

302935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

4

*XXIV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1972. ÁPRILIS*

Főszerkesztő:
Dr. Talabér József

Felelős szerkesztő:
Dr. Hinsenkamp Alfréd

Szerkesztő bizottság:

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

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

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

Felelős kiadó:
Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta.
E.őrfizethető bármely posta-
hivatalnál, a kézbesítőknel,
a Posta hírlapüzleteiben és
a Posta Központi Hírlap
Irodánál (KHI. Budapest V.,
József nádor tér 1.) közvet-
lenül vagy postautalványon,
valamint átutalással a KHI
215-96 162 pénzforgalmi jel-
zőszámára. — A folyóirat
külföldre előfizethető: „Kul-
tura” P. O. B. 149. Buda-
pest 62. Előfizetési díj: ne-
gyedévre 22,50 Ft; félévre
45,— Ft; egyes szám ára:
7,50 Ft.
72.4., 10725 Révai Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárnay Jenő.

Index: 25,250

XXIV. ÉVFOLYAM, 1972. 4. SZÁM ÁPRILIS

TARTALOM

<i>Opoczky Ludmilla—Mechler Istvánné—Szatura László</i> : Mesterséges szálak korróziója az azbesztcement-termékekben	121
<i>Lapszemle</i>	127, 131
<i>Moldvai Rezsóné</i> : Összefüggés litium-alumínium-szilikátok szerkezete és műszaki tulajdonságai között	128
<i>Wilhelm Ranze</i> : Az irányítástechnika követelményeinek figyelembevétele a cementgyárak tervezésének kezdeti fázisában	132
<i>Kohler, G.</i> : Kőzetek termikus viselkedése	138
Egyesületi élet	143
<i>Moser Miklós</i> : A kőszőrűszemcse-kötőanyag fázishatár vizsgálata mikrokeménységméréssel és mikroszondával	144
Hírek az iparból	148
<i>Lukics Gyula</i> : Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közötti összefüggés a hűtőzónáról változó mennyiségű hűtőlevegő leszívása esetén	149
<i>Kemény István</i> : Massza-gyártó kapacitás növelése Beacedisz-gép alkalmazásával a finomkerámia-iparban	154
A világ szilikátiparából	158
A XI. Szilikátipari Konferencia hírei	160

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Опоцки, Л.—Мехлерне, А.—Сатура, Л.</i> : Исследование коррозии минерального волокна в асбестоцементных изделиях	121
<i>Молдави, Р.</i> : Связь между структурой и техническими свойствами алюмосиликатов лития	128
<i>Колер, Г.</i> : Термическое поведение натуральных пород	138
<i>Мозер, М.</i> : Образование керамической связи между зернами абразива шлифовальных кругов из электрокорунда и карбида кремния	144
<i>Лукич, Д.</i> : Зависимость между удельным расходом энергии и производительностью печи в случае отсоса из зоны охлаждения различного количества воздуха	149
<i>Кемени, И.</i> : Повышение мощности оборудования для производства массы за счет применения в промышленности тонкой керамики машины „Beacidis“	154

INHALT

<i>Frau Opoczky, L.—Frau Mechler, I.—Szatura, L.</i> : Die Korrosion von Kunstfasern in Asbestzementprodukten	121
<i>Moldvai, R.</i> : Zusammenhang zwischen Struktur und technischen Eigenschaften der Lithiumaluminosilikate	128
<i>Kohler, G.</i> : Thermisches Verhalten von Naturgesteinen	138
<i>Moser, M.</i> : Die Bildung von Bindungen in keramischen Schleifwerkzeugen aus granuliertem Elektrokorund und Silizium-Karbid	144
<i>Lukics, Gy.</i> : Zusammenhang zwischen spezifischen Energieverbrauch und Ofenleistung, falls verschiedene Mengen der Kühlluft von der Kühlzone abgesogen werden	149
<i>Kemény, I.</i> : Steigern der Erzeugungskapazität feinkeramischer Massen durch Anwendung der Beacedis-Maschine	154

CONTENTS

<i>(Mrs.) Opoczky, L.—(Mrs.) Mechler, I.—Szatura, L.</i> : Corrosion of Artificial Fibres in Asbestos Cement Products	121
<i>Moldvai, R.</i> : The Relationship between the Structure and Technical Properties of Lithium Aluminium Silicates	128
<i>Kohler, G.</i> : Thermal Behavior of Rocks	138
<i>Moser, M.</i> : The Development of Bonds in Corundum and Silicon Carbide Ceramic Grinding Tools	144
<i>Lukics, Gy.</i> : Connexion between Specific Energy Consumption and Kiln Output	149
<i>Kemény, I.</i> : Capacity Increase of Ceramic Body Preparation by Beacedis Machine	154

Mesterséges szálak korróziója az azbesztcement-termékekben

OPOCZKY LUDMILLA
SZIKKTI, Budapest

SZATURA LÁSZLÓ
SZIKKTI, Budapest

MECHLER ISTVÁNNÉ
Eternit Művek, Nyergesújfalu

Bevezetés

Az azbesztcement-termékek felhasználása világszerte rohamosan emelkedik. Az azbesztcement előállításához szükséges megfelelő minőségű azbeszt azonban világviszonylatban csak korlátozott mennyiségben és kevés számú helyre koncentráltan fordul elő.

Az azbesztcement-termékek iránti igények további növekedése felvetette annak szükségességét, hogy a természetes azbesztet valamilyen mesterséges szervesetlen szálanyaggal (pl. üveg-, illetve bazaltgyapottal) helyettesítsük.

A mesterséges szálanyagok felhasználásával kapcsolatban a technológiai problémákon kívül (amelyekkel itt nem foglalkozunk), felmerült ezen anyagok időállóságának kérdése.

Közismert, hogy a portlandcement hidratációja során keletkező mészhidrát hatására mind az azbesztszálak, mind pedig a mesterséges szálanyagok korrodálódnak. Az azbesztszálak korróziójával egy másik munka keretében [1] részletesen foglalkoztunk, amikor megállapítottuk, hogy az azbesztszál korróziója során bizonyos átkristályosodási folyamatok mennek végbe, és az újonnan keletkezett vegyületek az „épségben” maradt elemi szálakra lerakódva megtartják azoknak szakadásmentes jellegét.

Az azbesztet kiszorító kristályos anyag az azbeszthez hasonlóan optikailag orientált összenóvást mutat. Ennek következtében az azbesztcement-

lemez természetes körülmények között lejátszódó azbesztszál korrózióját nem szabad káros bomlási folyamatnak tekinteni. Ebben a cikkben a mesterséges szálak — nevezetesen üveg- és bazaltgyapot — korróziójáról kívánunk beszámolni.

1. Kísérleti anyagok és kísérleti módszerek

Vizsgálatainkat a következő mintákon végeztük el:

— 4, 7, illetve 16 éves, üzemileg gyártott, kb. 10% üvegszál-tartalmú, a gyakorlatnak megfelelően atmoszférikus hatásnak kitett azbesztcement-lemezek.

— nagyüzemileg gyártott 20, illetve 40% bazaltgyapot-tartalmú azbesztcement-lemezek, amelyek

— egy részét 1,5 évig normális körülmények között tároltuk

— más részét pedig autokláv kezelésnek vetettük alá.

Az azbesztcement-lemezek szerkezetét, illetve a szálanyagok korrózióját röntgendiffrakciós, elektronmikroszkópi, fénymikroszkópi és termikus vizsgálati módszerekkel tanulmányoztuk.

A vékony csiszolatok vizsgálatát polarizációs mikroszkóppal végeztettük, párhuzamos és konvergens poláros fényben, párhuzamos és keresztezett nikolok között.

Meg kell említeni, hogy adott esetben a felhasznált módszerek közül egyik sem alkalmas önmagá-

han messzemenő következtetések levonására. Csak az eredmények komplex értékelésével lehetséges egy bizonyos hipotézist felállítani a korróziós folyamatok jellegére, illetve a képződő vegyületekre vonatkozóan. A legérdekesebb adatokat mégis a mikroszkópi, főleg pedig a vékony csiszolaton végzett vizsgálatok szolgáltatják. A kapott eredmények jobb áttekintése céljából külön-külön foglalkozunk az üvegszálat illetve bazaltszálat tartalmazó lemezek vizsgálatával.

1.1 Üvegszál-tartalmú azbesztcement-lemezek

Az azbesztcement-lemez fiziko-mechanikai jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Ugyanott feltüntettük az azbeszt- és cementtartalomra, valamint a cementminőségre vonatkozó adatokat is.

1. táblázat
Azbesztcement-termék fiziko-mechanikai tulajdonságai

Gyártási év	1954	1963	1966
Termék kora ..	16 éves	7 éves	4 éves
Cement minősége	500-as adalékos cement	500-as adalékmentes	500-as adalékmentes
Cement mennyisége, % ..	86,0	86,0	86,0
Azbeszt mennyisége, % ..	kb. 10,5	kb. 11,0	kb. 11,0
Üvegszál mennyisége, % ..	kb. 3,5	kb. 3,0	kb. 3,0
Térfogatsúly kg/m ³	1850	1915	2020
Vízfelvétel % ..	6,4	7,4	8,3
Porozitás % ..	6,06	4,02	5,30
Hajlítószilárdság kp/cm ² ⊥ ...	292	336	362
Hajlítószilárdság kp/cm ² II ..	212	256	262

A szóban forgó három különböző korú lemez közül a 16 éves adalékos cementtel készült termék bizonyult a leggyengébbnek. A szilárdság értékének megfelelően a lemez porozitása is valamivel nagyobb. A többi lemeznél, bár a szilárdság idővel csökkenő tendenciát mutat, abszolút értékben mégis jónak tekinthető. A megvizsgált azbesztlemez szerkezete tömör, ami tökéletes gyártási folyamatra, illetve többszöri átkristályosodásra utal.

A felhasznált üvegszál főbb jellemzői:

SiO ₂	72,00%
CaO	8,38%
Al ₂ O ₃	1,11%
Fe ₂ O ₃	0,27%
MgO	1,10%
Na ₂ O + K ₂ O	17,14%
Üvegszál átmérője	15—30 μm

A minták mikroszkópi vizsgálatából a következő állapítható meg:

Az azbesztcement-lemezekben mind az azbeszt, mind pedig az üvegszál korrodált állapotban van. A két anyag korróziójának mértéke azonban nem azonos.

Így a 4 éves lemezben a korrózió az azbesztanyag kb. 10—15%-ára az üvegszál kb. 25—30%-ára a 7 éves lemezen a korrózió az azbesztanyag kb. 20—25%-ára az üvegszál kb. 25—40%-ára a 16 éves lemezben a korrózió az üvegszál több mint 60%-ára terjed ki.

Üvegszál esetén háromféle folyamatot figyelünk meg.

— az üvegszálak „lyukasodása”. Ez a szálak mikrorepedéseibe behatolt Ca(OH)₂ és egyéb cement hidratációs termék hatásának eredménye. A nem-reagált üvegszálrészek optikai tulajdonságai nem változtak meg, azaz a szálanyag teljes bomlása nem következett be (1. és 2. ábra).

— az üvegszálak szegélyén lejátszódó korrózió, amelynek kezdetén a cement hidratációs termékei és a szálak bomlási termékei a szálak felületét be-



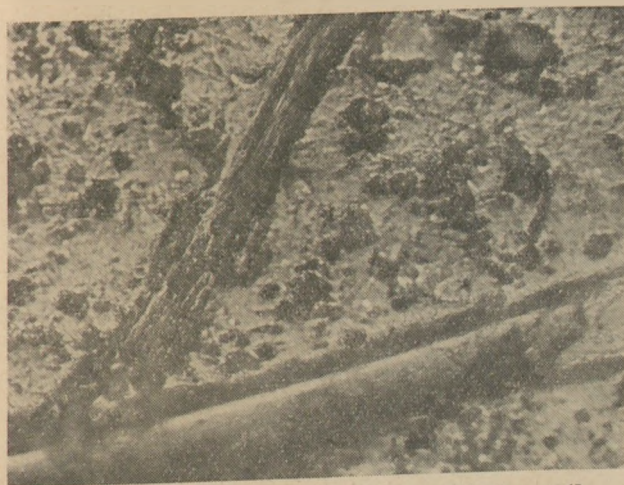
1. ábra. 7 éves lemez. Korrodált üvegszál („lyukasodás”) Nagyítás 400×

borítják, illetve a szálak mentén lerakódnak, később viszont a szálak elvékonyodnak. (3. és 4. ábra)

— az üvegszálak felszakadása, a váz teljes bomlása (5. ábra). Ennek során laza, halmazszerű



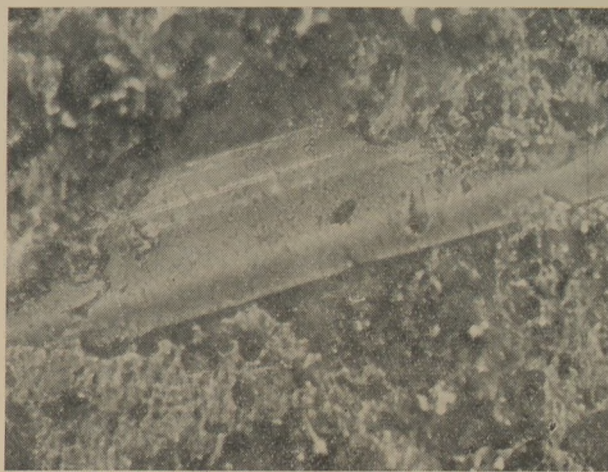
2. ábra. 16 éves lemez. Korrodeált üvegszál („lyukasodás”) Nagytás 400 ×



3. ábra. 4 éves lemez. Korrodeált azbeszt- és üvegszál. Nagytás 400 ×



4. ábra. 4 éves lemez. Elvékonyodott üvegszál. Nagytás 400 ×



5. ábra. 4 éves lemez. Korrodeált üvegszál. Bomlás. Nagytás 100 ×

bomlástermékek keletkeznek, amelyek azonosítása rendkívül nehéz feladat.

A korróziós, illetve bomlási termékek között a következő kristályos fázisokat sikerült azonosítani:

- kalcit (nagy fény- és igen nagy kettős töréssel [0,17])
- szubmikroszkópos kalciumhidroszilikát kristályok

$$(N_p = 1,535; N_g = 1,545)$$

— kvarc (színtelen, apró szögletes kristályok, kis fénytöréssel, közepes kettőstöréssel (0,01))

Az üvegszál vizes oldatokban történő bomlása során lényegében két folyamat játszódik le [2]:

— kilúgozás, melynek során az üveg alkália vagy más kationja — a H^+ vagy H_3O^+ ionnal cserél helyet. A kilúgozás során részlegesen bomlott üvegréteg keletkezik.

— oldódás, azaz a szilícium–oxigén váz teljes bomlása. A felületi reakció következtében a $Si-O$ kötés elszakad és a SiO_2 a vázból molekuláris formába megy át. A reakció sebessége az OH^- ionok koncentrációjától függ.

Így, a szilárduló azbesztcement-termékben az üvegszálból felszabaduló SiO_2 a cement $Ca(OH)_2$ -val reagál, ezáltal kalciumhidroszilikátok keletkeznek, a szabad méshidrát mennyisége a rendszerben csökken. A bomlási folyamatokban döntő szerepet a szál összetételén kívül a kötőanyagból felszabaduló $Ca(OH)_2$ mennyisége (a cement minősége), valamint a folyékony fázison keresztül végbemenő diffúziós folyamatok játszanak. Az azbesztcement-lemez jobb tömörülésével, a vízfelvevőképesség csökkenésével, felületi festékek alkalmazásával csökkenteni lehet a korrózió mértékét.

Az üvegszál korróziója, illetve bomlása az anyag szerkezetének lazulásával illetve a szilárdság csökkenésével jár.

2. táblázat

Kísérleti gyártáshoz felhasznált azbesztkeverékek összetétele

Keve- rék jele	Azbeszt megnevezése és mennyisége %			Bazalt- gyapot mennyi- sége, %-ban
	P-5-65	P-5-50	P-6-30	
K ₁	20,0	40,0	40,0	—
K ₂	16,0	32,0	32,0	20,0
K ₃	14,0	28,0	28,0	30,0
K ₄	12,0	24,0	24,0	40,0
K ₅	10,0	20,0	20,0	50,0

1.2 Bazaltgyapot-tartalmú azbesztcement-lemezek

Nagyüzemi kísérlet során próbáltuk tisztázni, hogy a tetőfedőlemez gyártásánál alkalmazott azbesztkeverékben az azbeszt milyen mértékben helyettesíthető bazaltgyapottal.

A kísérleti keverékeket úgy alakítottuk ki, hogy az etalonkeverék azbeszttartalmát — fajtánként arányosan 20, 30, 40 és 50% bazaltgyapottal helyettesítettük.

A felhasznált azbesztkeverékek összetétele a 2. táblázatban látható.

A kísérleti gyártás során kötőanyagként tatabányai 600-as portlandcementet használtunk.

A felhasznált portlandcement főbb jellemzői:

$$C_3S \sim 54\%$$

$$C_3A \sim 10\%$$

fajlagos felület 2800 cm²/g.

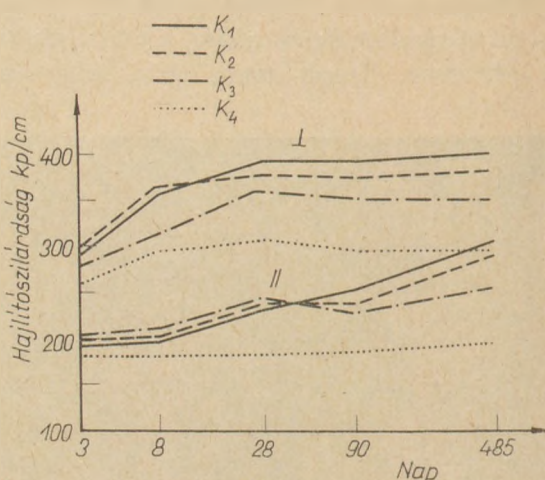
Bazaltgyapot (gyártásánál mészkövet adagolnak)
összetétele: (hazai gyártmány)

SiO ₂	42,17%
Al ₂ O ₃	10,38%
Fe ₂ O ₃	3,05%
CaO	33,54%
MgO	6,70%
MnO	1,51%
Na ₂ O + K ₂ O	2,65%

Savassági szám: M_k = 1,31

Átlagos szálmérő: 8,2 μm

Tetőfedőlemez



6. ábra. Kísérleti tetőfedő lemezek szilárdsága

Az azbeszt foszlatása szokásos módon kollerjáratban és hollandiban történt. A bazaltgyapotot a hollandiba adagoltuk az azbeszt és cement kb. 5 percig tartó keverése után. A további keverési idő a bazaltgyapot mennyiségétől függően értelemszerűen változott. Mindenekelőtt vizsgáltuk a normális körülmények között (1,5 évig) szilárdult minták szilárdságát. (3. táblázat és 6. ábra).

Megállapítottuk, hogy bazaltgyapot 40%-ig történő adagolása a késztermék szilárdságát lényegesen nem változtatta meg.

Az 50% bazaltgyapot adagolása során technológiai nehézségek merültek fel, továbbá a késztermék szilárdsága is lényegesen csökkent.

A 6. ábrából látszik, hogy 1,5 év alatt normális körülmények között a bazaltgyapot-tartalmú azbesztcement-lemezek szilárdsága nem csökkent, hanem nőtt, annak ellenére, hogy a bazaltszálak (90 napos és 1,5 éves mintákban) korrodált állapotban vannak (7. ábra) jelen.

Leggyakrabban a bazaltszálak szegélyén történt felületi változás. A szál teljes bomlása nem volt megfigyelhető, a bazaltgyapot látszólag jobban ellenáll korrózióval szemben, mint az alkáliás üveg-

3. táblázat

Kísérleti tetőfedő lemez vizsgálati eredményei

Keverék jele	Hajlítószilárdság kp/cm ²										Vízfel- vevőké- pesség %	Tér- fogat- súly kg/m ³
	3		8		28		90		1,5 év			
	⊥	II	⊥	II	⊥	II	⊥	II	⊥	II		
K ₁	292	190	352	196	390	232	387	253	412	305	13,1	1825
K ₂	299	190	354	194	375	238	371	236	286	298	11,9	1872
K ₃	300	187	352	186	361	237	367	239	nem vizsg.		12,0	1885
K ₄	279	199	312	208	367	241	352	230	353	257	12,4	1800
K ₅	267	184	296	174	312	180	279	184	nem vizsg.		14,1	1725

a) Kísérleti tetőfedő lemezek szilárdsága

Keverék jele	Hajlítós szilárdság kp/cm^2									
	Kezelés előtt 28 napos korban		Autokláv-kezelés után				Szilárdság-változás, %-ban			
			4 óra		8 óra		4 óra		8 óra	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
K_1	390	232	341	250	347	214	-13	+7	-12	-8
K_2	375	238	327	228	300	208	-13	-5	-20	-13
K_3	367	241	287	203	282	208	-22	-16	-24	-16

4b. táblázat

b) Kísérleti tetőfedő lemezek egyéb tulajdonságai

Keverék jele	Vízfelvételképesség, %			Térfogatsúly, kg/m^3		
	Kezelés előtt	Autokláv-kezelés után		Kezelés előtt	Autokláv-kezelés után	
		4 óra	8 óra		4 óra	8 óra
K_1	13,10	12,29	14,00	1825	2100	2119
K_2	11,90	10,84	11,34	1872	2083	2081
K_3	12,40	13,08	12,17	1800	2090	2100

7. ábra. 1,5 éves lemez (levegőn szilárdult). Korrodált bazaltgyapot szál. Nagyítás 450 \times

szál. Szükségesnek tartottuk az általunk gyártott bazaltgyapot-tartalmú azbesztcement-termékek időállóságát mesterséges öregítési módszerrel is megvizsgálni. Erre a célra az autokláv-kezelést (15 atm nyomáson kb. 200 °C-on 4, illetve 8 órán át) tartottuk a legalkalmasabbnak.

Abból a feltevésből indultunk ki, hogy ha a kezelés következtében nem történik számottevő szilárdságsökkenés, akkor a termék gyakorlatilag időállónak tekinthető.

A szilárdságsökkenés viszont a szálanyag korróziójára utal.

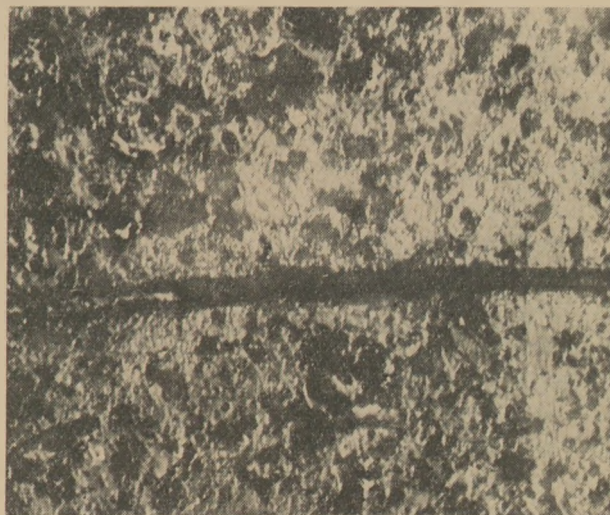
A vizsgálati eredményeket a 4a. és 4b. táblázatban foglaltuk össze.

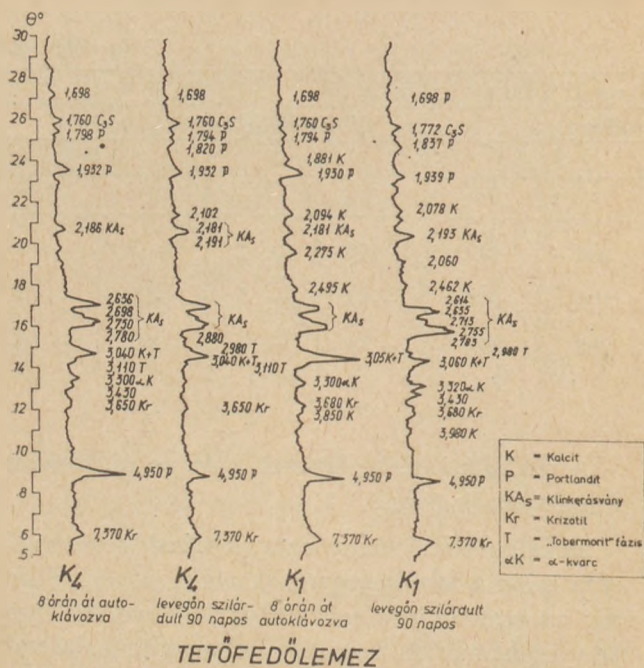
Megállapítható, hogy az autokláv-kezelés hatására mind a bazaltgyapotot tartalmazó, mind pedig az etalonminta szilárdsága bizonyos mértékben csökkent. A bazaltgyapot-tartalmú minták szilárdságsökkenésének mértéke nagyobb, és a bazaltgyapot mennyiségének, illetve a kezelési időnek növekedésével a szilárdságsökkenés mértéke is növekszik.

A szilárdságváltozással ellentétben a térfogatsúly, illetve vízfelvételképesség értékek lényegesen nem változtak, illetve igen jók maradtak.

Mikroszkópi vizsgálatok azt mutatják, hogy az autokláv-kezelés hatására a bazaltszál korróziója majdnem a szál teljes bomlásáig végbement. A mikroszkóp alatt gyakran csak a bazaltszál nyomai láthatók (8. ábra).

A korróziós termékek azonosítása itt is nehéz feladat. Érdekes adatokat szolgáltatott ehhez a DTG vizsgálatok, amelyek szerint a 8 órás autokláv-kezelés után a Ca(OH)_2 mennyisége:

8. ábra. Azbesztcementlemez autokláv-kezelés után. Korrodált bazaltgyapot szál. Nagyítás 400 \times



9. ábra. Kísérleti tetőfedő lemezek, röntgendiffrakciós felvételei

a bazaltgyapotot nem tartalmazó mintánál 4,52%-tól 8,22%-ig

20% bazaltgyapotot tartalmazó mintánál 4,52%-tól 10,70%-ig

40% bazaltgyapotot tartalmazó mintánál pedig 3,70%-tól 12,40%-ig nőtt.

Ebből az következik, hogy az autokláv-kezelés hatására az azbesztcement-termék hidratációja továbbmegy és a bazaltszál korróziója (az üvegszál-tól eltérően) nem jár együtt a mészhidrát-(portlandit)tartalom csökkenéssel. Ezt bizonyítják a röntgendiffrakciós felvételek is. (9. ábra)

Felmerült a kérdés, hogy mi történik ilyenkor a bazaltgyapottal. Véleményünk szerint az általunk használt bazaltszál, összetételénél fogva, saját maga bizonyos rejtett hidraulikus tulajdonságokkal rendelkezik, és az autokláv-kezelés, illetve a mészhidrát-aktiváló hatása következtében önmagában hidratál. A hidratáció során mindenekelőtt az üvegben levő mész a szilíciumdioxiddal reagál, miáltal kalciumhidroszilikátok keletkeznek. Hasonló módon viselkedik az üvegben levő magnéziumoxid is.

Mivel az Al_2O_3 részére már csak igen kevés mész maradt, így feltételezhető, hogy a SiO_2 egy része nemcsak a mésszel lép reakcióba, hanem a mésszel és alumíniumoxiddal együtt, gelenithidrátszerű vegyületeket képez.

Ezek a folyamatok normális körülmények között csak igen lassan játszódnak le.

A leírt hidratáció-mechanizmus hasonló a kohó-salak üveges fázisának mész vagy portlandcement jelenlétében keletkező hidratációjához [3].

IRODALOM

- [1] Opoczky L.—Bocs A. (1970): Azbesztcementtermék szerkezetének vizsgálata. A X. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás
- [2] P. Budnikov—A. Pascsenko—K. Karibaev (1968): Neorganiceszkie materialy, 317—323, Moszkva, Izd. Nauka.
- [3] Locher J. (1964): IV. Mezsdunarodnij Kongressz po himii cementa. Moszkva. Izd. literaturi po sztroitel-sztvu.

Opoczky Ludmilla—Mechler Istvánné—Szatura László: Mesterséges szálak korróziója az azbesztcement-termékekben

Megvizsgáltuk különböző korosztályú üveg és bazaltgyapot tartalmú azbesztcement termékek tulajdonságait és időállóságát. Megállapítottuk, hogy az azbesztcement lemezekben mind az azbeszt, mind pedig az üveg, illetve bazaltszál korrodált állapotban van. A háromféle szál anyagi korróziójának mértéke és jellege nem azonos. A legnagyobb korróziót (25—60%) az alkális üvegszál szenvedte. A bazaltgyapot korróziója ennél sokkal kisebb mértékű. A korrózió mértéke függ a szál összetételétől és a kötőanyagból felszabaduló mészhidrát mennyiségétől. A korróziós termékek közötti kristályos fázisként sikorult kalciumhidroszilikátokat és kalcitot azonosítani.

Опоцки, Л.—Мецлерне, А.—Сатура, Л.: Исследование коррозии минерального волокна в асбестоцементных изделиях

Были исследованы свойства и долговечность асбестоцементных изделий различного возраста, содержащих щелочное и базальтовое стекловолокно.

Было установлено, что все волокнистые компоненты — асбест, щелочное стекловолокно, базальтовое стекловолокно — находятся в корродированном состоянии, но размеры коррозии, а следовательно и её влияние на свойства асбестоцементных изделий, для исследованных типов волокон различны.

Наибольшая коррозия (16—60% в зависимости от возраста образца) наблюдалась в случае щелочного стекловолокна. При исследовании с помощью оптического микроскопа асбестоцементных плиток многолетнего твердения удалось установить три характерных типа разрушения щелочного стекловолокна. В кристаллической фазе продуктов коррозии удалось обнаружить гидросиликаты кальция и кальцит.

Было установлено, что при нормальной температуре твердения базальтовое волокно корродируется незначительно, в то время как автоклавная обработка приводит к полному его разрушению, приводящему в свою очередь к определенному снижению прочности при изгибе асбестоцементной плитки. Отмечено, что снижение прочности не сопровождается изменением других характеристик изделия, а именно, объемного веса и водопоглощения. Открытым остается вопрос, может ли автоклавная обработка служить методом оценки стойкости волокнистой арматуры, т. е. долговечности водержащих её изделий.

Frau Opoczky, L.—Frau Mechler, I.—Szatura, L.: Die Korrosion von Kunstfasern in Asbestzementprodukten

Es wurden Eigenschaften und Dauerhaftigkeit von Glas- und Basaltwolle enthaltenden Asbestzementprodukten verschiedenster Jahrgänge untersucht. Man konnte feststellen, daß sich in den Asbestzementplatten sowohl die Glas-, wie auch die Basaltfasern und auch der Asbest selbst in einem korrodierten Zustand befanden. Maß und Charakter der Korrosion waren bei den unterschiedlichen Faserstoffen ungleich. In einem meist korrodierten Zustand (25—60%) befand sich das alkalische Glas. Die Korrosion der Basaltwolle erwies sich als weitaus geringer. Das Maß der Korrosion hängt von der Zusammensetzung des Fasers ab, ferner von der Menge des aus dem Bindemittel freiwerdenden Kalkhydrats. Es gelang unter den Korrosionsprodukten die Gegenwart von Kalziumhydrosilikaten und Kalzit als kristalline Phasen festzustellen. (S. G.)

Properties and durability of asbestos cement products of different ages, containing glass- and basalt wool were studied. Asbestos, glass and basalt fibres in these products were all in a corroded state, but degree and cha-

racteristics of corrosion of the different fibres was dissimilar. Corrosion of alkali-containing glass fibres proved to be the highest (25–60%); corrosion of basalt wool was much lower. Degree of corrosion depends on the composition of the fibre and on the amount of calcium hydroxide, developed from the binder. Among crystalline products of corrosion calcium silicate hydrates and calcite have been identified.

Lapszemle

SZTEKLO I KERAMIKA

Moszkva, 28. k. 1971. 12. sz.

ETO: 666.3.022.846.2

Tulejbits, N. J.: Berendezés szappanos emulzió készítésére. 34. old.

Gipszformák öntésénél a forma-darab felületére szappanos-olajos emulzió-hártyát visznek fel, azért, hogy a gipszhez való tapadását kiküszöböljék. A budjanszki fajanszgyárban korábban az ilyen emulziót kézzel készítették, időigénye 4 óra volt, s a gyártási folyamat nehézkes. Létrehozta egy fel-le és körbe-mozgó lapátú keverőberendezést, mely az emulzió készítése idejét 80 percre rövidítette le és lényegesen jobb minőségű emulzió állítható elő. A berendezés vázlatos rajza, működési elve.

ETO: 666.5

Paskova, T. A.—Aniszkina, Sz. I.: Rózsaszínű porcelán termelése. 33. old.

Színezett masszájú, égetés után rózsaszín cserepű porcelán előállítására. A golyósmalomba, a nyersanyagok együttes őrlésénél, a massa-összetételbe 10% rózsaszín mangánpigmentet adagolnak. Az őrlési finomság 10 000-es szitán 1,5–1,8% szitamaradékkal jellemezhető. A gyártmány formázható a színes slikerből, vagy fehér- és rózsaszín sliker kombinációjával. (Célszerű az öntést színes slikerrel kezdeni, majd megfelelő vastagság után kiönteni és fehér slikerrel önteni a formába). Zsen-gelés 900–1000 °C-on, mázas égetés 1380–1410 °C-on. (A pigmentek nyenyiségét az égetési hőmérséklet, a kívánt színintenzitás határozza meg.)

ETO: 666.1.053.522

Zabotin, E. L.: Berendezés üveggyártmányok széleinek megmunkálására. 31–32. old.

A kalinini üveggyárban az üvegpo-harak, talpaspo-harak, stb. vágás utáni széleinek megmunkálására al-

kalmazott berendezés hiányosságai, melyet a szerző javaslatai alapján kiküszöböltek és modernizáltak. Az üveggyártmányokat könnyű szorító-rugó a csiszolókoronghoz tapasztja és egy mechanikus szerkezet függőleges helyzetbe fordítja, illetve igazítja őket. A berendezés, illetve fontosabb szerkezeti elemeinek sematikus rajza, működési elve. A modernizálás után a berendezés termelékenysége háromszorosra növekedett, a kézimunka jelentősen csökkent, a minőség javulása mellett.

ETO: 666.1.031 : 658.562 : 621.397

Paberalisz, A. A.: Az üveg olvasztásának és formázásának ellenőrzése televízióval. 8–9. old.

A csónak-nélküli síkgyártás technológiai folyamata a stabil technológiai üzemvitel szigorú betartását igényli. Különösen nehéz megfigyelni ezt a nyersanyagkeverék olvadási határainál és az üvegszalag formázásánál. A panavevoszki üveggyárban e folyamatok ellenőrzésének javítására televíziós berendezéseket helyeztek üzembe. Az olvasztótér két oldalára, a második égőpár ablakán keresztül két, az üvegvadék felületére irányított kamerát helyeztek el, formázásnál is minden gépen kettőt. Az alkalmazott kamerák különleges kivitelűek, kiviteli megoldásuk, alkalmazási tapasztalataik (javult a húzottüveg minősége).

BETON I ZSELEZOBETON

Moszkva, 17. k. 1971. 11. sz.

ETO: 666.972.017 : 666.972.125

Szedakova, M. T.: Agloporitkavics-adalékanyaggal készült beton vizsgálata. 35–36. old.

Az ismertett laboratóriumi vizsgálatokat 5–40 milliméter szemcseméretű, kb. 590 kg/m³ térfogatsúlyú agloporittal készült betonpróbatesekkel végezték. Finomszemcsés adalékként őrlt agloporitot, pernyét és

duzzasztott perlitomokot alkalmaztak. A vizsgálatok szilárdságra, fagyállóságra és rugalmassági modulusra terjedtek ki. A vizsgálatok eredményei szerint az agloporitok jelentős hidraulikus aktivitással rendelkeznek, az őrlt agloporit adagolása növeli az agloporitbeton szilárdságát és javítja a deformációs tulajdonságait.

ETO: 666.972—413 : 69.024

Sujupov, A.: Ipari tetőpanelek gyártástechnológiája. 20–21. old.

Az ismertett üregek panelek anyaga keramzitbeton, ásványgyapot hőszigeteléssel. A panelek mérete 586 × 3180 × 400 mm. A panelek gyártásánál vibrálással kombinált nyomást alkalmaznak. Az alkalmazott nyomóerő 40–50 gr/cm². A hőérlelést négy elemből álló csoportokban végzik. A tetőpaneleket nagypaneles lakóházaknál alkalmazzák. Előnyük, hogy a súlyuk kb. félakkora, mint a vasbeton tetőszerkezeteké, szellőzők, munkagényességük kicsi. A gyártásuk könnyen megszervezhető a külső falpanelek gyártási folyamatával összekapcsolva.

ETO: 666.972.035

Mihalovszkij, D. Sz.: A betontermékek szilárdulási folyamatának gyorsítása házgyárakban. 17–20. old.

Az ismertett üzem kísérletek eredményei szerint a nagy tömegű beton-elemek esetén a hőérlelési időtartam csökkentése az előmelegített keverék alkalmazásával érhető el. A keverék melegítése a gyártás-szervezéstől és energiaforrástól függően keverés alatt, közvetlenül a keverés után, vagy bizonyos pihentetés után valósítható meg. A vékonyfalú térelemek hőérlelésének célszerű módja az elektromos kontaktmelegítés. A sablonfordulók meggyorsítása érdekében a térelemek többségét a névleges szilárdság 70%-ának (de min. 100 kg/cm²) elérése után már ki lehet zsámozni.

(Folytatás a 131. oldalon)

Összefüggés lítium-alumínium-szilikátok szerkezete és műszaki tulajdonságai között*

MOLDVAI REZSŐNÉ
SZIKKTI, Budapest

I. Az előadás célja az érdeklődés felkeltése a lítium-tartalmú vegyületek kerámiaiipari felhasználása iránt, és a segítségükkel elérhető termikus tulajdonságok rövid ismertetése. A szilikát-technológus számára a lítium-oxid-komponens forrása három természetes lítium-alumínium-szilikát lehet: az eukriptit, a spodumen és a petalit, illetve ezekből az ásványokból nyert dúsítmány, legcélszerűbben pedig a vegyiparban előállított lítium-karbonát.

A lítium-oxid-komponens alkalmazása a műszaki fejlesztés, a gyártmányok választékbővítése terén sok újat eredményezhet. Ezt a hatást a lítium-alumínium-szilikát vegyületek anyagszerkezeti felépítése magyarázza meg.

A kerámiai technológiai folyamat égetési művelete közben alakulnak ki azok a kristályos lítium-alumínium-szilikát módosulatok, amelyek hordozói a lítium-oxid-komponenst tartalmazó masszák különleges tulajdonságainak, nevezetesen a rendkívül *csekély pozitív hőtágulásnak*, sőt esetenként az úgynevezett *negatív hőkiterjedésnek*, amikor a kerámiai test hőhatásra összehúzódik. Ezzel a tulajdonsággal áll kapcsolatban, illetve ebből következik a lítiumkerámiáknál elérhető rendkívül nagy *hőmérsékletingadozás-ellenállóság*.

Az említett érdekes és értékes termikus tulajdonságok a lítium-alumínium-szilikátok nagyhőmérsékletű módosulatainak jelenlétéhez kötöttek, amelyek metastabilis állapotban az égetés után, közönséges hőmérsékleten is megmaradnak a kerámiákban.

A szilícium-dioxid kristályos módosulatai közül a kvarcváltozatok anyagszerkezetében hexagonális spirális elrendeződés van. A lítium-alumínium-szilikátok szerkezete hasonló elrendeződésű azzal a különbséggel, hogy kis lítiumionok is helyet foglalnak a hexagonális spirálisok közti helyeiben. A lí-

tium-alumínium-szilikátok folytonos vegyületsort alkotnak. Az eukriptitben 1 mol lítium-oxidra 1 mol alumínium-oxid és 2 mol szilícium-dioxid esik, a spodumenben ugyancsak 1—1 mol lítium-oxidra és alumínium-oxidra 4 mol szilícium-dioxid, a petaliban pedig 1—1 lítium-oxidra és alumínium-oxidra 6 (egyed szerzők szerint 6—8) mol szilícium-dioxid jut. Tehát a kerámiai keverék égetése közben a nyersanyagok összetételarányától függően alakul ki a megfelelő kristályos lítium-alumínium-szilikát vegyület.

Tudjuk azt is, hogy a negatív hőtágulással rendelkező kerámiákban az eukriptit, a hőkiterjedés nélküli termékekben pedig főleg a spodumen nagyhőmérsékletű módosulata képződik a nyersanyagkomponensekből [1].

A *hőkiterjedés mechanizmusát* kristálykémiai alapon a kis hőtágulású kvarcüvegnél kezdték behatóan vizsgálni [2].

A véletlenszerűen felépített, folytatólagos hálószerkezetben hőhatásra térfogatváltozás csak a Si-O távolság módosulásából jöhet létre. Az üvegben ez a kötés olyan erős, hogy a változás csak csekély lehet. A kristályos szilícium-dioxid alakoknál aránylag nagyobb hőtágulás is lehetséges. A kristályos hálószerkezetben a tágulás összehangolt forgás eredménye. Ez viszont a térfogatban nagy változásokat idézhet elő a Si-O távolság észrevehető módosulása nélkül is. A hőtágulás mechanizmusát befolyásolja, ha a kristályban egy-, két- vagy többféle kötéstípus fordul elő.

A hőtágulás a szerkezetben kétféle mozgás összetevőjeként is felfogható. Az egyik mozgás esetén az egész szerkezet oly módon tágul a hőmérséklet növekedésével, hogy a tágulási tényező minden irányban ugyanaz, a kötésirányok szögei sem változnak számottevően. A másik mozgástípusnál a hőmérséklet változásakor a rács tágulása a kötések

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából.

szögének változásával egyidejűleg bekövetkezhet úgy, hogy a kötéstávolság változatlan marad.

A keramikusok legtöbbször kristályokból és üveg-ből álló keverékek termikus tágulását mérik (pl. porcelán), ahol a kapott hőtágulási érték több vegyület hőkiterjedésének orientáció nélküli összegezése. Ilyen adatokból a szerkezet valódi termikus viselkedésére nem lehet következtetni. Ideális eset a szerkezet termikus viselkedésének vizsgálata szempontjából, ha egy egykristályt több irányból mérnek meg. Ilyen típusú adat kevés van a szakirodalomban. Általában csak az orientálatlan minták lineáris hőtágulási adatai ismertek.

A lítium-alumínium-szilikát kristályos vegyületnek hőkiterjedése az egyes kristálytani irányokban más és más. Ilyen, anizotróp hőtágulású vegyületekből álló kerámiák hűlés közben belső repedésre hajlamosak. Ezek a kerámiák, pl. a nagyhőmérsékletű eukriptitet *tűlnyomó* mennyiségben tartalmazók, kis vagy negatív hőkiterjedésűek, de törékenyek is, éppen az eukriptit nagy hőkiterjedési anizotrópiája miatt [1].

Az anizotróp hőkiterjedésű kristályos vegyületek *kisebb* mennyiségével készített kerámiái testek mechanikailag szilárdabbak, a gyakorlatban jobban használhatók. Megfelelő arányú nyersanyagkomponensek használatával kiterjedt szilárd oldatok alakulnak ki a lítium-alumínium-szilikátokból, amelyek szintén csökkentik a polikristályos kerámiái testek hőtágulási együtthatóját.

A lítium-alumínium-szilikát kerámiái testek *hőmérséklet-ingadozás-ellenállóságáról* beszélve, e tulajdonságuk értéke akkor tűnik ki legszemléletesebben, ha a többi kerámiái terméknek viselkedését idézzük fel hirtelen hőmérséklet-ingadozásokkal szemben, amikor éles hőmérsékletgradiens lép fel. Ilyenkor általában a kerámiái testben térfogatváltozás észlelhető nagy feszültségek keletkezése mellett. A mindenoldali gyors hőelvezetés veszélyes anyagpróbája a kerámiái testeknek. Pozitív hőtágulású testek felülete a hőmérséklet növelésekor nyomás alá kerül. A kerámiák nyomástűrése általában nagy, így melegítéskor ritkán mennek tönkre. Hirtelen lehűléskor viszont a felület húzófeszültség alá került, ilyenkor reped a kerámiái test. Minél kisebb a test hőkiterjedése, annál kevésbé keletkezik hűlés közben repedés.

A lítium-alumínium-szilikátokból álló kristálykeverékek (kerámiák) termikus tulajdonsága az is, hogy minden károsodás nélkül, *ismételten* kiállják a rendkívül nagy és hirtelen hőmérsékletkülönbségeket (pl. 20 °C és 1300 °C között) [1]

A lítiumkerámiák egyes fajtáinak hőmérséklet-ingadozás-ellenállóságát az azokban jelenlevő üveg-

rész csökkenti, de ha a test tömörre égett és az üveg nem több 30%-nál, akkor még mindig jóval felülmúlja hőmérséklet-ingadozásokkal szemben mutatott ellenállása a kordierit-testekét.

Ma már tudjuk, hogy a kerámiái testek hőmérséklet-ingadozás-ellenállóképessége sokféle tényezőtől tevődik össze. Kvantitatív leírása több, egymástól független anyagállandó meghatározása útján lehetséges. Az anyagtulajdonságok közül legfontosabb szerepe a hőtágulásnak van.

Amennyiben a technológus az említett termikus tulajdonságokat kívánja elérni valamely kerámiái termékben, nyersanyagkeverékét úgy kell összeállítania, hogy késztermékében eukriptit, vagy spodumen, esetleg petalit képződhessen.

A lítium-oxid-komponens bevitele a keverékekbe történhet közvetlenül is, vagy kalcinálva, illetve frittelve a massa nyersanyagainak egy részével.

Ámbár a lítiumtartalmú nyersanyagok nem fordulnak elő minden országban, így pl. nekünk is importból kellene beszereznünk, mégis érdemes a témával foglalkozni értékes kerámiái tulajdonságú, korszerű cikkek kifejlesztési lehetősége miatt. Már néhány százalék lítium-oxid érezteti hatását a hőtechnikai tulajdonságok előnyös megváltozása terén.

II. A kerámiái iparnak szinte minden termékcsoportjában foglalkoztak a lítium-oxid-komponens gyakorlati hatásával. Pl. fajansz-, porcelán-, és számos egyéb kerámiái masszában, mázban alkalmazták [3].

Néhány kísérletcsoportot ismertetek a tűzállóanyagipar szakterületéről.

Spodumen használata tűzálló idomok előállításához

Van Der Beck [4] a kohászat igényéből kiindulva, spodumennel végezte kísérleteit. Célja volt öntött tűzálló idomok előállítása. 1260 °C-on kalcinált nagyhőmérsékletű spodumennek mázfnomságú örleményét használta nyersanyagként; a nagyobb idomok masszájához durvább szemcséjű égetett agyagot is kevert. A szemcsék összeragasztására bevált kötőanyagok közül a 30%-os vizes kavasvuszuszpenzió, illetve a 80%-ban spodumeniszapot tartalmazó öntőpép továbbőrlésével nyert szuszpenzió vált be. A minták száradási zsugorodása csekély és 1210 °C-ig égetve az égetési zsugorodásuk is jelentéktelen. A hőtágulás a várt kis értékek között maradt, közel azonos volt a kvarcüvegével. A kész téglák repedés nélkül ismételten bírták az 1210 °C-ról szobahőmérsékletre való hirtelen lehűtést.

A litiumásványok közül a petalit fordul elő vas- és egyéb szennyezésektől mentesen. A petalitbázison készített kerámiák nyers szilárdsága, száradása kifogástalan, így használatával a nyersáru selejtet csökkenteni lehet. Kiváló a hőmérséklet-ingadozási ellenállásuk is. A petalit gyakorlati felhasználására vonatkozó szakirodalomban legalaposabb *Donahey* közleménye [5].

Az egyszerű petalitagyag idomok hőlökésnek kitett helyek kerámiáiként használhatók ott, ahol régebben kordieritmasszákat alkalmaztak. E termékek hőmérsékletingadozás-ellenállóképessége azokénak sokszorososa. Nagyobb a kiégetési hőmérsékletközük is, ami egyszerűbbé teszi a gyártási folyamatot. Ezeknek a masszáknek előnyös termikus tulajdonságait csak tiszta, illetve egységes nyersanyagok használatával lehet elérni. Alkáliföldfém-oxidokat tartalmazó nyersanyagokat, mint pl. talk, dolomit, feltétlenül ki kell zárni a felhasználásból. A petalittot nem érdemes kalcinálni, felesleges költséget jelentene, mert a kísérletek szerint ebben a nyersanyagban kalcinált állapotban is megtörténik a módosulátalakulás, vagyis az anyag „aktív” marad. Egy általánosságban megadható petalitagyag massa összetétele a következő: 45% őrlött petalit és 55% kaolinitartalmú agyag. Ez a massa kiváló hőmérsékletingadozás-ellenálló kerámiákat ad. Kiégetett darabjai 1150 °C-ról szobahőmérsékletre hirtelen lehűtve, nem károsodnak. A kerámiák törőszilárdságát a zsugorítás fokának beállításával szabályozni lehet. A petalitagyag kerámiák még abból a szempontból is érdekesek: ezeket a tárgyakat „hegeszteni” lehet. Az égetőkemencében megfelelő behelyezéssel, vagy égetés után hegesztőlámpával végezhető el a hegesztés.

Tűzálló habkerámiák előállítása spodumen- és petalitbázison

A korszerű kerámiaiparban alkalmazott rövidebb égetési periódusok kifejlesztésével egyidejűleg szükséges olyan tűzállóanyag-fajták kialakítása is, amelyeknek hőmérséklet-változásokkal szemben mutatott ellenállóképessége kiváló. Ilyen típusú kerámiákat alkalmaznak a szuperszónikus repüléstechnikában is, ahol a motor működése közben nagy hőmérséklet alakul ki.

A témával *Fischwick* foglalkozott [6]. Ilyen termésméretű kerámiák előállítására természetes spodumen és petalit is szóba jöhet. A spodument kalcinálva, a nagyhőmérsékletű módosulattal, avagy petalittal készített, mázfinomságúra őrlött öntő-

péppel végzett kísérletek nyomán kitűnt, hogy a masszához célszerű még mázfinomságú kaolint is adni. A kaolin-rész fokozza a testek szilárdságát és töltőanyagot is képez. Az iszap stabilizálása kolloidális alumínium-oxiddal történt. Az öntőmasszát papírformákba öntötték. A szárítás lassan történt, kb. 60 óra alatt. Utána, a nyersanyagoktól függően, 1170–1300 °C-ig égették ki a testeket kb. 12 óra alatt, majd gyorsan le lehetett hűteni a tárgyakat. Az ismertetett technológiával készített téglák sűrűsége 0,9–1,9 g/cm³ között változtatható.

A petalittal, vagy spodumennel készített, öntött porózus tűzálló anyagok szilárdsága felülmúlja az ömlesztett kvartéglákét. Hőtágulásuk mértékét a nyersanyagok mennyiségének változtatásával lehet szabályozni; ugyanez vonatkozik az égetési zsugorodásra is. A tűzállóság kellő szinten tartása érdekében nem tanácsos 60%-nál több litium-alumínium-szilikátot adni a masszákhoz, mert e mennyiség felett 1430–1470 °C-nál az összes minták megroskadtak. A hőmérsékletingadozás-ellenállóképessége akkor volt a legkedvezőbb e kerámiáknak, ha 10–20% spodumen, vagy 30–40% petalit volt a masszában.

III. A lítiumtartalmú nyersanyagok a klasszikusnak mondható kerámiai cikkek korszerűsítésén kívül számos új termék kifejlesztését is lehetővé teszik.

A hazai kutatások eredményeképpen került kidolgozásra az eukriptitnek, illetve spodumennek nagyhőmérsékletű módosulatait tartalmazó új kerámiai anyag típus, a lialit-kerámiák több fajtája, amelyeknek gyártástechnológiáját szabadalomban rögzítettük és remélhetőleg igény is lesz ezeknek nagyobb mennyiségű gyártására [7].

IRODALOM

- [1] *Moldvai Á.* (1957): *Építőanyag* 9, 41.
- [2] *Moldvai Á.* (1957): *M. Kémiai Folyóirat* 63, 275.
- [3] *Warren, B. E.* (1937): *J. appl. Phys.* 8, 645.
- [4] *Moldvai Á.* (1959): *Lítium-oxidos kerámiák*, Akad. Kiadó, Bpest (Megjelenés alatt).
- [5] *Van Der Beck, R. R.* (1963): *Am. Ceram. Soc. Bull.* 42, 448.
- [6] *Donahey, J. W.* (1954): *Footprints* 26, 11.
- [7] *Fischwick, J. H.* (1963): *Am. Ceram. Soc. Bull.* 42, 110.
- [8] *Moldvai Á., Bubik I.* (1966): *Építőanyag* 18, 165.

Moldvai R.: Összefüggés lítium-alumínium-szilikátok szerkezete és műszaki tulajdonságai között

Kerámiaipari szempontból fontos lítiumásványok és vegyületek: eukriptit, spodumen, petalit és módosulataik. A lítium-alumínium-szilikátok termikus tulajdonságai: hőkiterjedésük és hőmérsékletingadozás-ellenállásuk. A hőkiterjedés mechanizmusára vonatkozó elméletek. — A szilikátok finomszerkezetének és hőkiterjedési sajátságának összefüggése. A hőkiterjedés anizotrópiája. Gyakorlati példák. A hőmérsékletingadozás-ellenállóság

mechanizmusára vonatkozó elméletek. A hőkitérjedési és hőmérsékletingadozás-ellenállási sajátosság összefüggése. Lítiumtartalmú ásványok kerámiai technológiai alkalmazásai. Spodumen használata tűzálló idomok előállításához. Petalitmasszák. Tűzálló habkerámiák. A magyar kutatások fejlesztésének irányai.

Молдvai, Р.: Связь между структурой и техническими свойствами алюмосиликатов лития

Важнейшие, с точки зрения керамической промышленности минералы и соединения лития: евкрипит, сподумен, петалит и их разновидности.

Термические свойства: термическое расширение и термостойкость алюмосиликатов лития.

Теория относительно механизма термического расширения. Зависимость микроструктуры и термических свойств силикатов. Анизотропность термического расширения. Практические примеры.

Теория относительно механизма термостойкости. Взаимосвязь термического расширения и термостойкости.

Применение литиеосодержащих минералов в керамической промышленности. Использование сподумена для получения огнеупорного фазона. Петалитовые массы. Огнеупорная пенокерамика.

Направления развития исследований в Венгрии.

Frau Moldvai, R.: Zusammenhang zwischen Struktur und technischen Eigenschaften der Lithiumaluminosilikate

Für die keramische Industrie wichtigen Lithium-Mineralen und -Verbindungen: Eukriptit, Spodumen, Petalit und ihre Modifikationen. Thermische Eigenschaften der Lithium-Alumino-Silikate: Wärmedehnung und Temperaturwechselbeständigkeit. Theorien für den

Mechanismus der Wärmedehnung. — Zusammenhang zwischen Feinstruktur und Wärmedehnung der Silikate. — Anisotropie der Wärmedehnung. — Praktische Beispiele. Theorien für den Mechanismus der Temperaturwechselbeständigkeit. Zusammenhänge zwischen Wärmedehnung und Temperaturwechselbeständigkeit. Anwendung der lithiumhaltigen Minerale in der keramischen Technologie. Anwendung des Spodumens zur Herstellung von feuerfesten Steinen. Petalitmassen. Feuerfeste schaumkeramische Erzeugnisse. Entwicklungstrend der Forschungen in Ungarn.

Mrs. Moldvai, R.: Relationship between the Structure and Technical Properties of Lithium Aluminium Silicates

Author deals with lithium minerals of major significance for the ceramic industry, and their compounds: eucryptite, spodumene, petalite and their modifications, extending also to their thermal properties, heat dilatation behaviour and thermal shock resistance. The theories relating to the mechanism of thermal dilatation, the correlations between the fine structure and the heat dilatation properties of silicates, and the anisotropy of heat dilatation, quoting practical examples to support her statements.

The paper discusses furthermore some theories as to the mechanisms of the thermal shock resistance together with the relationship between thermal dilatation properties and the degree of thermal shock resistance. Also some technological applications of lithium containing minerals in the ceramic industry are mentioned such as the use of spodumene, petalite masses and fireproof expanded ceramics, in the production of refractories. The paper concludes with an outline of the main fields of research in Hungary.

Lapszemle

SZTROITEL'NŰE MATERIALŰ

Moszkva, 17. k. 1971. 11. sz.

ETO: 666.973.6

Kazenova, E. P.: Falazó-idomok sejt-betonból. 24. old.

A sejtbetonok építészeti alkalmazása nem csak panel-, hanem kisebb blokk-formában is lehetséges. Az ilyen idomok méretei a klimatikus viszonyoktól függően változnak. Az esetek többségében, vidéki egy-két emeletes lakóházak, garázsok, stb. építésénél (kézifalazás, kiscső alkalmazásával) igen gazdaságosak. A téglafalhoz viszonyítva a falazat súlya lényegesen kisebb, ugyanakkor a szállítási költségek is lényegesen csökkennek. Különböző területeken, vállalatoknál, kutatóintézetben szerzett tapasztalatok és olyan épülettervek, melyekhez sejtbeton falazóidom nélkül nem felhasznáható.

ETO: 699.82 : 666.189.2 : 621.643

Borob'ev, V. A.—Zsujkov, M. T.: Üvegyapot csővezetékek gépesített nedvességszigetelésére. 16—17. old.

Különböző klimatikus viszonyok között megfelelő szigetelést biztosít a csővezetékeknek a fenol- és karbamid-formaldehidpolimér-alapú nagy hőállóságú bitumenben kezelt üvegyapot. A polimér mennyisége száraz anyagra vetítve 10—35%. Adott vastagságú szigetelőréteg felvitele jól gépesíthető, a munkagényesség jelentősen csökkenthető. Olvasztott bitumennel kezelt üvegyapot hőállóságának meghatározására szabadalommal védett berendezést és módszert dolgoztak ki. A fenti alapon kidolgozott szigetelőanyag szilárdságifizikai tulajdonságai, hasonló anyagokkal külföldön szerzett tapasztalatok.

(Folytatás a 127. oldalról)

ETO: 622.35 : 620.9

Martinoszov, G. A.: Gépesített kőbányák energiaellátásának racionalizálása. 13—14. old.

A karadagi gépesített kőbánya elektromos energia ellátására alkalmazott, alacsony feszültségű függesztett vezeték kialakításának ismertetése. A függesztett vezetékkel áthidalat távolság 500 m, az elektromos vezeték drótkötél tartja, melyről flexibilis kábelek ágaznak le. A felerősítési csomópontok megoldása, a bányák elektromos energiaellátásának sémája. A munkahelyek mentesek a hatalmas tartó-oszlopoktól, nincsenek átállások és szerelésből származó időkiesések: a nyolc függesztett vezeték energiaellátó rendszerrel a termelési költség 15—20%-kal emelkedett.

Az irányítástechnika követelményeinek figyelembevétele a cementgyárak tervezésének kezdeti fázisában

WILHELM RANZE

Polysius A. G. Neubeckum, NSZK

előadása alapján összeállította: FERENCZ GÁBOR, SZIKKTI, Budapest

A szakfolyóiratokban egyre több szó esik az automatizálásról. Ennek ellenére a cementipar fejlesztésével foglalkozóknak nem mindig egyszerű a technológia és a gépészet oldaláról az automatizálással szemben a követelményeket meghatározni, illetve a technológiai berendezéseket úgy megtervezni, hogy az automatikát illeszteni lehessen.

Mindenkinek tisztában kell lenni azzal, hogy az automatizálással magával csak nagyon keveset lehet elérni, a technológiát, a gépészetet és az automatikát egységes egészként kell kezelni.

Az automatizálás nem mást jelent, mint a fizikai és kémiai törvényeken nyugvó erőket megfelelő módon úgy irányítani, hogy azok az ember által kívánt értelemben hassanak, hogy az embert a rutin jellegű szellemi és fizikai munka ne terhelje.

Az embert — mint a finom és fejlett irányítólánc viszonylag megbízhatatlan tagját — messzemenően helyettesíteni kell.

Mindent, amit kézi irányítás esetén az ember látna, hallana, észrevenne, megfelelő érzékelővel kell felfogni. Más szavakkal az „Automation”, illetve magyar kifejezéssel a folyamatirányító számítógép alkalmazása csak akkor lehet sikeres, ha a technológia a szükséges mérőberendezésekkel és beavatkozó szervekkel el van látva.

Különösen fontos az automatizálás követelményeinek betartása a tervezés kezdeti fázisában, a technológia megválasztásánál, a telepítésnél, a gépek és berendezések kiválasztásánál, a mérés és szabályozástechnikai koncepció kialakításánál, a kábelezés főbb nyomvonalainak kijelölésénél, az épülettervezésnél.

A követelmények külön-külön ismertek, de sokrétűségük miatt egyik-másik a tervezés kezdetén figyelmen kívül maradhat, ami később az automatizálást megnehezíti, a tervezőket félmegoldásokra kényszeríti.

A tervezés kezdeti fázisában jelentéktelennek látszó tényezők elhanyagolása a későbbiekben csak nagy költséggel, áttervezéssel, átalakítással — ami gyakran üzemleállást is maga után von — kompenzálható. Az utólagos munkák nemcsak a tervezőket kompromittálják, hanem magát az automatizálást is veszélyeztetik. Az ipar vezetői ritkán tudják vállalni a pótmunkákkal járó költségeket, inkább tudomásul veszik az automatizálás sikertelenségét.

Ezért érdemes összefoglalni a legfontosabb szempontokat, amelyeket már a tervezés elején figyelembe kell venni.

A berendezés elvi tervezése, gépkiválasztás

Mielőtt a tulajdonképpeni technológiai tervezést elkezdenék, folyamatábrát (Flowsheet, Fliesschema, Verfahrensschema) készítenek, amely a további tervezés alapját képezi, amit a tervezés folyamán állandóan újabb és újabb részletekkel egészítenek ki, tökéletesítenek.

Az automatizőr, a mérés és szabályozás technikus csak akkor tudja a technológia vizsgálatát elkezdeni, ha az első folyamatábra már elkészült.

A cementgyártás lényegében négy részfolyamatból áll, ezek a következők:

- nyersanyagtárolás,
- nyersanyagelőkészítés, (apritás, őrlés, homogenizálás)
- klinkerégetés
- cementőrlés.

A négy részfolyamat egymástól az anyagáramba beiktatott anyagtárolókkal szabályozásdinamikai szempontból is szét van választva. A négy részfolyamat egyikének teljesítményingadozása a többi lényegében nem zavarja.

Más a helyzet a gázáramoknál, itt semmiféle szétválasztó tároló beiktatása nem lehetséges.

A gázkörfolyam zavarai hátrányosak lehetnek, ezért a gázvezetékekbe párhuzamos ágakat és kiágazásokat terveznek, hogy a részfolyamatok között a gáznyomást a szabályozó berendezésekkel állandó értéken lehessen tartani. (Pl. a kemence és malom között.)

A gépek beszerzésénél vigyázni kell, hogy a szükséges érzékelők be legyenek építve, illetve az automatizálás követelményeinek megfelelően pótlólag beszerelhetők legyenek. Különösen két technológiai részfolyamat, illetve két gép csatlakozási helyeit kell ebből a szempontból kritikusan megvizsgálni.

A következőkben néhány gépet, berendezést tárgyalunk, amelyeket az automatizálás miatt speciális kivitelben kell megválasztani, felszerelni.

Szállítószalagok

A szállítószalag teljes hosszában vészkikapcsoló huzalt szerelnek. A vészkikapcsolás után a szállítószalagot csak akkor lehet újra bekapcsolni, ha a kapcsoló arretálását eltávolították.

A 30 m-nél hosszabb szalagok mindkét oldalára 50 m-enként ferdefutás ellenőrző készüléket szerelnek. A kocsizó szalagokat úszókábellel vagy motorral hajtott kábeldobról táblálják, ezekhez az acél és beton szerkezetekbe feszítőszerelvényeket terveznek, a végálláskapcsolókat a feszítő szerelvényekre szerelik. A végálláskapcsolók nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy a vezérlés központilag történhessen.

Adagoló szalagmérlegek

Az adagoló szalagmérleg végére hitelesítő surrantót terveznek. Ennek az a feltétele, hogy az adagoló szalag és az utána következő szalag között megfelelő „magasság” álljon rendelkezésre. A szabályozott jellemző pillanatértékére mind digitális, mind analóg jel formájában a továbbfeldolgozáshoz szükség van.

Legyen lehetőség az adagoló szalagmérlegek belső szabályozói alapjeleinek beállítására a központi vezérlőből és a számítógéptől, pl.: motoros alapjelállítóval.

Az összes adagoló szalagmérleg szabályozási tartományát elméleti keverékszámítással, komputer felhasználásával ellenőrzi, figyelembe véve az egyes nyersanyagok kémiai összetételének lehetséges ingadozásait.

Fojtócsappantyúk

A fojtócsappantyúk kéziműködtetésű változatai a gáz körfolyamban nagyon kedveltek és elterjedtek, annak ellenére, hogy sok esetben veszteség-

mentes, pontosabban kis veszteségű villamosmotoros szabályozható hajtással ellátva jobban megfelelnének.

A szervomotoros hajtású fojtócsappantyú jellemzői az alábbiak:

Lehetőleg lineáris jelleggöbe, a távműködtetés valódi beavatkozó szervvel történik, amely fel van szerelve helyzetérzékelő potenciométerrel, a beavatkozó szerv üzembiztonsága és szolid erőátviteli mechanizmusa (pl. rudazat) elengedhetetlen. A csappantyú zárt és nyitott állását végálláskapcsolóval kell jelezni.

Váltócsappantyúk

Ezeket a szállító utakba építik be. Az ürítő és elzáró „tolattyúkat” nem csak kéziműködtetéssel, hanem azon kívül távműködtetéssel is fel kell szerelni. A távműködtetés tartozéka a nyitott és zárt helyzet jelzése végálláskapcsolóval, sőt sok esetben a helyzetérzékelő potenciométer is.

A meleglevegő és füstgáz vezetékek

Lehetővé kell tenni a gázmennyiség mérését, ehhez megfelelő fojtószervekre (mérőperemekre, Venturi csövekre) van szükség. A klasszikus Venturi cső különösen alkalmas, mert a por nem tud benne lerakódni. A Venturi csövek beépítése hosszúságuk miatt nem egyszerű (2 m átmérőjű csőben szerkezeti hossza 8–10 m körül van).

A mérés pontossága megköveteli, hogy a beépítéshez a cső átmérő 15-szörösének megfelelő egyenes szakasz álljon rendelkezésre.

Tartalék hajtások

A legfontosabb gépeknél építendőek be, ilyenek:

- hajtóművek olajszivattyúi,
- az elektrofiltrek hűtőtornyainak vízbepertető szivattyúi,
- vízellátás szivattyúi,
- elektropneumatikus vezérlés légkompresszorai,
- pneumatikus szállító berendezések ventillátorai és kompresszorai.

Hűtővízellátás

Áramkimaradás esetén is működjön. A hűtővízellátásra beépítendő egy víztorony vagy egy azzal egyenértékű magasan elhelyezett víztartály.

Minden gépcsoport hűtővízellátásának legyen egy motorhajtású elzárószelepe, amely a gépcsoport leállása után automatikusan lezár és ezzel a vízfogyasztást csökkenti.

Gáz- és olajtűzelő berendezések

A tüzelőanyag mennyiséget érdemes gépcsoportonként mérni. Gázmennyiség mérésnél természetesen nyomás és hőmérséklet korrekcióra van szükség, amit rendszerint analóg áramkörökkel végeznek el. A jeltovábbítás a további jelfeldolgozástól függően analóg vagy digitális lehet.

A fűtőolaj hőmérsékletét ellenőrizni kell, ehhez megfelelő nyomásálló szerelvény szükséges.

A szokásos helyi olajnyomásmérés nem elegendő, a távadó itt nélkülözhetetlen.

A tüzelőanyag szabályozó szelepen kívül feltétlenül beépítendő egy gyorszár, amely helyileg és a központi vezérlőből egyaránt működtethető. A gyorszár áramkimaradáskor, anyagfeladás megszakadásakor, vészkipcsolás esetén azonnal automatikusan zárjon le.

Fordulatszám-szabályozós hajtások

A technika mai állásának a kisveszteségű elektromos hajtások felelnek meg. Pl. az egyenáramú mellékáramkörű motor tirisztoros tápegységgel és szabályozással.

Kenések

A mindennapi ellenőrzés megfelelő készülékezés esetén elmaradhat.

Az olaj, illetve zsirtartályok töltésszintjét, az egyes kenési helyeknél a kenőanyag áramlást műszeresen ellenőrizni kell.

Néhol a kenés ciklikusan történhet, amit időtérrel vezérléssel lehet biztosítani.

A kenés kimaradása után bizonyos időkésleltéssel a főgépet feltétlenül le kell kapcsolni.

Elektrosztatikus porleválasztók

Az egyenáramot és a feszültséget a központi vezérlőben mérni kell. Az egyenirányító távvezérlésére a központi vezérlőből is legyen lehetőség.

A nagyfeszültségű váltókapcsoló lekapcsoláskor a filter elektródákat földelje le, a nagyfeszültségű váltókapcsoló távműködtetéssel látandó el.

Ha a füstgázban a CO tartalom a kritikus értékre növekszik, a filtert le kell kapcsolni, a robbanás megelőzése céljából.

A filter valamennyi hajtásáról és méréséről, illetve azok rendellenes működéséről egy közös zavarjelzés adjon tájékoztatást a központi vezérlőben.

Erősáramú berendezések

Az erősáramú berendezéseknél ugyanúgy tekintettel kell lenni az automatizálás követelményeire, mint a technológia tervezésénél.

Távmerések a központi vezérlőben

A gyár teljesítményfelvételének regisztrálása.

A gyár energiafogyasztása kWh-ban.

A gépcsoportok energiafogyasztása KWh-ban.

A gépcsoportonkénti fogyasztásmérés, a fajlagos adatok kiszámításához és a műszaknaplóhoz szükséges.

Az energiafogyasztás mérésére a középvezetékű kapcsolóberendezésben impulzusadó fogyasztásmérők szerelendők fel.

Teljesítménytényező mérés.

Egyéb regisztrálandó mennyiségek: 6 kV-os feszültség, frekvencia.

Teljesítménykapcsolók távműködtetése a központi vezérlőből

A 6 kV-os betáplálási megszakító kikapcsolása

A 6 kV-os motorok megszakítóinak be-kikapcsolása.

Feszültségesésre érzékeny fogyasztók energiaellátása

Külön 6/0,4 kV-os transzformátorról táplálандók az alábbi fogyasztók:

Szükségvilágítás.

Központi vezérlés vezérlőáramkörei.

Szabályozók tápegységei.

Számítógép tápegysége.

Mintavétel és szállítás vezérlése.

Röntgenfluoreszcens analizátor.

Telefon, diszpécser telefon tápegysége.

Tűzvédelmi jelzőberendezések.

Épületvilágítás.

Térvilágítás.

Szükségáramellátó gépcsoport

Hálózatkiadás esetén azonnal induljon.

Legyen ellátva indító akkumulátorral.

Hetenként egyszer terhelési próbának kell alávetni, hogy szükség esetén tényleg üzemkés legyen.

A hálózati feszültség visszatérése után, a szükségüzemről a hálózati üzemre a visszatérés kézi vezérléssel történhet.

Az előző pontban felsorolt fogyasztókon kívül (épület és térvilágítás nem) a szükségáram ellátásra csatlakoznak mindazon fogyasztók, amelyek a kemence lassú járatásához (segédhajtás) szükségesek, beleértve a klinker hűtőt és klinker szállítást is.

Motorok

Nagyságtól függően ellátandók:

— túlterhelés-védelemmel,

— legalább a malommotorok földzárlat-védelemmel,

- külső szellőzés ellenőrzéssel,
- csapágyhőmérséklet ellenőrzéssel, (különösen a csúszó csapágyak)
- tekereshőmérséklet ellenőrzéssel,
- fűtéssel (1000 kW-os felüli motoroknál azok állóhelyzetében működik).

Az indítóknál az olaj, illetve az elektrolit töltésszintjét és hőmérsékletét ellenőrizni kell. Az induktív és a rövidzárási helyzetet végálláskapcsoló jelezze.

Egyenáramú motorok

A motorok védettsége legalább IP 33 legyen. A csöves hűtésű és a körfolyamhűtésű gépeket vízlevegő vagy levegő-levegő hűtővel el kell látni.

A fordulatszám érzékelő generátorokat ékszíjjal hajtani nem megengedett.

Az egyenáramú motorok tirisztoros tápegységeit a központi vezérlőből motorhajtású alapjel beállítóval lehessen szabályozni.

A forgórész áramát mérni kell, szokás szerint shunt-ön keresztül. A mérés pontosabb, a vezeték-hossztól és a környezeti hőmérséklettől független, ha 0–20 mA kimenetű távadót építenek be.

Végálláskapcsolók

Igen nagy számban építik be ezeket a cementgyárakba. Tapasztalatok szerint az üzemzavarok és leállások nagyrésze erre vezethető vissza. A végálláskapcsolók érintkezőit a pattogási (prell) jelenség miatt a számítógép bemenetekre rákapcsolni kockázatos. Az elektronikus vagy reed-relével felszerelt rés, illetve közelítésre működő iniciátorok ebből a szempontból kedvezőbbek, de drágábbak is.

Helyi működtető kapcsolók

Feltétlenül minden egyes gép számára szükségesek. Próbauzemnél, javításnál nélkülözhetetlenek.

Fordulatszámjelzők

A gépek tényleges üzemi állapotát ellenőrzik. A hajtás kiesésénél, a gép meghibásodásánál jelzést adnak, egyidejűleg leállítják az anyagrászállítást a meghibásodott gépre.

Fordulatszámjelzővel látandók el az alábbi gépek: elevátorok, szállítószalagok minden fajtája, szállítócsigák, cellás adagolók, ékszíjjal hajtott kompresszorok stb.

Telítettségérzékelők

Silók és tartályok töltés magasságának, hajtóművek, csapágyak, indítók folyadék szintjének, ciklonok, csővezetékek, elevátorlábak eltömődésé-

nek, szállító berendezések átadási helyeinek ellenőrzésére nélkülözhetetlenek. A sokféle felhasználási célra még többféle konstrukció ismeretes. Mindegyiket csak ott és arra a célra szabad felhasználni, amire tervezték. A beépítési helyet úgy kell megválasztani, hogy a lehulló anyag az érzékelőt (pl. a silókba nyúló szondáknál) ne tudja tönkretenni. A periodikus felülvizsgálat lehetőségét megfelelő hozzáférési lehetőség (pl. beépített létra) beépítésével biztosítani kell.

Mérés és szabályozástechnika

Általában ki lehet jelenteni, hogy a számítógép alkalmazás a méréssel kapcsolatos követelményeket erősen megnöveli. A kevés mérőhely vagy a pontatlan és megbízhatatlan mérés hátrányait a számítógép nem tudja kompenzálni. Ezért nehéz és többnyire gazdaságtalan régi gyárakban számítógépet alkalmazni. Az irányító személyzetnek viszonylag kevés mérőhely alapján kell a beavatkozásokhoz a következtetéseket levonni. A klasszikus eljárás szerint sok mutató mészere csak azért van szükség, hogy határérték-kapcsolásra lehessen azokat felhasználni. A sok mutató és regisztráló műszert a kezelő személyzet nem tudja figyelemmel kísérni. A folyamatirányító számítógép lehetővé teszi az analóg műszerek számának mi nimálisra csökkentését.

Itt említjük meg, hogy újabban a német szakirodalomban (angolszász hatásra) az automatizálásra két fogalom alakult ki. Az „Automatisierung” kifejezést használják akkor, ha klasszikus analóg műszerezésről van szó, „Automation”-ról beszélnek számítógép alkalmazás esetén.

Az automatizálás módszereinek felosztására számos próbálkozás történt.

A cementipar automatizálási követelményeinek, fejlődési tendenciájának az alábbi felosztás felel meg:

— Analóg szabályozók a központi vezérlőteremben számítógép nélkül (Klasszikus módszer)

— Analóg szabályozók alapjelét a folyamatirányító gép állítja. A berendezés két lépcsőben vehető üzembe.

Az analógszabályozókkal az üzem irányítható mielőtt még a számítógépet beszerelték volna. A számítógép kiesésekor az analóg szabályozókkal zökkenőmentesen tovább dolgozhat az üzem.

— Közvetlen digitális szabályozás (DDC, Direct Digital Control) analóg szabályozók nélkül. A számítógép közvetlenül hat a beavatkozó szervekre. Hátránya, hogy a számítógép kiesésekor a folyamatirányítás megszűnik.

— Közvetlen digitális szabályozás analóg háttér szabályozókkal (DDC szabályozás „back-up” szabályozókkal). Ez is valódi DDC szabályozás, de a DDC szabályozással egyidejűleg folyamatosan vezeti a számítógép a back-up szabályozók alapjelét is. A DDC szabályozás bármely okbóli kiesése után a back-up szabályozók a szabályozási funkciókat átveszik anélkül, hogy a beavatkozó szervek ebből kifolyólag a legcsekélyebb mértékben elmozdulnának.

Kábelezés

Nem azért szükséges különleges elővigyázatosság, mert a számítógép zavarérzékeny, hanem mert a számítógép a bemenőjelek pillanatértékeit észleli és dolgozza fel. A számítógép, amely egy másodperc alatt a jelek százait sőt ezreit észleli, felveszi azokat a jelekre szuperponálódott zavaró feszültségeket is, amelyek korábban az elektromechanikus műszerek korában azok tehetetlensége miatt nem voltak észlelhetők.

Szakszerű kábelfektetéssel a zavaró mágneses mezők hatását, a zavaró feszültségek keletkezését ki lehet küszöbölni.

Digitális jelek

A kapcsoló szekrényekhez és az egyéb kétállapotú jeleket adó készülékekhez a kábelezés 0,8 mm átmérőjű telefonkábelrel történhet. Ebben az esetben 60 V egyenfeszültséggel kell a jeleket továbbítani. A kábelezésnek ez a módja 2000–2600 m-ig megfelel.

Analóg jelek

A 0–20 mA kimenőjelű távadókhöz szintén telefonkábelrel lehet csatlakozni, de ezeket a kábeleket pl. alumínium fóliával árnyékolni kell. Valamennyi mérőkábelt kábelcsatornában és épületben acélpáncélcsőbe kell húzni. A kábelezésnek ez a módja a számítógép szempontjából tökéletesen megfelel, a külső zavarokat a kábelektől távoltartja.

Hőelemhez és potenciométerhez a kábelkeresztmetszetet a feszültségesés figyelembevételével kell méretezni.

Vezérlés

A csőposta és a próbaelőkészítés vezérlésének kábelezése is telefonkábelrel történhet, 1000 m-ig közbeneső relével. Nagyobb távolságoknál is lehet ezt a kábelezési módot használni közbeneső relével, de vigyázni kell a megfelelő relé tekercsek kiválasztására (30–72 V-ig).

Mégegyszer megjegyezzük, hogy 0,8 mm átmérőjű, árnyékolt és érpáronként sodort kábel hasz-

nálata nem drágább mint a szokásos 1,5 mm² keresztmetszetű erősáramú kábelé.

Kábelfektetés

A földbefektetésnél a kábelveszteség elvezetésének vizsgálata ajánlatos. A kábelcsatornában az elvezetés rosszabb, mégis mind gyakrabban alkalmaznak járható kábelcsatornát, mert a kábelek ellenőrzése és az utólagos kábelcsere, pótlás földmunka nélkül is elvégezhető.

Az erősáramú és az automatika kábeleket párhuzamosan fektetni nem szabad. Párhuzamos fektetés esetén legalább 1–1,5 m távolságot kell tartani. Kereszteződéseknel beindukálási veszély nincs. Nagyfeszültségű kábelt a központi vezérlő alá ne fektessünk. Amennyiben ezt nem tudjuk tartani, a csatornát vagy pincét teljes terjedelmében fémlemezrel fedjük le. Magától értetődik, hogy a járható kábelcsatornát a csapadékvíz csatornába be kell kötni. A kábelcsatornát akkor kell ellátni mesterséges szellőzéssel, ha a természetes légcirkuláció rossz.

Tűzveszély

Az utóbbi évtizedben a legtöbb kábel PVC szigeteléssel és köpennyel van felszerelve. A tiszta PVC ütés és dörzsölés álló, jól hajlítható, klórtartalma miatt nehezen meggyújtható és nehezen égethető el. A nehezen égethetőség azt jelenti, hogy ha a lángot elfojtjuk, a felhevült PVC elalszik.

A PVC-hez lágyítókat kevernek, ezáltal válik rugalmassá. A lágyítóval kevert PVC-nek az a kellemetlen tulajdonsága, hogy a klór lángtaszító hatása nem érvényesül.

Tűz esetén a felszabaduló lágyító a PVC-ből elgőzölög és táplálja az égést. Az eltávozó klór erősen korrózív füstgázokat hoz létre.

A vizsgálatok megállapították, hogy nagy hőnél meghatározott körülmények között a PVC kábel is tüzet fog és azt tovább vezeti. A horizontálisan vezetett kábelkötegek kevésbé veszélyesek, mint a vertikálisan vezetett kábelkötegek. Az elégett PVC kábel által előidézett korróziós károk gyakran csak hetek múlva észlelhetők teljes terjedelmükben, általában többszörösen felülmúlják az égés által közvetlenül okozott károkat.

Ajánlatos a vezérlőterem alatti kábelpincében és a felszálló kábelaknában automatikus tűzjelzőberendezést felszerelni, amely az oltóberendezés bekapcsolására is alkalmas.

A központi vezérlő épülete

A modern cementgyár szíve a központi vezérlés. A központi vezérlő épületben helyezik el a vezérlő-

táblát és vezérlőpultokat, (amelyekről az egész gyárat irányítják és ellenőrzik,) a folyamatirányító számítógépet és az üzemi laboratóriumot a röntgen fluoreszcensanalizátorral.

A vezérlőépület nagyságát a gyártóvonalak száma befolyásolja, a gyártóvonalak teljesítménye alig. Két gyártóvonallal rendelkező gyár központi vezérlő berendezéseinek elhelyezésére kb. 4–600 m² alapterületű 3 szintes épület szükséges.

A pincszint elsősorban a kábelrendezőként szolgál, itt lehet elhelyezni a klímaberendezést, az irányító berendezések áramellátó forgógépes tápegységeit, a csőpostához és a próbaelőkészítéshez tartozó kompresszort.

A földszinten a mintaszállító csőposta leadóálmomása, a röntgen fluoreszcencanalizátor és segédberendezései, valamint a fizikai labor helyezhető el.

Az első emeleten relészekrények, kábelrendezők és a folyamatirányító számítógép kaphat helyet.

A második emeleten a központi vezérlőberendezés foglalhat helyet.

Minden emeleten lehetőség nyílik több kisebb irodahelyiség elhelyezésére.

A helyiségek egy részét az analizátor, a komputer a kábelrendező, a központi vezérlő helyiségeit olyan szerelő padlóval kell ellátni, amely egymástól függetlenül szerelhető elemekből áll, elemenként el van látva magasság beállítóval, az elektrosztatikus töltéseket levezető kétoldali alumínium fóliával. Az ilyen padló lehetőséget ad a kábelezés egyszerű elvégzésére, a berendezések esetleges bővítésére, átalakítására.

Klímaberendezés a központi vezérlő épület elengedhetetlen tartozéka. A friss és keringtetett levegő áramba egyaránt portalanító szűrőket építenek be. Szokás szerint műanyag réteges száraz szűrőket vagy automatikusan tovább futó szűrőszalagokat alkalmaznak.

A levegő melegítésre villamos vagy melegvízfűtést lehet alkalmazni. A légnedvesítés vízgőzzel előnyösebb, akkor is, ha az üzemeltetési költség valamivel nagyobb.

Az összes elektronikus berendezésekre a klimatizálási követelmények az alábbiak:

Levegő hőmérséklete:	23 °C ± 1 °C
Relatív légnedvesség:	45% ± 5%
A levegő portartalma:	max. 0,5 mg/Nm ³

Összefoglalás

A cementgyárak tervezésének kezdeti fázisában ki kell dolgozni az automatizálási koncepciót és azt a megfelelő döntések után a tervezés egész folyamán végre kell hajtani.

Különösen a technológiai tervezésnél, a gépki-választásnál, az erősáramú kapcsolóberendezések és az energiaelosztó hálózat megtervezésénél, a motorok és hajtóművek kiválasztásánál, a technológiai mérő, szabályozó berendezések, a röntgen fluoreszcensanalizátor, a számítógép megvásárlásánál, a kábel fajták megválasztásánál, a kábelfektetés módjának eldöntésénél kell elővigyázatosan, tervszerűen eljárni.

Idejében gondoskodni kell az irányítástechnikai berendezések helyiségeinek megtervezéséről.

ÉPÍTKEZŐK!

Elsőosztályú bányakavics vagonba rakva: 120 Ft/m³;

Budapest—Vác műúton a 30-as km-kőnél levő bányánkban, gépkocsira felrakva: 54 Ft/m³.

Megrendelés a bányában, vagy az Alagi Állami Tangazdaságnál (Balaj) Dunakeszi. Telefon: Dunakeszi 35, vagy Bp. 493-512.

Kőzetek termikus viselkedése*

KOHLER, G.

Műszaki Főiskola, Aachen
Német Szövetségi Köztársaság

Bevezetés

Bitumenes keverőtelepeken az anyagot gyorsan viszonylag magas hőfokra hevítik. Kitűnt, hogy eközben egyes kőzetek elváltozásokat szenvednek. Gyors melegedés folyamán a zúzalékszemekben, részben a hőkiterjedéstől, részben — a pórusok alakjától függően — a pórusvíz párolgása következtében előálló gőznyomástól, feszültségek lépnek fel. További fellazulást okozhatnak a kőzetalkotó ásványok különböző termikus tulajdonságai. Mivel az idevágó összefüggések rendkívül komplex természetűek, a Rajna-Vesztfáliai Műszaki Főiskola Útügyi Intézetéhez 1967-ben érkezett kutatási megbízás keretében viszonylag széles körű és az alapokig lenyúló vizsgálatokat végeztek az útépitési kőzetek termikus viselkedéséről.

Hőigénybevételek

A laboratóriumi vizsgálatok paramétereinek kifogástalan megértése meglehetősen nehézségekkel jár, ezért szükségesnek látjuk néhány alapvető megfontolással megvilágítani a hőokozta igénybevételeket és az ezekkel járó várható elváltozásokat.

Amint már említettük, a keverőtelepeken bekövetkező gyors felmelegedés következtében előrelátható a kőzetszemek lényeges igénybevétele. Az útépitéseknél, főleg a bitumenes kötésű burkolatokhoz alkalmazott természetes és esetleg mesterséges kőzetek rossz hővezetők. Ebből következik, hogy hevítés közben a kőzetszemcsében hőmérsékletesés és ezzel kapcsolatban belső feszültség lép fel, amelynek nagysága elsősorban a fűtési feltételektől (pl. keverődobtól, kamrás kemencétől, hőátadási tényezőtől), a szemnagyságtól és a hő, illetve hőmérséklet-vezetőképességtől függ. Első-

sorban ezek elméleti felbecsülését kellett elvégezni, elkerülve további befolyásoló tényezőket, amilyen pl. a kezdeti nedvességtartalom.

Az ilyen nem stacionárius, egydimenziós hőfeladatoknál a következő differenciálegyenlet megoldásairól van szó:

$$\frac{\delta\theta}{\delta t} = a \Delta\theta.$$

Griguli (1964) egyszerű próbatestekhez (pl. gömbhöz) táblázatos és grafikus megoldásokat adott erre a differenciálegyenletre. Zúzalékszemcsék modellszerű vizsgálatánál, a szárítódobban beálló hőfolyamatok tekintetében egyszerűsítő feltételeket kell felvennünk:

füstgáz középhőmérséklete 400 °C,
közepes gázsebesség 6,6 m/s.

A hőátadási tényező (ha főképpen hőáramlással számolunk) Heiligenstaedt szerint (1951):

$D = 5$ mm gömbátmérőnél = 200 kcal/m² °C
10 mm gömbátmérőnél = 142 kcal/m² °C
20 mm gömbátmérőnél = 100 kcal/m² °C

A hővezetési tényező természetes köveknél Birch — Clark szerint (1940):

$$\lambda = 1,6 - 3,8 \text{ kcal/m } ^\circ\text{C}.$$

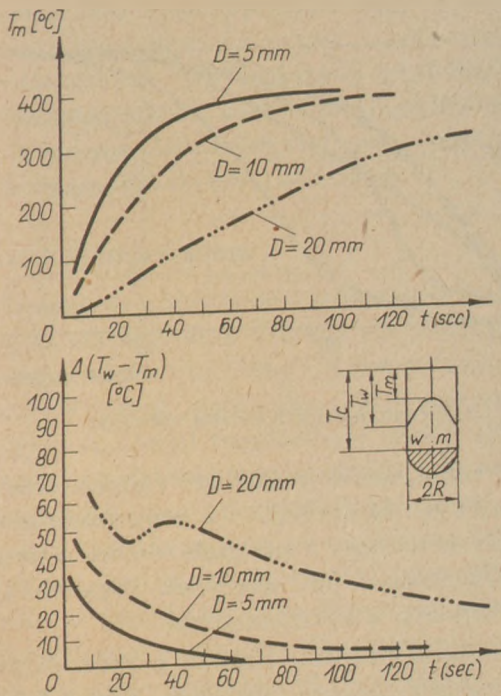
Fajhő:

$$C_p = 0,92 \cdot 10^3 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}.$$

Az 1. ábra egy közepes hővezetési tényező: $\lambda = 2,6$ kcal/m °C felvétele esetére adja meg a $D = 5, 10, 20$ mm átmérőjű golyók T_m központi hőmérsékletének elméleti hőgörbét, valamint a $\Delta(T_w - T_m)$ hőmérséklet-különbséget a gömb felülete (T_w) és központja (T_m) között, a melegítési idő (t sec) függvényében.

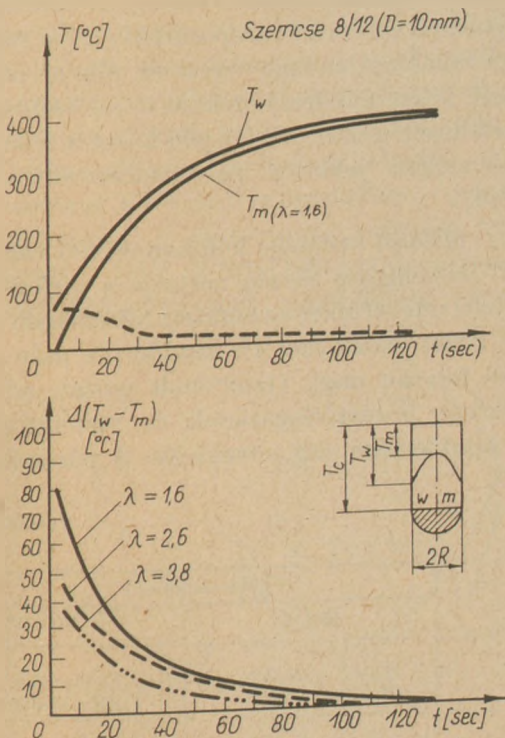
A 2. ábra $D = 10$ mm átmérőjű szemcsére adja meg ugyanezen értékeket $\lambda = 1,6, 2,6$ és $3,8$ kcal/m °C esetén.

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából



1. ábra. Hőmérséklet a szem nagyság függvényében

A közölt hőmérsékleti görbék az egyszerűsítő feltételek ellenére is világosan mutatják a jelenség minőségi lefolyását. A nagyobb szemcse lényegesen lassabban melegszik át, mint a finomabb szemcse, és nagyobb a hőfokkülönbség a szemcse felszíne és közepe között. Kisebb hővezetési tényezőjű anyagoknál a várakozásnak megfelelően nagyobb a hőmérsékletesés a szemcse felszíne és közepe között,



2. ábra. Hőmérsékleti görbe a hővezetési tényező függvényében

bár a felület felmelegedése független ettől az anyagi paramétertől.

Amint Birch és Clark közölték (1940), a mészkő és a gránit hővezetési tényezője viszonylag kicsi, aminek bizonyára komoly jelentősége van, mert ezek a kőzetek ásvány- és kőzettani tulajdonságaik következtében is már kis hőfokemelkedésnél hőmérsékleti elváltozásokat mutatnak.

A fentiek szerint kidolgozott szempontok helyességét a szerzőnek módjában volt egy kb. 30 t/ó teljesítményű szárítódobban, különböző szemnagyságokkal végzett kísérletsorozattal (1969) igazolni. A bitumenes feldolgozás folyamán azonban adalékszemcse-keverékeket szárítanak magas hőfokon a szárítódobokban, ami a tárgyaltnál lényegesen komplexebb lefolyású lévén, elméleti tárgyalásra alig alkalmas. A keverőtelepek dobkifolyóinál végrehajtott kalorimetrikus mérések mindazonáltal igazolták, hogy a 8–12 mm-es anyag energiataartalma kb. 90%-át teszi ki a teljesen átmelegített anyagénak, ami nagyjából fedi a fenti elméleti adatokat, feltéve, hogy betartják a Hille által előírt (1959) 60 sec áthaladási időt az említett szemcseméret-tartományánál.

A termikus változások egy második lényeges okozója a kőzet pórusvizének párolgása, tekintve, hogy melegítés közben a víz köbtartalma igen gyorsan több mint ezerszeresére szökik. Ha ezt a volumenemelkedést a pórusok szerkezete nem engedi meg, az anyag egyes pontjain jelentékeny nyomásesúcsok keletkeznek. A következőkben tárgyalt vizsgálatok a zúalékszemek pórustérfogata és póruseloszlása között bizonyos összefüggést mutatnak.

Polikristályos kőzeteknél figyelemmel kell lenni arra, hogy az egyes kristályok hőkiterjedési koefficiensei különbözők, nemkülönben az egyes kristályok tengelyei irányában is változók lehetnek. Dettling (1962) széles körű vizsgálatai többek között a kőzetalkotó ásványok hőkiterjedési együtthatóira is szolgáltatnak adatokat. Innen vettük az alábbi középértékeket:

kvarc	$18 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
csillám	$9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
mészpát	$5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
földpát	$5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

A gránitok tehát — kristályos felépítésük következtében — különösen hajlamosak a „hőérzékenységre”.

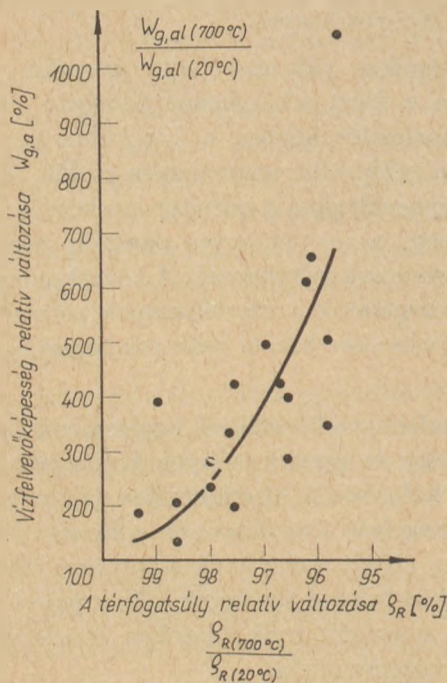
A felsorolt terhelések a kőzetekben szerkezeti felazulásra, illetve változásokra vezethetnek. 500 °C

hőmérsékleten felül azonban már a kristályszerkezet átalakulására is számítani kell, így pl. a kvarc szétesésére vagy a mész átalakulására.

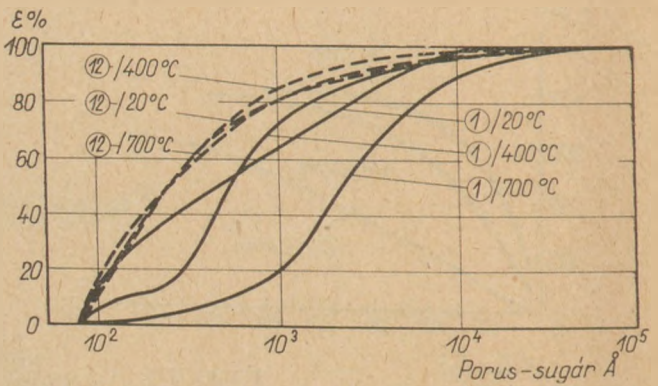
A pórustérfogat megváltozása

A termikus igénybevételeknek a kőzet belső szerkezetére gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk a hővezetés hatását a kőzet *térfogatsúlyára, vízfelvételeire és póruseloszlására*. A feldolgozásnak a kőzetfelületre gyakorolt hatásával nem foglalkoztunk, mivel a térfogatsúlyt és a vízfelvételt a DIN 52102 (1965) és DIN 52103 (1966) szabványoktól eltérően, fűrt és fűrészelt lapocskákon (75 mm átmérő, kb. 8 mm vastagság) vizsgáltuk. A vízzel telített minták térfogatsúlyát és vízfelvételét egy kemencében 20–700 °C hőmérséklet határok között félórán át végzett felmelegítés előtt és után mértük.

A 3. ábrán az abszcissza tengelyen a ρ_R térfogatsúly relatív változásait, az ordinátatengelyen a megfelelő relatív vízfelvételt tüntettük fel, 700 °C hőmérsékletig terjedő felmelegítésnél. A térfogatsúly esetében a 700 °C-nál észlelt állapotot kellett



3. ábra. A vízfelvétel és a térfogatsúly hőkozta változásai



4. ábra. A pórusrádiuszok hőkozta változása

alapul venni, mivel érzékelhető változás ennél következtetett be. Az ábrából — a nagy szórás ellenére is — kivehető, hogy a melegítés részben *maradandó szövetfellazulással* jár, amelynek nagyobb vízfelvévő képesség a következménye.

A pórusok megváltozásának pontosabb mérése higany-poroziméterrel lehetséges. Ennek kerámiai anyagokra vonatkozó felhasználásáról Zagar (1967, 1968) számolt be, kimutatva ennek a vizsgálati módszernek alkalmasságát a durva pórusú útépitőkőzetekre. A fentebb térfogatsúly- és vízfelvétel-változás alapján igazolt pórustérfogat-növekedés még pontosabbá tehető a pórusnagyságok eloszlásának megállapításával.

A 4. ábra a pórusrádiuszok eloszlását mutatja egy jórészt mikrokristályos mészkőnél (1) és egy viszonylag bázikus, erősen átalakult, holokristályos, porfiros szövetű kvarcporfirnál (12), a szárítókezelés hőmérséklet-függvényében. Míg az utóbbi, (12) jelű kőzet minden hőfoknál közel változatlan pórusrádiuszt mutat, az (1) jelű kőzet a hőkezelés következtében jelentős pórusrádiusz-növekedést szenved.

Az 1. táblázat normális hőfokon és 400 valamint 700 °C felmelegítés esetén mutatja a térfogatsúly és a vízfelvétel értékét az említett kőzeteknél. Amíg az (1) kőzet viszonylag kis kezdőérték után a hőkezelés folytán nagy vízfelvételt mutat, addig a (12) kőzet pórustérfogatának és vízfelvételének nagy kezdőértéke alig növekedik. A póruseloszlás

1. táblázat

Térfogatsúly és vízfelvétel a hőkezelés függvényében

Kőzet	Tulajdonság	Normális	Hőkezelésnél	
			400 °C	700 °C
Mészkő (1)	Térfogatsúly, g/cm ³	2,687 = 100%	2,667 = 99,3%	2,594 = 96,5%
	Vízfelvétel, súly %	0,303 = 100%	0,510 = 168%	1,21 = 399%
Kvarcpor (12)	Térfogatsúly, g/cm ³	2,553 = 100%	2,540 = 99,5%	2,517 = 98,6%
	Vízfelvétel, súly %	1,77 = 100%	1,850 = 104%	2,32 = 131%

görbájéből még megállapítható, hogy bár a (12) kőzetben a pórusok többsége kicsi, a pórusnagyságból és eloszlásból még korántsem lehet általános következtetést levonni a kőzet hőállóságára és mállással szembeni ellenállóképességére — amint azt többek között Sirhal (1968) kimutatta.

A zúzalék ütésaprózódása

Kavicsnak és zúzottkőnek ütéshatással szemben tanúsított ellenállását a DIN 52 109 (1939, 1964) szabvány, valamint az Ütügyi Kutatótársaság egy ideiglenes érvényű kiadványa (1966) szerint kell megállapítani. Nagel tanulmányai (1969) alapján a vizsgálati módszerek pontosabbakká és számos újabb zúzalékfajta kiterjeszhetővé váltak. Egyértelmű vizsgálati eredmények csak akkor érhetők el, ha az ún. „kettős osztályozással” szemalak-szétválasztást is végrehajtunk. A következő vizsgálatoknál ezért csak olyan szélesség-vastagság osztályozású zúzalékot használtunk, amelyknél $s:v \leq 2:1$. A nemzetközi szinten több kutató által kidolgozott szemalak-feltételekről német részről Leins számolt be a budapesti II. Ütügyi Konferencián (1969). A zúzalék ütésaprózódásának kiértékelésére Nagel szerint már csak az ún. D_2 értéket alkalmazzák. Ez egy olyan mérőszítán áteső súlymennyiség, amely szítának lyukmérete 2,5-ed része a vizsgált zúzalékfrakció alsó határértékének. Az általunk 8—12,5 mm frakción végzett méréseknél ez a szítanyílásméret $D=3,15$ mm volt.

A termikusan igénybe vett kőzetek D_2 értékének vizsgálatához a szemalak szerint osztályozott mintaanyagot először telítődésig vízben áztattuk, majd 15 percen át kamrás kemencében 300, 400, 550, 700 °C hőmérsékletre hevítettük, végül — a vizsgálati értékek kiterjesztése érdekében — jeges vízben lehűtöttük. A mintaanyag szárítása után a vizsgálatot a DIN 52 109 (1964) szabvány szerint és Nagel kiértékelésének megfelelően végeztük.

Ezekről a vizsgálatokról a szerző 1969-ben beszámolt.

Az alább felsorolt és számokkal jelzett hat kőzetre vonatkozólag

- mészkö (1)
- grauwacke (2)
- bazalt (3)
- gránit (9)
- kvarcporfir (12)
- nagyolvasztósalak (18)

a D_2 ütésaprózódási vizsgálatot 20 °C normális hőmérsékletnél és 200, 400, 550 és 700 °C hőkezelés után végeztük el. Vízrel telített zúzalékon kívül, az összehasonlítás érdekében, szárított, víztelenített zúzalékkal is végrehajtottuk a hőkezelést. Az 5. és 6. ábrákon a (3), (9), (12) és (18) jelű kőzetekre nyert eredményeket mutatjuk be.

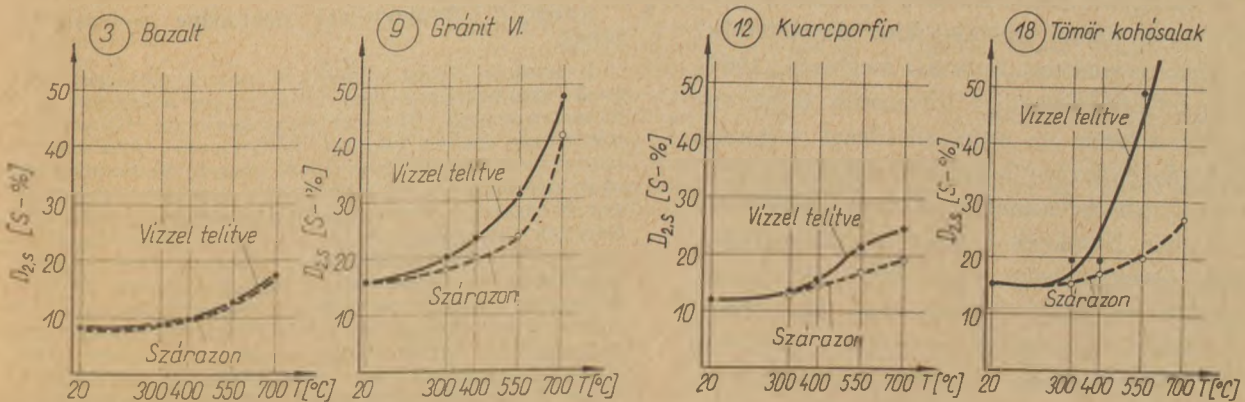
A mészkőnél (1), grauwackénál (2) és a bazaltnál (3) azonos eredmények adódtak a vízzel telített és szárazon kezelt anyagra, míg a gránit (9), kvarcporfir (12) és a nagyolvasztósalak (18) részben lényegesen nagyobb aprózódást mutatott vízzel telített állapotban, mint szárazon. A 2. táblázat a hat

2. táblázat

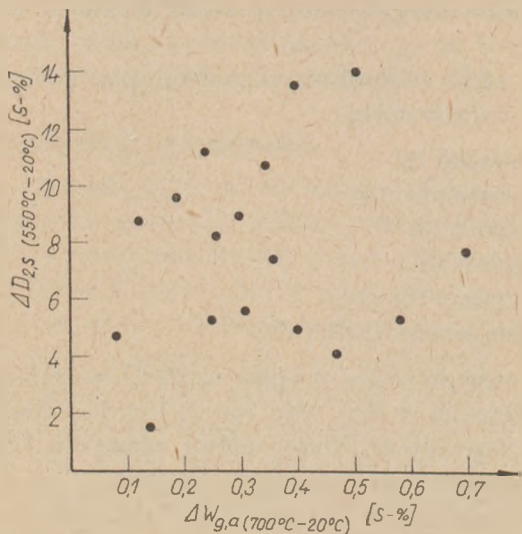
Vízfelvétel, pórustérfogat és az ütésaprózódás különbsége vízzel telített és szárított zúzalékminimálnál

Kőzet számjelo	Vízfelvétel súly %	Pórustérfogat %	$D_{2,s}$ (550 °C)
(1)	0,30	1,51	0
(2)	0,30	1,38	0
(3)	0,47	0,95	0
(9)	0,33	1,06	7,7
(12)	1,77	4,49	4,8
(18)	1,02	8,54	24,2

kőzetre vonatkozóan közli az ütésaprózódási különbséget ($\Delta D_{2,s}$) vízzel telített és 550 °C hőmérsékletet szárított minták között. A vízfelvételt ($W_{g,a}$) a DIN 52 103 (1942), a porozitást a DIN 52 102



5. és 6. ábra. Aprózódási $D_{2,s}$ értékek a hőkezelés függvényében



7. ábra. A vízfelvétel és az ütőprózódás hőváltozása

(1965). szabvány szerint állapítottuk meg. Összefüggéseket csak az (1), (2) és (3), valamint a (12) és (18) mutatnak. A (9) jelű kőzet vízfelvétel és pórusterfogot tekintetében az első csoportba, az ütőprózódást illetően pedig a második csoportba tartozik.

Amint már említettük, a vízfelvétel és pórusterfogot, valamint ezeknek hőkezelés folytán beálló változásai mind egymás között, mind pedig az ütőprózódáshoz viszonyítva nem mutatnak határozott összefüggéseket. Ennek demonstrálására a 7. ábrán szembeállítjuk a vízfelvétel növekedését ($\Delta W_{g,a}$) 700 °C hőmérsékletre hevítve és az ütőprózódás növekedését ($\Delta D_{2,s}$) 550 °C hőkezelés következtében. Ebből látható, hogy a zúzalék ütőprózódásának növekedése nem lehet csupán a szövetfellazulás következménye, hanem itt lényegesen komplexebb behatások egymásra halmozódására kell következtetni.

Kilátások

A fenti fejtegetések szerint a hőokozta változások okai, ha egyáltalában lehetséges, csak további alapvető termo-fizikai vizsgálatokkal tisztázhatók. Erre a célra az említett kutatási megbízás (1967) keretében beható hőtágulási, hővezetési, fajhő, rugalmassági, nyomó- és nyírószilárdsági valamint mikroszkópiai és ásvány-kőzettani vizsgálatok vannak előírva és vannak ez idő szerint folyamatban. Azonban Nagelnek a különböző kőzet tulajdonságok összefüggésére vonatkozó tapasztalatgyűjteménye valószínűvé teszi, hogy igen nehéz lesz egyértelmű összefüggéseket találni. Ezért már ma is problematikusnak mutatkozik útépítési kőzúzalékok hőállékonyosságára vonatkozó olyan egyér-

telmű laboratóriumi vizsgálati módszerek kidolgozása, amelyeket Schulze (1967) kilátásba helyezett.

IRODALOM

- Birch, F.—Clark, H.: Am. Journ. of Science (1940). vol. 238. p: 529, 613.
- Detting, H.: A cementkő, a kőzetek és a betonok hőtágulása (1962). Otto—Graf—Inst., Stuttgart.
- Griguli, U.: Hőkiegyenlítőds egyszerű testekben (1964). Springer-Verl., Berlin.
- Heiligenstaedt, W.: Ipari kemencék hőtechnikai számításai (1951). Stahlisen-Verl., Düsseldorf.
- Hülle, B.: A szemszerkezet változása bitumenes keverékben a feldolgozás folyamán (1959). Dissz., Műsz. Főisk., Aachen. p: 40.
- Leins, W.: Kőzetzúzalék szemalakjai és a szemalak-követelmények szabad és kötött keverékekben (1969). Bpesti II. Ütőgyi Konf.
- Leins, W.—Nagel, J.—Kohler, G.: Natursteinindustrie (1969). 5. p: 152.
- Nagel, J.: Kőzúzalékok igénybevétele és vizsgálata (1968). Dissz. Műsz. Főisk. Aachen.
- Schulze, K.: Bitumenes keverékek adalékának hőállósága (1966). Eur. Útép. Napok. Köln.
- Sirhal, H.: Ziegelindustrie (1968). 5. p: 572.
- Zagar, L.: Sprechsal f. Keramik, Glas, Email (1967). 100. 1, 3, 4. (1968). 101. p: 1114.
- Forschungsantrag (1967): Útépítéshez alkalmas kőanyagok termikus viselkedésének vizsgálata.

Kohler G.: Kőzetek termikus viselkedése

Egy nagyobb kutatási feladat keretében vizsgáltuk a természetes kőzeteknek termikus viselkedését. Kiindulásként kőzetzúzaléknak azok a termikus változásai szolgáltak, amelyek bitumentartalmú forró keverék készítésénél jelentkeztek. Az itt jelentkezett problémák azonban egyéb építéstechnikai eljárásoknál is fontossággal bírnak, mint például az alagút- és tárolóépítésnél alkalmazott termikus fojtási eljárásoknál. Ezért a vizsgálatokat szélesebb alapokra helyeztük. Az ásványkőzettani vizsgálatokból kiindulva mindenekelőtt meghatároztuk a termofizikai, valamint 1000 °C-ig terjedő hőmérsékleteken a rugalmassági és szilárdsági jellemzőket. Egyidejűleg vizsgáltuk a térfogatsúllyal, a porozitással és a vízfelvétellel kapcsolatos strukturális változásokat. Mindezek kiértékelése lehetővé teszi a szilárdsági és az alakváltozási viselkedés értelmezését. Különböző vizsgálati eljárásokkal elemeztük kőzetzúzalékok viselkedését szárítódobokban való hevítéskor és szárításkor laboratóriumi és üzemi feltételek mellett. A „szilárdságnak” ezzel kapcsolatban megállapított változásait ugyancsak az alapvető termofizikai adatok és a kőzetek szerkezeti változásai alapján kell értelmezni. A vizsgálatok e pillanatban még folynak, de a rendelkezésre álló adatanyagból máris képesek vagyunk bizonyos összefüggésekre következtetni.

Kohler, G.: Термическое поведение натуральных пород

В рамках более обширной научно-исследовательской темы исследовались термическое поведение натуральных пород. Вначале исследовались термические изменения щебня породы, получаемого при изготовлении горячих битуминозных смесей. Возникшие при этом вопросы имеют значение и при прочих методах строительной техники, как, например при термических методах разработки туннелей и др. Поэтому были проведены более детальные исследования. После минералогических и петрографических испытаний были определены термofизические и упругие свойства и прочность при температурах до 1000 °C. Одновременно исследовались структурные изменения, связанные с исходной плотностью, пористостью и водопоглощением. В результате удалось объяснить прочность и поведение при обработке. Различными методами изуча-

лось поведение щебня пород при нагревании в сушильных барабанах и при прокаливании, как в лабораторных, так и в заводских условиях. Изменения прочности связываются с изменением основных термодинамических свойств и структуры породы. Исследования еще продолжают, но уже можно сделать некоторые выводы.

Kohler, G.: Thermisches Verhalten von Naturgestein

Ausgangspunkt für die im Rahmen eines z. Zt. laufenden Forschungsauftrages bildeten die untersuchten thermischen Verhaltensweisen von Naturgesteinen und die bei der Aufbereitung von bituminösem Heißmischgut auftretenden thermischen Veränderungen an Gesteinsplitten. Die hierbei angesprochenen Probleme sind darüber hinaus bei weiteren bautechnischen Verfahren, wie z. B. thermischen Abbauverfahren im Tunnel- und Stollenbau, von Bedeutung. Daher wurden die Untersuchungen in einem breiten Rahmen angelegt.

Ausgehend von mineralogisch-petrografischen Untersuchungen werden zunächst thermophysikalische Kenndaten und das Elastizitäts- und Festigkeitsverhalten in Temperaturbereichen bis 1000 ° ermittelt. Gleichzeitig werden die Veränderungen der Struktur über die Rohdichte, Porosität und Wasseraufnahme ermittelt. Mit den mineralogisch-petrografischen Kenndaten und den festgestellten Strukturänderungen wird dann in der Auswertung eine Interpretation des Festigkeits- und Verformungsverhaltens vorgenommen.

Die speziellen aufbereitungsbedingten Probleme bei der Erhitzung und Trocknung von Gesteinsplitten in Trockentrommeln bituminöser Mischanlagen werden über verschiedene Splittprüfverfahren analysiert, wobei die Gesteinsplitte sowohl der in praxi auftretenden Be-

anspruchung, wie auch laboratoriumsmäßigen thermischen Beanspruchungen unterzogen werden. Die hierbei festzustellenden Veränderungen der „Festigkeiten“ sind ebenfalls mit den grundlegenden thermophysikalischen Daten, sowie den Veränderungen der Gesteinsstrukturen zu interpretieren.

Die Untersuchungen sind z. Zt. noch im Gange: es lassen sich aus dem ermittelten Datenmaterial jedoch bereits gewisse Zusammenhänge herausstellen.

Kohler, G.: Thermal Behavior of the Rocks

Within the scope of a greater research work the thermal behavior of natural rocks has been tested. As starting-point thermal changes of chads applied for production of hot bituminous mixtures has been taken. Here some problems arose that are important also from the viewpoint of the building technical processes too, for example at the thermal stoping processes applied in the tunnel and storage basin building. Beginning with the mineralogic and petrographic tests thermophysical characteristics, as well as elasticity and stability characteristics under 1000 °C have been determined. At the same time investigations for determining the structural changes linked with the raw density, porosity and water addition have been carried out. Results obtained after the evaluation enable to determine the strength and formability factors. Behavior of rock crushings has been analysed by several testing methods in course of the heating and drying in cylindrical driers under laboratory and industrial circumstances. Alterations in strength taking place are to be defined on the basis of the structural change of the rocks. Tests are going on to be carried out, but from the results that we are having conclusions may be drawn.

Egyesületi élet

Március 9-én, a *Filmbizottság* rendezésében került sor *Terényi Gyula* előadására. Az előadás — 'Az oroszországi porcelán története' — végigvezetett a cári időkben kibontakozó porcelángyártás fejlődésén, ami nem is érdektelen epizódja egy meglehetősen közismert rémtörténetnek. Azt a küzdelmet nevezhetjük így — teljes joggal —, amely Böttger korától jóformán az egész 18. századon végigvezetett; a küzdelmet a porcelángyártás titkának bármilyen áron való megszerzéséért, a gyártás titkának válogatás nélkül, minden eszközzel való megőrzéséért; azt a küzdelmet, amely — igaz, másminemű eszközökkel — ma is tart, mert úgynevezett titkai a

kerámiai iparoknak bizony még napjainkban is vannak, és megfejtésükért, megőrzésükért — igaz itt is: másféle eszközökkel — ma is harcolnak a szakemberek.

A pillanatra sem szűnő érdeklődés, amelyet a minden tekintetben kitűnő előadás kelteni tudott, nem kis mértékben szólt a nagyszerű vetített anyagnak is: a diaprojektívoknak és a monográfiákból kiemelt, pompás színekben meglevenített képeknek, amelyek *Mattyjasovszky—Zsolnay Tamás* művészetéről tanúskodtak.

A tizenöt főnyi hallgatóság — ennyien jelentek meg a nagy számban szétküldött meghívók invitálására! — nem fukarkodott elismerésével

és tetszésnyilvánításával. Sajnáljuk, hogy Egyesületünk kerámiai osztályainak tagjai közül alig láttunk valakit a jelenlevők közt — holott még a Durvakerámiai Szakosztály tagjai is láthattak és hallhattak volna őket érdeklő részleteket —, iparművésztagjainkat pedig senki sem képviselte. Pedig azon az esztétikai élvezeten kívül, amelyben részesültek a hallgatóság laikus-tagjai, akiket kulturális történelmi témák mindenképpen érdekelnek, a szakemberek még tanulhattak is volna egyet és mást. Talán nem is keveset. Kíváncsi lenne, ha a *Filmbizottság* alkalomadtán szeretne ejthetné az előadás megismétlésének, esetleg az illetett szakemberek jelenlétében... (S. G.)

A köszörűszemcse-kötőanyag fázishatár vizsgálata mikrokeménység-méréssel és mikroszondával*

MOSER MIKLÓS

Budapesti Műszaki Egyetem, Kémiai Technológia Tanszék

Mikrokeménységi- és mikroszondás mérésekkel nemes elektrokorund köszörűszemcsekből és frittelt boroszilikátos kerámia kötőanyagból álló forgácsoló szerszámok fázishatárát vizsgáltuk. A mérési

1. táblázat

Elektrokorund szemcsék mikrokeménység-mérési adatai

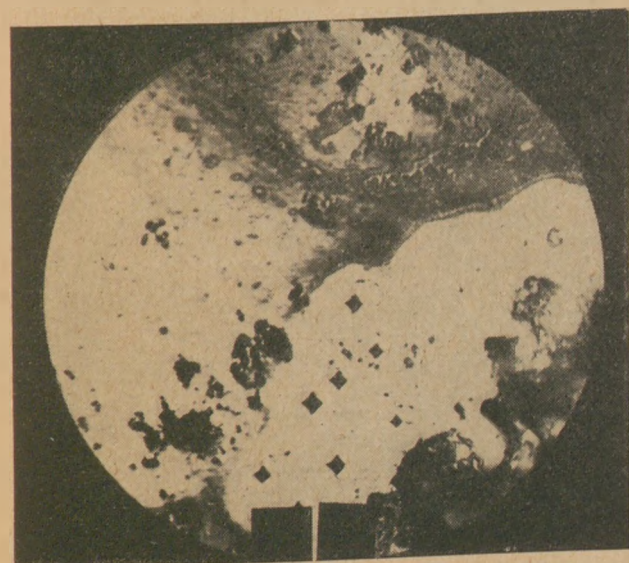
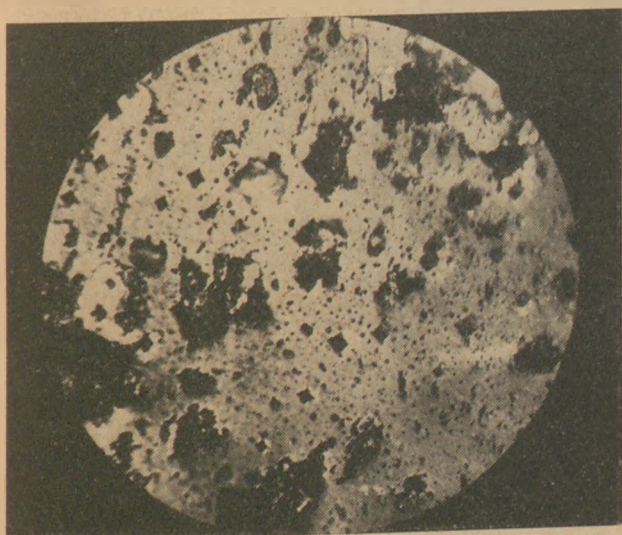
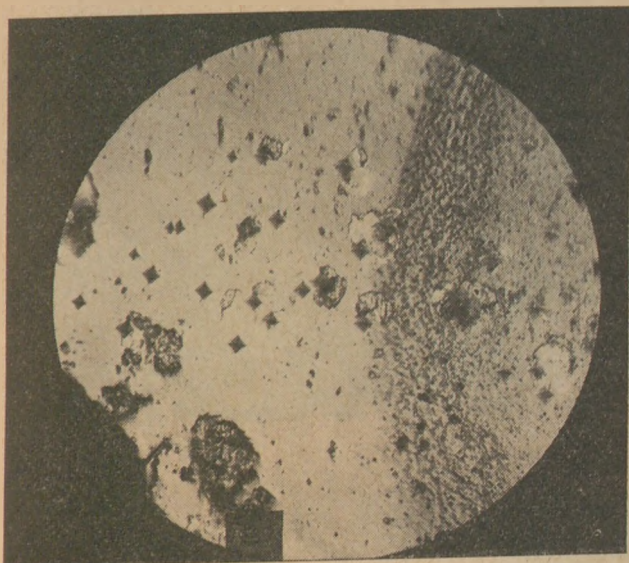
Terhelés, pond	Lenyomat-átmérő, μm	Keménység kp/mm^2	Mérések száma	Közép-érték kp/mm^2		
45	4,23	4670	1	4000		
	4,33	4450	3			
	4,41	4320	2			
	4,48	4030	8			
	4,57	4000	7			
	4,65	3870	5			
	4,74	3720	3			
	4,83	3590	1			
	70	5,89	3740		1	3330
5,98		3680	5			
6,14		3440	10			
6,22		3350	2			
6,31		3280	8			
6,39		3170	4			
6,47		3090	8			
6,56		3020	1			
6,64		2940	1			
100		7,47	3320	6	2970	
	7,35	3250	1			
	7,64	3180	5			
	7,80	3040	21			
	7,89	2980	6			
	7,97	2920	21			
	8,05	2870	2			
	8,05	2870	2			
	8,13	2815	10			
	8,22	2730	4			
	8,30	2685	4			
	125	8,55	3165	1		2880
		8,64	3120	5		
8,70		3070	1			
8,80		3000	14			
8,88		2920	3			
8,97		2890	3			
9,09		2830	1			
9,13		2790	1			
9,46		2590	2			

2. táblázat

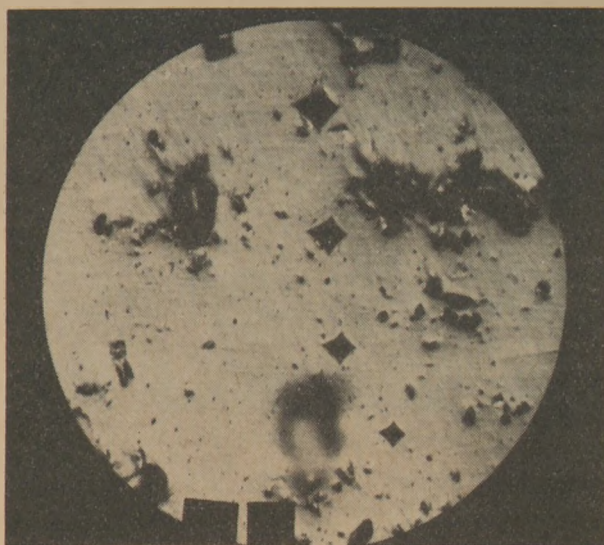
Frittelt boroszilikátos kerámiai kötőanyag mikrokeménység-mérési adatai

Terhelés, pond	Lenyomat-átmérő, μm	Keménység kp/mm^2	Mérések száma	Közép-érték kp/mm^2
25	5,30	1650	1	1100
	5,48	1540	1	
	5,98	1900	1	
	6,25	1195	1	
	6,31	1165	1	
	6,72	1030	1	
	6,81	1000	4	
	6,97	955	3	
	7,14	910	2	
	40	7,80	1220	
8,05		1150	1	
8,30		1080	1	
8,47		1030	1	
8,55		1045	2	
8,72		985	1	
8,80		956	3	
8,96		925	2	
9,13		980	2	
9,30		855	1	
55	8,55	1395	1	960
	9,46	1140	1	
	9,80	1060	1	
	10,13	995	1	
	10,21	980	1	
	10,30	960	1	
	10,30	960	1	
	10,62	910	1	
	10,71	890	1	
	10,79	880	1	
	10,96	850	3	
	11,29	800	1	
	11,40	785	1	
70	11,80	930	1	845
	11,87	920	1	
	11,95	910	1	
	12,20	875	1	
	12,37	850	1	
	12,45	835	5	
	12,53	840	1	
	12,70	810	2	
	12,95	770	1	

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából.



1. ábra. Nemeskorund (tímföldkorund) szemcsék felülete a mikrokeménység mérési helyek feltüntetésével (320×)



2. ábra. Kerámiai kötőanyag felülete a mikrokeménységmérési helyek feltüntetésével (320×)

3. táblázat

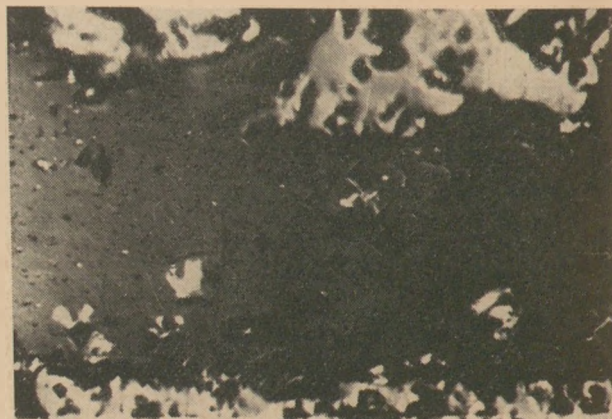
A mikrokeménység változása az elektrokorund-határreteg-kerámiái kötőanyag rendszerben (lásd 4. ábrát)

„A” zóna

Terhelés pond	Lenyomat- átmérő, μm	Keménység kp/mm^2	Mérések száma	Közép- érték kp/mm^2
45	4,30	4500	1	4310
	4,50	4120	1	
70	5,60	4120	2	3920
	5,80	3870	1	
	5,90	3740	2	
	7,02	3760	2	
100	7,18	3620	1	3400
	7,64	3180	1	
	7,80	3050	2	
	8,74	3030	2	
125	9,05	2830	1	2900
	9,20	2730	1	
	„A – B” zóna			
45	5,30	2970	1	2920
	5,40	2860	1	
70	5,90	3740	2	2840
	6,55	3030	1	
	7,20	2510	1	
	7,50	2310	1	
	8,75	1700	1	
	10,45	1680	1	
100	9,36	2120	2	2320
	9,20	2200	1	
	8,85	2350	1	
	8,11	2820	1	
	7,96	2930	1	
	9,67	2480	1	
125	9,98	2330	1	2110
	10,92	1950	1	
	11,06	1900	2	
	11,06	1900	2	

„B—A” zóna

Terhelés pond	Lenyomat- átmérő, μm	Keményység kp/mm ²	Mérések száma	Közép- érték kp/mm ²		
45	5,60	2650	1	1490		
	6,90	1750	1			
	8,45	1170	1			
	9,45	930	1			
70	9,40	1470	1	1290		
	9,50	1400	2			
	9,70	1380	2			
	10,20	1250	2			
	10,30	1220	1			
	10,60	1150	1			
100	11,20	1040	1	1000		
	12,64	1170	1			
	12,90	1110	1			
	12,95	1100	1			
	13,73	990	2			
125	14,35	890	2	1290		
	14,51	880	1			
	12,20	1560	1			
	12,80	1410	1			
	13,40	1290	2			
125	13,73	1230	1	1290		
	15,44	975	1			
	„B” zóna					
	45	8,40	1180		1	1030
		9,80	875		1	
70	11,80	940	1	900		
	12,00	900	1			
100	12,10	890	2	750		
	15,60	760	3			
125	16,22	710	1	750		
	16,70	830	1			
	17,10	790	1			
	19,12	630	1			



a



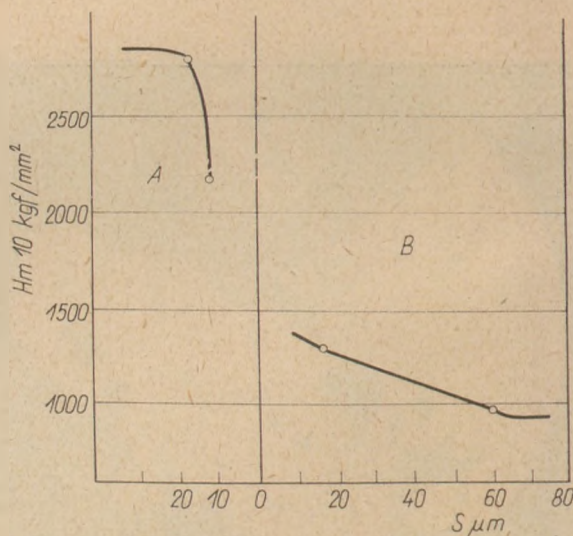
b

3. ábra

a) Nemeskorundszemcse + kerámiai kötőanyagból álló „clemi kőszőrű-szerszám” mikrokeménységének változása különböző terheléseknél (320 \times). b) A mikroszondás vizsgálathoz felhasznált mintán a bal alsó sarokhoz közel az elektronsugárnyaláb „nyoma” látható. A sötétebb felület a kötőanyagot, a világos felület (kétoldalt) a csiszolt felületű nemeskorundot ábrázolja (460 \times)

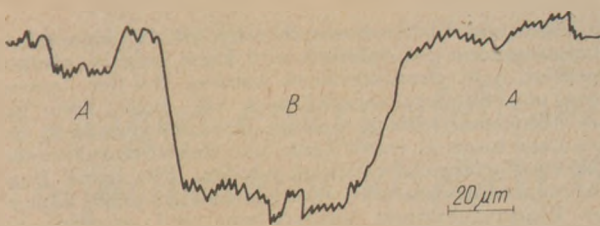
eredményeket az 1—5. ábra és az 1—4. táblázat foglalja össze. A 6—9. ábra szilíciumkarbid szemcsés szerszámok mikroszondás vizsgálatát tartalmazza

A 4. és az 5. ábra és a táblázatok együttes tanulmányozása fontos tényekre hívja fel a figyelmet. A mikrokeménység a „tisztá” elektrokorrundra jellemző értékekről a kötőanyaggal való közvetlen érintkezés környezetében rohamosan csökken, majd a határrétegnek elnevezett mező után fokozatosan csökkenve éri el a kötőanyagra jellemző kisebb keménységet. A határrétegen belüli keménységmérés annak csekély szélessége és a kétoldali nagy keménységkülönbség miatt nem végezhető el. A mikrokeménységi értékek változása és az Al-koncentráció alakulása szembetűnő analógiát mutat (mikroszondás felvétel). A további részletes kutatás szempontjából igen érdekesnek ígérkező határréteg vastagsága a mikroszondás és mikrokeménységi méréseknél egyaránt 20 μm körül értéknek adódott.

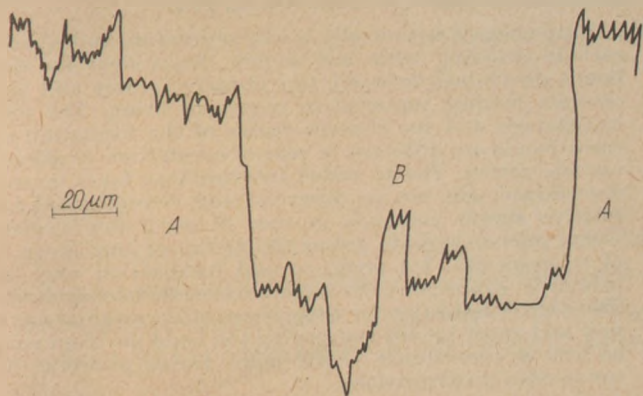


4. ábra. A mikrokeménység értékének változása a szemcse-kötőanyag határrétegtől való távolság függvényében

A szemcse, B kötőanyag. A 0 pontban emelt függőleges vonal a szemcsehatar



5. ábra. Az alumínium relatív mennyiségének változása a mérési hely függvényében nemes elektrokorund köszörűszemcsékből és kerámiai kötőanyagból felépülő „elemi köszörűszerszám” fázishatárainak környezetében (mikroszondás felvétel). A szemcse, B kötőanyag



6. ábra. A szilícium relatív mennyiségének változása a mérési hely függvényében szilíciumkarbid köszörűszemcsékből és kerámiai kötőanyagból felépülő „elemi köszörűszerszám” fázishatárainak környezetében (mikroszondás felvétel). A szemcse, B kötőanyag



7. ábra. Szilíciumkarbid szemcséfelület elektronmikroszkópos felvétele. (10 800 ×)



8. ábra. Kerámiai kötőanyag elektronmikroszkópos felvétele (36 000 ×)



9. ábra. Szilíciumkarbamid szemcse és kerámiai kötőanyag fázishatára (10 800 ×)

A határreteg elektronmikroszkóppal való tanulmányozása korundszemcséknél rendkívül nehéz, mert a két fázis között (nemeskorund kötőanyag) a határ nem éles. E szempontból a szilíciumkarbid szemcsék, ill. azok kerámiai kötése alkalmasabb. Már korábban feltételeztük, hogy a kerámiai kötőanyag-szilíciumkarbid határfelületen létrejövő átmeneti fázis csupán néhány mikronnyi lehet. Ezt igazolja a 6. ábránk. Az átmeneti réteg elektronmikroszkópos megfigyelése is sikerült.

A felvételek egyértelmű értékelésének elősegítésére a kerámiai kötőanyag, valamint a szilíciumkarbid szemcsék külön-külön készült felvételeit is megadjuk (7–9. ábra).

A fázishatár vizsgálatok mind elektrokorund-, mind szilícium-karbid szemcsés szerszámoknál a szemcse-kötőanyag fázis között elhelyezkedő átmeneti réteg jelenlétét igazolták. E réteg a köszörűszerszámok szilárdsági és forgácsolási tulajdonságait egyaránt befolyásolja.

IRODALOM

Moser, Miklós: Periodica Polytechnica Chem. Eng. 9, 285 (1965).

Moser M.: A köszörűszemcse-kötőanyag fázishatár vizsgálata mikrokeménységméréssel és mikroszondával

A kerámiai kötésű elektrokorund és szilícium-karbid szemcsés köszörűszerszámok tulajdonságait nagyrészt a forgácsolászemcsék és a kerámiai kötőanyag között égetés során kialakuló kötés határozza meg.

E kötés létrejöttének körülményei és jellege elektrokorund- és szilícium-karbid szemcséknél különbözőek. Elektrokorund szemcsék esetében az ún. átmeneti réteg jól deffiniált és viszonylag egyszerű módon megfigyelhető, ill. jellemezhető.

Szilícium-karbid esetében e zóna szélessége csupán mikron nagyságrendű, jelenléte és elhelyezkedése elsősorban elektronmikroszkópos módszerekkel tanulmányozható.

Mindkét forgácsolászemcse típusnál a szerző a kötés kialakulásának szabatos, új elméletét, valamint a kötés forgácsolásközbeni szerepének lényegét korszerű vizsgálati módszerekkel alátámasztva adja meg.

Moser, M.: **Образование керамической связки между зернами абразива шлифовальных кругов из электрокорунда и карбида кремния**

Свойства шлифовальных кругов в большой мере определяются качеством связки между зернами абразива, получаемой в ходе обжига. Условия образования и характер этой связки различны для указанных типов абразивов. В случае зерен электрокорунда т. н. переходная зона хорошо видна и легко описывается. В случае же зерен карбида кремния ширина переходной зоны измеряется только микронами, а присутствие и расположение ее поддается определению только методом электронной микроскопии. Автор дает для обоих типов абразивов новую теорию образования керамической связки с описанием роли связки во время работы шлифовального круга. Теория подтверждается данными, полученными современными методами исследования.

Moser, M.: **Die Bildung von Bindungen in keramischen Schleifwerkzeugen aus granuliertem Elektrokorund und Silizium-Karbid**

Die Charakteristiken der aus keramisch gebundenem Elektrokorund und Silizium-Karbid hergestellten körnigen Schleifwerkzeugen werden weitgehend von den durch das Ausbrennen der zustandekommenden Bindungen zwischen den Bearbeitungskörnern und dem keramischen Bindematerial bestimmt. Die Umstände und das Wesen dieser Bindungen ist bei Verwendung von Elektrokorund bzw. Silizium-Karbidkörnern verschieden.

Im Falle von Elektrokorundkörnern ist die sogenannte Übergangszone gut definiert und kann relativ einfach ergriffen, bzw. charakterisiert werden. Bei der Anwendung von Siliziumkarbidkörnern ist diese Zone nur von Mikronen-Größenordnung, ihre Anwesenheit und ihre Lage kann in erster Linie mit elektronenmikroskopischem Verfahren bestimmt werden. Für beide Bearbeitungskornsorten wird eine eindeutige, neue Theorie der Bindungsbildung beschrieben, und es wird das Wesen, die Wichtigkeit der Bindung während der Bearbeitung, mit modernen Untersuchungsmethoden begründet, geschildert.

Moser, M.: **The Development of Bonds in Corundum and Silicon Carbide Ceramic Grinding Tools**

Properties of ceramically bound corundum and silicon carbide grinding tools are widely determined by the bonds developed between the abrasive grains and the ceramic binding material in course of firing. The circumstances and the characteristics of the formation of these bonds are different in case of corundum- or silicon carbide grains. The so called intermediate layer is well determined and can be observed and characterised by relative simple methods in case of corundum grains. Using silicon carbide grains the width of this layer is of microns-size. Its presence and localization may be primarily examined by electron microscopic methods. The author indicates for both types of abrasive grains a new and exact theory concerning the bond development, as well as the essence of the bond during grinding, by up-to-date investigations.

HÍREK AZ IPARBÓL

Megkezdődött az új beremendi cementgyár (BCM) próbaüzeme

A közelmúltban indult meg, az eredetileg kitűzött határidőnél korábban, a Cement és Mészművek Beremendi Cementgyára 1. termelővonalának próbaüzeme.

A gyárat évi 1 070 000 to 500-as portlandcement előállítására tervezték.

2 gyártóvonal fog üzemelni, melynek fő technológiai berendezéseit a nyugatnémet Klöckner—Humboldt-Deutz AG és Claudius Peters AG szállította kooperációban cseh-szlovák cégekkel (itt a legjelentősebb beszállító a Prerovi Gépgyár volt). A mészkö-törőket a lengyel MAKRUM bydgoszczi gyártól, a cementörölő malmokat az NDK-beli SKET ZAB-tól vásároltuk.

A gyárat a Beremend és Kistapolca közötti térségben telepítették. Nyersanyagát a régi beremendi gyár bányájából kapja. A bányában még egy művelési szintet alakítottak ki, hogy az évi 1 100 000 t mészke mennyiséget biztosítani tudják. Eltérő a régebbi gyáraknál megszokott technológiától, hogy törőüzemet nem a bányába telepítették, hanem a gyárba. A lerobbantott mészkövet és az agyagkomponensként szolgáló löszet közúti járművekkel viszik be az üzembe. A követ 2 db. kalapáctörő-

vel törik le max. 1 m-es átmérőről 60 mm szemnagyság alá. A nyersanyagokat, a linkert, valamint a gipszkövet egy közös csarnokban tárolják. A csarnok ürítése résbunkerekon keresztül történik. Mind a töltést, mind a lefűtött anyag elszállítását szállítózsalag-rendszerekkel oldják meg.

A nyersmalmok a cementmalmokkal közös csarnokban nyertek elhelyezést. A nyersanyagörlésre két örlővonal, a cementörlésre 3 malom szolgál.

A nyersörölő berendezés légáram-rendszerű, gyorsörölő előtétellel (Tandem), a kemence füstgázhőjének hasznosításával, szárítva öröl. Egy-egy örlőegység teljesítménye 140 t/ó.

A cementörlés serlegműves, szórótányéros szélosztályozós körfolyam-örlésű malomrendszerrel történik.

Az örlővonalak portalanítására SZILEF-XH típusú elektromos porleválasztók szolgálnak.

A nyerslisztet acélsodronybetétes gumihevederes elevátorral emelik fel a 2 db 6000 tonnás tárolósiló fölé épített Claudius Peters rendszerű 3000 tonnás homogenizáló silóba.

A klinkerőrtés 4 fokozatú Humboldt-rendszerű hőcserélő után kap-

csolt 4,4 m Ø-jű, 65 m hosszú forgókemencében történik; a hűtő Fuller Peters Combi hűtőrostély. A két kemencevonal egyenkénti napi teljesítménye 1500 t.

A cementtárolásra 10 db 16 m belső átmérőjű, 27 m belmagasságú siló szolgál, melyek kb. 70—80 000 t összbefogadó képességűek.

A csomagoló képes lesz mind közúton, mind vasúton zsákolt és ömlesztett cement kiszolgálására. Az 500-as portlandcementhez hidraulikus kiegészítő anyagként erőművi pernyét fognak adagolni.

Az üzem irányítása központi vezérlő-teremből történik. A laboratórium munkáját röntgen fluoreszcens analízis berendezés segíti.

Járulékos beruhásként a gyár dolgozói részére Beremenden és Siklóson egy-egy korszerű lakótelep is épült.

A generál-tervezést és beruházást a CEMÜ megbízásából a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet végezte, illetőleg bonyolítja le.

A BCM részletes ismertetésére lapunk egy későbbi számában még vissza fogunk térni.

R. O.

Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közötti összefüggés a hűtőzónáról változó mennyiségű hűtőlevegő leszívása esetén

LUKICS GYULA

Csongrád-megyei Téglá- és Cserépipari V., Szeged

Bevezetés

Az Építőanyag XXIII. évf. 5. száma tárgyalta a fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közötti összefüggést olyan megközelítésben, amikor a hűtőzónáról leszívott levegő mennyisége állandó.

A cikk célja a fenti eset alapösszefüggés megállapításán kívül az volt, hogy meghatározzon egy határteljesítményt, amelyet pótmeleg nélkül, a hazai alagútke-mencék — különös tekintettel a szegedi alagútke-mencéhez hasonlókra — elérhetnek.

A meghatározásnál a hűtőzónáról leszívott levegő mennyisége konstans volt (20 000 kg/ó).

Az alábbi tényezők lettek figyelembe véve:

kemence hossz 92 m

kamrás szárító megmunk.

víz tart. 23—24%

szárítóba kerülő levegő

vesztése a csővezetékben 30—40 kcal/kg víz

A fenti paraméterek mellett a kemenceteljesítmény az 1900 kmte/ó teljesítményt nem tudja meghaladni, évi átlagban [3].

Az alábbi esetekben túlszárnyalható a fenti teljesítmény:

a) Füstgázok felhasználása szárításra (Mezőberény),

b) Tűztérben, illetve hűtőzónában dupla falazat segítségével hulladék hő nyerése (Köröshegy),

c) Alacsony megmunkálási víztartalom (hegyi bánya SZM, vagy Morandó prés, Pilisborosjenő),

d) Csatornaszárító (mivel a fajlagos elpárologtatási érték alacsonyabb, mint kamrás szárítónál),

e) Egyenletes üzemmenet,

f) Nagy üregtérfogat (Az „ e_k ” érték növekszik).

Az „a” eset csak szívott szárítóüzemben lehetséges, mivel nyomott szárító üzemből könnyen mérgezést okoz.

Az „b” esetben a rakomány azon részétől vonunk el hőt, amelynek a hűtőzónában egyébként is legalacsonyabb a hőmérséklete, így az alagútke-mencéinkre amúgy is jellemző hőmérséklet különbségek a rakományon belül tovább nőnek.

Az „f” esetben a fajlagos energiafelhasználás az „ e_k ” érték növekedésével ugyan romlik, de nő az 1 kg áruból kinyerhető hőmennyiség, mivel 1 kg égetett árura nagyobb kocsisúly esik.

A hűtőzónáról leszívott hőmennyiség amint a fentiekből is kiderül, szükséges, de nem elégséges feltétel ahhoz, hogy a kemencének megfelelő mennyiségű szárazárut juttassunk. Nem szabad elfeledkezni azonban arról a régi szárítási alapelvről: a műszárításhoz kielégítő mennyiségű hőre van szükség [1].

Kiindulási adatok

Az 1 kg égetett téglára eső fajlagos kalória-felhasználás három részből tevődik össze:

$$q = q_a + \frac{Q}{x} + q_h$$

ahol q_a 1 kg téglára jutó állandó hővesztés (kcal/kg)

Q kemence hővesztése (kcal/ó)

x kemencében kiégett áru mennyisége (kg/ó)

q_h hűlő téglával a kemencéből kivitt hőmennyiség (kcal/kg).

$$q_h = (1 + e_k) \cdot c \cdot \left[t_{11} - \frac{1}{b} \cdot (t_{11} - t_{12}) \cdot \left(1 + \frac{b-1}{1-b \cdot e^a} \right) \right]$$

$$b = \frac{W_t}{W_l} \quad a = -k \cdot F \cdot \left(\frac{1}{W_t} - \frac{1}{W_l} \right)$$

ahol e_k 1 kg égetett téglára eső fajlagos kocsisúly

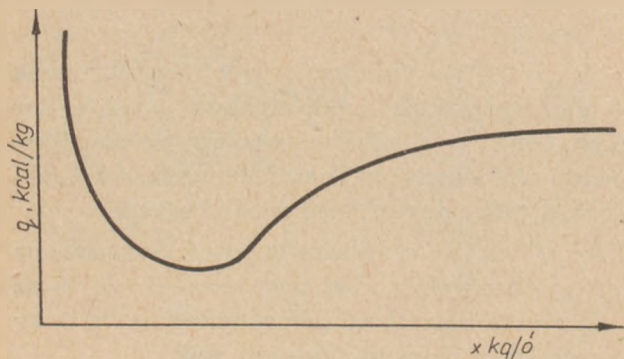
c téglafajhő 20 °C-on (kcal/kg °C)

c_t téglafajhő 500 °C-on (kcal/kg °C)

c_l levegő fajhő (kcal/kg °C)

- t_{11} égetési hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)
- t_{11} külső hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)
- k hűtőzónában a téglá és levegő közötti átlagos hőátbocsátási tényező ($\text{kcal}/\text{m}^2 \text{ ó } ^{\circ}\text{C}$)
- F hűlő felület (m^2)
- W_t hűtőzónán óránként áthaladó téglá vízértéke ($\text{kcal}/\text{ó } ^{\circ}\text{C}$)
- W_l hűtőzónán óránként átáramló levegő vízértéke ($\text{kcal}/\text{ó } ^{\circ}\text{C}$)

Ábrázoljuk a fajlagos energiafelhasználás és óránkénti kemenceteljesítmény közti összefüggést (1. ábra) úgy, hogy a hűtőzónáról leszívott levegő mennyisége állandó [3].



1. ábra. Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közti összefüggés állandó mennyiségű hűtőlevegő elszívása esetén

Szeged I. Téglagyár kalóriafelhasználását vizsgálva állandó mennyiségű hűtőlevegő elszívása esetén (20 000 kg/ó) az alábbi összefüggést kapjuk [3].

$$q = 376,7 - \frac{1\,934\,472,9}{x} - \left(\frac{2\,181\,472,9}{x} \cdot \frac{50\,880 - 6,27648 \cdot x}{50\,880 - 6,27648 \cdot x \cdot e^a} \right)$$

ahol
$$a = 3,8832 - \frac{31\,479}{x}$$

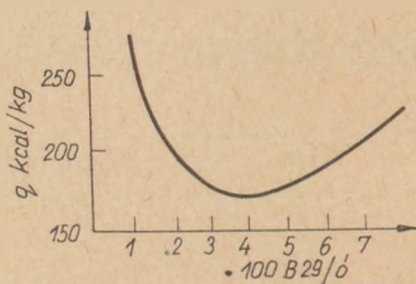
A további számolásnál kerekítéseket alkalmazunk az egyszerűbb végképlet kialakítása miatt.

$$q_h = (1 + e_k) \cdot c \cdot \left\{ t_{11} - \frac{0,667 \cdot y \cdot c_l \cdot z}{(1 + e_k) \cdot x \cdot c_l \cdot z} (t_{11} - t_{11}) \left[1 + \frac{(1 + e_k) \cdot x \cdot c_l \cdot z - 1}{1 - \frac{(1 + e_k) \cdot x \cdot c_l \cdot z}{0,667 \cdot y \cdot c_l \cdot z} \cdot e^a} \right] - t_{11} \right\}$$

ahol
$$a = -k \cdot F \cdot \left(\frac{1}{c_l \cdot (1 + e) \cdot x \cdot z} - \frac{1}{c_l \cdot 0,667 \cdot y \cdot z} \right)$$

$$q_h = (1 + e_k) \cdot 0,21 \left\{ t_{11} - t_{11} - \frac{0,5336 \cdot y}{(1 + e_k) \cdot x} \cdot (t_{11} - t_{11}) \left[1 + \frac{(1 + e_k) \cdot x - 1}{1 - \frac{(1 + e_k) \cdot x}{0,5336 \cdot y} \cdot e^a} \right] \right\}$$

A Szeged I. Téglagyár kalóriafelhasználása és az óránkénti kemenceteljesítménye közötti összefüggés a 2. ábrán látható, állandó hűtőlevegő mennyiség elszívása esetén (20 000 kg/ó).



2. ábra. Szeged I. Téglagyárban a fajlagos kalóriafelhasználás és az óránkénti kemenceteljesítmény közti összefüggés

Megoldás

Ha a hűtőzónáról elszívott levegő mennyiségét változtatva akarjuk a fajlagos kalóriafelhasználást meghatározni, akkor új változó bevezetése szükséges.

Legyen a hűtőzónáról leszívott levegő mennyisége (y kg/ó). Ezt az egész levegőmennyiséget nem vehetjük számításba, mint hűtőlevegőt, mivel a hűtőzónában több elszívási hely van (Szeged I. 24 db). Egyenletesen csapolt csatorna egyenértékű légmennyisége egyenlő az össz-légmennyiség 0,667 részével. A könnyebb számolás miatt a képletet úgy állítjuk fel, hogy a tényleges x és y értékeket kelljen behelyettesíteni. Tehát a 0,667, illetve az $(1 + e)$ szorzókat a képlet felállításánál figyelembe vesszük.

Így változó hűtőlevegő elszívásnál az alábbi összefüggést kapjuk:

$$q = q_a + \frac{Q}{x} + q_h$$

ahol

$$a = -\frac{k \cdot F}{(1 + e_k) \cdot x \cdot c_1 \cdot z} \cdot \left[1 - \frac{c_1(1 + e_k) \cdot x \cdot z}{c_1 \cdot 0,667 \cdot y \cdot z} \right]$$

$$a = -\frac{k \cdot F}{0,3 \cdot (1 + e_k) \cdot x \cdot z} \cdot \left[1 - \frac{(1 + e_k) \cdot x}{0,5336 \cdot y} \right]$$

Számítási rész:

Szeged I. adatait behelyettesítve az alábbi összefüggést kapjuk:

$$q_h = 0,273 \cdot \left(980 - 402 \cdot \frac{y}{x} \right) \cdot$$

$$\cdot \left(1 + \frac{\frac{2,436 \cdot x}{y} - 1}{1 - \frac{2,436 \cdot x}{y} \cdot e^a} \right)$$

ahol

$$a = -\frac{200\,000}{6,24 \cdot x} \cdot \left(1 - 2,436 \cdot \frac{x}{y} \right)$$

$$q_h = 268 - 109 \cdot \frac{y}{x} \cdot \left(1 + \frac{2,436 \cdot x - y}{y - 2,436 \cdot x \cdot e^a} \right)$$

ahol

$$a = -\frac{32\,000}{x} \cdot \left(1 - 2,436 \cdot \frac{x}{y} \right)$$

Így a fajlagos energiafelhasználás:

$$q = q_a + \frac{Q}{x} + q_h$$

$$q = 107,6 + \frac{250\,000}{x} +$$

$$+ 268 - 109 \cdot \frac{y}{x} \cdot \left(1 + \frac{2,436 \cdot x - y}{y - 2,436 \cdot x \cdot e^a} \right)$$

ahol

$$a = -\frac{32\,000}{x} \cdot \left(1 - 2,436 \cdot \frac{x}{y} \right)$$

A fenti egyenletet összevonva az alábbiakat kapjuk:

$$q = 375,6 + \frac{250\,000}{x} - 109 \cdot \frac{y}{x} \cdot \left(1 + \frac{2,436 \cdot x - y}{y - 2,436 \cdot x \cdot e^a} \right)$$

ahol

$$a = -\frac{32\,000}{x} \cdot \left(1 - 2,436 \cdot \frac{x}{y} \right)$$

A fenti összefüggésbe helyettesítsünk be

$$y_1 = 10\,000 \text{ kg/óra} \quad y_2 = 20\,000 \text{ kg/óra}$$

$$y_3 = 30\,000 \text{ kg/óra} \quad y_4 = 40\,000 \text{ kg/óra}$$

értékeket.

Az 1. táblázatban található q_h értékei kcal/kg értékben különböző y és x értékek mellett.

A 2. táblázat a fajlagos össz energiafelhasználás értékeit mutatja kcal/kg egységben különböző y és x értékek mellett.

A 3. ábrán ábrázoljuk a fajlagos energiafelhasználás és a kemenceteljesítmény közti összefüggést

 q_h értékei kcal/kg értékben

x kg	y_1	y_2	y_3	y_4
1 300	2,5	—	—	—
2 600	4	2,5	—	—
3 900	24,4	4	2,5	2,5
5 200	68,5	10,6	6,8	5,3
6 500	100,7	30,2	12	9,6
7 800	128,4	51,6	27,8	19,7
9 100	148,3	70,3	41,8	26,8
10 400	163,3	88,1	56,2	42,4

2. táblázat

 q értékei kcal/kg értékben

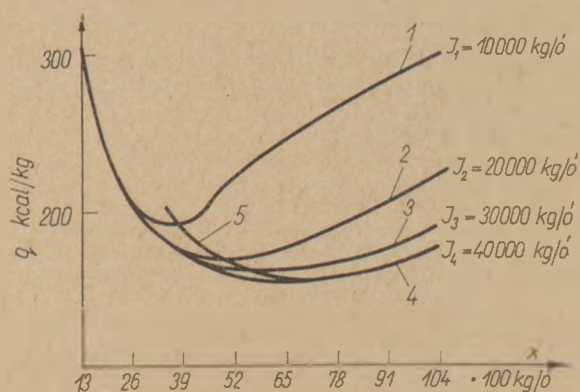
x kg	y_1	y_2	y_3	y_4
1 300	302,5	300,0	300,0	300,0
2 600	207,8	206,3	203,8	203,8
3 900	196,1	175,7	174,2	174,2
5 200	224,2	166,3	162,5	161,0
6 500	246,8	176,3	158,1	155,7
7 800	268,1	191,3	167,5	159,4
9 100	283,3	205,3	176,6	161,8
10 400	294,9	219,7	187,8	174,0

$y_1 = 10\,000$ kg/óra, $y_2 = 20\,000$ kg/óra, $y_3 = 30\,000$ kg/óra, $y_4 = 40\,000$ kg/óra értékek esetén.

Ha az optimumokat összekötjük, akkor

$$q = c_1 + \frac{c_2}{x - c_3}$$

jellegű görbét kapunk, amely 5-ös sorszámmal lett megjelölve. Az 5-ös görbe azt mutatja, hogy y növekedése esetén $q = \text{minimum}$ (optimális) kalória-felhasználás magasabb x értékek felé tolódik. Külső 20 °C-os hőmérséklet esetén $q_h \approx 30$ kcal/kg értékeknél ($e = 0,3$ -nál), és a bevezetőben felsorolt adatok mellett le lehet szárítani pótmeleg nélkül a kemence kiszolgálásához szükséges árut.

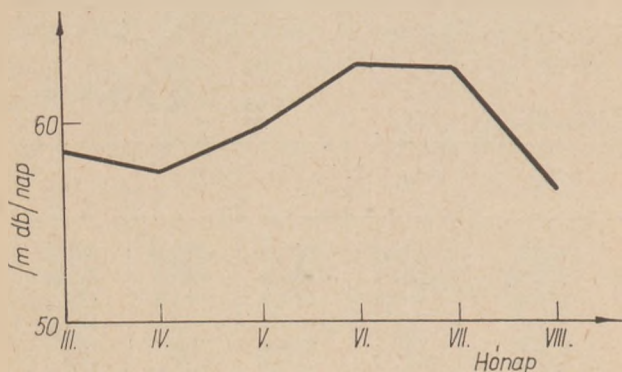


3. ábra. Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közti összefüggés változó hűtőlevegő elszívása esetén

Így a kemenceteljesítmény a fenti esetekben az 1-es táblázatban szereplő értékek figyelembevételével

$y_1 = 10\ 000\ \text{kg/ó}$	3900 kg/ó
$y_2 = 20\ 000\ \text{kg/ó}$	6500 kg/ó
$y_3 = 30\ 000\ \text{kg/ó}$	7800 kg/ó
$y_4 = 40\ 000\ \text{kg/ó}$	9100 kg/ó

Vizsgáljuk meg Szeged I. termelését havi napi átlagok alapján. (4. ábra).

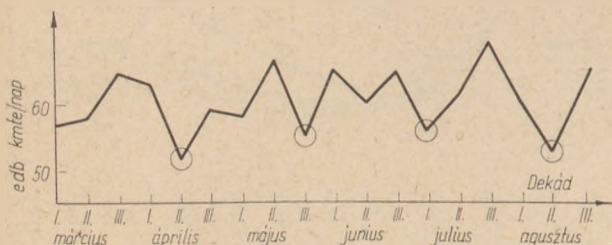


4. ábra. Üzem termelése havi, napi átlagok alapján

Június és július hónap magasabb eredménye a külső hőmérséklet emelkedésével, illetve a bánya alacsonyabb nedvességtartalmával magyarázható. A VIII. hónap viszonylag alacsonyabb termelése egy szárazárú szállító-szalag beépítése miatt adódik, amely erre az időszakra esett.

Megállapítások

A 3. ábra megmutatja, hogy a fajlagos energiafelhasználás minimuma nagyobb mennyiségű hűtőlevegő elszívása esetén magasabb x értékek felé eltolódik, azonban az y érték növelésének technológiai szempontból meg van a felső határa — mivel szárításra használjuk az $y\ \text{kg/ó}$ mennyiségű levegő által kinyert hőmennyiséget — ezt a felső határt az a légmennyiség határozza meg, melynél a hűtőlevegő véghőmérséklete a szárítónál felhasználható maximális levegőhőmérséklettel egyenlő (ez az érték $80\text{--}120\ ^\circ\text{C}$ között ingadozik általában). A hűtőlevegő mennyiségéből annak véghőmérséklete könnyen számítható [4].



5. ábra. Üzem termelése dekádokénti napi átlagok alapján

Az iparban vitatott a pótmeleg alkalmazásának, illetve nem alkalmazásának szükségessége.

Erre a kérdésre egyértelműen sem igennel, sem nemmel nem lehet válaszolni. A válasz mindig egy adott üzem tanulmányozása után lehetséges. Nem kell alkalmazni pótmeleget a szárítóban az alábbi esetekben.

1. Ha a nyersgyártás-kapacitás szűk a kemencéről leszívott hőmennyiséggel leszáriható téglamennyiséghez képest.

2. A szárító kamraszám, vagy befogadóképesség szűk keresztmetszetnek bizonyul, a kemencéről leszívott hőmennyiséggel leszáriható téglamennyiséghez képest.

3. Amennyiben az 1-es, illetve 2-es pont nem áll fenn, de a dolgozók begyakorlatlanok és nem bírják a gépsor kapacitását úgy kihasználni, hogy a kemencéről leszívott hőmennyiség kevésnek bizonyuljon. (Pl. Szeged I. 1970-ben).

4. A hűtőlevegőt szállító ventilátor teljesítményének növelhetősége esetén a pótmeleg nélküli szárítás alkalmazhatóságának határát növelhetjük.

5. Ha a kemence hulladékhőjét felhasználjuk, úgy a kemenceteljesítményt szintén egy határig tudjuk fokozni.

A fentiekre nézzünk egy példát

Szeged I. Téglagyár termelése pótmeleg nélküli szárítás esetén általában a $63\ 000\ \text{db kmte}$ teljesítményt nem haladja meg.

Hasonlítsuk össze egy olyan üzemmel, ahol hasonló mennyiségű hőmennyiséget szívnak le a kemencéről, de:

a) A megmunkálási víztartalom 22% ,

b) A kemencéről leszívható hűlőmeleg-mennyiséget hulladékhő felhasználásával kb. 15% -kal meg lehet növelni.

c) Csatornaszáritó üzemel (a fajlagos vízpárolgotatási érték legalább 13% -kal kedvezőbb csatornaszáritónál, mint kamrászáritónál).

A fenti pontokat figyelembe véve a $63\ 000\ \text{kmte/nap}$ napi teljesítményt az alábbi értékre tudjuk növelni.

$$63 \cdot \frac{24}{22} \cdot 1,15 \cdot 100 / \frac{1}{87} = 90\ 000\ \text{db kmte/nap}$$

Egy adott gyár termelését vizsgálva ki tudjuk mutatni, hogy a gyárban pótmeleg alkalmazása szükséges-e. Szeged I. Téglagyár termelése az 5. ábrán található dekádokénti napi átlagok alapján.

Ha az 5. ábrát vizsgáljuk az tapasztalható, hogy minden 4. dekádban nagyobb visszaesés mutatkozik a termelésben. A visszaesés utáni dekádokban

fellendülést tapasztalhatunk, majd ezután újból termeléscsökkenés mutatkozik. Ennek oka, hogy a szárítónak van egy „hőtehetlensége”, azokban a dekádokban, ahol a fellendülést tapasztaljuk a szárító és kemence teljesítményében a hűtőzónából kinyert hőmennyiség már nem tudja fedezni a szárítóba bekerülő nagyobb mennyiségű áru leszáritásához szükséges hőmennyiséget (a szárítóból kikerülő nagyobb mennyiségű szárazáru helyére ugyanolyan mennyiségű nyersáru kerül). Ez hosszabb idő után ahhoz vezet, hogy a szárító száraztégla-készlete kimerül és csökkenteni kell a kemenceteljesítményt olyan értékre, amíg a korábbi nagyobb mennyiségű (egyidőben behordott) téгла újból leszárad. Amikor ez megtörténik, az üzem újból tudja növelni a kemenceteljesítményt és ez ciklikusan megy tovább. Természetesen a négydekádos ciklusidő nem törvényszerű, lehet 3, illetve 5 dekád is.

Amennyiben a kritikus periódusokban pótmeleget adunk a szárítónak, úgy a mélypontokat ki lehet küszöbölni, ha pedig folyamatos pótmeleget biztosítunk, (mint ahogy Szeged I. esetében szükséges lenne), úgy teljesítményfokozást lehetne elérni. Az üzemet nyári időszakban vizsgáltuk, amikor legmagasabb a külső hőmérséklet. Téli időszakban a pótmeleg fokozásával természetesen nem lehet olyan eredményeket elérni mint nyáron, mivel agyagtároló nélküli üzemből sok teljesítményrontó tényezővel kell számolni (lefagyott bányá, gyakoribb géptörések, hosszabb szárítási idő. . .)

A nagymértékű teljesítményingadozásoknak természetesen egy olyan hatása van, hogy az üzem a maximális kihasználtsági fokot nem tudja elérni, pl. a fenti üzem a 63 ezres átlagteljesítménnyel szemben csak 60 ezret ért el. Ez abból adódik, hogy rövidebb tolási idő mellett nagyobb hővesztés mutatkozik, mint amennyi hőnyereség arányosan hosszabb tolási idő mellett (q_n)

A fentiek úgy vállalati, mint népgazdasági szinten komoly hasznot mutatnak.

Ugyancsak célszerű lenne felülvizsgálni, hogy mely üzemenél indokolt a pótmeleg alkalmazása.

Jelölések

$y = \text{kg}$	Hűtőzónán 1 óra alatt átáramlott légmennyiség $\text{kg}/\text{ó}$
$x = \text{kg}$	Kemencén 1 óra alatt átbocsátott téglamennyiség
$i = \text{kcal}/\text{kg}$	entalpia
$G = \text{kg}$	téglában levő megmunkálási vízmennyiség
$q = \text{kcal}/\text{kg}$	fajlagos hővesztés
$Q = \text{kcal}/\text{ó}$	transzmissziós hővesztés

$k = \text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{ó} \cdot ^\circ\text{C}$	hőátbocsátási tényező
$F = \text{m}^2$	hűlő felület
$t = ^\circ\text{C}$	hőmérséklet
$c = \text{kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$	fajhő
$W = \text{kcal}/\text{ó} \cdot ^\circ\text{C}$	vízérték
$\alpha = \text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{ó} \cdot ^\circ\text{C}$	hőátadási tényező
$S = \text{m}$	rétegvastagság
$\lambda = \text{kcal}/\text{m} \cdot \text{ó} \cdot ^\circ\text{C}$	hővezetési tényező
$z =$	hűtőzónában levő kemencekocsik száma

IRODALOM

- [1] *Stutzky E.*: Die Ziegelindustrie. 1960. 6. szám 153—155. old.
- [2] *Farkas Ödön*: Szilikátipar energiahelyzete és problémái. Építőanyag XXI. évf. 1. szám 14—19. old.
- [3] *Lukics Gyula*: Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közti összefüggés. Építőanyag XXIII. évf. 5. sz. 173—179. old.
- [4] *Lukics Gyula*: Alagút-kemence hőátadási viszonyai. Építőanyag XXI. évf. 10. szám 378—383. old.

Lukics Gyula: Fajlagos energiafelhasználás és kemenceteljesítmény közötti összefüggés a hűtőzónáról változó mennyiségű hűtőlevegő leszívása esetén

Felül kell vizsgálni alagút-kemencéinket, hogy a fajlagos energiafelhasználásuk optimum körül mozog-e, amennyiben egy adott kemence a kapacitásának megfelelő teljesítménynél nem optimum körül mozog, úgy a hűtőlevegő mennyiségének változtatásával a fajlagos energiafelhasználást minimálissá lehet változtatni.

Лукич, Д.: Зависимость между удельным расходом энергии и производительностью печи в случае отсоса из зоны охлаждения различного количества воздуха

Автор отмечает, что прежде всего необходимо установить является ли удельный расход энергии туннельных печей оптимальным. В случае, если данный показатель для определенной печи при производительности, соответствующей её мощности, не является оптимальным, за счет изменения количества воздуха охлаждения можно снизить удельный расход энергии до минимального.

Lukics, Gy.: Zusammenhang zwischen spezifischem Energieverbrauch und Ofenleistung, falls verschiedene Mengen der Kühlluft von der Kühlzone angesogen werden

Die Tunnelöfen müssen überprüft, namentlich muß die Frage aufgeworfen werden, ob ihr spezifischer Energieverbrauch optimal sei. Sollte die Ofenleistung der Kapazität nicht hinreichend entsprechen, alsdann besteht die Möglichkeit, durch Ändern der Kühlluftmenge den spezifischen Energieverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren.

Es ist eine höchst wichtige Zielsetzung, die spezifischen Energieverbrauchsziffern herabzusetzen, die bestehenden Einrichtungen dementsprechend zu modernisieren, die neuen Einrichtungen auf eine zeitgemäße Energiebasis aufzubauen, dadurch die Mechanisierung, Automatisierung zu fördern, woraus zugleich das Bessern der Qualität folgen kann. All das bildet eine natürliche Forderung der Volkswirtschaft. (S. G.)

Lukics, Gy.: Connexion between Specific Energy Consumption and Kiln Output

If the thermal engineering supervision of tunnel kilns shows that the kiln works below its optimum specific energy consumption at nominal capacity, the specific energy consumption can be minimized by changing the amount of cooling air.

Massza-gyártó kapacitás növelése Beacedisz-gép alkalmazásával a finomkerámia-iparban

KEMÉNY ISTVÁN

Finomkerámiaipari Művek, Budapest

A korszerű finomkerámiaipari masszaüzemek a következő folyamatban dolgozzák fel a masszát:

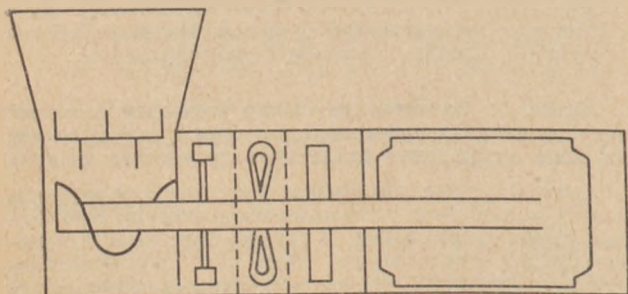
A földpátokat, kvarcot, mészkövet és egyéb finomírlést kívánó anyagokat őrlődobba adják, majd az őrleményhez vezetik a kaolinok, agyagok iszapját, esetenként pedig a dobalmokban keletkezett iszappal tárják fel a kaolinokat és agyagokat. Ez a megoldás energiagazdálkodás szempont-

jából kívánatos, ugyanakkor eredményes módszer. Az iszapolás folyamata azonban lassú és igen helyigényes.

A finomkerámiaipar ezért a mélyépítőiparban alkalmazott beacedisz típusú őrlő-iszapoló gép felé fordult, hogy annak eredményességét és használhatóságát kipróbálja.

1. A gép leírása

A gép hegesztett acélházban helyezkedik el. A berakott agyagot fogazott törőberendezés szállítócsigára nyomja. A szállítócsigához érkező agyag vízzel (iszappal) érintkezve jut a kalapácsos törőhöz. Ezután perforált lemezen keresztül keverőlapáthoz, majd újabb perforált lemezen keresztül egy újabb keverőlapáthoz jut, ami az iszapot a gépből kinyomja. A fent felsorolt egységeket egy tengelyre erősítették. A tengelyt 20 kW-os motor hajtja meg.



1. ábra. Beacedisz vázlata



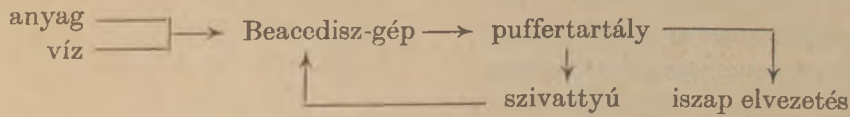
A berendezés méretei motorblokkal együtt:

hossz 2000 mm
 szélesség 700 mm
 magasság 1100 mm
 a gép súlya kb. 2 t

(1. ábra és fénykép)

2. Kísérleti munka

Az építő, különösen a mélyépítő iparban elért eredmények arra ösztönözték a feltalálókat és a



A kisebb mennyiség miatt nem valósítottuk meg a folyamatos üzemet, de a puffertartály túlfolyóján ez bármikor megvalósítható.

Az iszapokból mintát vettünk, azt gipszformában leszívattuk, próbatestek készítése után mér-

finomkerámiaipar szakembereit, hogy a nagy iszapoló teljesítményt a kerámiai masszák előállításánál is kamatoztassák. Így a Finomkerámiaipari Művek Kőbányai Porcelángyárában iszapolási kísérleteket végeztünk. A nagyszámú ütközés és a beiktatott nedves üzemű kalapácsos törő miatt az anyagok és kaolinok nyírásával és így a nyerstörési szilárdság növelésével is számolhattunk. Ezért különböző anyagfajtákkal végeztük az iszapolást 200—300 kg-os mennyiségekkel. Az iszapolási idő 2 perc volt, majd az iszapot a gépen keresztül 5 perccig keringtettük:

tük a zsugorodás változást és a nyerstörési szilárdságot.

Sem száradási, sem égetési zsugorodásban különbséget nem tapasztaltunk, nyerstörési szilárdság esetén bizonyos növekedés áll elő:

Eredmények anyagfajtánként

	Átlag	Maximum	Minimum	Üzemi átlag
Zettlitzzi kaolin	8,11 kp/cm ²	9,40 kp/cm ²	6,65 kp/cm ²	7,30 kp/cm ²
Pomeisli kaolin	18,95 kp/cm ²	22,65 kp/cm ²	15,30 kp/cm ²	14,20 kp/cm ²
Sárisápi kaolin	9,08 kp/cm ²	10,40 kp/cm ²	7,60 kp/cm ²	7,70 kp/cm ²
B. Z. kaolin	6,55 kp/cm ²	7,45 kp/cm ²	5,90 kp/cm ²	5,76 kp/cm ²

Tekintettel arra, hogy a Kőbányai Porcelángyárban a szigetelőgyártás során igen nagy mennyiségű

hulladék keletkezik, vizsgáltuk a massa viselkedését is iszapolás után.

Massza	Átlag	Maximum	Minimum	Üzemi átlag
	14,2 kp/cm ²	15,9 kp/cm ²	13,0 kp/cm ²	10,8 kp/cm ²

A mérések egyértelműen nyersszilárdság növekedést mutattak. Ez különösen a feldolgozott masszahulladék esetében jelentkezett. A zettlitzzi kaolin kivételével mindenütt már a minimumok is egyenlők vagy nagyobbak voltak az üzemi átlagnál, az átlagértékek pedig mind magasabbak mint az üzemi átlag.

A gép többirányú felhasználási lehetőségeinek vizsgálatára öntőmasszát is készítettünk. A munka menete elvben megegyezett a korábban leírtakkal. A visszavezetett iszaphoz, aminek a litersúlya 1300—1350 g/l volt, további masszát és folyosító anyagot adtunk. Így elértük az 1700 g/l súlyt. További növelésnek berendezésbeli akadálya nem volt, de az elért litersúly megfelelt a porcelángyári

kívánalmaknak, így a litersúly további növelésétől eltekintettünk. Meg kell jegyeznünk, hogy az öntést végző dolgozók szerint a munka könnyebb volt és a szívási idő valamivel rövidebb volt a szokásosnál vastag falú áruk öntése esetén. Az öntőmassza szárazanyagra számított mennyisége 600 kg volt. Leszámítva a beállítással kapcsolatos méréseket, az előállítás idő 20 perc volt. A felhasználás 10 óra eltelte után újbóli felkeverés mellett történt.

A kísérletek bizonyították a Beacedisz-gép többirányú felhasználásának lehetőségét a kerámiaiparban. A jó iszapolóteljesítmény mellett kimutatható a minőségjavító hatása is. A kísérletek alapján a gép alkalmas a finom- és durvakerámia szá-

mos előkészítő munkájára, így kaolin, agyag, különböző masszák feliszapolására, öntőmasszák készítésére.

Kísérletek folytak a könnyű samott gyártási technológiájában való alkalmazásra. A berendezés hasznosítható központosított mázgyártástól szálított szilárd máz feliszapolására stb.

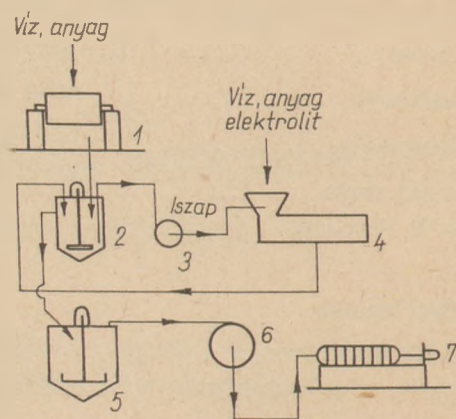
3. Kapacitásnövelési lehetőségek különböző technológiákban

A magyarországi masszaelőkészítési technológiákban csak a finomkerámiaiparban használnak, de ott sem mindenütt, iszapolási technikát. Véleményünk szerint ez kényelmességre vezethető vissza. A magyarországi nyersanyagok durva szennyeseik miatt megkívánják az iszapolást és az az utáni feldolgozást, nem beszélve az iszapban való tárolás minőségjavító előnyeiről.

Kapacitásnövelő lehetőségeket a javasolt alkalmazási területekből vett példákkal kívánjuk bemutatni. Ezek: porcelánmassza-gyártás, szigetelőmassza-gyártás, fayencemassza-gyártás, padló- és falburkolólapmassza-gyártás, szanitermassza-gyártás és könnyűsamott-gyártás. Ez utóbbit nem mutatjuk be, mert az erre vonatkozó kísérleteink még folynak.

Mint egyszerű lehetőséget szeretnénk bemutatni először a porcelánmassza gyártási lehetőségeit. A hagyományos gyártástechnológia a kaolinokat iszapoló (oldó) keverőkben iszapolja fel, a soványító anyagokat pedig a dobmalomokban őrli. A hosszú iszapolási idő (2 óra), az őrítés miatt két dobmalomra egy iszapoló-keverőt kell számításba venni. Ez annyit jelent, hogy egy évi 6000 t porcelánt előállító gyárnak legalább 5 db iszapoló-keverőre van szüksége. Ugyanakkor ezt a teljesítményt egy db Beacedisz-gép adja le. A nagyobb teljesítmény mellett további előnyt jelent, hogy a kaoliniszap sűrithető, ami a víztelenítési, (szűrőpréselési) időt csökkenti és az iszapolás közben fellépő nyíróhatás növeli a massa nyersszilárdságát.

Az NDK-ban, az ott található kitűnő fehérségű, de sovány kaolinok felhasználására és plaszticitásuk javítására kikísérletezték az iszapban való tárolás módszerét. Ez a módszer az ottani gyárakban kitűnően bevált, egy gyárunkban mi is bevezettük ezt a módszert. Ez azonban azt jelenti, hogy kb. 3 hónapi kaolinmennyiséget kell iszapban tartani, azaz 50%-os kaolinarányval számolva 675 t. Ez a tonna mennyiség kb. 1000–1100 m³-t jelent és ehhez három tároló medencét kell keverővel együtt építeni. De a rendszer továbbra sem hiányolhatja az iszapoló keverőket. Bár erre vonatkozólag még pontos kísérleteink nincsenek, de a kö-

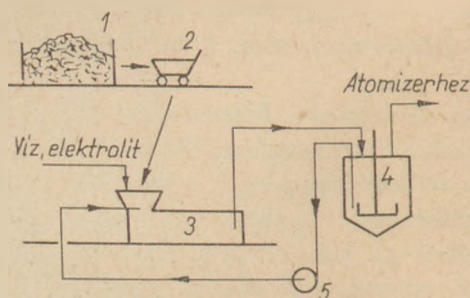


2. ábra. Porcelánmassza-feldolgozás vázlata

1. Dobmalom. — 2. Tároló-keverő. — 3. Szivattyú. — 4. Beacedisz. — 5. Tároló-keverő. — 6. Membránszivattyú. — 7. Szűrőprés

rábban leírtak alapján minimálisan kéthetes iszapban való pihentetésre kell csak számolnunk. Ez a beépítendő köbtartalmat felére csökkenti, csökkentve a beépítendő iszapoló-keverők számát is. (2. ábra.) Szigetelőporcelán-gyárakban a gazdaságosabb termelés érdekében bevezették a masszabábokból forgácsolással történő szigetelőgyártósort.

Az előző példánkban vett 6000 t/év kapacitású gyárban naponta kb. 15–18 t masszahulladék keletkezik. Ennek újra feldolgozása dobmalomokban történik. Egy korszerű jászberényi 3000 kg dobmalomban a kezelési és feldolgozási idő 6–7 óra. A Beacedisz-gép az ilyen nagy mennyiségű masszahulladék feldolgozására folyamatos üzemben képes. A nyíróhatás fokozása és a nagyobb sűrűségű massa előállítás érdekében az iszap egy részét vissza kell vezetni a gépbe. Ez esetben szükséges egy puffertároló közbeiktatása. A puffertárolóban levő masszát ráfolyatjuk egy szivattyúra, ez az iszapot a gépbe nyomja. Itt további masszát és vizet adunk hozzá, majd a gépből kifolyik a puffertárolóba. A puffertároló túlfolyócsónkján az iszap a szűrőprés tároló-keverőjébe kerül. Ilyen körülmények között a gép 2–2,5 t masszát tud óránként feliszapolni, azaz a keletkezett enterga hulladékot egy műszak alatt feldolgozza. (3. ábra)



3. ábra. Forgácsfeldolgozás vázlata

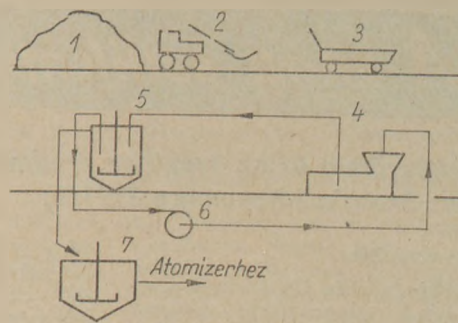
1. Forgáctároló. — 2. Szállítóeszköz. — 3. Beacedisz. — 4. Tároló-keverő. — 5. Szivattyú

Ha az üzem sajtolási technológiával is dolgozik, nem lehet közömbös a masszaiszap litersúlya. A sajtolómassza előkészítésére kevésbé korszerű üzemekben szűrőprést, korszerű üzemekben pedig atomizert alkalmaznak a víztelenítésre. Bármelyik lehetőség áll rendelkezésre, a Beacedisz alkalmazása a hulladék massa, ill. csak sajtolással foglalkozó gyárakban a plasztikus komponensek feldolgozására a nagyobb teljesítménye és a sűrűbb iszap előállítása érdekében kívánatos. A gépet kitűnően lehet alkalmazni sajtolt szigetelőket, falburkolócsempék és padlólapok gyártásánál. Különösen érdekes alkalmazása az utóbbi esetében. A rendelkezésünkre álló nyersanyagok, különösen az olcsóbb színek esetében lehetővé teszik, hogy egyáltalán ne vagy csak nagyon kis mennyiségű soványító anyagot kelljen a masszához adni. Felhasználási példaként tehát az utóbbit kívánjuk bemutatni.

Magyarországon a padlólap masszáját örlik. Ezt szükségessé teszik a nyersanyagokban található szennyeződések, bár azok iszapolással történő eltávolítása kedvezőbb volna. A kerámiaiparban ismert iszapoló berendezések azonban kis kapacitásúak, ezért vált szükségessé az energiaigényes, de nagyobb teljesítményt szolgáltató malmok alkalmazása. A malmoknak nemcsak energiaigénye nagyobb, hanem alapterület-igénye is. Míg egy dobmalomhoz kb. 30 m² kiszolgáló és alapterület szükséges, addig a Beacedisz a kiszolgálási területtel együtt csak 10 m²-t igényel. Ennek jelentőségére nem kell különösebben rámutatnunk, akár új létesítményről, akár csak üzembővítésről van szó. A korábban alkalmazott és javasolt technológiai törzsfákat a mellékelt ábra szemlélteti (4. ábra).

4. Elérhető beruházási megtakarítás

Igen jelentős a beruházási megtakarítás olyan technológiák esetén, ahol tiszta, agyagkomponensekből álló masszáról van szó. Az agyagok feliszapolása igen gyakran megtörténik. A kívánt litersúly beállításának figyelembevételével is elérhető az óránkénti 2–2,5 t teljesítmény.



4. ábra. Padlólapgyártás vázlatja

1. Agyagtároló. — 2. Agyagszállító. — 3. Ladás adagoló. — 4. Beacedisz. — 5. Tároló-keverő. — 6. Szivattyú. — 7. Puffertároló

A helyigény csökkenését azért tekinthetjük jelentős megtakarításnak, mert az ipari épületek beruházási költsége nagy.

Energiaszükséglet alakulása ugyancsak rendkívül kedvező. Dobmalmok meghajtásához hasonló nagyságú motorteljesítményre van szükség. A dobmalmokból, optimális körülményeket is figyelembe véve óránként csak harmadnyi teljesítmény érhető el. Egy dobmalom pedig ötször annyiba kerül, mint a Beacedisz iszapoló gép.

A ma folyamatban levő beruházások (csempe, padló stb.) masszauzemeinél elérhető megtakarítás milliós nagyságrendű lehet.

Meg kell jegyezni, hogy az eddigiekben leírt gép és a vele kapcsolatos megállapítások a mélyépítő iparban használt berendezéssel elért, ill. elérhető eredményeket tárja fel. A Mineralimpex és a FIM közreműködésével most folyik egy, a kerámiaipar számára még kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező gép kidolgozása.

Várhatóan az új berendezés teljesítménye tovább fokozódik, a nyíróhatás növelésével a kiadott massa minősége javul.

Кемень, И.: Повышение мощности оборудования для производства массы за счет применения в промышленности тонкой керамики машины „Беацидис“

Кемény, I.: Steigern der Erzeugungskapazität feinkeramischer Massen durch Anwendung der Beacedis-Maschine

Кемény, I.: Capacity Increase of Ceramic Body Preparation by Beacedis Machine

A világ szilikátiparából

A finomkerámia és az üvegipar eredményei a Szovjetunióban (Forrás: Sztekló i Kerámika 1971/1)

Finomkerámiaipar

Az edénygyártás 1970-ben a megelőző évhez viszonyítva mintegy 9%-kal nőtt, s az értékesítés meghaladta a 12 millió rubelt. Mintegy 47 millió darabnál több háztartási edényt hoztak forgalomba, amiből 26 milliót a különböző méretű tányérok tettek ki, a többi 4 millió csésze és alj, valamint 600 ezer teáskanna. A gyártáson belül 66%-ot tett ki a porcelán, 32%-ot a fajansz és 2%-ot a majolika.

Az iparág műszaki színvonala az elmúlt időben jelentősen emelkedett. Így pl. a dovbüsszki porcelángyárban és a kamennobrodski fajanszgyárban a készítmények égetését folyékony tüzelőanyaggal végzik, s az átállás évente mintegy 60 ezer rubel megtakarítást jelent. Az iparág tüzelőanyagmérlegében a földgáz és a folyékony tüzelőanyagfelhasználás 1970-ben elérte a 90%-ot.

Jelentősen mértékben nőtt a helyi nyersanyag felhasználása pl. a baranovszki porcelángyárban. A gyár termékeinek mintegy 70%-át így állította elő.

A termékek második, tégely nélküli égetésének bevezetése a juzsnouralszki, a kuzjaevszki, a baranovszki, a polonszki, a szumszki, a horiszlavszki, a poltavszki és a ternopolszki porcelán-gyárakban a termelési költségek mintegy 200 ezer rubel megtakarítását tették lehetővé gyáranként.

A termékek tégely nélküli égetésére való áttérés a ternopolszki porcelángyárban lehetővé tette a tégelykészítő üzem átépítését formázó műhelyre és a kemencék felhasználását a porcelán első égetésére. A termékek második égetésére új alagút-kemencét építettek házilagosan, ami a gyár termelését évi 3 millió darabbal növelte.

Megépült egy második alagút-kemence a szumszki porcelángyárban is, amelynek évi teljesítménye megduplázódott. A műszaki-szervezési intézkedések révén terven felül mintegy másfélmillió darab porcelántárgyat készítettek.

A termékek formázása ma már nagyjából részben műanyagformákban történik. Jelenleg a dulevszki, a dmitrovszki, juzsnouralszki porcelángyárban, a konakovszki fajanszgyárban és a GIKL kiscsereleti gyárban mintegy 8 ezer műanyagformát használnak fel tányérok és csészek készítésére.

Figyelembe véve a műanyagformák bevezetését jelentősen megnőtt a szárítási folyamat intenzitása, a formák készítésének kisebb költsége lett, a termékek felületi tisztítása elmaradt, s csökkent a szárítók úrszel-

vénye. Ez iparági szinten több millió rubel megtakarítást eredményezett. Ehhez járult még a gipszforinák készítésével foglalkozó munkások más munkahelyekre történő átesportosítása.

Jelentősen elterjedt a gyártmányok máz alatti festése, ami igen sok előnnyel rendelkezik a máz feletti festéssel szemben. Az ilyen eljárással festett termékeknel nem szükséges egy különleges díszítő égetés. Ezt a festést sikeresen alkalmazzák a leningrádi Lomonoszov gyárban (a termékek több, mint felénél) valamint a szumszki, a dovbüsszki és a gorodnieki porcelángyárban.

Az egész iparág fajansz termékeinek mintegy 60%-át díszítik máz alatti festékekkel. A krasznodarszki porcelán- és fajanszgyár az összes fajansz terméket ilyen festékekkel díszíti, de a kamennobrodski gyár, a budjanszki, a szaraktasszki, a bakinszki gyár is termékeinek több, mint felét így díszíti.

Az elmúlt években a technológiai folyamatok különböző szakaszain több, mint 60 félautomatát állítottak üzembe, 8 görgősoros és szállítószalagos kemence üzemel a gyártermények első és díszítő égetésére, teljesen gépesítettek 10 termelő műhelyt és részleget, valamint kialakítottak 24 gépesített folyamatos gyártóvonalat. Üzembehelyeztek 150 ferromágneses tisztítóberendezést a folyékony masszák és mázak tisztítására és 15 szállítószalagot helyeztek üzembe a belsőállítás érdekében.

A krasznodarszki, a korosztenszki, a baranovszki és a poltavszki porcelángyárakban 5 automatizált gyártóvonalat állítottak üzembe a nagyobb átmérőjű tányérok gyártására. Ezeknek a termelésre 800–1000 tányér óránként. Ennek a gyártóvonalnak a termelékenysége 2–3 formázó félautomatával egyenértékű, lényegesen kevesebb munkással.

A beruházások tekintetében most teljesítették először a terveket összesen mintegy 58 millió rubel értékben. Húsz üzem építését fejezték be, többek között a Proletarij porcelángyárban (évi 8 millió darab edény) a konakovszki Kalinin fajanszgyárban (évi 15 millió db) a polonszki porcelángyárban (évi 7 millió db). Próbáüzem volt Szamarkand, Kirovabad és Vladivosztok új üzemében, amelyekben évi 71 millió db. többletterméket állítanak elő.

Az új öt éves terv előirányozza új, automatizált gyártóvonalak üzembehelyezését háztartási porcelán gyártására, valamint folyamatos üzemű kemencék üzembehelyezését első és díszítő égetésre. Ezenkívül több üzem teljes gépesítése, a kemencék

automatizálása, folyamatos gyártóvonalak létesítése szerepel a programban.

Üvegipar

Az ablaküveg gyártásának évi növekedése meghaladja a 7%-ot, az öblösüveg gyártás a 10%-ot. Ennek érdekében jelentős beruházások történtek a műszaki fejlesztés és a termelés növelése érdekében. A kapacitáskihasználás területén is jelentős eredmények születtek. Így az ablaküvegtermelés (évi 12 millió m²) növekedését a meglévő vállalatoknál érték el. Jelentősen mértékben nőtt az ablaküveg választéka, a kirakatüveg és az öblösüveg.

A krasznouzsolszki, a miseronszki, a „Velikij Oktyabr” gyárban független üvegszállháló gépeket állítottak üzembe. Az ashabadszki üveg-kombinát üveglvasztó kemencéit földgáztüzelésre állították át.

Az auto- és bútorigar fejlődése — autógyár Togliattiban — szükségessé tette a csiszolt és gépkocsiüveg nagyarányú fejlesztését. A borszki üveggyárban üzembehelyeztek egy újratöltött üveggyártó sort, valamint egyedzett és gépkocsiüveg gyártására szolgáló üzemrészt.

Nemrégben helyezték üzembe az igrinszki, a krasznodarszki, a csernjatinszki, a „Krasznüj Maj”, és a „Krasznoe Eho” gyárakban a profilés mozaiküveggyártó gyáregységeket, ami egy év alatt mintegy félmillió m² termelésnövekedést eredményezett.

A palackgyártás területén is jelentős rekonstrukciókat végeztek el. Az elmúlt évben 19 gyárban állították be az AB-6, az AL-106 és az ISZ 6–2 típusú automatákat, aminek következtében a palackgyártás évi 120 millió db-ra növekedett.

Az anyagfelhasználás csökkentése érdekében a konsztantinovszki, a rakitnovszki, a grodnenszki, a lvovi, a „Krasznoe Eho”, a krasznodarszki gyárakban bevezették az odesszai üveggyár tapasztalatai alapján a 15–18%-kal kisebb súlyú (mint a COSZT által javasolt) palackok gyártását. A keronszki, a tiraszpolzki, a szinferopolszki és az ordznokonidzevszki üveggyárak bevezették a 3 literes könnyű konzerves üvegek sorozatgyártását.

A Krasznüj Maj, az arzinszki, a novi-horiszki üveggyárakban 4 gépsort állítottak be a fúvással készült poharak gyártására évi 70 millió db. teljesítménnyel, ami a megelőző évhez képest 40%-os növekedést jelent.

A finn üvegipar fejlesztése

A finn üvegipar sokrétű, minőségiileg magasszínvonalú, nemzetközileg igen versenyképes iparág. Bár nem tartozik az ország tipikus és legnagyobb termelékenységgű iparágai közé, világszínvonalon álló technikája és technológiája elismertté tette a világon. Az üvegipar hagyományai mintegy 400 évre nyúlnak vissza; az első üveggyárat (hutát) 1681-ben alapították és a legrégibb működő üveggyár 1793-ban épült. Az üvegipar fejlődésének természetes felté-

telei a több évszázados termelési hagyományokon és szakképzettségen kívül az ország bő mészke, földpát és kvarchomok előfordulásain alapulnak.

Finnország különleges körülményei kedvező alapot nyújtottak az üvegszálipar fejlődéséhez. Az ország hideg éghajlata az importált tüzelőanyagok és a magas építési költségek következményeként az építés-technika új, gazdaságos, könnyű és hatékony szigetelési szerkezeti megoldásokat fejlesztett ki. Az ország gyors urbanizációja is új követelményeket támasztott a hangszigetelés-szempontban.

Az üvegyapot felhasználása hő-és hangszigetelésre Finnországban az elmúlt tíz év folyamán megtízszereződött. Az üvegyapot egy főre jutó felhasználásával a világranglista második helyén áll. Az ország hosszú partvonala és a tavak ezrei rendkívül kedvelté tették a csónakázást. Ez elősegítette egyrészt az üvegyapotipar termékeinek felhasználását műanyagszilárdítási célra, valamint a szilárdított műanyagok felhasználását és a technológia fejlesztését.

Az elmúlt öt évben az egész finn üvegyipar nagymértékű fejlesztésen ment keresztül. Ez azonkívül, hogy fokozta a termelési eredményeket a minőség és a gazdaságosság terén is növelte a nemzetközi versenyképességet. Saját technológiai eljárásokat dolgoztak ki, valamint licenc és know-how cserealapokat létesítettek.

Az elmúlt évben a finn üvegyiparban mintegy 3500 fő dolgozott, a termelés több mint 20%-át exportálják. Síkületet 3 gyár állít elő, amelyeknek 1971-évi együttes termelése 1971-ben 10,5 millió m² volt.

A használati, művészi és világítótesteket előállító üvegyárak száma 5. A csomagolóüvegek gyártásához két vállalat foglalkozik, amelyeknek együttes termelése kb. 200 millió darab volt 1971-ben.

Üvegyapotot 3 gyár állít elő együttesen 2,0 millió m³ mennyiségben. Egy gyár állít elő üvegfátyolt, egy pedig textilüvegyapotot.

A finn síkületipar úgy a Fourcault, mint a Pittsburg eljárásokat alkalmazza, különösen az előbbi mennyiségi és minőségi fejlesztése a jelentősebb.

Egy Finnországban élő magyar mérnök fejlesztette ki és a szabadalmaztatott rekuperatív olvasztókemencét, a „Nova-melter”-t. Ez egy teljesen új olvasztókemencetípus, amely elsősorban a síkület, a katedrálüveg és a huzalbetétes üveg előállítására szolgál, de egyéb termékgyártására is szolgál. A kemence INKA sugárzórekuperátorral van felszerelve, amelynek nyersanyaga svéd tűzálló különleges acél. A masszív rekuperátort, a csatornarendszert és a kéményt könnyű acélrekuperátorral helyettesítve és ugyanakkor egyszerű kemenceszerkezetet használva a kemencék építési költségeit felére sikerült csökkenteni. Elsősorban figyelmet érdemel a tűzálló kövek és az acélszerkezetek terén elért megtakarítás. A „Nova-melter” kemence ke-

zelése egyszerű és homogén üveget tudnak vele előállítani, amely jó optikai tulajdonságokkal rendelkezik és a belső hibák minimálisak. Figyelemre méltó az is, hogy a kemence üszó nélkül működik.

A finn használati és művészi üvegek igen eltérnek a hagyományos formáktól (Alto is tervez ilyeneket) Az üvegmassa nem feltétlenül kristályos, de minősége kifogástalan és formatervezése újszerű. Aránylag új az ipar területén az industriális designer. Az üvegművészet az 1950-es évek elején ívelt a magasba, amikor a formatervező művészek a milánói Biennalén Grand Prix-t nyertek. A finn művészek sikerrel alkalmazták a művészi üvegtárgyak tervezésében szerzett tapasztalataikat a használati üvegtárgyakra. Az otthonokban szükséges használati üvegek képezik a kézzel, fűvással gyártott üvegtárgyak túlnyomó többségét, mint a poharak, kancsók, utóételszervek stb. A művészi üvegek a használati üvegeknek mintegy 10%-át teszik ki.

A színvonalas design-szolgálat érinti a finn csomagolóüveg-ipart is. A szabványcsomagolások helyett egyre inkább design-üvegek tervezésére és kivitelezésére fordítanak nagyobb gondot, amelyek jellemzőek a csomagolt áru, az ital speciális jellegére és származására.

A finn csomagolóüveg-ipar teljes egészében az amerikai I. S. gépekkel dolgozik. A legnagyobb ikerceppes gépek napi teljesítménye a 200 ezer darabot is meghaladja.

A csomagolóüveg kemencetechnikája is említésre érdemes. Európában az A. Ahlström Rt. csomagolóüvegyára úttörőként fejlesztette ki az acélrekuperátorral felszerelt oldalángos kemencét. Erre, a mintegy 100 tonna napi olvasztóteljesítményű kemencére jellemző az alacsony fűtőanyagfogyasztás, az egyszerű karbantartás és a rövid javítási idő. A magyar Zircosit- és Corvisit-tűzálló köveket igen eredményesen alkalmazták.

Finnország három üvegyapotgyára a Saint-Gobain Vállalat TEL-eljárásával állít elő üvegyapotot. Ez a leggyakrabban használt üvegyapotelőállítási eljárás hő- és hangszigetelési célokra és ennek nagy előnye, hogy az egész olvadékok kétfázisos rostosítás során a termék értékét fokozó ún. gyöngymentes rosttá tudja alakítani. Az eljárás lehetővé teszi hosszú, vékony (átlagos átmérő 5—6 mikron) és rugalmas termékek előállítását. A normál puha épület-szigetelők 16—20 kg/m³-t nyomnak. A szilárd teherbíró szigetelők súlya 75—130 kg/m³.

Az üvegyapot termékek felhasználását az építőiparban három fő csoportra oszthatjuk:

- hőszigetelők
- hangszigetelők, hangtompítók,
- konstruktív építőanyagok.

Az üvegszál termelése Finnországban 1971-ben indult meg. Az eljárást az amerikai Owens—Corning Fiberglas vállalattól vették át.

Az üvegszál erősítésű műanyagok — poliészterműanyagok — haszná-

lata igen sokoldalúvá vált. Az évi növekedés meghaladja a 25—30%-ot. A felhasználási terület a csónakgyártáson túlmenően úgy bővült, hogy a jelenlegi egyéb legfontosabb cikkeket a következők képviselik: üzemanyagtartályok, a kémiai ipar korrózióálló tartályai és esővei, bútorok, úszómedencék, autókaroosszéria alkatrészek, sportszerek, építőipari lemezek felületei, konténer-anyagok, vikenházak, benzintűtő szervizállomások, felvonulási épületek, valamint egyéb építészeti megoldások.

Az üvegszál erősítésű műanyagtermékek előállítási eljárásai közül a kézi eljárás, az üvegszál szőnyeg laminálása poliészter műanyaggal jelenleg a legismertebb. Bár az üvegszál erősítésű műanyag sikerrel veszi fel a versenyt a fával, az alumíniummal, a rozsdamentes és saválló acéllal, a folyamatos versenyképesség feltétele, hogy a kézi munka mellett, vagy helyett gépi eljárást alkalmazzanak. A megfelelő eljárás választását a készítenő széria nagysága határozza meg. Kis befektetést igényel a porlasztásos eljárás, amikor az üvegszál rovíngot és a poliészter műanyagot egyidejűleg fecskendezik a formába.

A porlasztásos eljárás automatizálható is, amikor az emberi munkakerék elektronikus vezérlésű mechanikus egységgel lehet helyettesíteni. Az új porlasztásos eljárás közül megemlíthető a dán Drostholm-eljárás, amely különleges centrifugál szivattyút használ a poliészter gyantához. Az eljárás nagyteljesítményű, s mivel kevés levegőt igényel a porlasztáshoz a műanyag fecskendezésekor, kevésbé szennyezi a környezetet.

Több modern eljárást dolgoztak ki rotációs szimmetrikus idomok előállítására. Egy új eljárás szerint hengergyűrű felületet folyamatosan lehet előállítani az üvegszál szőnyeg és az orsórovíng kombinációjával.

Az üvegszál műanyagtermékek előállítása hideg- és forrópréselési technikával az utóbbi időben rohamosan fejlődött. Külön kell megemlíteni az előimpregnált üvegszál műanyagnyersanyagot, amely úgy lemez, mint massa formában kapható. Ez a gyártási eljárás igen nagy jelentőségű az autókaroosszéria, valamint a háztartási gépek burkolatainak előállításakor.

Az A. Ahlström Rt. saját fejlesztés eredményeként kezdte meg 1971-ben az üvegfátyol gyártását. Ennél az eljárásnál a vagdalt textilüvegszálakat vízben diszpergálják, azután az üvegszálalapot a papírgyártás módszerével állítják elő. Ez az ún. nedves eljárás több előnnyel rendelkezik. A fátyol nagy húzószilárdságú, hőálló és jól ellenáll az időjárás és vegyi hatásoknak. Legfontosabb alkalmazási területei a fedéllemezek bitumenjének szilárdítása, valamint a poliészter, vagy epoxigyanta erősítése.

Forrás: Kivonat P. Huopaniemi vezérigazgatónak (Karhulan Kuitulási Oy, Finnország.) előadásából. Elhangzott a Finn Műszaki Napok keretében.) (Kiss Ágoston)

A XI. Szilikátipari Konferencia hírei

Egyesületünk, 1973. június 4—8 között rendezi meg az immár hagyományos, nemzetközileg is elismert rendezvényt, a szilikátipar szakembereinek, tudósainak, technológusainak nagy találkozóját, a XI. Szilikátipari Konferenciát.

Konferencia három alapkérdést kíván tárgyalni: a fázishatárok szerepét és jelentőségét a szilikátipari termékek tulajdonságainak kialakításában, az automatizálható szilikátipari műveleteket, folyamatokat és technológiákat (nem az automatizálási, hanem a szilikátipari szakemberek igényeinek megfelelően), valamint a korszerű új anyagok és technológiák kérdéseit, ideértve olyan különleges anyagokat, mint a tiszta oxidok, karbidok, nitridek, szilicidok, vagy olyan különleges technológiákat mint a nagynyomású hidrotermális szintézis (azbeszt- és csillámszintézis) vagy a plazmaívben történő olvasztás és szórás módszere. Az első két témakör a szokásos módon, szakosztályi bontásban kerül tárgyalásra; a harmadik témakört, általános jellege következtében nem ilyen formában, hanem plenáris ülésen kívánjuk megvitatásra bocsátani.

Az elmúlt konferenciák tapasztalataiból kiindulva szükséges lesz az elhangzó előadások számát korlátozni: ezzel nemcsak a színvonal emelkedése, hanem egyúttal az igazi, építő jellegű szakszerű és tárgyilagos vitákra rendelkezésre álló idő megnövekedése érhető el. Az előadások elbírálásának felelőségteljes munkáját a szakosztályok vezetősége és a Konferencia-bizottság együttesen látja

el; ennek megkönnyítésére kérjük mindazokat, akik a Konferencián előadást kívánnak tartani, hogy kb. egy oldalas, informatív jellegű (tehát nemcsak az elvégzett munkát címszavakban ismertető, hanem az eredményeket is tartalmazó) rövid kivonatot mielőbb küldjék be a Konferencia-bizottság címére, mert a határidőn túl érkező kivonatokot legnagyobb sajnálatunkra nem tudjuk elfogadni.

Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a Kö-Kavics Szakosztály különleges igényeire való tekintettel a Konferencia-bizottság hozzájárul a nem kifejezetten fázishatárfolyamatokkal foglalkozó, hanem inkább általános közetfizikai-közetmechanikai jellegű előadások megtartásához is.

A meghirdetés óta eltelt viszonylag rövid idő ellenére máris számos kiváló tudós és szakember jelezte részvételét, ill. fogadta el az Egyesület vezetőségének és a Konferencia-bizottságnak meghívására. A teljesség igénye nélkül, csak a legfontosabb személyiségek felsorolásával némi ízelítő abból, hogy milyen világhírű szakemberek fogják jelenlétükkel megtisztelni a XI. Szilikátipari Konferenciát:

Rustum Roy (USA).

Új nem fémes anyagok tudományának fejlődése.

T. Berkovics (SU).

A fázishatárok jelentősége az azbeszt cement technológiában.

B. Mihajlov (SU),

A közetek fizikai, mechanikai tulajdonságainak hatása, törőszabályozó berendezések technológiai paramétereire a kö- és kavicsfeldolgozás során.

Sz. Sz. Akulics (SU)

Kutatások a habüveg területén.

K. E. Granitzki (NSZK).

Tűzálló masszák forró tulajdonságainak vizsgálata.

W. Piatkowski (Lengyel).

Alumíniumszilikátos samottmentes gyártmányok.

C. a. Taneja (India).

Alumínium-oxid, magnézium-oxid és mangán-oxid és szerepe az üvegszalag szilárdulásában.

A. J. Majumdar (Anglia)

Üvegszálbetétes szervesetlen anyagok.

U. Ludwig

Fázishatárok jelentősége a klinkerben és a megszilárdult cementben.

P. Loos (NSZK).

Gyorsfelfutású, elektronikusán vezérelt csempesajtó.

K. Doering (NDK).

Egyenletességi vizsgálatok az automatikus üvegkeverék készítésénél.

című előadással szerepel a Konferencián.

A Konferencián szinte valamennyi jelentős szilikátipari folyóirat (Silikatechnik. Keramische Zeitschrift, Glastechnische Berichte, a szovjet Cement stb.) képviselője előreláthatóan részt vesz.

Ismételten kérjük Tagtársainkat, hogy személyes részvételükkel, előadásukkal, vita-hozzászólásaikkal mozdítsák elő a Konferencia sikerét. Felhívjuk a vállalatok figyelmét a konferencia-kiadványban való hirdetési lehetőségre: ez elsőrendű alkalom arra, hogy temékeiket, technológiáikat stb. a szakemberek széles körében ismerjék, (a Konferencia bármelyik nyelvén).

T. F.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos” pályadíjra.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alábbi témakörökben:

1. Az építőanyagipari nagyberuházások kivitelezési idejének optimalizálása, továbbá a megvalósulási idők reális csökkentése útján elérhető gazdasági eredmények.
2. Építőanyag gyártó gépsorokon belül tartalékkapacitás képzésének szükségessége és ennek gazdasági hatásai (beruházási költség, termelés biztonsága stb.).
3. Javaslat kidolgozása a szilikátipari gyártó berendezések automatizálása legkedvezőbb mértékére, valamint a várható gazdasági eredmények értékelése.
4. Számítógépes irányító rendszerek alkalmazási lehetőségeinek és feltételeinek vizsgálata az építőanyag gyártó iparágakban. Részletes modell kidolgozása egy választott technológiára.
5. Javaslatok kidolgozása az iparági és iparágközi karbantartó szolgálat és szervizbázis létrehozására az építőanyagiparban.
6. Szilikátipari és építőanyag gyártástechnológiai folyamatokban a por- és zajártalom csökkentésére, továbbá a munkahelyi ergonómiai követelmények kielégítésére vonatkozó javaslat kidolgozása.
7. Korszerű, az egész szilikátiparban elterjeszthető szállítási és anyagmozgatási módszerek kidolgozása.
8. Korszerű csomagolási és rakodási eljárások kidolgozása különböző szilikátipari gyártmányfajtákra. (Pl. porcelán-, üvegegyipari, cementipari, azbeszt-cement és mészgáttmányok stb.)
9. Komplex vizsgálati módszerek kidolgozása különböző gyártástechnológiai folyamatok ellenőrzésére és számítógépes irányításra.
10. Egyes szilikátipari gyártástechnológiák fejlődési tendenciái, különös tekintettel a számítógépes irányítás követelményeire. Ezen belül vizsgálandók a meglévő technológiák számítógépes irányításának lehetőségei, illetve feltételei és követelménye, továbbá az új technológiai rendszerekkel szemben támasztott követelmények.
11. Módszer kidolgozása különböző korú és felhasználási célú kőzetfajták termelésének, jövesztésének optimalizálására. (Ezen belül pl. gépesítés, gépi berendezések összehangolása, meddő-leválasztás stb.)
12. Gazdasági irányítási rendszerünk irányvonalával összhangban az optimális gazdálkodási módszerek körvonalazása és ösztönzők kidolgozása.
13. Olyan termelési, szervezési javaslatok kidolgozása a szilikátiparra, melyek megvalósításával a jelentkező munkaerőgondok csökkenthetők.
14. Javaslatok kidolgozása a szilikátipar vállalatainál a forgóalapok optimális meghatározására és tartására. Ennek hatása a vállalatok pénzügyi gazdálkodására.

15. Az állóeszköz bővítés és a közgazdasági szabályozók működésének kölcsönhatása a tervezett nagyberuházásoknál a IV. 5 éves tervidőszak során.
16. Szilikátipari vállalatok műszaki fejlődését gyorsító belső szervezési feladatok és elemzési módszerek kidolgozása.
17. Népművészeti formakincsek és díszítőelemek felhasználása a különböző építőanyag-fajtáknál (régie és új technológiák esetében).
18. Meglevő és gyártásra javasolható szilikátipari termékek alkalmazása újszerű díszítési, homlokzati és burkolási feladatok megoldásában. Ezen belül a szintartósság és élettartam fokozása.

Az egyesület elnöksége az alábbiakra hívja fel a pályázók figyelmét:

1. A pályázati beadásokhoz mellékelni kell egy nyilatkozatot, hogy a pályamunka nem kutatási téma. — nem disszertáció, — önálló, — eddig sehol nem publikált munka.
A pályázó tudomásul veszi, hogy a publikálás joga elsődlegesen az egyesület „Építőanyag” című folyóiratáé.
2. Úgy egyéni, mint csoportosan (kollektíva által) kidolgozott pályaműveket lehet benyújtani.
3. A pályázatok elbírálásánál a bíráló bizottság igyekszik előnyben részesíteni azokat a pályamunkákat, amelyek:
 - a) a szilikátipar egészét érintő, de egy-egy konkrét példára is kidolgozottak;
 - b) az általános elvi kidolgozáson túlmenően több iparágban is megvalósíthatók.

A pályamunkák 2 példányban, (1 eredeti, egy másolat) a szabványnak megfelelő 25 soros, ritkán gépelt oldalakon, — ábrajegyzékkel küldendő be az egyesület titkárságára.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

A pályamunkán fel kell tüntetni a pályázó nevét, címét, munkahelyét.

Pályadíjak:

- I. fokozat 6000,— Ft
- II. fokozat 4000,— Ft
- III. fokozat 3000,— Ft

A díjazásban nem részesülő pályaművek közül a bíráló bizottság a legjobbakat 2000,— forintig terjedő pénzjutalomban részesítheti. Az egyes iparágak a számukra értékes tanulmányokat további névadíjban részesíthetik.

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát visszatartsa vagy megossza.

A pályamunka beküldési határideje: 1972. szeptember 1.

A ma tudománya – a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT

Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT

Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE

Bőr- és Cipőtechnika

Elektrotechnika

Energia és Atomtechnika

Élelmezési Ipar

Építőanyag

Épületgépészet

Az Erdő

Faipar

Finommechanika

Fizikai Szemle

Gép

Gépgyártástechnológia

Hidrológiai Közlöny

Híradástechnika

Ipari Energiagazdálkodás

Ipargazdaság

Járművek, Mezőgazdasági Gépek

Kép- és Hangtechnika

Közlekedéstudományi Szemle

Magyar Alumínium

Magyar Építőipar

Magyar Grafika

Magyar Kémiai Folyóirat

Magyar Kémikusok Lapja

Magyar Textiltechnika

Mélyépítéstudományi Szemle

Mérés és Automatika

Műanyag és Gumi

Műszaki Élet

Papíripar

Városépítés

Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,

a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlijára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.

VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9–11. I. em. 120. (222-251).