojak, Sz. M.—Piroczkij, V. Z.—Macuev, N. Sz* (1964): Cement, 30 N. 5, p: 5.
- [3] *Grzymek, I.—Gustaw, K.—Ostap, K.* (1965): Cement—Wapno—Gips, XX/XXX, 1. (1966): Cement—Wapno—Gips, XXI/XXXIII, 297.
- [4] *Schneider, M.* (1969): Zement-Kalk-Gips, 12, 5, p: 193—201
- [5] *Seebach, H. M.* (1969): Zement-Kalk-Gips, 22, 5, p: 202—211.
- [6] *Krichtin, G. Sz.—Nudely, M. E.* (1973): Trudi NIICementa, Moszkva. (1973): Trudi NIICementa, Moszkva.
- [7] *Cihghi, Giorgio* (1972): Cement technology, may/june, p: 97—105.
- [8] *Scheibe, W.—Hoffmann, B.—Dombrowe, H.* (1973): Einige Probleme des Einsatzes von Mahlhilfsmitteln in der Zementindustrie. XI. SZILIKONF.-án elhangzott előadás.
- [9] *Opoczky, L.* (1969): Építőanyag, 21, 5. p: 188.
- [10] *Beke, B.—Opoczky, L.* (1970): Freiburger Forschungshefte A 408, Leipzig, p: 67—75.
- [11] *Smekal, A.* (1937): Z. VD. 1. Beihaft Verfahrenstechnik, Heft 1, p: 1—4.
- [12] *Rehbinder, P. H.* (1944): Poniziteli tverdoszti pri burenii, Moszkva.
- [13] *Juhász, Z.* (1969): MTA. Kémiai Közlemények, 31, p: 227—266.
- [14] *Opoczky, L.* (1966): Építőanyag, 18, p: 41—45.
- [15] *Opoczky, L.—Mrákovicsné Török K.* (1974): Rolle der Klinkerstruktur und der chemisch-mineralischen Zusammensetzung bei der Grob- und Feinmahlung. „11. Diskussionstagung Zerkleinerung und Kornvergrößerung“ — 1974. október 2-án elhangzott előadás.
- [16] *Mrákovicsné Török K.* (1965): ÉaKKI jelentése T. SZ. 969—65, Budapest.

Opoczky Ludmilla: Újabb eredmények az őrlést segítő anyagok hatásmechanizmusának kutatásában

Újabb kutatásaink során tovább tanulmányoztuk a cementklinker finomórlését kísérő egyes jelenségeket — aggregációt, agglomerációt, kristályszerkezeti változásokat — és ezzel összefüggésben az őrlést segítő anyagok hatását is.

Mivel a kutatások során megállapítást nyert, hogy a cementklinker finomórlési folyamatát nagymértékben a „belit” ($\beta\text{C}_2\text{S}$) befolyásolja, az üzemi klinkerek mellett modellanyagként szintetikus úton előállított $\beta\text{C}_2\text{S}$ -ot választottunk.

A cementklinker, ill. $\beta\text{C}_2\text{S}$ finomórlése során az őrlést segítő anyagok hatása a következőkben nyilvánul meg:

- mechanikai dispergálás könnyítésében;
- az „aggregáció”, azaz a szemcsék adhéziós erők hatására történő tapadásának megakadályozásában, ill. fékezésében;
- az „agglomeráció” azaz a szemcsék kémiai felületi erők hatására történő igen tömör tapadásának megszüntetésében, ill. gyengébb kötések irányába történő eltolódásában;
- a mechanokémiai aktiválásnak, ill. kristályszerkezeti változások létrejöttének elősegítésében.

Опоцки, Л.: Новые результаты в области исследования механизма влияния ПАВ.

Изучались явления, сопровождающие тонкий и сверхтонкий помол цементного клинкера — агрегация, агломерация, изменения кристаллической структуры — и в соответствии с этим также влияние ПАВ.

На примере двух цементных клинкеров и $\beta\text{C}_2\text{S}$, показано, что влияние ПАВ в процессе тонкого помола выражается в следующем:

- облегчении механического диспергирования (эфф-флект-Рейндера),
- предотвращении или же уменьшении „агрегации”, вызванной силами адгезии, действующими между частицами продукта помола,
- предотвращении или же уменьшении „агломерации” — очень плотного слипания мельчайшей частиц, вызванного поверхностными химическими силами,
- повышении степени кристаллоструктурных нарушений по сравнению с помолом без добавки.

Opoczky, Ludmilla: Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der Forschung des Wirkungsmechanismus von Mahlhilfsmitteln

Im Rahmen neuerer Forschungsarbeiten wurden einige Begleiterscheinungen — Aggregation, Agglomeration, kristallstrukturelle Änderungen — der Feinmahlung von Zementklinker, und in Zusammenhang damit, die Mahlhilfsmittelwirkung weiter beobachtet.

Da im Laufe der Forschungsarbeiten festgestellt wurde, daß das „Belit” ($\beta\text{C}_2\text{S}$) den Feinmahlprozeß von Zementklinker weitgehend beeinflußt, wurde neben dem betrieblichen Zementklinker, als Modellstoff, auf synthetischem Wege angefertigtes $\beta\text{C}_2\text{S}$ gewählt.

Im Laufe der Feinmahlung von Zementklinker, bzw. des $\beta\text{C}_2\text{S}$ ist die Mahlhilfsmittelwirkung durch folgende Erscheinungen zu beobachten:

- Begünstigung der mechanischen Dispergierung;
- Verhinderung, bzw. Beeinträchtigung der „Aggregation”, d. h. der durch Adhäsionskräfte bewirkten Haftung der Körnungen;
- Behebung, bzw. eine Verschiebung in Richtung der schwächeren Bindungen der „Agglomeration”, d. h. der durch chemische Oberflächenkräfte bewirkten recht festen Haftung der Körnungen;
- Begünstigung der mechanochemischen Aktivierung, bzw. des Zustandekommens kristallstruktureller Änderungen.

Opoczky, Ludmilla: New Results in the Study of Effect Mechanism of Grinding Aids

Phenomena, following fine grinding of cement clinker (e. g. aggregation, agglomeration, changes in crystal structure), and, in connexion, the effects of grinding aids were studied. After it has been verified that the process of fine grinding of cement clinker is affected primarily by its belite content, model grinding tests, using synthetic, chemically pure β -dicalcium silicate were executed too. The results confirmed that the effects of grinding aids manifest themselves in (i) facilitating mechanical dispersion; (ii) elimination (or retardation) of aggregation, i. e. the sticking of particles by adhesive forces; (iii) the elimination (or, at least decrease of the forces causing) agglomeration, i. e. the sticking of particles by chemical forces, resulting in the formation of very dense agglomerates; and (iiii) by promoting mechanical activation of change in crystal structures.

Őrlést segítő anyagok hatása az őrleményekben fellépő tapadó erőkre

SCH E I B E, W. — D O M B R O W E, H. — H E R R M A N N, R.
Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg, NDK

Bevezetés

A száraz finomőrlésnél az őrlési segédanyagok hatását általában két fő okra lehet visszavezetni, amelyek a következők:

- az őrléssel járó agglomerátumképződés csökkenése, illetve megakadályozása,
- az őrlendő anyag szerkezetének „gyengítése” a Rehbinder-effektusnak megfelelően.

Még a legújabb irodalmi adatok alapján sem tisztázható véglegesen, hogy a két tényező hogyan részesedik az összhatásban. Valószínű, azonban, hogy az agglomerátumképződés befolyásolása a nagyobb jelentőségű az őrlési folyamat során. A változás okaként valószínűleg a portömegben levő kisebb tapadóerőket kell megjelölnünk [1], amelyek ezenkívül az őrlemények előállításánál és további feldolgozásánál különböző mellékjelenségekre vezethetnek. Ez különösen az őrlemény folyósságának a malomban és az utána kapcsolt szállítási folyamatoknál tapasztalható javulásában jelentkezik.

Annak érdekében, hogy a cementőrlésnél az őrlemény tapadóerőinek az őrlési segédanyagok alkalmazása következtében fellépő változását közelebbről megvizsgálhassuk, tapadóerő méréseket végeztünk, melyekről a következőkben számolunk be.

1. Az alkalmazott mérési eljárás

A diszperz rendszerek folyékonyságának vizsgálata komoly helyet foglal el a mechanikai eljárás-technikában, mert a porok statikus és dinamikus viselkedése nagy jelentőségű a gyakorlat számára. Ennek jellemzésére különböző mérőműszereket vezettek be. Pl. már egy por határszögének meghatározása, vagy azon legkisebb nyílás átmérőjének mérése, amelyen a por magától átfolyik, lehetővé teszi a folyási tulajdonságok durva becslését [2].

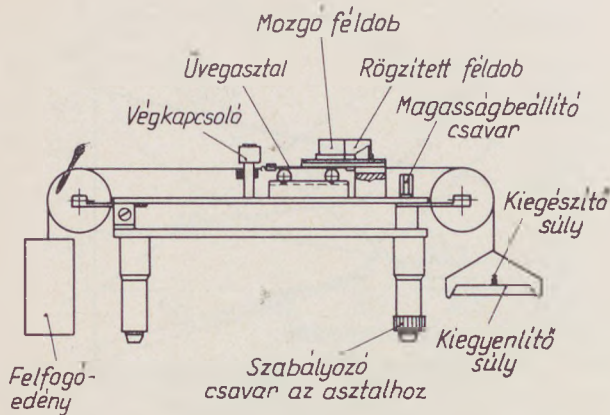
Egy diszperz rendszer részecskéi közötti tapadóerők kisebb különbségeinek felderítésére, amint azt az őrlési segédanyagok alkalmazásánál megkívánják, mindenesetre pontosabb eljárásokat kell alkalmazni. Itt elsősorban a dobozos nyírókészüléket [3—4], vagy a billenőasztalt [5] kell megemlítenünk, amelyek meghatározott feltételek mellett egy por-adag szétszakításához szükséges erők megállapítását lehetővé teszik, amelyekből, valamint a keletkező törésfelület nagyságától a σ_z szakítófeszültséget ki lehet számítani.

1.1 Tapadóerő-mérőkészülék

Mint hogy megfelelő mérőműszerek kereskedelmileg nem kaphatók, a Seebach [1] által alkalmazott tapadóerő-mérőkészülékre támaszkodva a Forschungsinstitut für Aufbereitung-ban, Freibergben egy saját mérőkészüléket fejlesztettünk ki. Sematikus felépítését az 1. ábra mutatja, az egész berendezés képe pedig a 2. ábrán látható.

— A kerek mérőcella (átmérője 49,5 mm; magassága 15 mm) egy rögzített és egy mozgó félből áll, üveglapra van felragasztva és három könnyen mozgó golyón nyugszik. A vizsgálandó port minden mérésnél egy szítán és egy sablonon keresztül homogéne a cellába töltik és végül egy esztergakkéssel a cella felső széle felett lesimítják. A berakott por tömegének mérésével az anyag tömörsége mindenkor meghatározható.

A mintának a mérőcellába történt bevitele után a mozgó féltok arretálását oldják és egy egyenesen növekvő húzóerőt gyakorolnak rá. Ennek kivitelezése úgy történik, hogy egy automata büretából addig adagolnak vizet egy felfogó edénybe, amíg a kifejtett húzóerő a por-adagot szétszakítja. Egy végkapcsolóval aztán a vízadagolás leáll és az adagolt mennyiséget digitálisan le lehet olvasni.

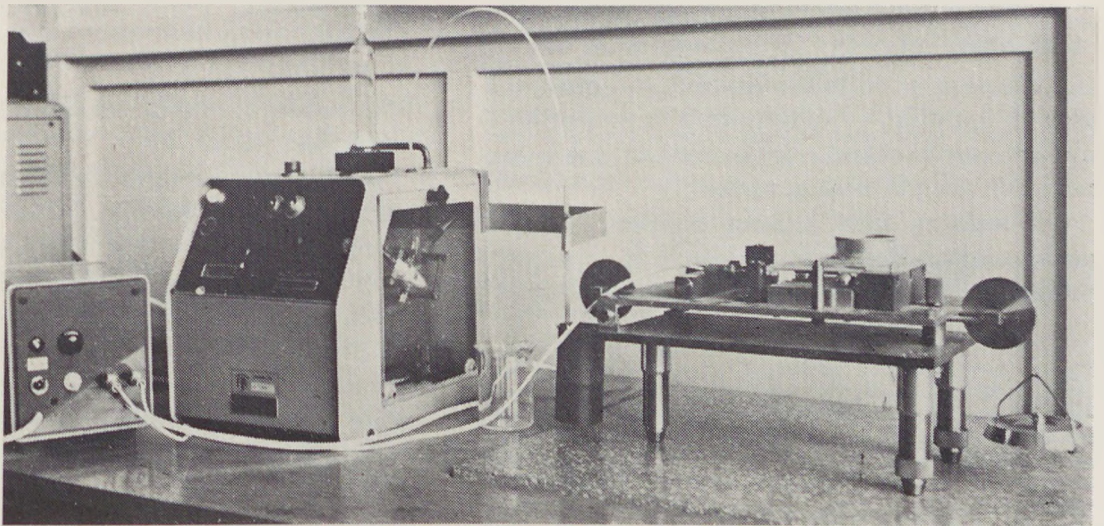


1. ábra. Tapadóerő-mérőkészülék sematikus vázlata (FIA gyártmány)

olyan felületaktív anyagokat is alkalmaztunk, amelyeket eddig csak laborban próbáltunk ki és ott jó (polimetilszilikon) vagy nem kielégítő (zsír-savkeverékek) őrlést javító hatást mutattak klinke-reknél.

1.3 A kísérletek értékelése

A mérőcellába bevitt por tapadóerőit mindegyik kísérletnél a szakításig adagolt víz mennyiségével vizsgáltuk. A víz súlya megfelel az alkalmazott húzóerőnek. Ha ebből kivonjuk az anyag nélkül, az üres féldob mozgásának kiváltásához szükséges erőt, akkor megkapjuk az F' tapadóerőt.



2. ábra. Tapadóerő-mérőkészülék és a folyadék-adagoló elrendezése

A húzóerő pontosabb megállapítására ezenkívül a mozgó féldobra egy kiegyenlítő-súlyt is tettek, amely az alkalmazott húzóerő ellen hat. A port célszerűen több rétegben adjuk be a cellába, hogy az adag homogenitását jobban biztosítsuk. Végül egy súllyal, amit felülről a mintára helyezünk, tömöríteni lehet.

1.2 Kísérleti anyag

Kísérleti anyagként a Bernburg-i „Haladás” cementgyárból származó cementklinkert alkalmaztuk, amelyet az egyes mérésekhez laboratóriumi golyósmalomban, őrlési segédanyaggal és annak alkalmazása nélkül, különböző finomságokra őrltünk. Az őrlemény finomságát az őrlési idő változtatásával szabályoztuk.

Őrlési segédanyagként elsősorban olyan ipari termékeket alkalmaztunk, amelyek mint őrlést segítő anyagok, a cementőrlésnél már beváltak (trietanolamin, oktándiol, polipropilén-glikol). A koncentrációkat minden esetben 50 és 500 g/t között változtattuk. Emellett összehasonlításul

Minthogy a mérési eljárás igen érzékeny és a külső zavarások (rázkódás, a mintának a mérő-edénybe történő egyenetlen bevitele) erősen befolyásolják, az egyes méréseknek nem elhanyagolandó a hibája. Biztos mérési eredmények érdekében ezért szükséges minden esetben legalább 5 párhuzamos mérést végezni és azok középértékét venni (F_m).

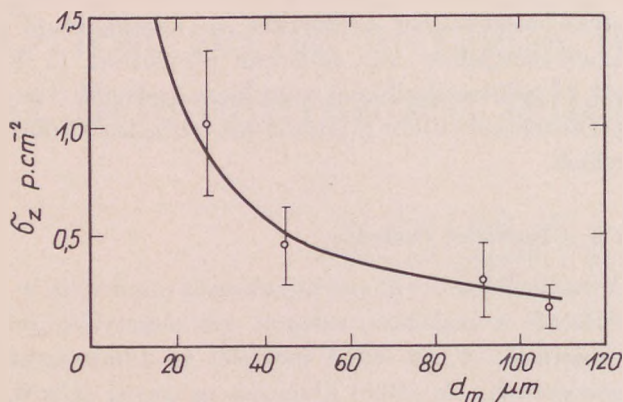
A közepes tapadóerőből aztán a por-adag Z húzószilárdságát μ/cm^2 -ben a $\sigma_z = F_m/A$ képlet szerint lehet kiszámolni, ahol A a kapott szakadás-felület nagysága.

2. Kísérleti eredmények

Ahhoz, hogy a tapadóerők kis különbségeit is pontosan megfoghassuk, szükséges bizonyos befolyásoló mennyiségeket állandó értéken tartani.

Ezek elsősorban a következők:

- az anyag töltésmagassága a mérőcellában (itt 15 mm)
- a por töltési tömörsége a mérésnél (itt 1,18—1,19 g/cm^3 , azaz az anyaghemérés 35 g)



3. ábra. A húzószilárdság a közepes szemmagyság függvényében

— az összehasonlításképpen vizsgált anyag szemcseösszetétele.

Különösen az utóbbi mennyiség — mint a 3. ábra is mutatja — meghatározó a mérési eredményre, ugyanakkor a gyakorlatban ezt a legnehezebb állandó értéken tartani.

Jellemzésére ezért minden kísérleti anyagból annak szemcsevizsgálata alapján a közepes aritmetikai szemcsemagyságot, d_m -t számítottuk.

$$d_m = \frac{\sum p_i \cdot d_{mi}}{100} \text{ } \mu\text{m-ben}$$

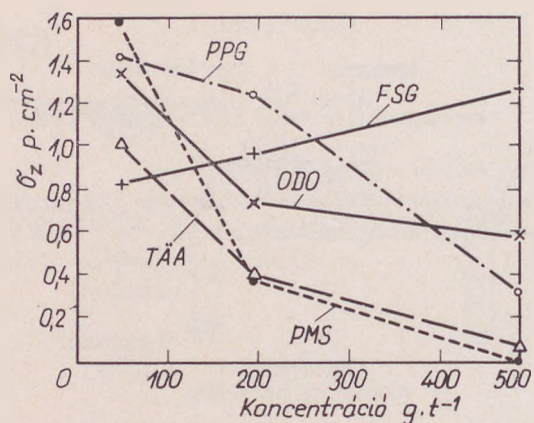
ahol p_i az i -ik szemcsefrakció százalékos részaránya;

d_{mi} az i -ik szemcsefrakció közepes szemcsemagysága μm -ben.

Összehasonlítás céljára a d_m állandó értéken való tartásának lényegében két lehetősége van:

1. Számításos korrigálás: Minden anyagnál megvan a lehetősége annak, hogy a σ_z húzószilárdságának a közepes szemmagyságtól (d_m) való függése experimentális megállapítása után minden mérési eredményt egy egységes közepes szemcsemagyságra számoljunk át. Az eljárás nem problémamentes, mégis lehetővé teszi, hogy a különböző őrlési kísérletek eredményeit egymással szembeállítsuk. — Jelen esetben a korrigálás céljából minden kísérleti eredményt 27 μm -es d_m -re vonatkoztatunk.

2. Egyenletes szemcsemagyságra való őrlés: különböző őrlési idők kiválasztásával adott a lehetőség, hogy még különböző koncentrációkban adagolt, különféle őrlési segédanyagok alkalmazása esetén is, közelítőleg egyenletes szemcseösszetételű őrleményeket kapjunk. A vizsgálatok során kritériumként kötöttük ki a 40 μm -es szitamaradékot, amelyet $18 \pm 2\%$ állandó értéken tartottunk. Ennél a módszernél is jelentkeznek kételyek; mindenképp előtt az, hogy bár a szemcseösszetételnek a 40 μm -érték után történő megítélése a gyakorlatban jól



4. ábra. Egységes közepes szemmagyságra átszámolt húzószilárdság a különböző őrlést segítő anyagok koncentrációjának függvényében

TAA = trietanolamin, PPG = poli-propilén-glikol, ODO = oktándiol, PMS = polimetilszilikon, PSG = zsírsavkeverék

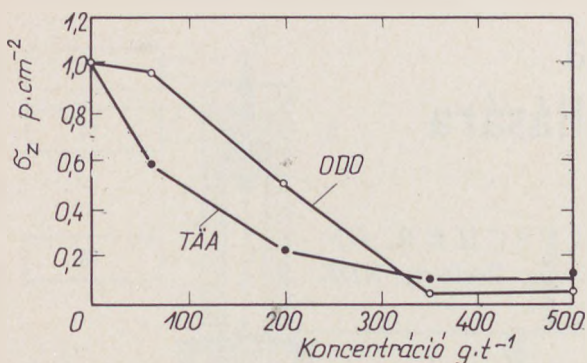
alkalmazható, ez mindenképpen egy fokozott egyszerűsítést jelent.

A kísérletek keretén belül mindkét módszert alkalmaztuk, s tendenciájukban egységes eredményeket nyertünk. A 4. ábra a húzószilárdságunk a felületaktív anyagok koncentrációjától való függését mutatja laboratóriumi golyósmalomban való konstans, 60 perces őrlési idő után, valamint az őrlemény közepes szemmagyságának (d_m) egységes, 27 μm -es értékre való átszámítása után.

— Látható, hogy az olyan anyagok (TEA, ODO, PMS, PPG), melyek a cementklinkerre közismerten hatnak, mint őrlési segédanyagok, az őrölt cement tapadóerőt is jelentősen csökkentik. Ezzel szemben a zsírsavkeverék (FSG) alkalmazásánál, amely kísérleteink szerint a klinkerőrlésnél, mint őrlési segédanyag nem megfelelő, a tapadóerők csökkenése nem lépett fel. Az őrlésnél tehát a tapadóerők csökkenése megfelel a nemkívánatos agglomerátum-képződés csökkenésének.

A tapadóerő-csökkenés az egyes őrlési segédanyagoknak különösen azon koncentrációtartományokban jelentős, amelyekben a legkedvezőbb hatást fejtik ki az őrlésre. A meghatározott finomságra történő őrlésnél viszont nagyobb mennyiségű őrlési segédanyag hozzáadása sem lényeges tapadócsőcsökkenést, sem jobb őrlési hatást nem eredményez.

Abból a célból, hogy az egyenletes szemcseösszetétel befolyását ne csak számításal küszöbölhessük ki, különböző koncentrációjú trietanolamin, illetve oktándiol alkalmazásával, s az őrlési idő változtatásával nagyon egyenletes szemcseösszetételű termékeket kaptunk. Ezekből származtattuk a húzószilárdság-értékeket. A kapott eredmények az 5. ábrán láthatók.



5. ábra. A húzószilárdság az őrlést segítő anyag koncentrációjának függvényében, konstans őrlésfinomságnál ODO = oktáندیол, TAA = trietanolamín

Itt még világosabban látható, mint a 4. ábrán, hogy a tapadóerőmérések eredményei teljes összhangban vannak a laboratóriumi és üzemi őrlési kísérletek eredményeivel: így a gyakorlatban az oktáندیол legkedvezőbb adagolása 350 g/t. Ennél nagyobb adagolások nem adnak további javulást, míg kisebb adalékmennyiség még nem vezet optimális eredményre. — Viszont a trietanolaminnál már kb. 200 g/t adalékmennyiségnél elérjük az optimális feltételeket, továbbá már 100 g/t körüli mennyiségek észrevehető hatást eredményeznek. Ezek az arányok elvben az 5. ábrán látható görbékkel magyarázhatók, amelyek szerint oktáندیолnál 350 g/t felett már nem lép fel tapadóerő-változás, míg a trietanolaminnál már 200 g/t felett ez a helyzet.

IRODALOM

- [1] V. Seebach, H. M.: Die Wirkung von Dämpfen organischer Flüssigkeiten bei der Zerkleinerung von Zementklinker in Trommelmühlen. Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 35, Düsseldorf, 1969.
- [2] Schwedes, J.: Fließverhalten von Schüttgütern in Bunkern Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr. 1968.
- [3] Jenike, A. W.: Gebunkerte Schüttgüter und ihre Fließverhalten 3. Chisa-Kongress, Mariánské Lázně/CSSR, 1969.
- [4] Ashton, M. D., Farley, R., Valentin, F. H. H.: An improved Apparatus for Measuring the Tensile Strength of Powders. J. Sci. Instruments 41 (1964) 12, P. 763—765.
- [5] Dawes, J. G.: Dispersion of Dust Deposits by Blasts of Air Safety in Mines Res. Establ., Res. Rep. (1952, May) 36.

Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Őrlést segítő anyagok hatása az őrlésben fellépő tapadóerőkre

A tapadóerő-mérések eredményeinek és a labor-, valamint üzemi őrlési kísérleteknél az őrlési segédanyag

alkalmazásával elért eredmények javulásának egybeeséséből arra következtethetünk, hogy az őrlési segédanyagok hatása elsősorban a tapadóerők csökkenése következtében kisebb mértékben jelentkező agglomerátum képződésre vezethető vissza. Ez azonban semmi esetre sem jelenti azt, hogy a Reh binder-effektus nem járul hozzá az őrlési segédanyagok hatásához. A tapadóerők csökkenésével minden esetben együtt jár az őrlési hatékonyságának javulása, ami többek között az anyagnak a golyósmalomban való tartózkodási idejét is megrövidíti és ezen kívül a malomtöltet mozgásának változását is eredményezheti.

Шейбе, В.—Домброве, Х.—Херманн, Р.: Влияние ПАВ на силы адгезии, действующие между частичками продукта помола

На основе результатов измерения сил адгезии, действующих между частичками продукта помола, проведенных в лабораторных условиях, а также сравнения этих данных с ползуаводскими и заводскими результатами, было сделано заключение, что влияние ПАВ сводится в основном к предотвращению агрегирования частиц продукта помола за счет снижения сил адгезии. Это однако не означает, что эффект-Рейбиндера не играет роли в механизме действия ПАВ.

Снижение сил адгезии частичками приводит в свою очередь к повышению текучести продукта помола, за счет чего сокращается время пребывания продукта помола в мельнице, а также изменяются условия движения мелющей загрузки.

Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Die Beeinflussung der Haftkräfte in Mahlprodukten durch Mahlhilfsmittel

Die gute Übereinstimmung der Ergebnisse der Haftkräftmessung mit den im Rahmen von Labor- und Betriebsmahlvorsuchen bei Mahlhilfsmittelnutzung erreichten Verbesserungen des Mahlergebnisses läßt den Schluß zu, daß die Mahlhilfsmittelwirkung in erster Linie auf eine Verringerung der Agglomeratbildung während des Mahlens durch geringere Haftkräfte im Mahlprodukt zurückzuführen ist. Das bedeutet allerdings nicht, daß nicht auch der Reh binder-Effekt zur Mahlhilfsmittelwirkung beiträgt.

Mit der Verringerung der Haftkräfte ist in allen Fällen eine Verbesserung der Fließfähigkeit des Mahlproduktes verbunden, die unter anderem auch zu einer Verkürzung der Verweilzeit des Materials in einer Kugelmühle führt und außerdem eine Veränderung der Bewegung der Mühlenfüllung zur Folge haben dürfte.

Scheibe, W.—Dombrowe, H.—Herrmann, R.: Effect of Grinding Aids upon the Adhesive Forces Formed in Ground Substances

Beyond laboratory- and plant-scale grinding experiments with and without adding grinding aids, also adhesive forces were measured. As all improvements in grinding manifested themselves in decreasing adhesive forces too, the conclusion was drawn that the grinding aids act by the reduced formation of agglomerates due to the decreased adhesive forces. This however does not mean that Reh binder's effect is negligible. The decrease of adhesive forces is accompanied by the improvement in the flow properties of the ground material, which — among others — reduces the residence time of the material in the mill and may cause a change in the movement of grinding media.

Őrlést segítő anyagok hatása a cement elektromos ellenállására

DOMBROWE, H. — DRESCHER, G.
Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg, NDK

1. Bevezetés és a probléma felvetése

Az őrlést segítő felületaktív anyagok alkalmazása elsősorban a cementőrlésnél terjedt el. Alkalmazásukkal elérhető a cementmalmok átbocsátó-képességének 15—20%-os növekedése, illetve azonos teljesítmény mellett finomabb végtermék.

E figyelemreméltó technológiai és gazdasági eredmény mellett, az őrlést segítő anyagok alkalmazása az anyagtulajdonságok megváltozását is eredményezi. Ez egyrészt az ömlesztett anyagok egyes paramétereivel, másrészt elektromos vezetőképesség mérése útján jellemezhető.

Többször megvizsgálták, hogy az ömlesztett anyag megváltozott tulajdonságainak milyen kihatása van a szállításra és a tárolásra. Az ömlesztett anyagokat ebből a szempontból a folyóssággal lehet jellemezni.

Az elektromos vezetőképesség, illetve az elektromos ellenállás változásának és befolyásolásának mindenekelőtt a malmok portalánításánál van jelentősége. Az őrlést segítő anyagok alkalmazása esetén megfigyelt erősebb porképződést gyakran ezen anyagok jelentős hátrányának tekintik. Ha a berendezések zsákos porleválasztókkal vannak ellátva, akkor megfelelő karbantartás és tisztítás esetén nincs különösebb nehézség.

Elektrofiltereknél ezzel szemben a leválasztandó por elektromos ellenállásának van nagy jelentősége. Ezért követelmény, hogy ezt megfelelő intézkedésekkel állandó értéken tartsuk.

Mind a laboratóriumi mérések, mind az üzemi tapasztalatok azt mutatták, hogy az őrlést segítő anyagok az elektromos ellenállás jelentős megnövekedését eredményezik.

Éppen ezért, amikor ipari alkalmazásra őrlést segítő anyagokat keresünk, az őrlésség javulása, a költségek csökkentése mellett a felületi

tulajdonságokra gyakorolt hatást is tekintetbe kell venni. Ez az elektromos ellenállás mérése útján, egy a Freiberg-i Forschungsinstitut für Aufbereitung Intézetben U. Schulz [1] által kialakított készülékkel figyelemmel kísérhető.

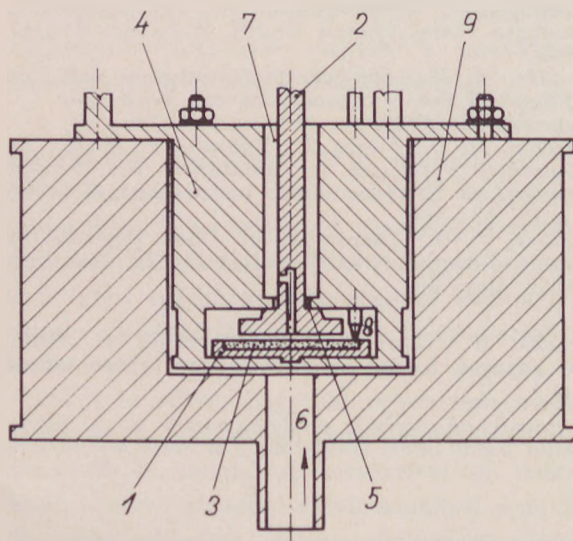
2. Mérőkészülék

Mérésnél egy 3 mm vastag porréteg elektromos ellenállását mérjük két 50 mm átmérőjű elektróda között, adott nedvességtartalom, hőmérséklet és levegőmennyiség mellett.

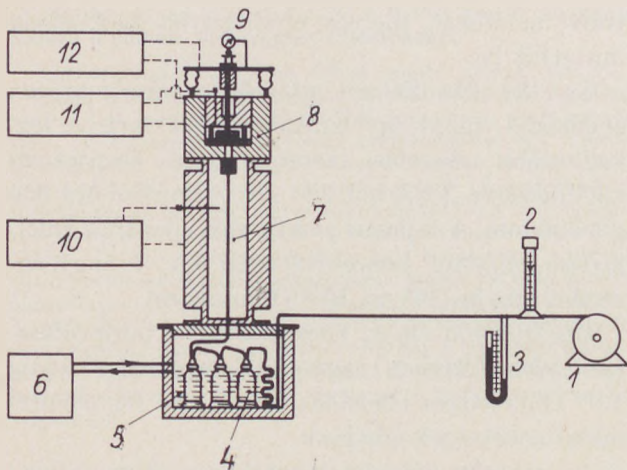
Az 1. ábra a készülék azon részéről mutat met-szetet, amely a mérőteret foglalja magában.

Jelentős a mintatartóként kiképzett alsó elektróda és a sülyeszthető felső elektróda, melyek között az elektromos ellenállás mérése történik.

A 2. ábra az egész készülék elvi elrendezését mutatja be.



1. ábra. Elektromos ellenállásmérő készülék mérőtere
1. alsó elektróda, 2. felső elektróda, 3. próbaréteg, 4. elektróda-befogás, 5. légrés (szigetelés), 6. gázhozzávetés, 7. kiáramló kürtő, 8. termoelem, 9. fűtött köpeny



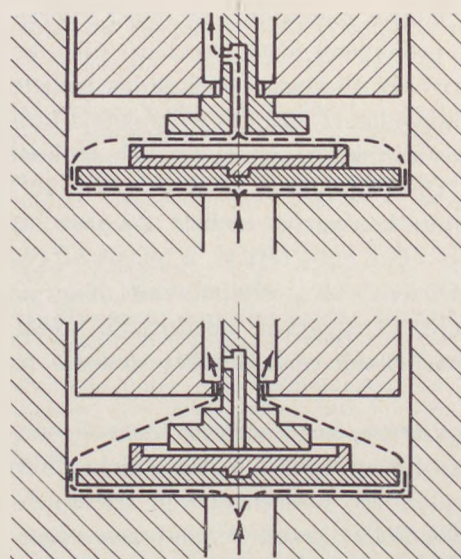
2. ábra. Az ellenállás mérőkészülék felépítése
1. ventilátor, 2. levegőmennyiség mérő, 3. manométer,
4. mosópalackok, 5. olajfürdő, 6. termosztát, 7. előmelegítő
szakasz, 8. mérőtér, 9. mikrométeróra, 10. hőfokszabályozás,
11. hőfokszabályozás, 12. ellenállásmérő készülék

A ventilátortól (1) jövő levegőmennyiség (60 l/ó) három vízzel telt mosópalackba (4), majd megfelelő temperálás és nedvesítés után egy fűtött kürtőn (7) keresztül a mérőtérbe (8) jut. A mosópalackok egy szabályozott hőfokú olajfürdőben (5) állnak, melynek a hőmérséklete a nedvességfelvételt és ezzel a méréshez szükséges gázatmoszféra harmatpontját biztosítja. Az ábra bal oldalán feltüntetett berendezések (10 és 11) részben a felfűtő szakasz, részben a tulajdonképpeni mérőtér hőfokszabályozására szolgálnak. A mérési értéket leáryékolt kábelén keresztül egy elektromos ellenállásmérő készülékhez (12) vezetjük, amelynek 10^6 – 10^{14} Ohm méréstartományban kell a mérést lehetővé tenni. Lényeges, hogy a kábel szigetelési ellenállása legalább 50-szerese legyen a próbatest ellenállásának. A statikus töltések levezetésére — különösen magas Ohm értékű por mérésénél — jó földelés szükséges.

A méréseknél a DC-Milli-Pico-Meter MV 40 készüléket (VEB Präzitonik Dresden DDR) alkalmaztuk.

A készülék az árammérés elve alapján működik, összekötve a próbatestre kapcsolt 50 V feszültséggel.

A készülékkel végzett első vizsgálatok azt mutatják, hogy az eredmények jól reprodukálhatók. Mindenesetre döntő az exakt próbaelőkészítés. Az állandó rétegvastagság elérése érdekében a poralakú anyagot a mintatartóra rúszitáltuk. Az így előkészített próbatestet azután a készülékbe helyeztük, majd 30 percig temperáltuk. Ehhez a felső elektródát, mint az a 3. ábra felső részén látható, megemeltük. Ezáltal a gyűrűs hézag elzáródik és a



3. ábra. Gázáramlás az elektromos ellenállásmérő készülékben. Fent: gázáramlás az egyensúly beállásáig. Lent: gázáramlás a mérés alatt

levegő közvetlenül a próbatest felülete fölé áramlik.

A megfelelő temperálás után a felső elektródát lassan a porrétegre süllyesztettük és egy pótsúly által 40 p/cm^2 konstans felületi nyomást hoztunk létre. Irodalmi adatok szerint [1, 2] hasonló fajlagos erők hatnak az elektrofilterek leválasztó elektródáin.

Az előkészítő munkák befejezése után kezdődik maga a mérés. Először is a mikrométeróra segítségével meghatározzuk a porréteg vastagságát, majd mérjük az elektromos ellenállást. A mérést minden próbánál ötször ismételjük a mérési értékekből átlagértéket képezünk, s ebből az alábbi összefüggés alapján a fajlagos elektromos ellenállást meghatározzuk:

$$\rho = \frac{A}{a} \cdot R \text{ (Ohm cm)}$$

ahol ρ fajlagos elektromos ellenállás

A felső elektróda felülete (cm^2)

a porréteg vastagsága (cm)

R mért elektromos ellenállás (Ohm)

3. Kísérletek és eredmények

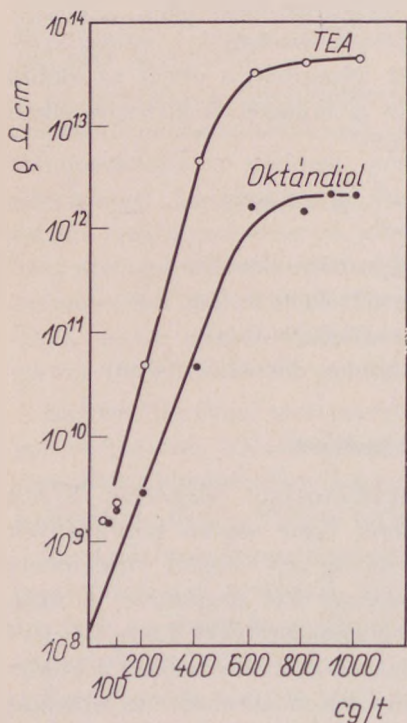
Először a reprodukálhatóságot értékeltük. Ehhez 15 mérést hajtottunk végre azonos körülmények között. Vizsgálati anyag egy cement volt, amely 400 g/t trietanolammal lett megőrölve. A meghatározott fajlagos ellenállásértékek $7,8$ és $3,1 \cdot 10^{12}$ Ohm cm között alakultak, amely mellett a középérték $5,6 \cdot 10^{12}$ Ohm cm-re adódott. Az abszolút szórás értéke $1,7 \cdot 10^{12}$ Ohm cm, a relatív szórás 30% volt.

Mivel az ilyenfajta méréseknél az őrlési kísérletek, valamint próbavétel által okozható hiba jelentős lehet, további 10, hasonló feltételek mellett (200 g/t TEA adagolással) őrlött és előkészített próbatestet is vizsgáltunk. A mérési értékek ezeknél 1,7 és $8,1 \cdot 10^{10}$ Ohm cm között alakultak, $4,1 \cdot 10^{10}$ Ohm cm számtani középérték mellett. Az abszolút szórás $2,25 \cdot 10^{10}$ Ohm cm-t tett ki, a relatív szórás (variációs koefficiens) 55%. Nyilvánvaló, hogy az őrlésből és mérésből egyaránt keletkeznek hibák. Ezeknek az értékeknek összeállítását mutatja az 1. táblázat.

Annak vizsgálatára, hogy milyen hatással vannak az őrlést segítő anyagok a fajlagos elektromos ellenállásra, különböző koncentrációjú trietanolaminnal és oktáندیollal kezelt cementeken végez-

1. táblázat
Az elektromos ellenállás mérés reprodukálhatósága

	Fajlagos elektromos ellenállás	
	15 azonos próbatest (400 g/t TEA)	10 azonos őrlés (200 g/t TEA)
Számtani középérték, Ohm cm-ben	$5,6 \cdot 10^{12}$	$4,1 \cdot 10^{10}$
Abszolút szórás Ohm cm-ben	$1,7 \cdot 10^{12}$	$2,25 \cdot 10^{10}$
Relatív szórás, %-ban	30	55



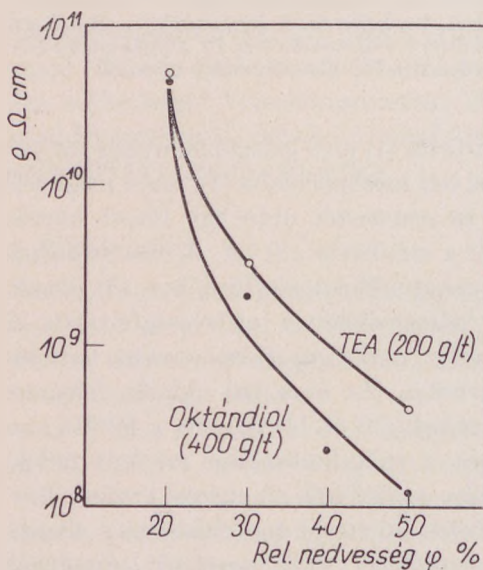
4. ábra. Az őrlést segítő anyagok koncentrációjának hatása a fajlagos elektromos ellenállásra

tünk méréseket, melyek eredményeit a 4. ábrán mutatjuk be.

Az ellenállás 600 g/t adagolásig először erősen emelkedik, majd egy határérték felé tart. A legkedvezőbb adagolási mennyiségként nagyüzemi alkalmazásra TEA-ból 200 g/t, oktáندیol-ból 350 g/t adódott. A fajlagos elektromos ellenállás emelkedése mindkét koncentrációnál kb. 3 nagyságrendet tett ki (10^8 -ról 10^{11} Ohm cm-re).

Míg 10^8 Ohm cm-es ellenállásnál a porleválasztás elektrofilterben nagyon jól lehetséges, addig 10^{10} Ohm cm-es ellenállás felett már figyelemre méltó nehézségek adódnak.

A gyakorlat számára tehát fontos, hogy milyen intézkedésekkel lehet ezt az ellenállás-növekedést



5. ábra. Relatív nedvességtartalom hatása a fajlagos elektromos ellenállásra

lecsökkenteni. Ez ún. kondicionáló anyagokkal lehetséges, amelyre a vízzel való permetezés egy igen egyszerű megoldás. Az 5. ábrán az elektromos ellenállás a gázfázis relatív nedvességtartalmának a függvényében van feltüntetve.

Látható, hogy a relatív nedvességtartalom 20-ról 50%-ra való növelésével az őrlést segítő anyagok elektromos ellenállásra gyakorolt hatását ellen-súlyozni lehet.

Ezt Lukas és Zimmermann [3] egy cement-gyárban már 1972-ben kimutatta.

IRODALOM

- [1] Schulz, U.: Dissertation an der Bergakademie Freiberg, 1972.
- [2] White, H. J.: Entstaubung industrieller Gase mit Elektrofiltern. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969.
- [3] Lukas, W., Zimmermann, L.: Verfahrenstechn. Probleme des Umweltschutzes am Beispiel des MII-Einsatzes in der Bindemittelindustrie. Silikattechnik 24 (1973) Heft 11, S. 378—379.

Dombrowe, H.—Drescher, G.: Örlést segítő anyagok hatása a cement elektromos ellenállására

Kimutatható, hogy az örlést segítő anyag cement-örlésnél a fajlagos elektromos ellenállás emelkedéséhez vezet. Ezt megfelelő intézkedésekkel vissza lehet szorítani. A folyamat mennyiségi elbírálásához egy mérőkészülék áll rendelkezésre, amely meghatározott gáz-atmoszférával működik. Ez az alapvető vizsgálatokhoz feltétlenül szükséges, mivel mindenekelőtt a nedvességtartalom befolyásolja igen erősen az elektromos ellenállást. Tájékoztató mérésekhez egy lényegesen egyszerűbb mérőeszközt lehet alkalmazni, amely itt nem került ismertetésre. E célból a VEB Statron Fürstenwalde DDR Teralin III. nevű ellenállásmérő készüléke megfelelőnek mutatkozik. Ennél egy mérőcellában a mérőtér körülményei között történik a mérés. A készülék előnye, hogy bármely üzembe elvihető és azzal a helyszínen mérés végezhető.

Домброве, Х.—Дрешер, Г.: Влияние ПАВ на электрическое сопротивление цемента

Доказано, что ПАВ при помоле цемента приводит к росту его электрического сопротивления. Это явление может быть устранено различными мероприятиями. Для качественной оценки данного процесса предлагается измерительное оборудование, действующее в атмосфере определенного газа. Наличие последнего является необходимым для проведения измерений, так как влажность оказывает на электрическое сопротивление большое влияние. Для измерений информационного характера предлагается более простой прибор „Тералин III“, производством ГДР. Измерение с помощью данного прибора может быть осуществлено в заводских условиях, так как он является очень простым в употреблении.

Dombrowe, H.—Drescher, G.: Einfluß der Mahlhilfsmittel auf den elektrischen Widerstand von Zement

Es konnte gezeigt werden, daß die Mahlhilfsmittelzugabe bei der Zementmahlung zur Erhöhung des spezif. elektr. Widerstandes führt. Dies kann durch geeignete Maßnahmen wieder rückgängig gemacht werden. Zur quantitativen Beurteilung dieses Vorganges steht eine Meßapparatur zur Verfügung in der bei definierter Gasatmosphäre gearbeitet wird. Dies ist für grundlegende Untersuchungen unbedingt erforderlich, da vor allem die Feuchte den elektr. Widerstand sehr stark beeinflußt. Für orientierende Messungen kann ein wesentlich einfacheres Meßgerät eingesetzt werden, worüber nicht berichtet wurde. Hierfür erwies sich das Widerstandmeßgerät Teralin III des VEB Statron Fürstenwalde, DDR, als geeignet. Dort wird in einer Meßzelle unter den Bedingungen des Meßraumes gemessen. Das Gerät bietet den Vorteil, daß man es in jeden Betrieb mitnehmen und an Ort und Stelle messen kann.

Dombrowe, H.—Drescher, G.: The Effect of Grinding Aids upon the Electric Resistance of Cement

The use of grinding aids in cement grinding increases specific electrical resistivity. This effect can be counteracted by certain measures. For a quantitative characterisation of this resistivity increase a measuring cell was designed which works in a predetermined gas atmosphere; this is essential for basic measurements, as moisture affects electrical resistivity to a high extent. For less accurate site measurements a portable resistance meter (Teralin-III, manufactured by VEB Statron, Fürstenwalde, GDR) was used where the measuring cell operates among the actual atmospheric circumstances.

Egyesületi élet

Egyesületünk Szilikátkémiai Központi Bizottsága 1975. május 30-án pénteken 9 órai kezdettel a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet Szilikátkémiai Osztályán „A korszerű szilikátkémiai vizsgálati módszerek és alkalmazásuk” témakörében az ipari szakemberek, anyagvizsgáló laboratóriumok vezetői és dolgozói számára egynapos ankétot rendezett.

A Szilikátkémiai Bizottság tevékenységében jelentős helyet foglalnak el az ipar, illetve a többi kutató osztályok számára végzett különböző vizsgálatok. E feladat sikeres ellátása érdekében rendszeresen foglalkozik az egyes vizsgálati módszerek fejlesztésével, a rendelkezésre álló műszerpark korszerűsítésével.

A SZIKKTI-ben rendezett egynapos ankét célja a következőkben foglalható össze:

— laboratóriumi és üzemi szakemberek megismertetése a korszerű szilikátkémiai vizsgálati módszerekkel és alkalmazásukkal;

— modern műszeres vizsgálati módszerek készülékeinek bemutatása (röntgendiffraktométer, röntgenspektrométer, elektrométer, elektronmikroszkóp, elektronmikroszonda).

Megtartott előadások:

— A korszerű szilikátkémiai anyagvizsgálati módszerek általános áttekintése.

(Előadó: Träger Tamás);

— Termoanalitikai módszerek al-

kalmazása a szilikátipari kutatások során.

((Előadó: Hegyiné Pakó Júlia);

— Szilikátok fluortartalmának gyors meghatározása.

(Előadó: György Józsefné);

— Atomabszorpciós módszer alkalmazása szilikátipari anyagok vizsgálatánál.

(Előadó: Fodor Péterné);

— Röntgenspektrométere vizsgálati módszerek.

(Előadó: Magyar Lászlóné).

Az előadások az Intézetben folyó morfológiai és fázisösszetétel vizsgálati lehetőségére nem tértek ki, mivel ez a témakör az idei Szilikátkémiai Ankét tárgykörét képezi.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a több mint száz szakember részvétele mellett megtartott ankét igen sikeres volt, ami a jövőben is hasonló rendezvények megszervezésének fontosságára utal.

Dr. Wojnárovits Lászlóné

Őrlést segítő anyagok üzemi alkalmazásának tapasztalatai

Őrlést segítő anyagokkal végzett őrlési kísérletek a Tatabányai Cementgyárban

NAGY MIHÁLY

Cement és Mészművek Tatabányai Gyára

1. Bevezetés

Gyárunkban őrlést segítő anyagokkal két alkalommal végeztünk őrlési kísérleteket: 1968—69-ben Maveklin KL. jelű, 1973-ban HEA-2, illetve DDA-7 típusú hatóanyag felhasználásával.

A kísérletekkel cementőrölő kapacitásunk szűk keresztmetszetét szerettük volna bővíteni. Ismeretes, hogy az ipar 600-as cement termelésének kb. 70%-át a legkorszerűtlenebb őrlőmalmokban kell előállítanunk.

A gyárunkban alkalmazott őrlési technológiából következik, hogy a más gyárakban végzett vizsgálatoktól a tatabányai feladatok eltérnek. Az őrlés ugyanis két lépésben, külön rövid golyósmalomban és finomőrölő csőmalomban történik. További nehézség, hogy egy-egy golyósmalom és finomőrölő malom nem áll kényszerkapcsolatban egymással, teljesítményük nem összehangolt; ezért az összes golyósmalom őrleménye jut valamennyi finomőrölő csőmalomba. Az őrlést elősegítő anyag hatásának egyértelmű lemerése tehát rendkívül komplikált, nagy körültekintést igénylő feladatot jelentett.

2. Maveklin KL jelzésű felületaktív anyaggal végzett kísérletek (1968—69)

A Maveklin KL jelzésű anyaggal korábban a SZIKKTI végzett kísérleteket, amelyek eredményeképpen 20—30% teljesítmény növekedés várható.

Az üzemi kísérletek első fázisában egy golyósmalomnál vizsgáltuk az adalék alkalmazhatóságát. Az első nehézséget az adagolás módja jelentette; ugyanis golyósmalmaink átmenő tengelyéhez a malomtest a beömlési oldalon aggyal rögzített, amely küllős kialakításánál fogva gátja a malomtérbe benyúló porlasztó kialakításának. Bár felszereltünk porlasztót, de a küllők megakadályozták a hatóanyag malomba jutását. Ezek után a vibrációs adagolókon haladó klinkerre ráfolytatásos módszerrel juttattuk be a hatóanyagot a malomtérbe.

Ez az adagolási mód a szitavizsgálatok alapján hatásosnak mutatkozott. Így kerülhetett sor üzemszerű kísérletek beindítására; minden golyósmalmunkra külön adagolótartályt szereltünk és egyenként állítottuk be a szükséges adagolási mennyiséget.

15 súlyszázalékos vizes oldatban, az őrlemény súlyára számított 0,02% mennyiségben adagoltunk (eredeti Maveklin-re vonatkoztatva).

Üzemi kísérleteinknél rendkívül nagy porzás jelentkezett. A 24 órára tervezett kísérletet a rendkívüli porzás miatt csupán 1 — majd 1½ óráig tudtuk folytatni. A porzás az egész őrlő, ill. szállító rendszerünkön megnövekedett.

Egyéb tapasztalatok:

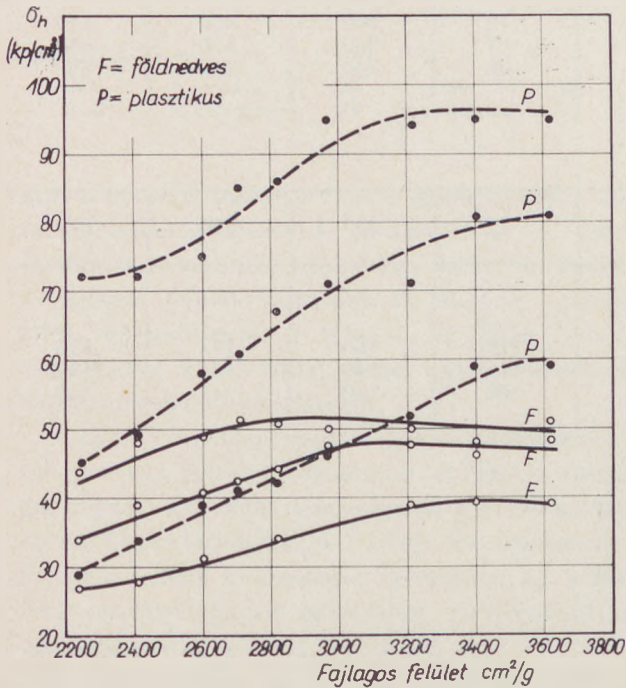
- A Maveklin hatása egyértelműen jelentkezett (porzás növekedéséből lemérhető)
- A kísérletek rövid időtartama és a mérési lehetőségei

tóságok korlátozott volta miatt számszerűen, a hatást lemérni nem tudtuk.

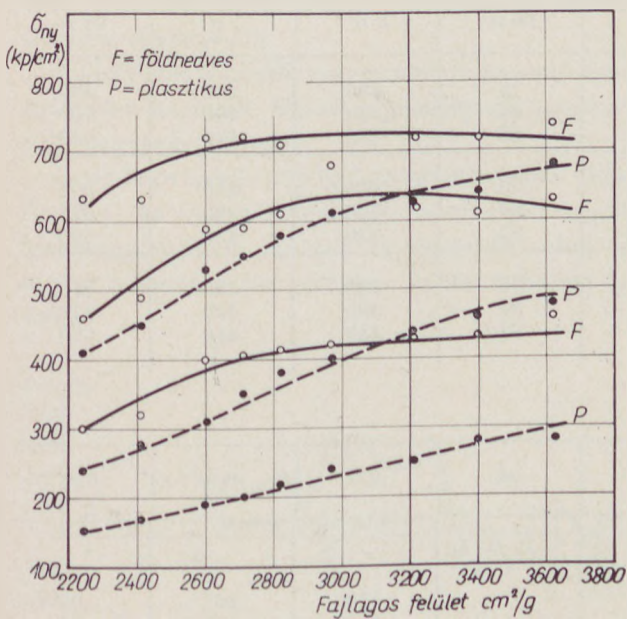
— A kísérletek további folytatása avult, tagolt berendezéseink mellett nem biztosítható.

3. HEA-2, illetve DDA-7 típusú felületaktív anyagok használatával kapcsolatos tapasztalatok

Gyári laboratóriumunk kísérletsorozatát végzett, amelynek során egy átlagos üzemi klinkerből készült cementet (1973. VII. 23-án gyártott) különböző Blaine szerinti fajlagos felületre őrlte. Az őrlés-



1. ábra. A húzó (hajlító) szilárdság változása a fajlagos felület függvényében



2. ábra. A nyomószilárdság változása a fajlagos felület függvényében

leményekből elvégeztük a plasztikus és a földnedves szilárdság vizsgálatokat. Az eredményeket az 1. és 2. ábra szemlélteti.

Láthatjuk, hogy azonos klinkerösszetétel mellett, az új szabvány szerinti plasztikus vizsgálatoknál az őrlési finomság nagyobb hatással van a szilárdságra, mint a régi szabvány szerinti földnedves vizsgálatoknál.

Míg a földnedves vizsgálatok szerint 2800 cm²/g fajlagos felületnél már szilárdsági maximum jelentkezik (különösen a nyomószilárdságnál), addig a plasztikus szilárdságnál a finomság további növekedése (3600 cm²/g-ig) a szilárdság további növekedését biztosítja.

Ez is indokolta az őrlést segítő anyagok további kipróbálását.

1973-ban az INTERÁG RT közreműködésével a dán GRACE cégtől kapott anyagokkal folytattuk a kísérleteket. A cég ajánlata szerint a HEA-2, illetve a DDA-7 anyagok alkalmazása esetén a malom porzása nem jelentős, a fajlagos felületnövekedés 20–30%.

3.1 Az optimális adagolás megállapítása laboratóriumi kísérletekkel

Átlagos minőségű üzemi klinker kominor daráját laboratóriumi malomban 200, 300, 400 g/t hatóanyag adagolással tovább őrltük. Az őrlményből 8, 12 és 16 perc őrlési idő után Blaine szerinti fajlagos felület méréseket, valamint plasztikus hajlító és nyomószilárdság vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálatok eredményeit az 1–2. táblázat tartalmazza.

A vizsgálati adatokat elemezve láthatjuk, hogy a DDA-7 alkalmazása esetén az adagolás növelése nem eredményezett fajlagos felületnövekedést, a hatóanyag nélküli őrléshez képest, csupán kezdő szilárdságban jelentett némi javulást. (Ez a klinker valószínűleg az átlagosnál jobban őrlhető volt.)

A HEA-2 alkalmazásánál, az adagolás növelése a fajlagos felületet a hatóanyag nélküli őrléshez képest azonos mértékben növelte, vagyis a 200 g/t és a 400 g/t adagolás azonos fajlagos felületet eredményezett. Ezért az üzemi kísérletek során a 250–300 g/t adagolást alkalmaztuk.

3.2 Üzemi kísérletek

A Maveklin oldatnál tapasztaltak alapján kísérleteinket már úgy terveztük, hogy a hatóanyagot őrlési rendszerünkbe csak a második lépcsőnél, a finomórlő esőmalomoknál adjuk be. Így kiküszöbölhető a porzás növekedésének nagy része. Nehézséget jelentett itt is a rendszer tagoltsága, ame-

Laboratóriumi őrlési adatok
(HEA-2 adagolással és HEA-2 nélkül)

HEA-2, g/t	p	Fajl. f., cm ² /g	Hajlítószilárdság, kp/cm ²			Nyomószilárdság, kp/cm ²		
			3 n.	7 n.	28 n.	3 n.	7 n.	28 n.
200	8	3230	44	63	79	210	360	540
	12	3720	51	74	91	250	460	610
	16	3970	63	82	92	320	520	660
300	8	3180	45	65	82	210	380	520
	12	3740	52	72	82	250	460	600
	16	4010	54	79	87	280	500	650
400	8	3160	40	60	78	200	330	510
	12	3680	53	72	81	250	420	540
	16	3900	60	79	86	300	520	620

HEA nélkül: (azonos kl.)

	16	3370	44	63	79	200	370	570
Fajl. f. változás, %			HEA nélkül = 100					
200	117		143	130	116	160	141	116
300	119		123	125	110	140	135	114
400	116		136	125	109	150	141	109

Laboratóriumi őrlési adatok
(DDA-7 adagolással és DDA-7 nélkül)

DDA-7, g/t	p	Fajl. f., cm ² /g	Hajlítószilárdság, kp/cm ²			Nyomószilárdság, kp/cm ²		
			3 n.	7 n.	28 n.	3 n.	7 n.	28 n.
200	8	2810	40	62	76	190	340	500
	12	3250	48	67	81	230	400	560
	16	3850	63	71	89	330	440	600
300	8	2780	42	61	76	190	330	500
	12	3230	48	65	84	230	380	570
	16	3840	61	70	83	330	430	590
400	8	2760	43	61	75	190	330	510
	12	3320	56	71	81	300	400	570
	16	3800	63	70	81	340	450	620

DDA-7 nélkül: (azonos kl.)

	16	3800	59	63	84	300	410	620
Fajl. f. változás, %			DDA-7 nélkül = 100					
200		101	107	113		110	107	97
300		101	103	111		110	105	95
400		100	107	111		113	110	100

Üzemi kísérleti adatok
(HEA-2 adagolással)

HEA-2, g/t	Fajl. f., cm ² /g	Hajlítószilárdság, kp/cm ²			Nyomószilárdság, kp/cm ²			Megjegyzés
		3 n.	7 n.	28 n.	3 n.	7 n.	28 n.	
—	2740	28	41	62	140	220	370	4 m átl. ind. e.
—	2900	38	60	80	190	320	580	Szokásos átlag
250	2810	42	58	83	220	350	540	4 m átl. — 1/4 óránként szedve 4 órás átlag
300	2910	46	68	83	220	380	570	

Szabványelőírás:

350	k cement	22	30	55	100	180	350
450	k cement	32	45	65	150	300	450

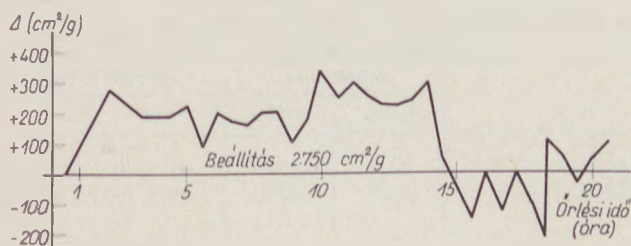
lyet a malmok tartályait töltő szállítócsigába való adagolással igyekeztünk ellensúlyozni. A hatás lemerését a malmok változatlan terhelése mellett a fajlagos felület változásának alapján igyekeztünk meghatározni. A HEA-2, ill. DDA-7 hatóanyagokkal külön-külön, majd párhuzamosan is végeztünk üzemi kísérleteket.

A DDA-7 anyaggal végzett üzemi kísérletek eredményei nem voltak értékelhetők. A HEA-2 anyaggal végzett kísérletek eredményeit a 3. táblázatban és a 3. ábrán láthatjuk. A 3. ábrán az abszcisszán a fajlagos felület különbséget (a hatóanyag nélkül őrölt anyag fajlagos felületéhez viszonyítva) az ordinátán az őrlési időt vettük fel.

A HEA-2 nélkül őrölt cement fajlagos felülete 2700 cm²/g. 15 óra őrlési időig a 4 malom átlaga 200—300 cm²/g fajlagos felület növekedést mutatott. A továbbiakban a fajlagos felület növelő hatás nem érvényesült.

A kísérletet többször megismételve hasonló eredményeket kaptunk. Ennek a jelenségnek nem tudtuk magyarázatát adni.

A cég képviselője sem tudott egyértelműen állást foglalni. Az volt a véleménye, hogy ilyen tagolt, kis teljesítményű, elavult rendszerben, ahol az anyag adagolása bizonytalan, nehéz a hatást lemérni.



3. ábra. A fajlagos felület változása az őrlési idő és a HEA-2 adagolás függvényében

4. Összefoglalás

Kísérleteink alapján a következőket állapítottuk meg:

- Mind a rendszer tagoltsága, mind a portalanítás problémája az őrlést segítő anyag hatásának és alkalmazásának lehetőségeit erősen korlátozza.
- Üzemszerű bevezetés a porvesztés, a munkahelyi porszennyeződés miatt szükségszerűen hatásos elszívó, portalanító berendezést követel.
- A már említett tagolt rendszer nagy hátránya az is, hogy a klinkerdara elosztás az egyes malmoknál, a malomüzemtől függően ingadozó. Bármilyen pontos is a hatóanyag beadagolása, ezeket az ingadozásokat a malom kiegyenlíteni nem tudja. Így az egyenetlen adagolás a hatás lemerést nehezítette.
- Minden egyes kísérletünknel periódikusság volt megfigyelhető. Kezdetben nőtt a fajlagos felület, majd csökkent, azután stagnált. Ugyanezt tapasztaltuk akkor is, ha a hatóanyag mennyiségét változtattuk. A periodicitás okát az agglomeráció megszüntetésében láttuk. Egyéb bizonyíték az őrlést javító tulajdonságra nem volt.
- Konzisztencia változást, litersúly csökkenést, mint előre vártuk (a cég jelzése alapján) nem észleltünk.
- A kísérletek kezdetétől fokozatosan növekedett a porzás, az amúgyis gyenge porleválasztók eltömődtek.
- A fajlagos felület ingadozására egyértelmű magyarázatot adni a mérési lehetőségek hiánya miatt nem tudtunk.
- Laboratóriumi kísérleteinknél a HEA-2 anyag

alkalmazása során 15—20% körüli fajlagos felületnövekedés igazolódott.

- i) Üzemi kísérleteinknél a fajlagos felület kisebb mértékben nőtt, mint a szilárdság. 10—20% kezdő szilárdság növekedés valószínűsíthető.

Наде, М.: Результаты заводских экспериментов по применению ПАВ на Татабаньском цементном заводе

Nagy, Mihály: Mit Mahlhilfsmittel durchgeführte Mahlversuche in der Zementfabrik Tatabánya

Nagy, Mihály: Experimentation with Grinding Aids in the Tatabánya Cement Works

Örlést segítő anyagok alkalmazásának tapasztalatai a DCM-ben

K O L T A I M R E

Cement- és Mészművek Váci Gyára

Előzmények

Gyárunkban eddig kétféle örlést segítő anyaggal dolgoztunk. Az egyik az általánosan ismert hazai gyártású MAVEKLIN-KL, melyet 1969-től használunk üzemszerűen 600-as portlandcement őrléséhez (eddig felhasznált össz mennyiség 55 tonna).

A másik a dán GRACE cég HEA-2 elnevezésű import anyaga, melyből eddig 6 tonnát használtunk fel. Jellemzői:

aminacetát tartalmú sötétbarna, édeskés illatú, nem ülepedő

pH	min. 8,5
fajsúly	1,2
viszkozitás 20 °C-on	24 cP
10 °C-on	43 cP

A cég ajánlata szerint 0,01—0,04 súlyszázalékban történő adagolása:

- jelentős fajlagos felület és teljesítménynövekedést, ezzel összefüggésben jelentős fajlagos villamosenergia-felhasználás csökkenést eredményez, a tapadás és az agglomeráció megszüntetése által;
- jobb őrlhetőséget, könnyű üríthetőséget biztosít, továbbá megakadályozza a silók felboltozódását;
- térfogatsúly növekedést (gazdaságosabb tér- és zsákkihasználást) eredményez.

A fentiek mellett hatással van a kötésmechanizmusra. Egy HEA-2 alkalmazásával foglalkozó nem publikált olasz üzemi jelentés szerint az anyag hatással van a hidratáció kinetikájára és ezért még csökkenő fajlagos felület esetén is szilárdságnövekedéssel lehet számolni.

Megjegyzem, hogy az örlést segítő anyagokat minden esetben a klinker adagolótányérjára csepegtettük, vízzel hígítva.

Üzemi kísérletek és azok során szerzett tapasztalatok

MAVEKLIN-nel az első kísérletet 1969-ben kezdtük, a SZIKKTI-vel közösen. Az első mérés több mint 20% teljesítmény és kb. 5% fajlagos felületnövekedést eredményezett.

Legutóbb 1974. szeptember 11—13 között kb. 4500 t 600-as pc-t őrltünk MAVEKLIN-nel. 200 g/t adagolással (1:1 hígításban) 35,4 t/óra átlagos teljesítményt és 3220 cm²/g fajlagos felületet értünk el. HEA-2-vel először 1973 novemberében kísérleteztünk. 350 g/t adagolással (1:1 hígításban) 600-as pc-nél 36,3 t/óra, 500-as kspe-nél 40,5 t/óra teljesítményt értünk el, gyakorlatilag változatlan fajlagos felület mellett.

1974. június és júliusában 600-as pc őrlésnél 100—125 g/t adagolással (négyeszeres hígításban) végeztünk méréseket. A kapott eredmények 36,3 és 37,4 t/óra között voltak, miközben a fajlagos felület 3230—3360 cm²/g között változott.

Fentiekben csak egy-két jellemző kísérlet és mérés adatát említettem, melyek alapján végkövetkeztetést levonni nem lehet. Ez csak az üzemünkben szerzett összes tapasztalat alapján, az átlagszámokat figyelembevéve lehetséges, melyet a későbbiekben említék.

Gyárunkban az elért átlagos őrlési teljesítmények egyébként az alábbiak szerint alakultak:

	600-as pc		500-as kspe	
	t/óra	cm ² /g	t/óra	cm ² /g
1973.	34,8	3200	41,8	2650
1974. I—IX.	33,3	3250	40,2	2750

Az üzemi kísérletek során szerzett tapasztalatok a következőkben foglalhatók össze:

- 600-as pc őrlésénél elérhető maximálisan 12—14%, átlagosan 8—10% teljesítménynövekedés, illetve fajlagos villamosenergia felhasználás csökkenés. Elérhető fajlagos felületnövekedés is, a 3—30 mikronos frakció részarányának 3—4%-os növekedése mellett.
- Kohósalak pc őrlésénél csak minimális fajlagos felület, ill. teljesítménynövekedés érhető el, ezért e cementfajtánál üzemszerűen őrlést segítő anyagot nem is használtunk. Ezt bizonyítja egyébként a SZIKKI hejőcsabai mérésorozata is.
- Az őrlést segítő anyag — különösen a HEA-2 — megrovidíti a 600-as pc őrlésre történő átállítás idejét.
- A HEA-2-re vonatkoztatva néhány jellemző és fontos tulajdonságot észleltünk a kísérletek során:
 - a berendezések porzása nem nő számottevően;
 - a központi cementszállító szalagon anyagmegcsúszás nem jelentkezett;
 - a cement laza litersúlya kb. 10%-kal nőtt;
 - az azonos képlékenység eléréséhez szükséges vízadagolás kb. 3%-kal csökkent.
- Az üzemi gyakorlatban előfordulnak olyan esetek (szélosztályozók rossz állapota, forró klinker stb.), amikor a 3000 cm²/g fajlagos fe-

lületnél finomabb cement őrlése lehetetlen. Ilyenkor elengedhetetlenül szükséges őrlést segítő anyagok alkalmazása.

Következtetések

600-as pc őrlésekor elérhető max. 5 kWó/t, azaz kb. 2,— Ft/t villamos energia költségsökkenés. Ehhez számíthatunk még kb. 0,5 Ft/t, pl. az üzemi idő csökkenéséből adódó egyéb megtakarítást.

Összesen tehát 2,5 Ft/t költségsökkenés jelentkezik villamos energia és egyéb költségek vonalán és ez felfogható határkölséggként is.

Ha az őrlést segítő anyag költsége e határ alatt van, használata gazdaságos; ellenkező esetben gazdaságtalan. E tényező az adagolás mértékétől és az adalékanyag árától függ (lásd 1. ábra).

A 2,5 Ft/t költségsökkenéshez minimálisan 100—150 g/t adagolás szükséges. Régi áron a felhasználás gazdaságos volt, mert általa 0,06—0,18 Ft/t hasznot lehetett elérni. (Régi ár: 18 000 Ft/t.)

Az 1974. IV. negyedévi árak azonban már olyan mértékben emelkedtek (MAVEKLIN-KL nettó ár 34 300,— Ft/t, HEA-2 bruttó ár 37 600,— Ft/t*), melyek mellett az adagolás gazdaságtalanná válik.

Az áremelkedés az ábrán az adalékanyag — költséget jelentő egyenes meredekségét növeli, a határkölség után, ha nincs metszése a görbével, csak veszteség jöhet ki.

Az őrlést segítő anyagok áremelkedéséből adódó költséghatás — a jelenlegi villamosenergiaárak mellett — csak 22—30% villamosenergia-csökkenéssel lenne ellensúlyozható, ami viszont műszakilag nem lehetséges. Figyelembe véve tehát a jelenlegi villamos energia, ill. őrlést segítő anyagárakat, ez utóbbiak alkalmazását egyelőre fel kellett függeszteni és az 1975. évi rendelkezéseink egy részét le is mondtuk.

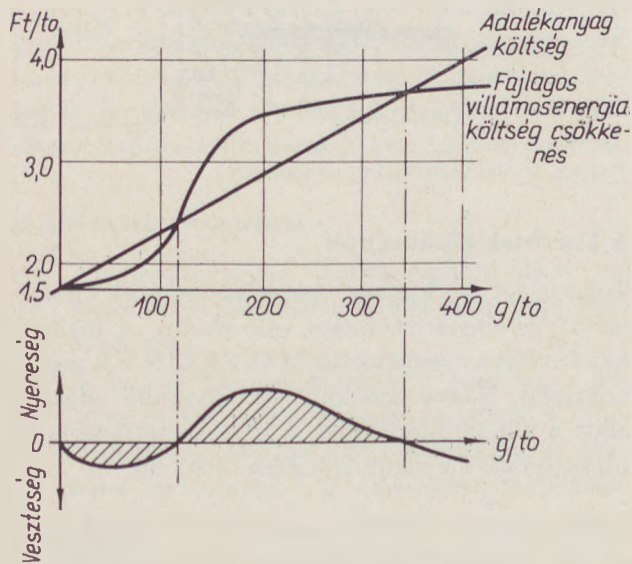
Szükséges lenne azonban hatásos, de lényegesen olcsóbb adalékanyagok felkutatása.

* Devizában jelentkezik. (Lektor megjegyzése.)

Колтаи, И.: Опыт применения ПАВ на Дунайском цементном заводе

Koltai, Imre: Erfahrungen mit der Anwendung von Mahlhilfsmittel in der Zementfabrik Vác

Koltai, Imre: Experimentation with Grinding Aids in the Danube Cement Works



1. ábra. Őrlést segítő anyag felhasználásának költségviszonyai

MAVEKLIN-KL őrlést segítő anyaggal folytatott kísérletek a Lábatlani Cementgyárban

TURBÉKI J. PÉTER
Cement- és Mészművek Lábatlani Gyára

Bevezetés

Gyárunkban a cementőrlés képezi az egyik leg-szűkebb keresztmetszetű munkafázist. A malmok nyílt folyamatúak, így őrlési paramétereik (szita-finomság, energiafelvétel, teljesítmény) javítására főként felületaktív őrlést segítő anyagok alkalmazásán keresztül nyílik lehetőség.

Felületaktív anyagok alkalmazására a SZIKKTI közreműködésével, illetve kezdeményezésére korábban is történtek kísérletek gyárunkban, azonban azok rövid időtartama, illetve az alkalmazott adagolószerkezet nem teljesen kidolgozott volta erősen korlátozta a mérési eredmények pontosságát.

Az iparágon belül végzett egyéb kísérletek biztató eredményei ezen anyagok alkalmazása mellett szóltak, azonban az eredményekből kitűnt, hogy a különböző malmokkal különböző klinkerek őrlése útján végrehajtott kísérletek által szolgáltatott adatok általában nem hasonlíthatók össze. (Az őrlést segítő anyagok hatásmechanizmusa nem minden részletében tisztázott, bár pozitív hatásuk a gyakorlati tapasztalatok alapján többnyire nem vitatható.)

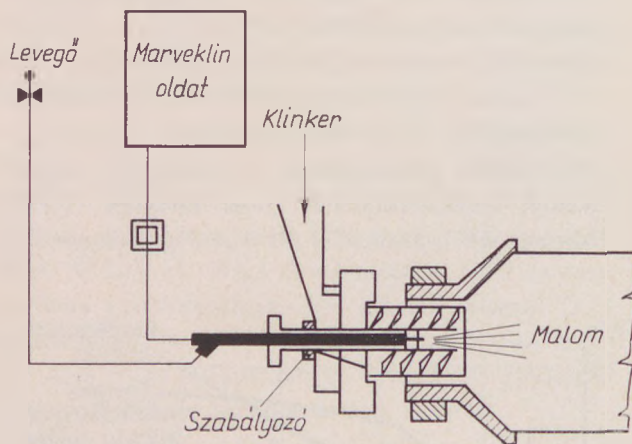
Üzemi kísérletek

Az őrlést segítő anyagok helyi körülmények között mutatott alkalmasságának vizsgálata céljából 1969–70. év folyamán kb. 500 óra aktív időalap felhasználásával 350 egyensúlyi üzemóra időtartamú kísérletet folytattunk 3 cementmalom igénybevételével. Felületaktív anyagként a hazai gyártmányú, MAVEKLIN-KL elnevezésű terméket alkalmaztuk.

Az alkalmazott berendezések

A kísérlethez igénybevett 3 malom azonos típusú: 2 × 12 m-es, nyíltfolyamatú, végkiömlésű, lég-öblítéses, háromkamrás, GANZ gyártmányú. A malmok töltésére vonatkozó adatok az 1. táblázatban találhatóak.

A kísérletben résztvevő malmokat felszereltük a SZIKKTI által előzőekben kifejlesztett adagoló-rendszerrel (lásd 1. ábra). A segédanyagot 10%-os vizes oldatban alkalmaztuk, 20 l/h mennyiségben, porlasztva malmonként ($\gamma = 1,027 \text{ g/cm}^3$; 0,01–0,03 s₀). Porlasztónyomás: 2 att.



1. ábra. Őrlési segédanyag adagolása

A kísérletek körülményei

Tekintettel a klinker szemcseméretének nagymérvű és ellenőrizhetetlen változásaira, a malmokat felváltva üzemeltettük MAVEKLIN-KL segédanyaggal, illetve anélkül, így hosszabb időszak alatt a klinkerminőségnek a következtetések megbízhatóságára gyakorolt hatása csökkent.

1. táblázat

A malmok töltésére vonatkozó adatok

I. kamra, golyó			II. kamra, golyó			III. kamra, Cylpebs
∅ 90	∅ 80	∅ 70	∅ 60	∅ 50	∅ 40	24 × 24
5300 kg	3 800 kg	2600 kg	4300 kg	2500 kg	1300 kg	
Σ 11 700 kg			Σ 8100 kg			14 600 kg

Az őrlési finomságra vonatkozó adatok

Teljesítmény		Szitammaradék						Fajlagos felület		MAVE- KLIN adagolás
t/h	%	R_{900}		R_{4900}		R_{10000}		cm ² /g	%	
		%	rel. %	%	rel. %	%	rel. %			
12,1	100	0,36	100	6,78	100	17,3	100	2830	100	—
14,4	119	0,50	139	9,08	134	20,8	120	2717	96	+

A kísérleteket végző személyek feladatai közé tartozott a malom állandó, teljes terhelésének a biztosítása. Eltérés csak a klinker őrlhetőségének extrém esetei mellett adódott, amikor is az adott rendszerrel a terhelés a szükséges mértékben nem volt fokozható. Az említett esetek száma jelentéktelen, az eredményeket észrevehetően nem befolyásolja.

A kísérletek kiértékelésénél a következő paramétereket használtuk fel:

malomteljesítmény
 őrlést segítő anyag felhasználása
 R_{900} , R_{4900} , R_{10000} szitammaradék
 fajlagos felület (Blaine-szám)

Az őrlési folyamat spontán lengésideje (klinker-minőség stb.), valamint az egyes mérések időtartama technológiai kényszerűségből kb. azonos volt, így a kiértékelésnél két különböző módszert alkalmaztunk.

Az egyik módszer azon a feltevésen alapul, hogy a spontán lengések időtartama lényegesen hosszabb az egyes mérések időtartamánál, a másik módszer ennek fordítottját tételezi fel. A különböző módszerrel kapott eredmények jó közelítéssel azonosak.

A kísérletek eredményei

- A segédanyaggal, illetve anélkül őrlt cement vegyi összetétele között nem mutatható ki eltérés.
- A termék finomsága romlott, azonban a fajlagos felület csökkenésének mértékét a teljesítmény növekedése túlkompensálta. A részletes eredmények a 2. táblázatban találhatók.
- A cement szilárdsága csökkent, azonban a csökkenés a fajlagos felület csökkenéséből következik, nem az alkalmazott felületaktív anyag káros hatása folytán. (A gyárunkban előállított cementeknél 1% fajlagos felületcsökkenés kb. 1% szilárdságcsökkenésnek felel meg.)

A MAVEKLIN-nel őrlt cement az alapcementtel szemben hátrányos tulajdonságot nem mutat, sőt, az 1—2 éves mintáknál a szil-

3. táblázat

28 napos szilárdsági eredmények

Nyomószilárdság		Húzószilárdság		MAVE- KLIN adagolás
kp/cm ²	%	kp/cm ²	%	
578	100	39,4	100	
552	96	36,6	93	+

lárdságkülönbség feltehetően az utólagos, lassú hidratáció hatására csökkent. A számszerű eredmények a 3. táblázatban találhatók.

- Az őrlést segítő anyag hatása pozitív volt, azonban malmaink az őrlésnél igen könnyen elvesztették stabilitásukat (felteltek, illetve leürültek).
- A malmok régi típusa, illetve elhasználódása miatt a pozitív hatás feltehetően kevésbé kifejezett, mint új malmokon.
- A felületaktív anyagok őrlés időtartama alatt az I-es kamrát gyakran nem lehetett leterhelni a III-as kamra túltöltöttsége miatt (normál üzemenet mellett a kamrák egyensúlyban voltak), következésképpen a MAVEKLIN-KL alkalmazása bizonyos töltetmódosítást is megkövetel. Erre kísérletet nem volt módunkban végezni.
- Az őrlést segítő anyag alkalmazása légöblítés esetén az erős porzás miatt nehézségeket jelent.
- Az alkalmazott porlasztó bevált, azonban üzemi méretű alkalmazás esetén masszívabb kivitelre van szükség.
- A fentebb említett instabilitás miatt a kísérleti eredmények erősen függenek a kezelőszemélyzettől. Felelős műszaki személyzet, illetve a SZIKKTI képviselői sokkal jobb eredményeket értek el, mint a cementmolnárok. A MAVEKLIN-KL alkalmazása esetén előzetesen ki kell dolgozni a megfelelő műszaki hátteret (elektromos, illetve elektromágneses fül stb.).

A kísérletek gyári szempontból történő értékelése pozitív, azonban alkalmazásának műszaki és személyi feltételei egyelőre még nincsenek biztosítva.

Cementőrlő malmaink régiek, őrlést segítő anyaggal történő folyamatos ellátásuk igen bonyolult problémákat vet föl.

Új malmok beépítése esetén felületaktív anyag alkalmazása nagy valószínűséggel meghozza a kívánt eredményt.

Тубеки, П.: Результаты заводских экспериментов по применению МАВЕКЛИНа-КЛ на Лабатланьском цементном заводе

Turbéki, J. Péter: Mit dem Mahlhilfsmittel MAVEK-LIN—KLgeführte Versuche in der Zementfabrik Lábattlan

Turbéki, J. Péter: Experimentation with MAVEK-LIN-KL Grinding Aid in the Lábattlan Cement Works

Őrlést segítő anyagok üzemi alkalmazása az NDK-ban

S C H E I B E, W — D O M B R O W E, H.

Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg, NDK

A nemzetközi szakirodalomban már kb. 20 éve található adatok a száraz finomörlés felületaktív anyagokkal történő javításáról, az NDK-ban azonban csak 1968-ban kezdtek meg ezek nagyüzemi alkalmazását, először egyetlen cementgyárban.

Ezzel kb. egyidejűleg különböző kutató intézetekben kutatások kezdődtek az őrlést segítő anyagok hatásmechanizmusának tisztázására, amelyeknek célja elsősorban a különféle anyagok kiválasztása és az optimális alkalmazási körülmények meghatározása volt.

Az őrlést segítő anyagok üzemi alkalmazása az NDK-ban az elmúlt években erősen elterjedt.

Fő alkalmazási terület a cementörlés (mind nagy kohósalaktartalmú tömegeementeknél, mind pedig a nagyszilárdságú portlandcementek esetében), emellett azonban alkalmazható égetett mész és foszfátok finomörlésénél, ahol a golyósmalmokon kívül Loesche típusú malmoknál is szóba jöhet.

Őrlést segítő anyagként az NDK-ban majdnem kizárólag többértékű technikai alkoholokat alkalmaznak (oktán-diol), amelyek alacsony árak, továbbá hatékonyságuk és kedvező szállítási lehetőségeik következtében a korábban túlnyomóan alkalmazott trietanol-amint és glikolszintézis-ma-radékokat kiszorították.

Az NDK cementiparában három üzemben alkalmaznak folyamatosan őrlést segítő anyagot és további három üzemben beépítés alatt áll az adagoló berendezés.

Őrlést segítő anyag alkalmazásukor minden egyes üzemben más és más problémák merülnek fel, amelyeket esetenként kell megoldani.

Ezek közül a következőket említenénk meg:

— A késztermék jobb folyóképessége következtében jelentkező nehézségek a meredeken emel-

kedő szállítószalagokon. Itt megoldásul szolgálhat a legtöbb esetben az anyag szállítószalagra való feladásának megváltoztatása.

— A töltetösszetétel megváltoztatásának szükségessége nyílt folyamatú őrlőberendezésekben, az anyag jobb folyóképessége miatti rövidebb tartózkodási idő kiegyenlítése céljából.

— Az elektromos portalanító berendezés megváltoztatása, a pornak az őrlést segítő anyag miatt bekövetkezett nagyobb elektromos ellenállása csökkentése érdekében (víz beporlasztás).

— Az őrlőberendezés és a portalanító berendezés karbantartásának javítása a munkahely és a környezet jelentékeny porszennyezésének elkerülése céljából. Az őrlést segítő anyag alkalmazása esetén az őrlőberendezés tömítetlen helyein (laza páncélsavarak a malomköpenyen, nem záró próbavevőnyílások a surrantókon és a csővezetékeken, hibás szállítóberendezések) gyakran rendkívül kellemetlen hatást kelt.

Ugyanez érvényes a hibás portalanítóberendezésekre is (hiányzó vagy hibás szűrőtömlők a tömlős portalanítóknak).

Ha ezek sértetlenek, akkor az 50—70%-kal megnövekedő porleválasztás ellenére sem növekszik a filter után a porkiszórás.

Cementörléskor az őrlést segítő anyagok következtében azonos őrlésfinomság mellett általában 15—20% átmenő teljesítmény növekedés érhető el. Hogy ezt folyamatos üzemelés mellett tartani tudjuk, az őrlőberendezés üzemi viszonyait a megváltozott körülményeknek megfelelően, exakt módon össze kell hangolni. Az eddigi vizsgálatok szerint a megadott átmenőteljesítmény növekedés mind nyílt-, mind zártfolyamatú őrlőberendezésekkel elérhető.

Lényeges az őrlést segítő anyag pontos adagolása, amit a malom adagolóberendezésével reteszelni szükséges.

Adagoló berendezésként általában adagoló pumákat alkalmaznak, amelyek az őrlést segítő anyagot egy termosztált készlettárolóból szívják és a malomba porlasztják.

Hasonló jó hatás érhető el, ha az őrlést segítő anyagot a feladott anyagra csepegtetjük.

A legkedvezőbb beadagolási hely nyílt folyamatú őrlőberendezéseknél általában az első kamra. Zárt folyamatú malmoknál célszerű az őrlést segítő anyag egy részét a második, illetve harmadik kamrába bevinni. A legkedvezőbb mennyiség oktáندیol esetében, nyílt folyamatú cementőrlésnél kb. 350 g/t, míg zárt folyamatú őrlésnél 500 g/t.

Ezen őrlést segítő anyag jelenlegi ára 0,3 M/kg, s ilyen módon az NDK gazdasági körülményei között a cementiparban 1 M/t nyereség adódik. Ezt a talán csekélynek tűnő értéket magasabbra kell értékelni, mivel elsősorban energiamegtakarítást eredményez.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy minden esetben, ahol az NDK-ban idáig az őrlést segítő anyag alkalmazását vizsgálták, gazdasági előnyök voltak kimutathatók. Általában minden esetben sikerült az őrlést segítő anyag alkalmazásával kapcsolatos szekunder jelenségeket is megoldani. Különösen nem szükségszerű, hogy őrlést segítő anyag alkalmazásánál a berendezés és a környezet erősebben szennyeződjék a porkibocsátás következtében.

A cementőrlésnél mutatkozó előnyökkel szemben kedvezőtlenebb a helyzet a cementipari nyersanyagok őrlésénél, mivel itt a különböző őrlést segítő anyagok viszonylag nagy mennyisége mellett is csak kisebb hatás érhető el, mint klinkerőrlésnél.

Шейбе, В.—Домброве, Х.: Опыт заводского применения ПАВ на цементных заводах ГДР

Scheibe, W.—Dombrowe, H.: Betriebliche Anwendung von Mahlhilfsmitteln in der DDR

Scheibe, W.—Dombrowe, H.: Plant Application of Grinding Aids in the GDR

Mészőőrlés, őrlést segítő anyagokkal

MRÁKOVICSNÉ TÖRÖK KATALIN

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A felületaktív anyagok cementipari nyersőrlésnél való alkalmazása a száraz eljárás egyre nagyobb mértékű térhódítása következtében hazánkban is mindinkább érdeklődésre tarthat számot.

Ugyanakkor meg kell állapítani, hogy a klinkerőrlésnél való alkalmazással ellentétben, nyersőrlésre vonatkozóan a szakirodalomban alig található konkrét adat, vagy gyakorlati eredmény.

Ebben a nehéz helyzetben kezdtük el a témára vonatkozó kutatásokat.

Első lépésként nemzetközi kapcsolataink révén igyekeztünk tájékozódni, elsősorban a Szovjetunióbeli tapasztalatokról, ahol már több üzemben alkalmaznak őrlést segítő anyagokat cementipari nyersanyagok, ill. mésző őrlésénél. A közvetlen tapasztalatesere útján kapott tájékoztatás szerint a gyakorlati eredmény 15–25% közti teljesítménynövekedés. Emellett az őrlés folyóképeségének növekedése következtében a homogenizálhatóságban is lényeges javulást tapasztaltak.

Itt kell megemlíteni, hogy ez a kérdés a cementipar mellett pl. mészőőrlő üzemek számára is érdekes lehet.

Következő lépésként elkezdtük a laboratóriumi kísérleteket háromféle hazai mészőelőfordulással (váci, beremendi és hejőcsabai), amelyek a jelenlegi helyzetben a száraz eljárás szempontjából különösen fontosak. Ugyanesek végeztünk laboratóriumi kísérleteket a Bernburg-i (NDK) cementgyárból származó mészőkövel is.

A laboratóriumi kísérletek során nemesak különböző előfordulású mészőköveket, hanem különböző felületaktív anyagokat is vizsgálat tárgyává tettünk. Így az ismert, hazai gyártású MAVÉK-LIN-KL és az import HEA-2 anyagokat, valamint a NIICEMENT (Moszkva) által mészőkövekre kipróbált, s a magyar mészőköftípusokhoz ajánlott SzS-1 jelzésű kísérleti anyagot, amely szerves-szintetikus ipari melléktermék.

A legfontosabb kérdés, amire választ kívántunk kapni, hogy a kipróbált felületaktív anyagok hazai

mészköveinek őrlhetőségére gyakorolnak-e egyáltalán pozitív hatást. Emellett természetesen más kérdések is érdekelték, pl., hogy amennyiben pozitív hatás mutatkozik, az hogyan jelentkezik a mészköfajták minőségétől, a felületaktív anyag mennyiségétől és minőségétől, ill. az őrlési folyamat egyes szakaszaitól függően.

A következőkben néhány szót említenék ezeknek a laboratóriumi kísérleteknek az eredményeiről anélkül, hogy részletes számszerű adatokat közlőnk.

A vizsgált négyféle mészkominta közül, a Hardgrove-féle vizsgálat szerint a Bernburg-i mészkö igen könnyen őrlhetőnek bizonyult. A hazai mészkövek közül a váci és hejőcsabai kb. egyformán közepes őrlhetőségű, a beremendi pedig a legnehezebben őrlhető. Ugyanez volt az őrlhetőségi sorrend kalapácsos törőn való aprításnál is.

Laboratóriumi golyósmalomban a tendencia hasonló volt. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a Bernburg-i mintánál nehezebben őrlhető hazai mészkövek kisebb Blaine-számnál mutattak olyan mértékű tapadást, ill. aggregációt, amely már akadályozta a további finomodást. Ez megegyezik azt a sok helyen elterjedt korábbi elképzelést, hogy a mészköveknek két alapvető típusa van:

- nehezen őrlődő, agglomerációra kevésbé hajlamos anyagok;
- könnyen őrlődő, de agglomerációra erősebben hajlamos anyagok.

Vannak tehát olyan mészkövek is, amelyek nehezen őrlődnek, ugyanakkor azonban agglomerációra hajlamosak. Ilyen tulajdonságú anyagokkal egyébként a klinkerek és klinkerásványok őrlhetőségének tanulmányozása során is találkozhatunk (pl. C₂S). Felületaktív anyagokkal történő őrlés esetén is igen érdekesek voltak a tapasztalatok.

Megállapítottuk, hogy

- a különböző típusú felületaktív anyagok különbözőképpen hatnak az egyes mészköfajtákra;
- azonos felületaktív anyag és azonos mészkö alkalmazásakor is eltérő a hatás az őrlés különböző szakaszaiban, azaz az őrlési sebesség más-képpen alakul őrlést segítő anyag alkalmazásakor, mint anélkül;
- az egyes őrlési szakaszokban mutatkozó hatás egyaránt függ a mészkö és az őrlést segítő anyag fajtájától.

Mindebből arra következtethetünk, hogy egyrészt lehetséges minden egyes mészkötípusra maximális hatást kifejtő felületaktív anyag kiválasz-

tása, másrészt más hatás várható, ha durvább, vagy finomabb őrlési tartományban kívánunk dolgozni.

A hatás minden esetben szoros összefüggésben van a felületaktív anyag molekulái által elfoglalt felülettel, valamint az adszorpciós aktivitással.

A laboratóriumi kísérletek során mindenesetre minden egyes mészköfajta és minden kipróbált felületaktív anyag esetében tapasztalhattunk pozitív hatást, egyrészt az őrlhetőség javítása, másrészt a tapadás csökkentése, s ezáltal az elérhető fajlagos felület nagysága tekintetében.

A laboratóriumi kísérletek pozitív eredménye indokoltta tette, hogy egy lépéssel előbbre lépünk. Laboratóriumi körülményeink között ugyanis nem tudtunk választ kapni olyan — az üzemi gyakorlat szempontjából jelentős — kérdésekre, mint pl. arra, hogy folyamatos működésű üzemi malmokban, ahol mindig van szellőzés, továbbá a szobahőmérsékletnél lényegesen magasabb hőmérsékletek (3—600 °C) fordulnak elő (szárítva őrlés), milyen eredmények várhatók. E kérdések pontos megválaszolására nagyüzemi kísérletek lennének a legalkalmasabbak, azonban a nagy méretek, ill. mennyiségek miatt ez egyelőre túlzott kockázatot jelentene. A FIA-val (Freiberg) való együttműködés során azonban lehetőség nyílt közös félüzemi kísérletek elvégzésére, amelyek részleteiről Scheer kolléga számol be részletesebben, én mindössze néhány szót szólnék azok értékeléséről.

A kísérletek sok pozitív eredményt, sok metodikai tapasztalatot hoztak, de ugyanakkor sok nyitott kérdésre is felhívták a figyelmet.

A pozitív eredmény elsősorban az osztályozási folyamatnál jelentkezett, ami számszerűen is értékelhető a körbejárási tényező csökkenése alapján. Ez a körülmény energetikai szempontból feltétlenül kedvező. Az, hogy a malomban jelentkező, közvetlenül őrlhetőségre gyakorolt hatást számszerűen nem lehetett kimutatni, elsősorban a berendezés jellegéből (légáramrendszer), az anyag malomban való viszonylag rövid tartózkodási idejéből természetszerűleg következik.

Ez viszont mindjárt felveti az egyik legfontosabb nyitott kérdést, hogy miként alakulna az őrlési és osztályozási folyamat a szokásos rendszerű kör-folyamatos őrlőberendezésben.

Egy másik — a gyakorlat számára igen fontos — pozitív eredmény, hogy a felületaktív anyag hatását nem rontotta le a magasabb hőmérséklet (belépő hőmérséklet 600, ill. 800 °C).

Természetesen e téma területén még igen sok elméleti és gyakorlati irányú kutatásra van szük-

ség. Az eddigi pozitív eredmények alapján azonban mindenesetre érdemes a kérdéssel tovább foglalkozni, s megvan a remény, hogy az eredmények előbb-utóbb a gyakorlatban is realizálódni fognak.

Мраковицне, Т. К.: Помол известняка с ПАВ

Frau Mrákovics, Török, Katalin: Kalksteinvermahlung mit Mahlhilfsmittel

Török, Katalin (Mrs. Mrákovics): The Grinding of Limestone in the Presence of Grinding Aids

MAVEKLIN-nel végzett félüzemi kísérletek értékelése

SCHAEER, L.* — MRÁKOVICSNÉ TÖRÖK KATALIN** —
Ifj. PÉNTÉK LÁSZLÓ**

* Forschungsinstitut für Aufbereitung, Freiberg, NDK.

** Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest.

1. A feladat ismertetése

A „Mészkeőrlés őrlést segítő anyaggal” című tematika kidolgozása általánosan azt a célt szolgálta, hogy egy energiaigényes műveletet kedvezőbbé, termelékenyebbé tegyünk.

Ez év februárjában a FIA-ban a SZIKKTI munkatársaival együtt őrlési kísérleteket folytattunk, MAVÉKLIN — mint őrlést segítő anyag — felhasználásával. A cementőrlésnél történt sikeres alkalmazási tapasztalatok alapján vizsgálni kívántuk az őrlést segítő anyag nyersőrlésnél való hasonló alkalmazási lehetőségét.

A programban a következő kísérletsorozatok szerepeltek:

1. Őrlés őrlést segítő anyag nélkül; normálhőmérsékleten
2. Őrlés őrlést segítő anyaggal; normálhőmérsékleten
3. Őrlés őrlést segítő anyag nélkül; a malomba lépő füstgáz hőmérséklete 600 °C
4. Őrlés őrlést segítő anyaggal; a malomba lépő füstgáz hőmérséklete 600 °C
5. Őrlés őrlést segítő anyag nélkül; a malomba lépő füstgáz hőmérséklete 800 °C
6. Őrlés őrlést segítő anyaggal; a malomba lépő füstgáz hőmérséklete 800 °C

A kísérleti anyag bernburgi (NDK) mészkeő volt, a következő szemesösszetétellel:

Szemesméret mm-ben	%-os részarány
6,3	10,3
6,3 —3,15	28,9
3,15 —2,0	10,9
2,0 —1,6	5,2
1,6 —0,9	12,6

0,9	—0,63	4,6
0,63	—0,4	4,7
0,4	—0,25	3,7
0,25	—0,16	2,8
0,16	—0,09	3,0
0,09	—0,063	0,9
0,063	—0,04	0,9
	0,04	11,5
		100,0

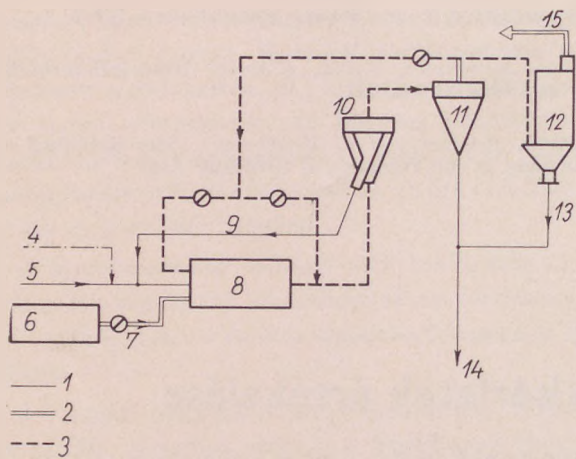
A mészkeő sűrűsége 2,7—2,8 g/cm³. A kémiai elemzés adatai: 48,5% CaO; 1,4% MgO; 0,77% Fe₂O₃; 0,13% SO₃; 0,3% H₂O; 7,5% HCl-ben oldhatatlan és 39,5% izzítási veszteség.

2. A félüzemi kísérleti berendezés ismertetése

A mészkeőrlési kísérleteket egy légáramrendszerű őrlőberendezésben végeztük. Egy tüzelőkamra hozzákapcsolásával a malomba belépő füstgáz hőmérséklete 1000 °C-ig növelhető. A kísérleti berendezés vázlatja az 1. ábrán látható.

A berendezés egy zárt kapcsolású őrlő-osztályozó rendszer. Fő részei: egy 1,2Ø × 2,2 m-es golyósmalom, egy Raymond-féle gravitációs osztályozó, továbbá a késztermék, valamint a por leválasztását szolgáló ciklon és porszűrő. A berendezés egyes részeit levegő-/porszállító rendszerek kapcsolják össze. A rendszerben az ellenőrzés céljára mérőrendezések, a légáram szabályozására állítható csappantyúk vannak beépítve.

A kísérleti anyag egy feladóbunkerbe kerül, ahonnan tányéros adagoló segítségével történik az adagolás. A golyósmalom által megőrölt anyag a Raymond-féle osztályozóba kerül, ahol durva és finom termékre válik széjjel. A finom terméket tartalmazó légáramból a ciklonban leválik az ún. késztermék, amely egy cellás adagolón keresztül el-



1. ábra. Légáramrendszerű őrlőberendezés, gravitációs osztályozóval

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. anyagáram | 8. malom |
| 2. portalanított levegő | 9. dara |
| 3. poros levegő | 10. Raymond-osztályozó |
| 4. őrlést segítő anyag | 11. ciklon |
| 5. feladás | 12. tömlős szűrő |
| 6. tüzelőkamra | 13. por |
| 7. forró gáz | 14. késztermék |
| | 15. távozó levegő |

távolítható. A ciklonból távozó levegőt egy tömlős szűrő portalanítja. A tömlős szűrőkben összegyűlt port a rázószerkezet lerázza. A por ugyancsak célás adagolon keresztül üríthető. Az osztályozó durva terméke ejtőcső segítségével a malom beömlési oldalán kerül visszatáplálásra.

A továbbiakban meg kell említeni az alkalmazott őrlőberendezés működésének néhány különlegességét, amelyben eltér a cement- és nyerslisztőrlésnél használatos körfolyamatos berendezésektől.

A körfolyamatos malmoknál az őrleményt elvátor viszi az osztályozóra, ahol a malmon áthaladó levegőmennyiségtől függően osztályozódik. A FIA légáramrendszerű berendezésének osztályozója levegő-/porszállítórendszerrel van egybeépítve és ezért a levegő- vagy (és) porfeladásban jelentkező változások közvetlenül befolyásolják működését. Az osztályozó beépítményeivel (termelőlemezek) az elválasztás éppen ezért csak szélesebb határok között állítható be. A légátbocsátás növelésével — egyébként állandó beállítás mellett — a leválasztási határszemese a durva tartományba tolódik el. Ha az osztályozóra való feladás növekszik, a leválasztási határszemcseméret csökken: a levegő nagyobb porterhelésével növekszik az osztályozó áramlási ellenállása, csökken a légsebesség, s ennek következtében rosszabb lesz az osztályozó kihozatala. Ugyanígy hat természetesen a légáram fojtása, a csappantyúk állásának változása, vagy a tömlős-szűrőkben leváló nagyobb pormennyiség következtében bekövetkező filterellenállás-növekedés.

3. A kísérletek menete

Mint a feladat ismertetésénél említettük, 6-féle beállítást alkalmaztunk. Ezek során az őrlési segédanyag hatását, a magasabb hőmérséklet befolyását, valamint e két tényező őrlési folyamattal való kölcsönhatását vizsgáltuk.

Vizsgálatot végeztünk az adagolás növelésének hatására vonatkozóan is.

A főlégáram mennyiségét 3200 m³/óra konstans értéken kívántuk tartani. Az osztályozót a lehető legfinomabb leválasztásra állítottuk be.

A MAVÉKLIN-t 1:1 arányban vízzel hígítottuk és az adagolótányéron levő mészköre csepegtettük. Minden esetben 1000 g MAVÉKLIN/t mészko adagolással dolgoztunk.

Félóránként mintákat vettünk a malomfeladásból, a késztermékből (osztályozó finomterméke), a darából (osztályozó durva terméke) és a szűrőben leválasztott porból, részletes kémiai és fizikai vizsgálatok céljára.

A berendezés ellenőrzése céljából különböző helyeken mértük a hőmérsékleteket, levegőmennyiségeket, statikus nyomásokat, az égő előtt a gázfelhasználást, valamint az égéshez szükséges levegő mennyiségét.

A berendezés hiányossága, hogy a malomból való kilépésnél nem lehet anyagmintát venni, s így csupán számítás útján lehetett a malomtermékre adatokat nyerni, az osztályozó finom és durva termékének mennyiségi és szemszerkezeti viszonyai alapján.

4. A vizsgálati eredmények elemzése

Az őrlési segédanyag alkalmazása az őrlési folyamatoknál az őrlőhatás javulásához vezet. Ez azt jelenti, hogy egyébként azonos körülmények mellett növekszik az őrlemény finomsága, vagy azonos

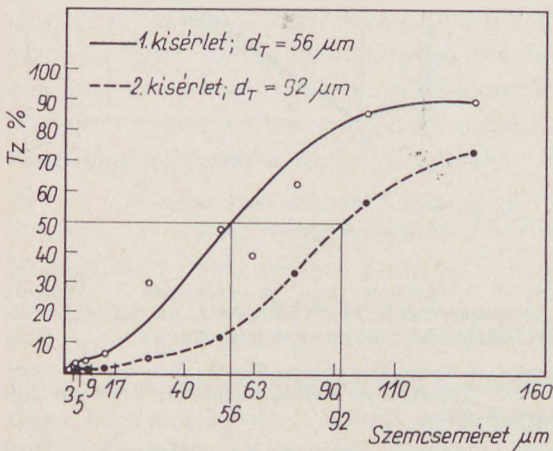
1. táblázat

Kísérleti körülmények és eredmények mészkoőrlésnél

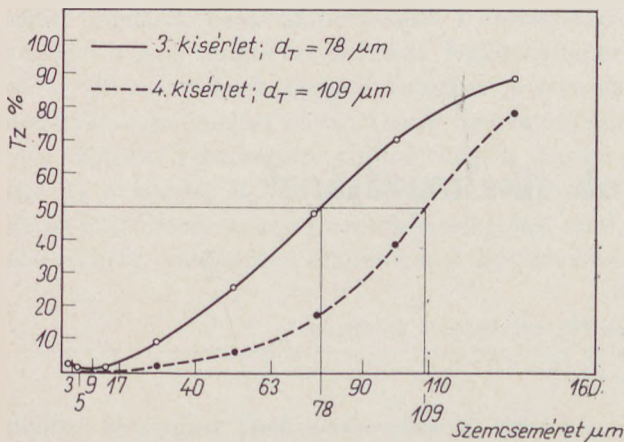
Kísérlet sorozat száma	MA-VEK-LIN %	Átmenő telj., kg/óra	Hő-mérs. mu-lom-belépés-nél, °C	Osztályozó termék, %		Leválasztási határszemese, D_T μ m	Folyóképesség készterm., $D/63$ %
				finom	durva		
1.	—	400	20	67	33	56	50
2.	0,1	400	20	84	16	92	72
3.	—	400	630	74	26	78	58
4.	0,1	400	630	89	11	109	74
5.	—	600	850	66	34	40	50
6.	0,1	600	850	83	17	100	56

finomság mellett nagyobb mennyiségű anyagát-haladás jelentkezik. Ennek kimutatását célozták a mintákon elvégzett különböző vizsgálatok.

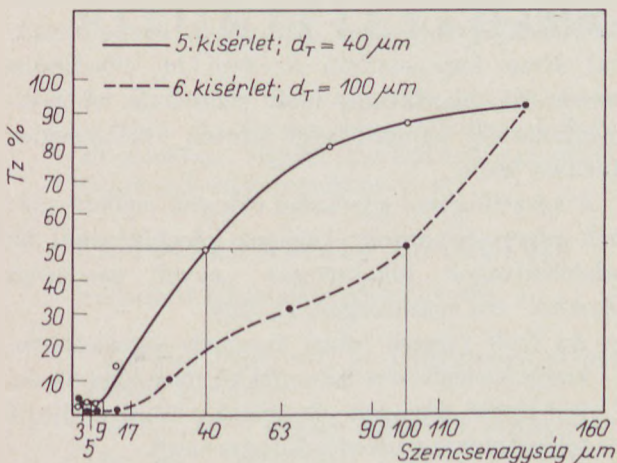
E helyen csak azon eredmények átlagértékeit kívánjuk összefoglalni, amelyeket a következőkben elemezni kívánunk (lásd 1. táblázat).



2. ábra. A d_T leválasztási határszemcse grafikus meghatározása



3. ábra. A d_T leválasztási határszemcse grafikus meghatározása



4. ábra. A d_T leválasztási határszemcse grafikus meghatározása

Feltűnhet, hogy magáról az őrlési folyamatról csak kevés adat áll rendelkezésre, az elemzés lényegében csak az osztályozó működésére korlátozódik. Ez abból adódik, hogy — mint már említettük — a malomtermékből nem lehetett közvetlenül mintát venni, s a megoszlási hányados (TZ) átlagértékeiből számított, a malomtermékre vonatkozó szemszerkezetek nem mutattak érdemleges összefüggést.

Az 5. és 6. kísérletsorozathból — ahol a teljesítmény 30%-kal nagyobb volt — kétségtelenül le lehet vonni két következtetést:

- A malomkihozatal optimumát még nem értük el, mivel az őrlési segédanyag hozzáadása nélkül sem lépett fel lényeges változás a malomtermék szemszerkezetében;
- Az őrlési segédanyag hatására lecsökkent az anyag malomban való tartózkodásának ideje, s ugyanakkor változatlan maradt a szemcseösszetétel. Ebből arra lehet következtetni, hogy javult a malomban az őrlési hatás. Természetesen ennek a feltevésnek igazolására még további kísérletek lennének szükségesek.

Az osztályozó finom- és durvatermékének szemcseelemzése, mennyiségi megoszlásuk, a megoszlási hányadosok (TZ) alapján megállapított leválasztási határszemcse nagyság (d_T), valamint a folyóképesség meghatározása (szita-módszer) képezik az őrlési segédanyag hatása értékelésének alapját. Az értékelésnél elsődlegesnek a késztermék tekintendő.

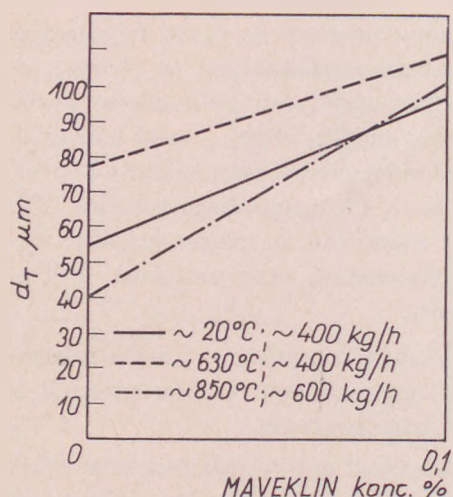
Minden esetben megfigyelhető volt, hogy MAVEKLIN adagolás hatására megnövekedett a késztermék folyóképessége.

Ez kétségtelenül hatást gyakorol az osztályozó működésére. Ezt bizonyítják a TZ megoszlási hányados értékei, amelyek a 2—4. ábrákon vannak feltüntetve.

Az osztályozó d_T leválasztási határszemcse nagysága forró gáz átvezetése esetén nagyobb lesz, azonban nincs káros hatása az osztályozási effektusra. Feltételezhető, hogy MAVEKLIN adagolásnál a malomtermék jól diszpergálva kerül az osztályozóra, s ezért az — egyébként a durva termékkel együtt kihordott — szemesék nagy része azonnal kiosztályozódik.

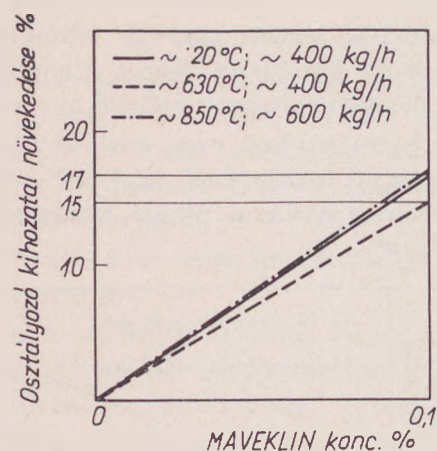
Az 5. ábra a d_T leválasztási határszemcse MAVEKLIN adagolással való összefüggését ábrázolja. A változó kísérleti paraméterek a teljesítmény és a belépési hőmérséklet.

A 6. ábrán az osztályozó kihozatalának az őrlési segédanyag-koncentráció függvényében való grafikus ábrázolása látható. Világosan látszik, hogy



5. ábra. A leválasztási határszemcse és a MAVEKLIN adagolás összefüggése

0,1% MAVEKLIN adagolásnál az osztályozó finomtermék hányada, s ezzel a légáramrendszerű berendezés kihozatala az adott esetekben 15—17%-kal nőtt. Ebből ismét az következik, hogy csekély befektetéssel lehetséges a teljesítménynövelés.



6. ábra. Az osztályozó kihozatalának növekedése MAVEKLIN adagolás hatására

Шеер, Л.—Мраковичне, Т. К.—Пентек Л.: Результаты полузаводских экспериментов по применению МAVEКЛИНа-КЛ при помоле известняка

Scheer, L.—Frau Mrákovics, Török, Katalin—Péntek, László jun.: Auswertung halbbetrieblicher Versuche mit MAVEKLIN-KL

Scheer, L.—Török, Katalin (Mrs, Mrákovics)—Péntek, László Jr.: Pilot Plant Experiments with MAVEKLIN-KL Grinding Aid

Hozzászólás az őrlést segítő anyagok alkalmazásának kérdéséhez

Ifj. PÉNTÉK LÁSZLÓ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az elméleti kutatások vonalán az őrlést segítő anyagok hatásának vizsgálata már szinte tradícióval rendelkező munkaterület, nem elhanyagolható gyakorlati eredményekkel [1—10]. Az utóbbi években az energiahelyzet kedvezőtlen alakulása következtében a kérdés gyakorlati oldala különös jelentőséget kapott. Ugyanakkor az őrlést segítő anyagok alkalmazása gazdaságosságának megítélése a jelen időszakban nem egyértelmű. Ennek oka szerintünk egyrészt az, hogy az őrlést segítő anyagok ára emelkedett, másrészt az, hogy az energiaárak jövőbeni alakulása nem látható világosan. Koltai [10] cikkéből jól látható az őrlést segítő adalékanyagok gazdaságosságának problémája, pontosabban az, hogy a pillanatnyi árviszonyok mellett ezen anyagok alkalmazása nem kifizetődő, sőt veszteséges. Az elmondottak ellenére úgy véljük, hogy érdemes az őrlést segítő adalékanyagok alkalmazásának perspektíváival foglalkozni.

Az olaj és szervesvegyipari termékek árának emelkedése új helyzetet teremtett. Feltételezhető, hogy az adalékanyagok ára mellett az energia ára is emelkedni fog és ez a gazdaságosság megítélésének szemléletbeli változását hozza magával. Ezzel kapcsolatban Korányi [11] előadására szeretnénk hivatkozni, mely szerint az energiamegtakarítás népgazdasági szinten valutamegtakarítást jelent.

A kézzelfogható gazdasági előnyök mellett vannak olyan feladatok, amelyek megoldásánál az adalékanyagok alkalmazása „egyéb gazdasági okokból” ma is szükséges [1], [10]:

- Az őrölt termék iránti átmeneti keresletnövekedés kielégítésére kézenfekvő megoldás az őrlést segítő anyagok alkalmazása által nyújtott teljesítménynövekedés kihasználása.
- Ha adott őrölhetőségi tulajdonságokkal rendelkező anyagot adott berendezésben nagyobb

finomságúra kell örölni, gyakran megoldhatóan a feladat adalékanyagok nélkül.

— Az örlemények jobb ömleszhetőségi tulajdonságaival kapcsolatos követelmények kielégítésére célszerűnek látszik az őrlést segítő adalékanyagok alkalmazása.

A fent elmondottakat alátámasztja az a tény, hogy ezen anyagok alkalmazása külföldön már eléggé elterjedt. Ennek illusztrálására vessünk egy pillantást arra, hogy néhány, véletlenszerűen kiválasztott országban az előállított cement hány százaléka készül őrlést segítő anyagokkal [1], [4], [9]:

USA:	20% (irodalmi adat)
Olaszország:	60% (szóbeli közlés)
NSZK:	10% (irodalmi adat)
NDK:	3 gyárban (irodalmi adat)

(Ismereteink szerint ilyen anyagokat alkalmaznak még a Szovjetunióban, a skandináv országokban, Franciaországban, Japánban, ezekről azonban mennyiségi adatok nem állnak rendelkezésünkre.)

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az őrlést segítő anyagok hazai alkalmazását a szóhajóhető adalékanyagok magas ára nehezíti. Indokolt tehát az új, olcsóbb adalékanyagok kutatása, illetve az optimális alkalmazási körülmények megvalósítása [10]. Ennek lehetőségeire többek között *Mardulier* [1] mutatott rá, kihangsúlyozva, hogy optimális alkalmazás esetén (megfelelő adagolási mód, illetve hely, valamint a malomban a tartózkodási

idő és a töltet optimalizálása stb.) az ugyanolyan eredmény eléréséhez szükséges őrlési segédanyag mennyisége kb. 25%-kal csökkenthető.

I R O D A L O M

- [1] *Mardulier, F. J.* (1967): Rock Products, No. 5. p. 110—114.
- [2] *Gratsjan—Doviborova* (1971): Silikattechnik, 22, No. 12., p. 405—407.
- [3] *Tanaka, T.* (1962): Zement-Kalk-Gips, No. 1. p. 28—32.
- [4] *Schneider, H.* (1968): Zement-Kalk-Gips, No. 2. p. 63.
- [5] *Opozky, L.* (1969): Építőanyag, XXI., No. 5., p. 188—193.
- [6] *Gighi, G.* (1972): Cem. Technology, May—June, p. 97—105.
- [7] *Schneider, H.* (1969): Zement-Kalk-Gips, 22, No. 5. p. 193.
- [8] *Zudák—Kurka* (1969): Silikáty, 13, No. 3., p. 241—253.
- [9] *Scheibe—Dombrowe*: „Őrlést segítő anyagok üzemi alkalmazása”. Előadás a SZIKKTI-SZTE szervezésében megrendezésre került őrlési kolloviumon, Budapest—Tatabánya, 1974. november 19—20.
- [10] *Koltai, I.*: „Felületaktív adalékanyagok alkalmazásának tapasztalatai a DCM-ben”. Előadás a SZIKKTI-SZTE szervezésében megrendezésre került őrlési kollokviumon, Tatabánya—Budapest, 1974. nov. 19—20.
- [11] *Korányi, Gy.*: „Az ország energiahelyzetének várható alakulása és a szilikátipar energiaigényének kielégítése.” Előadás a 11. Szilikátipari energiagazdálkodási ankéton, Budapest, 1975. február 5.

Пентек, Л.: Краткое дополнение к вопросу применения ПАВ в цементной промышленности

Péntek, László jun.: Beitrag zur Frage der Anwendung von Mahlhilfsmittel

Péntek, László Jr.: Comments on the Application of Grinding Aids

KITÜNTETETTJEINK

Az Építésügyi és Városfejlesztési Miniszter az 1975. évi Építők Napja alkalmával Egyesületünkben végzett kiemelkedő társadalmi munkájuk elismeréseképpen az

ÉPÍTŐIPAR KIVÁLÓ DOLGOZÓJA

miniszteri kitüntetést adományozta:

Gémes Józsefnek, az Üvegszakosztályban végzett munkájáért;

Keller Antal csoport titkárnak, a Kaposvári Téglaipari Csoportban végzett tevékenységéért;

Mészáros István csoport elnöknek, a Kő-, Kavicsszakosztály Borsod megyei Csoportjának alakításában való közreműködéséért és a Csoport rendezvényeinek szervezéséért;

Szabó Lajosnak, a Cementszakosztályban végzett munkájáért;

Dr. Tomschey Ottó egyesületi összekötőnek, a Finomkerámiai Szakosztályban végzett munkájáért.

Üdvözljük a miniszteri elismerésben részesült aktivistáinkat, és kérjük, hogy a jövőben is képviseljék Egyesületünk és a magyar szilikátipar érdekeit.

Vibrációs golyósmalom üzemi paramétereinek meghatározása rádióaktív nyomjelzéssel

GALLYAS MIKLÓS — GÉMESI JÓZSEF
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A finomkerámiaipar különböző őrlési feladatai szükségessé tették olyan őrlési technológia kísérleti kipróbálását, amely termelékenységgel növekedés mellett jelentős energia megtakarítást eredményez és azonos őrleberendezésben puha- és nagy keménységű anyagok nedves és száraz őrlését, együtt és külön őrleést, tetszés szerinti keverékek előállítását teszi lehetővé.

Vibrációs malomban történő folyamatos üzemi kötőanyaggyártási technológiához szükséges információk és adatok megszerzése céljából radioizotópos nyomjelzéssel vizsgálatokat végeztünk Palla 20 U típusú vibrációs golyósmalomban.

Az őrleberendezés

A vibrációs malmok méreteikben és őrlési teljesítményben nem érik el, kedvező szemcseméret eloszlásban és gazdaságosságban viszont felülmúlják a konvencionális golyósmalmokat. A különböző típusú vibrációs malmokkal kapcsolatos elméleti és gyakorlati problémákat tárgyaló közlemények közül — a teljesség igénye nélkül — az idézett tanulmányokra hivatkozunk [1—16].

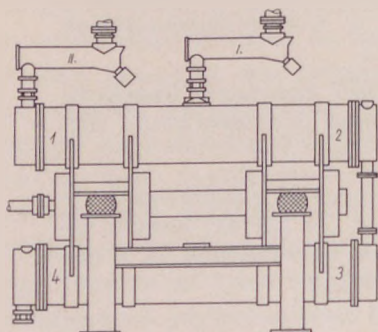
A Palla 20 U típusú vibrációs malom (1. ábra) két párhuzamos őrlecsőből áll, amelyeket egymás felett két gerinclemez-keretbe fogtak be. A csöve-

ket a köztük középen elhelyezett excenteres gerjesztő hozza kör alakú rezgésbe. A meghajtó motor hajlékony tengelyen keresztül csatlakozik a kiegyensúlyozatlansági hajtóműhöz. A rezgés amplitúdója a kiegyensúlyozatlansági tömeg helyzetének változtatásával szabályozható.

Az őrlehengerek rezgéscsillapítás céljából négy gumi alátét közbeiktatásával állványon helyezkednek el, és térfogatuk maximum 70%-áig őrletestekkel tölthetők. A rezgőmozgás hatására az őrletestek egymáshoz ütődnek, és kör alakú pályán mindkét őrlecsőben körbejárnak. Az őrlekre feladott anyagot a lassan körbejáró őrletestek magukkal viszik, az őrlemény úgy vándorol az az őrlehengerek hosszirányában, mint egy folyadék. Az őrlecsővek végén réselt tárcsák tartják vissza az őrletesteket, de átengedik az őrölt anyagot. A megfelelő szemcseméretet átfolyásssabályozók biztosítják. A csöveken levő csonkok különböző módon történő összekötésével együtt és külön őrleést, valamint két, három komponens keverését is el lehet végezni. A malom két őrlecsővében 50—50 kp-nyi hengeres Alkor őrletest van, a felső csőben $\varnothing 25 \times 25$ mm-es, az alsóban $\varnothing 20 \times 20$ mm-es. A malom üzemadatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A Palla 20 U típusú vibrációs malom üzemi adatai	
őrlecső hossza (mm)	1300
belső átmérője (mm)	200
beépített motorteljesítmény (kW)	3
őrlési teljesítmény (kp/ó)	50
malom súlya	
(őrletestek nélkül) (kp)	391
(őrletestekkel együtt) (kp)	491
a rezgési frekvencia határai (f/p)	0—1500
a rezgési amplitúdó határai (mm)	0—12
őrletestek mérete	
felső cső (mm)	$\varnothing 25 \times 25$
alsó cső (mm)	$\varnothing 20 \times 20$
őrletestek súlya	
felső cső (kp)	50
alsó cső (kp)	50



1. ábra. A Palla 20 U vibrációs malom oldalnézeti rajza (1, 2, 3, 4 detektorok, I., II. adagolók)

A vizsgálati módszer elvi kérdései

A vizsgálat célja a tartózkodási és átlagos tartózkodási idő, az őrlési egyensúly, a holt terek meghatározása volt.

Átlagos tartózkodási idő (\bar{t}) a folyamatos működésű malomban (egyidejű töltés és ürítés) az anyaggal kitöltött térfogat (V) és a malomba táplált anyag térfogati sebességének (v_v) hányadosa:

$$\bar{t} = \frac{V}{v_v} \quad (1)$$

Az átlagos tartózkodási idő az anyagáram egészére jellemző. A malomban azonban a keveredés miatt az anyag egyes térfogatelemei előresietnek, mások pedig lemaradnak. Ezért mind a malomban, mind az őrleményben levő anyag különböző tartózkodási idejű térfogatelemek keveréke.

A belső tartózkodási idő eloszlásra — azaz a malomban levő anyag korára az $I(t)$ eloszlás-függvény jellemző. A malmot kitöltő V térfogatú anyagnak az a törtrésze, amelynek kora (belépése óta az adott időpontig eltelt idő) t_Δ és $t_\Delta + dt_\Delta$ korok közé esik: $I/t_\Delta/dt_\Delta$, ahol t_Δ a tartózkodási idő és az átlagos tartózkodási idő hányadosa. Mivel $t_\Delta = 0$ és $t = \infty$ közé a teljes anyagmennyiség beletartozik:

$$\int_0^\infty I(t_\Delta) dt_\Delta = 1 \quad (2)$$

A malomban levő anyag átlagos kora:

$$\bar{t}_\Delta = \int_0^\infty t_\Delta I(t_\Delta) dt_\Delta \quad (3)$$

A külső tartózkodási idő eloszlás, $E(t_\Delta)$, a kilépő anyag korának eloszlása. A malomból kilépő anyag t_Δ és $t_\Delta + dt_\Delta$ korok közé eső része: $E(t_\Delta)dt_\Delta$. Mivel $t_\Delta = 0$ és $t_\Delta = \infty$ közé a teljes mennyiség beletartozik:

$$\int_0^\infty E(t_\Delta) dt_\Delta = 1 \quad (4)$$

A malomból kilépő anyag átlagos kora:

$$\bar{t}_\Delta = \int_0^\infty t_\Delta E(t_\Delta) dt_\Delta \approx \sum_{i=0}^{\infty} t_i E(t_i) \Delta t \quad (5)$$

A tartózkodási idő eloszlás-függvénye, az $F(t_\Delta)$, a t_Δ -nál kisebb korok előfordulásának relatív gyakoriságát határozza meg:

$$F(t_\Delta) = \int_0^{t_\Delta} E(t_\Delta) dt_\Delta \approx \sum_{i=0}^i E(t_i) \Delta t \quad (6)$$

Holt tér (V_h) a malom térfogatának azon része,

amelyben az anyag áll, vagy alig mozog. Viszonylagos nagysága:

$$\frac{V_h}{V} = 1 - \frac{\bar{t}_v}{\bar{t}} \quad (7)$$

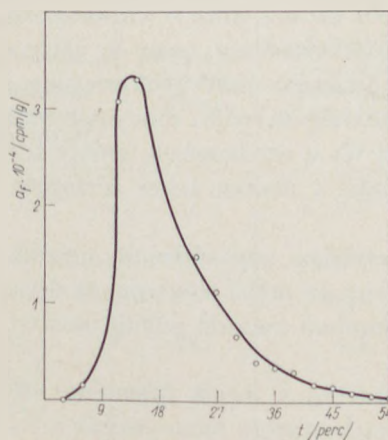
ahol V a malom anyaggal feltöltött térfogata, \bar{t}_v és \bar{t} az átlagos tartózkodási idő valódi, illetve számított értéke.

A kísérletek kivitelezése

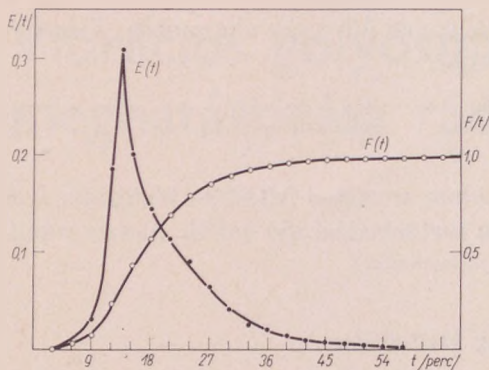
A II. sz. adagolóval (1. ábra) $0,790 \pm 0,020$ kp/perc adagolási sebességgel folyamatosan bórfrített jutattunk a malomba. Az 1 mCi ^{131}I -dal jelzett bórfrített tablettát kb. 1 órás üzemelés után tettük az őrlendő anyagba. A radioaktív izotóp útját az őrlőcsövek mentén elhelyezett ND-131/F típusú detektorokkal követtük. A számlálási sebességek időbeli változását Vareg-2 típusú vonalírók rajzolták ki. Az őrleményből 3 percenként mintát vettünk, az aktivitást üreges kristályban ND-131/E típusú detektorral, NK-150 típusú scalerrel 3×1 percig mértük. Mivel a ^{131}I felezési ideje (8 nap) két nagyságrenddel nagyobb, mint a kísérlet időtartama (1, 5 óra), a kísérlet alatti radioaktív bomlásból származó számlálási sebesség csökkenést elhanyagoltuk.

A mérési eredmények

Az őrleményből vett minták fajlagos aktivitásából (a_f) megszerkesztettük az a_f-t diagramot (2. ábra). Az ábrából leolvasható, hogy az őrleményben a malom indulásától számított 3. és 6. perc között jelenik meg az aktív anyag. Az aktivitás értéke rohamosan nő, a 15. perc táján maximumot ér el, majd exponenciálisan — 51—54 perc alatt — a háttér aktivitás szintjére csökken. Ebből arra lehet következtetni, hogy az őrlés folyamán az aktív anyag nem egyenletesen halad végig az őrlőcsöveken, — ebben az esetben ugyanis az a_f-t



2. ábra.
Az őrlemény
fajlagos
aktivitásának
változása a
jelzett anyag
beadagolásától
eltelt idő
függvényében



3. ábra. Az $E(t)$ és $F(t)$ függése az őrlési időtől

görbén éles maximum mutatkozna — hanem egyes részei előresietnek, mások visszamaradnak.

A jelzett anyag malomban való tartózkodásának ideje az a_f-t görbe maximumának megfelelően $15 \pm 1,5$ perc.

A külső eloszlási függvényt az alábbi összefüggéssel számítottuk:

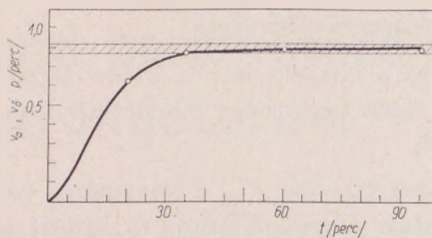
$$E(t) = \frac{a_f(t)}{\int_0^{\infty} a_f(t) dt} \approx \frac{a_f(t)}{\sum_{i=0}^{\infty} a_f(t) \Delta t} \quad (8)$$

Az $E(t)$ ismeretében a tartózkodási idő eloszlás függvénye, $F(t)$, az átlagos tartózkodási idő, \bar{t} , meghatározható. Az $E(t)$ és $F(t)$ változását az őrlési idő függvényében a 3. ábra mutatja.

Számításaink alapján az őrlendő anyag malomban való tartózkodásának átlagos ideje 20,0 perc. Az $F(t)$ -t görbéből leolvashatóan ehhez $F(20) = 0,67$ érték tartozik, ami azt jelenti, hogy 20 perc alatt az őrlésre feladott anyag 67%-a távozik a malomból. Mivel a malmot 1 órán át járattuk az izotóp beadagolás előtt, a malmot feltöltöttnek, azaz őrlési egyensúlyban levőnek tételezhetjük fel. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az őrlésre feladott anyag 33%-a nemcsak áramlik az őrlőcsövek mentén, hanem keveredik is a malmot feltöltő anyaggal. Az $F(t)$ -t görbéből az is leolvasható, hogy 50—51 perc őrlési idő elteltével az őrlésre feladott anyagnak több, mint 99%-a eltávozik a malomból, ezt a 2. ábra is alátámasztja a jelzett anyag vonatkozásában, azaz az átlagos tartózkodási idő 2,5-szerese alatt gyakorlatilag a teljes feladott mennyiség távozik, ami arra utal, hogy ha van is holt tér a rendszerben, annak térfogata elhanyagolható a malom teljes térfogatához viszonyítva.

A holt tér viszonylagos nagyságának megállapításához szükség van az őrlési sebesség, az őrlési egyensúly és a malomban maradó anyag mennyiségének ismeretére.

Őrlési sebességként (v_o) a levett őrlemény időegységre (perc) vonatkoztatott mennyiségét értel-



4. ábra. A levett őrlemény mennyiségéből számított őrlési sebesség változása az idő függvényében (bórfritt őrlésnél)

meztük. Az őrlési sebesség változását az őrlési idő függvényében a 4. ábra mutatja, amelyen feltüntetjük az adagolási sebességet (v_a) is. Az őrlési egyensúly beálltanak — adagolt mennyiség egyenlő a levett őrlemény mennyiségével — idejéül azt az időt vettük, amelynél az őrlési sebesség görbéje elérte a konstans adagolási sebességének megfelelő egyenest.

Az ábra alapján ez az érték 30—35 perc.

A malomban maradó anyagmennyiséget a $v_a(v_o)$ -t görbékéből meg lehet határozni. Az őrlési egyensúly beálltával a feladott anyag és a levett őrlemény mennyisége megegyezik, tehát az addig beadagolt, illetve levett anyagmennyiség különbsége a malomban marad. Ezen anyagmennyiség meghatározása a következő integrál kiszámítását jelenti:

$$G = \int_0^{t_f} v_a dt - \int_0^{t_f} v_o dt \quad (9)$$

ahol a t_f integrálási határ a feltöltődési idő, v_a és v_o az adagolási, illetve őrlési sebességek.

Az integrálást grafikusan végeztük el, így a malomban maradó anyagmennyiségre 12,60 kp-ot kaptunk.

A malom holt terei együttes térfogatának kiszámításához meg kell határozni a malomban 70% őrlőtest töltés esetén elhelyezkedő anyag térfogatát (V). A malomra vonatkozó közepes térkitöltésnek (E_k) és a csövek térfogatának (V_m) ismeretében:

$$V = 0,70 \cdot V_m(1 - E_k) = 0,70 \cdot 78,5(1 - 0,65) = 19,23 \text{ dm}^3$$

Az elvi áramlási idő:

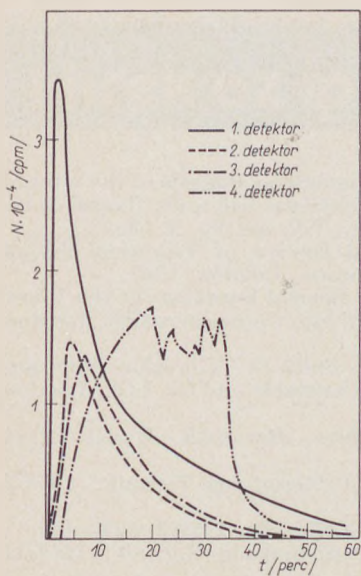
$$\bar{t} = \frac{V}{v_v} = \frac{V}{\frac{v_a}{\gamma}} = \frac{V \cdot \gamma}{v_a} = \frac{19,23 \cdot 1,29}{0,79} = 31,40 \text{ perc}$$

ahol v_a a bórfritt adagolási sebessége (kp/perc), γ pedig a fajsúlya (kp/dm³).

A (7) egyenlet alapján a holt tér térfogata:

$$V_h = V \left(1 - \frac{\bar{t}_v}{\bar{t}}\right) = 19,23 \left(1 - \frac{20,00}{31,40}\right) = 6,92 \text{ dm}^3$$

ahol \bar{t}_v a kísérletileg meghatározott átlagos tartózkodási idő.



5. ábra.
Az őrlőcsövek mentén elhelyezett detektorok által mért számlálási sebességek az őrlési idő függvényében

A holt terek a malom térfogatának ezen adatok szerint 8,8%-át teszik ki, de számítás menetéből kitűnik, hogy a töltési fok csökkentésével — úgy, hogy az ne menjen a kedvező szemcseméret-eloszlás rovására — csökkenteni lehet a holt terek nagyságát. Az adagolási sebesség növelésének bizonyos mértékig határt szab a malom optimális működésének megfelelő 0,83 kp/perc őrlési teljesítmény. Kísérletünkben az adagolás 0,79 kp/perc értéktől a fentiek megfelelő 0,83 kp/perc értékre növelésével például a holt terek térfogatát 6,50 dm³-re lehetett volna csökkenteni.

Ha kiszámítjuk a holt terekben elhelyezkedő bórfritt mennyiségét, a $G = V_h \cdot \gamma$ összefüggés alapján 8,93 kp adódik.

Az előzőekben a malomban maradó, illetve a malom feltöltéséhez szükséges anyagmennyiséget határoztuk meg, bórfrittre ez az érték 12,60 kp. A két adat alapján arra következtethetünk, hogy

a holt terekben levő anyagmennyiségeken kívül még kb. 3,6 kp bórfritt nem vesz részt a folyamatos őrlési folyamatban. Feltételezésünk szerint ez a mennyiség az őrlőtestekre tapadva marad vissza a malomban. A malom kijáratásával — azaz az adagolás leállításával — mindkét mennyiség csökkenthető. A malom két őrlőcsöve mentén elhelyezett két-két detektor által észlelt és a vonalírókkal kirajzolt spektrumokból kitűnik, hogy a malomban levő anyag nemcsak áramlik a hossz- tengely irányában, hanem előrehaladása közben keveredik is.

A keveredés növekedésének összehasonlítására kiszámoltuk az ún. félérték-szélességet. (Félérték-szélesség — a görbe szélessége a maximális érték felénél az abszcissa egységében kifejezve.) A növekvő félérték-szélesség a növekvő keveredést jelzi. A felrajzolt görbe alatti területek — amelyek arányosak a bejuttatott izotóp aktivitásával — azonos nagyságúak. A spektrumok könnyebb kiértékelése kedvéért a görbéket egy közös koordináta-rendszerbe rajzolva tüntetjük fel (5. ábra). Az ábráról leolvasható adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a malmon belül a felső őrlőcsőben a legnagyobb az anyag áramlási sebessége (a keveredés mértéke feltehetően éppen ezért itt a legkisebb) és a kifolyónyílás felé haladva kb. a II. számú adagolónál mért értékre csökken, ami arra utal, hogy a keveredés az alsó csőben a hatékonyabb. Ezt a feltevést támasztják alá a félérték-szélesség értékek is, amelyek szerint az első csőben kb. háromszor nagyobb a keveredés mértéke, mint a felső csőben.

Az aktivitás lecsengésének időiből megállapítható, hogy az adagoló körül kisebb, a kifolyónyílásnál pedig nagyobb holt tér van.

2. táblázat

Az őrlőcsövek mentén elhelyezett detektorok által mért számlálási sebességekből (N) meghatározott adatok

Detektor sorszáma	Távolsága (cm)		A malom indításától eltelt idő (perc)		Félérték-szélesség (perc)	Az anyag áramlási sebessége (cm/perc)	Az aktivitás lecsengési ideje (perc)
	a felső őrlőcső elejétől	az előző detektortól	az aktivitás megjelenéséig	az aktivitás maximum megjelenéséig			
1.	9,5	0	0,1	1,5	7	6,3	50
2.	113,9	104,4	0,5	4,5	10	34,8	41
3.	184,1	70,2	1,0	7,0	13	28,1	43
4.	288,5	104,4	3,5	20,0 23,5 29,5 33,0	28	8,3	83

Erre utal ugyanis az aktív anyag torlódását jelző hosszabb lecsengési idő és a spektrumban (5. ábra) (4-es detektor) mutatkozó 4 csúcs.

A kifolyónyílásnál észlelt holt tér a réselt tárcsák, átfolyásszabályozók megfelelő beállításával — a szemcseméret-eloszlás javításával vagy rontásával — változtatható. Gazdaságossági szempontból nyilvánvalóan a finomabb frakciók előállítása célszerűbb, mint a holt terekben elhelyezkedő, igen csekély anyagmennyiség csökkentése, ami folyamatos üzemeltetés esetén a növekvő őrlémény mennyiség százalékában kifejezve csökken.

Összefoglalás

1. Bórfritt őrlésénél az őrlendő anyag malomban való tartózkodásának átlagos ideje 20,0 perc: ezen idő alatt az őrlésre feladott anyag 67%-a távozik a malomból, a többi keveredés miatt „késik”.

2. Az őrlési egyensúly beálltához szükséges idő (feltöltési idő), illetve a malomban maradó anyagmennyiség a bórfritt őrlésénél 30—35 perc, illetve 12,60 kp.

3. A bórfritt őrlésénél a holt terek együttes térfogata 6,92 dm³, ez a malom térfogatának 8,8%-a. Az adagolónál kisebb, a kifolyónyílásnál nagyobb holt tér alakul ki. Feltehető, hogy a holt terek nagysága többek között a feltöltési fok, az adagolási sebesség, az őrlendő anyag fajsúlya és a réselt tárcsák átbocsátóképessége függvénye.

4. A őrlendő anyag keveredésének mértéke és áramlásának sebessége között fordított arány mutatkozik.

I R O D A L O M

- [1] *N. E. Rose*: A mathematical analysis of the internal dynamics of the vibrational ball mills. Trans. of the Inst. of Chem. Eng., Vol. 35. No. 2. 1957.
- [2] *A. Kirk*: Practical Review of Vibration Milling. Private Communication, London, 1967.
- [3] *E. A. Smith*: Some Special Functions of the Vibrational Ball Mill. Private Communication, London, 1967.
- [4] *N. E. Rose, R. E. Sullivan*: Vibration Mills and Vibration Milling. Constable and Co. Ltd., London, 1961.
- [5] *Palla—Schwingmühlen, Humboldt—Wedag*. Prospektus.
- [6] *H. J. Maeder*: Aufbereitungs-Technik, 1965/3. 175—180.
- [7] *M. Wolf*: Zement-Kalk-Gips, 1969/3. 122—124.
- [8] *H. Hüttenheim*: Aufbereitungs-Technik, 1966/11. 666—668.
- [9] *M. A. Birch*: British Ceramic Journal, 1974/2. 47.
- [10] *H. Gämmerler*: Aufbereitungs-Technik, 1973/3. 173—175.
- [11] *H. J. Maeder*: Ibid. 1970/12. 754—757.
- [12] *H. Böhm, H. Gämmerler*: Ibid. 1972/4. 244—247.
- [13] *E. Reiners*: Ibid. 1969/6. 301—304.
- [14] *Gämmerler*: Ibid. 1972/12. 793—795.
- [15] *H. Gämmerler*: Ibid. 1973/1. 46—48.
- [16] *W. Vogeno*: Intereram. 1973/2. 137—139.

Гаїаш, М.—Гемешу, Ї.: Определение эксплуатационных параметров вибрационной шаровой мельницы с помощью радиоактивных изотопов

Gallyas, Miklós—Gémesi, József: Bestimmung der Betriebsparameter von Schwingmühlen durch radioaktiver Indizierung

Gallyas, Miklós—Gémesi, József: The Determination of Operational Parameters of Vibratory Ball Mills by Radioactive tracing

Konferencia hírek

A Nemzetközi Üveg bizottság (International Commission on Glass) évi közgyűléséhez kapcsolódva, Bath-ban tartotta meg 1975. V. 6. és 10-e között szimpóziumát az angol Üvegtechnológiai Társaság az üveggyártás automatizálási irányairól.

Az előadások egy része általános elvi fejlesztési kérdésekkel, az automatizálási törekvések külső, illetve belső okaival, a szükségszerűség kérdéseivel, a gazdasági és szociális ösztönző tényezőkkel, az automatizálás gazdaságpolitikai kérdéseivel és a jövőbeli feladatokkal és lehetőségekkel foglalkozott.

Például M. Cornaz (United Glass Ltd), L. H. A. Pilkington (Pilkington Brothers Ltd), A. De Jonj (The Beecham Group), V. C. Hen-

der (United Glass Ltd): „A fogyasztók automatizálási tevékenységének következményei az üvegiparban”; „Automatizálás irányai Európában”; „A síküveg perspektívája”; „Automatizálás az 1980-as években, miért- és hogyan?”; Gazdasági megfontolások az automatizálásban” címekkel.

„A gyártási műveletek automatizálása” című témakörben A. Zippe (Zippe K. J.); M. Goerens (St. Gobain); N. M. McDonnell (United Glass Ltd) ismertette a keverékkészítés, az adagolás és a kemencék üzemeltetésével kapcsolatos automatizálási eredményeket. Nyersanyag oldalon megoldottnak tekinthető a nyersanyag kirakodás és tárolás, a nyersanyagmérés, keverés, a kerékszállítás, a kemenceadagolás, az intern és

extern cserépmozgatás automatizálása. A St. Gobain hét kemencéjének computeres vezérlésével számos eredményt ért el az utolsó tíz év alatt. Általános képet adtak a hármas, ellenőrző-, szabályozó-, vezérlőrendszer felépítéséről és működési lehetőségeiről.

A formázási folyamatok témakörén belül P. Coward (Rockware Glass Ltd) egy tizenegy állomásos présgép elektronikus ellenőrzését, és vezérlését. S. P. Jones az I. S. üvegfúvó-gép elektronikus időzítésének működési előnyeit, a szabályozásban és működési biztonságban megnyilvánuló kedvező eredményeket ismertette. A harmadik, a végellenőrzés témakörében J. M. Quinn (Redfearn National Glass Ltd) az öblösüvegek; G. Branch (Pilkington Brothers Ltd) a síküveggyártás, S. Wray (Redfearn National Glass Ltd) a csomagolás és árukezelés automatizálási lehetőségeiről és eredményeiről adott tájékoztatást.

A bodrogkeresztúri kőzetmeddő értékesítése

A kőbányaipar egyik sok fejtörést okozó problémája a meddő anyagok hasznosítása. A sok fejtési, szállítási és osztályozási energia befektetése után kiselejtezésre ítélt 0—20, 0—35, sőt több esetben 0—55 mm szemmagyságú frakciók felhasználási lehetőségének megállapítására kísérletek, anyagvizsgálatok folynak. Egy ilyen kísérletsorozat, amelyet az Északmagyarországi Kőbánya V. bodrogkeresztúri riolit-tufa kőzetének meddőanyagával folytattak, újabban eredményre vezetett, és különösképpen a kerámiaiparban adalékanyagként mutatkozott alkalmasnak.

A bányában eddig a törés előtt előosztályozással kiselejtezték 0—20 mm-es meddőt a hányóra vitték, majd a 20 mm szemmagyság feletti anyagnak röpítőtörővel végzett aprítása után a töret újabb osztályozásának 10—120 mm frakcióját a helyi betonelemgyár falazóblokk gyártására használja fel. A töret 0—10 mm szemmagyságú rostaalja ismét kiselejtezésre került.

Újabban a svájci Ganz Baukeramik A. G. máz nélküli kerámia burkolólapok gyártásához alkalmasnak találta a bodrogkeresztúri riolit-tufa mindkét osztályozásból kikerült meddőanyagát, megegye-

zést kötött annak ezidő szerint csak részbeni átvételére és üzemeltetésre Svájcban annak feldolgozására. Az átvevő kikötése mindössze annyi, hogy a zárt vagonokban szállított anyag 5⁰/₁₀-nál kisebb nedvességtartalommal érkezzen a feldolgozás helyére. A megegyezés 1974 második felében jött létre, és a vevő a folyó évre 5000 t anyagot igényelt.

A bodrogkeresztúri meddőanyag átlagos nedvességtartalma 15—20 százalék, ezért az Északmagyarországi Kőbánya V. fejlesztési osztálya a Kőbányászati Egyesülés hathatós segítségével azonnal elindította egy szárítóüzem műszaki tervezését, majd kivitelezését is. A berendezés egy részét üzemén kívül álló egységek szolgáltatták, más részét az 1974. évi őszi Budapesti Nemzetközi Vásár külföldi kiállított anyagából válogatták össze, míg a kiegészítő felszereléseket a kőbánya vállalat gépjavító- és gyártó üzeme készítette. A szárító üzemegység idejében elkészült, és viszonylag kis helyet foglal el a bánya vasúti rakodóján.

A bányából tehergépkocsikkal szállított 0—20 mm szemmagyságú meddőt a rakodón bunkerbe döntik. Ebből vibrációs adagoló adja fel az anyagot egy szállítószalagra, amely állványra helyezett, olajtü-

zelésű, aszfaltkeverésnél használatos szárítódobba ürít. A dobhoz porelszívó berendezés csatlakozik. A csökkentett nedvességtartalmú anyag a szárítódobot elhagyva Binder-vibrátorra jut, amely leválasztja a 20 mm-nél nagyobb szemmagyságot. Ezt a túlfolyót szalag szabadtéri depóniára halmozza, míg a 0—20 mm haszonanyagot serleges felvonó 12 m magasra emeli és két tárolótartályba dönti. Ezekből speciális szállítóberendezés szállítja az anyagot zárt vagonokba és teríti el egyenletesen úgy, hogy a vagon poros atmoszférájában nem kell munkásnak tartózkodnia. A haszonanyag egyébként a szárítódob után végig fedett térben halad tovább.

Az üzem tervezésekor gondolni kellett a hazai felhasználók jelentkezésére is. Mivel a piackutatás valószínűsítette a 0—3 mm-es frakció hazai keresletét, ezért már most meg kellett teremteni egy kalapácsos törő beépítésének lehetőségét. Ezzel a törővel a szárítóból kikerülő anyagot szükség szerint teljes egészében, folyamatosan 3 mm szemmagyság alá lehet törni, és a töretet szalaggal az elevátor feladó garatjába lehet visszavezetni. Mód van arra is, hogy a vibrátor a haszonanyagot 0—3 és 0—20 mm frakciókra bontsa, és az egyik tartály a 0—3, a másik a 0—20 mm anyag tárolására szolgáljon, tehát mindkét felhasználót folyamatosan ki lehetne szolgálni.

Megemlítjük még, hogy a hazai kísérletek közül a pécsiiek voltak eredményesek: itt égetett lapok gyártásához igényelnék a bodrogkeresztúri 0—3 mm-es riolit-tufa meddőt. Szükség is lenne a hazai felhasználók jelentkezésére, mert az új üzem 30 000 tonna évi termelésre lenne képes, és a svájciak egyelőre csak évi 10 000 tonnát kötötték le.

Pallos Imre

Egyesületünk *Finomkerámiai szakosztálya* és annak *Iparművészeti szakcsoportja* április 16-án „Leningrádi porcelánok” címmel ankétot rendezett a Technika Házában. Az ankéton elhangzott előadások az orosz porcelán létrejöttének körülményeit, és különösen az 1744-ben alapított leningrádi Lomonoszov-gyár történetét valamint jelenlegi gyártmányait ismertették.

Molnár László művészettörténetés megemlékezett arról, hogy Vinogradov, D. I. több mint 250 évvel ezelőtt milyen szerény körülmények között kezdte meg porcelángyártási kísérleteit, hogyan születtek meg az első használható porcelán tárgyak: a legkülönbözőbb formájú tabak szelencék. Diavetítéssel mutatta be a sokrétű udvari igények kielégítésére és különböző hatásokra létrejött porcelánokat. Az előadás alapján le volt mérhető a társadalmi változások művészeti hatása a porcelángyártásban. *Terényi Gyula* a porcelán történeti fejlődése és a technológiai fejlődés kapcsolatairól adott elő, szintén diavetítéssel

illusztrálva a fejlődés főbb állomásait.

Mindkét előadó egy-egy darab bemutatásával érzékeltette a korszakra jellemző szín- és formakultúrát. Példaként az 1790-ben készült talpas-füles diszvázát és az 1817—20 között készült vízholdó lány figura egyszerűen mintázott és többször újra tervezett formáját említjük meg. Jellegzetes alkotás például az 1921-ben készült, sarló-kalapács jelvényvel és virágokkal díszített tányér, amelyet Kobileckája, Z. V. készített, vagy Vorobejuskij, A. V. észak-sarki fantáziát ábrázoló, 1936-ban keletkezett tányérja. A leningrádi teáskészlet, Jakovleva, Sz. A. és Lebedinszkája, L. I. 1953—65 között tervezett közös alkotása, szintén jellemzője a kornak. A legkétségteljes darabok közül nagyon szépek a Gorodeckij, V. M. által tervezett és máz alatti zöld, kék és barna színekkel díszített vázák. Szépek a hasonló technikával készült tányérok is.

A résztvevők délután a Lomonoszov-gyár és az Iparművészeti Múzeum anyagából összeállított

kiállítást nézték meg a FIM. stúdióban.

Ha a tárgyak rendeltetését és a sajátosan egyedi orosz ízlés-kultúrát ismerjük, meg kell állapítanunk, hogy a kiállítás hű tükrözője mindkét ismeretnek. A válogatás sokrétű, az elrendezés színvonalas, kiegyensúlyozott, a főbb fejlődési állomások hű tükre. A tárgyak technikai kivitelezése magas színvonalú, formájuk változatos, díszítésük sokrétű. Megtalálhatók például a mázalatti kobalt és más színekkel készített, biztos vonalvezetésű, sokféle motívum felhasználásával készült esztétikus tárgyak, a kézzel festett virág, főleg rózsás díszítések, a stahldruck segítségével létrehozott, szinte teljesen kézfestés hatású díszítések stb. Kedveltek a virágokon kívül a madár és más állat motívumok, mint pl. a lóábrázolások. A kiállított tárgyakról megállapíthattuk, hogy kedvelt színek — a máz alatti színeken kívül — a máz feletti élénk színek, a tűzpiros, a sárga, a zöld és kék, és majd minden darabon megtalálható az arany is. A miniatűr festéssel készült darabok mindegyike, mind színben, mind díszítésben, egy-egy kis remekmű.

Az előadásokon hallottak és a kiállításon látottak hatásosan idézték tudatunkba egy sajátosan kialakított porcelán kultúra képét.

Lehelné Rozsos Janka

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368 Budapest VI., Anker köz 1—3.

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

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

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

Megjelenik havonként

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

Index: 25 250

75. 8., 4716 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárny Jenő.



szputnyik

Több ezer szovjet lapból
közöl havonta válogatást
a 180 oldalas zsebkönyv
formájú

szputnyik



Havonta kétszer
ÖNNEK SZÓL A

FÁNYKA

SZÍNES, KÉPES
FOLYÓÍRAT

