

302.935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

5. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Főszerkesztő:

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Baritz Árpád

dr. Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság
tér 17

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Moldvai Rezsőné</i> : Porszénhamú fajták technológiai vizsgálata	161
<i>Dr. Lőcsei Béla</i> : Üvegolvasztó fazekak élettartalmának növelése . . .	166
<i>Jirku Emil</i> : Aknakemencék a kötőanyagiparban	170
<i>Adonyi Zoltán—Menyhárt Józsefné—Mészáros Mihály</i> : A perkupai gipszanhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata	184
<i>Tóth Kálmán</i> : Újabb adatok szervesetlen szálak mechanikai tulajdon- ságairól	188
<i>Mogyoróssi Sándor</i> : Mattmázak	195
Építésügyi Dokumentációs Iroda Külföldi Lapszemléje	199

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
<i>P. Молдваи</i> : Технологическое испытание различных видов пыле- угольной золы	161
<i>Д-р Лэчеи Бела</i> : Повышение срока службы стекловаренных гор- шков	166
<i>Ирку Эмиль</i> : Шахтные печи в промышленности вежущих веществ	170
<i>Адони Золтан, Менyhарт Йозефне, Месарош Михай</i> : Исследо- вание минералогического петрографического состава перкуп- ского гипс-ангидритного пласта	184
<i>Тот Калман</i> : Новые данные о механических свойствах неоргани- ческих волокон	188
<i>Модёроши</i> : Тусклые краски	199

I N H A L T

	Seite
<i>R. Moldvai</i> : Technologische Untersuchung von Staubkohlenaschen	161
<i>Dr. B. Lőcsei</i> : Verlängerung der Lebensdauer der Glasschmelztöpfe	166
<i>E. Jirku</i> : Schachtöfen in der Bindemittelindustrie	170
<i>Z. Adonyi, J. Menyhárt, M. Mészáros</i> : Mineralogisch-petrographische Bestimmung der Zusammensetzung des Gips-Anhydritlager von Perkupa	184
<i>K. Tóth</i> : Neuere Angaben zu den mechanischen Eigenschaften anor- ganischer Faser	188
<i>S. Mogyoróssi</i> : Matte Glasur	199

Címkép: Tarcali kőbányaüzem vagonrakodója

ÉPÍTŐANYAG

13. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

Porszénhamu fajták technológiai vizsgálata

MOLDVAI REZSŐNÉ*

I. Mikroszkópikus vizsgálatok

1. Porszénhamu minták leírása

Vizsgáltuk a hazai erőművekben keletkező porszénhamukat: az ajkai, borsodi, csepeli, komlói, mátravidéki, pécsi és tatai származású mintákat. Alapos megismerésüket szabadszemmel és 10-szeres nagyítású kézinagyítóval végzett megfigyelések leírása vezeti be.

Ajkai minta

Világosszürke színű, egyenletes szemcsézett-ségűnek látszó finom por.

Kézinagyítóval a következő elegyrészek láthatók:

1. Hófehér, kristályos törmelék,
2. fekete szén- és salakszemcsék,
3. világosszürkés, porlékony, fúvódott törmelék.

A röntgenanalízis szerint jellemző elegyrészként szabad meszet tartalmaz és a legbázikusabb pernye az oxidos elemzés eredményei szerint. A minta jól kiégettnek látszik.

Borsodi minta

Általában sötét színű, láthatóan egyenetlen szemcsézettességű; részben por, részben 5 mm \varnothing -ig terjedő rögök halmaza. A durva szemek egy részét Fe_2O_3 vörösre szinezi.

Kézinagyítóval látható:

1. Szürke, üveges fúvódott salak,
2. szürke kvarcsemmek,

* MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet.

3. fekete salakrögök beleolvadt

szén szemcsékkel,

4. vasas rögök átlag 3 mm \varnothing -ig.

Figyelemreméltó, hogy a szemcseeloszlás szabadszemmel nézve is egyenlőtlen. A széntartalom — szénrögöcskék alakjában — feltűnő. Ezt az éghető-széntartalom vizsgálata is igazolta, mert 6%-ig tartalmaz szenet. Az erőműben tüzelésre kerülő szén inkább finom dara, mint por, éppen ezért a borsodi pernye közepesen kiégettnek látszik.

Csepeli minta

Sötétszürke finom por, benne világosabb szürke, fúvódott, porlékony rögök.

Kézinagyítóval látható:

1. Hófehér, kristályosnak látszó, puha szemcsék,
2. kiégtelen szénpor,
3. szenes-salakos rögök,
4. fekete salakgömböcskék.

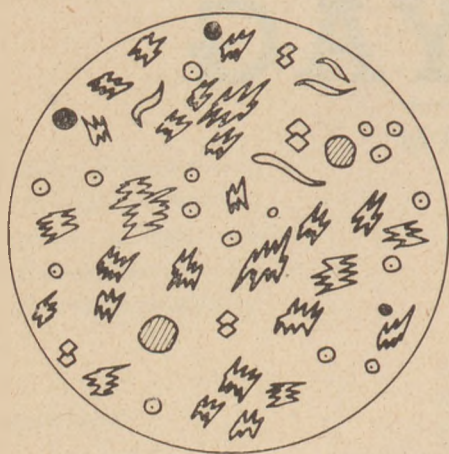
Feltűnő a szemcsék fúvódottsága, a minta kiégettségi foka közepes.

Komlói minta

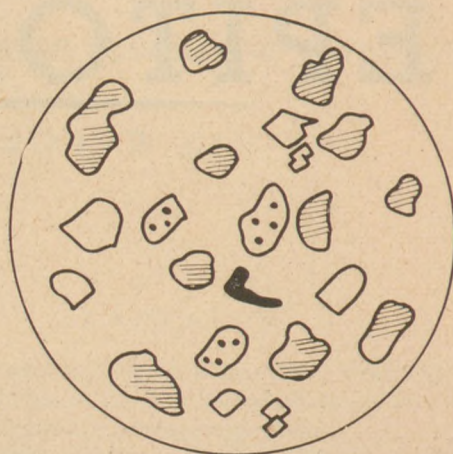
Sötétszürke, finom eloszlású, könnyű fajsúlyúnak látszó szállópor, széteső rögökkel.

Kézinagyítóval látszik:

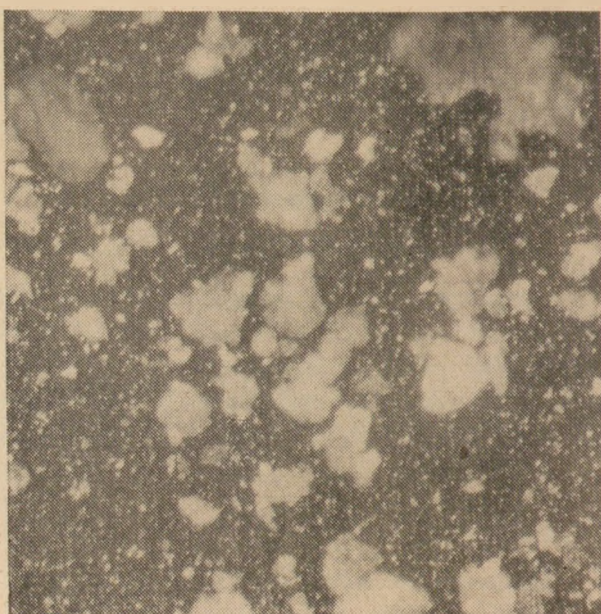
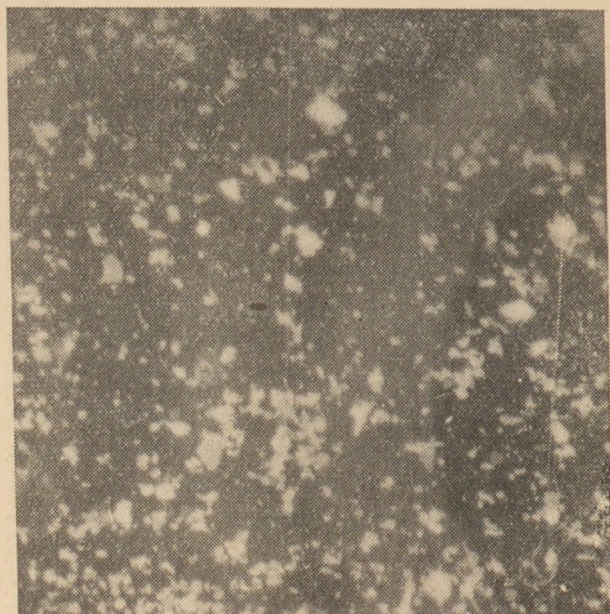
1. szürke fúvódott szemcsék,
2. szétporlott üveges-tufás rögök,
3. fekete, fényes salakgömbök (kis mennyiségben).



- A =
- B =
- C =
- D =
- E =
- F =



- A =
- B =
- C =
- D =
- E =



Ajkai minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	10	Jórészt átlátszó, központi buborékszárványos üveggömbök
B	2	Fémes fényű, üvegolvadék-gömbök
C	73	Sokszögű, kristályosnak látszó konglomerátumok
D	5	Alaktalan, világos üvegolvadék-rögök
E	5	Kihűzött, áttetsző üvegszálak
F	5	Narancsszínű, kristályos konglomerátum

Üveges rész: 22%.

Borsodi minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	73	Világos salakrögök futtatási színekkel (lilaszürke)
B	10	Fehér, kristályosnak látszó ásvány szemek, szélük olvadt
C	10	Előbbiekhez hasonló, sötét salakbeágyazásokkal
D	2	Sötét olvadékrögök, salakdarabok
E	5	Narancsszínű, kristályos konglomerátum

Üveges rész: 5%.

A finom eloszlású feketés színű por jórészt tökéletlenül elégetett szén; a minta kiégettsége közepes.

Mátrai minta

Barnás-szürke por, kissé durvább szemcsézettségű. Jellemző külsejére a „súlyos por” kitétel. Az összetapadt, nagyobb rögök könnyen szétporlanak, tehát fúvódottak.

Kézinagyítóval látható:

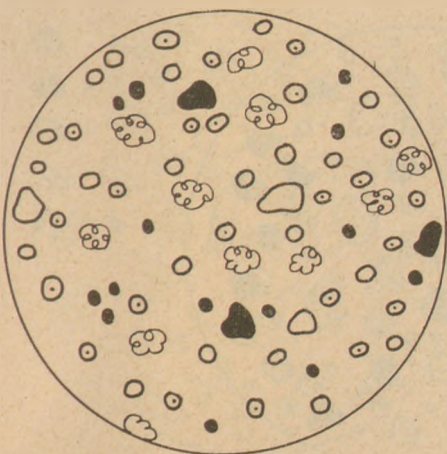
Változatos színű szemcsék halmaza :

1. fehér, sárgás-fehér, rötös, barnás, pirosba hajló színű szemek figyelhetők meg,
2. sötét, finom por, amely a méddő örleménye lehet,
3. vörösbarna színű vasoxidos szemcsék.

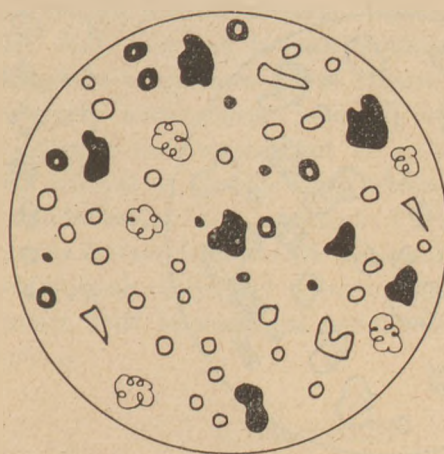
A pernyéből a szén hiányzik, tehát jól kiégett. Szemcseelosztása látszólag egyenlőtlen, ti. a nagyobb rögök puhák, porlékonyak.

Pécsi minta

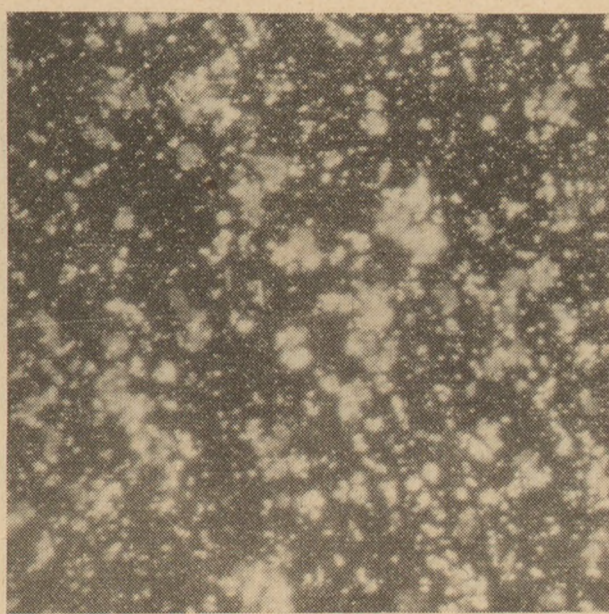
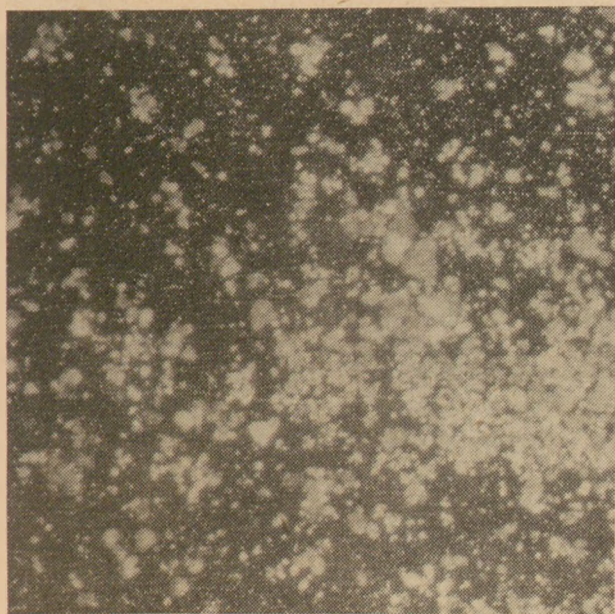
Kékesszürke, egyenletesen finom, sötét, súlyos por.



- A = ○
- B = ●
- C = ☼
- D = ◊
- E = ⊙
- F = ◼



- A = ◻
- B = ◼
- C = ⊙
- D = ○
- E = ●
- F = ☼



Csepeli minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	25	Világos üveggömbök zárvánnyal.
B	8	Sötétebb üveggömbök
C	25	Alaktalan világos üveglvadék db-ok
D	5	Fehér, kristályosnak látszó ásványszerkezet, szélük olvadt
E	32	Világos üveggömbök világos fémes zárvánnyal
F	5	Sötét olvadékrögök, salakdarabok

Üveges rész : 90 %.

Komlói minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	5	Fehér, kristályosnak látszó, szélén olvadt darabok
B	20	Sötét olvadékrögök, salakdarabok
C	10	Erősen fényes fekete gömbök
D	50	Világos üveggömbök, buborékzárvánnyal
E	5	Fémes fényű apró salakgömbök
F	10	Alaktalan világos üveglvadék darabok

Üveges rész : 75 %.

Kézinagyítóval látható :

1. szürkésfehér, üvegesnek, tufásnak látszó rögök,
2. fekete salakgömbök.

Szén-szénmeddő őrlemény finom frakciói benne maradtak a pernyében. Gyengén kiégetett szénpor.

Tatai minta

Sötétszürke, egyenetlen szemek, széteső rö-göcskék, egyenetlen szemcsézettségű por.

Kézinagyítóval látható :

1. világos, fehéres kristályos szemcsék,

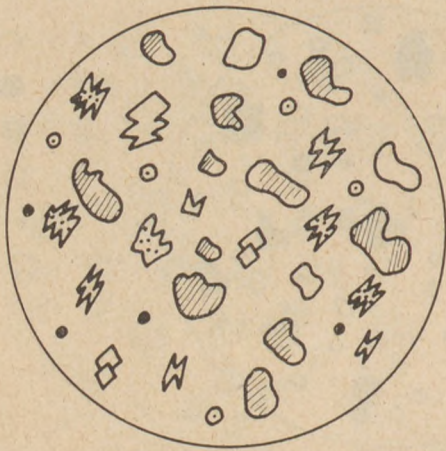
2. narancsszínű és piros lemezes idomdarabkák.

Valamennyi rög (a szénmeddő-por és kris-tályosnak látszó szemcse) könnyen porlik, tehát az anyag fúvódott. Jól kiégett pernyeminta.

A szemcseeloszlás a tüzelőanyagporban nem volt egyenletes.

2. Mikroszkopikus vizsgálatok és felvételek

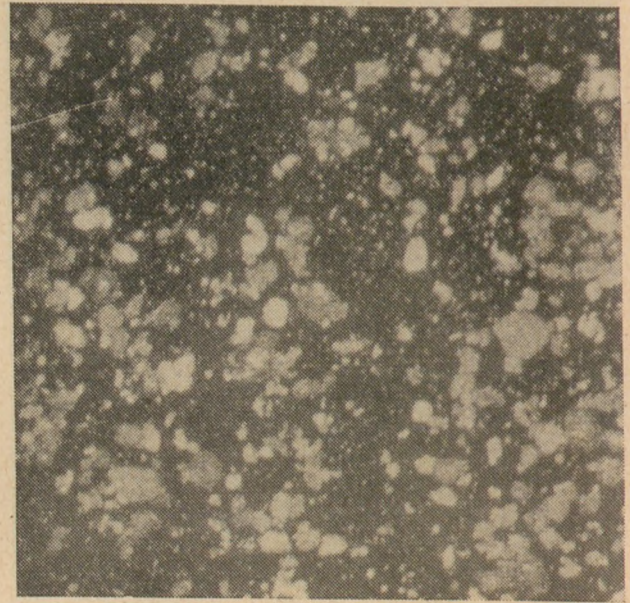
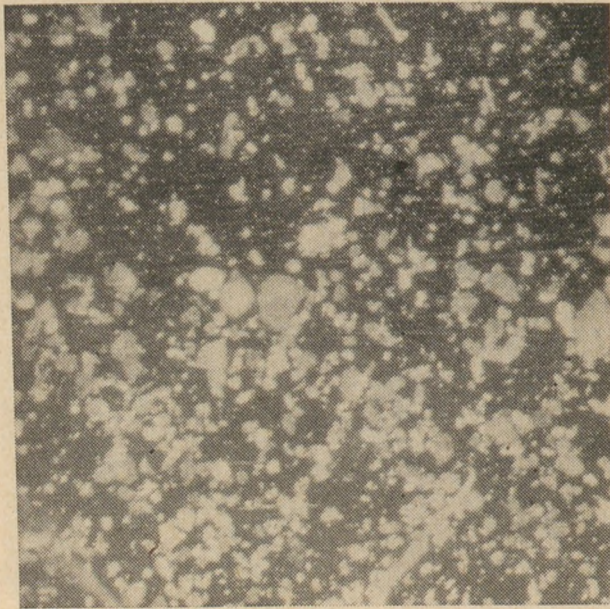
A vizsgálatokat Leitz-gyártmányú Panopak binokuláris mikroszkóppal végeztük. A mikroszkóp objektív-asztalába, a két nónius-beosztással ellá-tott sínbé rögzítettük a tárgylemezt. A prepará-



- A =
- B =
- C =
- D =
- E =
- F =
- G =



- A =
- B =
- C =
- D =
- E =



Mátravidéki minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	2	Átlátszó üvegdarabok
B	00	Világos salakrögök, futtatási színekkel (lilaszürke)
C	20	Fehér, átlátszatlan, kristályosnak látszó darabok
D	5	Ua., világos olvadékcseppek rátapadásával
E	3	Narancsszínű, kristályos konglomerátum
F	5	Világos olvadékgömbök fémes zárvánnyal
G	5	Sötétebb üveggömbök

Üveges rész : 17%.

Pécsi minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	20	Világos-fémes darabok
B	25	Fekete salakolvadékok
C	25	Szürke salakos üvegolvadék darabok
D	15	Világos üveggömbök, fémes zárvánnyal
E	15	Sokszögű, kristályosnak látszó fehér konglomerátumok

Üveges rész : 72%.

tum bármely pontjának helyzetét reprodukálható módon lehetett feljegyezni.

A vizsgálatokat ráeső fényben végeztük ; a nagyítás mértékéül legalkalmasabbnak bizonyult a 8-szoros objektívlencse használata. Így az elért nagyítás kb. 100-szoros volt.

A preparátumokat a következő módon készítettük elő :

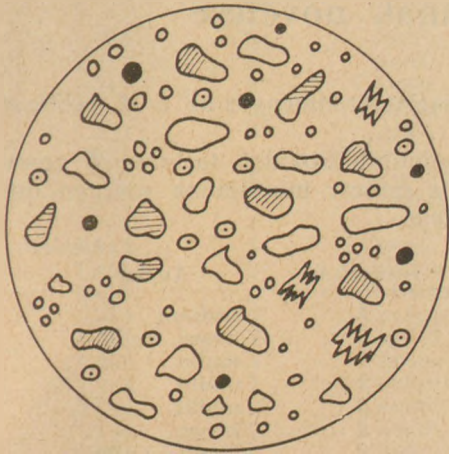
Tiszta, száraz tárgylemezre kb. 0,5 g anyagot óvatosan rászórtunk, lehetőleg egyenletes eloszlásban. Ezután az így előkészített tárgylemezt asztalra helyezve a pernye-port egy csiszolt élű

üveglappal óvatosan még egyenletesebbé egyengettük.

A hamumintákat ráeső fényben le is fényképeztük.*

A közölt felvételek, véleményünk szerint nem adnak kellő alapot a porszénhamukat alkotó különböző alakú, színű és szerkezetű szemcsealakzatok felismeréséhez és mennyiségi osztályozásához. A fényképfelvétel nem tudja visszaadni a látott

* A felvételeket készítette Kiss László tanársegéd (MŰE, Kémiai Technológiai Tanszék).



- A =
- B =
- C =
- D =
- E =
- F =

kép számos jellemző részletét. Éppen ezért a vizuális, ráeső fényben látható mikroszkopikus kép alapján, a tárgylemezen levő szemcsék sorozatban elvégzett átvizsgálása nyomán megállapítottuk a jellemző szemcsealakokat és azoknak mennyiségi arányát. A vizuális képet lerajzoltuk, a rajzokat mintánkint be is mutatjuk. A jelzések magyarázata mellett feltüntettük a minták egyes szemcsefajtáinak többszöri leszámolással nyert és emiatt kellő biztonsággal becsült százalékos arányát is.

3. Összefoglalás

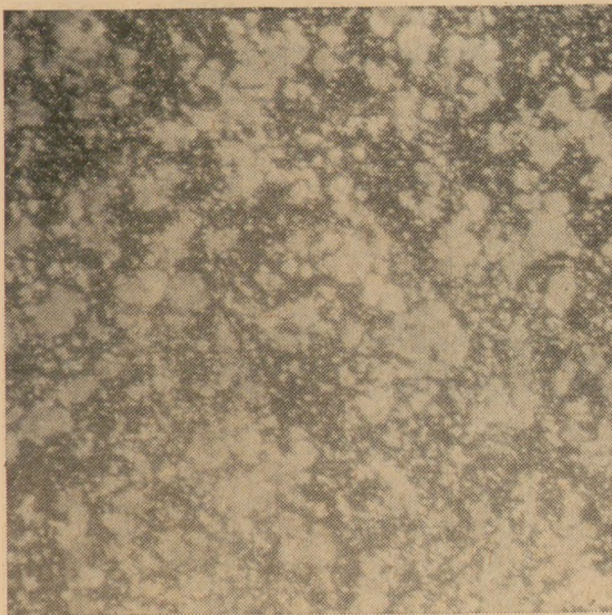
A mikroszkopikus vizsgálatokat azzal a célkitűzéssel szerveztük meg, hogy gyorsan elvégezhető, szinte elővizsgálat-jellegű módszert alakítsunk ki az egyes pernyék jellegzetes ismertetőinek leírásával.

A pernyékben található ásványos elegyrészek meghatározása röntgen diffrakció vizsgálatok alapján történik. A porfelvételi diagramok jelzik az egyébként mikroszkopikus úton is megállapított tetemes üvegfázis jelenlétét. Erről a munkáról a sorozat következő közleménye számol be.

A röntgenanalitikai vizsgálatok alátámasztják azt a megállapítást is, hogy a szénporhamufajták ásványi összetétele — kivéve az ajkait — eléggé hasonló.

A hazai szénporhamufajták azonosítása mikroszkopikus vizsgálattal gyakorlatot igényel. A különböző időszakokban végzett kémiai elemzések jelzik, hogy az egyes erőműveknél a hamu minősége csekély ingadozást mutat; nem biztosítható ti. az állandóan azonos minőségű szén beérkezése. Az egyes gyári örlő-berendezéseknek is van közvetett hatása a pernyék minőségére.

Mindezek és még több más tényező ellenére kis gyakorlat már meghozza jól használható eredményt: a pernyéknek mikroszkopikus vizsgálattal való ellenőrzését.



Tatabányai minta

Jelzés	%-os arány	Szemcse leírása
A	35	Világos salakrögök, futtatási színekkel
B	30	Fehér, átlátszatlan, felületén üveges-olvadékos darabok
C	5	Fekete salakgömbök
D	5	Sokszögű, kristályosnak látszó fehér konglomerátumok
E	15	Átlátszó kicsi üveggömbök, zárvány nélkül
F	10	Jórészt átlátszó, központi buborékzárványos üveggömbök

Üveges rész: 45 %.

Üvegolvasztó fazekak élettartamának növelése

Dr. LŐCSEI BÉLA*

Laboratóriumi kísérleti olvasztásainkhoz grossalmerodi tűzálló agyagból és samottból készített téglékeket használtunk. A téglékek korrózióállóságának növelése azért merült fel, hogy azáltal fokozzuk kísérleteink értékelhetőségét a téglégyoldódás csökkentése útján.

A korrózióállóság növelését az alumínium-oxid tartalom viszonylag kisebb mértékű növelésével értük el, ügyelve arra, hogy az alumínium-oxid mennyiség növelése ne haladja meg azt a határt, amely mellett még az agyag kellőképpen tömörre ég. Az alumíniumoxid tartalom növelését Al_2O_3 , illetve abból a megfontolásból kiindulva, hogy a mullitképződés szempontjából kedvezőbb, ha az alumíniumhidroxil ionhoz van kötve, alumíniumhidroxid adagolásával kíséreltük meg.

Az alumíniumhidroxid előnyösebb voltát sztöchiometrikan, azonos mennyiségű alumínium-ion adagolásával előkészített próbadarabok izzításával, majd az izzított anyag röntgen vizsgálattal mutattuk ki. Nyers grossalmerodi agyaghoz az alábbi mennyiségű adalékanyagokat adagoltuk:

100 g nyers grossalmerodi agyag:

5 g	$\text{Al}(\text{OH})_3$
10 g	$\text{Al}(\text{OH})_3$
15 g	$\text{Al}(\text{OH})_3$
20 g	$\text{Al}(\text{OH})_3$
3,3 g	Al_2O_3
6,6 g	Al_2O_3
9,9 g	Al_2O_3
13,2 g	Al_2O_3

Az anyagot szárazon kevertük össze. Azonos nyomás alkalmazásával 1,5 g súlyú briketteké préseltük, 1300 C°-os hőmérsékleten 6 órán keresztül izzítottuk, majd az Intézet Analitikai Osztályán röntgenvizsgálatnak vetettük alá.

1. táblázat

<i>d</i> kX	Intenzitás	Anyag
5,398	1	mullit
4,382	2	tridimit
4,090	4	tridimit
3,359	5	kvare, mullit
2,905	1	mullit
2,723	2	mullit
2,511	2	mullit
2,318	3	kvare, mullit
2,219	3	mullit
2,138	3	kvare
1,982	1	kvare
1,825	4	kvare
1,681	1	kvare
1,610	1	mullit
1,543	3	kvare
1,453	3	mullit
1,381	4	kvare
1,337	1	mullit
1,290	2	mullit
1,261	2	mullit
1,233	1	mullit
1,206	2	kvare
1,183	3	kvare
1,157	2	kvare
1,085	2	kvare

* Építőanyagipari Központi Kutató Intézet.

A röntgenvizsgálat eredményét az 1—6. táblázat tartalmazza.

5% alumíniumhidroxidot tartalmazó grossalmerodi agyag égetett mintájának röntgen diffrakciós felvétele.

2. táblázat

<i>d</i> kX	Intenzitás	Anyag
4,285	3	tridimit
3,372	5	kvare, mullit
2,877	1	mullit
2,707	2	mullit
2,564	3	mullit
2,449	3	kvare
2,298	3	kvare, mullit
2,222	2	mullit
2,146	3	kvare
1,982	3	kvare
1,821	4	kvare
1,674	2	kvare
1,585	2	mullit
1,546	3	kvare
1,454	1	mullit
1,378	4	kvare
1,292	2	kvare
1,259	2	kvare
1,206	3	kvare
1,183	3	kvare
1,155	2	kvare
1,084	3	kvare

10% alumíniumhidroxidot tartalmazó grossalmerodi agyag égetett mintájának röntgen-diffrakciós felvétele.

3. táblázat

<i>d</i> kX	Intenzitás	Anyag
4,339	4	tridimit
3,781	2	mullit
3,384	5	kvare, mullit
2,743	1	mullit
2,574	2	mullit
2,489	3	kvare
2,315	3	kvare, mullit
2,151	3	kvare
1,995	3	kvare
1,834	4	kvare
1,756	1	mullit
1,687	3	kvare
1,616	2	mullit
1,557	4	kvare
1,465	3	kvare, mullit
1,387	4	kvare
1,297	2	kvare, mullit
1,262	3	kvare, mullit
1,243	2	kvare
1,209	3	kvare
1,191	3	kvare
1,162	2	kvare
1,088	3	kvare

15% alumíniumhidroxidot tartalmazó égetett grossalmerodi agyag égetett mintájának röntgen-diffrakciós felvétele.

4. táblázat

<i>d</i> kX	Intenzitás	Anyag
5,431	1	mullit
4,285	3	tridimit
3,379	5	kvare, mullit
2,914	1	mullit
2,684	2	mullit
2,564	3	mullit, korund
2,462	3	kvare
2,886	1	korund

d kX	Intenzitás	Anyag
2,293	3	kvare, mullit
2,217	2	mullit
2,141	2	kvare
2,087	2	korund
1,990	3	kvare
1,824	4	kvare
1,750	1	korund
1,678	2	kvare
1,603	3	mullit, korund
1,549	4	kvare
1,458	2	mullit
1,411	1	kvare, korund
1,380	5	kvare, korund
1,291	1	kvare
1,258	2	kvare
1,234	1	kvare
1,206	3	kvare
1,184	3	kvare
1,154	1	kvare
1,085	3	kvare

20% alumíniumhidroxidot tartalmazó gross-almerodi agyag égetett mintájának röntgen-diffrakciós felvétele.

5. táblázat

d kX	Intenzitás	Anyag
5,398	1	mullit
4,339	3	tridimit
4,101	3	tridimit
3,759	2	mullit
3,366	5	kvare, mullit
2,899	2	mullit
2,692	2	mullit, korund
2,553	3	mullit, korund
2,452	3	kvare
2,298	3	kvare, mullit
2,224	3	mullit
2,136	3	kvare, mullit
2,087	2	korund
1,987	3	kvare
1,858	4	kvare, mullit
1,752	1	korund
1,669	2	kvare
1,605	3	mullit, korund
1,546	3	kvare
1,455	3	mullit
1,407	1	mullit
1,382	4	kvare, korund
1,296	2	mullit
1,264	3	mullit
1,239	1	mullit
1,207	3	kvare
1,188	3	kvare
1,160	2	kvare
1,086	3	kvare

6,6% alumíniumhidroxidot tartalmazó gross-almerodi agyag égetett mintájának röntgen-diffrakciós felvétele.

6. táblázat

d kX	Intenzitás	Anyag
5,385	2	mullit
4,360	3	tridimit
4,147	3	tridimit
3,743	1	mullit
3,359	5	kvare, mullit
2,905	1	mullit
2,732	2	mullit
2,564	3	mullit, korund
2,465	3	kvare
2,399	1	korund
2,312	3	kvare, mullit
2,219	2	mullit
2,143	3	kvare, mullit
2,091	2	korund
1,987	3	kvare

d kX	Intenzitás	Anyag
1,828	4	kvare
1,748	2	korund
1,663	2	kvare
1,608	3	mullit, korund
1,548	4	kvare
1,452	2	mullit
1,380	5	kvare, korund
1,296	2	mullit
1,261	2	mullit
1,236	1	kvare
1,207	3	kvare
1,185	3	kvare
1,159	1	kvare
1,084	2	kvare

9,9% alumíniumoxidot tartalmazó gross-almerodi agyag égetett mintájának röntgen-diffrakciós felvétele.

Ismeretes, hogy szilíciumdioxid-alumínium-oxid rendszeren felépülő tűzálló anyagok szilárdsági mutatói, terhelés alatti lágyuláspontja, ellenállóképessége gyors hőmérsékletváltozással szemben szoros összefüggésben áll mullit tartalmukkal. Így a mullittartalom mennyisége és a mullit kialakulásának sebessége alapján minősíthetők a kísérleti anyagok is. Mivel a vizsgálatok csak kvalitatív jellegűek és így mennyiségi viszonyra legfeljebb egyes vonalak intenzitásából következtethetünk, arra az alapra helyezkedhetünk, hogy abból ítéljük meg a mullitképződés viszonyait, vajon marad-e a vizsgált mintában korund, vagy a teljes alumínium mennyiség korundkötésbe kerül. Ennek figyelembevételével megállapítható, hogy az 5–10 és 15% alumíniumhidroxidot tartalmazó mintákban korund nem mutatható ki, mivel a diffrakciós felvételeken mullitvonal nem található. 20% alumíniumhidroxidot tartalmazó minta vizsgálata azonban már korundot is kimutat, ami arra utal, hogy az alkalmazott égetési hőmérséklet és idő már nem volt elegendő ahhoz, hogy a dúsításra szánt alumíniumhidroxid teljes egészében mullitrácsba épüljön be. Emellett az 5. és 6. táblázat azt igazolja, hogy alumíniumoxid adagolás esetén az égetési hőmérséklet és időtartama mellett már 10% alumíniumhidroxidnak megfelelő mennyiségű alumíniumoxid tartalom esetén is jelentkezik egyértelműen korundvonal, tehát a mullitképződés sebessége kisebb, mint ha hidroxidot alkalmaztunk volna dúsításra. Még kedvezőbb a viszony, ha a dúsítás alumíniumfluoriddal történik, amint azt későbbi vizsgálatok igazolják.

Függ természetesen az előkészítés módjától is, mert míg szárazon kevert anyag izzítása esetén már 20% alumíniumhidroxid adagolás korund fázis kimutatását is biztosítja, nedves előkészítéssel 25%-os alumíniumhidroxid adagolás esetén sincs 6 órás, 1300 °C-os izzítás után a vizsgált mintában korundfázis, amint azt a 7. táblázat eredménye igazolja.

7. táblázat

d kX	Intenzitás	Anyag
5,418	3	mullit
3,397	5	mullit
2,899	3	mullit
2,703	4	mullit
2,567	4	mullit

<i>d kX</i>	Intenzitás	Anyag
2,433	2	mullit
2,295	3	mullit
2,212	5	mullit
2,124	3	mullit
1,887	2	mullit
1,837	2	mullit
1,700	3	mullit
1,608	3	mullit
1,529	4	mullit
1,448	3	mullit
1,408	2	mullit
1,337	3	mullit
1,283	2	mullit
1,265	2	mullit
1,244	2	mullit

25% alumíniumhidroxid tartalmú nedvesen előkészített nyers tűzálló agyag röntgendiffrakciós felvétele 6 óras, 1300 C°-os hőkezelés után.

Az alumíniumhidroxid adagolás úgy végezhető, hogy a beadagolásra kerülő alumíniumhidroxidot átszámítjuk sztöchiometrikusan alumíniumoxidra, és levonjuk az égetett, samottírozott anyag mennyiségéből. Az üzemkísérletek folyamán azonban úgy jártunk el, hogy az alumíniumhidroxid adagolást a nyers agyag terhére végeztük, mivel az égetett és a nyers agyag arány a salgótarjáni üveggyárban eltér a grossalmerodi fazékgyártási gyakorlatban használt samottanyag-nyersanyag aránytól a nyersanyag javára.

A kísérleti olvasztások tapasztalata igazolta a vizsgálatok eredményét. Jelentősen javult a téglék tűzállósága, kedvezőbb terhelés alatti lágyulási értékhez is jutottunk.

Az üzemkísérlet folyamán, amely a Salgótarjáni Üveggyárban folyt le, olyan dúsítási eljárást alkalmaztunk, hogy a többletként adagolt alumíniumhidroxid a fazékanyag alumíniumoxid tartalmát 3%-ban növelte. A bemérés térfogatméréssel történt. Az alapanyag súlyaránya a következő:

- 6 tf. rész égetett grossalmerodi agyag,
- 5 tf. rész nyers grossalmerodi agyag,
- 1 tf. rész alumíniumhidroxid.

A dúsított anyagot a samottműhely a korábbi-val azonos módszer szerint készítette elő, pihentette, szárította. A fazék kialakítás kapcsán a samottmester és a samottműhely dolgozói kedvezőbben megmunkálhatónak minősítették az anyagot, mivel nagyobb keménysége következtében a fazék formálása könnyebben ment.

A dúsított anyagból 5 db fazék készült. Az alapanyag bekeverése 1959. június havában történt, a fazékkészítést 1959. IX. 30-án és X. 1-én végezték el. A szárítási idő letelte után 1960 márciusában került az első fazék tűzbe. Rögtön az első kísérleti darab erős, a szokott-nál jóval nagyobb igénybevételnek volt kitéve, mert a kérdéses üzemperiódusban 1 héttel a kemence leállítása előtt egy idő előtt kifolyt fazék helyére került, így egyben annak a megítélése is lehetővé vált, hogy hogyan viselkedik a fazék gyors felfűtés esetén. A kísérleti fazék ezt az igénybevételt is igen jól bírta olyan körülmények között, amit a normál minőségű fazekak

csak a legtrikább esetben bírnak el. A második és harmadik kísérleti fazék április—május havi üzemperiódusban került a 12 fazekas kemencébe behelyezésre. Ez a két fazék a kemencének viszonylag közepes igénybevételt jelentő helyére került.

Az utolsó két fazék az augusztusi üzemperiódusban volt a 12 fazekas kemencében a legerősebb igénybevételnek kitett helyen, közvetlenül az égő közelében.

A kísérleti fazekak értékelését az alábbi pontokba foglaljuk össze:

1. Az üveg minősége kifogástalan. Semmi olyan selejteződés nem fordul elő, ami a fazék anyagára volna visszavezethető, illetve legfeljebb olyan mértékben, mint a többi fazekaknál. Kvantitatív értékelés a kísérleti körülmények között nem volt végrehajtható, mert a termelt árut különválasztani nem lehetett.

2. A dúsított fazekak igen jól bírják a gyors felfűtést, így üzemzavar esetén a termelőkiesést is ki lehet küszöbölni használatukkal.

3. A dúsított fazekak tűzállósága jobb, ami az azonos igénybevételnek kitett dúsítatlan fazekakkal történő összehasonlítás alapján megállapítható. Kisebb mértékű a fazekak leégése a láng felőli oldalon és kevesebb a kavernásodás, üregesedés is. Ezek a körülmények lényegesen emelik a használat közbeni biztonságot is.

A fazékszerkezet alakulásáról az 1. ábra (Veress Zoltán felvétele) nyújt felvilágosítást. Ez az első kísérleti fazék anyagából készült csiszolat fényképe, amely 1 hétig volt tűzben. Ezt a fazekat csak azért kellett kivenni, mert a többi fazekak cseréje miatt az olvasztókemencét leállították.

Grossalmerodi fazékanyagának és a kísérleti fazék cserepének az összehasonlítása azt mutatja, hogy a kísérleti cserep térfogatsúlya kisebb. Ez azonban azzal magyarázható, hogy ez a fazék nem volt 6—8 hétig tűzben és így nem következhetett be olyan mértékű tömörreégés, mint a teljes üzemperiódusból kikerült fazekak anyagánál.

A mikroszkópi szövet mullitkristály egyedei kisebb méretűek, mint az eredeti grossalmerodi



1. ábra



2. ábra



3. ábra

szöveté. Ez egyébként minden valószínűség szerint azzal is magyarázható, hogy az égetési idő kisebb volt. A fazékszövetben jelenlévő tridimit is sokkal kisebb méretű, az ábrán (1. ábra) a fehér foltok és a nyíl mutatják a tridimitet.

A 2. ábra eredeti grossalmerodi fazékcserép csiszolata, melyen az egyébként lepattogzó glazúrreteg is megmaradt. A kép jobb oldalán látható világos sáv a repedést mutatja. A glazúrrészben mullit kristályhalmaz látható, a tridimit már kioldódott. A lepattogzás ott következik be, ahol a szövetben még a tridimit is jelen van.

A glazúrretegnek a megrepedezése hűlés közben $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül következik be, majd $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűlve lepattan a fazékról. Ezt a jelenséget a fazékanyagban levő tridimit okozza, ami hűlés közben béta módosulatba megy át. Az átalakulással járó térfogatkontrakció jóval meghaladja az üvegnek a lehűléssel járó összehúzódását. A glazúr korábbi összeroppedezésének viszont az az oka, hogy eddig a hőmérsékletig az húzódik jobban össze.

A 3. ábra szintén dúsítatlan, grossalmerodi agyagból és samottból készített fazékdarab mikroszkopos csiszolata. A nagyobb fehér foltok tridimit kristályokat képviselnek.

Az üzemi kísérletek egyértelmű pozitív eredménye alapján a Salgótarjáni Üveggyár legyártatja a gyár negyedévi fazékszükségletének megfelelő dúsított fazékmennyiséget. Az Intézet megtette javaslatát az eredmény ipari bevezetésére és hasznosítására.

Az alumíniumhidroxidos samott dúsítás előnyösen alkalmazható nemcsak fazekak, hanem samott úszók, húzócsónakok, üvegmerítő gyűrűk stb. minőségének és élettartamának növelésére is.

IRODALOM

1. *Toropov, N. A., Galakhov, P. Ya* : Dokl. Akad. Nauk. USSR. 78. 299. (1951).
2. *Aramaki, S., Roy, R.* : J. Am. Ceram. Soc. 42. 644. (1958).
3. *Grofcsik, J., Vágó, E.* : Építőanyag 4. 211. (1952).
4. *Grofcsik, J., Toronyi, G.* : Építőanyag 7. 81. (1955).
5. *Vissy, L., Lőcsei, B.* : Üvegolvastó kemencék tűzállóanyagainak vizsgálata. I. Samottkádkövek korróziója. EaKKI jelentés : 79. sz. 1958. Budapest.

6. *Lőcsei B.* : Üvegolvastó fazekak élettartamának növelése. EaKKI jelentés 89. sz. 1958. Budapest.
7. *Lőcsei B., Veress, Z., Vissy, L.* : Corrosion mechanism of glass melting pots. Silicates Industriels ; 25. 410. (1960).
8. *Steinhoff, E.* : Glastechnische Berichte 30. 425. (1957).
9. A survey of refractories used in glass tank furnaces J. Soc. Glass Technol. 42. 63. (1958).
10. *Bushy, T. S.* : Glass technology 1. 11. (1960).
11. *Veres Z.* : Vizsgálati jelentése (kézirát, 1960).

Dr. Lőcsei Béla : Üvegolvastó fazekak élettartamának növelése.

A grossalmerodi tűzállóanyagból és samottból készített fazekak élettartama növelhető Al_2O_3 tartalmuknak 3%-kal történő emelésével. Röntgen vizsgálattal kimutatásra került, hogy a mullitképződés sokkal gyorsabb, ha az Al_2O_3 -ot $\text{Al}(\text{OH})_3$ formában keverik a nyersanyaghoz. Az üzemi kísérlet megerősíti a laboratóriumi vizsgálat eredményét. Az $\text{Al}(\text{OH})_3$ adagolással készített fazekak tűzállósága növekedett, emellett teljesen tömörre égtek; jobban ellenállt a fazékanyag a nyersanyagkeverék és üveg korróziós behatásának.

Д-р Лэчеи Бела : ПОВЫШЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ГОРШКОВ

Срок службы горшков, изготовленных из grossalmerодского огнеупора и шамота может быть увеличен путем повышения содержания Al_2O_3 на 3%. Рентгеновскими исследованиями было установлено, что образование мullита происходит с повышенной скоростью в том случае, если Al_2O_3 добавляется к сырой глине в виде $\text{Al}(\text{OH})_3$. Результаты лабораторных исследований подтверждаются заводскими испытаниями. Огнеупорность горшков, изготовленных с добавлением $\text{Al}(\text{OH})_3$ увеличивается, помимо этого, горшки после обжига являются совершенно плотными; а также материал горшка лучше противостоит коррозионному влиянию сырьевой смеси и стекла.

Dr. B. Lőcsei : Verlängerung der Lebensdauer der Glasschmelztöpfe.

Die Lebensdauer der aus Grossalmeroder feuerfesten Ton und Schamotte hergestellten Töpfe lässt sich durch eine 3%-ige Erhöhung ihres Al_2O_3 -Gehaltes verlängern.

Röntgenographische Untersuchungen bestätigen, dass die Mullitbildung erheblich schneller vor sich geht, wenn das Al_2O_3 dem Rohmaterial in Form von $\text{Al}(\text{OH})_3$ zugesetzt wird. Betriebsversuche unterstützen die Ergebnisse des Laboratoriums. Die Feuerfestigkeit der mit $\text{Al}(\text{OH})_3$ -Zusatz erzeugten Töpfe stieg an, während sie vollkriemmen dicht ausgebrannt wurden; das Material leistete stärkeren Widerstand der korrodierenden Wirkung des Rohgemisches und des Glases.

Aknakemencék a kötőanyagiparban

JIRKU EMIL (Horné Srnie)

(*Folytatás*)

4. Klinkerégető aknakemencék

4.1. Bevezetés

Már említettük, hogy a klinkerégető kemencék fejlődése egyöntetűbb volt, bár az egyes kemencetípusok között nagy a különbség. Tulajdonképpen inkább egy összefüggő fejlődés különböző fokozataival találkozunk semmint eltérő típusokkal. Az alakok és méretek száma a kemence főfunkciójára, a zsugorításra való tekintettel korlátozottabb.

Az elterjedt klinkerégető aknakemencék főméretei a következők:

A belső átmérő 2,4—2,6 m. Kisebb átmérők nem gazdaságosak (kis kapacitás, nagy hőfogyasztás, mert a felület a köbtartalomhoz képest nagy). Nagyobb átmérők eddig ugyancsak nem váltak be, aminek okaival a továbbiakban kimerítően foglalkozunk.

A magasság a kezdeti kis méretektől az idők folyamán 12 m-re nőtt, majd újra lecsökkent 8—9 m-re. Ez a méret az anyagelőkészítéshez és a hűtéshez szükséges idő által adódik. A klinker égetési hőmérsékletének nagyobbodásával nőtt a kemence magassága. A gázok átáramlási sebességének növelése által a gázoknak a részecskék közötti lamináris áramlása már az átmeneti, legújabban pedig a turbulens tartományba került. Ezáltal a hőtadási tényező is lényegesen megnőtt, ami pedig a kemence magasságának csökkentését tette lehetővé. Ezzel együtt járt a granáliák méretét csökkentő irányzat is, ezáltal megnőtt a feltárt anyag és a gázok, illetve a lehűlő klinker és a bevezetett levegő közötti hőtadó felület is.

Újabb fejlődés eredményeképpen az aknakemencék alakja a következőképpen módosult:

Régebbi hengeres kemencék samottfalazata 1—2 kisebb fokozatban, vagy esetleg folyamatosan lefelé bővült, ez a sugárban legfeljebb 5—10 cm-t tett ki. Arra szolgált, hogy a kemencetöltet meg ne szakadhasson, vagy a falazat felső részének sérülésekor le ne fékeződjön.

Újabb szerte a világon — Csehszlovákiában egyelőre csak Bystrében — tölsérszerűen falazott kemencék vannak használatban (5). Ez a kemence felső részén alkalmazkodik a dekarbonizálódó és zsugorodó anyag térfogatsökkenéséhez. A felül kialakított kúp rész magassága 1,5—2 m és átmérője 2,9—3 m-ről 2,5 m-re szűkül. Régebbi hengeresen falazott kemencék esetében az anyag kontrakciója azzal a következménnyel jár, hogy a középén végbemenő zsugorodás miatt a falazat mentén szabad üregek keletkeznek, és itt nagy feleslegben áramlik át a levegő, ugyanakkor a kemence közepe levegő nélkül marad.

Újabb kemencékbe a levegőt már nem a

kerületen fújják be, mert kitűnt, hogy az így bejutó levegő nem jut el a kemenceközepre, hanem csak a peremrészek amúgy is előálló légfeleslegét növeli.

További változtatást képvisel a kemence felső részén annak erősített hőszigetelése. Az itt fellépő nagyobb hőveszteség kiküszöbölésére a kemenceköpeny felső részét 50—120 cm-rel kibővítik és a belső falazat és a kibővített köpeny közé szigetelőfalazatot vagy szigetelő töltetet, esetleg vegyesen falazatot és töltetet helyeznek. Bystrében 3 kemence van szigeteléssel ellátva.

Az anyagfeladás módja is jelentős fejlődésen ment át. A Dorsten- és Bühler-féle sajtók által előállított 180, 120, majd 70 mm-es préstestek helyett 35, majd 25 mm-es hengerek sajtolására tértek át. Sikerült végül 8—20 mm-es gömbalakú granáliák előállítására áttérni. E kérdésre később még ugyancsak visszatérünk.

4.2. A klinkerégető aknakemence egyensúlyi állapotának jellegzetességei

Itt is érvényes az égető övezet állandó szintjét biztosító követelmény: a felfelé terjedő égés sebessége legyen megegyező az anyag lefelé mozgásának sebességével. A viszonyok azonban körülményesebbek, mint mészégetés esetében.

A zsugorodás folyamán 1300—1450 °C-on az anyagban 23—30% mennyiségben olvadákfázis, illetve részleges lágyulás jelentkezik. A folyékony olvadákfázis mennyisége a kémiai összetételtől, illetve a hőmérséklettől függ. Minél nagyobb a szilikátmodulus, annál kevesebb a folyékony fázis. Ennek viszkozitása, illetve folyóssága viszont az aluminátmodulustól függ. Kisebb aluminátmodulus esetén folyósabb a olvadákfázis.

A olvadákfázistól és annak folyósságától függ a zsugorodás sebessége. A hőmérséklet növekedésével növekszik mindkét érték. A folyékony fázis leépíti az egyes szilárd alkotókat és ezek a megolvadt anyagon át újból mint klinkerásványok kristályosodnak (6). A leépülési sebesség növekedését a kvarcsemcsék mérete korlátozza. Már ebből is látható, hogy nemcsak a modulusok, azaz az oxidok megfelelő aránya bír fontossággal, hanem a fizikai állapot, főleg az őrlési finomság is; nehezen őrlődő nyersanyagnál ez is gátja lehet a zsugorodásnak (7). Minél nagyobb e megolvadt anyag részaránya és minél kisebb annak viszkozitása, annál gyorsabb a zsugorodás végbemenetele, viszont az anyag annál ragadósabbá válik, annál nagyobb az anyagnak a ránehezítő súly alatti összenyomódása, ami azután az égési levegő áthatolását gátolja. A folyékony fázis második mennyiségi korlátját az képezi, hogy jelenléte a szilárd fázis, és benne a szilárdság fő hordozója, a kristályos alit mennyiségét csökkenti.

4.3. A klinkerégető aknakemence hőtechnikája

4.3.1. Az aknakemence hőrendszerei

A hőfolyamatok szempontjából a klinkerégető kemencék övezetei (és hasonló felosztás alkalmazható a mészégető kemencék övezeteire is) két csoportba sorolhatók: 1. A főhőrendszer, ehhez a kemence azon részei sorolhatók, amelyekben a nyersanyag hőmérséklete meghaladja az 550 C°-ot. Ennek részei a dekarbonizációs, a zsugorító és a hűtő övezet, egészen a kész klinker kihullásáig. 2. A mellékhőrendszer, az anyag előkészítésére, szárítására és 550 C°-ig való felmelegítésére szolgál. Ez a felosztás H. Eigentől származik (8), az 550 C°-os rendszerhatárt az indokolja, hogy a folyamat során itt már előtérbe lép a dekarbonizáció, főként, ha a nyersanyag MgCO₃-t is tartalmaz. H. Eigen rámutatott továbbá, hogy a kemencéből távozó gázok hőtartalma a gázoknak és a nyersanyagoknak a rendszerhatáron mért hőmérsékletkülönbségétől függ (9). A forgókemencével szemben e téren az a főkülönbség, hogy annál az anyag a forgókemence forgómozgása által kiváltott spirálvonalú mozgása közben állandóan keveredik, míg az aknakemencében gyakorlati mérvű keveredés nem jelentkezik és az anyag állandóan függőlegesen lefelé halad. Ennek következménye, hogy a falazati hővesztések fedezésére csak a szélén elhelyezkedő 7—12 cm-es szegély játszik szerepet. A kemencetöltet e szegélyrése más termikus feltételek között működik, mint a kemence más részei. Aknakemencéknél tehát 4 hőrendszert különböztethetünk meg:

- a szegély-főhőrendszer,
- a középső főhőrendszer,
- a szegély-mellékhőrendszer,
- a középső mellékhőrendszer (10), (2. ábra).

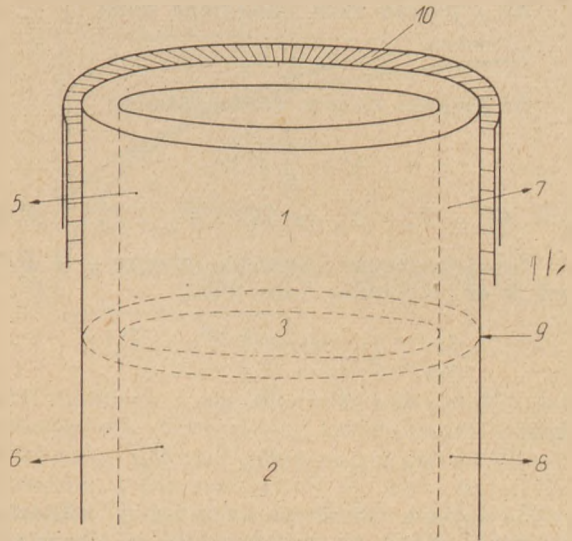
A fő- és mellékhőrendszer határán az egyensúlyi helyzet megköveteli, hogy a főhőrendszerből érkező hő fedezze a mellékhőrendszer hőigényét és annak hővesztését. Ez fennáll a szegélyrendszerre és a középső részekre egyaránt. A szegélyrendszerben a szegélyvesztések fedezésére természetesen nem elegendő a falazat hőszigetelő hatása, hanem ezenfelül még annyi hőt kell odavezetni, ami legalább elegendő a szegélyanyag 1350 C°-ra hevítéséhez. A szegélyrendszer hőmérlege a következő:

A szükséges összes meleg = az égetés elméleti hőszükséglete + a távozó gázok hőtartalma (azaz a gázok érezhető hője + a vízgőz párolgási hője) + a távozó klinker hőtartalma + a szegélyvesztések fedezésére a falazaton áthaladó hő. A középső rendszerben viszont:

A szükséges összes meleg = az égetés elméleti hőszükséglete + a gázok hőtartalma + a klinker hőtartalma. Itt nincs más veszteség.

4.3.2. A szegélyrendszer hőmérsékleti viszonyai

A szegélyvesztések fedezésére szükséges hő a szegélyrétegből — a szegélytől a közép felé — egyenetlenül kerül elvonásra. A hőátadás a falazaton, szigetelésen és kemenceköpenyen át a szó-



2. ábra. A hőrendszerek elhelyezkedése az aknakemencében. 1 mellékhőrendszer, 2 főhőrendszer, 3 középhőrendszer, 4 szegélyhőrendszer, 5 közép-mellékhőrendszer, 6 közép-főhőrendszer, 7 szegély-mellékhőrendszer, 8 szegély-főhőrendszer, 9 rendszerhatár, 10 falazat

ban levő anyagok hővezetőképességétől, rétegvastagságától, a szigetelés külső és belső felületének hőátadási tényezőjétől, valamint a falazat belső és köpeny mentén áramló külső levegő hőmérsékletének különbségétől függ (11).

Jóval körülményesebbek a viszonyok a kemencetöltetben való hőátadás és hőmérsékletes tekintetében. A hőátadásba ugyanis belejátszik a helyi hőtermelés és hőfogyasztás ún. hőforrás-folyamata is.

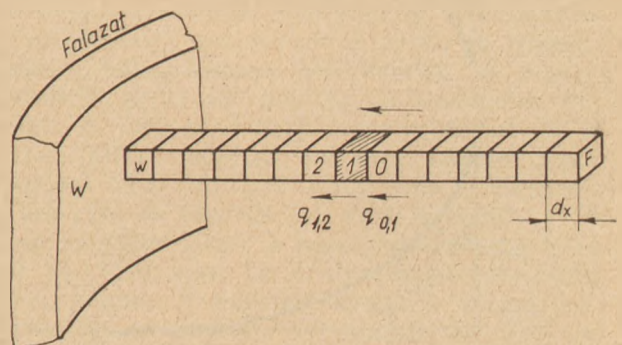
Képzeljük magunk elé a kemencetöltet egy, a falazathoz csatlakozó részét, mint F felületű elemek sorozatát (3. ábra). Vegyük a srafzott elemet az 1-es sorszámúnak. Ennek súlya $dG = \gamma dV = \gamma F dz$. Az időegységbeni hőtartalom változása három részből tevődik össze:

a) az 1. sorszámú elem forrászzerű hőtermeléséből:

$$q_1 = \frac{dQ}{dG} = \frac{dQ}{\gamma F dz}$$

b) a falazat felé történő hőmérsékletes irányának megfelelően a 0 sorszámú elemből az 1 sorszámú elembe vezetett q_{01} hőből,

c) az 1 sorszámú elemből a 2 sorszámú elemnek átadott hőből.



3. ábra. A szegélyrendszer hőmérsékleti viszonyainak kialakulása

átlagos hőfogyasztás még mindig csak $950 \cdot 0,111 + 620 \cdot 0,889 = 656,5$ kcal/kg. A különleges és drága szigetelés tehát már nem fizetődik ki, mert anélkül is csak 36,6 kcal/kg többlet mutatkozik az elméleti értékhez képest és a szigetelés okozta megtakarítás mindössze 22 kcal/kg. A ma használatos falazás és 2,5 m átmérő mellett az érték $950 \cdot 0,15 + 620 \cdot 0,85 = 670$ kcal/kg, azaz a többlet 50 kcal/kg és itt már gazdaságosnak tűnik a hőszigetelés.

De nem kisebb fontosságú a hőfogyasztás csökkenésének további következménye, a teljesítménynövekedés sem. Tételezzünk fel a mai megszokott üzem vitelével egyező kemenceellenállást. Ekkor azonos nyomás mellett a kemencébe azonos légmennyiség kerül. 2,5 m átmérő mellett az ekvivalens keresztmetszet normálállapotban $0,017 \text{ m}^2$. 1600 mm v.o. nyomás esetén az

$$F_{ae} = \frac{M}{240 \sqrt{P_{stat}}}$$

képlet értelmében

$$M = 240 F_{ae} \sqrt{P_{stat}} = 240 \cdot 0,017 \sqrt{1600} = 160 \text{ m}^3/\text{min}$$

levegő jut a kemencébe.

A mai 950 kcal/kg hőfogyasztás mellett Anselm szerint a kemence napi kapacitása

$$G = \frac{1190 M}{Q} = \frac{1190 \cdot 160}{950} = 200 \text{ t klinker}$$

Ha differenciálégetés esetén 640 kcal/kg hőfogyasztást érünk el, akkor $160 \text{ m}^3/\text{min}$ légmennyiség, azonos nyomás és ellenállás esetén

$$G = \frac{1190 \cdot 160}{640} = 297 \text{ t klinker/nap}$$

A differenciálégetést egy rögtönzött eljárással a Lietavska Lučka-i cementgyárban kipróbáltuk. Egy oly kemencébe, amelybe a teljes keresztmetszeten a szokásos módon 970 kcal/kg klinker hő volt bevezetve, kézi lapátolással a közepen kb. 20%-nyi, teljesen tüzelőanyagmentes granáliát szórtunk be, anélkül, hogy a 20 cm-es szegélyrendszert befolyásoltuk volna. A kemence ellenállása nem változott, tehát ugyanaz a levegőmennyiség jut a kemencébe, mint eredetileg a tüzelőanyagmentes granáliák adagolása nélkül. Sikerült tehát 20% többletmennyiséget kiegészíteni többlettüzelő és többletlevegő nélkül. A közep-tűz könnyebben uralható volt, összesülés nem jelentkezett. Az átlagos hőfogyasztás szigetelés nélkül is 730 kcal/kg-ra javult. A klinker minősége gyakorlatilag kiegészítetlen-mentes volt (magas szilikátmodulus mellett 3%, míg más kemencék-nél 970 kcal hőbevezetés, azonos anyag és a közep-tűz megszokott nehézségei mellett magas szilikátmodulus esetén 14%, tehát ötszörös mennyiségű kiegészítetlen és amellettt összesüléseket tapasztaltunk). A szlovákiai aknakemencék rekonstrukciójánál előirányozták a differenciálégetésre való áttérést.

A differenciálégetés problémája azonban ezzel még nincs kimerítve. A teljes keresztmetszet egyenletes égetésének elérésével és a klinkertömbök

képződésének kiküszöbölésével fennáll a lehetőség a kemenceátmérő növelése, vagyis lineáris méretváltoztatás mellett a teljesítmény négyzetes növelésére.

A keresztmetszet azonos fajlagos levegő-átbocsátása mellett és $D_{i1} = 2,5$ m átmérő esetén $F_{ae} = 0,017 \text{ m}^2$, azaz a kemenceellenállás

$$R = \frac{F_{ae1}}{F_{i1}} = \frac{0,017}{4,7} = 0,0035$$

$D_{i2} = 3,5$ m kemenceátmérő esetén $F_{i2} = 9,72 \text{ m}^2$. Ha az ellenállás azonos,

$$\frac{F_{ae1}}{F_{i1}} = \frac{F_{ae2}}{F_{i2}} = R,$$

$$F_{ae2} = 0,0035 \cdot 9,72 = 0,034 \text{ m}^2$$

$$M_2 = 240 F_{ae2} \sqrt{P_{stat}} =$$

$$= 240 \cdot 0,034 \sqrt{1600} = 324 \text{ m}^3/\text{min}$$

és ebből Anselm képletével

$$G = \frac{1190 M}{Q} = \frac{1190 \cdot 324}{640} = 600 \text{ t/nap} = 25 \text{ t/óra}$$

kemencekapacitás adódik. $D_i = 4$ m esetén a napi kapacitás már 800 t. A kemence 7—9 m-es magassága változatlan marad és minthogy az ellenállás nem nő, a befűvási nyomás is változatlan marad.

Ezek a lehetőségek teljesen új megvilágításba helyezik az aknakemencés rendszert. A differenciálégetés kiküszöböli a kemenceátmérő növelésének korlátait és ezzel megnyílik a nagyteljesítményű egységek létesítésének lehetősége. Elésik egyúttal az aknakemencék ellen eddig hangoztatott két érv létjogosultsága is:

1. a kis egységteljesítmény,
2. a gyengébb klinkerminőség (a jelenlegi középső rendszer egyenetlen hőfolyamatának következménye).

De jelentkeznek további előnyök is:

1. a hőfogyasztás javulása, amely az elméleti hőfogyasztást közelíti meg,
2. további tökéletesítések lehetőségei nyílnak meg.

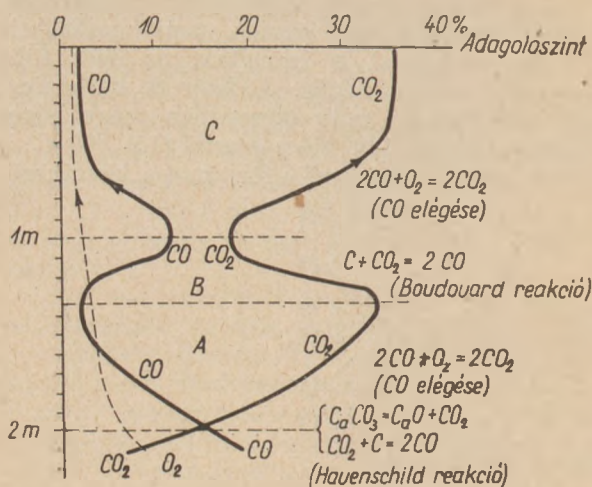
A nagyobb egységteljesítmények mellett a differenciálégetés fő előnyét a tüzelőanyagmegtakarításban látjuk. Az Eigen-féle kemenceszigetelés ezt nem éri el, mert a közép-hőrendszer egyenetlenségét nem szünteti meg.

A differenciálégetés az oxigénnel dúsított levegővel való égetés gazdaságossá tételében is új helyzetet teremt. A hőfogyasztás javulása az 1 kg klinkerre számított oxigénfogyasztást mintegy 30%-kal csökkenti, ezenfelül csökkennek az intenzívebb égetés miatt itt fokozott mértékben várható összesülési nehézségek is.

4.3.4. A tüzelőanyag és szerepe a kemencében

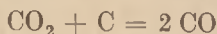
Az esetek túlnyomó többségében az aknakemencében kis illótartalmú szilárd tüzelőanyagot használnak.

A nyersanyaggal felülről érkező tüzelőanyag fokozatosan felhevül. Először távozik a szabad

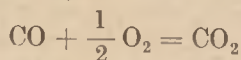


6. ábra. A gázok összetételének változása a kemence tengelye mentén

anyagba behatoló CO₂ a



egyenlet szerint hő fogyasztása mellett CO-vá redukálódik. — A karbonium CO-vá való primer elégését még inhibitorok (Cl₂, Br₂, és POCl₃) alkalmazása is előmozdítja, mert ezek a



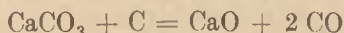
reakciót gátolják és így csakis CO képződik.

Az ún. Boudouard reakcióval később foglalkozunk, mert annak egy másik kemenceövezetnél van fontossága.

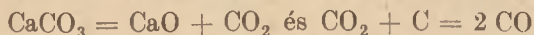
Említésre méltó még, hogy száraz CO a levegőben igen lassan ég el.

Ez tehát a karbonium elégeése levegőben, vagyis, ha a tüzelőanyag szabadon helyezkedik el a nyersanyag szemcséi között. Gyulladás hőmérséklete ilyenkor 500—700 C°, ezért már az égetés övezetben elég. A fejlődő hő tehát nem adódhatik át kielégítő mértékben az anyagoknak, főként kis teljesítmény esetén, amikor a lassú áramlás következtében kicsi a hőátadási tényező. A tüzelőanyag hőtartalmának egy része ilyenkor elvész.

Másként megy végbe az elégeés, ha a karbonium nyomás alatt van a nyersanyagba besajtolva. Az ilyen körülmények között végbemenő égésről annak idején H. Kühl és A. Hauenschild folytattak vitát (16.) Kühl véleménye szerint a karbonium a granáliákon átdiffundáló levegőben ég el, Hauenschild szerint pedig a reakcióegyenlet a következő :

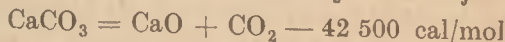


Ha meggondoljuk, hogy bár kis adagokban, de már kis hőmérsékleten is képződik a mészkőből disszociációs CO₂, amely a granáliák belsejében túlnyomást okoz, nehezen képzelhető el levegőnek a karboniumhoz való behatolása. Ez volt Hauenschild egyik érve is. Kühl ezzel szemben azt vitatta, hogy a Hauenschild-féle reakció, amely két fokozatban megy végbe :

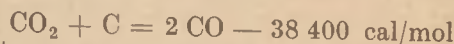


mindenképpen endoterm, mert mindkét részreak-

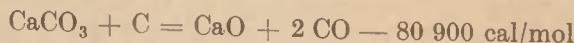
ció, a CaCO₃ bontása és a CO₂ redukciója is az :



és



összesítve

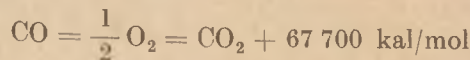


Egy 1959-ben szerző vezetése alatt készült diplomamunka keretében a tűztől a felületig 10 cm-ként vett gázminták elemzését végezték el. A több kemencéből és azok különböző helyeiről vett mintát elemzései a 6. ábrán feltüntetett érdekes képet mutattak.

A maximális hőmérséklet övezetében sok a CO, az O₂ és a CO₂, ami C-nek a CaCO₃-ból származó CO₂-vel való reakciójára és így 2 CO képződésére utal. A sémában A-val jelzett övezetben a CO lassan CO₂-vé ég, az O₂ tartalom fogyása mellett. A B jelű övezetben újból növekszik a CO tartalom, a CO₂ fogy, de fogy az O₂ is. A C jelű övezetben a CO tartalom ismét csökken, a CO₂ növekszik és az O₂ tovább fogy. A CO és O₂ lehűlése miatt a CO elégeése nem fejeződik be és O₂ mellett CO is marad a füstgázban.

A gázok nagy sebessége és a lassú elégeés egymásrahatása alakítja ki a végbemenő folyamatokat. A karbonium a CaCO₃ disszociációjából képződő CO₂-vel 1000 C° hőmérsékleten képez CO-t. Kühl szerint 760 mm Hg o. mellett a disszociáció hőmérséklete 894,4 C°, de sajtolt vagy granulált testekben a nyomás ennél nagyobb.

A 950 C°-on végbemenő disszociációhoz 1575 mm Hg o., azaz kb. 1 att, az 1000 C°-on végbemenőhöz kb. 2,9 att és az 1050 C°-on végbemenőhöz kb. 5,8 att tartozik. Ily körülmények között természetesen nem juthat levegő a granáliákba a C elégetéséhez. A keletkező CO kilép a granáliákból, és csak a közöttük levő hézagokban találkozik levegővel és ég el a



egyenlet szerint.

A B övezetben a 700—900 C° tartományban a CO₂ a granáliák felületén levő tüzelőanyaggal, valamint a szabad tüzelőanyaggal újból CO-vá redukálódik.

Az itt fellépő CO₂ + C = 2 CO — 38 400 cal/mol folyamat Boudouard reakció néven ismeretes. E reakció endoterm, 1 g C-re számítva 3200 cal és 1 g CO₂-re 873 cal szükséges. A karbonium illetően elégeésének sebessége a következő paraméterek függvénye :

1. a részecskék felületén elégeésre rendelkezésre álló karbonium mennyisége,
2. a karbonium fajlagos felülete (azaz az élek és csúcsok száma) és aktivitása,
3. a gázok hőmérséklete a tulajdonképpeni égetési övezeten belül,
4. a karbonium körül áramló gázok sebessége,
5. a jelenlevő szennyezések katalitikus hatása.

Ezen paraméterek mindegyike fontos szerepet játszik. Törekvésünk oda irányul, hogy s CO₂-nek

CO-vá redukálódását lehetőleg gátoljuk, mert a C jelű övezetben, azaz az így keletkező CO másodlagos elégésének övezetében a körülmények már kedvezőtlenek: kicsi a hőmérséklet és kicsi az O₂ koncentráció, a CO elégése tehát lelassul és kialszik.

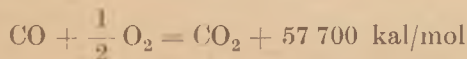
Technológiai szempontból e feltételek nagy figyelmet érdemelnek.

Fontos mindenképp a nyersanyaggal elkevert tüzelőanyag fajlagos felülete. A nyerslisztrel együtt finomra őrölt tüzelőanyag az említett okokból a füstgázok nagy CO tartalmát (8—15%) eredményezi. Ez a C övezetben nem ég el még akkor sem, ha levegő bőségesen van jelen, aminek 200—300 kcal/kg klinker hőveszteség a következménye. Ez vezérelte Spohn-t szabadalma kidolgozásában (17), amelynek során az őrölt tüzelőanyagot tartalmazó granáliákat tüzelőanyag nélküli nyerslisztrel burkolja. Ily módon nincs a granáliák felszínén nagy fajlagos felületű tüzelőanyag, redukció nem jön létre, a tüzelőanyag keresztülhalad a Boudouard-reakció hőmérsékleti övezetén és átjut a CaCO₃ + C reakció forróbb övezetébe. Sikerült is ily módon a füstgáz CO tartalmát 10%-ról 2—3%-ra csökkentenie.

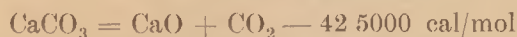
Mint hogy üzemeinkben a tüzelőanyagot mi nem őröljük meg és 1—4 mm-es szemcsézzel adagoljuk, mi a 2—3%-os CO tartalmat a Spohn-féle granáliaburkolás nélkül is elérjük. A tüzelőanyag megőrlésének szükségessége, vagy szükségtelensége tekintetében a hamunak is van befolyása és erre a kérdésre alább még visszatérünk.

Tisztánunk kell még a Kühl által Hauen-schild ellen használt érvet is, hogy tudnillik a CaCO₃ — C reakció endoterm és lefolyásához hő hozzávezetése szükséges.

Figyeljük meg a 7. ábrán, hogy mi történik a granáliák felszínén. Azok a



exoterm égés keltette nagy hőmérsékleten már a felső rétegekben dekarbonizálódnak, a



egyenletnek megfelelő egyidejű hőfogyasztás mellett is felhevülnek a zsugorodási hőmérsékletre. Ezt követően az anyagfelszíntől befelé megindul a zsugorodás exoterm folyamata, kb. 100 cal/g klinker hőfejlesztéssel, ami a klinker hőmérsékletét 330 C°-kal növelné, a gázok felhevítését is figyelembe véve ez 155 C°-ot tesz ki. A valóságos hőmérséklet a körülményektől függően ez értékek közé esik. A zsugorodási hőmérséklet, valamint az ezt is meghaladó égési gázhőmérséklet és a granáliák belseje között az endoterm folyamat megindulása előtt hőmérsékletkülönbség áll fenn, ennek hatására hőáramlás indul meg a granáliák közepe felé. Ez azután alkalmas az endoterm folyamat táplálására, főként, ha a klinkerásványok képződésének exoterm folyamata a granáliákban befelé előrehalad.

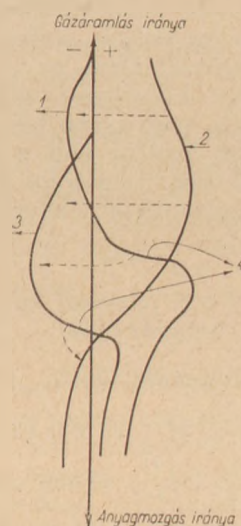
Ez a folyamat a 7. ábrán látható, ahol a szakadozott nyilak az endoterm reakcióhoz szükséges hőnek az exoterm reakciók által való szolgáltatását jelképezik. Ez az égés termokémiai

folyamatának dinamikája. Számítással való pontosabb követése a gyakorlatban szabályozhatatlanul jelentkező forrásszerű hőleadás és hőfelvétel miatt nehézségekbe ütközik.

A CaCO₃ + C reakciónak a CaCO₃ bontása képezi a szűk keresztmetszetét, mert a szénnek CO-vá való redukciós égését 760 mm Hg o. nyomás mellett a következő értékek jellemzik:

t C°	TK°	ΔH _T cal/mol	ΔZ ₀ cal/mol	log K _p
127	400		+ 24 311	— 13,285
527	800		+ 7 185	— 1,963
700	973		0	0
727	1000	+ 40 780		
927	1200	+ 40 300	— 9 645	+ 1,757
1127	1400	+ 39 750		

ahol ΔH_T a T hőmérséklet melletti hőszínezet, ΔZ₀ az izobár termodinamikuss normálpotenciál és



7. ábra. A tüzelőanyag elégésének termokémiai folyamatai

1 a granáliák felületi endoterm reakciója $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 42\,500 \text{ cal/mol}$, $t \sim 900 \text{ C}^\circ$,

2 az elégés exoterm folyamata $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 67\,700 \text{ cal/mol}$,

3 a granáliák belsejének endoterm folyamata $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 42\,500 \text{ cal/mol}$, $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO} - 38\,400 \text{ cal/mol}$, $t \sim 1000 \text{ C}^\circ$,

4 a klinkerképződés exoterm folyamata $\sim 100 \text{ kcal/kg}$ klinker, $t \sim 1350 - 1450 \text{ C}^\circ$

log K_p a 760 mm Hg o. melletti egyensúlyi állandó logaritmus.

A táblázatból látható, hogy 700 C°, vagy ennél nagyobb hőmérsékleten (ahol ΔZ₀ negatív és log K_p pozitív) a C + CO₂ = 2 CO reakció valószínűleg létrejön, a sajtolási nyomás következtében a CaCO₃ bomlása ugyanekkor fékezett. 1000 C°-on ΔZ₀ már kb. —12 000 cal/mol, log K_p kb. 2,0 és így a C + CO₂ reakció könnyen végbe-mehet.

A reakció sebessége a karbonium felületétől és a CaCO₃ bomlási sebességétől (azaz a CaCO₃ felületétől, a granáliák porozításától és sajtolási nyomásától) függ.

Ily módon megmagyarázhatjuk az exoterm és endoterm folyamatok kölcsönös hőkiegyenlítését, amelyben közrejátszik a reakciók különféle térbeli eloszlása, a gázok és a kemencetöltet mozgása és hőátadása.

Az irodalomban találunk egyes utalásokat, hogy a C-t a CaCO_3 -nak stöchiometrikusan megfelelő mértékben kell bevezetni, és pedig a $\text{CaCO}_3 + \text{C} = \text{CaO} + 2 \text{CO}$ egyenlet szerint. Ez indokolatlan. Könnyen kiszámítható, hogy míg a közép-hőrendszerben gyakorlatilag 620 kcal/kg klinker hő szükséges, a stöchiometriai arány betartása mellett 1,52 kg nyersanyag adódnék 1 kg klinkerre. A nyersliszt 78,6% CaCO_3 tartalma esetén ez 1,186 kg CaCO_3 és ennek

$$\frac{1,186}{100} \cdot 12 = 0,142 \text{ kg C}$$

felel meg. Ha pedig a C fűtőértéke 8000 kcal/kg, akkor 1 kg klinkerre jut

$$8000 \cdot 0,142 = 1136 \text{ kcal/kg.}$$

Nem szükséges azonban a teljes CaCO_3 mennyiséget e reakció szerint, C felhasználásával bontani, hanem csupán annyit, amely a CO utóégésével a maradék CaCO_3 kiégetéséhez szükséges hő szolgáltatni képes. Szlovákiában az aknakemencék 900–1000 kcal/kg hőfogyasztással üzemelnek. A differenciálegégetési nagyüzemi kísérlet alkalmával pedig csak 730 kcal/kg volt a hőfogyasztás. Ez pedig gyakorlatilag is igazolja a C és CaCO_3 stöchiometriai egyensúlyát követelő irányzat helytelenségét.

4.3.5. Az égetési folyamat katalitikus befolyásolása

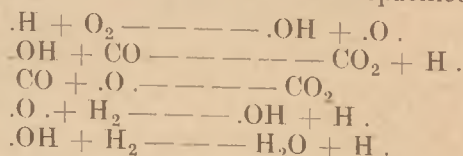
Az elégés alábbi reakcióinak

1. $\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO} + 29\,300 \text{ cal/mol}$
2. $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 97\,000 \text{ cal/mol}$
3. $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 67\,700 \text{ cal/mol}$
4. $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO} - 38\,400 \text{ cal/mol}$

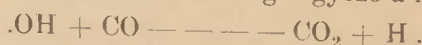
sebességét nyomelemek katalitikus hatása befolyásolja. A Cl_2 , Br_2 és PO Cl inhibitorok mint negatív katalizátorok a 3. reakciót (amely azonban a kemencében gyakorlatilag nem fordul elő) gátolják, nehéz fémek oxidjai viszont gyorsítólag hatnak. A nyersanyagban és hamuban nagyobb mennyiségben előforduló oxidok hatása általában mérsékelt, egyes kevésbé használt nehéz oxidok hatása pedig még ismeretlen. A legjobban kikutatott kérdés a vízgőz kedvező katalitikus hatása. Miként a generátorgáz és vízgáz-gyártás kémiájából ismeretes, a vízgőz az 1., 2. és 3. reakciót előmozdítja, a 4. reakciót viszont fékezi. Az aknakemence égetőövezetében azonban nincs vízgőz és ha a bevezetett égési levegő is viszonylag száraz, vízgőz ezáltal sem kerül be. Ha a fajlagos hőfogyasztást 950 kcal/kg értékben vesszük fel, a bekerülő vízgőzmennyiség a levegő állapotjelzőitől függően kiszámítható. 1 kg klinkerre a levegőmennyiség 1,4 kg. Száraz téli időjárás esetén 0 °C hőmérséklet és 30% relatív nedvességtartalom mellett 1 kg klinkerre 0,0012 kg, vagyis 0,12% vízgőz jut. Nedves, nyári időjárás esetén (40 °C, 80% relatív nedvesség) a vízgőz mennyisége már 0,04 kg/kg klinker, vagyis 4% lesz. Közepes körü-

mények között, 20 °C hőmérséklet és 60% relatív nedvességtartalom mellett a vízgőz mennyisége 1,28%-ra adódik. Ha még figyelembe vesszük, hogy a kemence hűtőövezetében a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ disszociációs hőmérséklete alatt a kiégetlen klinker és részben a klinkerásványok felületén is vízgőz-adszorpció jelentkezik, látható, hogy az égető övezetbe behatóló vízgőzmennyiségek igen eltérők. A vízgőzmennyiség ingadozásai erősen befolyásolják annak katalitikus hatását és ez egyben magyarázatul szolgál arra is, hogy miért könnyebb az égetés a nyári, mint a téli hónapokban. A vízgőz állandó katalitikus hatása egyébként biztosítható, ha azt a rostély alá fúvatjuk. Mennyisége azonban korlátozott, mert távol kell maradni a nagy hőmérsékletű disszociációja által keletkező hidrogén robbanóképessége határától. A levegő nedvességtartalma tehát korlátozott, a nedvesség amellettsakis a levegőfúvó útján adagolható, ha az leáll, a vízgőzbetáplálás is megszűnik és így koncentrációjának veszélyes növekedése elkerülhető.

A vízgőz katalitikus hatása a CO elégésekor a következő láncreakció szerint képzelhető el (1):



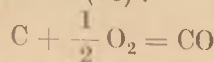
A láncreakció sebessége egyező a leglassúbb



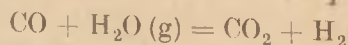
reakció sebességével.

Mint hogy a $\text{CO} + \text{O} \text{ --- } \text{CO}_2$ reakcióhoz nedvesség nem szükséges, kis vízgőzmennyiség is elegendő annak lefolyásához. A láncreakciót a 8. ábra sémája magyarázza.

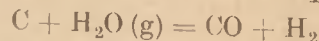
A gázok összetételének e reakciók folyamán való kialakulását az alábbi egyensúlyi állandók szabályozzák (18):



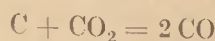
$$\log Ka = 0,587 \cdot \frac{10^4}{T} + 4,58$$



$$\log Ka = 0,181 \cdot \frac{10^4}{T} - 1,64$$



$$\log Ka = 7,405 - 0,698 \cdot \frac{10^4}{T}$$



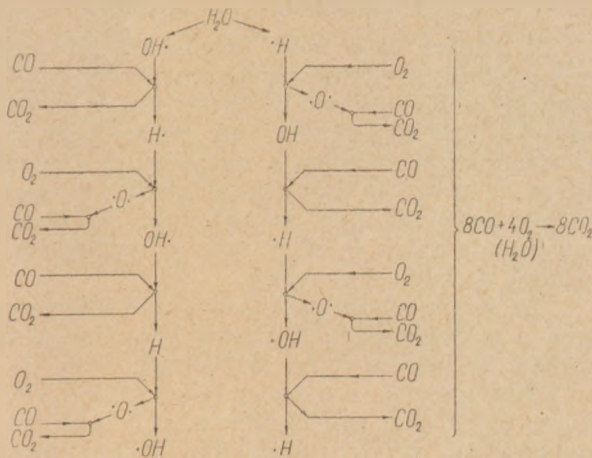
$$\log Ka = 9,12 - 0,885 \cdot \frac{10^4}{T}$$

ahol Ka az egyensúlyi állandó, T pedig az abszolút hőmérséklet.

4.4. Az aknakemencék áramlástana

Az égéshez szükséges légmennyiség a zsugorodás anyagmérlegéből levezethető

$$G = \frac{1190 M}{Q}$$



8. ábra. A vízgőz katalitikus hatásának láncreakciója

Anselm-féle képlettel (19) számítható. Itt G a kemence napi teljesítménye t-ban, Q a fajlagos hőfogyasztás kcal/kg klinker, M a légmennyiség m^3/min -ban. E képlet szerint

$$M = \frac{GQ}{1190} \text{ m}^3/\text{min}.$$

A kemenceellenállás legyőzéséhez a levegőt nyomás alatt kell befúvatni. Korábban szó volt már az ekvivalens keresztmetszettel való számolásról is:

$$F_{ae} = \frac{M}{240 \sqrt{P_{stat}}}$$

Egy $D_i = 2,5$ m belső átmérőjű és $H = 10,5$ m magas kemencénél laza töltés esetén

$$F_{ae} = 0,020 \text{ m}^2$$

közepes töltés esetén

$$F_{ae} = 0,017 - 0,018 \text{ m}^2$$

sűrű töltés esetén

$$F_{ae} = 0,015 - 0,016 \text{ m}^2$$

igen sűrű töltés esetén

$$F_{ae} = 0,012 - 0,014 \text{ m}^2$$

Az alábbi táblázat feltünteteti M és G összetartozó értékei mellett a különböző ekvivalens keresztmetszethez tartozó légnyomásértékeket:

M (m^3/min)	G (t/nap), ha $Q = 950$ kcal/kg	P_{stat} mm v. o., ha $F_{ae}(m^2) =$				
		0,012	0,014	0,016	0,018	0,020
80	100	770	570	440	340	280
100	125	1210	890	680	530	430
120	150	1710	1380	980	770	630
140	175	2370	1730	1330	1050	850
160	200	3090	2270	1730	1370	1110
180	225	3920	2860	2190	1730	1410

Ha a légmennyiség nem mérhető (akár műszer hiányában, akár mert a levegő egy része elszökik), F_{ae} kiszámítható a kemenceteljesítmény, a légnyomás és a fajlagos hőfelhasználás ismeretében, a következők szerint:

tében, a következők szerint:

$$M = \frac{GQ}{1190} \text{ és } F_{ae} = \frac{M}{240 \sqrt{P_{stat}}}$$

figyelembevételével

$$F_{ae} = \frac{GQ}{240 \cdot 1190 \cdot \sqrt{P_{stat}}} = 3,5 \cdot 10^{-6} \frac{GQ}{\sqrt{P_{stat}}}$$

A $\Delta P = P_{stat}$ nyomásvesztés értéke elsősorban a töltet hézagterfogatótól és azonfelül az egyes rétegek magasságától függ.

A különböző magasság és fajlagos ellenállás hatásáról már korábban volt szó. Hodorov a φ ellenállási együttható értékét a következők szerint adja meg (20):

- Granulált anyagra $0,7 - 1,0 \cdot 10^{-10}$
- Briketezett anyagra $0,45 - 0,6 \cdot 10^{-10}$
- Téglázott anyagra $0,35 - 0,45 \cdot 10^{-10}$

A Lietavská Lučka-i üzemben, ahol a tüzet meglehetősen mélyen tartják, a 35 mm átmérőjű granáliáknál $\varphi = 0,67 \cdot 10^{-10}$ került megállapításra. Ez a viszonylag kedvezőtlen érték $D_i = 2,5$ m és $H = 11$ m főméretű kemencéknél $F_{ae} = 0,015$ m^2 -nek felel meg.

Megfigyelések és számítások az egyes övezetekre a következő fajlagos ellenállásokat adták:

- Előmelegítő övezet $\varphi_1 = 2,3 \cdot 10^{-10}$
- Égető övezet $\varphi_2 = 0,5 \cdot 10^{-10}$
- Hűtési övezet $\varphi_3 = 0,3 \cdot 10^{-10}$

Látható, hogy az előmelegítő övezet adja az 1 m magasságra eső legnagyobb ellenállást, közel ötször akkorát, mint az égető és nyolcszor akkorát, mint a hűtési övezet. A $2,3 \cdot 10^{-10}$ érték kedvezőtlennek tekinthető. A tömbökké összesülő klinkerre való tekintettel pedig a $0,3 \cdot 10^{-10}$ érték sem tekinthető a hűtési övezetnél elérhető minimumnak.

Kiváló minőségű granulálás esetén várható

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 0,5 - 1,2 \cdot 10^{-10} \\ \varphi_2 &= 0,4 - 0,5 \cdot 10^{-10} \\ \varphi_3 &= 0,2 - 0,3 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

$D_i = 2,5$ m átmérőjű kemencére levezethető, hogy

$$F_{ae} = \frac{4,12 \cdot 10^{-7}}{\sqrt{\varphi H}}$$

és ha $H = 11$ m, az összetartozó értékek a következők:

$$\begin{aligned} F_{ae} &= 0,020 \quad 0,018 \quad 0,016 \quad 0,014 \quad 0,012 \text{ m}^2 \\ \varphi &= 0,38 \quad 0,47 \quad 0,59 \quad 0,79 \quad 1,06 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

Más átmérőjű (F keresztmetszetű) kemencékre

$$F_{ae} = 0,84 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{F}{\sqrt{\varphi H}}$$

F_{ae} változásának a kemence geometriai alakjától való függése szükségessé teszi, hogy

$$\frac{F_{ae1}}{F_{ae2}} = \frac{F_1}{F_2} \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

legyen. Ez fennáll a kemencetöltés változása (H változása), valamint a keresztmetszet változása (F változása falazati ráégés miatt) tekintetében is.

Az r vastagságú ráégés következtében előálló keresztmetszetcsökkenés és az állandó teljesítmény fenntartásához emiatt szükséges nyomásnövelésről az alábbi táblázat ad képet (klinker teljesítmény 175 t/nap):

r m	0	0,05	0,10	0,15
D_i m	2,5	2,4	2,3	2,2
F_{as} m ²	0,0170	0,0157	0,0144	0,0131
ΔP mm v.o.	1200	1400	1700	2100

Az ellenállást befolyásoló másik tényező a relatív hézagterfogat, amiről az általános részben már szó esett. A nyerslisztből, tüzelőanyagból és vízből álló granáliák relatív hézagterfogata a legnagyobb és legkisebb granáliák $S = \frac{d_{max}}{d_{min}}$ viszonyszámától függ. Az ε relatív hézagterfogat S függvénye:

$$\varepsilon = \frac{0,52}{S^{2/3}}$$

ahol 0,52 az egyenlő nagy granáliák hézagterfogata. Észérint, ha

$S = 1$	1,5	2	3	4
$\varepsilon = 0,52$	0,40	0,35	0,25	0,206
$S = 5$	7	10	15	20
$\varepsilon = 0,178$	0,142	0,112	0,085	0,070

A nyersanyagövezetre nézve közelítőleg

$$\varphi_1 = (3,2 - 6,2 \varepsilon) 10^{-10}$$

A bemutatott egyenletek alapján közelítőleg képet nyerhetünk a szükséges nyomásról, granáliaméretekről, tüzelőanyag szemcsézetéről, a kemenceméretváltozások kihatásairól stb.

A relatív hézagterfogat a következők által van határolva:

1. a légsűrítés növekvő villamos energia szükségletére való tekintettel még tűrhető minimális érték (nagy kemenceellenállás),

2. a turbulens áramlást és a vele járó jó hőátadást még biztosítani képes maximális érték (lazán töltött kemence).

Legjobbnek tekinthető az $\varepsilon = 0,30 - 0,40$ érték. Ennek $S = 1,5 - 2,5$ felel meg. Jó száraz granuláció esetén (12)

$$\varepsilon = 0,25 - 0,40, S = 1,5 - 3$$

és

$$\varphi_1 = 0,7 - 1,6 \cdot 10^{-10}$$

Nedves granuláció esetén S többnyire 2 és 10 között változik,

$$\varepsilon = 0,35 - 0,11, \varphi_1 = 1 - 2,5 \cdot 10^{-10}$$

Görgőjáratból származó kemény granáliák mellett $\varepsilon = 0,15 - 0,20$, lazább granáliák esetén pedig 0,08 - 0,15 értékkel, esetleg még kisebbel számolhatunk.

A kemencét ezért lehetőség szerint egyenletes granáliákkal etetjük. Ezáltal azok egyöntetű égéstartama is biztosítható.

4.5. A granáliák égési sebessége

A klinker és a mész kiégésének folyamata erősen eltérő. A mészégetésnél a nagyobb mészköszemcsékbe kívülről kell lőt bevezetni és maga az anyag a reakcióban nem vesz részt. A klinkerégetésnél ezzel szemben a nyersanyag, a tüzelőanyag, a levegő és a keletkező gázok folyamatos kölcsönhatásával kell számolnunk. A klinkerégetésnél a salak is részt vesz a reakcióban, a mésznél ez káros szennyezés.

Az átégés sebessége is más a klinkerégetésnél, mint a mészégetésnél. A klinker kiégetése, a zsugorítást is beleértve, az aknakemencében $\frac{1}{2} - 1$ órát vesz igénybe, a mészégetéshez több óra kell. Ez az egyik oka, amiért nem lehet klinkerégetőkemencében minden átalakítás nélkül meszet égetni.

Ha saját tapasztalatok és irodalmi adatok alapján átszámítjuk az aknakemencék teljesítményére, az égetőövezet magasságára, az égetési időre és a tűz előrehaladási sebességére vonatkozó 1930—1960. évi adatokat, a granáliák átégési sebességére a felülettől a mag felé 0,22 mm/min értéket kapunk.

Ha eltérő méretű granáliákkal dolgozunk, a nagyobb méretűek képezik az égetési teljesítmény szűk keresztmetszetét. A vonatkozó adatok a 9. ábrán leolvashatók. Nagy méreteltérések (azaz S nagy értéke) esetén a kis szemcsék túl soká tartózkodnak a tűzben és várniuk kell a nagy szemcsékre. Nagy teljesítmény esetén tehát kis granáliákkal kell dolgoznunk, ezáltal az égetési övezet térbeli koncentrációja érhető el. Így pl. 11,1 t/óra, azaz 266 t/nap teljesítmény mellett a granáliák maximális mérete 8 mm, az égetési övezet magassága 0,5 m, a tűz tovaterjedési sebessége 1,6 m/óra és az égetés időtartama 20 perc. A tűz magasságát a teljesítmény növekedése a gázsebesség növekedése, turbulens áramlás és az ebből következőleg a zsugorító, hűtő és előkészítő övezetben egyaránt javuló hőátadás révén lecsökkenti. Ebből válik világossá, miért került sorra a granáliák méretcsökkentése és a teljesítmény növelésével együtt a kemencemagasság fokozatos kibővítése is.

4.6. A tüzelőanyag hamujának szerepe

A mészégetésnél a hamu kellemetlen maradék, amely a mész felületét szennyezi. Ha olvadáspontja alacsony, salakolvadék képződhetik. Ez a mész felületén hidraulikus burkot képez, amely megőrölve, főként dolomitos nyersanyag esetén periklászszerű, duzzadó anyagokat ad. A klinkerégető aknakemence ily gondokat nem okoz. A hamut itt beszámítják a nyersanyagba. Nem szabad azonban azt gondolni, hogy a hamu nyersanyagtulajdonságai mindig kedvezőek.

Általában 0,5—7 mm szemcsézetű tüzelőanyagot használunk, jelentéktelen mennyiségű túl nagy, vagy túl kicsi szemcsével. A tüzelőanyag elégését követően visszamarad a hamuagy. Igen fontos, hogy ez a kiégett nyersanyaggal reakcióba lépjen. Ez különféleképpen mehet végbe.

Tételezzük fel, hogy a granáliák maximális hőmérsékletén sem képződik olvadék a hamuagyban.

Ekkor a hamuágnak csak a felülete lép reakcióba a zsugorodott anyaggal, maga a hamu porszerű, kevésbé zsugorodott, szivacsos fészkek formájában helyezkedik el a klinkerben. A hamu ilyenkor természetesen nem nyersanyag, kémiai szempontból klinkeralkotóként nem vehető tekintetbe és csak mint annak inert szennyezése szerepel.

Más a helyzet, ha a hamu a zsugorítási, vagy annál kisebb hőmérsékleten olvad. A hamu ilyenkor a zsugorodás folyamán megolvad, diffundál a kiégő nyersanyagba, annak CaO-jával feldúsulva mésztartalma megnő. Egyidejűleg csökken viszkozitása is, ami a diffúziót elősegíti. A viszkozitás minimuma 30% körüli CaO tartalomnál jelentkezik. Ettől kezdve már újra növekszik a viszkozitás, 45% CaO tartalom elérésekor teljesen beépül az anyagrendszerbe. Ha az ily hamu nem túlságosan nagy tüzelőanyag szemcsékből származik, szétoszlik a környező nyersanyagba és azzal szabályszerű reakcióba lép, kémiai átalakulásával számolni kell.

A hamu olvadékonyságáról a Teune-féle modulus tájékoztat (14):

$$P = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}}$$

A CaO-ból 0,7 SO₃-t előzőleg le kell vonni.

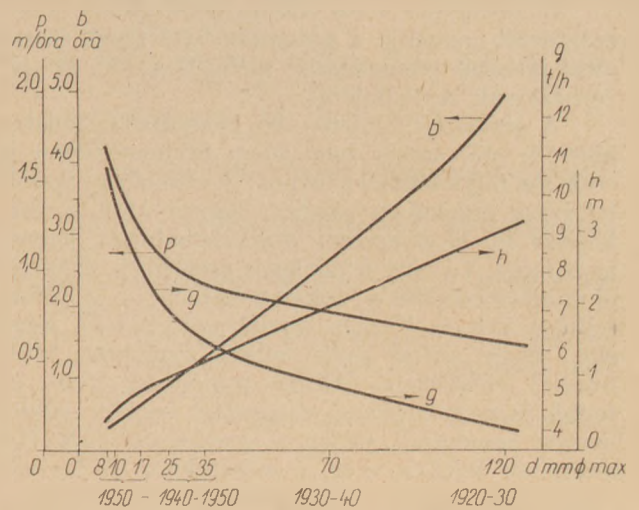
Igen nagyszámú rendelkezésre álló hamu-analízis és a hozzátartozó olvadáspont ismeretében az olvadási pontra a következő empirikus képlet volt felállítható:

$$t = 144P + 815 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Az Ostrava—Karvin környéki kőszénkokszokra vehető $P = 4,5$. Ennek 1460 °C olvadási hőmérséklet felel meg. A Most vidéki barnaszénleparlási kokszokra P értéke 2—8. Ezek számított olvadáspontja 1150—1950 °C. Valóban megfigyelhető volt, hogy ily tüzelőanyag használata esetén a klinkerben némelykor porszerű hamumaradékok találhatók, amelyek semmiféle reakcióban nem vesznek részt.

Ha a hamu a nyersanyag zsugorodási hőmérsékletén nem olvad, nincs más lehetőség, mint fionoman elosztva bekeverni a nyersanyagba, hogy ezáltal a nyersanyag CaO-jával érintkezve, a környezetbe való diffúzió nélkül reakcióba lépessen.

Ez csak a tüzelőanyagnak a nyersanyagba való beleörlésével, ún. feketelisztt előállításával érhető el. A hőtechnikai fejezetben szó volt azonban már arról, hogy a karbonium szabad felületének növekedése megteremti a $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ Boudouard-féle reakció 700—900 °C hőmérsékleti tartományban való végbemenetelének lehetőségét. Ezáltal pedig 8—15% elégetlen CO kerül a füstgázba. Spohn ennek megakadályozására alkalmazza a granáliák burkolását és a bennük foglalt tüzelőanyagnak a $\text{CaCO}_3 + \text{C} = \text{CaO} + 2 \text{CO}$ reakció 1000 °C-os övezetébe juttatását. Az éles élű kokszt megőrlése azonban az őrlőtestek és pánccélzat jelentős kopásával jár. Ezenfelül még a titrálás is körülményesebbé válik, nehéz a tüzelőanyag pontos súly szerinti adagolása is. Szerző



9. ábra. A tűz tovaterjedési sebessége (p), az égetési övezetben való tartózkodás ideje (b), a rétegmagasság (h), a kemenceteljesítmény (g) és a granáliák átmérője (d), a fejlődés különböző szakaszaiban

véleménye szerint ezért a burkolásos eljárás gazdaságosság szempontjából nem indokolt, még akkor sem, ha a hamu könnyen olvad és diffundál is.

4.7. Az égetés gyorsítása

A műszaki fejlesztés célkitűzése az égetés gyorsítása és az égetési övezet rövidítése. Ennek eszköze a gázok és granáliák hőmérsékletkülönbségének növelése is. A granáliák belsejében a zsugorodáskor a hőmérséklet 1350—1400 °C, ugyanakkor felületüket 300—500°-kal, sőt Anselm szerint 700°-kal melegebb gázok érintik (19). A granáliák felszíne tehát más hőmérsékletnek van kitéve, mint azok belseje. A keverék kémiai összetétele azonban a granáliák belsejének hőmérsékletére van oly módon beállítva, hogy a halmaz legnagyobb granáliái is teljes tömegükben kiégjenek. Dahl szerint (2) a folyékony fázis mennyisége a kémiai összetételtől függően 24—29%-ra tehető, oly viszkozitással, amelyet az aluminátmodulus szab meg (7). A granáliák felületén, ahol a hőmérséklet 1600—1700 °C, az egyensúly a nagyobb folyadékfázis irányába (40% vagy még több) tolódik el. A nagy hőmérséklet következtében itt kicsi a viszkozitás, a granáliák felülete pedig hosszú ideig van kitéve a nagy hőmérsékletnek és 1800 °C-on már a C₃S és C₂S is megolvad. Mindezen körülmények hatása a granáliák felületére a következő:

1. A kis viszkozitású olvadék felületi feszültsége következtében csillogó sima felület keletkezik, amely a hőszugárzást visszaveri, azaz a sugárzásos hőátadást akadályozza, sőt a konvektív hőátadást is nehezíti.
2. A granáliák egymásra és a falazatra erősen tapadnak, a felhalmozódó réteg súlya alatt tömbökké állnak össze. Ez rontja a hűtőövezet hatásosságát is.
3. Ha a hűtőlevegő hozzá is jut a tömbök felületéhez, a granáliák az üveghez hasonló fényes felületűek és ez nehezíti a lehűtést.

A hőeloszlás ezen inhomogenitásának kiküszöbölését szolgálja a granáliák felületének szerző által javasolt termokémiai módosítása (86 493 sz. csehszlovák szabadalom).

A granáliák felületén oly nyerslisztburkolatot állítunk elő, amely igen nagy hőmérsékleten is csak kis folyadékfázist képez. A reakció gyorsabb lefolyása érdekében emellett legyen kicsi a viszkozitás is. E nyersliszt szilikátmodulása legyen igen nagy, 7, vagy különleges esetekben akár 10, alumínátmodulusa a szokásos értékű (1—3). Mész-telítése Lea és Parker szerint számítandó, aszerint, hogy alitos vagy belites cementet kívánunk-e előállítani. Alitos cementnél 100%-os telítés is megengedhető duzzadási veszély nélkül, belites cementnél pedig a megkívánt $C_2S:C_3S$ aránynak feleljen meg a mésztelítés. A termék nagy hőmérsékleten is csak 8—15% folyékony fázist tartalmaz, a C_3S és C_2S kristályok képződése következtében felületén is durvaszemcséjű marad és nem tapad. A durva felület előmozdítja az áramlás turbulenciáját és javítja a hőátadást. Az össze nem tapadt, szabadon pergő granáliák a halmazban előálló üregeket folyamatosan feltöltik, hűlésük tökéletes a keresztmetszeten belüli egyenletes légheloszlás következtében. A módszert a Brno-i szilikátipari kutatóintézet laboratóriumában ellenőrizték, a Lietavska Lucka-i cementgyárban végzett nagyüzemi kísérlet alkalmával pedig a jobb hőátadás következtében 80 kcal/kg klinker hőmegtakarítást sikerült kimutatni.

A granáliák nagy szilikátmodulusú nyerslisztel való burkolása egyéb előnyökkel is jár. A Kühl vagy Ferrari-féle erősen tapadó klinkerek (2) ily módon akár aknakemencében, akár forgókemencében kiegészíthetők.

A granáliák nagy szilikátmodulusú és amellet nagy mésztelítésű bevonatával forgókemencéknél kiküszöbölhető a szénsalak kedvezőtlen felületi behatása. Ismeretes, hogy a zsugorodó granáliák felülete a szénsalak hatására kis mésztelítésű és kis szilikátmodulusú, ebből következőleg nagy a folyékony fázis mennyisége és annak fényes felülete a hősugárzást visszaveri.

Ismeretes továbbá, hogy az aknakemencék automatizálási bevezethetőségét a kemence égésfolyamatának a keresztmetszeten belüli egyenetlensége akadályozza falazati ráégek, üregek képződése, klinkertömbök képződése, a légáramlás egyenetlen keresztmetszeti eloszlása és a klinker egyenetlen lehűlése, azaz az aláfúvott levegő egyenetlen felhevítése következtében.

A durva egyenetlenségeket (szegély hőrendszer — középrendszer) kiküszöbölő differenciálegetés és a másodlagos egyenetlenségeket (a granáliák felülete és belseje) kiküszöbölő granáliabevonás együttes alkalmazása biztosítja a kemence egyenletes menetét és azt az automatizálásra alkalmassá teszi.

Ez a kombinált eljárás oxigéndúsításos égetéshez is alkalmazható, mert

1. a differenciálegetés a középső rendszerben kiküszöböli a hőfelesleget és ezáltal az 1 t klinkerre számított oxigényigényt is leszállítja, ez pedig az oxigéndúsítás gazdaságosságát fokozza,

2. a 10, vagy még nagyobb szilikátmodulusú nyerslisztel való granáliabevonás mellett nem képződnek összesült tömbök az oxigénbefúvás által túl élénkké tett égetés hatására.

Látható, hogy a differenciálegetés és a granáliabevonás együttes alkalmazása lehetőséget ad például 45% O_2 tartalomra dúsított gázokkal működő automatizált nagyteljesítményű kemencék üzemeltetésére.

Ily (mai átlagméretű) kemence, melynek magassága 6—8 m, átmérője 2,5 m, 45 térfogatszázalék oxigéntartalmú gázzal számítások szerint napi 590 t klinkert kell, hogy termeljen, 650 kcal/kg klinker fajlagos hőfogyasztással, 1600 mm v.o. aláfúvási nyomás, illetve $F_{ac} = 0,018 \text{ m}^2$ ekvivalens keresztmetszet mellett. Az oxigénfogyasztás 0,217 kg/kg klinker. Minthogy pedig a differenciálegetés az első hőegyenletlenséget kiküszöböli, mint már említettük, a kemenceátmérő növelhető és így ily rendszerű kemencék változatlan aláfúvási nyomás és változatlan fajlagos oxigénszükséglet mellett lényegesen nagyobb egységteljesítményre is alkalmasak.

5. Következtetések

A korábbi fejtegetések megadják a lehetőséget a ma elterjedt aknakemencék hátrányos tulajdonságainak kiküszöbölésére.

Kiküszöbölve az égetési folyamat rendszeretlenségét, amely ma az égető részéről szakadatlan beavatkozást kíván, folyamatos és a kemenceátmérőtől függetlenített üzemhez juthatunk. Lehetségessé válik a kemence kapacitását a belső átmérővel négyzetesen növelni. A rendszer alkalmas a teljes automatizálásra, biztosítja a klinker egyenletes minőségét. Alkalmas az oxigéndúsításra az olvadékképződés okozta tömbökké való összeállás nélkül. A differenciálegetés 650 kcal/kg klinker fajlagos hőfogyasztást tesz elérhetővé. Mindezek által kiküszöbölhetők az aknakemencék jelenlegi hátrányai: a kis egységteljesítmény, a termék gyengébb minősége, az égetés megakadályozhatatlan egyenetlensége. A száraz granulálás útján előállított lehető egyenletes méretű granáliák azok kis mérete mellett is kis kemenceellenállást biztosítanak. A differenciálegetés adta kisebb hőfogyasztás mellett ezért nincs szükség az aláfúvási nyomás növelésére és elegendő 2000 mm v.o. is.

A Csehszlovák Szocialista Köztársaság harmadik ötéves tervében $2,5\varnothing \times 8-9$ m főméretű aknakemencék építését irányozzák elő. Tölcséres falazattal lesznek szigetelve. Kétféle tüzelőanyag bekeverésű granáliák kerülnek majd betáplálásra: a szegélyrendszerbe és külön, mintegy 650 kcal/kg-nak megfelelő bekeveréssel a középrendszerbe. Hidraulikus légszilipei 2000 mm v.o. légnyomásnak felelnek meg, kihordó rostélyja hidraulikus hajtású. A fajlagos hőfogyasztás a szigetelés minősége szerint 700—800 kcal, napi kemenceteljesítmény 200—240 t. A klinkert gyorsan égetik és gyorsan lehűtik, minősége megegyezik a forgókemenceklinkerével és hidegen kerül ki a kemencéből.

A harmadik ötéves terv időszakában kidolgozzák a gépi berendezést a nagy szilikátmodulusú nyersliszttel való bevonásra és az automatizáció készülékeit. Megszerkesztendő a szabadon pergő klinkerszemcséket kihordó rostély is.

A jövő aknakemencéje szerző tanulmányai és elképzelése szerint egy kb. 4 m átmérőjű és 6–8 m magas égetőgép. Kétféle, burkolt granálya kerül majd feladásra, külön a szegélyrendszernek és külön a középső rendszernek megfelelően adagolt tüzelőanyagbekeveréssel. A kemencébe 40–45 térfogatszázalék O_2 -vel kevert recirkulált CO_2 kerül befűtésre. Teljes automatizálás mellett a kemence teljesítménye eléri a napi 1500 t klinkert, a szigeteléstől és az átmérőtől függően az aláfűvási nyomás 1600–2000 mm, a fajlagos hőfogyasztás 630–650 kcal.

A szabadon pergő, egyenletes szemcséjű, kiváló minőségű klinker hidegen kerül ki a kemencéből, a levegőn nem esik szét, nem igényel pihentetést és nagy klinkercsarnokot. 8 mm körüli szemcsézetével előtörés nélkül malomra adagolható. A kihordórostély valószínűleg nem forgó, hanem toló típusú lesz.

A hőtani és áramlási kérdések megoldása megnyitotta az utat az aknakemencék eddig visszamaradt fejlődésében a minőségi ugrás irányába.

IRODALOM

- [1] G. F. Knorre: Hod obzsga (Moszkva 1951).
- [2] H. Kühl: Zementchemie II.
- [3] H. Elsner, V. Gronow, H. E. Schwiete: Zement 1935, p. 544.
- [4] E. Jirku: Cement, chemia, pouzitie, výroba a skúsenio, 1948.
- [5] E. Spohn: Der Schachtofen mit trichterförmiger Bronnzonen, Zement-Kalk-Gips 1949, p. 215.
- [6] L. A. Dahl: Port. Cem. Assoc. Res. Bull. 1 (1939).
- [7] E. Jirku: Lepivost za slinkovania v cementársnych peciach, Stavivo, 1958, p. 91.
- [8] H. Eigen: Untersuchungen der beiden Wärmesysteme des Drehofens für Portlandzement, Tonindustrie-Zeitung, 1953, p. 2.
- [9] H. Eigen: Grundlagen der Wärmewirtschaft des Zementdrehofens beim Trocken- und Nassverfahren, Rader Rundschau, 1959, Nr. 2, p. 465.
- [10] E. Jirku: Novje puti v razvitii šachtovnyh peče cementnych zavodov, Informacionnye soobščeniija (SEB) post. kom. strojitelstvo, c. 2. 1957. Berlin p. 142.
- [11] H. Reichmeier: Die Wärmeübertragung bei Schachtofen mit und ohne Hintermauerung, Zement-Kalk-Gips, 1951, p. 156. Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Schachtofenhintermauerungen, Zement-Kalk-Gips, 1951, p. 215.
- [12] E. Jirku: Prispěvek k teorii a praxi granulácie na granula-nych misách, Silikáty, Praha 1959, p. 120.
- [13] H. Eigen: Der Schachtofen mit 750 Kal. Wärmeaufwand je kg Klinker, Zement-Kalk-Gips, 1956, p. 454.
- [14] F. Wiesner: Práškové topení, Praha 1956.
- [15] S. M. Liputov: Fizio-chemija kolloidov 1948.
- [16] A. Hauenschield: Zement 1917, p. 92, 1922, p. 495, 1928, p. 1271.
- H. Kühl: Zement 1928, p. 859, 1928, p. 1754.
- [17] E. Spohn: Modern cement shaft Klin has low installation cost. IX. Rock Products 58, p. 58, 1955.
- [18] M. H. Karapetjanc: Hemiceszskaja termodynamika 1953. Primeri i zadaci Hemiceszskoj termodynamiki, 1954.
- [19] W. Anselm: Der Schachtofen I., II. Rader Rundschau.
- [20] D. B. Ginzburg, S. N. Delikiskin, E. J. Hodorov, A. F. Csizskij: Peci i szusila szilikatnoj promislennoszi, Moszkva 1959.
- [21] H. Albert: Die Herstellung und die technischen Eigenschaften von Ferrari-Zement, 1937.

Jirku E.: Aknakemencék a kötőanyagiparban.

Az aknakemencék hőtani és áramlástanai folyamatainak részletes elemzése során megállapítást nyert, hogy aknakemencéknél a falazati veszteség hatására a szegély és a kemenceközépi hőigénye eltérő. A klinkerégetésnél szokásos egyenletes tüzelőanyagbekeverés hatása a középrendszer hőfeleslege, emiatt váltakozva összesülések, illetve CO veszteségek állnak elő. Ennek kiküszöbölésére dolgozta ki szerző a differenciális égetés technológiáját; kétféle, a szegélyen nagyobb, a közepben kisebb tüzelőanyagbekeverésű granáliák feladását.

Az égetés termokémiai folyamatainak részletes elemzése a granáliák felszínén meginduló és utóbb azok belseje felé haladó Hauenschield-féle reakciónak a CO utóégetésével váltakozva való végbemenetelét igazolja.

A granáliák kiégésének vizsgálatára arra utal, hogy azok felületén nagyobb olvadákmennyiség keletkezik, ez rontja a hűtadást és tapadást okoz. Ennek kiküszöbölésére szerző szabadalmazott eljárása szerint a granáliák nagy szilikátmodulusú, tüzelőanyagbekeverés nélküli nyersliszttel való burkolása szolgál.

A differenciális égetés és a granáliák burkolása lehetővé fogja tenni a kemenceátmérő növelését, a levegő oxigéndúsítását, az égetés automatizálását és ezzel az egység teljesítmény akár napi 1500 tonnáig való növelését.

Ирку Эмиль: ШАХТНЫЕ ПЕЧИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВЕЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

В результате подробного анализа теплотехнических процессов шахтных печей было установлено, что в шахтных печах тепловые потребности средней и краевой зон различны в связи с влиянием помери тепла футеровкой. При нормальном обжиге клинкера, когда имеется равномерное смешение с топливом, в средней зоне возникает избыток тепла, что приводит к образованию сваров, а также к номери CO . Для устранения этого автором разработана технология т. н. дифференциального обжига, при котором в середине и по краям печи закрутятся гранулы с различным количеством топлива.

Подробный анализ термохимических процессов подтверждает течение начинающихся на поверхности гранул и распространяющихся затем во-внутрь реакций Хауэншилда с последующим сгоранием CO . Исследования обожженности гранул показывают, что их возникающее на поверхности последних большое количество жидкости ухудшает теплопередачу и вызывает слипание кусков. Для устранения этого автором предложен метод, согласно которому гранулы посыпаются несодержащей топливо сырьевой мукой с высоким силикатным модулем.

Дифференциальный обжиг и посыпание гранул делают возможным увеличить диаметр печи, повысить количество кислорода воздуха, автоматизировать обжиг, и этим самым повысить производительность печи до 1500 тонн/день.

(Folytatás a 198. oldalon)

A perkupai gipsz-anhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata

III. Az ásványkőzettani összetétel meghatározása a fajsúly és a térfogatsúly alapján

ADONYI ZOLTÁN, MENYHÁRT JÓZSEFNÉ, MÉSZÁROS MIHÁLY

Korábbi vizsgálatokkal (1) kimutattuk, hogy a perkupai gipsz-anhidrit telep egyes mintáinak ásványi összetétel számítását kémiai összetételre alapozva több tényezőt el kell hanyagolni részben azért, mert a számítás bonyolítása is csak kétes eredménnyel jár, részben azért, mert nem ismeretesek megfelelő analitikai módszerek, amelyekkel pl. a bányanedvességet kielégítő pontossággal meg lehetne határozni. Ezért a kémiai vizsgálat eredményeiből számított ásványi összetétel a hosszadalmas kémiai vizsgálat ellenére is eléggé bizonytalan és pontatlan. A bizonytalanság elsősorban a nedvesség meghatározás hibájára vezethető vissza. Az átlagos bányanedvesség 1,77%-nak adódott, ami 8,5% gipsztartalommal egyenértékű, tehát átlagosan 8,5%-kal több a nyersanyagban kimutatott gipsz a valóságosnál, és az anhidrit ennek megfelelően kevesebb.

A hiba becslésére a fajsúlyvizsgálat a kémiai összetételből történő ásványi összetétel meghatározás hibájától független módszerként előnyösen alkalmazható volt. Tekintettel arra, hogy a gipsz és anhidrit térfogat — illetőleg fajsúlykülönbsége nagy, lehetőség mutatkozott az ásványi összetétel indirekt tanulmányozására. A kémiai vizsgálaton alapuló módszer hibáinak ismeretében fel lehetett tételezni, hogy a térfogatsúly, ill. a fajsúlyadatok figyelembevételével az ásványi összetétel meghatározásához a hosszadalmas kémiai vizsgálatok jelentős részét el lehet hagyni anélkül, hogy a pontosság csökkenne. Jelentősen nagyobb pontosság nem várható, mivel a fajsúlyváltozás vizsgálatát ez esetben is a víztartalomra lehet csak visszavezetni, tehát ennek hibája azonos módon hat.

A rendelkezésre álló adatokat statisztikus módszerrel feldolgoztuk. Ki kellett választani azokat a tényezőket, amelyek között az összefüggés szoros. A számításokat a fajsúlyra és a térfogatsúlyra, mint függő változóra, egyaránt

elvégeztük. Korreláció számítással (2, 3, 4) a térfogatsúly és víztartalom, ill. a fajsúly és víztartalom között mutatkozó összefüggés szorosságát és a relatív hiba értékét az 1. táblázat foglalja össze. (Víztartalom alatt a 400 C°-on mért százalékos súlycsökkenést jelöltük.) A térfogatsúly és víztartalom összefüggést a válogatott 17 mintán túlmenően a teljes mintasorra (65 minta) is elvégeztük.

1. táblázat

A víztartalom és a térfogatsúly-fajsúly közötti kapcsolat szorossága

Függő változó (Y)	Független változó (X)	Korrelációs koefficiens (r)	Standard hiba (S _y)	Relatív hiba (H _r)
Térfogatsúly	Víztartalom 65 minta	0,920	0,118	4,64
	Térfogatsúly			
Fajsúly	Víztartalom 17 minta	0,958	0,074	3,03
	Fajsúly			
	Víztartalom 17 minta	0,958	0,060	2,29

r = korrelációs koefficiens (a kapcsolat szorossága) értéke funkcionális kapcsolat esetén 1, stochasztikus kapcsolatoknál, mint jelen esetben, amikor több tényezőt elhanyagolunk mindig kisebb 1-nél.

$$r = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sqrt{\sum x_i^2 \cdot \sum y_i^2}}$$

ahol $x_i = X_i - \bar{X}$ $y_i = Y_i - \bar{Y}$
N = minták száma

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum z_i^2}{N}}$$

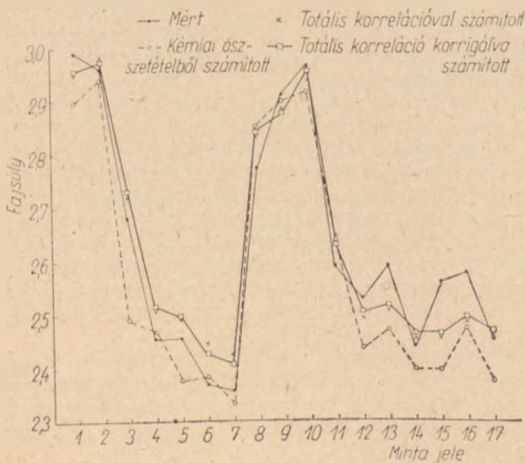
ahol $z_i = Y_i - Y'_i$

Y_i = mért függő-változó

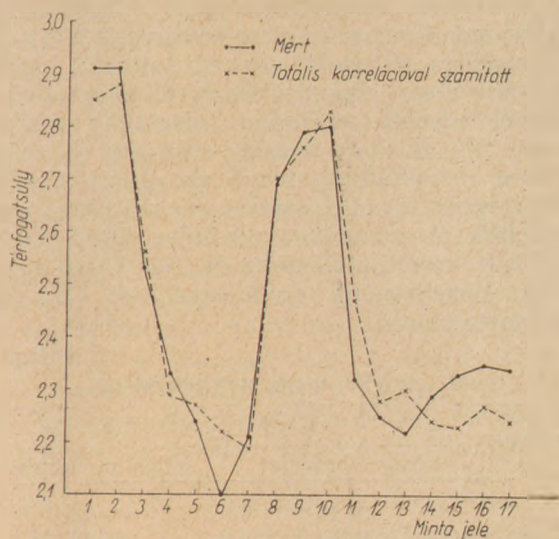
Y'_i = számított függő-változó

$$H_r = \frac{S_y}{Y} \cdot 100$$

Megállapítható, hogy a minták számának csökkentése a kapcsolat szorosságát nem befolyásolja jelentősen. A korrelációs koefficiens mindkét összefüggésben megegyezik, a standard és relatív hiba azonban fajsúlyra vonatkoztatva kisebb, mint a térfogatsúly és víztartalom összefüggésben. Ezért bár a kapcsolat szorossága mindkét esetben azonos, a további elemzéshez a fajsúlyt előtérbe helyeztük; a térfogatsúllyal kapcsolatos összefüggést ellenőrzésre használtuk.



1. ábra



2. ábra

A víztartalom mellett a mért fajzsúly, ill. térfogatsúly értékét az anyagban levő agyagpala, dolomit, pirit stb. is befolyásolja. Ezek figyelembevételéhez a 2. táblázat alapján kerestük meg a kifejezési formát.

2. táblázat

Korrelációs kapcsolat a CaSO₄-et nem tartalmazó ásványi alkotókra vonatkoztatva

Y	X	r	S _y	H _r %
Fajzsúly	Savoldhatatlan	0,390	0,193	7,34
Fajzsúly	100—(CaSO ₄ +H ₂ O)	0,492	0,181	6,90
Fajzsúly	SO ₃	0,182	0,205	7,82
Térfogatsúly	100—(CaSO ₄ +H ₂ O)	0,494	0,225	9,18

A kapcsolat a kalciumszulfátot nem tartalmazó ásványi alkotók és a fajzsúly, ill. térfogatsúly között olyan szoros, hogy figyelembe véve az 1. táblázat adatait ennek további bontásától el lehetett tekinteni. A fajzsúly és SO₃ tartalom közötti kapcsolat igen laza, a fajzsúly kialakulásában az SO₃ tartalom tehát csak a gipsztartalom keresztül hat. Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a fajzsúly, ill. a térfogatsúly jó közelítéssel kifejezhető két tényező, a víztartalom és a 100—(CaSO₄+H₂O) érték, tehát a kalciumszulfátot nem tartalmazó ásványi alkotók összegének figyelembevételével. Erre a két tényezőre épített totális korrelációra vonatkozó adatokat a 3. táblázat 1. és 2. rovatában foglaltuk össze.

R = totális korrelációs koefficiens (kapcsolat szorossága több változó esetén) R < 1, ill. funkcionális kapcsolat esetén R = 1.

$$\beta_1 = b_1 \frac{\sum y_i \cdot x_{1i}}{\sum y_i^2}$$

$$\beta_2 = b_2 \frac{\sum y_i \cdot x_{2i}}{\sum y_i^2}$$

3. táblázat

Totális korrelációval számított adatok a víztartalom és a CaSO₄-et nem tartalmazó ásványi alkotók fajzsúlyában

0	1	2	3
Megnevezés	Fajzsúly	Térfogatsúly	Fajzsúly (korrelációval számítva)
R	0,963	0,963	0,970
S _y	0,057	0,070	0,052
H _y %	2,15	2,86	1,99
β ₁	0,987	0,986	1,008
β ₂	-0,060	-0,059	-0,066
a	2,9989	2,9056	2,9875
b ₁	-0,0287	-0,0355	-0,0291
b ₂	-0,0012	-0,0014	-0,0013
Σz ²	0,0544	0,0834	0,0438

b₁ és b₂ az Y_i = a + b₁X_{1i} + b₂X_{2i} egyenlet gyökei

X₁ = víztartalom

X₂ = 100—(CaSO₄ + H₂O)

A táblázatban feltüntettük az egyenlet gyökeit is. Összehasonlításként a kémiai összetételből számított fajzsúly és a mért fajzsúly hasonló adatai a következők: r = 0,953; S_y = 0,066; H_y = 2,49. A térfogatsúlyra vonatkoztatott eredményeknél kevéssel jobbák, a fajzsúlyra vonatkoztatottnál rosszabbak.

A számított és mért fajzsúly, ill. térfogatsúly adatokat a 4. táblázat 1, 2, 3, és 5, 6 rovatára tartalmazza. A 4-es rovatra később visszatérünk. A táblázat utolsó sorában a mért és számított értékek különbségének négyzetösszegét is feltüntettük.

A fajzsúlyra vonatkozó eredményeket az 1., a térfogatsúlyra vonatkozókat a 2. diagrammon is feltüntettük. Az 1. diagramm alapján megállapítható, hogy a bányanedvesség meghatározás elmulasztásának hatására a kémiai összetételből számított ásványtani összetétel általában a nagyobb víztartalom felé tolódik el. A számított fajzsúly kisebb a mértnél. Korreláció számításal ez a hiba csökken. A későbbi 6. táblázaton feltüntettük a 100—(CaSO₄+H₂O) értékeket. Ezek nagysága és a táblázaton bemutatott mért, ill. számított fajzsúlyok közötti eltérést vizsgálva nem mutatkozik összefüggés. A hiba tehát elsősorban a vízmeghatározás pontatlanságából (a bányanedvesség meghatározás elmulasztása) adódik. Így a gipsz és anhidrit tartalom meghatározásához a—100 (CaSO₄+H₂O) mennyiség valóságos kémiai összetételét első közelítésben el lehet hanyagolni.

Amennyiben a 100—(CaSO₄+H₂O) egyszerűen és gyorsan meghatározható, akkor a fajzsúly, ill. a térfogatsúly ismeretében a gipsz és anhidrit arányát a kémiai analízishez hasonló, sőt annál valamivel nagyobb pontossággal meg lehet határozni. A felhasznált egyenletek a következők:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

4. táblázat

A mért és számított fajssúly és térfogatsúly értékek

Minta jele	1		2		3		4		5		6	
	Fajssúly						Térfogatsúly					
	mért			számolt			mért			számolt		
		kémiai összetételből	totális korr.-val		totális korrigált korr.-val		totális korr.-val		totális korr.-val		totális korr.-val	
1	2,989	2,897	2,949	2,957	2,91	2,85						
2	2,961	2,942	2,977	2,975	2,91	2,88						
3	2,680	2,492	2,718	2,730	2,53	2,56						
4	2,454	2,466	2,504	2,513	2,33	2,29						
5	2,455	2,377	2,488	2,497	2,24	2,27						
6	2,368	2,380	2,445	2,425	2,10	2,22						
7	2,356	2,334	2,424	2,404	2,21	2,19						
8	2,773	2,848	2,832	2,840	2,69	2,70						
9	2,910	2,900	2,881	2,877	2,79	2,76						
10	2,964	2,915	2,940	2,955	2,80	2,83						
11	2,591	2,638	2,649	2,631	2,32	2,47						
12	2,528	2,436	2,490	2,502	2,25	2,28						
13	2,592	2,469	2,506	2,515	2,22	2,30						
14	2,443	2,397	2,456	2,465	2,29	2,24						
15	2,562	2,395	2,455	2,465	2,33	2,23						
16	2,578	2,474	2,486	2,495	2,35	2,27						
17	2,457	2,375	2,462	2,471	2,34	2,24						
$\Sigma \epsilon_i^2$	—	0,1324	0,0544	0,0454	—	0,0834						

ahol Y = mért fajssúly

$$Y^* = a^* + b_1^* X_1 + b_2^* X_2$$

ahol Y^* = mért térfogatsúly.

Meghatározva a fajssúly vagy térfogatsúly és a 100—(CaSO₄+H₂O) értékét a víztartalom (X_1), ebből pedig a gipsz, ill. anhidrit tartalom számítható.

A 100-(CaSO₄ + H₂O) továbbiakban „egyéb” meghatározására tanulmányoztuk a gipsz és anhidrit, valamint a többi alkotó vízdoldhatóságát (5, 6). Irodalmi adatok alapján lehetséges a gipsz és anhidrit oldása a többi komponens mellől.

A vizsgált mintákból 0,2 g-ot achát mosárban igen finomra porítva bemértünk 200 ml-es főzőpohárba. A mintát 50 ml kiforralt, meleg desztillált vízzel elegyítettük és félóráig azbeszt-lemezzel lefedett vízfürdőn tartottuk (mintegy 40—50 C°). A vizet lemért, szárított G₄ szűrőtégelyre dekantáltuk, majd az oldást további 50, 20, ismét 20 ml, összesen 90 ml vízzel megismételtük. A maradékot a szűrőre vittük, 50 ml desztillált vízzel átmostuk, és 105 C°-on szárítottuk. Vizsgálataink eredményét az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Az „egyéb” anyag meghatározása

Minta jele	Egyéb anyag, %	
	kémiai vizsgálat	oldási módszerrel
2	9,27	9,58
4	17,56	17,21
16	18,03	16,33

Az egyszerű vizes oldással tehát az „egyéb” anyag mennyisége elég nagy pontossággal meghatározható, ugyanakkor a b_1 és a b_2 hányadosa arra utal, hogy 1% abszolút vízmeghatározási hibával 17,67% „egyéb” anyag meghatározásban elkövetett abszolút hiba egyenértékű. Az „egyéb” anyagmeghatározás pontosságát tehát nem szükséges tovább növelni.

A kémiai összetétel, a fajssúly és a térfogatsúly figyelembevételével számított ásványi összetételt a 6. táblázatban foglaltuk össze, felhasználva a kémiai összetételből számított „egyéb” anyagra kapott értékeket.

A 6. számú táblázat 3, 5, 9, ill. 11, 12, 14-es rovatának átlagait összehasonlítva, a 3. táblázat 1, 2. rovatával összehangban, megállapítható, hogy korreláció számításával a hiba valamelyest kisebb, mint kémiai elemzés alapján.

A különböző módon számított gipsz, anhidrit és víztartalmak

6. táblázat

Minta jele	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14				
	Egyéb (100 — (CaSO ₄ + H ₂ O))		Kémiai összetételből		Fajssúlyból számítva				Térfogat-súlyból				Víztartalom																		
			gipsz		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		mért		számított								
			gipsz		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		gipsz		anhydrit		fajssúly		korrig. vízzel		tf. súly						
1	23,85	3,54	72,61	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,00	76,15	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
1	9,68	0,00	90,32	4,40	85,92	2,29	88,03	0,00	90,32	0,38	0,92	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,92	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
3	17,33	43,43	39,24	49,66	33,01	46,80	35,87	47,32	35,35	9,08	10,39	9,79	9,88	17,89	78,96	3,11	82,11	0,00	82,11	0,00	74,14	7,97	16,51	18,24	17,53	15,50	15,50	15,50	15,50		
4	17,89	78,96	3,11	82,11	0,00	82,11	0,00	82,59	0,00	82,59	0,00	82,59	0,00	17,41	81,74	0,85	82,59	0,00	82,59	0,00	17,09	18,22	15,52	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06		
5	17,41	81,74	0,85	82,59	0,00	82,59	0,00	92,98	0,00	92,98	0,00	92,98	0,00	1,80	95,51	2,69	98,20	0,00	98,20	0,00	19,02	21,69	20,98	22,42	22,42	22,42	22,42	22,42	22,42		
6	7,02	90,97	2,01	92,98	0,00	92,98	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	72,26	13,58	14,16	23,18	4,56	19,79	7,95	15,39	12,35	2,84	4,85	4,14	3,22	3,22	3,22	3,22		
7	1,80	95,51	2,69	98,20	0,00	98,20	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	85,21	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	72,26	13,58	14,16	23,18	4,56	19,79	7,95	15,39	12,35	2,84	4,85	4,14	3,22	20,27	5,79	73,94	1,77	77,96	0,00	79,73	10,37	69,36	1,21	0,37	0,00	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	
9	85,21	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	14,79	0,00	20,87	54,14	25,59	63,77	15,36	60,66	18,47	74,90	4,23	11,32	13,34	12,69	15,67	15,67	15,67	15,67	
10	20,27	5,79	73,94	1,77	77,96	0,00	79,73	10,37	69,36	1,21	0,37	0,00	2,17	12,18	82,02	4,10	75,67	10,45	72,51	13,61	85,66	0,46	17,15	15,83	15,17	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	
11	20,87	54,14	25,59	63,77	15,36	60,66	18,47	74,90	4,23	11,32	13,34	12,69	15,67	13,88	82,02	4,10	75,67	10,45	72,51	13,61	85,66	0,46	17,15	15,83	15,17	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	
12	13,88	82,02	4,10	75,67	10,45	72,51	13,61	85,66	0,46	17,15	15,83	15,17	17,92	19,17	78,34	2,49	63,96	16,87	60,90	19,93	80,83	0,00	16,38	13,38	12,74	18,56	18,56	18,56	18,56	18,56	
13	19,17	78,34	2,49	63,96	16,87	60,90	19,93	80,83	0,00	16,38	13,38	12,74	18,56	10,66	88,34	1,00	89,34	0,00	87,14	2,20	80,88	8,46	18,47	18,92	18,23	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	
14	10,66	88,34	1,00	89,34	0,00	87,14	2,20	80,88	8,46	18,47	18,92	18,23	16,92	7,97	88,96	3,07	71,17	20,86	68,16	23,87	76,00	16,03	18,60	14,89	14,26	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	
15	7,97	88,96	3,07	71,17	20,86	68,16	23,87	76,00	16,03	18,60	14,89	14,26	15,90	18,12	81,88	0,00	66,49	15,39	63,38	18,50	71,41	10,47	17,12	13,91	13,26	14,94	14,94	14,94	14,94	14,94	
16	18,12	81,88	0,00	66,49	15,39	63,38	18,50	71,41	10,47	17,12	13,91	13,26	14,94	11,99	87,09	0,92	87,86	0,35	84,56	3,45	73,90	14,11	18,21	18,38	17,69	15,46	15,46	15,46	15,46	15,46	
17	11,99	87,09	0,92	87,86	0,35	84,56	3,45	73,90	14,11	18,21	18,38	17,69	15,46	Átlag	22,08	57,31	20,64	56,07	21,86	54,24	23,68	56,45	21,47	12,04	12,10	11,54	12,13	12,13	12,13	12,13	12,13

A számítás pontosságát akkor lehet növelni, ha az ismeretlen mennyiségű bányanedvesség hatását ki tudnánk küszöbölni. Ennek bizonyítására a fajsúly, víztartalom és „egyéb” anyagra a totális korreláció számítás megismerteltük úgy, hogy az 1%-nál kisebb víztartalmat 0%-ra, az 1%-nál nagyobb víztartalmat 1%-kal csökkentettük. Ez az átlagos víztartalom 0,81%-os csökkentését jelentette, ami visszaszámolásnál 0,5% átlag bányanedvességet képvisel. Az eredményeket a 3. táblázat 3-as, a 4. táblázat 4-es, a 6. sz. táblázat 7, 8, 13-as rovatában tüntettük fel.

Az átlag gipsztartalom a kémiai elemzés alapján számítottal szemben 57,31%-ról 54,24%-ra csökkent, az anhidrittartalom 20,64%-ról 23,68%-ra növekedett, a hiba ($H_y\%$) 2,49%-ról 1,99%-ra történő csökkenése mellett. A számított fajsúly adatokat az 1. diagramon is ábrázoltuk.

A gipsz és anhidrit mennyisége tehát a kémiai analízisből történő számítással szemben a fajsúly, ill. igen egyszerű vizes oldás után az „egyéb” anyag meghatározásával az alábbi egyenlet alapján pontosabban meghatározható.

$$Y = 2,9875 - 0,0291 X_1 - 0,0013 X_2$$

ahol Y = mért fajsúly,

X_1 = számított víztartalom,

X_2 = mért „egyéb” anyag.

Az egyenlet alapján számolt X_1 -ből 4,78-cal szorozva adódik a gipsz százalékos mennyisége, továbbá 100-gipsz% — X_2 egyenlő az anhidrit tartalommal. Negatív X_1 esetén gipsztartalommal nem számolunk. Hasonló eredményt szolgáltat a fajsúly helyett a térfogatsúly alkalmazása, ez esetben az a ; b_1 ; és b_2 értéke természetesen változik (3. táblázat).

A pontosságot korlátozott mértékben még tovább lehetne növelni, ha 0,5% helyett a korábbiakban (1) 1,77%-ra becsült bányanedvesség figyelembevételét próbálgatással megközelítenénk. Ez azonban e dolgozat keretében nem volt célunk és a további hosszadalmas számításoktól eltekintettünk.

IRODALOM

1. Adonyi, Menyhártné, Mészáros: Építőanyag.
2. Kreko, Párnicki, Pintér, Theiss: Korreláció és trend számítás 1958.
3. Dr. Sigmund, Fehérvári: Kohászati Lapok 93, (1960) 3.
4. Sultz: Kohászati Lapok 93 (1960) 5, 6.
5. Landolt Börnstein: Physikalisch chemische Tabellen 5. kiadás I. kötet, 644—645 old.
6. Perry: Chem. Eng. Handbook 1950. 197 old.

Adonyi Zoltán, Menyhárt Józsefné, Mészáros Mihály: A perkupai gipsz-anhidrit telep ásvány-kőzettani összetételének vizsgálata.

Kémiai összetétel alapján számítva a természetes gipsz-anhidrit minták gipsz és anhidrit tartalmát és a kapott eredményeket a mért fajsúlyokkal ellenőrizve, a kapcsolat szorossága $r = 0,953$ korrelációs koefficienssel és $H_y = 2,49\%$ relatív hibával jellemezhető. A gipsz és anhidrit tartalom az izzítási veszteség (400 °C-on), SO_3 , CaO , MgO , sósavban oldhatatlan, R_2O_3 és a kiegészítő fajsúly vagy térfogatsúly meghatározás helyett az $Y = 2,9875 - 0,0291 X_1 - 0,0013 X_2$ egyenlet segítségével a fajsúly és egyszerű vízdioxidatlan maradék mérése alapján is meghatározható. Utóbbi esetben a totális korrelációs koefficiens $R = 0,970$, a relatív hiba $H_y = 1,99\%$, tehát a meghatározás pontosabb. A meghatározás pontossága kismértékben még valószínűleg tovább növelhető, mert az egyenlet felállításánál 1,77% becsült átlag bányanedvesség helyett csak 0,5% átlag bányanedvességgel számoltunk.

Адо́ни Зо́лтан, Ме́ньхарт Йо́зефне, Месаро́ш Миха́й: ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕРКУП-СКОГО ГИПС-АНГИДРИТНОГО ПЛАСТА

Рассчитывая содержание гипса и ангидрита в гипс-ангидритных образцах на основе химического состава и проверяя полученные результаты путем измерения удельных весов, плотность связей может быть охарактеризована корреляционным коэффициентом $r = 0,953$ и относительной ошибкой $H_y = 2,49\%$.

Содержание гипса и ангидрита вместо определения потери прочности при прокаливании (при температуре 400 °C), SO_3 , CaO , MgO , нерастворимого в соляной кислоте остатка, R_2O_3 , и дополнительного удельного веса или объемного веса может быть определено на основе измерения удельного веса и нерастворимого в воде остатка с применением уравнения $Y = 2,9875 - 0,0291 x_1 - 0,0013 x_2$. В последнем случае полный корреляционный коэффициент равен $R = 0,970$, а относительная ошибка — $H_y = 1,99\%$, следовательно определение является более точным. Вероятно, точность определения может быть и далее несколько повышена, т. к. при составлении уравнения среднюю естественную влажность породы мы рассчитывали только как 0,5%, вместо 1,77%.

Z. Adonyi, J. Menyhárt, M. Mészáros: Mineralogisch-petrographische Bestimmung der Zusammensetzung des Gips-Anhydritlager von Perkupa.

Wird der Gips- und Anhydritgehalt des natürlichen Gips-Anhydrites auf Grund der chemischen Zusammensetzung berechnet und das Ergebnis mit Hilfe der gemessenen spezifischen Gewicht kontrolliert, dann lässt sich die Bindungsstärke mit dem Korrelationskoeffizient $r = 0,953$ und mit dem relativen Fehler $H_y = 2,49\%$ kennzeichnen. Anstatt den Gips- und den Anhydritgehalt mit dem Glühverlust (bei 400 °C), SO_3 , MgO , Gehalt, Gehalt an salzsäureunlöslichen Teil, R_2O_3 -Gehalt und — ergänzend — mit dem spez. Gewicht und Raumgewicht zu ermitteln, kann mit Hilfe der Gleichung $Y = 2,9875 - 0,0291 X_1 - 0,0013 X_2$ auf Grund der Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des einfachen wasserunlöslichen Restes bestimmt werden. In diesem Falle beträgt der totale Korrelationskoeffizient $R = 0,970$, der relative Fehler $H_y = 1,99\%$, d. h. die Bestimmung liefert genauere Ergebnisse. Die Verlässlichkeit der Bestimmung kann wahrscheinlich noch etwas erhöht werden, da wir bei der Aufstellung der Gleichung anstatt einer durchschnittlichen geschätzten, Grubenfeuchtigkeit von 1,77%, nur mit einem Wert von 0,5% rechneten.

HELYREIGAZÍTÁS

Folyó évi januári, 1. számunkban közölt „Kísérlet nagy kovásvav tartalmú magnezit elektrosztatikai dúsítására” című cikk szerzőjeként — sajnálatos tévedésből

— csak Karol Machej mérnököt jelöltük meg, holott az előadás és cikk Karol Machej és Waclaw Szymborski mérnökök közös munkája volt.

Újabb adatok szervesen szálas mechanikai tulajdonságairól

TÓTH KÁLMÁN

I.

Griffith 1920-ban megjelent közleménye (1) óta ismeretes, hogy az üvegszál szakítószilárdsága a szálátmérő csökkenésével (különösen 50μ alatt) rohamosan növekszik, továbbá, hogy a rugalmassági és nyúlási együtthatók szintén függenek a szálátmérőtől (2). Az üvegszálak szakítószilárdsága és nyúlási együtthatója közvetlenül az előállítás után a legnagyobb, majd idővel csökkennek. A legnagyobb mérvű csökkenés az előállítást követő néhány óra alatt mutatkozik, a későbbiekben azonban szobahőmérsékleten lassúvá válik. Nagyobb hőmérsékleten — bár még a lágyulási hőmérséklettartománytól viszonylag távol — a szakítószilárdság csökkenése erőteljesebb. Ez a viselkedés, valamint a vele kapcsolatos kísérő jelenségek, mint például a szálak fokozottabb ridegsége és összetöredezése: a szálak „öregedése”.

Az üvegszálak tulajdonságainak értelmezésére számos elmélet született, amelyek közül egyik legismertebb Smekaltól származik (3). Szerinte a szálátmérő csökkenésével bekövetkező rohamos szilárdságnövekedés az üvegszerkezetben levő „bevágási helyeknek” a szálátmérő arányában csökkenő valószínűségével magyarázható. A „bevágási helyek” keletkezését Smekal a szilárdulási folyamatban kialakuló szubmikroszkópikus, esetleg mikroszkópikus méretű anizotrópia kialakulásával magyarázza. Feltételezi, hogy ilyen mikrostrukturák kialakulását elősegíti az erős térbeli hálóképződés, a magas dermedési hőmérséklet és a gyors lehülés.

Másik ismert elmélet a szerves polimer szálak szerkezetéhez hasonlóan a szálak hossz tengelye irányában „erős”, keresztirányban „gyenge” kötésekkel tételéz fel, kísérleti adatok azonban ezt nem igazolták. Otto és Preston (4) röntgen-diffrakciós mérései, valamint Brennan (5) vizsgálatai üvegszálak Poisson együtthatójára vonatkozólag egyaránt rendezetlen szerkezet jelenlétét bizonyítják.

További elmélet az „edzés” elvének alkalmazásával feltételezi, hogy a nagy szakítószilárdságot a gyors lehülés hatására a szálpalástban kialakuló, befelé ható nyomófeszültség okozza. Ezt a felfogást újabban elvetik, mert a hülési sebességre vonatkozó számítások szerint — éppen a csekély szálátmérők miatt — a hőmérséklet kiegyenlítődése a szál tengelye és felülete között mintegy 10^{-6} mp. alatt következik be, a szálban nem keletkezhetnek tehát tartós feszültségek. Figyelembe véve, hogy 800°C hőmérsékleten az atomos kiegyenlítődési folyamatok 10^{-4} – 10^{-5} mp. alatt játszódhatnak le, Deeg és Dietzel (6) arra a megállapításra jutottak, hogy az üvegszálban a 800°C hőmérsékletű folyékony üveg szerkezeti állapothoz közel álló szerkezet fagy be. Ebből adódik,

hogy Smekal fentidézett megállapításával ellentétben teljesen feszültségmentes, szubmikroszkópikusan is izotróp szilárdulás játszódik le. Tekintve, hogy valamely nagyobb hőmérsékletre jellemző állapot fagy be, az üvegszál termodinamikailag lényegesen instabilabb a makroszkópikus méretű és szokásos eljárással hűtött üvegeknél. Az instabilitás miatt szobahőmérsékleten az egyensúly megközelítésére irányuló változások játszódhatnak le, a „bevágási helyek” felszakadnak, a szakítószilárdság és a nyúlási együttható idővel csökken, azaz megindulnak az „öregedéssel” kapcsolatban említett lassú változások.

A nagy szakítószilárdság kísérletileg is bizonyítható, valamint a finomszerkezet szempontjából is értelmezhető oly módon, hogy a szál képződésekor valamely nagyobb hőmérsékletű olvadási állapotra jellemző, kevésbé rendezett eloszlás fagy be. Deeg és Dietzel megvizsgálták különböző szilikátokban a Si—O kötéstávolságot, a kötés ionos, vagy kovalens jellegének a kötéstávolságtól való függését és az idegen kationok által a kötéstávolságra gyakorolt befolyást. A vizsgálatokból kitűnt, hogy nagyobb Si—O kötéstávolságnak nagyobb ionos kötéshányad, tehát szilárdabb szerkezet felel meg. Ha az üvegszál gyors hülése miatt, tehát bizonyos rendeződési folyamatok befagynak, nagyobb ionos kötéshányad létesül, ezért az egész szerkezet szilárdabbá válik. Ebből adódik, hogy az üvegszálak szakítószilárdsága döntő mértékben a szálhúzó erő nagyságától függ és csak kisebb mértékben a vegyi összetételtől, a kidolgozás módjától és hőmérsékletétől.

II.

A vékony üvegszálak rendkívül nagy szilárdságát először a textilipar, később a műanyagfeldolgozóipar hasznosította. Mindkét ipar szempontjából mélyreható tanulmányokat végeztek a felhasználás helyes technológiájának kialakítása, valamint a szálak fizikai és kémiai tulajdonságainak tisztázása céljából. Sok szerző foglalkozott a textiliák előállítására és a műanyagvázképzésre alkalmas szálas mechanikai tulajdonságainak különböző tényezők hatására bekövetkező változásaival (7, 8, 9, 10, 11, 12).

A mechanikai tulajdonságoknak egyéb tényezőkkel való összefüggésének feltárása szempontjából lényegesen kevesebb adat áll rendelkezésre a hőszigetelési és egyéb célokra felhasznált közetszálakra, kohósalakszálakra és vastag (20 – 30μ átm.) üvegszálakra vonatkozólag. Az ilyen szálakból előállított termékektől megkövetelik, hogy kedvező halmaztérfogatsúlyúak, rugalmasak, vegyileg és mechanikailag ellenállóak, tartósak legyenek. Ezek a tulajdonságok kapcsolatosak a halmazt felépítő elemi szálak mechanikai és vegyi tulajdonságaival, ezért szükségessé vált ezeknek a tulajdonságoknak részletesebb vizsgálata.

* Nehézvegyipari Kutató Intézet, Veszprém.

I. táblázat

A vizsgált szálak vegyi összetétele

Szintézis összetétel, %	Kőzetszálak					Salakgyapot szálak	Üveg-selyem szálak	Üveggyapot szálak
	1	2	3	4	5			
SiO ₂	40,1	42,0	42,6	43,0	46,2	40,4	71,5	73,1
Al ₂ O ₃	10,9	14,5	14,0	10,8	11,8	9,7	1,3	1,5
CaO	29,0	23,8	21,8	13,2	8,5	37,5	7,5	5,2
MgO	8,5	12,1	7,6	12,0	9,2	6,8	4,2	3,4
Na ₂ O + K ₂ O	—	—	—	—	—	—	15,3	16,5
Egyéb oxidok*	11,5	7,6	14,0	21,4	24,3	5,6	—	—
Savassági szám SiO ₂ + Al ₂ O ₃ N _s = ————— CaO + MgO	1,36	1,57	1,92	2,14	3,27	1,14	—	—

* ($\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{MnO} + \text{P}_2\text{O}_5$).

1. A vizsgált minták jellemzése

a) Kőzetszálak

Hazai lelőhelyről származó bazalt, homokkő, dolomit és mészkő különböző súlyarányú keverékei kúpolókemencében, 1400—1470 °C hőmérsékleten megolvashatók. A szájnnyílásból kifolyó, max. 40 poise viszkozitású olvadék, 9 att nyomású, 300 °C-ra túlhevített, Laval fúvókából kiömlő gőzsugár hatására szállá alakult. A leülepitett szálhalmazból kiválasztott minták a vizsgálatot megelőző napig kalciumkloriddal töltött exszikkátorban helyezkedtek el.

b) Kohósalakszálak

E szálak savanyú jellegű kohósalakból a kőzetszálakkal azonos körülmények között előállított salakgyapottól származtak. A vizsgált A, B, C, minőségű minták átlagos szálátmérőik különbözőek, vegyi összetételük azonos. A mintavétel és a minták tárolása az előzővel azonos módon történt.

c) Üvegszálak

Nyersanyaguk tábla és öblösüvegcserep keveréke. Az üvegselymet dobhúzó eljárással 1000 m/perc húzási sebesség alkalmazásával, az üveggyapotot 3800/perc fordulátú centrifugával állították elő az olvasztott cserepkeverékből (13). A mintavétel és a minták tárolása az előzőkkel azonos módon történt.

A vizsgálatokhoz felhasznált szálak szintézis összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

2. Vizsgálati és számítási eljárás

A vonatkozó szabvány (14) előírása szerint valamennyi mintából 30 (az üvegszálakból 60) elemiszál 10×10 mm-es papírkeretre felragasztva a vizsgálatok céljára egyenként befoghatók.

A papírkeretre felragasztott szálak átmérőjét arányos távolságokban 3 helyen LANAMÉTER Zeiss No. 1240 típusú elemiszálvizsgáló mikroszkóppal, 500-szoros nagyítással, ±0,2 μ pontossággal lehet megmérni. A minták szakítás előtt 24 órán át 60 ±5% relatív nedvességű térben helyezkedtek el.

Az elemi szálak terhelés-nyúlás diagrammja a szakítási határig CHEVENARD DP-49 típusú dilatométerrel pontosan mérhető. A befogási helyek elmozdulási sebessége valamennyi vizsgálatnál 40 mm/perc volt. A készülék cserélhető rugókkal: 5—12—25—50—100 g terheléshatárok között tett lehetővé méréseket. Valamennyi különböző átmérőjű szálát a tényleges szakítóértékhez legközelebb eső rugóval célszerű elszakítani. A nyúlás mértékét a készülék 65,5 szörös nagyításban rögzítette.

A terhelés-nyúlás diagramból a befogási hosszúság, valamint az átlagos szálátmérő ismeretében kiszámítható a fajlagos nyúlás %-os értéke, a szakítószilárdság kg/mm² egységben és a Young modulusz az:

$$E = \frac{l \cdot P}{\Delta l \cdot q}$$

összefüggés alapján,

amelyben E a Young modulusz (kg/mm²),
 l a vizsgált szál befogási hosszúsága (mm),
 q a vizsgált szál keresztmetszetének területe (mm²),
 P a vizsgált szálra ható erő (kg),
 Δl a P erő hatására bekövetkezett nyúlás (mm).

A különböző összetételű szálak szakításakor a szakítási határig a Hooke törvény érvényesült, mert a nyúlás a terhelés függvényében lineárisan változott. Egy-egy szálhalmazt az elemi szálak mérési eredményeinek számtani középértéke jellemez. Az egyes mérési eredmények a középérték körül nagy szórással helyezkedtek el, ezért célszerűnek látszott valamennyi mérési sorozat Sommer szerinti egyenlőtlenégi tényezőjének és a középértékek valószínű hibájának kiszámítása, az alábbi összefüggések segítségével:

$$U = \pm \frac{2 \cdot n}{z} \cdot \frac{A - K}{A} \cdot 100\%$$

amelyben U a Somme-féle egyenlőtlenégi tényező (%),
 z az összes mérési eredmények száma (esetünkben 30, ill. 60),
 A a „ z ” számú mérési eredményből számított középérték,

n az „A” középérték alatti értékeket szolgáltató mérések száma,
 K a középérték alatti mérési eredményekből (n számú) képzett középérték.

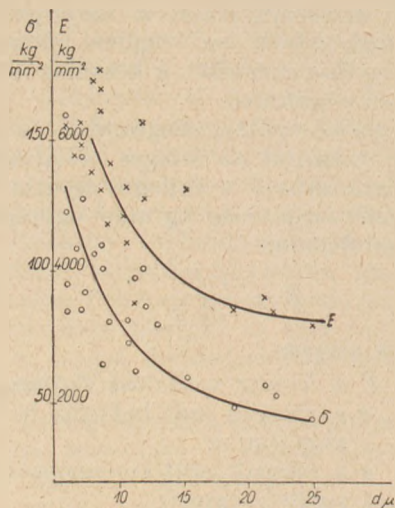
A középérték valószínű hibáját az alábbi összefüggés mutatja:

$$f = \pm \frac{0,843 \cdot U}{\sqrt{z}} (\%)$$

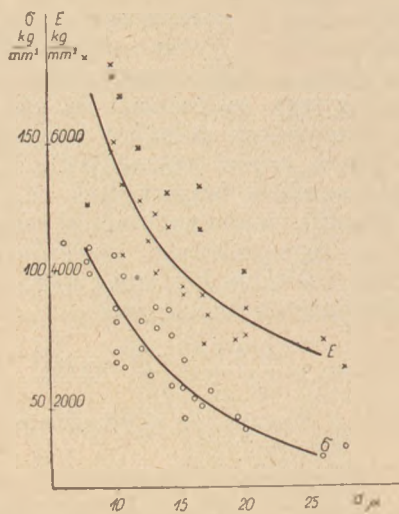
3. A vizsgálatok eredményei

A) Kőzet és kohósalakszálak

A kőzet és kohósalakszálakra vonatkozó vizsgálatok eredményeit a II. táblázat tartalmazza, amelyből kitűnik, hogy egy-egy mintát a középértékek nagy egyenlőtlenségi tényezővel jellemeznek. A szakítószilárdság és a Young együttható nagy egyenlőtlensége csak részben ered a szálátmérő egyenlőtlenségéből, jórészt onnan adódik, hogy mindkettő lényegesen függ a tényleges szálátmérőtől.

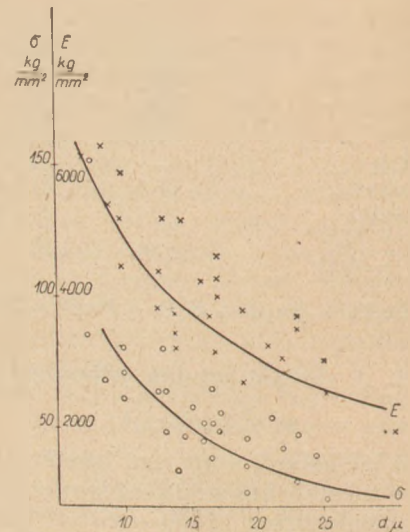


1. ábra. Az 1. jelű kőzetszál szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye

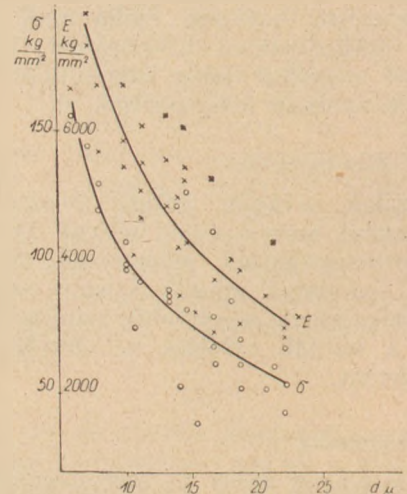


2. ábra. A 2. jelű kőzetszál szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye

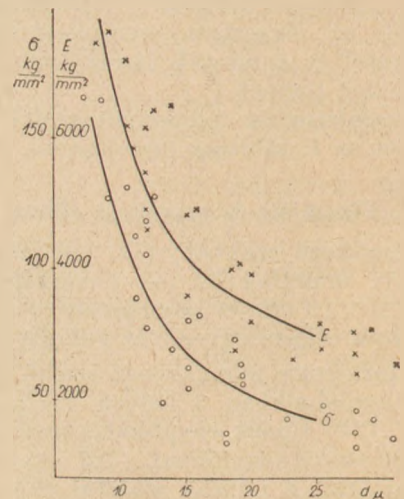
A mennyiségi összefüggés számszerű értékeinek $\pm 5\%$ pontossággal való megállapításához elegendő volt 30 elemi szálon végzett mérés eredményének felhasználása. Az 1—5. ábrák az azonos



3. ábra. A 3. jelű kőzetszál szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye



4. ábra. A 4. jelű kőzetszál szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye



5. ábra. Az 5. jelű kőzetszál szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye

II. táblázat

Különböző vegyi összetételű (lásd I. táblázat) kőzetszálak és kohósalakszálak vizsgálati adatai
(A táblázat egy-egy adata 30 elemiszálmérési eredmény középértéke)

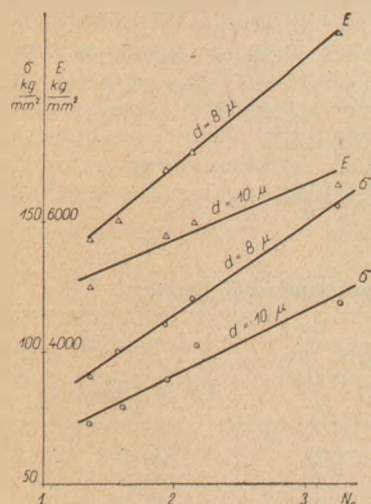
A minta jele	Átlagos szál átmérő			Átlagos szakítási nyúlás			Átlagos szakítószilárdság			Átlagos Young együttható		
	d μ	U %	f %	Δl %	U %	f %	σ kg/mm ²	U %	f %	E kg/mm ²	U %	f %
Kőzetszálak												
1	18,6	28,0	4,31	1,23	17,5	2,70	48,0	23,4	3,60	3900	28,5	2,40
2	9,9	37,6	5,80	1,45	23,0	3,54	106,0	36,1	5,55	7350	29,5	4,55
3	15,3	43,6	6,72	1,51	17,0	2,62	74,9	26,6	4,10	4950	26,1	4,02
4	14,4	30,6	4,72	1,82	18,3	2,82	88,5	33,1	5,10	4860	26,6	4,10
5	19,2	34,9	5,38	1,67	17,3	2,66	72,2	43,6	6,72	4304	32,8	5,05
Salakszálak												
A	7,3	25,0	3,85	1,73	16,2	2,49	105,0	35,4	5,45	6080	26,0	4,00
B	8,5	27,0	4,15	1,61	16,3	2,50	97,0	38,1	5,86	6020	33,4	5,15
C	10,7	38,2	5,88	1,39	20,6	3,17	88,5	34,5	5,31	6380	30,8	4,75

körülmények között előállított, de különböző vegyi összetételű kőzetszálak szakítószilárdságát és Young együtthatóját ábrázolják a szálátmérő függvényében.

Nagyszámú irodalmi adat (15) összevetéséből kitűnik, hogy a kohósalakszálak savassági száma N_s (lásd I. táblázat): 1—1,5 közötti, a kőzetszálaké: 1,5—2,8, míg a tiszta bazaltszálaké: 2,5—3,5 határok közötti. Az 1—5. ábrák összehasonlításából kitűnik, hogy a savassági szám növekedése esetén a szálak szakítószilárdsága és Young együtthatója is nő. Az azonos átmérőjű szálak szakítószilárdságai és Young együtthatói a savassági szám függvényében hasonló összefüggésre mutatnak (6. ábra).

Bár a kohósalakszálak előállításának körülményei azonosak voltak a kőzetszálakéval, a II. táblázat adatai szerint a salakszálak átlagos átmérői lényegesen kisebbek, mint a kőzetszálaké. Ennek oka az, hogy azonos hőmérsékleteknél a kohósalakolvadék visszokozítása kisebb, mint a kőzetolvadékoké.

Bár a kohósalak olvadék vegyi összetétele a



6. ábra. A kőzetszálak szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a savassági szám (N_s) függvénye 8 μ és 10 μ szálátmérőnél

kisebb savassági szám miatt hidrolitikus szempontból kedvezőtlenebb mint a kőzetszálaké, a kisebb átlagos szálátmérőből következőleg mechanikai tulajdonságaik mégis elérhetik, sőt túl is szárnyalhatják a kőzetszálakét. A kohósalakszálak szakítószilárdságának és Young együtthatójának a szálátmérőtől való függését a 7. ábra tünteti fel, amelyből kitűnik, hogy az azonos vegyi összetételű, de különböző átlagos átmérőjű kohósalakszálak görbéi kb. $\pm 5\%$ hibahatáron belül fedik egymást. A szálhalmaz jellemzése pontosabbá tehető az elemiszál vizsgálatok számának növelésével.

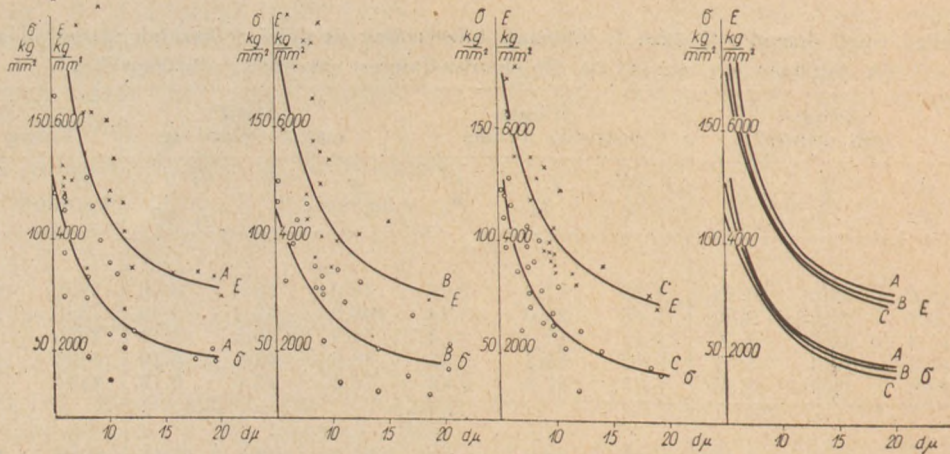
A II. táblázat adataiból megállapítható, hogy a salakszálak nyúlása a szálátmérő csökkenése esetén növekszik. A változás mértékének pontos meghatározása céljából 100 elemi szálon végzett vizsgálat eredményei a szálátmérő tartományok függvényében a 8. ábra szerinti hisztogram formájában csoportosíthatók.

Az a tény, hogy a szál átmérőjének csökkenésekor a nyúlás növekszik, látszólag ellentmond a 7. ábrán feltüntetett mérési eredményeknek. Az ellentmondás feloldása céljából ugyanazon 100 elemi szál szakításánál felvett terhelés-nyúlás mérések adatai csoportosíthatók a 8. ábrán feltüntetett mérettartományok szerint. Az egyes mérettartományokba eső eredmények átlagértékeiből, tehát az átlagos szálátmérőkből és nyúlási adatokból (a nyúlási kontrakciót elhanyagolva) kiszámítható a „deformált térfogat” értéke a

$$\Delta V = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \Delta l$$

összefüggés alapján, amelyben d : a szálátmérő (μ), Δl : a nyúlás (μ). Ugyancsak kiszámítható a „deformációs munka”, amely az elemi szála ható deformáló erő ($\Delta \sigma$), valamint a „deformált térfogat” hányadosa (III. táblázat).

A III. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a „deformációs munka” a szálátmérő csökkenésével növekszik, tehát térfogategységnyi deformációt egyre nagyobb erővel lehet csak elérni. Ezzel magyarázható, hogy a terhelés-nyúlás diagramok egyenesének irányítványozója nem a szálkeresztmetszet növekedése arányában nőtt, ha-



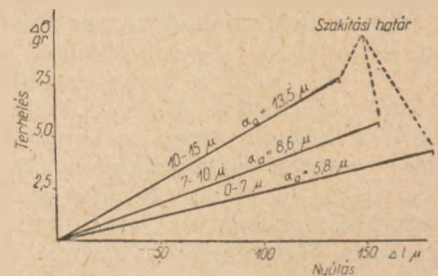
7. ábra. A kohósalakszálak szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálmérő függvénye. (Az A, B, C jelű salakszálak vizsgálati adatait lásd a II. táblázatban)

nem annál kisebb mértékben. Ezt fejezi ki a 9. ábra, amelyet úgy nyertünk, hogy a fentiekben megjelölt mérettartományokban kiszámítottuk a terhelésnyúlás átlagértékeket (9. ábra).

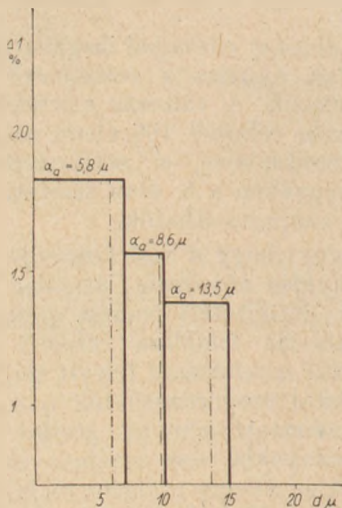
A lineáris nyúlás tehát a szálmérők különbözősége esetén nem fejezi ki a tényleges deformáció mértékét. Csökkenő szálmérővel a növekvő nyúlás ellenére is a deformáció mértéke csökken, a „deformációs munka” pedig a szakítószilárdsággal párhuzamosan növekszik.

Hasonló összefüggést alkálimeszűveg szálakon először Eitel és Oberlies (16) észlelt. Később

Driesch (17) figyelte meg, hogy alkálítartalmú és kisebb mértékben még alkálimentes üvegszálak nyúlása nedvesítés hatására növekszik, szakítószilárdsága pedig csökken. Az észlelt szilárdságcsökkenés mértéke jelentősen nőtt a szálmérő



9. ábra. Kohósalakszálak átlagos terhelésnyúlás összefüggései a 0—7 μ, 7—10 μ, 10—15 μ átmérőtartományokban: 5,8 μ, 8,6 μ és 13,5 μ átlagos szálmérők esetében



8. ábra. Kohósalakszálak nyúlása a 0—7 μ, 7—10 μ, 10—15 μ átmérőtartományban: 5,8 μ, 8,6 μ és 13,5 μ átlagos szálmérők esetében

mérő csökkenésével. Ugyanakkor megfigyelték, hogy a különböző eljárással előállított üvegszálak közül éppen a gőzfűvókás eljárással előállított száznál mutatkozott a legkisebb mérvű csökkenés. Mindezek a jelenségek felületi adszorpciós és kemoszorpciós hatásokkal értelmezhetők.

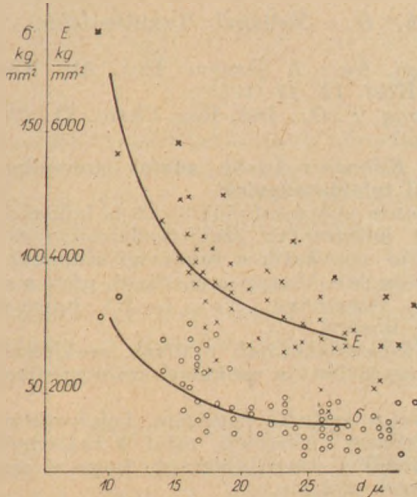
A vékony üveg és egyéb szervesetlen szálak fajlagos felülete viszonylag nagy és a felülete legkülső rétegeiben kialakuló szerkezet hidrophil tulajdonságú lehet, ezért légköri nedvesség megkötése a szálmérő csökkenésének arányában egyre nagyobb befolyást gyakorol a mechanikai tulajdonságokra.

Kohósalakszálak deformációs tulajdonságai a szálmérőtől függően

III. táblázat

Szálmérő $d_d \mu$	Nyúlás $\Delta l \%$	Nyúlás $\Delta l \mu$	Deformált térf. $\Delta V \cdot 10^2 \text{ mm}^3$	Def. erő $\Delta \sigma \text{ grs.}$	Def. munka $\frac{\Delta \sigma}{\Delta V} \text{ kg/mm}^3$	Szakító szil. $\sigma \text{ kg/mm}^2$
5,8	1,84	184	4,85	4,36	898,9	115,0
8,6	1,56	156	9,05	5,70	629,8	98,0
13,5	1,38	138	19,74	7,94	402,2	55,5

(Vizsgált mérettartományok a 8. ábra szerint, azaz 0—7 μ között $d_d = 5,8 \mu$, 7—10 μ között $d_d = 8,6 \mu$, 10—15 μ között $d_d = 13,5 \mu$).



10. ábra. Üvegyapotszálak szakítószilárdsága és Young együtthatója, mint a szálátmérő függvénye

Korányi (18) vizsgálatai szerint az alkálímészüveg felületén 0,01–0,1 μ vastagságban elhelyezkedő, adszorbtíve kötött vizet tartalmazó szilíciumdioxid gél alatt 0,1–0,6 μ mélységig a valódi üvegyagnál lazább szerkezetű réteg helyezkedik el, amely nedvességet már erősebb, kemoszorpciós kötéssel tartalmaz. Az üvegszálak nedvesítésénél feltehetően ez a mélyebb réteg is telítődik vízzel. A vízfelvétellel együttjár a felületi réteg hézagainak bővülése, a szerkezet további fellazulása, amely a szilárdság csökkenése, a nyúlás növekedése irányában hat.

B) Üvegszálak

Az üvegszálakra vonatkozó vizsgálatok eredményeit a IV. táblázat tartalmazza, melyből kitűnik, hogy a műszaki üvegyapot szálak rendkívül egyenlőtlen átmérőjűek. A nagymértékű egyenlőtlenség abból adódik, hogy a centrifugális szálképzés a gőzfúvókás eljáráshoz hasonlóan heterogén átmérőjű szálhalmazt szolgáltat. A szakítószilárdság, valamint a Young együttható függését a szálátmérőtől a 10. ábra tünteti fel.

A dobhuzásos eljárással készült műszaki üvegselyem szálak viszonylag egyenletesebbek. Sommer-féle egyenlőtlenségi tényezőjük fele, harmada az egyéb eljárásokkal előállított szálakénak. Az egyenletesség következtében az ezeken a szálaikon elvégzett mérések mutatják a legkisebb hibákat. A kedvezőbb mérési pontosság, továbbá

az, hogy az üvegselyemszálak tetszés szerinti befogási hosszban vizsgálhatók, lehetőséget adott annak megvizsgálására, hogy az Anderegg (19) által vékony üvegszálakra ($d = 10-13 \mu$) felállított összefüggések érvényesek-e vastagabb ($d = 20-30 \mu$) szálakra. Anderegg az alkálímész-üvegszálak szakítószilárdságának a szálátmérőtől való függésére az alábbi kifejezést javasolta:

$$\sigma = 14 + \frac{982}{d + 0,5} + \frac{2720}{(d + 0,5)^2} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

ahol d : a szálátmérő (μ). Ezt az összefüggést 10 mm befogási távolság alkalmazásával végzett mérések kitűnően igazolták, mert 26,5 μ átlagos átmérőjű szálak szakítószilárdsága a fenti képlet alapján számolva: 54,10 kg/mm², míg a IV. táblázatban közölt mérések eredménye pedig: 54,0 kg/mm².

Anderegg szerint a befogási távolság is számottevő befolyást gyakorol a szálak szakítószilárdságára és nyúlására, mindkettő értéke csökken a befogási távolság növekedésével. Anderegg szerint:

$$\sigma = 70 + \frac{385}{l + 44,5} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$e = 1,5 + \frac{26,3}{l + 2,9} \text{ (%)}$$

σ a szakítószilárdság,

e nyúlás (%),

l a befogási távolság (mm).

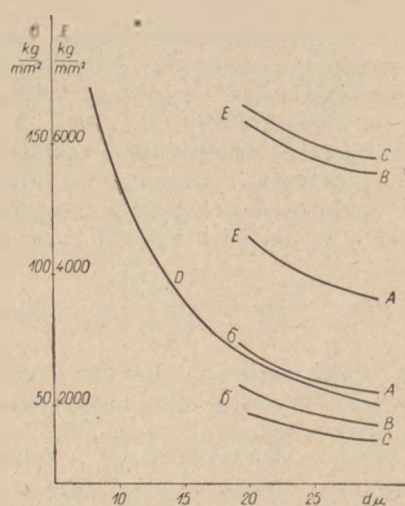
A 10,50 és a 100 mm befogási távolság alkalmazásával végzett mérések szerint a szakítószilárdság és nyúlás egyaránt csökken a befogási távolság növelésével. A csökkenés számszerű mértéke kitűnik a IV. táblázatból. A szálátmérő és a befogási távolság együttes hatását a 11. ábra szemlélteti, amelyből kitűnik, hogy az Anderegg összefüggés alapján számított görbéhez jól simul a 10 mm befogási távolsággal végzett mérések adatait feltüntető görbénk. Megállapítható továbbá, hogy növekvő befogási távolsággal a görbék önmagukkal párhuzamosan a csökkenő szilárdság, ill. a növekvő Young együtthatók irányában tolódnak el. (A 11. ábra szemléletessége céljából nem tüntettük fel az egyes mérési pontokat, csupán az azokból szerkesztett görbéket. Az egyes mérési pontok szórására a IV. táblázat egyenlőtlenségi tényezői utalnak.)

IV. táblázat

Üvegyapot és üvegselyemszálak vizsgálati adatai

(Az A jelű üvegselyem vizsgálata: 10 mm, a B jelű: 50 mm, a C jelű: 100 mm befogási távolsággal készült)

A minta jele	Átlagos szálátmérő			Átlagos szakítási nyúlás			Átlagos szakítószilárdság			Átlagos Young együttható		
	d μ	U %	f %	l %	U %	f %	σ kg/mm ²	U %	f %	E kg/mm ²	U %	f %
Üvegyapot	22,1	24,8	3,82	1,32	27,4	4,2	45,0	26,7	4,11	3415	26,4	4,06
Üvegselyem												
A	26,5	7,5	0,80	1,41	20,0	2,17	54,0	19,9	2,13	3830	11,3	1,21
B	26,8	7,7	0,82	0,86	9,4	1,01	49,5	15,8	1,70	5775	13,0	1,40
C	26,0	10,3	1,11	0,69	10,7	1,15	42,3	12,0	1,28	6110	5,7	0,61



11. ábra. Üvegszálak szaktípusa és Young-együtthatója, mint a szálátmérő függvénye. (Az A, B, C görbék 10, 50, 100 mm befogási távolsággal mért, D görbe az Anderegg összefüggéséből számított értékeket tartalmazza)

A befogási távolság befolyását kifejező Anderegg által javasolt összefüggéseket ezek a mérések nem elégitik ki. Az eltérés oka az, hogy Anderegg összefüggéseit viszonylag vékony ($d = 10\text{--}13 \mu$) szálakon állapította meg, olyan méret-tartományokban tehát, ahol a szálátmérő még jelentéktelen befolyásolja a szaktípusát. A jelen vizsgálatok tárgyává tett $22\text{--}30 \mu$ -os átmérő tartományban ez a befolyás lényegesen kisebb. A méréseink valószínűsítik tehát azt a korábbi feltételezést, hogy az elszakadást okozó diszkontinuitások eloszlása a szál hosszirányában sem egyenletes.

E helyen fejezem ki köszönetemet dr. Korányi Györgynek, a kémiai tudományok doktorának, a téma kidolgozásában nyújtott értékes tanácsaiért, valamint a Textilipari Kutató Intézet osztályvezetőjének, dr. Dischka Győzőnek a mérőműszerek rendelkezésre bocsátásért.

IRODALOM

1. Griffith, A.: A. Phil. Trans. Royal Soc. 221, 180 (1920).
2. Murgatroyd, J. B.: J. Soc. Glass Technol. 28, 368 (1944).
3. Smekal, A.: Naturw. 15, 167 (1936).
4. Otto, W. H., Preston, F. W.: J. Soc. Glass Technol. 34, 63 (1950).
5. Brennan, R. T.: J. Amer. Ceram. Soc. 36, 230 (1953).
6. Deeg, E., Dietzel, A.: Glastechn. Ber. 28, 221 (1955).
7. Bobeth, Böhme, Techel: Anorganische Textilfaserstoffe. VEB Verlag Technik. Berlin. 1955.
8. Sallow, G.: Glastechn. Ber. 23, 89 (1950).
9. Koch, P. A., Satlow, G.: Kleepzigs Textilzeitschrift. 43, 542 (1940), 44, 104 (1941).
10. Bobeth, W.: Silikattechnik. 4, 537 (1953).
11. Koch, P. A., Satlow, G.: Glastechn. Ber. 22, 103 (1948—49).
12. Knapp O.: Üvegszáltextiliák és üvegszálbetétes műanyagok. Mérn. Továbbk. Int. Budapest. 1959.
13. M. Sz. 4675.
14. DIN. DVM 3801.
15. Karmaus, H. J.: Glas-Email-Keramo-Technik. 6, 154—159., 189—192. (1955).
16. Eitel, W., Oberlies, F.: Glastechn. Ber. 15, 228 (1937).

17. Driesch, H.: Melliand Textilberichte. 29, 412 (1948).
18. Korányi, Gy.: A Magyar Tud. Ak. Kém. Tud. Oszt. Közl. 12, 25 (1959).
19. Anderegg, F. O.: Ind. Eng. Chem. 31, 290 (1939).

Tóth Kálmán: Újabb adatok szervesetlen szálak mechanikai tulajdonságairól.

1. Azonos eljárással előállított és különböző vegyi összetételű közetszálak szaktípusa és Young-együtthatója növekszik a savassági számmal. A szaktípusa és a Young-együttható, mint a savassági szám (N_s) függvénye, $N_s = 1\text{--}3,3$ intervallumban közelítőleg lineáris.

2. A kohósalakszálak nyúlása, szaktípusa és Young-együtthatója csökkenő szálátmérővel növekszik.

3. Azonos terhelés hatására bekövetkezett „deformált térfogat” mértékét, mint a szálátmérő függvényét vizsgálva megállapítható, hogy a szálátmérő csökkenésével csökken.

4. $20\text{--}30 \mu$ átmérőjű alkálimeszszilikát üvegszálak szaktípusának szálátmérőtől való függését helyesen fejezi ki az Anderegg által eredetileg kisebb átmérőjű szálakra javasolt összefüggés.

5. A szaktípusa és nyúlás mértéke a növekvő befogási hosszal csökken. A befogási távolság hatása a növekvő szálátmérővel egyre kisebb mértékű.

Tom Kálmán: НОВЫЕ ДАННЫЕ О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

1. Предел прочности при разрыве и коэффициент юнга волокон различного химического состава, изготовленных одинаковым методом, повышается с увеличением числа кислотности. Зависимость предела прочности при разрыве и коэффициент юнга от числа кислотности (N_s) является приблизительно линейным в интервале $N_s = 1\text{--}3,3$.

2. Удлинение, предел прочности при разрыве и коэффициент юнга волокон доменного шлака повышаются с уменьшением диаметра волокна.

3. Рассматривая меру „деформированного объема”, происходящего под влиянием одинаковой нагрузки, в зависимости от диаметра волокна можно установить, что с уменьшением диаметра волокна она уменьшается.

4. Зависимость предела прочности при разрыве волокон щелочно-известкового силикатного стекла, имеющих диаметр $20\text{--}30 \mu$, правильно выражается зависимостью, предложенной Anderegгом впервые для волокон с меньшим диаметром.

5. Величина предела прочности при разрыве и удлинения уменьшается с увеличением длины зазвата. С увеличением диаметра волокна постепенно уменьшается влияние расстояния захвата.

K. Tóth: Neuere Angaben zu den mechanischen Eigenschaften anorganischer Faser.

1. Die Reißfestigkeit und der Young'sche Koeffizient von Gesteinsfasern verschiedener chemischen Zusammensetzung wächst mit der Säurezahl. Die Reißfestigkeit und der Young'sche Koeffizient ändern sich, als Funktion (N_s) der Säurezahl, im Intervall $N_s = 1\text{--}3,3$, annähernd linear.

2. Die Dehnung, die Reißfestigkeit und der Young'sche Koeffizient der Hüttenschlackenfaser wachsen mit dem Abnehmen des Faserdurchmessers an.

3. Man kann feststellen, dass sich das auf Einfluss gleicher Belastung erfolgte „Volumdeformation“ — bestimmt als die Funktion des Faserdurchmessers — mit den Vermindern des Durchmessers verringert.

4. Das Abhängen der Reißfestigkeit von Alkali-Kalk-Silikatglasfasern mit $20\text{--}30 \mu$ Mikron Faserdurchmesser wird durch die Anderegg'sche Regel, die ursprünglich für Faser geringeren Durchmessers vorgeschlagen worden ist, richtig wiedergegeben.

5. Die Werte der Reißfestigkeit und der Dehnung vermindern sich mit wachsender Einspannlänge. Die Wirkung der Einspanndistanz nimmt mit zunehmendem Faserdurchmesser ab.

Mattmázak

MOGYORÓSSI SÁNDOR

A modern vonalú kerámia és porcelánprodukciók nagyon sok esetben megkivánják, hogy a hagyományos fényes, csillogó máz helyett mattmázas díszítési módot alkalmazzunk.

A mattmázzal való díszítést a kerámiában igen szívesen használják. Előnye a fényes kerámiai mázzal szemben az, hogy kisebb fényvisszaverődés következtében a porcelán tárgyak vonalait lágyabbá, melegebbé teszi.

Irodalmi összefoglaló

Az irodalom a mattmázak előállítására számos járható utat ismer. A mattmázak, előállításuk módozatait figyelembe véve, három nagy csoportra oszthatók.

1. Azok a mázak, melyek fénytelenességét az égetés elégtelensége okozza.
2. A fénytelenített felületű mázak.
3. Kémiai összetételük miatt fénytelen mázak.

1. Az első csoportba tartozó mázak előállítása elvileg a legkönnyebb. Ha a fényes mázakat a szükséges égetési hőfoknál alacsonyabb hőfokon égetjük, fénytelen mázat kapunk. Az égetés a máz kiolvadásához szükséges hőfoknál jóval alacsonyabban történhet. A kívántnál kissé magasabb hőfok teljes fényesedést, az alacsonyabb hőfok pedig felületi egyenetlenséget okoz. Az 1. módszert a később ismertetendő 3. módszerrel szokták kombinálni.

2. A felületi fénytelenességet égetés után a fényes mázon idézzük elő, pl. sósav és folyosav 4:3 arányú elegybe való mártással. E módszer hibák keletkezését rejti magában, nevezetesen a melegen bemártott tárgy széttörhet, vagy a máz lepattoghat a felületről.

Az egyes és kettes módszerrel állíthatunk ugyan elő mattmázakat, de ezek az eljárások ipari méretekben nem kivitelezhetők. Előnyösebb a 3. módszer alkalmazása.

3. A kémiai összetételük miatt fénytelen mázak fémoxidokkal túltelített üvegek. A fémoxidok az üvegekben oldatban vannak és égetés után, lehűléskor kicsapódnak. Kicsapódásuk okozza a fénytelenességet, a közben képződött fém-szilikátokkal együtt.

A 3. csoporton belül is a mázaknak 3 alcsoportját különböztetjük meg:

a) Normál mázak, melyeket fémoxidokkal keverünk a matt-felület előállítása céljából. Ezek a fémes mattmázak.

b) Azok a mázak, amelyeknél egy devitrifikációs folyamat játszódik le. Erősen bázikusak, savarányuk alacsony.

c) Erősen savas mázak, melyeknél a különböző szilikátok kiválása, néha maga a tiszta kovássav okozza az egyenetlen matt felületet.

A mattmázaknál nagyon fontos a sav-viszonyszám vizsgálata. Az a) és c) csoportba tartozó mázak sav-viszonyzáma a szokásos 1,6—2,2 között ingadozik. A b) csoportban ki-

mondottan bázikus, vagy csak nagyon gyengén savas mázak vannak.

A mattmázak olyan oxidokat tartalmaznak, melyeknek kristályképző hajlamuk rendkívül nagy. Számos kutató a CaO, BaO és MgO szerepét hangsúlyozza a mattmáz készítésénél. Üzemi kísérleteink, mint kristályképző oxidnak a CaO-nak, szerepét helyezik előtérbe. CaO-nak a mázba való bevitelle apró, túszerű kristálykák keletkezését idézi elő, melyek fénytörési tulajdonságaik következtében okozói lesznek a fénytelen matt-felület kialakításának.

Nézzük meg néhány igen fontos fémoxidnak a szerepét a mattmáz képződésénél.

1. CaO

A mázak CaO tartalma CaCO_3 -ból vagy égetett gipszből származik. Kedvezőbb eredményt ad a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ alkalmazása. A CaO szerepe főleg az anortit és volasztionit képződésénél jut előtérbe.

2. BaO

Szerepe a mattmáz képződésénél azonos a CaO-éval és ezt helyettesítheti is. A celsian képzésében vesz részt.

Az anortit és a celsian a $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$, illetve a $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ rendszerben 1550 °C körül képződik, ezzel szemben K_2O és Na_2O jelenlétében már 1100—1300 °C-on lejátszódik a reakció.

3. MgO

Dolomit vagy MgCO_3 alakjában adagoljuk a mázhoz. Nagyméretű kristályokat képez, ami előnytelen.

4. ZnO

Mattmázak kialakulásánál jelentős szerepet tulajdonítanak a ZnO-nak. Sokszor magasértékű szilikátokat képez. Ezek a cinkszilikátok instabilak és könnyen szétesnek. A cinkoxid nagyméretű kristályok képződését idézi elő, ennek következtében viszonylag érdes tapintású lesz a máz felülete. Kikristályosodása 0,3 mol arány felett kezdődik.

5. PbO

Alacsony olvadáspontú mattmázak készítésénél alkalmazzák. Felhasználását nagyban akadályozza drágasága és egészségre ártalmas volta.

6. SrO

Alacsonyban olvadó mattmázakhoz kiválóan alkalmas olvasztóanyag. Főként a PbO helyett alkalmazzák. A stronciumos mattmáz jobb mint az ólomtartalmú mattmáz, mivel olcsóbb, nem mérgező és megjelenési formája is kedvezőbb. A stronciumot a természetben is előforduló stroncianit (SrCO_3) alakjában viszik be a mázba.

7. ZrO₂

Mattmázak készítésénél kristálykák képzésére való hajlama miatt használják fel.

8. Al₂O₃

Az Al_2O_3 a máz olvadáspontját növeli. Használata durva felületű üveghez vezet és

ennek figyelembvételével csak egyes kristályhatások elérésére használják.

9. TiO_2

Bizonyos mennyiségben túl minden esetben elmattozódást okoz, kisebb mennyiségben olvasztóanyag, a máz savállóságát és fényét növeli. Nagyméretű kristályokat képez. Mattmázak készítésénél 5—20% rutilt szokás alkalmazni.

10. SiO_2

Ha a mázba SiO_2 -t nagy mennyiségben alkalmazunk, kovasav kiválás tapasztalható, ami a máz felületének fénytelenedését okozhatja.

11. B_2O_3

Bórsav vagy borax alakjában, olvasztóanyagként, PbO helyett használható mattmázak készítéséhez.

Kísérleti rész

A Herendi Porcelángyárban Szabó Pál laboratóriumvezető kísérletei főként arra irányultak, hogy egy olyan magas hőfokon olvadó mattmázat nyerjünk, amely

1. jól bírja az égetési viszonyokat, vagyis az oxidációs és redukciós atmoszférát,
2. hőtágulása megegyezzek a cserép hőtágulásával és hogy
3. a mattmázak áru jellegzetes kerámiai hibái minimálisak legyenek.

A kísérletek lefolytatása több lépésben történt.

1. A Ba-ion mattmázképző sajátosságát akaruk kihasználni az első lépésben, 30, 40, 50, 60% $BaSO_4$ és porceláncserép adagolása eredményezett ugyan mattozódást, de nem adott kielégítő eredményt. A cserép és máz hőtágulási együtthatója nem egyezett meg.

2. A következő lépés $BaSO_4$ és $CaSO_4$ együttes alkalmazása volt. Amikor a porceláncserép mennyisége 70%, vagy 70%-nál több volt, félfényes mázat kaptunk, 60% cserép adagolása esetén a máz egyenletesen matt lett (zöldes színnel és vöröses átütéssel).

3. A következő lépés a ZrO_2 alkalmazása volt. A cirkonoxid bevitelével az volt a cél, hogy a kristályképződést, melynek nagy jelentősége van a mattmáz képződésénél, elősegítsék.

4. Az eredmények akkor kezdtek javulni, amikor a $CaSO_4$ mennyisége növekedett, a $BaSO_4$ -mennyisége pedig csökkent. Eleinte ugyanis a $CaSO_4$: $BaSO_4$ arány 1:2, 1:3 volt. Fordított arányoknál kedvezőbb eredmények mutatkoztak. 4:1, 5:1 arányoknál pedig már kedvező matt árnyalatot sikerült elérni. A ZrO_2 mennyisége 5—11% között volt.

A $BaSO_4$ és ZrO_2 mennyiségének fokozott csökkentése a $CaSO_4$ javára egyre jobb eredményeket adott. Az így előállított máz még kissé hajlamos volt az összeugrásra.

5. Folytak kísérletek a MgO kristályképző tulajdonságainak a felhasználására is. Azonban 10—30% $MgCO_3$ alkalmazása összeugró rücskös mázat eredményezett.

Dolomit és $MgCO_3$ együttes alkalmazása, mely összesen 12%-ot tett ki, kissé fényes, összeugró mázat adott.

6. Dolomit, gipsz és $MgCO_3$ együttes alkalmazása 35%-nyi mennyiségben egyenletes, kellemesen matt, halvány sárgászöld mázat adott. E máz színárnyalata nem volt megfelelő.

7. Ólomkarbonát alkalmazása lágyan kiolvadó, kellemetlen összenyomást keltő mázat eredményezett.

8. Felvetődött az a gondolat, hogy a $CsSO_4 \cdot 2H_2O$ egymagában való alkalmazása kedvezőbb eredményekre vezet. Így jött létre a jelenleg is használatos mattmázunk, mely 32—35%-ban tartalmaz gipszkövet és 65—68%-ban fonnyasztott porceláncserép őrleményt.

A nyers máz oxidos összetétele:

SiO_2	45,12%
Al_2O_3	16,5 %
Fe_2O_3	0,5 %
CaO	12,5 %
MgO	0,02%
K_2O	2,75%
Na_2O	0,6 %
Izz. veszt.	23,01%

Seger képlete:

0,83 CaO			
0,01 MgO	0,66 Al_2O_3	3,02 SiO_2	
0,12 K_2O	0,01 Fe_2O_3		
0,04 Na_2O_3			
Savszám:	1.		

A nyersmáz készítésének technológiája

A megfelelő százalékos arányban összekevert nyersanyagot 1:1 mennyiségű vízzel és flintkövel együtt dobmalomban kb. 30—35 órát őrljük. Az őrlemény maradéka 10 000-es szítán, 5 cg/100 ml lehet. Szűrés után sűrűségét 37—38 Bé°-ra állítjuk, s az így előkészített mázzal mázolunk.

Mázolás: A zsengeált áru portalanítása után következik a mártással való mázolás. A mázolás munkafogásait nem áll szándékomban ismertetni, mivel a szakemberek előtt közismert eljárásról van szó. Szólnom kell azonban a mázolásnál fellépő néhány hibáról. A hibák felsorolásánál csak azokat kívánom megemlíteni, melyek a mattmázra jellemzőek:

Mázolás után a felületre felvitt máz nagymértékben porlik. Megérintve a mázolt felületet, a máz lepereg az árurol. Ennek következtében a mázolt tárgyak nehezen kezelhetők, javításuk, mely a mázhiány pótlását célozza, nehézkes. Okát abban kereshetjük, hogy a $CsSO_4 \cdot 2H_2O$ tartalmaz hemihidráatot is, amely duzzadást idéz elő a mázban. A nedvesség elpárolgásával, illetve annak a porózus cserépbe való szívódása után a hemihidráat porlékonyá teszi a mázat. Ennek tulajdonítható az is, hogy mattmáz készítéséhez nem használható fel égetett gipsz ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$).

Égetés: Az égetésnél lejátszódó folyamatokkal, vizsgálati nehézségek miatt nem állt módunkban foglalkozni, csupán tapasztalati eredményeket tudunk közölni.

Kísérleti sorozatunk első részében az optimális mázvastagságot igyekeztünk megállapítani. A mázvastagságot a cserépnek a mázban különböző ideig való tartásával szabályoztuk. A tálc-

kákat a kemence különböző helyeire raktuk. Végső konklúzióként vontuk le, hogy csakis a normális mázvastagsággal mázolt cserép máza lesz tökéletes. A vastagabb máz felülete egyenetlen és összeugró, ezáltal olyan benyomást kelt a szemlélőben, mintha egy rossz minőségű, zsugorított mázzal állna szemben.

Rendkívüli mértékben befolyásolja a máz égetés utáni minőségét az, hogy a kemencében milyen helyen égettük az árut. Helyesnek bizonyult az a tapasztalat, hogy ártalmas a máz minőségére a túlságosan erős tűz. Porcelánégető kerek kemencéinkben meglehetősen nagy hőfok-különbség van az egyes helyek hőmérséklete között. Legjobb a máz minősége, ha a kemence alsó terében, kb. 1,2 m magasságig történik az égetés.

Az általunk előállított üzemi mattmáz lágyuláspontja közel azonos az üzemi fényes mázéval, ami 1280 °C. Égetések során arra a megállapításra jutottunk, hogy a mattmáz kialakulásához legelőnyösebb az 1300—1350 °C körüli hőmérséklet. 1400 °C-ra felhevített mattmáz árun a máz felülete nem felel meg a követelményeknek.

Mázunk az oxidációs és redukciós égetési viszonyokra rendkívül érzékeny. Számtalan esetben előfordult az, hogy nem megfelelő égetésvezetés után, koromzárványok képződtek a mázban, melyek teljesen lerontották a mattmáz áru minőségét.

Az előbbieken említés történt arról, hogy a mattmázképződés az apró, túszerű kristálykák képződésének a függvénye. A fénytelenedés annál tökéletesebb, minél több idejük van a kristálykának képződésre és elrendeződésre. Ezt nagyon jól tudtuk üzemi viszonyok között is ellenőrizni. Ún. próbacsészéket mázoltunk mattmázzal, égettük és égetés közben próbákat húztunk.

Az első próbát Sk 6a (1200 °C) eldőlésénél húztuk. A mattmáz-gúla ebben az időpontban még nem dőlt el. A mázon látszott, hogy a kioldás 50—60 °C-os hőfokemelkedés után megindult.

Következő próbákat Sk 8-nál (1250 °C) és Sk 10-nél (1300 °C) húztuk. E húzásoknál a máz-képződésben nem játszódhatott le devitrifikáció, a gyors hűtés miatt. A máz fényes, üveges lett, mivel nem képződött az apró kristálykák halma. A gyors hűtés megakadályozta a kristályképződési folyamatot. Azon a próbacsészén, mely az előbbiekkal azonos körülmények között égett, de lassan, mintegy 48—72 órát hűlt, szép, zsír-fényű mattmáz alakult ki. A hűlési sebesség optimális értéke 10—20 °C/óra, felső határa pedig nem lépheti túl a 100 °C/órát. A kristályképződés során anortit kristálykák keletkeznek, melyek fénytörésük következtében matt hatást idéznek elő.

Ha üzemi mattmázunkat a CaO-Al₂O₃-SiO₂ hármas rendszerben ábrázoljuk, akkor azt látjuk, hogy összetétele az anortit képződésének területére esik, az 1360 °C-os izotermára. Maga az a tény is bizonyítja a kristályképződés esetének fennforgását.

Érdekes lenne mikroszkópi felvételekkel nyomon követni a kristályképződés mechanizmusát. Ez sajnos üzemi körülmények között teljesen lehetetlen.

Szólunk kell még a mattmázak egy igen jelentős hibájáról, mely égetés után jelentkezik, nevezetesen arról, hogy rendkívül gyakori mázunknál az összeugrás. Erre magyarázatot a CaSO₄·2H₂O jelenléte ad. Feltételezhető, hogy égetés során a kristályvíz elvesztése nagyfokú térfogatváltozást okoz a máznál, ami kiindulópontja lehet a mázösszeugrásnak.

A Ca-nak mint kationnak a mattmáz-képződésnél rendkívül nagy szerepe van. A kísérletek azt bizonyítják, hogy az anion szerepe sem szorítható háttérbe. A mészkő és dolomit előidézett ugyan fénytelenedést, de a máz minősége nem elégtette ki a vele szemben támasztott követelményeket. A CaSO₄ használatánál jelentkező előny azzal magyarázható, hogy a CaSO₄ égetés alatti termikus disszociációja során felszabaduló SO₂ gázok az áru felületén felületi mattosodást idéznek elő.

Minőségi követelmények: A mattmáz nyersanyagaival szemben támasztott minőségi követelmény nagy súlyt helyez a vasoxid teljes mértékű kizárására. A mázképződés folyamán ugyanis az esetlegesen jelenlévő vasvegyület kalciumvaszilikátot képez, mely zöldes színeződést okoz, s a mélyedésekben összefolyik.

A mázzal szemben a következő minőségi követelményt támasztja az üzemi előírás:

Szín: A mattmáz áru színe a fehér színhez közel álló zöldesszürke, világos árnyalat legyen. A mélyedésekben alig észrevehető zöldes színeződés megengedett, azonban ez feltűnő nem lehet. Nem elégíti ki a minőségi követelményt, ha a fentiekől eltérően a színzöldbe hajló, esetleg zöldes színű foltok bontják meg a felület egyenletességét.

Fénye: Teljes mértékben fedje a matt elnevezést. A matt fogalma alatt tompább zsír- vagy viaszfény értendő. Az áru máza nem elégíti ki a minőségi követelményt, ha a fényes mázhoz hasonló a felülete.

A máz hibái:

1. Mázhiányosság. Nem számít hibának a kisebb, alig észrevehető ún. porlyuk, melyből a felületen lehetőleg nem szembetűnő helyen, szétosztottan háromnál több nem lehet.

2. Nem sorolható az áru egyik minőségi osztályba sem, ha a máz felületén olyan hiba van, mely javítva és újra égetve eltűnik.

Amennyiben az áru nem felel meg a fenti követelményeknek, III. osztályba sorolandó.

Az áru egyéb hibáira (repedés, elhajlás stb.) vonatkozó feltételek megegyeznek a fényesmázú áru minőségi követelményeivel.

A mattmáz alkalmazási lehetőségei

A mattmáz díszítő eljárás a modern művészeti irányzatnak igen megfelel. Főként modern vonalú figurák és vázák mázolására alkalmas. A mattmáz alkalmazása klasszikus vonalú és

dús festést igénylő darabokra nem stílszerű. Porcelán aktok mattmázzal igen jó összbnyomást keltenek.

Mattmázak áru díszítése

Mattmázak figurák esetében egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben alkalmazható ízlésesen a dekorálás. Mattmázak vázákon a klasszikus herendi díszítési mód, élénk színek, dús csokrok egyáltalán nem érvényesülnek, azonban előnyösek a modern dekorok tompított színekkel.

Máz alatti díszítésre is van lehetőség, pl. jól érvényesül mattmáz alatt a kobaltkék díszítés.

A mattmázak díszítési lehetősége még nagyobb, mint a színes mázaké. A kristályok gyakran más árnyalatokban veszik fel a színező oxidot, mint az üveges alapanyag, amelyből a kristályok képződtek. Amennyiben a mázak több kristályt tartalmaznak, nagyobb változatosság kínálkozik a színezésre. A mattmázak színezése és a színes mázak felhasználása új kutatási területként kínálkozik. Ez sajnos még nem illik be Herend profiljába.

A Finomkerámiai Iparigazgatóság célul tűzte

ki Herendnek a mattmázak áru gyártásának kiterjesztését és mind külföldi, mind belföldi piacon való népszerűsítését. Számos lehetőség kínálkozik a gyártás fejlesztésére és tökéletesítésére. Herendet világszerte úgy ismerik, mint a tradíciókhoz görcsösen ragaszkodó manufaktúrát. E mázfajta üzemi méretekben való bevezetése formabontást jelentene, s az üzem egy lépést tenne a kor modern haladó művészeti irányzata felé.

IRODALOM

1. *Vágó Géza*: Finomkerámiai masszák, mázak és zománcok előállítására hazai nyersanyagok felhasználásával. (1954. Budapest) 158—162. oldal.
2. *Félix Singer*: Ceramic Glazes (1947. London) 39—40. oldal.
3. *Hegemann—Dettmer*: Die Herstellung des Porzellans (1938. Berlin) 150—151. oldal.
4. Les émaux mats-par le Service, des Recherches Techniques de la Soc. Française de Ceramique. L'Industrie Ceramique Nr. 461/1955 febr. 25—27.
5. *Grofcsik János*: A kerámia elméleti alapjai. (1956. Budapest) 530. oldal.
6. *Michel—Schering*: Fachkunde für Keramiker. (1953. Leipzig) 267—268. oldal.
7. *P. P. Budnikov*: Technologie der Keramik und der Fauerfesten Steine. (Berlin 1953) 580. oldal.

(Folytatás a 183. oldalról)

E. Jirku: Schachtöfen in der Bindemittelindustrie.

Die ausführliche Analyse der thermischen und lufttechnischen Vorgänge der Schachtöfen beweist, dass der Wärmebedarf des Randsystems und der des mittleren Systems infolge der Wandverluste verschieden sind. Die übliche einheitliche Brennstoffzuteilung der beiden Systeme verursacht in der Ofenmitte einen Wärmeüberschuss und demzufolge werden abwechselnd Klinkerblöcke entstehen oder aber CO Verluste sich zeigen. Um diese Schwierigkeiten auszuschliessen, hat Verfasser die Technologie des Differentialbrennens geschaffen; es werden zweierlei Granalien aufgegeben, in das Randsystem mit normaler, in das mittlere System mit verminderter Brennstoffeinnischung.

Die Analyse der thermochemischen Vorgänge des Brennens bestätigt die an der Oberfläche der Granalien beginnende und die Richtung der Mitte fortschrei-

tende, mit dem Nachbrennen des CO verbundene Hauenschild'sche Reaktion.

Die Untersuchung des Brennvorganges beweist, dass an der Oberfläche der Granalien ein grösserer Anteil der flüssigen Phase entsteht, demzufolge der Wärmeübergang sich erschwert und Klinkerblöcke entstehen. Diese Schwierigkeiten können nach Verfassers patentiertem Verfahren dadurch beseitigt werden, dass man die Granalien mit einem Rohmehl ohne Brennstoffeinnischung und mit hohem Silikatmodul umhüllt.

Die Einführung des Differentialbrennens und der Granalienumbüllung wird das Vergrössern des Ofendurchmessers, das Sauerstoffanreichern der Verbrennungsluft und die Automatisierung des Brennprozesses, somit auch eine Ofenleistung von sogar 1500 t/ato ermöglichen.

Üvegkiállítás az Iparművészeti Múzeumban

Beszámoltunk Lapunkban olvasóinknak* arról, hogy üvegiparunk állandó bemutatkozó termet nyitott, amely azt a célt szolgálja, hogy az ott kiállított üvegipari termékek hazai üvegipari termékeink fejlődéséről tájékoztatást adjanak. Ma már az üveggyártás terén sem elegendő, ha annak fejlesztésénél csak technikai feladatok kerülnek megoldásra, hanem szükséges, hogy a lakosság esztétikai érzékének fejlődésével művészeti szempontok is érvényesüljenek.

Az üveg művészeti szerepének megismertetése és ezeknek az ismereteknek minél szélesebb körben elterjesztése terén most újabb lépést teszünk. Az Iparművészeti Múzeumban ez év júniusában megnyílik a kiállítás, amely az üveg szépségeit a nagyközönségnek bemutatja. A múzeum hét teremben állítja ki üveggyűjteményét, magyar különlegességeket, nemzetközi szempontból is megbecsülhetetlen emlékeket és a mai hazai üveggyártás művészi termékeit. A kiállítás állandó természetű és két évig tartja kapuit nyitva, hogy minél számosabban látogathassák meg azt, gyönyörködhesse az üveg sokoldalú szépségeiben, ismerjék és szeressék meg ezt a csodálatos, sokoldalú tulajdonságokkal rendelkező terméket. A kiállítás további célja az, hogy fővárosunkat felkereső külföldiek is tudomást szerezhessenek a magyar üvegipar múltjáról és jelenéről.

* *Építőanyag*, 1961. 1. szám.

ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLÉJE

SILIKATTECHNIK

1961. 2. szám.

Holm, I. I.—Malinin, J. S.: Az égetési hőmérséklet hatása a klinkerképződés kinetikájára. (p: 84—86, t: 1, g: 4)

Fe_2O_3 -tartalmú keverékekben az eutektikum fölötti hőmérsékleten a mészkötés erősen meggyorsul, olvadáskor tehát C_3S keletkezik. Vasmentes klinkerekben a C_3S jelentős része eutektikum alatti hőmérsékleten keletkezik. Ezen felül azonban itt is a mészfelvétel erős gyorsulása figyelhető meg. Ez azzal magyarázható, hogy a részecskék mikro-olvadéktartományok keletkezése során megolvadnak. Vegyesfázisú reakció játszódik le, amely gyorsabb, mint a szilárdfázisú.

Vogel, W.: Különböző nyersanyagok és szennyeződések hatása az üveg minőségére és tulajdonságaira. (p: 54—63, á: 23, t: 3, g: 7, b: 4)

Az üvegyártási nyersanyagok kiválasztásakor egyrészt elő kell írni a szennyeződések maximális megengedhető mennyiségét, másrészt figyelemmel kell lenni az olvadás során tanúsított magatartásukra is. Megvizsgálták, hogyan befolyásolja a kívánt olvadáspont beállítását KHF_2 , H_3PO_4 és H_2BO_3 adagolása. Gyakorlati példákkal bizonyítható, hogy a nyersanyag tisztaságával szemben támasztott követelmények elhanyagolása következtében ionel-színeződés, szétkeveredési jelenségek és zárványok rontják az üveg minőségét.

Müller, H.: Durvakerámiai nyersanyagok száradásérzékenységének meghatározásáról. (p: 71—77, 83, á: 2, t: 8, g: 8, b: 17)

A száradási érzékenység meghatározására szolgáló eljárások kritikai elemzése és a legfontosabb anyagtulajdonságok befolyásának vizsgálata során megállapították, hogy az agyagok száradásérzékenységének mértékszámaként a kapilláris viselkedés tekinthető. Száradásérzékeny agyagok feldolgozásakor a soványítás nem vezet célra, jobb módszer, ha az agyaghoz kedvezőbb tulajdonságú agyagot kevernek.

Krannich, R.: Az etilszilikát 40, mint hidraulikus és kerámiai kötőanyag. (p: 78—80, g: 5, b: 5)

1% HCl (0,01—1,50%) hozzáadásával a gélképződés elég gyorsan folyik le és homokkal, SiC -vel és korunddal nagy hideg-nyomószilárdságú idomok adódnak. A szilárdság értéke főleg az etilszilikát 40 kvarctartalmától és az égetés feltételeitől függ.

Preusser, E.: Tűzálló nyersanyagok kémiai szilárdulása hígított foszforsavval. (p: 81—83, t: 6, g: 3)

Korund- és samottmasszákhöz H_3PO_4 -et adagoltak. A savkoncentráció és a hőmérséklet növe-

kedésével nőtt a kövek szilárdsága is. 200 C°-on 6 óra hosszat szárítva a szilárdság ugyanolyan volt, mint amikor 300 C°-on 4 órát szárítottak. A szárításhoz hulladékhőt használtak fel. Gazdaságossági okokból a savkoncentráció maximális értéke 15%. A hideg nyomószilárdság a tárolás ideje alatt csökken.

Djabaroff, B.—Slatanoff, V.: Magnézia-kötésű sejtzerkezetű építőanyagok szénsavas kezelése. (p: 83—84, t: 1)

A kísérletek célja és eredménye abban állott, hogy szénsavtartalmú hulladékfüstgázokkal folytatott karbonizálás által a magnézia — mint kötőanyag — alkalmazási területe nagy mértékben kiszélesíthető. A szénsavas kezelés lényegesen megrövidíti a gyártási átfutási időt és jelentősen javítja a kész termékek tulajdonságait.

BETON I ZSELEZOBETON

1961. 1. szám.

Ajzenberg, Ja. M.—Kudrin, G. V.: Előregyártó típusüzemek az ipari építés számára. (p: 4—7, á: 4, t: 1)

A Szovjetunióban olyan üzemek típusait dolgozták ki, amelyek az ipari építés számára évi 30—70 ezer m³, 65%-ban előfeszített vasbetonszerkezetet gyártanak. Az üzemrészelek elrendezése, technológiai berendezése, kapacitása és műszaki-gazdasági mutatói.

Szvetov, A. A.—Vinnicsenko, I. A.: 3×12 m méretű, előfeszített bordáslemezek gyártása. (p: 8—11, á: 7)

A zaporozsei épületelemgyárban 3×12 m méretű, előfeszített bordáslemezgyártást kezdtek meg. A 3×6 m méretű lemezekhez képest 4% beton- és 12% acélmegtakarítást értek el. A lemezek 380 kg/m² terhelésre készülnek (önsúlyt beleértve). A nyitott gyártótelep két párhuzamos szendjéhez 100 m hosszú, 5 m széles és 1,2 m mély gőzölőkamrák csatlakoznak.

SZTYEKLO I KERAMIKA

1961. 2. szám.

Bloh, G. Sz.—Suliko, L. F.: Burkolólapok folyamatos, gépesített, futószalagos gyártása, öntőeljárással. (p: 1—5, á: 2, t: 1, g: 1)

Burkolósempét öntési eljárással először Olaszországban gyártottak, a Korach Mór professzor által kidolgozott eljárás szerint. Már számos helyen folyik a gyártás. Az önköltség 25—40%-kal kisebb mint a préselt lapoké, az üzemek beruházási igénye a hagyományoshoz képest $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$. A gyártás sokkal nagyobb mértékben gépesíthető és automatizálható. A Szovjetunióban öntött lapok gyártására kísérleti berendezést állítottak fel.

Krjucsenkov, D. A.: Nagy tímfoldtartalmú, bázikus nyersanyagok alkalmazása a palaekgyártásban. (p: 6—8, t: 3)

Az ukrainai üvegyárakban zöld üveg olvasztásához a szódahiány miatt nagy tímfoldtartalmú közeteket használnak. A tímfoldtartalom növelésével fokozni kívánják a palaek szilárdságát és hőállóságát. A szóda helyettesítésére rendszerint nátriumsulfátot és üvegserepet alkalmaztak, azonban előbbi kimarja a tűzálló köveket, utóbbi pedig drága és változó összetételű. Az új eljárás tehát sokkal kedvezőbb.

Pavlov, V. Sz.: Osztott kádkemencék hőserjeje. (p: 8—11, á: 2, b: 11)

Valamikor a kádkemencéket osztott káddal építették, azonban az akkori tűzállóanyagok nem bírták az ezzel járó megterhelést. A jelenlegi tűzállóanyagminőségek mellett már mód van a külön olvasztó-, tisztuló- és hűtőkádrészek kialakítására. Az ilyen kemencék tüzeléstechnikai és teljesítményi mutatói jobbakként, mint az egymedencés kádkaké.

REVISTA CONSTRUCTILOR SI A MATERIALELOR DE CONSTRUCTII

1960. 11. szám.

Vernea, S.—Dimitrescu, C.: A Szovjetunió cementiparának fejlődése. (p: 549—559, t: 3, g: 4, b: 10)

A szovjet cementipar fejlődésének fő műszaki-gazdasági problémái.

A cementtermelés üzem bővítés és új üzemek létesítése útján fokozzák. 1965-ben 71—81 millió tonnát fognak termelni, 2,2—2,4-szeresét az 1958. évi termelésnek. Az 1 lakosra eső cementmennyiség ezzel 350 kg/fő/év értékre növekszik. 1972-re a Szovjetunió cementgyártását 125 millió tonnára növelik.

Anastasescu, M.—Rusu, C.: Feszített betonöngyár a Bucuresti-i (I) „Progressul” épütelelemgyárban. (p: 560—569, á: 3, t: 4, b: 15)

Az első Premo gyártósoron 400—900, a másodikon 1000—1250 mm Ø csövet gyártanak. A torokrét-eljárásból származó veszteséget oly módon csökkentették, hogy a hulladékhabarcot egyszerű beton-elemek gyártó üzemrészek nyersanyagaként használják fel. Az évente feldolgozott beton mennyisége $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ -e az azonos értéket termelő közönséges elemgyárénak.

Mihail, A.—Patelli, T.: A nád mint teherviselő betét és szigetelőanyag. (p: 570—582, á: 8, t: 4, g: 5, b: 14)

A nád — mint vasalás — és a beton jól működik együtt, a jó tapadást elősegítik a nád csomói. A nád-beton térfogatsúlya 1200—1400 kg/m³. A nádvasalás 500—2000 kg/cm² húzással terhelhető. A nád

tartósságának fokozása érdekében tanulmányokat folytatnak a mineralizálás lehetőségeinek feltárására. Megvizsgálják a nádbeton tűzbiztosságát is.

Bunus, F.—Fluture, C.: Az anyag előrehaladásának meghatározása klinkerégető forgókemencékben, radioaktív izotópok segítségével. (p: 594—597, g: 3, b: 4)

A vizsgálathoz P^{32} izotópot használtak, $H_3P^{32}O_4$ alakjában. A P^{32} felezési ideje 14 nap, beta sugárakat bocsát ki, 1,7 MeV sugárzó energiával. Az anyag haladási sebességét 3 kemencén mérték. Az eredmények alapján megállapíthatók a kemencekihasználat optimális feltételei. Az izotópos módszer mindenfajta cementégető kemencére alkalmazható.

STAVIVO

1961. 1. szám.

Pavlik, A.: A betonozási célra használt cement helyes gazdálkodási problémái. (p: 2—6, g: 1, t: 4) A cementszükséglet meghatározása különféle betonfajtákhoz. A szükséges cementmennyiség, különös tekintettel a különféle cementminőségekre. Az adalékanyagok osztályozásának alkalmassága. A vizsgálatok kimutatták a portlandcement előnyeit a keverékcementekkel szemben.

Vaurin, F.: A cementminőség befolyása a nyomásmentes gőzkezelés hatékonyságára. (p: 7—11, t: 2, g: 4, b: 10)

Olyan vizsgálatok eredményei, amelyeket különböző csehszlovák cementfajtákkal folytattak, a feszültségmentes gőzkezelésre való alkalmasság tekintetében. A vizsgálatok eredményeit külföldi szerzők munkái is alátámasztják. Megállapították, hogy ez a probléma még távolról sincs felkutatva, feltárásához további kutatómunkára van szükség.

Gabriel, O.: A forgókemencébélés merevsége és a kifalazás időállósága. (p: 12—17, á: 4, t: 1, g: 7)

A kifalazás időállóságára ható tényezők elemzése. Az első részben szerző a terhelő erők hatását a kemencére, mint statikailag határozatlan tartóra tárgyalja. A továbbiakban a hajlítófeszültséggel, a görgők süllyedésének a hatásával, a kemencetengely egyenesvonalúságának az ellenőrzésével, a torziós-nyírófeszültséggel, a radiális alakváltozással és a különböző hőmérsékletek hatásával foglalkozik.

Pösner, J.: A körkemence hőfolyamatának elmélete. I. rész. (p: 18—21, t: 1, g: 1)

Az égetés elmélete, különös tekintettel a teljesítményre és a hőfogyasztásra. Az elmélet alkalmazása. A további füstgázfelhasználásra és a légfeleslegre vonatkozó megállapítások — a hőfogyasztásra gyakorolt hatásuk tekintetében — még vita tárgyát képezik.

Hajek, V.: Építmények veszélyeztetettsége, a nagytöltetes robbantás okozta robbantások következtében. (p: 23—25, t: 1, b: 13) A veszélyeztetettség fok kritériumainak összefoglalása, a kőbányászati robbantások hatókörzetében. A megállapításokat számpéldákkal támasztják alá.

SZTYEKLO I KERAMIKA

1961. 1. szám.

Brehovszkih, Sz. M.—Boriszov, B. I.: Burkolóanyagok üvegből. (p: 5—8, á: 6)

A $2 \times 2 \times 0,5$ cm-es lapokat 1270—1300 C°-on olvasztják. A formálási módszerek közül legjobban a hengerlés vált be. Készítenek ezenkívül 2×3 m méretig többrétegű üvegpánelt is, 5—12 mm vastagságban. Újabban olyan többrétegű panelt is készítenek, amelynek belső rétegeként habüveg, vagy üvegrosttal erősített szigetelőlapokat helyeznek.

Koretko, O. V.: Az üveglap, mint az ipari építkezés burkolóanyaga. (p: 8—11, á: 4, t: 1)

A Cs. Sz. Sz. K.-ban, USA-ban, Olaszországban és Finnországban gyártnak homlokzatburkoló, padló-, mennyezet- és falburkoló üveglapokat. A színes lapok időállóak, nem fakulnak, gyártásuk egyszerű. Legnagyobb méretük 20×40 , ill. 30×30 cm, vastagságuk 35 mm. A Szovjetunióban kísérleti gyártás folyik 5 mm vastag lapokból. A lapok között 1,5 mm vastag szigetelés van. A lapok súlya 10—11 kg/m².

Kozmin, M. I.—Minakov, A. G.: Színes és színtelen üveg folyamos olvasztása kűdkemencében. (p: 11—16, á: 2, t: 2, g: 3)

Kísérleteket folytattak, amelyeknek során megfigyelték a fényt-bocsátást különböző festékanyagokkal színezett és színtelen üvegek esetében.

Zgonnik, N. G.: Háztartási porcelánégető kemencék tökéletesítése. (p: 27—28, g: 2)

Új, kisméretű alagútke-mencéket terveznek 1380—1400 C° maximális égetési hőmérsékletre. Az

új kemencék kihozatala az eddigi fajlagos értékeknek mintegy 1,5—2-szerese. Az égetési időtartamát 15 órára csökkentik.

SILIKATTECHNIK

1961. 1. szám.

Rothe, W.: Üvegek elektromos vezető-képessége, annak mérése és értékelése a műszaki üzemellenőrzés során. (p: 9—14, á: 6, g: 5, b: 34)

Szerző röviden ismerteti azokat a módszereket, amelyekkel az üzemben az üveg elektromos vezető-képessége mérhető. Ismerteti nem törekszik teljességre. Miután a méréshez szükséges műszerek a kereskedelemben nehezen szerezhetők be, olyan készüléket ír le, amelyet az üzemek saját maguk is elkészíthetnek. Tárgyalja a különböző fénoxidok hatását a vezetőképes-ségre. Javasolja a témakörrel kapcsolatos szabvány elkészítését.

Solacolu, S.: Megfigyelések az olvadékfázis befolyásáról a magnezit-tűzállóanyagok tulajdonságaira. (p: 17—21, g: 6, t: 2, b: 1)

A modulus massaösszetétel és a magnezites tűzállóanyagok tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata során megállapították, hogy ilyen összefüggések mindenfajta (normál, spinelles, forsterites, dolomitos) magnezit-tűzállóanyag esetében fennállnak. A termikus egyensúlyok alapján kiderült, hogy minden tűzállóanyag égetési tulajdonságai és a folyékony fázis részaránya között egyenes arányosság van. Megállapították továbbá, hogy a magnezites tűzállóanyagok égetési tulajdonságait neincsak a folyékony fázis mennyisége, hanem vele együtt az egyensúlyban levő szilárd fázis, elsősorban a periklász mineralizációs folyamata is meghatározza.

Schmid, I.: Kísérletek portlandcementhájisú tűzálló betonnal. (p: 22—24, t: 2, g: 7, b: 6)

Az alkalmasságvizsgálatok figyelembe kell venni, hogy a tűzálló betont szakaszos, vagy folyamatos üzemben, állandó vagy ingadozó hőmérsékleten használják-e. A leírt keverékek 600—1100 C° közötti hőmérsékleten alkalmasak. Ha a terhelés kisebb mint 0,5 kp/cm², akkor a határ 1210 C°-ig tolódik el. Kötőanyagként kohósalakcement, adalékként palás agyag javasolható. További kutatást igényel annak megállapítása, hogy a tűzálló betonok különféle üzemi feltételek között milyen mértékben változtatják meg tulajdonságaikat.

ÉPÍTŐANYAG

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 780 példányban

61-5787-089/2 - Réval-nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlapkiadójánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

Előfizetési díj: 1/4 évre 13.—Ft., félévre 30.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkzámlaszám: egyéni: 61.252. közületi: 61.066

Cserkingskij, J. S.—Kalamnikova, V. M.: Műanyagbeton. (p: 28—32, t: 2, g: 6, b: 13)

A vizsgálati eredmények szerint a különböző PVA-liszperziók minősége nagy befolyást gyakorol a beton szilárdságára. A polivinil-alkohollal stabilizált műanyagbeton hajlítószilárdsága a normálbeton 3-szorosát, ütőszilárdsága az 5-szörösét, nyomószilárdsága pedig 1,4-szeresét éri el. A szilárdsági értékeket a környezet nedvességtartalma nagy mértékben befolyásolja. Olyan különleges műanyag kidolgozásra van szükség, amely alkalmazkodik mind a kötőanyag, mind pedig az adalékok tulajdonságaihoz.

Babacsev, G. N.—Radava, K. K.: Alkáliák a portlandcementklinkerben. (p: 33—35, t: 3, b: 10)

A kálium- és nátriumtartalom a különböző klinkerekben kb. egyenlő arányban, 0,5 és 1,3% közötti mennyiségben van jelen. Minél nagyobb a szulfáttartalom, annál nagyobb a mész- és nátriumtartalom is. A kálium jelentős része a klinker alumínátfázisában található. A cement alkáliatartalma gyorsan oldatba megy, reagál az aktív adalékokkal és repedezést, roncsolást okoz.

CEMENT WAPNO GIPS

1961. 1. szám.

Musialik, M.—Gruszczynska, A.: A P₂O₅ hatása a portlandcement ásványtani összetételére. (p: 2—5, á: 6, t: 2, b: 13)

A nyersanyagokat vegyitizta komponensekből állították össze. Megállapították a klinker pontos összetételét: 60% C₃S, 15% C₂S, 13% C₃Al és 12% C₃AlF. Ehhez 0,2%, 0,3%, 0,5% és 1% foszforsavat adagoltak. Égetés után a mintákat mikroszkópos vizsgálatnak vetették alá. Megállapították, hogy a P₂O₅ befolyást gyakorol az alit és belit kristályok képződésére és a P₂O₅-tartalom növekedésével nő a porozitás is.

Szobodninski, J.: A töltet mennyiségének meghatározásáról, robbantásos fejtésnél. (p: 22—25, á: 2, b: 2)

Nagyátmérőjű furatokban a robbantótöltetet több részre osztották el, hogy hozzávetőleg azonos méretű tömbök keletkezzenek. Mivel a robbanóanyag megosztására és mennyiségére vonatkozó képlet nem rendelkezünk, ezek meghatározása kizárólag a műveztő gyakorlatától függ. Szerző a robbanóanyag mennyiségének a meghatározására számítási módszert javasol. A módszerrel robbanóanyag takarítható meg és csökken a túlságosan nagyméretű tömbök mennyisége.

Ludera, L.: Forgókemencék hőkarakterisztikáinak meghatározására szolgáló módszerek összehasonlítása. (p: 16—21, á: 2, t: 6, b: 6)

Különböző szerzők által használt képletek összehasonlítása. A kemencék hőkapacitásának számí-

tására igen jól használható a Hodorov-formula, 1,31—0,96 értékű korrekcióval. Segítségével megállapítható az égetési szakasz hossza. Anzelm képletével az egysegnyi felületre eső hőfogyasztás, a Mazurov-képlettel pedig az 1 kg klinker égetéséhez szükséges hőmennyiség határozható meg.

Wajla, P.: Habarcsok kötési idejének meghatározása különféle szabványok szerint. (p: 6—11, á: 2, t: 3, b: 4)

A lengyel, amerikai és német szabvány mind vizsgálati módszer, mind a felhasznált készülékek tekintetében eltérő. A vizsgálatok alapján, amelyet 10 féle habarcsmintán hajtottak végre, megállapították, hogy a lengyel és a többi szabvány között összefüggés áll fenn. Az átszámítás módját kidolgozták.

Mazur, S.: Gipszelemek felületi impregnálása. (p: 12—16, t: 5)

Egy hamuszíralapú és egy vinil-savas impregnálószert tulajdonságainak ismertetése. Meghatározták a vízelpárolgás sebességét, a vízáteresztőképességet és felületi tapadást. A kötéshez feltétlenül szükség van bizonyos vízáteresztőképességre, mert a fölös víztartalom lerontja a gipszelem tulajdonságait.

STAVIVO

1961. 2. szám.

Novotny, M.: A cementgyári belső anyagmozgatás műszaki-gazdasági értékelése. (p: 39—41, g: 7)

Az egyes szállítóberendezések kihatása 1 t szállított cement terhelési költségére, valamint a szállítási beruházási költségekre, fedett csarnokokon belül és kívül. A legmegfelelőbb szállítóeszközök kiválasztása. A kiegészítő berendezések jelentős befolyása az értékelési eredményekre.

Moudry, R.: Forgókemencék radiális alakváltozásának meghatározása műszeres mérés útján. (p: 42—44, á: 3, t: 2, g: 1)

A forgókemencék radiális deformációjának mérésére szolgáló új készülék ismertetése és a mérési eredmények értékelése. A módszer fejlesztésén és tökéletesítésén tovább dolgoznak és eredményeként még pontosabb meghatározások várhatók.

Juricek, M.: A Malenovice-1 panelgyártó üzem rekonstrukciója. Gyártástechnológia és üzemszervezés. (p: 45—48, á: 8, g: 1)

A rekonstrukció előtti állapot ismertetése után a szerző leírja az új technológiát és a gyártás új szervezését az egyes üzemszervezetekben, a technológiai folyamat sorrendjében. Műszaki-gazdasági értékelést ad és összehasonlítja a munka termelékenységének a mutatóit a rekonstrukció előtt és után.

Sima, V.: Szines falburkoló csempék égetésére szolgáló, 36 csatornás, elektromos mikro-kemence üzemi tapasztalatai. (p: 49—52, á: 5, t: 2)

Az ismertetett kemence a kerámiai kemencék legújabb típusa. A cikk összehasonlítja a kemence tulajdonságait a hagyományos kemence-típusokkal. A gazdasági mutatókat táblázatban foglalja össze, amely az egyes értékeket különböző kemenceteljesítmények esetére tartalmazza. Végül ismerteti a kemence előnyeit és hátrányait.

Krist, Z.: Könnyű, égetett blokkok gyártási és felhasználási tapasztalatai. (p: 53—56, á: 3, t: 3, g: 1, b: 4)

A közlemény a Brünn-i új szálloda építéséhez felhasznált könnyű, égetett falazóblokkok gyártását és felhasználását ismerteti. A falazás gazdaságossága. Az új téglaelemek értékelése.

Podel, R.—Voda, J.: Ipari robbantások által előidézett rezgések mérése és lefolyása. (p: 59—62, á: 1, t: 1, g: 2, b: 15)

Szerző a problémát a korszerű robbantástechnika szempontjai alapján tárgyalja. A rázkódások intenzitásának mérése. A robbantások által előidézett szeizmikus hullámok jellegzetessége és paramétereik.

SKLÁR A KERAMIK

1961. 2. szám.

Basus, Z.: A szilíciumkarbid stabilitása égetéskor. (p: 30—32, b: 7)

Az SiC-szemecse viselkedése tűzben, oxigénben, levegőben, vízgőzben, CO- és CO₂-atmoszférában. A porcelánégetésben előforduló ún. „fekete mag” a gázáteresztőképességtől függ. SiC oxidációs vizsgálatainak eredményei a háztartási porcelánégető alagútkenence hőmérsékletén és légkörében.

Gulevic, O.: Cirkon alkalmazása keményporcelánmázakban. (p: 32—35, t: 4, g: 2, b: 2)

Négy üzemi máztípussal végeztek kísérletet, 0—9% mennyiségű, négy különféle szemmagyságú cirkonszilikát hozzáadásával. A szemmagyság hatásán kívül vizsgálták az olvadátképességet (SK tűzállóságot), a fehér szint, a vegyi ellenállást, a kopásállóságot és a hőátágulást. A cirkonszilikát a fehér mázhoz alkalmasabb, mint az oxid és olcsóbb is.

Syška, Z.: Nyers kerámiai masszák szilárdságnövelése. (p: 35—39, t: 8, b: 12)

Különböző eljárások és anyagok befolyását vizsgálták meg: így a pihentetést, nagyképlekenységű agyag és bentonit, különböző szerves anyagok, elsősorban szulfitlúg, humusz és glikozól hatását. A vizsgálatok során támadt nehézségek alapján megállapították, hogy üzemi felhasználásra huminanyagok és glikozól bekeverése ajánlható.

Janousek, V.: Nemlineáris dielektrikumok és alkalmazásuk. (p: 70—73, á: 6, g: 6, b: 9)

A nemlineáris dielektrikumok fizikai tulajdonságai és lehetőségek ezeknek az anyagoknak műszaki felhasználására.

Janousek, V.: Nemlineáris dielektrikumok és alkalmazásuk. (p: 70—73, á: 6, g: 6, b: 9)

A nemlineáris dielektrikumok fizikai tulajdonságai és lehetőségek ezeknek az anyagoknak műszaki felhasználására.

Pályázat

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
PÁLYÁZATOT HIRDET
AZ EGYESÜLET ÁLTAL ALAPÍTOTT

„Petrik Lajos”

PÁLYADÍJRA



1. A cement, mész, finom-, durvakerámia (tűzállóipari), üveg és kőbányászat területén olyan tudományos vagy műszaki kérdés kidolgozására, mely a második ötéves terv termelési vagy kutatási feladatainak teljesítését elősegíti, vagy amely az építőanyagipar műszaki fejlesztési céljait szolgálja.

2. A pályamű terjedelmére vonatkozólag nincsen kikötés, az elbírálásnál a pályamű tudományos, ill. műszaki értéke kerül mérlegelésre.

3. A pályázat jeligés. A jelige a pályamunkán feltüntetendő, valamint egy zárt borítékra írva, melyben pontos név-, cím- és munkahely-megjelölés szükséges.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

4. A pályázat beadásának határideje: 1961. augusztus 1.

5. Az Egyesület Választmánya által kiküldött bíráló bizottság a beérkezett pályaműveket 1961. október 30-ig felülbírálja és az eredményt nyilvánosságra hozza.

6. A jutalmak legnagyobb összege 4000,— Ft — a legkisebb összeg 1000,— Ft. A jutalmak megosztva is kiadhatók.

7. A jutalomban részesített pályaművek az Egyesület tulajdonát képezik. Amennyiben a bíráló bizottság a pályamunkát az Építőanyag c. folyóiratban közlésre javasolja, megjelenés esetén a szerzőnek szerzői díj kerül kifizetésre.

Budapest, 1960. október hó.

Szilikátipari Tudományos Egyesület