

302935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

6

18. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1966. JÚNIUS

SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Grofcsik János</i> : Elektroporcelán szilárdságának növelése	197
<i>Dolezsaí Károly—Révay Miklós</i> : Az aluminátcementek kalcium-aluminátaiból keletkező hidratációs termékek stabilitásának és stabilizálási lehetőségeinek vizsgálata	206
<i>O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.</i> : Frokidolit hőkoztta bomlása ...	212
<i>Galibina E. A.</i> : A pernye építőipari felhasználásának alapelvei	216
<i>Vajda László</i> : A ferde fúrás előnyei az oszlopos sorozatrobantásnál	220
<i>Hegedűs Miklós</i> : Termelékenység mérése a tégl- és cserépiparban ...	223
<i>Pongrácz Tibor</i> : A szállítás, a termelés és a beruházások programozása a téglaiiparban	228

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Грофчик, Я.</i> : Повышение прочности изоляционного фарфора	197
<i>К. Дележал—М. Ревай</i> : Исследование стабильности и возможностей стабилизации продуктов гидратации алюминатов кальция глиноземистых цементов	206
<i>Д. И. О-Коннор—И. Х. Паттерсон</i> : Термическое разложение крокидолита	212
<i>Е. А. Галибина</i> : Основные принципы использования зол ТЭЦ в строительстве	216
<i>Вайда Ласло</i> : Преимущества наклонного бурения при серийных взрывах	220
<i>М. Хегедюш</i> : Измерение производительности в кирпичной и черепичной промышленности	223
<i>Т. Понграц</i> : Программирование транспортировки, производства и капиталовложений в кирпичной промышленности	228

INHALT

<i>Grofcsik, János</i> : Festigkeits-Erhöhung von Elektroporzellan	197
<i>Dolezsaí, Károly—Révay, Miklós</i> : Untersuchung der Stabilität und Stabilisierungsmöglichkeiten von Hydratationsprodukten, entstanden aus den Calciumaluminaten der Aluminatzemente	206
<i>O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.</i> : Thermische Zersetzung des Crocidolith	212
<i>Galibina, E. A.</i> : Grundprinzipien der Verwendung von Flugasche in der Bauindustrie	216
<i>Vajda, László</i> : Vorteile der Schrägbohrung bei der Großbohrloch-Reihensprengung	220
<i>Hegedűs, Miklós</i> : Produktivitätsmessung in der Ziegelindustrie	223
<i>Pongrácz, Tibor</i> : Transport, Produktions- und Investitionsprogramm in der Ziegelindustrie	228

CONTENTS

<i>Grofcsik, János</i> : The increase of the Strength of Porcelain Insulators	197
<i>Dolezsaí, Károly—Révay, Miklós</i> : Stabilities and Stabilization Possibilities of Products Formed from the Calcium Aluminates of High-Alumina Cements by Hydration	206
<i>O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.</i> : Thermal Decomposition of Crocidolite	212
<i>Galibina, E. A.</i> : Principles of Flue Ash Utilisation in the Building Industry	216
<i>Vajda, László</i> : The Advantages of Angle Drilling in Large Hole Blasts	220
<i>Hegedűs, Miklós</i> : How to Measure Productivity in the Brick-and-Tile Industry	223
<i>Pongrácz, Tibor</i> : Programming of Delivery, Production and Investments in the Brickmaking Industry	228

A méz- és cementipar az üvegipar- a finomkerámia-, a tégl-, cserép- és kőbányaipar tudományos szakirodalmi folyóirata

*

Főszerkesztő:

Dr. Korach Mór

*

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztőbizottság:

Dr. Beko Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Kemény István

Dr. Knapp Oszkár

Lohner Ernő

Dr. Soltész Gáspár

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

*

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság tér 17

Telefon: 124-438

*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest, VII.,

Lenin körút 9—11

Telefon: 222-285

*

Felelőskiaó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

ÉPÍTŐANYAG

18. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

Az elektroporcelán szilárdságának növelése

GROFCSIK JÁNOS,
Szilikátipari Központi Kutató Intézet, Budapest

Az elektromos távvezetés nagyarányú fejlődése folytán a nagyfeszültségű porcelángyártmányokkal szemben támasztott követelmények fokozatosan növekszenek. Különösen jelentkezik ez a támszigetelők esetében mind a mechanikai szilárdság, mind a hőingadozásokkal szembeni ellenállóképesség tekintetében.

Ez irányú igények kielégítése a gyártó ipart, illetve a szakembereket az elé a feladat elé állítja, hogy a hagyományos elektroporcelán mechanikai szilárdságát növeljék. Ennek során a szilárdság növelésére két irány alakult ki. Egyik azon az úton jár, hogy a hagyományos elektroporcelán szilárdságának növelését kvarc alapon oldja meg, másik a hagyományos kvarcalapú porcelántól eltérő, újfajta porcelánt a nagy alumíniumoxid tartalmú porcelánt hozta létre. Ez utóbbi porcelánfajta kidolgozásánál azonban arra törekszenek, hogy gyártástechnológiája nagyjában azonos maradjon a kvarcalapú porcelánéval, hogy a kétfajta porcelánt ugyanazon üzemben párhuzamosan lehessen gyártani.

Ahhoz, hogy akár az egyik, akár a másik úton elérhessük a kitűzött célt, foglalkoznunk kell azzal, hogy a porcelánmassza alkotói, azok szemcsenagysága, valamint a kiégett kész porcelán ásványi fázisai milyen befolyással vannak a porcelán mechanikai szilárdságára és hőingadozásokkal szembeni ellenálló-képességére.

Ennek a kérdésnek kiterjedt nemzetközi irodalma van, de ezek főleg a kvarcalapú porcelánra vonatkoznak, a magas alumíniumoxid alapú porcelánnal foglalkozó irodalom szegény, bár tekintetbe kell venni, hogy ez a fajta porcelán csak rövid múltra tekinthet vissza.

A porcelán mechanikai szilárdsága és a porcelán struktúrája közötti összefüggésekkel foglalkozó irodalom ellentmondásokkal terhelt.

Előadásomban igyekszem a vitatható részeket saját kísérleteimmel is alátámasztva tisztázni, és átfogó magyarázatát adni az alkotó ásványi fázisok és a szilárdság összefüggésének.

1. A kvarcalapú porcelán

a) A téma irodalma

Egyes kutatók, Zoellner (1908), Budnikov (1958) szerint a mullitnak van a fő szerepe a porcelán szilárdságában. Zoellner porcelándarabkákat 25—33%-os fluorsavoldatban több napig hidegen állni hagyott. Állás közben a HF a porcelán üveges alapanyagát és a kvarctartalmát feloldotta és kristályos anyag maradt vissza. Zoellner ezeket a kristályokat szillimanitnak tartotta, mert akkor még a mullitot nem ismerték. Szerinte az egymásba fonódott kristályok adják a porcelán szilárdságát és azt javasolta, hogy a kristályképződés fokozására célszerű az égetés időtartamát és az égetési hőmérsékletet növelni.

Budnikov adatokat közöl az elektroporcelán és a mullit szilárdságáról, amelyek szerint a mullité jóval nagyobb, mint a porceláné. Ezek az adatok az *I. táblázatban* láthatók.

1. táblázat

Az elektroporcelán és mullit szilárdsági adatai
Budnikov szerint

	Elektro- porcelán	Mullit
Nyomószilárdság kg/cm ² . . .	4000—5500	8300
Húzószilárdság kg/cm ²	250—500	820
Rugalmassági modul. kg/mm ²	6000—8000	417—500

Wiedmann (1959) szerint a kaolintartalom növelése a kvarctartalom egyidejű csökkentése mellett szilárdságnövekedést okoz. Ez irányú kísérleteink adatait lásd a *2. táblázatban*.

A minták őrlési finomsága: 0,5—0,7% maradék a DIN 100-as szitán. Égetési hőfok: 13 SK. Wiedmann szerint a kaolintartalom növekedésével tehát növekszik az oldott és beágyazott kristályos mullittartalom.

2. táblázat
Wiedmann vizsgálatainak eredményei

Nyersanyagkeverék			Hajl. szil.	Tág. együtt.
Kaolin	Kvarc	Földpát	kg/cm ²	20—800° 10 ⁻⁶
1. 50	30	20	726	4,72
2. 60	16	24	923	4,55
3. 65	10	25	958	4,68
4. 70	1	29	1330	4,73

Az égetés hatására vonatkozólag Geller (1933) kimutatta, hogy a többször égetett porcelánban a mullitkristályok oly nagy mértékben növekszenek, hogy azok a porcelán szilárdságát csökkentik.

Ugyanezt írja Eitel (1941) is. Krause és Keetmann (1935) is azt állapították meg, hogy a nagy hőmérsékleten végzett, vagy hosszú ideig tartó égetés csökkenti a porcelán szilárdságát. Grofcsik (1953) korábbi kísérletei és más kutatók eredményei szerint is a kaolinit teljes Al₂O₃-tartalma 960° körül exoterm folyamattal mullittá alakul, de többszöri, vagy hosszantartó égetésnél a mullitkristályok nagyobbodnak. Krause és Keetmann előbb említett közleményében foglalt adatok szerint a mullitkristályok nagysága az égetés időtartamának logaritmusában nő. Kísérleti adataik szerint 1400°-on

- 6' alatt 5 mikron
- 60' alatt 7,2 mikron
- 600' alatt 11 mikron
- 6000' alatt 14,3 mikron

volt a mullit tükristályainak átlagos hossza mikroszkópos mérések alapján.

A mullittartalom tehát növeli a szilárdságot, viszont a többszöri égetésnél a mullitkristályok megnövekedése szilárdságcsökkenést is okozhat. Mindez pl. pirométer-védőcsövek esetében észlelhető.

Mattyasovszky-Zsolnay (1957) ezzel kapcsolatban az alábbiakat írja: „Lehetséges, hogy a nyersanyagkeverék összetételéhez képest túlzottan erős égetéskor éppen azért csökken a porcelán szilárdsága, mert az üveges alapanyag feloldja a kisebb mullitkristályokat, az üveges anyagból kikristályosodó nagyobb mullittük pedig nem fokozzák olyan mértékben a szilárdságot, mint a sűrűbben elhelyezkedő kisebb egyedek szövetéke. A mullit szilárdságnövelő hatása ellen szól azonban az a tapasztalat, hogy a kaolindús nyersanyagkeverékből készült porcelán szilárdsága kisebb, mint a kvarcdús keverékből készült porceláné, holott a kaolintartalom fokozásával a porcelán mullittartalmának növekedése várható.”

Mattyasovszky utóbbi állítása teljesen ellentétes a Wiedmann által közölt adatokkal.

Sane és Cokk (1951) laboratóriumi próbatételek kísérleteket végeztek egy olyan masszával, melynek összetétele 20% földpát, 30% kvarc, 42,5% kaolin, 7,5% angol anyag (ball clay) volt. A masszát különböző ideig őrölték és 5, 7, 9-es Segergúlánál égették. Megállapították, hogy az őrlési idő növekedésével a fel nem oldott kvarc mennyisége

csökkent, az üveges fázis növekedett. Vizsgálataik azt mutatták, hogy a törési modulus annál nagyobb, minél nagyobb a mullittartalom és minél kisebb az üveges fázis.

A kvarc szilárdságnövelő hatását többféleképpen magyarázzák a különböző szerzők.

a) A kvarc saját szilárdságával a cserépszerkezet szilárdságát növeli, szerepe tehát hasonló, mint a kavicsnak a betonban. Ez a tisztán mechanikus felfogás nem kielégítő magyarázat.

b) A kvarc oldódása az üvegben az üveges fázis szilárdságát növeli. Ezáltal növekszik a porcelán szilárdsága is.

c) A fel nem oldódott kvarcnak nagyobb a szilárdságnövelő hatása, mint a feloldódott kvarcnak.

A b) és c) esetekben, mint általában a kvarc alkalmazása esetében döntő szerepe van a szem nagyságnak. Különböző szerzők eltérőleg adják meg az optimális szemcsefinomságot. Kempke (1950) szerint az optimális kvarc szemcsefinomság a nagy porcelán szilárdság elérésére: 100-as szitán legfeljebb 1—2% maradék. Mattyasovszky szerint a DIN 60-as (3600) szitán lehet 2% a szitálási maradék.

Krause (1939) finoman őrölt iszapolással osztályozott kvarccal végzett kísérleteket és megállapította, hogy kb. 20—30 mikronos szem nagyságú kvarccal éri el a porcelán szilárdságának maximumát,

3. táblázat

Krause kísérleti masszáinak összetétele

	1. massa	2. massa
	összetétele	
Kaolinit	50,0%	45,0%
Földpát	25,0%	22,5%
Kvarc	25,0%	32,5%

mát, az ennél finomabban őrölt kvarc alkalmazása esetén ismét csökken a szilárdság. Vizsgálatainak eredménye a 3. táblázatban található.

Ezekből készített 15 mm átmérőjű, 100 mm feszítávolságon vizsgált hengeres porcelánrudak fajlagos hajlítási szilárdságát lásd a 4. táblázatban.

4. táblázat

Krause kísérleti adatai: a kvarc szemcsék átmérője és a szilárdság összefüggése

Kvarc szemcsék átmérője, mikron	4. táblázat	
	1. porcelán	2. porcelán
0—15	765 kg/cm ²	880 kg/cm ²
15—30	840 kg/cm ²	1350 kg/cm ²
30—45	705 kg/cm ²	790 kg/cm ²
45—60	640 kg/cm ²	480 kg/cm ²
60—75	490 kg/cm ²	430 kg/cm ²

A táblázat adatai szerint a 32,5% kvarcot tartalmazó massa 15—30 mikronos szemcse nagyság esetén nagyobb szilárdságot eredményezett, mint a 25% kvarcot tartalmazó.

Ludas (1961) a VI. Szilikátipari Konferencián Budapesten tartott előadásában a porcelánban levő kvarc mennyiségének és szemcsenagyságának a szilárdság és a hőlkésállóság hatására vonatkozó kísérleteit ismertette. Kísérleteinél a legnagyobb mechanikai szilárdságot 30—35 mikron szemcsefinomságú kvarc alkalmazásával érte el.

Beech és Norris (1961) 40% kvarctartalmú masszából készült porcelánt vizsgált és megállapította, hogy a kvarcnak 10—30 mikron közötti szemcsenagyságra való őrlése a szilárdság nagymértékű emelkedését vonja maga után.

A fel nem oldódott kvarc szilárdságnövelő hatása még nincs kellően felderítve. Dietzel (1953) magyarázata szerint a nagy hőtágulású kvarc szemcse a körülötte levő kis hőtágulású üvegben a porcelán kihülésekor nyomó feszültséget hoz létre. A nyomó feszültség alatt álló üveg húzó igénybevételkor csak akkor török el, ha a húzó igénybevétel meghaladja a termék eredeti nyomófeszültségét.

Schneller (1962) a porcelánban levő anyagszerkezeti feszültségek szilárdságnövelő vagy szilárdságcsökkentő hatására vonatkozó ellentmondó felfogások áthidalására egy elméletet dolgozott ki. Szerinte a feszültségi állapotot három dimenziósra kell elképzelnie és a masszában levő kvarc mennyiségére vonatkoztatni. Az elmélet alapján elképzelhető szilárdságnövekedés csak kvaredús masszákban lép fel.

A porcelán százalék szerint legnagyobb alkotórésze az üvegfázis. (Olvadék.) Kézenfekvő tehát egyes szerzőknek az a felfogása, hogy az üveges fázis mint a mechanikailag legkevésbé szilárd alkotórész szabja meg a szilárdság maximumát.

Az üveges alkotórész szilárdsága természetesen az összetételnek függvénye. Ponomarev (1929) tanulmányozta a földpát-kaolinit-kvarc-rendszerben az üveg összetételét és megállapította, hogy az Al_2O_3 -al és SiO_2 -vel maximálisan telített olvadék (üvegfázis) a porceláncserépben megközelítőleg az alábbi összetételű:



Az üveg mechanikai szilárdsága az Al_2O_3 -tartalomnak vagy SiO_2 -tartalomnak növelésével fokozható, de az Al_2O_3 -tartalomnak az üveg mechanikai szilárdságára nagyobb a befolyása, mint az SiO_2 -nek.

Üvegrudak szilárdsága az átmérő növekedésével csökken, hasonlóképpen a porcelánrudaké is. Üveg esetében Griffith (1920) a felszínen szubmikroszkópikus felületi repedéseket tételez fel, mely repedések élén vagy sarkán nagy helyi feszültség keletkezik. Ez kiindulási pontja a széttörést okozó repedéseknek. A Griffith-féle hibák kimutatása sem fénymikroszkóppal, sem elektromikroszkóppal nem sikerült. A Griffith-féle elméletet Shand (1954) kísérleti alapon próbálta igazolni. Az elméletet Mattyasovszky is elfogadja és sima porcelánfelületre alkalmazza. A porcelán törése ridegsége folytán a felületről indul el, tehát szerinte a szilárdság nagyobb, ha a felület sima.

Marzahl (1954) a tömörtestű rúdszigetelőknél az átmérő növekedésével bekövetkező fajlagos szilárdságcsökkenését úgy magyarázza, hogy a szigetelő felületi rétege előbb hül le üveges fázisának

transzformációs hőfoka (780°) alá, mint a belseje. A külső réteg tehát már maradó alakváltozásra képtelen, míg a belső még plasztikus. A további lehülés során egy ideig csak a külső rétegben keletkeznek feszültségek. Végeredményben a szobahőmérsékletre való lehülés után a belső rétegben húzófeszültség keletkezik. Ez a feszültség annál nagyobb, minél nagyobb az átmérő és minél gyorsabb a lehülés ideje.

Különbség van az üveg tartós szilárdsága és a porcelán tartós szilárdsága között. Az üveg szilárdsága tartós terhelés esetén eredeti értékének $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ -ére csökken, míg ilyen anyagfáradási jelenség a porcelánnál nem észlelhető. Ennek oka, hogy a porcelánban levő üveg lágyuláspontja magasabb, mint a műszaki üvegé, azonkívül a porcelánban levő kristályos fázisoknak is szerepük van.

Újabbban több szerző szerint a kvarctartalom és az üveges fázis kölcsönhatása okozza a kvarc szilárdságnövelő hatását. Ezek szerint az üveges fázis a szilárdság hordozója, és ennek szilárdságát nagymértékben növeli a fel nem oldódott kvarc szemcsék által, a tágulási együtthatók különbözősége folytán, az üvegben keletkezett nyomófeszültség. Ez az „előfeszítés” növelhető gyors égetés és gyors hűtés által. Ilyen esetben a szigetelő külsejében nagyobb a feszültség, mint a belsejében. Ismeretes, hogy a nyomófeszültség alatt álló máz is növeli a porcelánszigetelő szilárdságát. Ezt az előfeszítési elméletet Marzahl (1955) matematikai fejtegetésekkel, Krause és Keetmann (1935), majd Mattyasovszky—Zsolnay (1957) kísérletekkel próbálták bizonyítani.

Mattyasovszky szerint a porcelántestek húzási szilárdságát nagymértékben növeljük, ha a szigetelőt úgy készítjük, hogy külső rétegének kisebb, belsejének nagyobb legyen a hőtágulási együtthatója. A hőtágulási együtthatók különbségét az égetésnél az égetési idő — hőfok görbe megfelelő beállításával és a masszában levő kvarc megfelelő finomságú őrlésével érhetjük el.

Megfelelő szemcsenagyságú kvarc esetében gyors, rövid csúccsal történő égetéssel érhetjük el, hogy a külső rétegekben több kvarc oldódik fel, a belső rétegekben több kvarckristály marad feloldatlanul. A kristályos kvarc nagy, míg a kvarcolvadék kis hőtágulási együtthatója közötti különbség folytán a lehütéskor „előfeszítés” áll elő a porcelánszigetelőknél.

Masson (1956) az V. Nemzetközi Kerámiai Kongresszuson tartott előadásában kísérleti adatokkal igyekezett a nyomófeszültség elméletét cáfolni. A kvarcot porceláncserép őrléménnyel helyettesítette, és szerinte, ha a kvarc szemcsék hatására nyomófeszültség állana fenn, a cserépben szilárdságcsökkenést kellett volna észlelnie, s helyett szilárdságnövekedést tapasztalt.

b) Szerző által végzett kísérletek

Laboratóriumi kísérletek

A szakmai irodalom tanulmányozása bizonyítja, hogy az egyes kutatók felfogása nem egységes abban a kérdésben, hogy a porcelán ásványi össze-

gált darab kibírta, de a durvább kvarcot tartalmazó masszából készült szigetelő (Ü) a szabványos vizsgálatot is csak 75%-ban állotta ki.

c) Az eredmények összefoglalása

A laboratóriumi próbatetek és az üzemileg gyártott szigetelők szilárdságvizsgálatai eredményeit, amennyiben szükséges volt, saját régebbi kísérleti eredményeinkkel és olyan irodalmi adatokkal kiegészítve, ahol a gyártási és vizsgálati technológia egyértelműen megállapítható, a következőkben foglalhatjuk össze, a kialakult kész porcelán szövetségében előforduló ásványos fázisok szempontjából.

A porcelánt alkotó fázisok közül a szilárdságot leginkább a legnagyobb mennyiségű fázis, az *üvegfázis* befolyásolja. E befolyás negatív, valamennyi porcelánalkotó fázis közül az üvegnek van a legkisebb szilárdsága. Abban az esetben tehát, ha a porcelán szilárdságát javítani kívánjuk, ezt elsősorban a leggyengébb láncszemmel, az üveggel kell kezdeni, vagy a mennyiségét kell csökkenteni, vagy minőségét javítani, vagy a két hatást kombinálni.

Az üvegfázis csökkentését úgy érhetjük el, hogy: a) a masszában lehetőleg minél kisebb mennyiségű olvasztó-, illetve üvegeképző anyagot adagolunk, b) azonos mennyiségű olvasztóanyag esetében olyant választunk, melynek olvasztó hatása kisebb, c) a kvarc szemcsenagyságát úgy választjuk meg, hogy lehetőleg minél kisebb mértékben vegyen részt az üvegfázis kialakításában. Az üveg mennyisége azonban nem csökkenthető tetszés szerint, technológiai okokból feltétlenül szükség van 50% körüli üvegfázisra.

Az üveg minőségének ugrásszerű javítását idézi elő, ha azt hosszúkás alakú s az üvegnél nagyobb szilárdságú kristályok sűrűn egymásba fonódó rendszere erősíti meg. A porcelán szövetségi szerkezetében a *mullitkristályok* töltik be az erősítő vázrendszer szerepét. Célszerű tehát a mullit mennyiségét növelni. Ezt oly módon lehet elérni, hogy a felhasznált agyagásványtartalom lehetőleg nagy legyen és elsősorban kaolinitből álljon. (Egyébként azonos

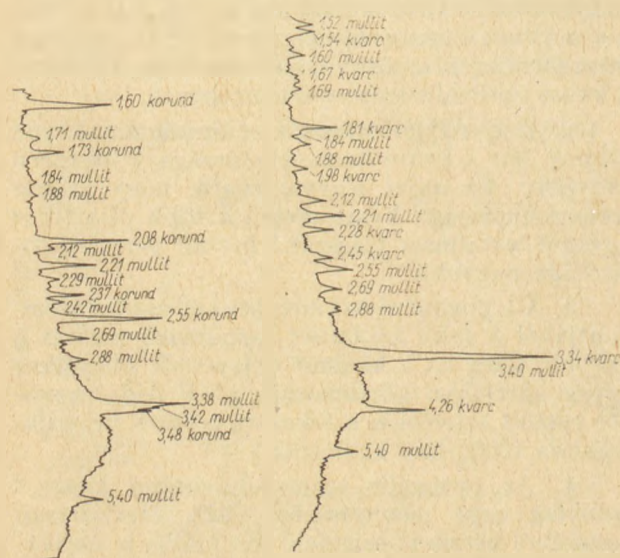
körülmények között a kaolinit égetése a többi agyagásványnál nagyobb mennyiségű mullitot ad.) Természetesen az agyagásvány és elsősorban a kaolinittartalom fokozására a jelenlegi égetési technológia határt szab. Kb. 55%-nál nagyobb mennyiségű kaolinitet tartalmazó massa csak 14 SK-nál magasabb hőmérsékleten égethető tömörre. Mind a nyers, mind pedig a kész porcelán szilárdsága szempontjából célszerű olyan kaolinites massa alkalmazása, melyben a kaolinit egy részét plasztikus anyaggal visszük be.

A szilárdságnövelés szempontjából azonban nem közömbös a mullitkristályok szemcsenagysága sem. Lényeges, hogy a mullit túalakú formában kristályosodjék és szemcsenagysága bizonyos határ alatt maradjon. Az első szempont betartása nem okoz nehézséget, izometrikus szemcsés mullit csak különleges adalékanyagok jelenlétében képződhet, és csaknem gömbalakú mullitkristálycsírák már aránylag rövid idő alatt, sőt 1100° felett csaknem pillanatszerűen hosszúkás túkristályokká alakulnak. Ügyelni kell arra, hogy a túlságosan nagy mullitkristályok keletkezését megakadályozzuk. A szokványos, aránylag rövid és aránylag nem nagyon magas hőmérsékleten történő égetés azonban a mullitkristályok nem kívánatos megnövekedését megakadályozza.

Rendkívül érdekes a porcelán szövetségi szerkezetét alkotó harmadik fázis, a kvarc viselkedése; ugyanis kvarcdús masszakkal is el lehet érni ugyanazt a szilárdságot, mint a kaolindús masszakkal, ha a kvarc szemcse finomsága megfelelő. Azt, hogy cca 20–60 mikronos kvarc szemcsék esetén optimum áll elő, avval magyarázhatjuk, hogy az ennél finomabb szemcse az égetés alatt nagyrészt feloldódik, a durvább szemcse nagyobb inhomogenitást okozva káros feszültség felgyülemelését teszi lehetővé.

Nem igazolták kísérleteink Marzahl és Mattyasovszky ún. előfeszítési elméletét, de ez már csak azért sem fogadható el, mert tekintettel kell lennünk arra, hogy a cserép lehűlésekor az üvegfázis 800° körül megmerevedik, bár ekkor még az üveg és a kvarc tágulási együtthatói nem különböznek egymástól lényegesen.

További lehűlésekor, 575°C-nál azonban az α – β modifikációs átalakulásnál a kvarc szemcse spontán összehúzódik, ezt a térfogatesökkenést a megszilárdult üveg nem tudja követni. Az ilyenkor fellépő húzófeszültség mind a kvarc szemcsékben, mind az azokat körülvevő üvegben összehúzódási repedéseket okoz. E repedések durvább kvarc szemcsék esetén mikroszkóppal jól láthatók, finomabb kvarc szemcsék esetén alig láthatók. A kvarc szemcsenagyságának csökkenése esetében a méretváltozások abszolút mértékei is csökkennek és végül oly kismértékűvé válnak, hogy az általuk okozott feszültséget a kohéziós erők kompenzálják, repedések nem lépnek fel. Ebben láthatjuk magyarázatát annak, hogy megfelelő szemcsenagyságú kvarc adagolásával a porcelán szilárdsága növelhető. Természetesen, ha a kvarc diszperziója az optimális határon túl megy, akkor az üvegfázisban nagyrészt oldódik, ami ismét szilárdságcsökkenést jár.



3. ábra

2. Nagy alumíniumoxid-tartalmú porcelán

Ez a gyártmány lényegileg abban különbözik a hagyományos porcelántól, hogy a kvarcot részben vagy egészben alumíniumoxid helyettesíti, aminek folytán a szöveti szerkezet is más.

a) Irodalom

Az erre a témára vonatkozó irodalom — mint már említettem — eléggé szegényes, és inkább csak célkitűzésekről, mint konkrét eredményekről olvashatunk. Ezen nem is lehet csodálkozni, mert ez a porcelánfajta alig néhány éve készül, és gyártásánál még sok nehézséggel kell a gyáraknak küzdeniük, bár az elért eredmények eléggé biztatóak. Blodgett (1961) a nagy Al_2O_3 -tartalmú porcelánokról írt cikkében porcelánnak azokat a gyártmányokat nevezi, melyek Al_2O_3 -tartalma kevesebb, mint amennyi a mullit összetételének (72%) felel meg, és ezzel megkülönbözteti őket a nagyrészt Al_2O_3 -ból álló kerámiai anyagoktól. Al_2O_3 alapú porcelánok előállítására irányuló kísérletekről számol be. Pl. közöl egy porcelánmasszát, mely 65% Al_2O_3 , 10% nefelinszienit, kevés lithiummanganit, iszapolt kréta és agyag keverékéből áll. E masszából készült porcelán hőtágulási együtthatója $6,7 \times 10^{-6}$ 20 és 70° közt.

Massieye (1962) a párizsi kerámiai Kongresszuson tartott előadásában eléggé részletesen beszámolt a Franciaországban előállított nagy Al_2O_3 -tartalmú porcelánról. Nyersanyagok: kalcinált Al_2O_3 , káliumföldpát, kevés alkáli földfémkarbonát, kaolin és agyag. A gyártástechnológia fő vonásokban megegyezik a hagyományos porcelánéval, azonban vannak kisebb eltérő jellegzetességei a massaörlés, formálás és szárítás terén, különösen ez utóbbinál találkozunk a legtöbb nehézséggel, amit a szemcsék alakja és a szemcsenagyság okoz.

Cyranowicz (1962) kísérleteket közöl, melyek szerint az Al_2O_3 -tartalomnak 45%-ra való emelése a porcelán mechanikai szilárdságát cca 50%-kal növeli. Amennyiben a massa Al_2O_3 -tartalma 25%, akkor még 20% timföldet kell hozzá adagolni. De azt nem írja, hogy a kvarc terhérc, vagy többletként. Ajánlja az alkálitartalmat könnyen olvadó plasztikus agyaggal bevinni a masszába.

Rambousek (1964) a Karlovy-Varyban tartott VIII. Porcelánkonferencián tartott előadásában a mechanikai szilárdság növelésének útját a kvarcnak alumíniumoxiddal való helyettesítésében jelölte meg. Még nagyobb lesz a szilárdság, ha a nagy Al_2O_3 -tartalom mellett még alkáli földfémkarbonátokat alkalmazunk folyósító anyagként. Ilyen esetben azonban a tömörödés — lágyulás intervalluma nagyon lecsökken.

Új eljárást közölt, melynél nagy Al_2O_3 tartalmú porcelán masszába megfelelően megválasztott olvasztó anyagot vittek be, melynek kettős szerepe van.

Egyrészt a hőfok emelkedésével mint zsugorító (olvadékképző) anyag szerepel, másrészt a lehülésnél egyes komponensek finom kristályokban való kiválását segíti elő.

Lényegében tehát az Al_2O_3 -tartalom kivül a porcelán szilárdságát az üvegfázis rekristallizációja növeli.

Ilyen módon előállított porcelán szilárdsága 230%-kal nagyobb volt, mint a klasszikus porceláné.

Lócsei (1963) az Al_2O_3 -nak a porcelánmasszába adalékként való alkalmazását nem tartja előnyösnek, mert növeli a porcelánt alkotó rendszer heterogenitását. Az Al_2O_3 ugyanis csak igen kis mértékben alakul át mullittá és a kvarc, üveg és mullit mellett még korund is lesz a porcelánban. Az Al_2O_3 -tartalmat olyan módon kell növelni, hogy az mullitfázisba kerüljön. Szerinte ez háromféle módon érhető el: 1. Alumíniumhidroxid adagolása 3—6%-ig. 2. Alumíniumfluorid vagy alumíniumfluorid és alumíniumhidroxid együttes alkalmazása. Ez esetben számolni kell a veszéllyel, hogy a keletkező szilíciumtetrafluorid következtében a porcelán porózus marad. 3. Szintetikus mullit adagolása. Szintetikus mullit agyag, alumíniumhidroxid és alumíniumfluorid reakciójából állítható elő. Az alumíniumfluorid katalizáló hatása folytán maximális Al_2O_3 -tartalmú mullit képződik, melynek összetétele $2 \text{Al}_2\text{O}_3$, SiO_2 képletnek felel meg. Ezen összetételű mullit-adalék a porcelánmasszában, égetés közben átkristályosodik és az üvegfázisból SiO_2 -ot vesz fel a szerkezetébe. Ha 20% alumíniumoxid-tartalomnak megfelelő mennyiségű mullitot adagolunk, akkor a kiégetett termékben kvarcfázis gyakorlatilag nem maradhat.

b) Szerző kísérletei

Hazai üzemben is folynak nagy alumíniumoxid-tartalmú porcelán előállítására irányuló kísérletek. E kísérleteknél eltekintünk Lócsei említett cikkében ajánlott olyan megoldástól, hogy szintetikus mullitot adagoljunk a masszába. Ez a megoldás, akár szintetikus, akár természetes szillimanitből égetett mullitot adagolunk, tulajdonképpen a már régebben ismert mullitporcelán utánzása.

Közreműködésemmel a Pécsi Porcelángyár mérnökei kidolgoztak olyan alumíniumoxid-alapú porcelánt, melynek szilárdsága 40—50%-kal nagyobb, mint a hagyományos kvarcalapú porceláné. A timföldalapú porcelán gyártástechnológiája alig tér el a hagyományos elektroporcelántól, égetési módja teljesen azonos, úgy, hogy a kétfajta porcelán együtt gyártható, illetve égethető. Lényege, hogy különlegesen kialakított üvegfázisban csak korund és mullitkristályok vannak beágyazva, kvarc csak annyi, amennyi a nyersanyagok szennyződéséből ered. A 3. ábra az alumíniumoxid-dús nagyszilárdságú, a 4. ábra a hagyományos kvarcalapú elektroporcelán röntgen-diffraktogramját mutatja.

A pécsi nagyszilárdságú Al_2O_3 alapú porcelán Al_2O_3 tartalma 44,52%, míg a hagyományos porceláné 21,70%.

Fajlagos hajlítószilárdsága 1140 kp/cm². A belőle készített HR 85 szigetelő mért közepes törőereje 17 500 kp.

Befejezésül el kell mondanom, hogy előadásom célja nem az volt, hogy a porcelán szilárdság-

növelési lehetőségeire vonatkozó témát teljesen kimerítsem, illetve valamilyen konklúzióval lezárjam. Ellenkezőleg, a téma felvetése, egyes részletkérdések kiemelése és azok taglalása azt a célt szolgálja, hogy a Konferencián résztvevő Kartársak kiegészítő előadásaival, illetve hozzászólásaival az elektroporcelán-iparnak ezt a nagyfontosságú kérdését minél közelebb vigyük a megoldáshoz.

IRODALOM

- Beech, D.—Norris, A. W. (1961): *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 60 556
- Blodgett, W. E. (1961): *Ceram. Soc. Bull.* 40 74
- Budnikov, P. P. (1953): *Technologie der keramischen Erzeugnisse*, VEB Verlag Berlin 532—534
- Büsem, W. R. (1955): *Journ. Amer. Ceram. Soc.* 38 15
- Cyranowicz, Kazimierz (1962): *Szko i Ceram* 13 374
- Dietzel, H. (1953): *Sprechsaal* 86 251
- Eitel, W. (1941): *Physikalische Chemie der Silikate* (2) 649 Barth, Leipzig
- Geller, R. F. *Bull. Amer. Ceram. Soc.* (1933): 12. 18—25
- Griffith, A. A. (1920): *Phil. Trans. Royal Soc. London* 221
- Grofcsik, J. (1956): *A kerámia elméleti alapjai*, Budapest, Akadémiai Kiadó 653
- Grofcsik, J. (1957): *A mullit képződési körülményeinek vizsgálata*. Dissertáció. M. T. Akadémia
- Grofcsik, J.—Tamás, F. (1958): *Fázisegyensúlyi tanulmányok a porcelán ásványi összetételének megállapítására*, *Építőanyag* 10 233
- Kempke, E.—Treufels, H. (1950): *Sprechsaal* 83 12
- Krause, O.—Keetmann, E. (1935): *Sprechsaal* 68 177
- Krause, O. (1939): *Sprechsaal* 72 611
- Löcsei, B. (1963): *Építőanyag* 15 157
- Ludas, M. (1961): *Proceedings of the Sixth Conf. on the Silicate Ind.*, Budapest, Akadémia Kiadó
- Mattyasovszky-Zsolnay, L. (1957): *Journ. Amer. Ceram. Soc.* 9 299
- Marzahl, H. (1954): *Elektrotechnische Zeitschrift* 75 443
- Marzahl, H. (1955): *Ber. d. Keram. Ges.* 32 203
- Masson, R. (1956): *Abh. V. Internat. Keram. Kongress. Wien* 349
- Ponomarev, I. (1929): *Steklo i Keramika*
- Sane, S. C.—Cook, R. L. (1951): *Journ. Amer. Ceram. Soc.* 34 145
- Schneller, K. (1962): *Ber. d. Keram. Ges.* 39 286
- Shand, E. B. (1954): *Journ. Amer. Ceram. Soc.* 37 52
- Wiedmann, T. (1959): *Sprechsaal* 92 2
- Zoellner, H. (1908): *Sprechsaal* 41 471

Grofcsik János: Elektroporcelán szilárdságának növelése.

Az elektromos ipar által egyes szigetelőporcelánfajták mechanikai szilárdsága iránt támasztott követelményt a hagyományos porcelán nem minden esetben tudja kielégíteni, ezért az iparnak szükségképpen foglalkoznia kell a porcelán szilárdságának növelésével. Ennek a jelenlegi technológia főbb vonásokban való fenntartása mellett két útja van. Egyik a kvarctartalom, másik az alumíniumoxid-tartalom növelése a porcelánban. Egyik esetben sem egyszerű a megoldás. A cél eléréséhez ismerni kell a porcelánmassza nyersanyagainak, azok szemcsenagyságának, valamint a kiégetett kész porcelán ásványi fázisainak a szilárdságra gyakorolt befolyását.

A kérdésnek különösen a kvarcalapú porcelánra vonatkozólag kiterjedt irodalma van. Szerző ismerteti az irodalmi állásfoglalásokat, melyekben egymásnak ellentmondó és esetenként ezt a komplex kérdést egyoldalúan kezelő megállapítások találhatók.

Szerző igyekezett a vitatható kérdéseket kísérletekkel tisztázni. Klasszikus porcelánmasszából kiindulva olyan módon változtatta a kísérleti masszák összetételét és szemszerkezetét, hogy az előállított laboratóriumi próbatestek és üzemi méretekben gyártott szigete-

lők mechanikai szilárdsága és termikus tulajdonságai, valamint a szöveti szerkezet közötti összefüggések egyértelműen megállapíthatók voltak. A kísérleti eredményekből kitűnik, hogy a porcelán szilárdságában mind a mullitnak, mind a kvarctartalomnak, illetve a kvarc szemcsenagyságának fontos szerepe van. Ez az eredmény a korábban többnyire egymással szembenálló elméletek szintézisét adja. A kvarc- és mullittartalom fokozódása növeli, míg az üveges fázis emelkedése csökkenti a szilárdságot. A kvarctartalom szilárdságnövelő hatása csak optimális szemcséfinomság (20—60 mikron) esetén áll fenn.

A kísérletek nem igazolták a kvarc szerepére vonatkozóan Marzahl által matematikailag, Mattyasovszky által kísérletekkel alátámasztott ún. „előfeszítési” elméletet.

Az alumíniumoxid-dús porcelánra vonatkozó irodalom még kevés, mert ez a porcelánfajta csak néhány éves. Az alumíniumoxid-tartalom növelésénél arra kell törekedni, hogy ezt reakcióképes tíföld alakjában juttassuk a masszába, hogy mullitfázis feldúsulása legyen elérhető.

Грофчик, Янош: ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИОННОГО ФАРФОРА.

В связи с тем, что традиционный фарфор не всегда может удовлетворить требования, предъявляемые электротехнической промышленностью к механической прочности некоторых видов изоляционного фарфора, промышленность вынуждена заниматься вопросами повышения его прочности.

Для достижения этого имеется два пути, сохраняющих основные черты действующей в настоящее время технологии. Один путь — увеличение содержания кварца в фарфоре, другой — увеличение содержания окиси алюминия. И в том, и в другом случае решение является сложным. Для достижения поставленной цели необходимо знать, какое влияние на прочность фарфора оказывают сырьевые материалы фарфоровых масс, размер их зерен, а также минеральные фазы обожженного готового фарфора.

Имеется довольно обширная литература, касающаяся этого вопроса, особенно фарфора на основе кварца. Автор останавливается на отдельных положениях в литературе, в которых встречаются противоречивые и временами односторонне рассматривающие этот комплексный вопрос, точки зрения.

Автор стремился разрешить дискуссионные вопросы экспериментальным путем. Исходя из классической фарфоровой массы, он изменял состав и гранулометрию опытных масс таким образом, чтобы зависимости между механической прочностью и термическими свойствами лабораторных образцов и заводских изоляторов, а также зависимость между их структурами могли быть определены однозначно. Как показывают результаты экспериментов, прочность фарфора зависит главным образом от содержания мullита, кварца, а также величины зерен кварца. Этот вывод является синтезом высказанных ранее и во многом противоречивых теорий. Увеличение содержания кварца и мullита повышает, а увеличение содержания стекла уменьшает прочность. Положительное влияние содержания кварца на прочность проявляется только в случае оптимальной величины зерен (20—60 микрон).

Эксперименты не подтвердили теории „предварительного напряжения”, математически обоснованной Марцалом и экспериментально доказанной Маттяшовским, относительно роли кварца.

Пока еще имеется мало литературы относительно фарфора с повышенным содержанием окиси алюминия, так как этот вид фарфора известен всего несколько лет. При увеличении содержания окиси алюминия следует стремиться к тому, чтобы для достижения обогащения мullитовой фазы окись алюминия вводилась в массу в виде реакционноспособного, по возможности, гамма-глинозема.

Наряду с механической прочностью важным фактором является также стойкость к тепловым ударам. На основе формул по термостойкости автор приходит к заключению, что механическая прочность увеличивает также стойкость к тепловым ударам.

Grofcsik, János: Festigkeits-Erhöhung von Elektroporzellan.

Die Anforderungen der Elektroindustrie, gestellt gegen etliche Isolierporzellansorten, betreffs der mechanischen Festigkeit, können von dem traditionellen Porzellan nicht befriedigt werden, demzufolge wurde die Industrie gezwungen, sich mit der Steigerung der Porzellanfestigkeit zu befassen. Wird die traditionelle Technologie in großen Zügen bewahrt, so erwiesen sich zwei Möglichkeiten. In erstem Falle wird der Quarzgehalt, im zweiten Falle der Al_2O_3 -Gehalt des Porzellans erhöht, die Verwirklichung ist aber weder im ersten noch im zweiten Falle leicht. Um das Ziel zu erreichen, muß der auf die Festigkeit ausgeübte Einfluß der Rohmaterialien und deren Kornzusammensetzung, sowie der Mineralphasen des Fertigporzellans bekannt werden.

Dieses Problem hat besonders in Hinsicht des quarzhaltigen Porzellans eine ausgedehnte Literatur. Der Verfasser gibt die literarischen Stellungnahmen bekannt, worin widersprechende und gegebenenfalls auch diese komplexen Fragen einseitig behandelnde Behauptungen zu finden sind.

Der Verfasser bestrebt die bestreitbaren Fragen eindeutig festzustellen. Aus den Experimentsergebnissen ist es zu ersehen, daß in der Festigkeit des Porzellans das Mullit, der Quarzgehalt, sowie die Korngröße des Quarzes wichtige Rolle spielen. Dieses Ergebnis synthetisiert die früher meist konträren Theorien. Die Steigerung des Quarz- und Mullitgehaltes erhöht, die Steigerung des Glasgehaltes aber vermindert die Festigkeit. Der festigkeits steigernde Einfluß des Quarzgehaltes besteht nur im Falle optimaler Kornfeinheit (20–60 Mikron).

Die Experimente des Verfassers betreffs der Rolle des Quarzes haben die sog. „Vorspannen-Theorie“, die, vorwiegend mathematisch, durch Mattyasovszky experimentell unterstützt wurde, nicht bewiesen.

Die Literatur betreffs des Al_2O_3 -reichen Porzellans ist noch arm, weil ja diese Porzellansorte nur wenige Jahre zählt. Bei der Steigerung des Al_2O_3 -Gehaltes muß man trachten, daß dieselbe in reaktionsfähiger Form, womöglich in der Form von Gamma-Tonerde in die Masse gelange, um die Anreicherung der Mullitphase zu erreichen.

Neben der mechanischen Festigkeit ist die Wärmestoßbeständigkeit auch eine wichtige Forderung. Der Verfasser zieht auf Grund der Formeln betreffs der Wärmestoßbeständigkeit die Folgerung, daß sich mit der mechanischen Festigkeit auch die Wärmestoßbeständigkeit erhöht.

Grofcsik, János: The Increase of the Strength of Porcelain Insulators.

The demand of the electric industry for a higher mechanical strength of certain electric porcelains cannot be met in every case by conventional porcelain. Thus, it is concern of the industry to increase the strength of electric porcelains. This can be achieved, by maintaining at the same time the main features of the present technology, in two ways: by increasing either the quartz content or the alumina content of the porcelain. In neither case is the solution an easy one. The raw materials of the porcelain bodies, their granulometric composition as well as the influence of the mineral phases off the fired ready porcelain on the strength must be known.

A widespread literature is concerned with this problem, especially as regards porcelains on quartz basis. The author describes the conflicting views occurring in special literature and points out that some authors handle this complex question rather one-sidedly.

The author was concerned to clear up the debatable questions by experiments. By starting from a classical porcelain body the composition and granulometry of the experimental bodies has been changed in such a way that the relations between mechanical strength, thermal properties and texture of laboratory test bodies and electric porcelain insulators produced in the factory could be unequivocally determined. The experimental results proved that both mullite and quartz content or grain size of the quartz greatly influence the strength. This issue is a synthesis of former, often contradictory, theories. The increase of the mullite and quartz content increases, while the increase of the glass content decreases the strength. The strength increasing effect of the quartz content, however, holds good only in the case of an optimum grain composition (20–60 μ).

The experiments, concerning the role of the quartz, did not prove the so called "pre-stress" theory which has been previously supported by Marzahl's mathematical arguments and Mattyasovszky's experiments.

Literature on high alumina porcelain is scarce because this kind of porcelain exists since a few years only. For the increase of the alumina content it seems desirable to admix a reactive substance to the body, if possible, in the form of gamma alumina in order to enrich the mullite phase.

Another important requirement in addition to mechanical strength is thermal shock resistance. The author relying upon heat exchange formulae, reaches the conclusion that mechanical strength increases also the thermal shock resistance.

MŰANYAG CSEMPE
polistirolból

Mindenfajta épületben,
előcsarnokok, folyosók, mosdók,
WC-k falfelületein
burkolásra kiválóan alkalmas

Megrendelhető
a VASÉRT Vállalatnál
Budapest, VIII., Üllői út 32

Az aluminátcementek kalcium-aluminátjaiból keletkező hidratációs termékek stabilitásának és stabilizálási lehetőségeinek vizsgálata

DOLEZSAI KÁROLY — RÉVAY MIKLÓS
Szilikátipari Központi Kutató Intézet, Budapest

Bevezetés

Le Chatelier már 1887-ben felismerte, hogy a kötőanyagok szilárdulása során az instabilis, termodinamikailag nagyobb energiátartalmú rendszerek stabilisabb, kisebb energiátartalmú rendszerre alakulnak át.

Az aluminátcementek szilárdulásában döntő szerepet játszó kalcium-aluminátok hidratációjával az energiátartalom csökkenése nem áll meg az elsődlegesen képződő, nagy szilárdságot biztosító hidrátvegyületek keletkezésével, hanem kis szilárdságú kalcium-alumináthidrát és -hidroxidok képződése mellett további csökkenés megy végbe, ami szilárdságvisszaesést okoz.

Ha megvizsgáljuk a $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ rendszert, megállapítható, hogy ennek stabilis fázisai az $\text{Al}(\text{OH})_3$, a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és a szabályos rendszerben kristályosodó $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ez azt jelenti, hogy a rendszerben végbemenő valamennyi változás végül e fázisok keletkezéséhez, az aluminátcement betonokban pedig a kialakuló koncentrációviszonyokat is figyelembe véve $\text{Al}(\text{OH})_3$ és $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kialakulásához vezet (Talabér, 1956).

A fenti folyamat megakadályozására irányuló kísérletek az aluminátcement szilárdságvisszaesési jelenségeinek felismerésével egyidősek. Az átalakulási folyamat meggátolására az irodalomban többféle eljárást javasolnak, amelyek közül tanulmányunkban kettővel; a kémiai összetétel módosítása alapján, és a kalciumsulfát adagolással történő stabilizálással foglalkozunk.

Vizsgálati módszerek

Mivel az átalakulási folyamat közönséges hőmérsékleten csak igen lassan — évek, sőt évtizedek alatt — megy végbe, az egyensúlyi állapothoz tartozó szilárdság megállapítása nehézségekbe ütközik. Kialakulását viszont elősegíthetjük úgy, hogy az átalakulási sebességet hőmérsékletnöveléssel meggyorsítsuk.

A vizsgálat hőmérsékletét úgy kell kiválasztani, hogy egyrészt az átalakulás sebességét megfelelő mértékben meggyorsítsa, másrészt az egyensúlyi viszonyokat ne változtassa meg.

A vizsgálatok elvégzéséhez a következő módszert alakítottuk ki:

A vizsgálandó anyagból DIN 1164 szerinti, $2 \times 2 \times 16$ cm-es méretű habarcs-próbatesteket készítettünk. Ezek egy részét 3 napig vizes ruhával letakarva tároltuk, másik részét 2 napos tárolás után 80° -on 3 órai atmoszférikus gőzölésnek, a harmadik részt ugyancsak 2 nap után 20 atm nyomáson (211°) 2 órai autokláv-kezelésnek vetettük alá. A háromféle módon kezelt próbatesteknek 3 napos korban mértük a nyomó- és hajlító-húzószilárdságát.

Ezenkívül az MSZ-523 szerinti szabványos folyósságú pépből lepenyeket is készítettünk, és azokat is a hasábokkal azonos kezelésnek vetettük alá. A kezelés után a hidratációt 3 napos korban abszolút alkoholos vízelvonással megállítottuk. Az így készített mintákból röntgen-, DTA- és derivatográfiai vizsgálatokat végeztünk.

A kalcium-aluminátok stabilitásának vizsgálata

Többen felismerték, hogy a kis szilárdságot adó, szabályos rendszerű $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ annál gyorsabban alakul ki, minél nagyobb a kalcium-aluminátok mézstelitése.

A kérdés vizsgálata céljából különböző mézstelitésű kalciumaluminátok stabilitását tanulmányoztuk a már ismertetett eljárással.

A kísérletekhez számított mennyiségű tiszta mészkőből és timföldből laboratóriumi elektromos kemencében égettük a kalciumaluminátokat. Az

1. táblázat

Kalcium-aluminátok kémiai összetétele

Kémiai összetétel %	$12 \text{CaO} \cdot 7 \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3$
SiO ₂	0,81	1,27	0,56
Al ₂ O ₃	49,47	62,80	77,13
Fe ₂ O ₃	0,60	0,38	0,52
CaO	47,60	34,90	21,22
MgO	0,52	0,50	0,40
CaO/Al ₂ O ₃ mol	12:6,6	1:0,99	1:2

egyes ásványok jellemző adatait az 1. táblázatban, röntgendiffraktogramjait az 1. ábrán közöljük.

A vizsgálatokhoz az ásványokat laboratóriumi porcelánmalomban 2400 ± 100 cm²/g Blaine szerinti fajlagos felületűre őröltük.

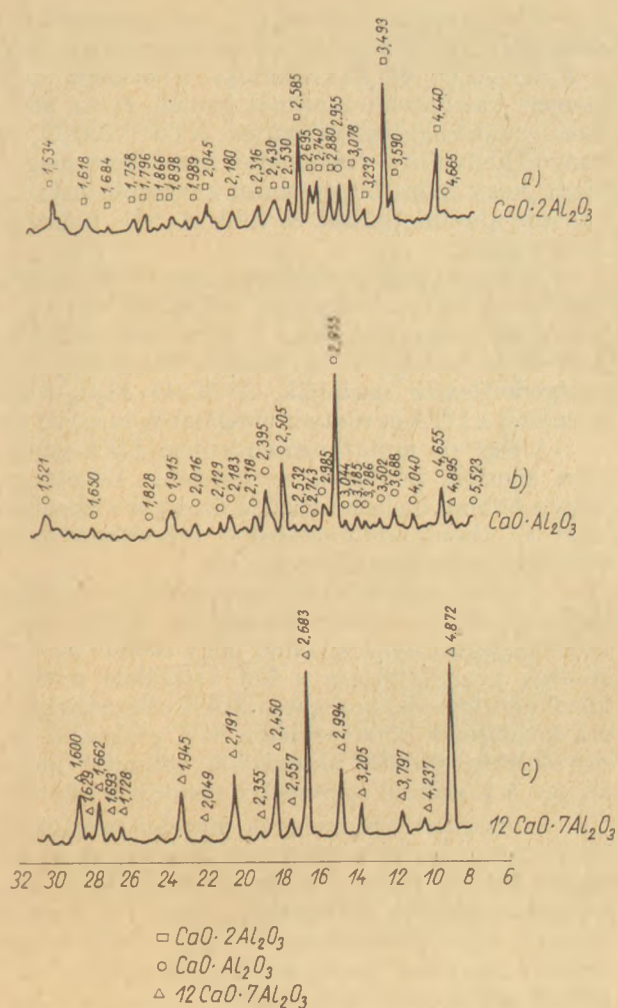
A szilárdságvizsgálatok eredményét a 2. táblázatban közöljük.

Közönséges hőmérsékletű tárolás esetén a várakozásnak megfelelően a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ hidrotermális kezelés után pedig a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ adja a legnagyobb szilárdságot.

Gőzkezelés hatására mindhárom mintánál szilárdságvisszaesés lépett fel, melynek mértéke a mézstelitéssel fordítva arányos. A szilárdságvisszaesés minden esetben a nyomószilárdságnál nagyobb.

A szilárdsági értékek autoklávólás után nagyobbak mint gőzkezelés után, sőt hajlító-húzószilárdságuk a normál hőmérsékletű szilárdságot is felülmúlja.

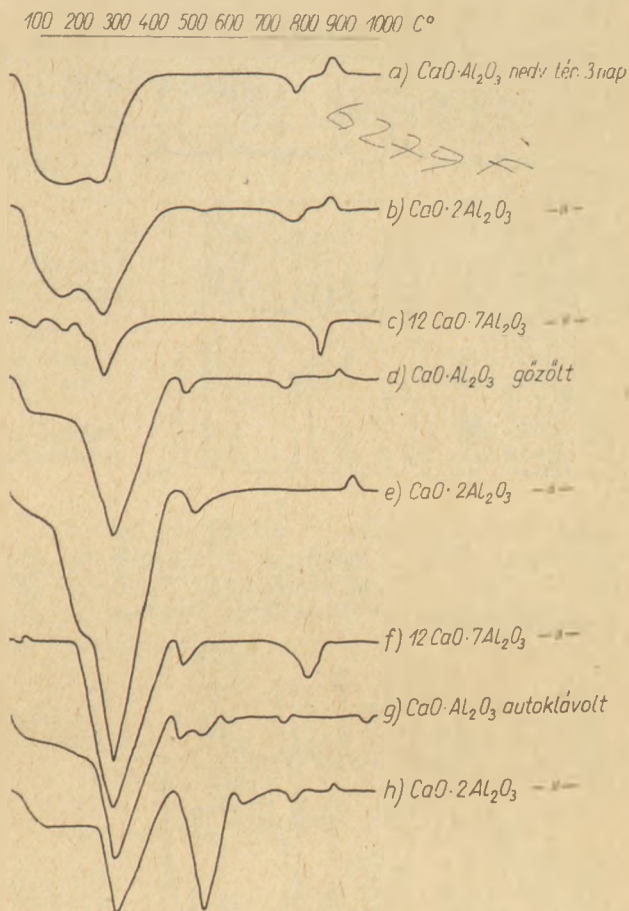
Az eredmények nem egyeznek Melnyik és Sapovalova (1962), valamint Lehmann és Leers (1963) adataival, akik szerint a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ hidrotermális kezelés hatására stabilnak mutatkozott.



1. ábra. A kalcium-aluminátok röntgendiffraktogramja

A kérdés tisztázása érdekében a normál hőmérsékletű és gőzöléses vizsgálatot 1 napos korban is elvégeztük. Ebben az esetben a fenti szerzők adataival összhangban a gőzkezelést szilárdság nagyobb mint a normál hőmérsékletű.

Az ellentétes viselkedést azzal magyarázzuk, hogy a szilárdulás kezdeti szakaszában a hidratáció foka és a szilárdság igen kicsi, így a gőzkezelés hatására megnövekedő hidratációs fok a $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ képződés ellenére nagyobb szilárdságot biztosít, 3 napos korban viszont már érvényesül az átalakulás szilárdságsökkentő hatása.



2. ábra. Különböző körülmények mellett hidratált kalcium-aluminátok DTA-vizsgálata

Az átalakulást a DTA és röntgenvizsgálatok eredményei is igazolják (2., 3. ábra).

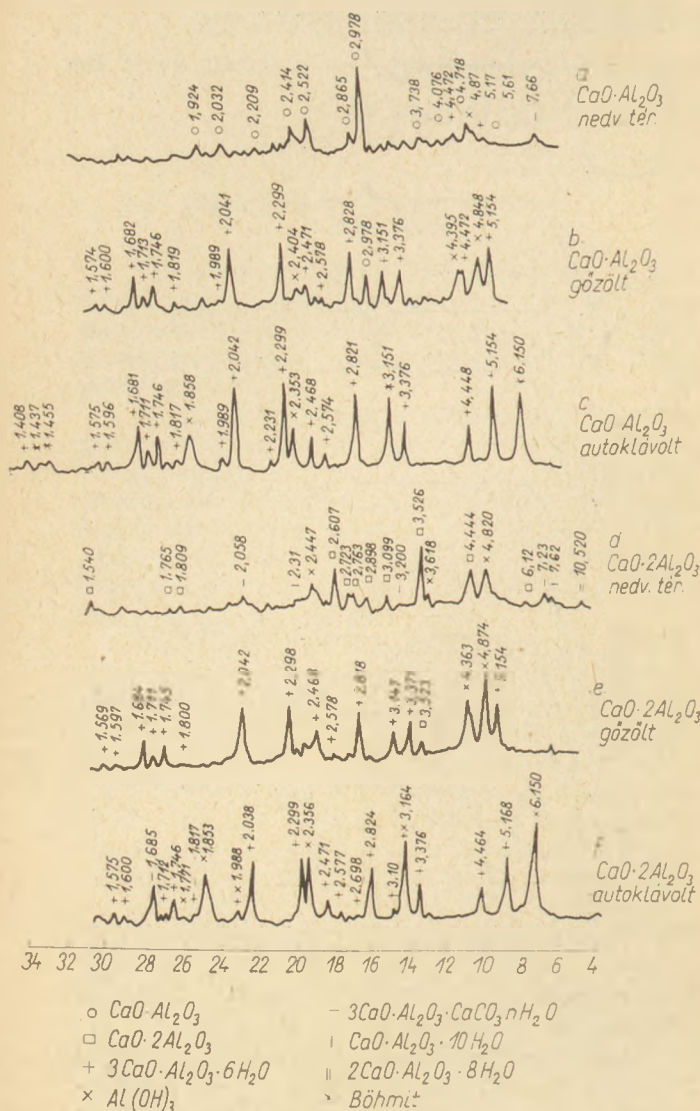
A közönséges hőmérsékleten tárolt mintákról készült DTA-felvételeken (2. ábra a, b, c) a kalcium-aluminát mésztelítésétől függetlenül ugyanazok az endoterm csúcsok mutatkoznak. A 160—180°-on mutató csúcsokat a hexagonális kalcium-aluminát-hidrátok okozzák, 260—280°-on alumínium-hidroxidok vízleadása, 770—850°-on a karbonizáció jelei mutatkoznak. Az a és b görbén 870°-on jelentkező exoterm csúcs kalcium-aluminát képződéssel magyarázható.

A röntgendiffraktogramokon (3. ábra a, d) a még hidratálatlan eredeti kalcium-aluminát reflexiókon kívül alig mutatható ki határozott csúcs.

2. táblázat

Kalcium-aluminátok stabilitási vizsgálata

Kalcium-aluminát	Szilárdság kp/cm ²					
	Nyomó			Hajlító-húzó		
	Nedv. tér	Gőzkezelés	Autokláv	Nedv. tér	Gőzkezelés	Autokláv
12 CaO · 7 Al ₂ O ₃						
3 nap	321	94	nem vizsg.	41,6	32,3	nem vizsg.
CaO · Al ₂ O ₃						
3 nap	695	245	461	83,8	76,6	130,3
CaO · 2 Al ₂ O ₃						
1 nap	123	369	nem vizsg.	46,2	75,8	nem vizsg.
3 nap	447	276	399	81,6	67,6	112,5



3. ábra. Különböző körülmények mellett hidratált kalciumaminátok röntgendiffraktogramja

Mindkét mintában megtalálható néhány gyenge, hidrargillitre, aluminát-karbonát-hidrátra jellemző effektus, a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ -ből készült mintában ezeken kívül a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ és a $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ egy-egy csúcsa mutatkozik.

Ezekhez viszonyítva nagy eltérést mutatnak a gőzkezelt minták.

A DTA-felvételeken (2. ábra, c, d, e) megjelenik a $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ra jellemző két határozott csúcs ($300\text{--}320^\circ$ és $480\text{--}510^\circ$).

A röntgendiffrakciós felvételeken (3. ábra b, c) is a szabályos hexahidrát csúcsok mutatkoznak leghatározottabban. A kiinduló ásványok csaknem teljesen eltűnő csúcsai a hidratáció fokának nagymértékű előrehaladását bizonyítják. A normális hőmérsékleten hidratált mintákhoz képest erősebben mutatkoznak a hidrargillit csúcsok is. A gőzkezelt minták röntgendiffraktogramjai nagymértékben hasonlítanak egymáshoz, különbség csak a hidrargillit és hexahidrát csúcsok intenzitásában mutatkozik, az előbbi a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból, az utóbbi a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -ből készült mintákban erősebb.

A közönséges hőmérsékletű és gőzkezelés utáni vizsgálati eredmények tehát azt bizonyítják, hogy a $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -kialakulás lehetősége valamennyi kalcium-aluminátnál fennáll, és az átalakulás szilárdságviisszaeséssel jár. A $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ valamivel kedvezőbb viselkedését azzal lehet magyarázni, hogy hidratációja során kevesebb instabilis kalcium-alumináthidrát és több stabilis hidrargillit képződik.

Az autoklávolt próbatetek kedvezőbb szilárdsági eredményei a hidrargillit böhmitté való átalakulásával magyarázhatók. Megjelenését az $540\text{--}550^\circ$ -on mutatkozó DTA-csúcsok (2. ábra g, h) és röntgenreflexiók igazolják. A $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ jelenlétét a DTA és röntgenvizsgálatok bizonyítják.

A 640° -on mutatkozó endoterm DTA-csúcsot nem sikerült pontosan azonosítani. Lehetséges, hogy a böhmít mellett képződő diaszpor vízleadása, vagy az alumínium-hidroxidok valamilyen modifikációs átalakulása okozza.

A gőzkezeléssel és autoklávóvalással kapott vizsgálati eredmények összehasonlítása alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy stabilitási vizsgálatok végrehajtására a két vizsgálati módszer közül a gőzkezelés alkalmas, autoklávóvalással ugyanis a közönséges hőmérsékleten és a gőzkezelés hőmérsékletén stabilis hidrargillit böhmitté alakul át, így a kialakuló egyensúlyi viszonyok eltérőek.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ szilárdságviisszaesése ugyan kisebb, mint a nagyobb mézsztelítésű kalciumaluminátoké, de fennáll. A kedvezőbb eredmények azzal magyarázhatók, hogy hidratációjuk során a nagyobb mennyiségű hidrargillit-kiválás következtében kisebb mennyiségű instabilis fázis képződik. Ez viszont a szilárdságviisszaesés csökkenésén kívül az elért kezdőszilárdságot is csökkenti.

A kalcium-aluminátok stabilizálása kalcium-szulfát adagolással

A kalcium-aluminátok stabilizálása terén a legjobb eredményeket kalcium-szulfát adagolással érték el. Az erre vonatkozó első szabadalmakat Seailles (1929, 1930) jelentette be. Később Budnyikov és munkatársai (1951) is sokat foglalkoztak a kérdéssel. E stabilizálási mód lényege, hogy a kalcium-aluminátokból és a kalcium-szulfátból a hidratáció során ettringit képződik, ami hosszú ideig tartó tárolás és hidrotermális kezelés hatására is stabilizálja a cementet.

A kérdés vizsgálatára az 1. táblázatban szereplő kalcium-aluminátokból egyrészt 25%-os CaSO_4 tartalmú, másrészt az ettringit molaránynak megfelelő ($\text{CaSO}_4/\text{Al}_2\text{O}_3=3$) keveréket készítettünk, melyeket az ismertett módszerrel vizsgáltunk. A szilárdságvizsgálati eredményeket a 3. táblázatban közöljük.

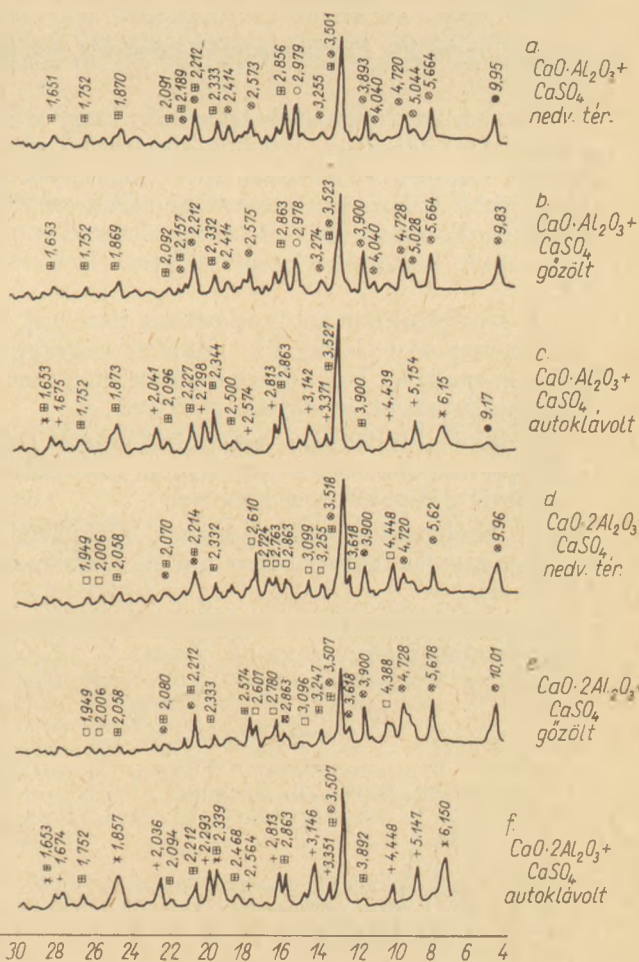
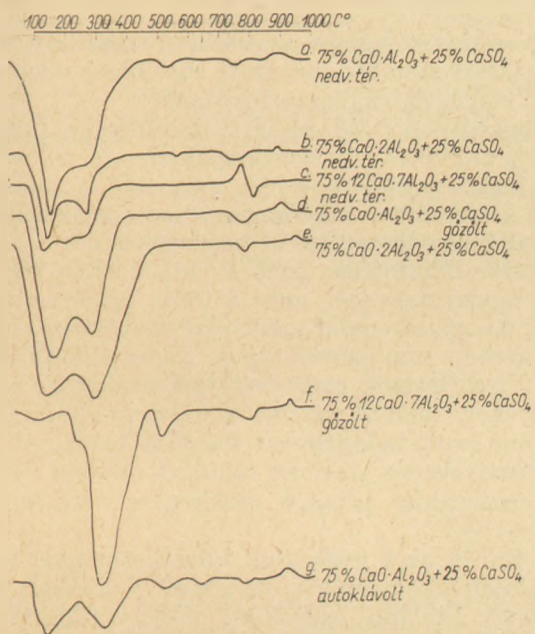
Az eredményekből látható, hogy az anhidrit-adagolás kedvezően befolyásolja valamennyi kalcium-aluminát hőhatással szembeni stabilitását, de ugyanakkor az aluminátcement felépítésében legnagyobb szerepet játszó $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ normál hőmérsékleten elért szilárdsága jelentős mértékben csök-

3. táblázat

Kalcium-aluminát-anhidrit keverékek stabilitási vizsgálata

Kalcium-aluminát	Anhidrit	Szilárdság kp/cm ²					
		Nyomó			Hajlító-húzó		
		Nedv. tér	Gőzkezelés	Autokláv	Nedv. tér	Gázkezelés	Autokláv
CaO · Al ₂ O ₃	—	695	245	461	83,8	76,6	130,3
CaO · Al ₂ O ₃	25	394	306	435	78,0	74,9	81,8
CaO · Al ₂ O ₃	46,2	323	319	nem vizsg.	54,3	41,2	nem vizsg.
CaO · 2 Al ₂ O ₃	—	447	276	399	81,6	67,6	112,5
CaO · 2 Al ₂ O ₃	25	155	514	nem vizsg.	33,5	84,0	nem vizsg.
CaO · 2 Al ₂ O ₃	34,2	110	484	nem vizsg.	27,1	54,4	nem vizsg.
12 CaO · 7 Al ₂ O ₃ ...	—	321	94	nem vizsg.	41,6	32,3	nem vizsg.
12 CaO · 7 Al ₂ O ₃ ...	25	225	227	nem vizsg.	49,0	41,0	nem vizsg.

A röntgenográfiai vizsgálatokat CaO · Al₂O₃-ból, valamint CaO · 2Al₂O₃-ből készített keverékekkel végeztük. Az anhidrit tiszta ásvány keverési aránya 50—50%-os volt. Az eredményeket az 5. ábra tartalmazza.



4. ábra. Különböző körülmények mellett hidratált kalcium-aluminát—kalcium-szulfát keverékek DTA-vizsgálata

ken. Autoklávolt kísérletet szilárdságvizsgálatok céljából csak CaO · Al₂O₃-anhydrit keverékkel végeztünk, hatására a szilárdsági értékek kedvezőbbek.

A stabilitás egyértelműen magyarázható a DTA és röntgendiffrakciós vizsgálatok eredményeivel.

A kalcium-aluminát—kalcium-szulfát keverékek gőzkezeléssel szembeni stabilitását bizonyítja, hogy a normál hőmérsékletű és gőzkezelt mintákról készített DTA-felvételek csaknem megegyeznek. A 120—180°-on mutatkozó endoterm csúcs az ettringit bomlás jele, 280—300°-on a fülös mennyiségben levő alumíniumhidroxid vízleadása, 600—800°-on pedig a dekarbonizáció jelei mutatkoznak (4. ábra).

Az autoklávolt mintán az ettringit-csúcs teljesen eltűnik, helyette bomlási termékének, a 3CaO · Al₂O₃ · 6H₂O-nak a jellegzetes kettős csúcsa jelentkezik (320 és 520°), a hidrargillit pedig a kalcium-szulfát nélküli mintákhoz hasonlóan (2. ábra), böhmitté alakul át, és szilárdságnövekedést okoz, jelenlétét a 635°-os endoterm effektus jelzi.

- CaO · Al₂O₃
- CaO · 2Al₂O₃
- CaSO₄
- Monoszulfát
- + 3CaO · Al₂O₃ · 6H₂O
- × Böhmít

5. ábra. Különböző körülmények mellett hidratált kalcium-aluminát—kalcium-szulfát keverékek röntgendiffraktogramja

Mint a DTA-vizsgálatok alapján várható, a közönséges hőmérsékleten hidratált és gőzkezelt minták röntgendiffraktogramja igen hasonló. A felvételek mindkét kalcium-aluminátnál tartalmaznak ettringit, anhidrit és hidratálatlanul maradt tiszta ásvány vonalakat, néhány reflexióból $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ jelenlétére is következtethetünk. A hidrargillit-reflexió hiánya arra vall, ahogy a DTA-val kimutatható alumínium-hidroxid gél alakban van jelen. Az ettringit-vonalak intenzitása mindig a gőzkezelt mintában nagyobb, ennek megfelelően a tiszta ásvány és anhidritreflexió intenzitása csökken. Az ettringit-reflexiók intenzitása azonos hidratációs körülmények esetén megegyező a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ és $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ esetén; ez azt bizonyítja, hogy az ettringitképződést meghatározó folyamat a CaSO_4 oldódása.

Autokláv-kezelés hatására a DTA-felvételekkel összhangban az ettringitbomlás eredményeként $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ reflexiók megjelenése, és az anhidrit reflexiók intenzitás-növekedése tapasztalható. Jól kimutathatók a böhmít reflexiók is, melyek a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból készült mintákban intenzívebbek.

Az optimális kalcium-szulfát-adagolás megállapítása.

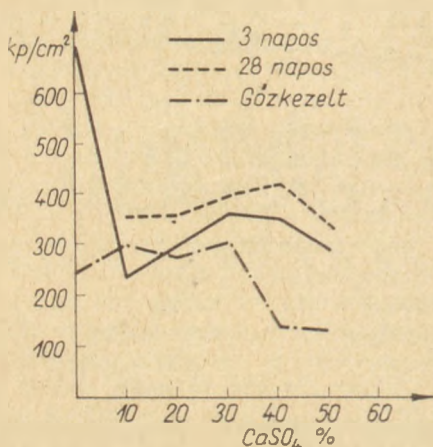
Az eddigi vizsgálatok igazolták, hogy a kalcium-szulfát-adagolás a kalcium-aluminátok gőzkezeléssel szembeni stabilitását növeli, ugyanakkor a legnagyobb szilárdságú kalcium-aluminát esetében ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) a szilárdság jelentősen elmarad az adalék nélküli, közönséges hőmérsékleten elért értéktől.

A továbbiakban azt igyekeztünk tisztázni, milyen mennyiségű és fajtájú (anhidrit vagy gipsz) kalcium-szulfátot kell adagolni ahhoz, hogy maximális szilárdságot és stabilitást érjünk el.

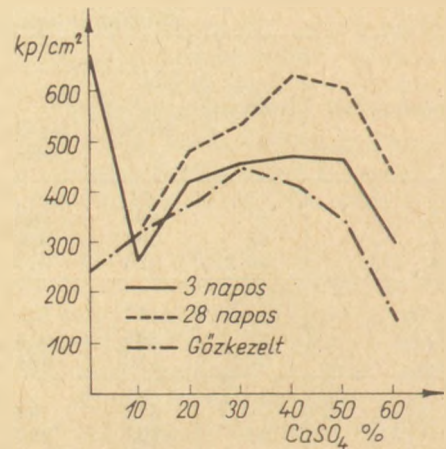
A kérdés tisztázására különböző arányú $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -kalcium-szulfát keverékek stabilitását vizsgáltuk a kialakított módszerrel.

A próbatetek szilárdságának alakulását a CaSO_4 adagolás függvényében a 6. és 7. ábrán mutatjuk be.

Az eredményekből a következő következtetéseket vonhatjuk le:



6. ábra. Kalcium-aluminát—anhidrit keverékek szilárdsága



7. ábra. Kalcium-aluminát—gipsz keverékek szilárdsága

- az anhidritadagolás az elérhető szilárdság és a hőhatással szemben mutatott stabilitás szempontjából kedvezőbb a gipszadagolásnál;
- a legkedvezőbb szilárdsági és stabilitási eredményt a 30% anhidritadagolásnál érjük el;
- a legkedvezőbb keverési aránynál is mintegy 30%-kal kisebb a szilárdság mint az adalék nélküli, szobahőmérsékleten tárolt próbateteknél.

Megállapítottuk, hogy a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ stabilitása ugyan nagyobb, mint a többi kalciumalumináté, de egyes irodalmi adatokkal ellentétben ebben az esetben sem beszélhetünk teljes stabilitásról.

Vizsgálataink megerősítették azokat az eredményeket, melyek szerint a kalcium-aluminátok kalcium-szulfátadagolással stabilizálhatók. A stabilitásnövekedés azonban mindkét esetben csak a kezdőszilárdság jelentős csökkenése árán növelhető.

Ennek az a gyakorlati következménye, hogy az aluminátcementeket stabilizált formában sem érdemes általános építőipari célokra alkalmazni.

IRODALOM

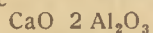
- [1] Budnyikov, P. P., Kravcsenko, I. V.: (1951) Kolloid-nüj zszurnal, 1951. 6.
- [2] Lehmann, H., Leers, K. J.: (1963) Tonindustrie Zeitung, 87. k., 29. o.
- [3] Mel'nik, M. T., Sapovalova, N. N.: (1962) Cement 28. k. 4. sz. 9. o.
- [4] Seailles, J. C.: (1929) Német szabadalom. 96. 692. (1930) Francia szabadalom: N° 712—523. 1930.
- [5] Talabér J.: (1956) Építőanyag, 8. k. 161—174., 202—213., 295—308., 349—356. o.

Dolezsa Károly—Révay Miklós: Az aluminátcementek kalcium-aluminátjaiból keletkező hidratációs termékek stabilitásának és stabilizálási lehetőségeinek vizsgálata.

Szintetikus elállított $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ és $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ és 12 $\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ stabilitását gőzkezeléssel és autoklávval vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a közönséges hőmérsékleten hosszú idő alatt végbemenő jelenségekre vonatkozóan a gőzkezelés után elért viszonyok tanulmányozása útján következtethetünk. A kalcium-aluminátok stabilitása mésztelítésükkel fordítva arányos, de a $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ sem teljesen stabilis, ugyanakkor kezdőszilárdsága jelentősen alatta marad a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ kezdőszilárdságának. A $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ stabilizálása legjobban mintegy 30% anhidritadagolással oldható meg, de csak a kezdőszilárdság jelentős csökkenése árán. Ily módon az aluminátcementeket stabilizált formában sem érdemes általános építőipari célokra alkalmazni.

Долежал, Карой—Ревай, Миклош: ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ ГИДРАТАЦИИ АЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ ГЛИНОЗЕМИСТЫХ ЦЕМЕНТОВ.

Была исследована стабильность синтетических $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ при пропаривании и автоклавной обработке. Было установлено, что изучение условий, достигаемых после пропаривания, дает возможность сделать определенные заключения в отношении явлений, происходящих в течение продолжительного времени при обыкновенной температуре. Стабильность алюминатов кальция обратно пропорциональна степени их насыщения известью, однако, даже



не является полностью стабильным, и в то же время начальная прочность его значительно отстает от начальной прочности $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Стабилизация $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ лучше всего может быть осуществлена путем добавки 30% ангидрата, ценой значительного снижения начальной прочности. Таким образом, даже стабилизированные глиноземистые цементы не представляют интереса для строительства.

Dolezsai, Károly—Révay, Miklós: Untersuchung der Stabilität und Stabilisierungsmöglichkeiten von Hydratationsprodukten, entstanden aus den Calciumaluminaten der Aluminatzemente.

Man hat die Stabilität vom synthetisch hergestellten $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, vom synthetischen $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ und vom $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ mittelst Dampf- und Autoklavbehandlung untersucht. Es wurde festgestellt, daß das

Studium der nach Dampfbehandlung eintretenden Verhältnisse eine Folgerung auf die bei normaler Temperatur in geräumiger Zeit erfolgenden Erscheinungen ermöglicht. Die Stabilität der Calciumaluminat ist mit ihrer Kalksättigung umgekehrt proportional, doch ist auch das Produkt $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ nicht stabil, während seine Anfangsfestigkeit um vieles geringer ist als die vom $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Die Stabilisierung des $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ kann vorteilhaft mit einem Zusatz von etwa 30% Anhydrits durchgeführt werden, doch wird dabei die Anfangsfestigkeit beträchtlich vermindert. Es erscheint also, daß sich die allgemeine Anwendung von Aluminatzementen im Bauwesen selbst in stabilisierter Form nicht lohnte. (S. G.)

Dolezsai, Károly—Révay, Miklós: Stabilities and Stabilization Possibilities of Products Formed from the Calcium Aluminates of High-Alumina Cements by Hydration.

The stability of hydration products formed from $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ and $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ by steam- and autoclave-curing was examined. Processes occurring at ordinary temperature can be successfully forecast by studying processes of steam-curing. Generally, the higher lime saturation of calcium aluminates, the lower their stability; but even $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ is not completely stable, while its early strength is much lower than that of $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ can be successfully stabilized by the addition of about 30% anhydrite; early strength, however, gets reduced to a considerable extent in this case. High-alumina cements are therefore generally not recommended for building, no matter, whether stabilized or not.

Еgyesületi élet

Kő—Kavics Szakosztályunk 1964 októberében rendezett ankétján csehszlovák és keletnémet szakemberek is részt vettek. Ez alkalommal megegyezés jött létre a kölcsönös tapasztalateserét szolgáló tanulmányutak, tervezési és kutatási feladatok és a szorosabb együttműködést igénylő egyéb feladatok koordinálására. A megegyezés alapján a múlt év folyamán négy összejövetelre került sor, egyszer Prágában és háromszor Drezdában, jelentős eredményekkel, amelyek indokoltá teszik az együttműködés állandósítását és továbbfejlesztését.

A szakosztály március 28-án, Csala Kálmán szakosztályvezető elnöklésével rendezett klubdelutánján ennek az együttműködésnek első évi eredményeiről számoltak be Gyurián Lajos és Szabó Elek. Az első konferencia, Prágában, főleg az együttműködés széleskörű megszervezésével foglalkozott, elsősorban a műszaki fejlesztés érdekeinek figyelembevételével. Megegyezés jött létre tanulmányutak, dokumentációk cseréje, a kutatási célok koordinálása, szabványosítás, tipizálás kérdéseiben és számos más területen. A második konferencián Drezdában, főleg az automatizálással kapcsolatos kutatások koordinálásával foglalkoztak. Megállapítást nyert, hogy míg a magyar és cseh kő-kavicsipar csak a fejlődés első fokozatán jutott túl és a második fokozat bevezetésén dolgozik, addig a német partner már a harmadik fokozat, a teljes automatizálás bevezetésének előkészítésével foglalkozik. A konferencia eredményeképpen Úzabánya megbízást nyert a második fokozat (gépsorok automatikus együttműködése) végrehajtására. A harmadik, ugyancsak Drezdában megtartott konferencia három szekcióban dolgozott; mivel ezen csak egy kiküldöttünk vehetett részt, részvételünk a kutatási-fejlesztési területre korlátozódott. A fejlett német gépípar

és műszeripar számos kísérleti stádiumban levő és kész terméke került bemutatásra, főleg a kő-kavicsstermelés automatizálásának tárgykörében. A negyedik összejövetelen a három tröszt vezérigazgatója felülvizsgálta az együttműködés első évének eredményeit, elhatározta a közös munka folytatását az 1964. évi alapszerződés alapján, megállapodott az együttműködés szervezeti felépítésének mértékében.

A nagy érdeklődéssel hallgatott beszámoló hozzászólói között Simon Jenő — harmadik konferencia résztvevője — jellemző részleteket közölt az NDK-beli kartársak céltudatos és erélyes munkamódszeréről, Erdély Imre a lengyel szakmai kapcsolatok, valamint a kutató- és tervezőintézetek együttműködésének kérdéseit vetette fel, Bálint Tibor a hazai szakmai kutatás irányításának egykézbe adását javasolta. László József utalt arra, hogy a jugoszláv kő-kavicsbányászat már a múlt év közepén közeledést keresett a mi szervezeteinkkel. E. I.

A Szilikatkémiai Bizottság Analitikai Munkabizottsága a cementipari szakemberek részére 1966. március 14-én tanulmányi látogatást szervezett a Vasipari Kutató Intézetbe. A résztvevők nagy érdeklődéssel hallgatták dr. Sajó Istvánnak, a termometriás elemzéséről szóló előadását és megtekintették a termometriás elven működő új magyar műszert, „a procentometer”-t. A készülék bemutatására az előadó és munkatársai cementmintát elemeztek meg. A hét komponens meghatározására kiterjedő elemzés mintegy ¾ órát vett igénybe, és az elemzési eredmények igen jól egyeztek a klasszikus módszerrel nyert értékekkel.

Krokidolit hőokoza bomlása*

O'CONNOR, D. J. — PATTERSON, J. H.
C.S.R. Kutató Laboratórium, Sydney, Ausztrália

Bevezetés

A krokidolit a monoklin rendszerű amfibolok sorozatához tartozik: a riebeckit nevű ásvány szálas változata. „Kék azbeszt” néven műszakilag is felhasználják. A krokidolit egyik legjelentősebb előfordulása Wittenoom, a nyugat-ausztráliai Hammersley hegységben. Az itteni kék azbeszt vegyi tulajdonságaival és reakcióképességével laboratóriumunk több mint három éve foglalkozik. Ez a cikk a wittenoomi azbeszt hőokoza dehidratációját és bomlását tárgyalja. Munkánk során a vizsgálatokat vákuumban végeztük: ilyen körülmények között termogravimetriai, röntgendiffrakciós és infravörös spektroszkópiás eljárásokat használtunk.

A wittenoomi krokidolit ásványtani képlete jó közelítéssel az alábbi módon írható fel:



Az amfibol szerkezete a $(\text{Si}_4\text{O}_{11})_n$ végtelen láncszerkezeten alapszik (1, 2, 3). A szilícium oxigénre vonatkoztatott koordinációja tetraéderez: az amfibol szerkezetben SiO_4 tetraéderek kettős lánc alakul ki oly módon, hogy hat szilícium-atomot tartalmazó gyűrűk keletkeznek. A Si_4O_{11} végtelen láncai között helyezkednek el a két- és háromvegyértékű kationok, melyek oktaéderez koordinációja hidroxil ionok révén elégül ki.

A wittenoomi krokidolit kék színű, maximálisan 5 cm vastag erekben fordul elő. A telep ásványtani és kőzettani leírását Trueman (4) a közelmúltban adta meg. Az amfibolok bomlásával, oxidációjával és redukciójával már számosan foglalkoztak (5—11), de a dehidratáció mechanizmusát és kinetikáját eddig még nem tanulmányozták.

Kísérleti rész

Krokidolit

A krokidolitot az említett wittenoomi bányából kaptuk. A szálak mérete kb. 6 mm volt, ebből a két végén 1—1 mm-t eltávolítottunk. Erre azért volt szükség, mert a szálak végén rendszerint magnetit-sapka mutatkozott, melynek eltávolítása útján számos későbbi zavart ki lehetett küszöbölni.

Termogravimetria

A termogravimetriai vizsgálatokhoz Cahn típusú mikromérleget használtunk, mely folyamatosan, nagy vákuumban ($0,01 \mu\text{m}$ Hg-nyomás) dolgozik, maximális hőmérséklete 500 — 650° . Magasabb hőmérsékleten, 1100° -ig leforrasztott rendszerben kvarc-spirálist használtunk. Ez a módszer — noha hőmérséklet szempontjából kedvezőbb — nem használható olyan nagy vákuumban, mint a mikromérleg ($0,03 \mu\text{m}$ Hg-nyomás). Az alkalmazott kvarc-spirális érzékenysége 5 mp/cm volt. Az

egyensúlyi viszonyok minél tökéletesebb megközelítése érdekében több száz óráig tartó kísérlet után végeztük el a röntgenográfiai és infravörös vizsgálatokat. A rendszer leforrasztása előtt 17 órás, 150 — 200° -on történő kigázosítást alkalmaztunk.

Röntgenográfiai vizsgálat

A termogravimetriai vizsgálat után végzett röntgendiffrakciós vizsgálat célja a keletkezett termékek identifikálása volt. $114,6 \text{ mm}$ átmérőjű Debye—Scherrer kamrát használtunk, CrK_α sugárzással.

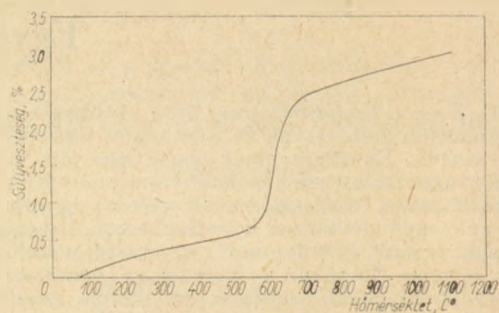
Infravörös vizsgálat

A krokidolit infravörös abszorpciós szinképet *Perkin—Elmer 521* típusú spektrofotométerrel vettük fel a 4000 — 300 cm^{-1} tartományban. A hőkezelt minták infravörös spektrumfelvételéhez a 4000 — 667 cm^{-1} tartományban *Perkin—Elmer 137* típusú „*Infra-Cord*” készüléket, a 3700 — 3600 cm^{-1} tartományban az *521* típusú készüléket használtuk. Az anyagot káliumklorid pasztillába préselve vizsgáltuk (12).

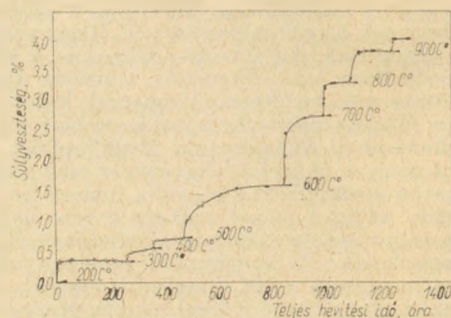
Eredmények

Termogravimetria

A dinamikus termogravimetriai vizsgálatokat $2,5^\circ/\text{perc}$ felfűtési sebességgel végeztük. Jellegzetes TG-görbét láthatunk az 1. ábrán: a krokidolit



1. ábra. Wittenoomi krokidolit hőokoza súlyváltozásai
Fűtési sebesség $2,5^\circ/\text{perc}$, zárt rendszer, kiindulási nyomás $0,03 \text{ m Hg}$



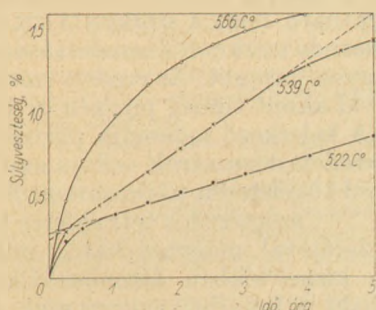
2. ábra. Wittenoomi krokidolit izoterm termogravimetriai görbéje
(Zárt rendszer, kiindulási nyomás $0,03 \text{ m Hg}$)

* Elhangzott a VIII. Szilikátipari Konferencián.

víz tartalmának egy része 525°-ig igen lassan, fokozatosan távozik. A súlyvesztés ebben a tartományban 0,6%. 525—625° között távozik a szerkezeti víz legnagyobb része, igen gyors ütemben. 625—1100° között további csekély súlyvesztés mutatkozik; a folyamat sebessége hasonló az 525° alatti szakaszhoz.

A 2. ábrán jellegzetes izoterm termogravimetriai görbe látható. A kísérlet során 200—900° között 100°-os lépcsőkben hevítettük az anyagot mindaddig, míg a súlyállandóság beállt. Láthatjuk, hogy minden egyes lépcsőben először meredek, majd fokozatosan laposodó a görbe. A legnagyobb súlyvesztés az 500 és a 600 fokos lépcsőben mérhető.

A 2. ábrán látható görbék eredetileg 0,03 μm vákuumban készültek oly módon, hogy a mintákat vákuum alatt leforrasztottuk, de a keletkező gáznemű termékeket nem távolítottuk el. A 3. ábrán látható görbék ezzel szemben más módszerrel ké-



3. ábra. Wittenoomi krokidolit hőkoztta súlyváltozásai
Folyamatos elszívás, nyomás állandóan 0,01 m Hg

szültek: a keletkező gázalakú termékeket folyamatosan elszívtuk. Az ábrán látható három görbe 522, 539 és 566°-on készült. Számos további vizsgálat eredményéből arra a következtetésre jutottunk, hogy 555° alatt a görbék a hevítés kezdeti néhány percétől eltekintve lineárisak, és ez esetben a súlyvesztés 1% körül van. 555° felett a görbék parabolikusak; ez abból is látható, hogy a súlyvesztés négyzetét az idő függvényében ábrázolva egyenes vonalakat kapunk.

Röntgendiffrakció

Az eredetileg 0,03 μm vákuumban leforrasztott minták hőkezelés utáni mineralógiai összetételét az 1. táblázatban láthatjuk. Az amfibolszerkezet még 600°-on is megmarad, annak ellenére, hogy ezen a hőmérsékleten a hidroxil alakjában kötött víz legnagyobb része már eltávozott. Az amfibol szerkezet 700°-on omlik össze, a bomlástermékek kezdetben monoklin piroxénből és krisztobalithból állnak. 800°-on a piroxén mellett kvarc mutatható ki, még magasabb hőmérsékleten a piroxén tartalom fogyni kezd, helyette magnetit típusú spinell jelenik meg, a kvarc pedig tridimitté alakul át. 950—1000° között a termékek megolvadtak, az olvadék fekete színű volt. A keletkező termékek orientációja: az (akmithoz hasonló) piroxén az azbeszt eredeti tengelye szerinti erős orientációt, a krisztobalit gyenge orientációt mutatott. A tridi-

1. táblázat
A wittenoomi krokidolit hőkoztta bomlása során
keletkező termékek
(Leforrasztott rendszer, indulási nyomás 0,03 m Hg)

Hőmérséklet °C	Időtartam óra	Termékek
500	385	A
600	196	A
700	152	P, C
750	190	P, C
800	143	P, Q
850	364	P, T
950	195	P, T, S
1000	314	P, T, S
1100	223	P, T, S

Rövidítések: A = amfibol (krokidolit)
P = piroxén (akmit)
C = krisztobalit
Q = kvarc
T = tridimit
S = spinell (magnetit)

mit és a spinell esetében orientáció nem volt kimutatható.

Szín, fizikai tulajdonság

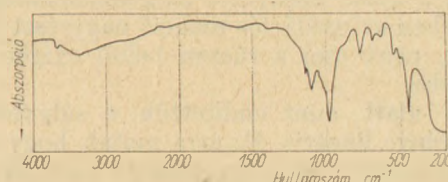
A krokidolit fénylő kék színe 400° felett fokozatosan eltűnik: 500—600° között szürkés-kék, 700—800° felett ezüstszürke színű, majd 950° felett megolvadva feketévé válik.

A krokidolit szálak szilárdsága és hajlékonysága 400°-ig alig változik, de e hőmérséklet felett szilárdságuk gyorsan csökken és merevvé válnak.

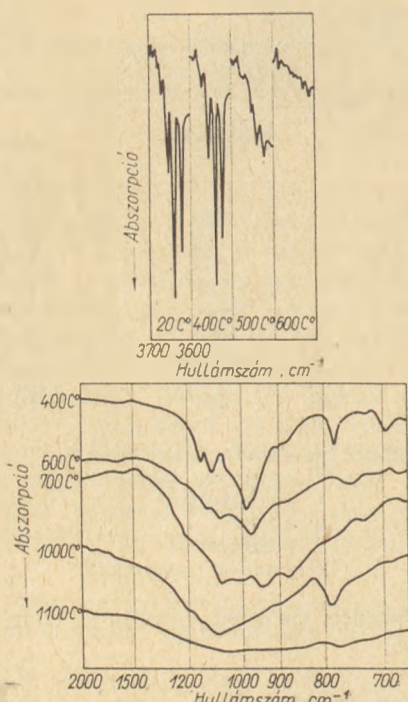
Infravörös szinkép

A kezeletlen wittenoomi krokidolit infravörös szinképe a 4. ábrán, a vákuumban 1100°-ig hevített mintaké az 5. ábrán látható. A krokidolit 3650 cm^{-1} körül négy éles sávot mutat (OH-vegyérték-rezgések), 1150 és 900 cm^{-1} között erős sávok egy egész csoportját (Si-O-vegyérték-rezgések), 800 és 600 cm^{-1} között öt gyenge sáv (a szilikátláncok rezgése), 600 és 300 cm^{-1} között négy további abszorpciós sáv látható.

Az OH-vegyérték-rezgéseknek megfelelő sáv helyzete 400° alatt változatlan, de 500° felett az abszorpció gyengébbé válik és a csúcsok viszonylagos magassága is megváltozik (5. ábra). 600°-on OH-vegyérték-rezgés már alig mutatható ki. A 990 cm^{-1} -nél mutatkozó fő abszorpciós sáv 400°-on még igen határozott, de magasabb hőmérsékleten erősen kiszélesedik. Az 1105 és 776 cm^{-1} -nél mutatkozó csúcsok helyzete magasabb hőmérsékleten a kisebb frekvenciák irányába tolódik. 700°-on a piroxénné és krisztobalittá történő átalakulás az infravörös szinkép megváltozását okozza, az olvadás után pedig a szinképek jellege teljesen eltérő.



4. ábra Wittenoomi krokidolit infravörös szinképe



5. ábra. Wittenoomi krokidolit hevítése során keletkező termékek infravörös színeképei

Az eredmények értékelése

A termogravimetrikus, röntgendiffrakciós és infravörös eredmények áttekintése azt mutatja, hogy a krokidolit szerkezeti víze teljes egészében eltávozik anélkül, hogy az amfibol szerkezet szétessen: a szerkezeti víz eltávozása 625°-on gyakorlatilag teljesen befejeződik, az amfibolrács szétesése pedig csak 700°-on válik teljessé. Ez a dehidratációs mechanizmus csak vákuum-körülmények között érvényes: oxidáló körülmények között, tehát levegőn a dehidratáció már lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten, már 350–550° között lejártszódik.

Az infravörös színeképet négy OH-vegyérték-rezgése igen éles; ez arra mutat, hogy a hidroxil-csoportok szabadon, hidrogén-kötés nélkül vibrálhatnak. A hevítés hatására a rezgés frekvenciája nem változik, de az abszorpciós csúcsok intenzitása egyenetlenül csökken. Ez arra mutat, hogy a protonok eltávozása irányfüggő, valószínűleg a hidroxil-csoportok változó kation-környezete következtében.

Az eredmények arra mutatnak, hogy a dehidroxilezés két lépésből áll: 1. a protonok és elektronok diffúziója a krokidolit szálak külső felületére és 2. a szálak felületén kialakult H₂O eltávozása.

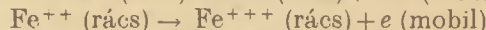
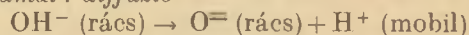
Ez a mechanizmus nagyon hasonló ahhoz, melyet a krokidolit oxidációjára és dehidroxilezésére Addison és munkatársai (7, 8) leírtak. Természetesen a külső környezet oxigénmentessége következtében az oxidációs reakció nagyrészt kikapcsolódik, mert csak a rácson belüli oxigén jöhet számításba.

555° alatt, mint említettük, a súlyvesztés időfüggvénye lineáris. Ez arra mutat, hogy a kétlépcsős folyamat sebességmeghatározó, tehát lassú folyamata a 2.-vel jelölt felületi folyamat. 555°-tól

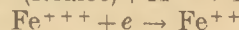
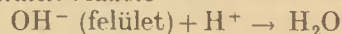
kezdve azonban a protonok diffúziója már nem tud lépést tartani a felületi folyamat növekvő sebességével, és ezért a diffúziós folyamat válik sebességmeghatározó tényezővé.

Természetesen a töltések egyensúlya mind a részfolyamatok, mind a bruttó folyamat esetében meg kell hogy maradjon. A lezajló reakciók töltésmérlege valószínűleg a következő egyenletekkel írható le:

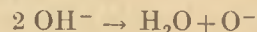
1. folyamat: diffúzió



2. folyamat: felületi reakció



1. + 2.: bruttó reakció



A reakciókból jól látható, hogy a háromvegyértékű vas a felületen redukálódik, a kétvegyértékű vas a rácson belül oxidálódik.

Mind a röntgen, mind az infravörös vizsgálatokból jól látható, hogy a szerkezeti víz eltávozása után megmaradó szerkezet az eredeti ásvány szerkezetéhez nagyon hasonlít. Az eredeti szerkezet szétrombolásával akmit típusú piroxén és krisztobalit keletkezik. A keletkező monoklin piroxén *a*, *b* és *c* tengelyei, eredeti, tércentrált cellájú amfibol *a*, *b* és *c* tengelyével tökéletesen párhuzamos. Ez az átalakulás a Si⁺⁺⁺⁺ szomszédos tetraéderez pozíciókba való migrációjával magyarázható, miközben az oxigénrács kismértékben átrendeződik (10, 11). A krisztobalit krisztallitjai ugyancsak szilíciummigráció útján képződhetnek, de ezek további növekedéséhez a kationok migrációja és az oxigénrács igen nagymértékű átrendeződése is szükséges volna. Ennek következtében a krisztobalit orientációjának tökéletessége messze nem éri el azt, melyet a piroxén mutat.

Még magasabb hőmérsékleten az orientáció nélküli tridimit és spinell keletkezik a piroxén-tartalom rovására. A piroxén ugyanis 1000°-on inkongruens módon spinell és üveg keverékévé olvad; ez a folyamat az infravörös spektrum finomabb részleteinek eltűnésével jár.

IRODALOM

- [1] Deer, W. A.—Howie, R. A.—Zussman, J. (1963): "Rock Forming Minerals", Vol 2., p. 203 (Longmans: London)
- [2] Whittaker, E. J. W. (1949): *Acta Cryst.*, 2, 312
- [3] Whittaker, E. J. W. (1960): *Acta Cryst.*, 13, 291
- [4] Trueman, N. A., P (1963): *Proc. Aust. Inst. Min. & Met.*, No. 206. 113
- [5] Vermaas, F. H. S. (1952): *Trans. Geol. Soc. South Africa*, 55, 199
- [6] Taylor, H. F. W.—Freeman, A. G. (1960): *Silikat Tech.*, 11, 390
- [7] Addison, C. C.—Addison, W. E.—Neal, G. H.—Sharp, J. H. (1962): *J. Chem. Soc.* 1468
- [8] Addison, W. E.—Neal, G. H.—Sharp, J. H. (1962): *J. Chem. Soc.* 1472
- [9] Addison, W. E.—Sharp, J. H. (1962): *J. Chem. Soc.* 3693
- [10] Patterson, J. H. (1965): *Min. Mag.* 34, 31
- [11] Hodgson, A. A.—Freeman, A. G.—Taylor, H. F. W. (1965): *Min. Mag.* 34, 5
- [12] Hales, J. L.—Kynaston, W. (1954): *The Analyst*, 79, 702

O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.: Krokidolit hőkoztá bomlása.

Termogravimetriai, röntgenográfiai és infravörös módszerrel vizsgáltuk meg a vittenoomi (Nyugat-Ausztrália) krokidolit termikus dehidratációját és bomlását. A vizsgálatokat vákuumban végeztük 1100° maximális hőmérsékletig. 525° alatt a súlyvesztés kis mértékű (0,6%); a szerkezeti víz főtömege 525 és 625° között távozik (1,9%).) 500 és 550° között az izoterm súlycsökkenés időfüggvénye lineáris, 560° felett parabolikus. A kinetikai viszonyoknak ez a változása azzal magyarázható, hogy a többlépéses reakció egyes lépéseinek sebessége a hőmérséklettel nem egyformán változik, és ennek következtében a jelzett hőmérsékleti határ alatt, illetve felett a sebességet meghatározó lassú folyamat más és más. A kísérletek azt mutatták, hogy a dehidroxilezés során a hidroxilcsoportok távozása a kristálytani iránytól kismértékben függ.

О-Коннор, Д. И.—Паттерсон, И. Х.: ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КРОКИДОЛИТА.

Была исследована термическая дегидратация и разложение крокидолита месторождения „виттеноом“ (Зап. Австралия) термогравиметрическим, рентгенографическим методом и методом инфракрасного анализа. Испытания проводились в вакууме при температуре макс. 1100°. Потеря веса при температуре ниже 525° незначительна (0,6%); главная масса структурной воды удаляется в интервале 500° и 625° (1,9%). В температурном интервале 500° и 550° существует линейная зависимость изотермического снижения веса от времени, при температуре выше 560° эта зависимость становится параболической.

Такое изменение кинетических условий может быть объяснено тем, что скорости реакций на отдельных ступенях этой многоступенчатой реакции, изменяются во времени неодинаково, в результате чего при температуре выше или ниже указанной границы, медленные процессы, определяющие скорость реакции, являются различными. Эксперименты показали, что удаление гидроксильных групп в ходе дегидратации зависит в незначительной степени от кристаллографической оси.

O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.: Thermische Zersetzung des Krokidolith.

Es wurde die thermische Dehydratation und Zersetzung des Krokidolith von Wittenoorn (West-Australien) thermogravimetrisch, röntgenographisch und mittelst Infrarotspektroskopie untersucht. Man führte die Untersuchungen in Vacuum, bis zu einer Höchsttemperatur von 1100° durch. Unter 525° ist der Gewichtsverlust gering (0,6%); die Hauptmenge des strukturell gebundenen Wassers (1,9%) entweicht zwischen 525 und 625°. Im Temperaturbereich 500—550° verläuft der isothermische Gewichtsverlust in Funktion der Zeit linear, über 560° parabolisch. Man kann diese Änderung der kinetischen Verhältnisse damit erklären, daß sich die Reaktionsgeschwindigkeit auf den verschiedenen Temperaturstufen ungleich ändert, infolgedessen ist der die Geschwindigkeit bestimmende langsame Prozeß unter, resp. über genannter Temperatur verschieden. Die Versuche haben bewiesen, daß das Entweichen der Hydroxylgruppen im Laufe des Dehydroxylierens in geringem Maße von der kristallographischen Richtung abhängt. (S. G.)

O'Connor, D. J.—Patterson, J. H.: Thermal Decomposition of Crocidolite.

The thermal dehydration and decomposition of crocidolite from Wittenoorn Gorge, Western Australia, have been investigated in vacuum at temperatures to 1100°C using thermogravimetric, X-ray and infrared techniques. There is a small weight loss (0,06%) up to 525°C, but the bulk of the structural water (1,9%) is lost between 525 and 625°C. In the region 500—550°C, the isothermal weight loss is linear with time, but above 560°C a parabolic weight loss curve is obtained. This change in kinetics has been interpreted in terms of a change in the rate controlling step with temperature. Certain hydroxyl groups appear to be preferentially removed during dehydroxylation.

A pernye építőipari felhasználásának alapelvei

GALIBINA, E. A.
(Észt SZSZK Építőipari Tudományos Kutató Intézete, Tallin)

A pernye összetétele és hidratációja

Az utóbbi években az építőanyagok gyártásához a Szovjetunióban mind szélesebb körben alkalmaznak helyi eredetű kötőanyagokat; Észtországban a többi között az örölt pala-tüzelőanyag hamuját (a továbbiakban: *pernye*). Ezek alkalmazási területe egyre szélesedik és a pernye gyártmányok különböző felhasználási körülmények közé kerülnek. Kutatásaink azt mutatták, hogy a pernye kötőanyagok más kötőanyagoktól való lényeges eltérése abban rejlik, hogy jelentős mennyiségben tartalmaznak nehezen oltódó meszet, anhidritet és nagyon különböző összetételű üveges részecskéket (1). Jelenleg Észtországban a hőerőműveknél szellőztető osztályozást alkalmaznak; az így kapott pernye kémiai és mineralógiai összetétele változó: a durva frakciókban 23 és ennél is több százalék szabad kalcium-oxid és mintegy 7% anhidrit található; a finom frakciókban és a villamos porlevásztók pernyéjében csupán 5–8% a szabad mész és mintegy 15% az anhidrit. Az alumínát-komponens főleg az üveges fázisban van; a kalcium-alumínát-tartalom a pernye különböző frakcióiban 0,6–2,0% határok között ingadozik (1., 2. táblázat).

A pernye kémiai és a mineralógiai összetételében mutatkozó eltérések határozzák meg a szilárdulási folyamatok elvi különbözőségét is. A nem szeparált pernye, ill. a durva frakció elsődleges vázkonkréciója a mészhidratáció révén, a finom frakció és a villamos porlevásztóból nyert pernye az anhidrit kötése és kalcium-hidroszulfó-alumínát keletkezése révén alakul ki (2).

A sejtbetonok gyártásánál nem szeparált pernyét, vagy annak durva frakcióját alkalmazzák, vagyis olyan anyagokat, amelyek nem kevesebb, mint 20% szabad mésztartalommal rendelkeznek.

1. táblázat

A pernye különböző fajtáinak kémiai összetétele *

Komponensek	Oxidtartalom, % száraz anyagra			
	narvai pernye	a pernye durva frakciója	a pernye finom frakciója	elektro-filter pernye
SiO ₂	29,3	24,0	37,3	35,3
Al ₂ O ₃	7,7	5,3	9,8	10,2
Fe ₂ O ₃ + FeO	5,8	6,5	5,1	5,3
CuO	45,2	51,3	30,9	28,8
MgO	4,2	5,5	3,8	3,3
K ₂ O + Na ₂ O	2,4	1,6	3,9	4,9
CO ₂	1,3	1,0	1,4	0,8
SO ₃ összesen	3,9	4,0	6,4	10,1
H ₂ O vegyileg kötött	0,9	1,8	1,8	1,2
Összesen ...	100,7	101,0	100,4	99,9

* Minden vegyelemzést analitikus vegyész, L. N. Tamm végzett.

2. táblázat

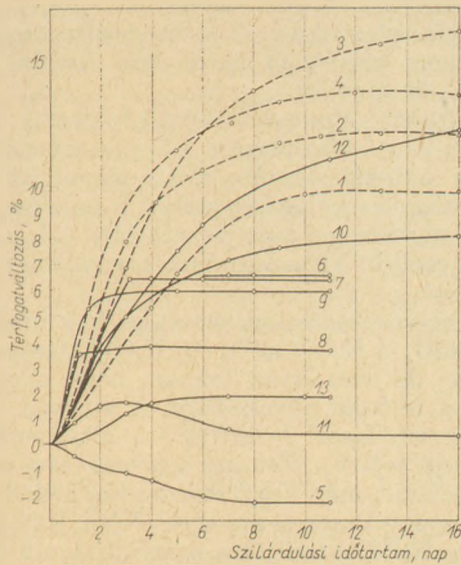
A pernye különböző frakcióinak mineralógiai összetétele

Vegyületek	Ásványtartalom, % száraz anyagra			
	narvai multi-eklon pernye	a pernye durva frakciója	a pernye finom frakciója	elektro-filter pernye
2 CaO · SiO ₂	19,6	15,0	11,3	11,7
CaO · Al ₂ O ₃	2,0	0,6	0,7	1,4
2 CaO · Fe ₂ O ₃	2,7	3,2	2,6	2,0
CaSO ₄	6,5	6,9	10,2	15,5
K ₂ SO ₄	0,4	0,5	0,9	1,0
CaO szabad	16,9	22,3	8,3	5,5
MgO szabad	0,4	1,5	1,7	0,4
Üveg	38,0	37,0	40,9	31,5
Inert vegyületek ...	13,27	6,36	23,44	20,66
CaCO ₃	3,0	2,1	2,9	1,9

Ebben az esetben a mészhidratáció és a kalcium-hidroszulfó-alumínát keletkezése együttesen biztosítja a sejt szerkezet stabilizációját. Vizsgálataink azt mutatták, hogy az égetett mészhidratációjától eltérően (ahol a térfogatváltozások lényegében a képlékeny állapot szakaszában befejeződnek), a pernyében normális körülmények között ezek 12–15 napig, sőt az egész durva frakciókban ennél is tovább tartanak. A térfogatváltozások mértéke, időtartama és a különböző frakciókban levő szabad mész mennyisége között összefüggést állapítottunk meg: minél nagyobb a pernye szabad kalcium-oxid tartalma, annál nagyobb a térfogatváltozás a kötés folyamán. Így a körülbelül 5% szabad CaO-t tartalmazó elektrofilter-pernye térfogatonövekedése már 3–4 napi kötés alatt eléri a maximumot: 1,5%-ot; a durva frakciókban pedig, amely több mint 20% szabad meszet tartalmaz, ez csak 15 nap múlva következik be; mértéke az eredeti térfogat 16%-a. Az előzetesen autoklávban (4 att, 50 perc, 10% víz) oltott pernye normális körülmények között térfogatonövekedés nélkül köt meg, sőt az első napokban bizonyos térfogatesökkenést mutat. A szilárduló pernye-kötőanyagokban végbemenő térfogatváltozásokat higanys voluméterrel határoztuk meg Galibina és Dilaktorszkij (3) módszere szerint (1. ábra). A további kutatások azt mutatták, hogy a térfogatváltozás nagysága és a szilárdság között fordított arányosság áll fenn: minél nagyobb a térfogatváltozás az elsődleges vázkonkréció kialakulásának szakaszában, annál kisebb a szilárdság (2. ábra).

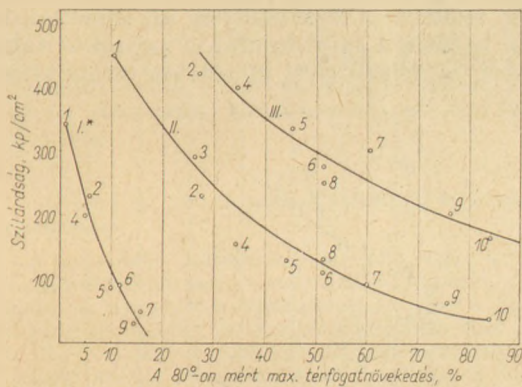
Az előkezelés hatása

Szilárd termékek előállításához a kötőanyag térfogatváltozásait csökkenteni kell. Az egyik ilyen módszer a pernye autoklávban történő előzetes oltása (1. ábra 5 görbe). Rejman (4) javaslatára ezt a módszert alkalmazzák autokláv kötésű nehézbeton-



1. ábra. Kémiai segédanyagok hatása a 20°C-on szilárduló oltatlan pernye térfogatváltoztatására

1 = K51, 2 = A2, 3 = N6 jelű ciklonpernye, 4 = N10 jelű durva frakció, 5 = autoklávban oltott A2, 6 = K51 + 3% CaCl₂, 7 = AZ + 3% CaCl₂, 8 = Nb + 3% CaCl₂, 9 = N10 + 3% CaCl₂, 10 = K51 + 3% gipsz, 11 = K51 + 30% oltott pernye, 12 = A2 + 0,5% vízűveg, 13 = E7 jelű ciklonpernye.

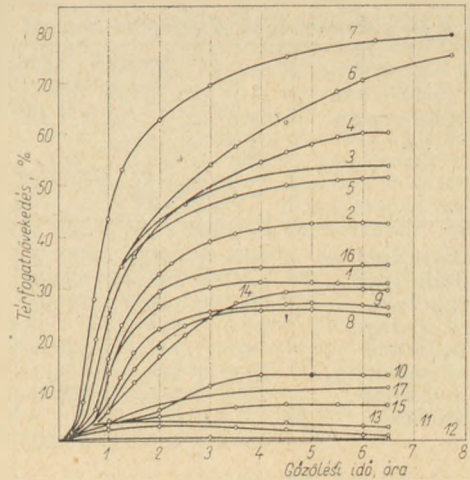


2. ábra. A szilárduló pernye kötőanyag térfogatváltozásainak hatása a szilárdságra

I — 20° 28 nap, II — 80° 48 óra, III — 12 att, 3 óra fűtés, 6 óra izotermikus kezelés 3 óra hűtés. I = E7; 2 = N4; 3 = A4; 4 = K51, 5 = K50; 6 = A2; 7 = N6; 8 = A5; 9 = N10; 10 = N11.

nok pernyéből történő gyártásánál. De ma még itt is adódnak bizonyos nehézségek, mindenképp azért, mert a Balti-tenger melléki Villamoseróműtől kapott pernye égetési hőmérséklete magasabb, mint a Kohtla—Jarva-i, Athma-i hőerőműnél (körülbelül 1450°, 1300°-al szemben).

Arról van szó, hogy a térfogatváltozások mértéke és időtartama nemcsak az összes CaO-tartalomtól, hanem a pernyében levő nehezen oltódó mészmennyiségétől is függ; ez az égetési hőmérséklet emelkedésével növekszik. Jól mutatják ezt azok az összehasonlító adatok, amelyek a Magyar Népköztársaság ajkai és inotai hőerőműveiből származó, 80°C-on gőzölt pernye és a Balti-tenger melléki Villamoseróműből származó pernye térfogatváltozásainak értékeire vonatkoznak. Gyakorlatilag azonos szabad mésztartalom mellett a (mintegy 1450°C hőmérsékleten égetett) szovjet pernye térfogatváltozásai kétszer olyan nagyok, mint a (kö-



3. ábra. 80°C-on gőzölt pernye térfogatváltozásai

1 = K50 ciklon pernye, 2 = K51 ciklon pernye, 1 = K50, 2 = K51, 3 = A2, 4 = N6 ciklon pernye; 5 = A5, 6 = N10, 7 = N11 durva frakciók; 8 = A4, 9 = N4 finom frakciók; 10 = E7 elektrofilter pernye, 11 = előzetesen oltott K51 pernye, 12 = portlandcement, 13 = előzetesen oltott N6 pernye, 14 = ajkai pernye (20,85% sz. CaO), 15 = inotai pernye (7,30% sz. CaO), 16 = N6 pernye + 3% CaCl₂, 17 = oltott és nyers K51 pernye 1:1 keveréke.

rülbelül 1100°C hőmérsékleten égetett) magyar pernye térfogatváltozásai (3. ábra 3, 9, 14, 15. görbék). A durvaszemcsés, sok nehezen oltódó szabad meszet tartalmazó pernye mésztartalma még gőzölés hatására is csak lassan oltódik.

Autoklávolt sejtbeton oltatlan pernyéből történő gyártásánál az autokláv-kötés meggyorsítása és a térfogatváltozások csökkentése céljából előirányozták a sejtmassza magasabb hőmérsékleten való előzetes kezelését (5). Magasabb hőmérsékleten a mész és anhidrit hidratációjából eredő térfogatváltozások mértéke és a hidratációs folyamatok sebessége növekszik, az az idő pedig, amelynek folyamán a térfogatváltozások megfigyelhetők, sokszorosan csökken (3. ábra, 1—13 görbék). Az autoklávban nincs térfogatváltozás, ha a szilárduló kötőanyagot autoklávoltás előtt pihentetik. Mint a 3. ábrán látható, üzemi körülmények között az oltatlan pernyéből készült autoklávolt sejtbeton előzetes pihentetésére szolgáló idő a pernye különböző fajtáira és frakcióira vonatkozóan különbözik. Az alacsonyabb (körülbelül 1300°) hőmérsékleten égetett, például a Kohtla—Jarva-i pernye finom frakciója esetében 80° hőmérséklet és körülbelül négy óras pihentetés szükséges a térfogatváltozások megakadályozására a további autoklávolt megmunkálás során. A Balti-tenger melléki Villamoserómű ciklonos és nagy frakciójú pernyéinél — amelyeket mint fentebb rámutattunk, körülbelül 1450°-on égetnek — az előzetes pihentetés idejét 1,5—2, 5-szeresen növelni kell (3. ábra, 1., 2., 4., 6., 7. görbék).

A plasztikus szilárdságnak autoklávoltás hatására bekövetkező növekedését tanulmányozva megállapítottuk, hogy a szilárdság kezdetben csökken a pernye ciklonos és nagy frakcióinál, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél huzamosabb időn át és minél nagyobb térfogatváltozások fejlődnek ki (4. ábra, 1—6 görbék). A térfogatváltozások és az autoklávolt megmunkálás utáni szilárdság összefüggésének tanulmányozása azt mutatta, hogy minden-

3. táblázat

Összefüggés a szilárdság és a térfogatváltozások között

Oltatlan pernye fajtája	ΔV_{max} (80°C-on)	Autokláv szilárdság kp/cm ² -ben 12 att (3 + 6 + 3) mellett		
		számított $\frac{K^*}{\sigma_x \Delta V_x}$	tényleges	hiba %
N6 ciklonpernye ...	60,8	96,9	96,9	0
K51 ciklonpernye ..	43,7	134,8	130,0	+3,0
A2 ciklonpernye ...	50,7	116,0	111,6	+4,5
K50 ciklonpernye ..	31,3	188,0	—	—
A5 durva frakció ...	51,0	115,5	130,0	-11,0
A4 finom frakció ...	25,0	236,0	256,0	-7,8
N4 finom frakció ...	27,0	218,0	230,0	-4,1
E7 elektrofilter- pernye	13,0	452,0	456,0	-0,9

*K = etalon σ · etalon ΔV

fajta pernyére vonatkozóan az elsődleges szerkezet-képződés időszakában kifejlődő térfogatváltozások nagysága és az autoklávos megmunkálás utáni szilárdság között fordított összefüggés van (3. táblázat). Gyakorlatilag ez lehetővé teszi a kötőanyag aktivitásának az elsődleges vázkonkréción kialakulási időszakában kifejlődő térfogatváltozások nagysága alapján történő meghatározását a kötőanyagok márkájának meghatározásánál elfogadott pontossággal, de gyorsított módon.

Igy tehát, amíg a magasabb hőmérsékleten való előzetes pihentetés rendkívül hatásos eszköz a térfogatváltozások kiküszöbölésére autokláv-kezelés esetén, addig más körülmények között az elsődleges struktúra megbontásához vezet, ez pedig csökkenteni végső szilárdságát. Megállapítást nyert, hogy az elsődleges struktúra felbomlásainak oka a kalcium-oxid lassú hidratációja (3).

Vegyí anyagok hatása

Tanulmányoztuk a kémiai segédanyagok és az oltó kristályok hatását is. Ezek alkalmazása meggyorsítja a pernyében jelenlevő kalcium-oxid és anhidrit hidratációját mind normális, mind pedig magasabb hőmérsékleten az elsődleges struktúra megbontása nélkül. Többféle vegyi anyag hatását vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy (a 80°-on szilárduló pernye esetében) az összes kémiai segédanyagokat három csoportra lehet felosztani: az első csoportba azok tartoznak, amelyek meggyorsítják, a másodikba azok, amelyek lassítják a kötés elsődleges struktúráját kialakító folyamatokat. A harmadik csoportba az oltókristályok tartoznak: ezek bevezetése meggyorsítja a kalcium-oxid hidratációját.

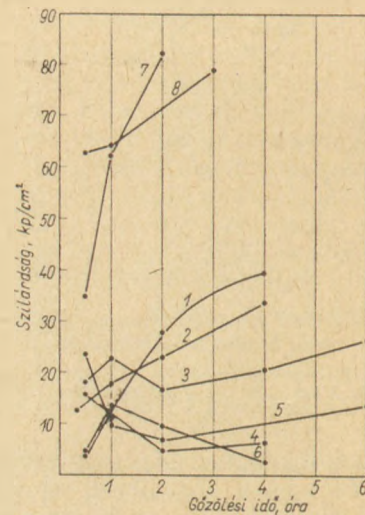
Az első csoportba tartozó vegyi segédanyagok hatásuk erősségétől függően többféleképpen lehetnek. A CaCl₂, NH₄Cl és MgCl₂ jelentősen meggyorsítják a mész és az anhidrit hidratációját és a kalcium-hidroszulfó-aluminát képződését. Ezek jelenlétében a térfogatváltozások kisebbek, a hidratációs időtartam rövidül, a szilárdság szüntelenül emelkedik. Egy példa: 3% CaCl₂ a mész hidratáció-sebességét a 80° szilárduló pernyében 1,5-szeresre gyorsítja, a térfogatváltozások 2,5-szörösen csökkennek és a

szilárdság hatszorosára emelkedik (kiindulási konzisztencia: plasztikus). A térfogatváltozások teljes időtartama körülbelül harmadára rövidül le (3. ábra, 4., 16. görbék).

A fentebb elmondottakból következik, hogy a kalcium-klorid alkalmazása 1,5—2,0-szeresen rövidíti az autokláv-kezelés előtti pihentetés idejét. CaCl₂-adagolás különösen célszerű nehezen oltódó meszet tartalmazó pernye esetében (pl. a Balti-tenger melléki Villamoserómű pernyéjének durva frakciója).

A mész oltódásának sebessége kalcium-szulfátok (CaSO₄ · 2 H₂O, CaSO₄ · 1/2 H₂O) hatására is növekszik; de nem olyan fokban, hogy megakadályozza a térfogat növekedését. A vízüveg — bár a mész oltódását gyorsítja — alkáli-szilikátok képződése miatt a térfogat még nagyobb növekedéséhez vezet, mint vegyi segédanyag nélkül. A második csoportba sorolt anyagok (NaCl, KCl, K₂SO₄, Na₂SO₄, NaNO₃) lassítják a mész oltódását, elősegítik a térfogatváltozásokat: ennek következtében a szilárdság csökken. Ebbe a csoportba tartozik a glukóz is.

A kalcium-hidroxid típusú oltókristályok (előzetesen oltott pernye) adagolása hasznos: hatására a pernyében levő hidratált mész mennyisége növekszik, a térfogatváltozások mértéke és időtartama pedig csökken. Oltókristályok alkalmazása különösen hatásos a gyorsan oltódó meszet tartalmazó pernyék esetében. 50% előzetesen oltott pernye a



4. ábra. A 80°-on gőzölt pernye plasztikus szilárdsága
1 — E7; 2 — A4; 3 — K50; 4 — K51; 5 — A2; 6 — N6; 7 — A2 +
+3% CaCl₂; 8 — N6 + 3% CaCl₂

térfogatváltozásokat 4,5-szeresen csökkenti; az időtartam pedig mintegy fele az ugyanilyen, de oltókristály nélküli pernyéhez képest (3. ábra, 17. görbe). Lassan hidratálódó meszet tartalmazó pernye esetén az oltott hamu hatása kisebb. Az oltott pernye a végső szilárdságot az autoklávtermék esetében is növeli. Ezt az elvet jelenleg gyakorlatilag is felhasználják az Ahtmai Építőanyag Kombinátban, ahol az autoklávolt gázbeton gyártásánál pernye és természetes nedvességű homok keverékét őrlik meg: a pernyében jelenlevő kalcium-oxid rész már az őrlés idején oltódik, és ez a térfogatváltozások csökkenéséhez vezet.

Jelenleg a hőerőmű közelében elhelyezkedő Ahtmai Építőipari Kombinátnban 26 000 m³/év mennyiségben fal és födémpaneleket, 50 000 m³/év mennyiségben szigetelő lapokat gyártanak, 40 000 tonna/év mennyiségű örölt pernye-kötőanyag mellett. Ezenkívül kidolgozták egy olyan építőanyagipari kombinát építésének tervfeladatát, amely a Balti-tenger melléki Villamoserőmű pernyéjét használja fel. Az Észti SZSZK Építésügyi Állami Bizottságának Építőipari Tudományos Kutató Intézetében a gázbeton gyártási technológiájának kidolgozásával az autoklávolt pernyekészítmények részlege foglalkozik.

IRODALOM

- [1] Galibina, E. A.—Dilaktorszkij, N. L. (1964): A pernye-kötőanyagok szilárdulásáról. *RILEM-szimposium, Moszkva.*
- [2] Dilaktorszkij, N. L.—Galibina, E. A.—Kremerman, T. B. (1964): A pernye fázisösszetétele és ennek hatása a fizikai-kémiai folyamatokra. *Sztróitelnye Mat.* 10 (No. 4.) 31.
- [3] Galibina, E. A.—Dilaktorszkij, N. L.—Veretevszkaja, I. A. (1962): A kémiai segédanyagok és a szilárdulási körülmények hatása a palahamu-kötőanyagok térfogatváltozásaira. *Iszszledovaniya po sztróitelstvu, Tallin,* 3. sz.
- [4] Rejman, V. A.—Kasemaa, K. K. (1964): A palahamu autoklávolt kötőanyag ésszerű összetételéről. *Iszszledovaniya po sztróitelstvu* 4. sz.
- [5] Kiviszely, F. P.—Ojamaa, E. G.—Valdre, Ju. A.—Ejvre, A. H. (1964): A palahamu autoklávolt sejt-betonból készült építési elemek gyártási technológiájának alapelvei. *Iszszledovaniya po sztróitelstvu,* 4. szám.

Galibina, E. A.: A pernye építőipari felhasználásának alapelvei.

A magasabb hőmérsékleten (gőz- vagy autokláv-kezelés) szilárduló pernye más kötőanyagoktól eltérően jelentős térfogat-növekedést szenved, amely a kalcium-oxid hidratációjának sebességétől függően eléri az eredeti 13—75%-át. A térfogatváltozások mértéke és a szilárdság között összefüggés áll fenn, amely lehetővé teszi a pernye-kötőanyagok aktivitásának a térfogat növekedése alapján való meghatározását. A pernyében jelenlévő kalcium-oxid oltódási sebessége gyorsítható, a térfogatváltozás csökkenthető és a szilárdság fokozható, ha a pernyéhez 30—50% előzetesen oltott pernyét vagy 3—5% kalcium-kloridot keverünk. Az oldott hamu adagolása mindig célszerű, függetlenül a pernyében lévő mészhidratációjának sebességétől. A kalcium-klorid alkalmazása a jelentős térfogatnövekedést mutató pernyék esetében ajánlható.

E. A. Галибина: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛ ТЭЦ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

В отличие от других, известных вяжущих материалов, зола ТЭЦ при повышенной температуре (в ходе автоклавной обработки или пропаривания) претерпевает значительное увеличение объема, которое, в зависимости от скорости гидратации окиси кальция, достигает 13—75% исходного объема. Зависимость, существующая между размером изменения объема и прочностью, дает возможность определения активности зольных вяжущих, исходя из увеличения объема.

Скорость гашения окиси кальция золы может быть увеличена, изменение объема уменьшено, а прочность повышена за счет добавления к золе 30—50% предварительно гашеной золы или же 3—5% хлорида кальция. Добавление золы является целесообразным в любом случае, независимо от скорости гидратации содержащейся в золе извести. Применение хлорида кальция рекомендуется в случае зол с повышенной тенденцией к увеличению объема.

Galibina, E. A.: Grundprinzipien der Verwendung von Flugasche in der Bauindustrie.

Die sich bei erhöhter Temperatur (nach Dampf- oder Autoklavbehandlung) festigende Flugasche erleidet — im Gegensatz zu anderen Bindemitteln — eine beträchtliche Volumenzunahme, welche, in Funktion der Hydratationsgeschwindigkeit des Calciumoxyds, 13—75% des Originalvolumens erreichen kann. Zwischen dem Maß der Volumänderungen und der Festigkeit besteht ein Zusammenhang, welche die Bestimmung der Aktivität von Flugaschebindemitteln auf Grund der Volumenvergrößerung ermöglicht. Die Lösungsgeschwindigkeit des in der Flugasche gegenwärtigen Calciumoxyds kann gesteigert, die Volumenänderung vermindert, und die Festigkeit erhöht werden, setzt man nur der Flugasche 30—50% vorher gelöschter Flugasche, oder 3—5% Calciumchlorids zu. Das Beimengen von gelöschter Asche ist immer zweckdienlich, unabhängig von der Hydratationsgeschwindigkeit des in der Flugasche enthaltenen Kalks. Ein Zusatz von Calciumchlorid kann bei Flugaschen mit beträchtlicher Volumenänderung empfohlen werden. (S. G.)

Galibina, E. A.: Principles of Flue Ash Utilisation in the Building Industry.

A very considerable volume increase (ranging from 13 to 75%) is shown by flue ash samples hardened at higher temperatures (steam- or autoclave curing). A connexion exists between volume increase and final strength which enables the precalculation of flue ash activity by a volume increase basis. The addition of 30—50% previously slaked flue ash or of 3—5% calcium chloride increases slaking rate of free calcium oxide being present in the flue ash, reduces volume changes and increases final strength of the product. The addition of previously slaked flue ash is recommended in every case, with no regard to the slaking rate of free lime while calcium chloride addition is recommended only if a flue ash of very high volume increase is used.

HELYREIGAZÍTÁS

Lapunk ez évi 3. számában megjelent Vajda László „A kőbányákban végzett robbantások talajrezgéseinek hatása” című cikk 97. oldalán levő 3. ábra időjeleinél 15 25 35 45 helyett 1s 2s 3s 4s értendő, az ábrafelirat pedig „Nagykamrás robbantás elrendezési rajza 4×500 kg-os töltetekkel, 50 ms késleltetéssel” helyett helyesen: „Nagykamrás robbantások szeizmogramjai”.

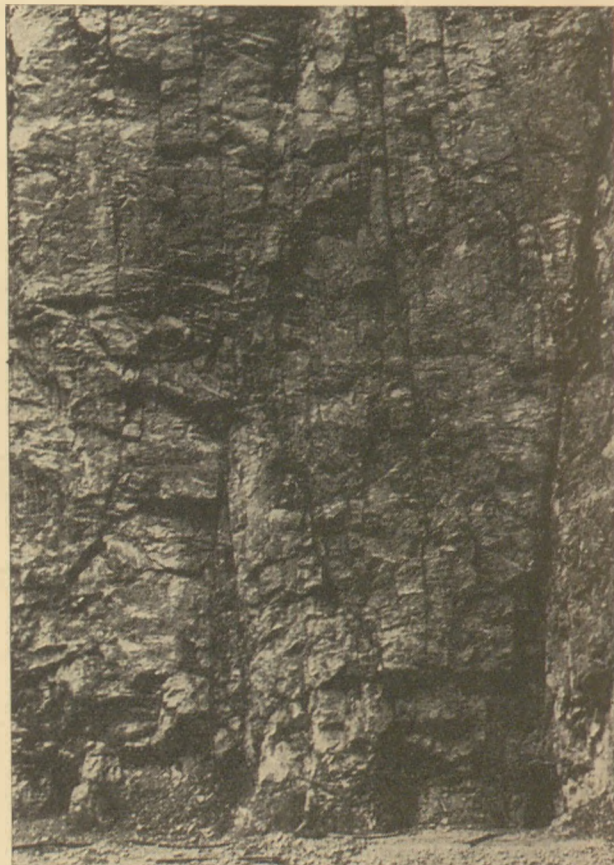
A ferde fúrás előnyei az oszlopos sorozatrobantásnál

V AJ D A L Á S Z L Ó,
É.M. Kő- és Kavicsipari Tröszt

A kőzetfúró gépeknek az elmúlt 10 évben végbement tökéletesítése oda vezetett, hogy ma már egész sor olyan típust gyártanak, amellyel nagy-átmérőjű fúrólyukakat kemény kőzetekben is (andezit, bazalt, gránit, tömött mészkő stb.) óránként 4—6 fm teljesítménnyel lehet előállítani. Legújabb szakirodalmi közlések ennél jóval nagyobb teljesítményekről is beszámolnak, de azokat egyelőre olyan különleges berendezésekkel érik el, amelyek még nincsenek általánosan elterjedve (pl. az angol Holman cég 10,5 atm nyomás mellett működő \varnothing 100 mm-es percussív fúrógépe, amely a jelenleg általánosan használt 5 atm típusokhoz képest kétszeres teljesítményt ér el), vagy nem mechanikus úton működnek (pl. a különböző lángsugárfúrók).

A modern kőzetfúrógépek lehetővé tették a külfejtésekben a tömegjövésztés gépesítését, s az oszlopos sorozatrobantással olyan korszerű eljárás kidolgozását, mely a legnagyobb teljesítményű üzemek kívánalmainak is megfelel. A kőzetfúrás gépeit és technológiáját, valamint a nagyátmérőjű fúrólyukas sorozatrobantás tervezését és alkalmazását a közelmúltban több szakcikk ismertette [1], [2]. Látható volt azokból, hogy a mechanikus fúrógépek esetén a furatokat közel függőlegesen hajtják éspedig azért, hogy egyrészt elkerüljék, ill. csökkentésük a rudazat súrlódását, vagy befeszülését a fúrólyukba, ami a motorok túlterheléséhez, leégéséhez s a berendezés beszorulásához vezethet, másrészt, hogy elkerüljék azt a bizonytalanságot, ami abban áll, hogy a felülről ferden leemélyesztett furatok a gravitációs erő és a kőzetben levő vázlapok eltérítő hatása folytán nem haladnak az irányzott síkban. Ezáltal a fal alsó szakaszán az előtét értékek a tervezettnél kisebbek vagy nagyobbak lesznek, ami a robbantás szórását vagy a lábak nem kielégítő kivetését okozhatja. Utóbbi probléma bányauzemi szempontból különösen jelentős, mivel a rosszul fellőtt sziklák nemesak sok batárrobbantást vonnak maguk után, hanem a lábvonal lezárása révén lehetetlenné teszik újabb sorozatrobantás végrehajtását mindaddig, míg teljesen el nem távolítják őket. E munka, főleg rövidebb fronthomlokkal rendelkező bányában, súlyosan hátráltatja a jövésztés ütemét. Az okozott gondot a robbantástechnikának, hogy a kivetés erőjátékából következőleg a lábész fellövése mintegy háromszor nagyobb energiát igényel, mint a fal felmenő szakasza. Ebből következik, hogy az a fajlagos, 1 m^3 tömör sziklára eső töltet, ami megfelel a felmenő részben, a lábánál kevésnek bizonyul. Ezen több módon igyekeztek segíteni, a leginkább alkalmazott két megoldás a következő:

a) A furatokat nem felülről lefelé, hanem alulról felfelé hajtják, s ily módon biztosítják a legpontosabb kiosztást igénylő lábánál az előtét- és lyuktávolságok tervszerűségét. A tetőn kibújó fúró azután pontosan megadja ugyanezen értékeket a fal



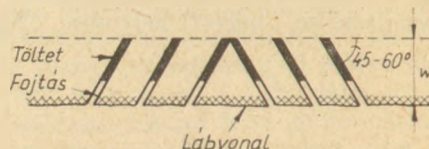
1. ábra. A bányafal alján a fúrógép elhelyezésére készített tárok

egész hosszában úgy, hogy a robbanótöltet tervezéséhez minden adat megbízhatóan rendelkezésre áll.

Másik előnye ennek az eljárásnak, hogy a fúrófej, ill. a kalapács eszerjével alul nagyobb furat-átmérő alakítható ki, ami módot ad több robbanóanyag elhelyezésére.

Hátránya e módszernek, hogy tetemes többletmunkával jár, mivel minden furat alján egy kis méretű tárot kell kiképezni a fúrógép elhelyezése céljára. Ezért széles körben nem is tudott elterjedni (1. ábra).

b) A felülről hajtott, s a fal egész magasságában azonos kiosztású és átmérőjű, közel függőleges furatokat az udvarszinten vízszintes, kisegítő furatokkal egészítik ki, s a nagyobb befogottság többletigényének megfelelő robbanóanyagot ezekben a lábúratokban helyezik el (2. ábra). A hazai gyakorlat kizárólag ez utóbbi módszert alkalmazza [3].



2. ábra. Vízszintes lábúratok elhelyezése az udvarszinten

mutatott Joy-fúrógép \varnothing 230 mm-es lyukat fúr, de vannak típusok \varnothing 380 mm-ig. Ezzel szemben hazánkban a 80—100 mm átmérőjű furatok használatosak.) Igen lényeges emellett a falmagasság kérdése is. Európában magas, (20—40 m) az USA-ban alacsony (10—15 m) falak vannak azokban a bányákban, melyeket oszlopos sorozatrobantással művelnek. Ennek oka az, hogy a lábmagasság constans lévén, ennek hányada a teljes falmagassághoz viszonyítva kisebb a magas-, mint az alacsony falak esetén. A kisegítő lábfuratok hányada tehát — s vele a fajlagos robbanóanyagfelhasználás — kisebb a magas-, mint az alacsony falak esetében. Minthogy Európában jóval drágábbak a robbanóanyagok (azonos teljesítményű amerikaiakhoz képest 1,5—3-szoros árak vannak) s alacsonyabbak a munkabérek, mint az USA-ban, itt a robbanóanyag-költségek csökkentésére, ott pedig lehető növelésére törekcsenek a munkaerőfelhasználással szemben. Figyelemre méltó azonban emellett az a munkatanulmányokkal is alátámasztott tapasztalatuk, hogy az alacsony falak sokkal biztonságosabbak lévén, az ezekből jövesztett készletekből a kőfelszedés jóval gyorsabb, s az 1 tonna haszonkőre eső fúrás időszükséglete is kevesebb. Ez utóbbi megállapítást a mi tapasztalataink is igazolják, melyeket az ujonnan nyitott polgárdi mészkőbányában szereztünk: 12—15 m-es falak fúrása annak ellenére, hogy az átállás időszükséglete több mint kétszeres, jóval kevesebb munkaórát igényel egy tonna haszonkőre vonatkoztatva, mint pl. egy 30 m-es fal esetén. Ennek az az oka, hogy a mechanikus kőzetfúrók teljesítménye — főképp a kisebb átmérőjű, 80—100 mm-es rotációs típusoké — kb. 15 m után számottevően csökken.

Az ismerttetett kísérletek és külföldi üzemi tapasztalatok arra utalnak, hogy érdemes lenne egy kísérleti szakaszon pl. az új polgárdi kőbányában egy 15 m magas falat kiképezni s ott a meglevő, hazai gyártmányú \varnothing 80 mm-es rotációs fúrógépekkel ferde, 45—50°-os fúrást bevezetni. A külföldi közlésekből nagy valószínűséggel lehet arra következtetni, hogy ez a módszer az adott helyen nálunk is komoly műszaki- gazdasági és nem utolsó sorban üzembiztonsági előnyökkel járna.

IRODALOM

- [1] *Vajda L.*: Az oszlopos sorozatrobantás. Szilikástechnika. 1965. ápr.-máj.
- [2] *Szabó E.*: A kőzetfúrás korszerű gépei és technológiája. Szilikástechnika. 1965. dec.
- [3] *Benedek D.*: A láb töltetének számítása nagylyukú robbantásoknál. Építőanyag. 1965. júni.
- [4] *B. J. Kochanowsky*: Theory and Practice of Inclined Drilling for Surface Mining. Mineral Industries. 1960. dec.

Vajda László: A ferde fúrás előnyei az oszlopos sorozatrobantásnál

A közlemény a ferde fúrás módszerét és előnyeit prof. B. J. Kochanowskynak az 1964. nov. hóban Londonban volt nemzetközi külfejtéses szimpoziumon tartott előadása alapján ismerteti. Az ezirányú első hazai lépések biztatóak, de a túl nagy falmagasságok és aránylag kisátmérőjű fúrógépek miatt nem hozták még azokat az előnyöket, melyek elérhetőek lennének. A szerző javaslatot tesz az egyik mészkőbányában 15 m falmagasság kialakítására és \varnothing 80 mm-es rotációs fúrógéppel ferde fúrás bevezetésére, ill. az eljárás kikísérletezésére.

Вайда, Ласло: ПРЕИМУЩЕСТВА НАКЛОННОГО БУРЕНИЯ ПРИ СЕРИЙНЫХ ВЗРЫВАХ.

Автор знакомит читателей с методом наклонного бурения и его преимуществами на основании доклада проф. Б. Кохановского, сделанного на лондонском симпозиуме вскрышных работ в ноябре 1964 г. Первые попытки применения этого метода в отечественных условиях имели положительные результаты, однако в связи с большой высотой стен и применением буровых машин относительно маленького диаметра не удалось достичь ожидаемого эффекта.

Автор делает предложения, касающиеся создания в известковом карьере стен с высотой 10 м, и внедрения т. е. экспериментального исследования возможности применения ротационной буровой машины диаметром 80 мм для наклонного бурения.

Vajda, László: Vorteile der Schrägbohrung bei der Großbohrloch-Reihensprengung.

Es werden Verfahren und Vorteile der Schrägbohrung — auf Grund des Vortrags vom Professor B. J. Kochanowsky, gehalten im November 1964 in London, gelegentlich des internationalen Tagebau-Symposiums — geschildert. Die in derselben Beziehung in Ungarn eingeleiteten Schritte sind zwar vielversprechend, dennoch erbrachten sie — infolge der übermäßigen Wandhöhe und des verhältnismäßig kleinen Durchmessers der Bohrmaschinen — die ansonsten erreichbaren Vorteile nicht. Der Autor macht den Vorschlag zur versuchsweisen Gestaltung von 15 m Wandhöhe in einem der Kalksteinbrüche, ferner zur Einführung des geeigneten Bohrloch-Sprengverfahrens vermöge einer Rotationsbohrmaschine mit Durchmesser von 80 mm. (S. G.)

Vajda, László: The Advantages of Angle Drilling in Large Hole Blasts.

Details are given on the method and advantages of angle drilling reviewed by the lecture of professor B. J. Kochanowsky held at the Symposium of Opencast Mining and Quarrying, London, November, 1964. The first Hungarian steps in this field are promising, but too high benches of the Hungarian quarries and the relatively small diameter of drill machines have not yet allowed the full utilization of the novel technique. Test with inclined holes are recommended in a Hungarian limestone quarry opening up to a bench height of 10 m and using \varnothing 80 mm rotary drill-rigs.

A termelékenység mérése a tégl- és cserépiparban

HEGEDŰS MIKLÓS
Tégla- és Cserépipari Tróoszt

I. A termelékenység jelentősége és fogalma

A társadalmi termelés hatékonyságának színvonalát és változásának ütemét alapvetően a társadalmi munka termelékenységének színvonala és változási üteme jellemzi. Következésképpen a gazdasági hatékonyság legfőbb kritériuma a munkatermelékenység alakulása. A termelékenység jelentőségét aláhúzza az a tény, hogy közvetlen kapcsolatban van az életszínvonal alakulásával, mégpedig úgy, hogy az életszínvonal emelkedése alapvetően csak a termelékenység fokozása mellett valósul meg.

A termelékenység alakulásának kiemelkedő szerepe megköveteli, hogy megismerjük természetét, továbbá, hogy színvonalát és dinamikáját megnyugtatóan mérni és elemezni tudjuk.

A termelékenység legáltalánosabban a következő képlettel fejezhető ki:

$$P = \frac{T}{M};$$

ahol P = termelékenység

T = termelés

M = munka

Számításához a fenti elemeket kell számba venni, és így határozható meg a termelékenység színvonala. A tört számlálójának és nevezőjének számbavétele különböző formában lehetséges, így a kapott termelékenységi mutató is eltérő lesz. A tört nevezőjében szereplő munkamennyiség mérése általában nem okoz lényeges problémát és a jelenlegi statisztikai módszerekkel — ha nem is problémamentesen — meghatározható. (Óra, fő.)

Sokkal több nehézséget okoz a termelés számbavétele. Ez történhet természetes mértékegységben, értékben és munkaórában. A különböző számbavétel eltérő előnyöket és hátrányokat takar.

II. Értéki mutatók alkalmazása

Legáltalánosabban és a gazdálkodásunkban törvényre emelt gyakorlat a termelés értékmutatókkal történő számbavétele, így a belőlük számított termelékenységi mutató is általánosan használt. Attól függően, hogy az értékmutatókkal kifejezett termelési volumen az érték, mely elemeit tartalmazza, megkülönböztetünk:

- bruttó termelési értéket
- nettó termelési értéket.

A nettó termelési érték vállalati gyakorlatban nem használatos. A bruttó termelési érték és a belőle számított termelékenységi mutató vegyes jellegű. A vállalati teljes termelési érték ugyanis tartalmazza a termelés teljes terjedelmét mind a holt-, mind azelevení munka-ráfordítás tekintetében. A teljes termelés mutatószámát a termelési struktúrának — különféle munkaigényességű termékek arányának — változásai, továbbá a kooperáció

mozgása jelentősen befolyásolja. Probléma léphet fel az új termékek vonatkozásában, hiszen az új termékek összehasonlító árait a már korábban előállított termékek árainál viszonylag magasabban vagy alacsonyabban állapítják meg. Probléma az is, hogy a holt munka aránya miatt az anyagigényes iparágak nagyobb súllyal szerepelnek a népgazdaság termelésében. A mutatóhoz kapcsolódó termelékenységi mérőszámokat tehát a termelékenység változásaitól függetlenül is befolyásolják a különböző tényezők. Ez a tény az anyagi érdekesség rendszerében nemkívánatos eredménnyel járhat. Mindezen hátrányok és problémák mellett a bruttó mutató számos előnnyel is rendelkezik, mindekelőtt, hogy a mutatót egységes irányelvek szerint számolják már hosszabb ideje, így a dinamikus mérésekre mind országon belül, mind különböző országok vonatkozásában alkalmas, továbbá, mert a termelés teljes terjedelmét felöleli.

A természetes mértékegységen történő számbavétel alapvetően a termelés és a termékek sajátosságaival van összefüggésben.

A termelés természetes mérését a téglaiiparban az teszi lehetővé, hogy a gyártott termékek száma alacsony. Jelenleg a téglaféleségeknél mintegy 30, cserépnél mintegy 8-féle termék gyártása folyik. Gyártelepeken a termékek száma általában nem haladja meg a 2—3 fajtát. Korábbi években tehát a természetes mérésnél még az átszámítási problémák sem voltak lényegesek, hiszen az átszámítási egységet képező km. falazótégla adta a termelés túlnyomó többségét, továbbá, mert a gyártott üreges áruk csak méretben és térfogatsúlyban tértek el az alapul választott terméktől. Így az átszámítás viszonylag könnyen megvalósítható volt. Az átszámítás az üreges áruk gyorsabb növekedése következtében egyre inkább jelentőséghez jut. Itt az alapvető probléma a különböző termékek közötti átszámítási arány meghatározása. Az arányt meghatározó ismérv megválasztásától függően különböző módszerek lehetségesek. Iparági gyakorlatunkban az átszámítási arányok az árarányok.

Az iparág termékei közel azonos fizikai és használati értékkel rendelkeznek. Ezen tulajdonságok száma nem nagy és általában jól számszerűsíthetők. Következésképpen megnyugtató pontossággal kidolgozható a különféle termékeknek a km. falazótéglára történő átszámítási aránya.

Következőkben megvizsgálandó, hogy a jelenleg alkalmazott mutató a termelékenység természetes mértékévé, illetve ilyen mutatóként alkalmazható-e. Ebből a szempontból meg kell vizsgálni, hogy

— a termelés számbavétele megfelel-e a természetes mérés követelményeinek,

— a számított mutatót milyen tényezők befolyásolják és alkalmas-e a gyáregység, vagy az iparág termelékenységének jellemzésére.

A közvetlenül fel nem osztható munkaórákat a kiválasztott jellemző alapján kell felosztani a kérdéses termékekre. A felosztást a jelenleg is használt önálló technológiai szakaszokban külön-külön — bányászat, nyersgyártás, szárítás, égetés, szállítás — célszerű elvégezni. A technológiai szakaszon belül meghatározható az a fizikai jellemző, amely alapján a közvetett munkaórák megnyugtatóan szétoszthatók. Így pl. a bányászatnál a termékek súlya, nyersgyártásnál a térfogat, égetésnél a kiégett súly, stb. . . Ezen jellemzők egzakt pontossággal kidolgozhatók — a technológiai folyamat minden termékre azonos — és elvégezhető kívánt pontossággal a munkaórák felosztása.

A közvetlen és közvetett munkaórák technológiai szakaszonkénti összesítése útján kapjuk a termékekhez felhasznált összes munkaráfordítást külön-külön.

A termékek együttesére számított termelékenységi indexek kifejezik a gyártelep termelékenységének változását. Az index képzésénél súlyként a termékek gyártására felhasznált összes munkaóraráfordítás használandó fel.

Ha a gyártelep több terméket állít elő, a gyártelepi index számítása súlyozással történik. Eltérő termékek esetében csak az egyes termékekre felhasznált munkaóra használható súlyként. Ez a számítás elvégezhető mind a bázisidőszaki, mind a beszámolási időszak munkaidő-ráfordításaival az alábbi képlet szerint:

$$\frac{\sum_{i=0}^k m_{0i} q_{0i}}{\sum_{i=0}^k \frac{1}{m_0} m_{0i} q_{0i}}; \text{ illetve } \frac{\sum_{i=1}^k \frac{m_0}{m_1} m_{1i} q_{1i}}{\sum_{i=1}^k m_{1i} q_{1i}}$$

ahol m = fajlagos munkaigény
 q = termelési mennyiség
 1, 0 = beszámolási, illetve bázisidőszak
 Σ = termékenkénti összegezés

B) Termékenkénti mérés iparági szinten

Azok a nehézségek, amelyek a termékenkénti mérés gyártelepi alkalmazásánál jelentkeztek, iparági szinten más minőségben és formában jelennek meg.

Az iparági index kialakításánál 38 termék egyedi indexéből kell átlagos iparági indexet számítani. E számítás végső soron elvégezhető. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy iparági szinten szűkség teljeskörű vizsgálatra, ugyanis néhány termék az iparág alaptevékenységének döntő részét adja. A felmérés szerint 9 termék az egész tevékenység 91%-át reprezentálja.

A munkaidő termékenkénti elhatárolása iparági szinten nem jelentkezik, hiszen az ilyen vizsgálat a gyártelepek által már kidolgozott termékekre vonatkozik.

Az átlagszámításhoz használt súlyarányok azonos módon vetődnek fel, mint a gyártelepi szintű vizsgálatnál.

Az iparági termelékenységi index kidolgozásánál kiindulhatunk:

a) a vizsgált termékek egyedi indexeiből (ezeket számíthatjuk — a gyártelepek részaránya szempontjából — mind változó, mind változatlan állományú index alakjában,

b) a gyáregységeknél a termékekre kidolgozott átlagos változatlan állományú gyártelepi indexekből.

Az a) módszer szerint tehát a gyártott termékek átlagos termelékenységi indexét határozzuk meg, a b) módszer szerint pedig a gyártelepi indexek átlagát.

A termékenkénti mérés egyik jellemzője, hogy a kapott index változatlan állományú. Világos tehát, hogy amikor iparági termelékenységi indexet képezünk, a termékek összetétele szempontjából minden esetben változatlan állományú indexet kell kidolgozni. A különböző termelékenységi gyártelepek részaránya szempontjából azonban az index lehet változó vagy változatlan állományú.

a) A termelőegységek részesedése szempontjából változó állományú index számítása a korábbi jelöléseket alkalmazva a következő:

$$\frac{\sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^u q_{1j} \right) \bar{m}_1 \cdot \frac{\bar{m}_0}{\bar{m}_1}}{\sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^u q_{1j} \right) \bar{m}_1} = \frac{\sum_{i=1}^k a_1 \bar{m}_0}{\sum_{i=1}^k a_1 \bar{m}}$$

$$a_1 = \sum_{j=1}^u q_{1j}; \quad \bar{m} = \frac{\sum_{j=1}^u t}{\sum_{j=1}^u q}$$

ahol t = termékhez felhasznált összes munkaóra.

Az iparági átlagindex kidolgozása a gyártelepek részesedése szempontjából változatlan állományú index esetében a beszámolási időszak munkaóra-felhasználását súlyként alkalmazva az alábbi:

$$\frac{\sum_{i=1}^k T_1 \frac{\sum_{j=1}^u q_{1j} m_{0j}}{\sum_{j=1}^u q_{1j} m_{1j}}}{\sum_{i=1}^k T_1}$$

Σ = azonos terméket előállító különböző gyártelepek összesítése
 T_1 = különböző gyártelepeken ugyanazon termékre felhasznált munkaóra
 Σ = termékenkénti összegezés.

Mindkét módszerrel kialakított termelékenységi indexnek meghatározott közzgazdasági tartalma van. A vizsgálat célja dönti csak el, hogy melyik módszert célszerű alkalmazni.

Ha a téglai part mint a népgazdaság egy önálló iparágát vizsgáljuk, akkor arra kell feleletet adni, hogy az iparág egységnyi terméket mennyi élőmunkával állít elő. Ilyen értelmű vizsgálatnál a gyártelepek szempontjából változó állományú index ad

helyes képet. Népgazdasági szinten tényleges termelőkenység növekedést jelent az, amikor a termelés a jobb termelőkenységgel dolgozó gyártelepek irányába tolódik el. Másképpen kell értelmezni, ha nem a fenti vizsgálatra használjuk fel — a gyakorlatban általában nem így használjuk — hanem a gazdálkodási egység tevékenységének elbírálására. Ilyen esetben a gazdálkodási egység azon munkáját kell értékelni, amelyet a termelőkenység emelése irányában fejt ki. Olyan indexet kell számítani tehát, amely csak a gazdálkodási egység ez irányú tevékenységével kapcsolatos eredményeket veszi számba.

b) A gyáregységek átlagos termelőkenységi indexeiből kiindulva is meghatározható az iparági index. Ez esetben a gyártelepek termelőkenységi indexeit az előzőekben tárgyalt módon határozzuk meg, és a gyártelepi változatlan állományú indexekből valamilyen súlyarányban iparági indexet számítunk. Súlyarányként felhasználható a gyártelepek munkaóra-ráfordításai (bázis, beszámolási időszak) vagy a gyártelepek valamilyen átszámítási index alapján kialakított termékmennyiségei.

Súlyként a beszámolási időszak munkaóra-felhasználását alkalmazva az index számítása:

$$\frac{\sum_{v=1}^v T_1 \frac{\sum_{k=1}^k q_1 m_0}{\sum_{k=1}^k q_1 m_1}}{\sum_{v=1}^v T_1}$$

ahol, Σ^v = gyártelepenkénti összesítés
 T_1 = gyártelepek összes munkaóra-felhasználása.

A változó állományú index számítása egyszerűbb, a változatlan állományú index nehezekebb, mert pl. km tégl esetében mintegy 140 gyártelepre kell kiszámítani a változatlan állományú indexet.

Legkisebb munkaráfordítással a gyártelepek átlagos termelőkenységi indexeiből alakítható ki az iparági index.

A vállalatok a hozzájuk tartozó gyártelepek összesenére elvégzik az indexszámítást (gyártelepek száma 10—30 között változik) majd a vállalati indexekből kiszámítható az iparági index.

Az előzőekben kifejtettek szerint a termékenkénti termelőkenységmérés iparágunkban mind gyártelepi, mind iparági szinten előnyösen alkalmazható. Alkalmazásának egyetlen kritériuma van: az elmondottak szerint megfelelő pontossággal kell elvégezni a munkaidő-ráfordítások termékenkénti elhatárolását.

2. Összegeztet mérés

Részleteiben nem kívánok foglalkozni az összegeztet mérés problémáival. A természetes mértékegységben összegeztet termelés, és az így kialakított termelőkenységi mutató csak azon egységekben használható, ahol a termékek azonos használati ér-

tékekkel rendelkeznek. Csak az ilyen termékek esetében áll fenn ugyanis az átszámíthatóság feltétele. Tekintettel arra, hogy az iparág termékei eltérő használati értékkel bírnak, csak bizonyos csoportokon belül van meg a lehetőség az átszámításra. Az azonos használati értékkel rendelkező csoportokban kiválasztható a vezértermék és az a fizikai tulajdonság, amely alapja az átszámításnak.

A használati érték több tulajdonság együtteseként jelenik meg. Itt a fő probléma, hogy eltérő tulajdonságokat kell közös nevezőre hozni, (például a falazatok készítésére használt termékeknel nem elégséges csak a térfogatarány meghatározása, hanem figyelembe kell venni a hang- és hőszigetelő tulajdonságokat is). Az eltérő tulajdonságok egyékes értékelése és a használati értékarány helyes megállapítása igen nehéz feladat. Gyakorlatban az átszámítandó termékek átszámítási arányait valamely jellemző tulajdonság arányára egyszerűsítik.

Az összegeztet mérés alapján számított termelőkenységi index változó állományú. A változó állományú indexeket — az értékmutatók okozta torzítások miatt — a gyakorlatban kedvezőtlenül ítélik meg. Más a helyzet azonban, ha az összegeztet a használati értékarány alapján természetes mértékegységben végezzük. Ilyenkor a termelőkenységi mutató kifejezésre juttatja azt a termelőkenységi növekményt is, amely a korszerű termékek gyártásából fakad. A termékek műszaki színvonalának emelkedése azt jelenti, hogy egyrészt magasabb színvonalon elégíti ki a szükségletet, másrészt, hogy ugyanazon egységnyi használati érték kevesebb holt- és elevenmunka-ráfordítással állítható elő. Az ebből adódó termelőkenység-növekedést pedig, mind gyáregységi, mind iparági szinten tényleges termelőkenység-növekedésnek kell tekinteni, a mutatót pedig, amely ezen termelőkenység-változást is kifejezésre juttatja, kedvezően kell értékelni.

Összegezve az elmondottakat: véleményem szerint a termékenkénti mérés iparágunkban megvalósítható. Az így számított mutató általában teljesíti azokat a kívánalmakat, amelyeket a termelőkenységi mutatókkal szemben támasztunk. A számítás és a kapott mutató azonban nem problémamentes. Itt viszont hangsúlyozni kell, hogy nem áll rendelkezésünkre — és nem is állhat — olyan szintetikus mutató, amely az összes követelményeket maradék nélkül kielégítené.

Hegedüs Miklós: Termelőkenység mérése a tégl- és cserépiparban.

Хегедюш, Миклош: ИЗМЕРЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В КИРПИЧНОЙ И ЧЕРЕПИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Hegedüs, Miklós: Produktivitätsmessung in der Ziegelindustrie.

Hegedüs, Miklós: How to Measure Productivity in the Brick-and-Tile Industry?

A szállítás, a termelés és a beruházások programozása a téglaiiparban

PONGRÁCZ TIBOR
EM Számítástechnikai és Ügyvitelgépésítési V., Budapest

A gazdasági programozás módszerei az egzakt gazdasági döntéseket segítik elő olyan helyzetben, amikor az interdependens tényezők nagy száma, a gazdasági helyzet bonyolultsága miatt a gazdasági vezető vagy vezetőtestület nem tud racionális döntést hozni, mert az adott helyzet és a lehetőségek kombinációi egyszerre egyszerűen nem mérlegelhetők. Ezen a területen napjainkban elsősorban a lineáris programozás kerül alkalmazásra, nemcsak azért, mert matematikailag egyszerű — a változók első fokozatú szerepelnek —, hanem azért is, mert elektronikus számológépeinkre könnyen rávihető. A gazdasági problémák sokrétűsége miatt a sokoldalú összefüggésekből eredően a változók száma többnyire olyan nagy, hogy gyakorlatilag használható eredményekre csak a lineáris programozás vezet, tekintve, hogy a nem-lineáris modellek számításigényei ezekhez képest hatványozottak.

Az ismertetni kívánt modellek a lineáris programozáson belül az ún. szállítási feladatra vezethetők vissza. Az ilyen feladatokat legegyszerűbben a következőképpen fogalmazhatjuk meg: m számú különböző feladóhelyen adott mennyiségű termék van felhalmozva, amelyet n különböző rendeltetési helyre kell szállítanunk, amelyeken ezekre mennyiségileg meghatározott igény irányul. A termékek minősége minden feladóhelyen azonos, tehát a megrendelők igénye ebből a szempontból bárholnan kielégíthető. Ismert minden feladóhely és rendeltetési hely relációjában az egységenkénti szállítási költség. A feladat, meghatározni azt a szállítási tervet, amely mellett a szállítási összköltség minimumális.

A szállítási relációk, ill. ezek kombinációinak nagy száma — már relatív kis feladat esetén (pl. 10×10 -es feladónál, egységnyi mennyiség feladóhelyenként, egységnyi igény a rendeltetési helyenként) is milliós nagyságrendű — ami lehetetlenné teszi a feladat áttekintését és az optimális szállítási relációk kijelölését hagyományos módszerekkel, még abban az esetben is, ha ezeknek a kombinációk lehetőségeinek egy részét egy hosszabb gyakorlati rendelkező szakember korábbi tapasztalatai alapján eleve számításán kívül hagyja.

A feladat matematikai megfogalmazása

A feladat matematikai megfogalmazása vasúton történő téglá-elosztási példát alapul véve (itt mindig konkrétan meghatározott téglatípusra pl. km téglára gondolunk, amikor téglát említünk) a következő:

m db üzemből a_1, a_2, \dots, a_m téglamennyiség vár elszállításra.

n db felhasználóhelyen b_1, b_2, \dots, b_n igény áll fenn.

c_{ij} szállítási költség, amely egységnyi téglamennyiségnek (1000 db km téglára vetített) az i -edik üzemből a j -edik felhasználóhoz történő szállításakor jelentkezik.

A c_{ij} -ből felépített számtáblázatot költségmátrixnak nevezzük.

(Ezeket pl. a 170 téglagyár és az 1353 leadóállomásra elkészített téglá-fuvardíjtáblázat foglalja magába).

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$c_{ij} = c'_{ij} + c''_{ij}$ vagyis a szállítási költség két tényezőből tevődik össze: a c'_{ij} felfuvarozási költségből, amely a téglagyártól a feladó vasútállomásig felmerülő szállítási költségeket és az egyszeri vagonbarakás költségeit foglalja magába és a c''_{ij} fuvarozási költségből, melyet a Magyar Vasúti Árudíjzabás alapján állítunk be minden relációra.

x_{ij} az i -edik üzemből a j -edik felhasználóhoz szállítandó téglamennyiségeket jelenti, melynek meghatározása a program alapján történik.

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

A programozás által meg kell határozni a szállítási költségek minimumát a

$$K = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

lineáris költségfüggvényben.

A függvényt csak azokra a változókra értelmezzük, melyek elegendő tesznek a következő kikötéseknek

$$x_{ij} \geq 0 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (4)$$

A megoldhatóság közgazdasági feltétele:

$$\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j \quad (5)$$

Vagyis az össz megtermelt mennyiségnek téglaféleségenként nagyobbnak vagy egyenlőnek kell lenni az összes igényvel. Ez a feltétel mindig biztosítható. A feladat matematikai megoldhatósága szempontjából viszont határozott egyenlőségeket kell létrehozunk.

Ha az egyenlőség fennáll — ami nem valószínű — a matematikai feltétel eleve biztosított. Ha a kapacitás nagyobb, akkor fiktív felhasználót iktatunk be a költségmátrixba, utolsó $n+1$ -edik oszlopként, ahol a költségeket egy nulla vektor

reprezentálja, és amelynek igénye az összkapacitás és az össz-szükséglet különbségével egyenlő.

A fiktív felhasználó (tartalék kapacitás) bevezetése után a (3) összefüggés a következő lesz:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

ahol y_i a kiegyenlítő változó, amely üzemenként a

ki nem szállított termékmennyiségeket határozza meg.

Amennyiben az összkapacitás kisebb mint az összigeny, gazdaságpolitikai megfontolások alapján rangsorolva az igénylőket az utolsók elhagyásával az egyenlőség létrehozható.

Az induló programnál a következő táblázatból indulunk ki.

1. táblázat

Felhasználók Termelők	1. sz. felhasz- náló	2. sz. felhasz- náló	...	j. sz. felhasz- náló	...	n. sz. felhasz- náló	Fiktív felhasz- náló	Elszállí- tandó
1. sz. üzem	C_{11}	C_{12}	...	C_{1j}	...	C_{1n}	0	a_1
2. sz. üzem	C_{21}	C_{22}	...	C_{2j}	...	C_{2n}	0	a_2
...
i. sz. üzem	C_{i1}	C_{i2}	...	C_{ij}	...	C_{in}	0	a_i
...
m. sz. üzem	C_{m1}	C_{m2}	...	C_{mj}	...	C_{mn}	0	a_m
Szükséglet	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	P	S

ahol

$$p = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad (7)$$

$$s = l * a = l * b + p \quad (8)$$

Ezután megkonstruálunk egy lehetséges megoldást, és ezt az ún. potenciál módszerrel addig javítjuk, amíg optimális programhoz nem érkezünk. Az algoritmus modellszerkesztési szempontból érdektelen, ezért erre itt nem kívánunk kitérni. (L. pl. Kreko B: Lineáris programozás.) Kiemeljük azonban, hogy a megoldással kapott optimum abszolút szélsőérték.

Soronként összegezve a leprogramozott mennyiségeket, megkapjuk az egyes üzemekből elszállítandó össz mennyiséget, meghatározhatjuk a körzetet, amelyet ellát. A fiktív oszlopban a 0 költség-elemre leprogramozott mennyiségeknél a megfelelő sorban feltüntetett üzem raktáron hagyott termék-mennyiségét találjuk meg. Oszloponként elvégezve az összegezést megkapjuk a leadóállomásokon igényelt mennyiségeket, meghatározhatjuk a leadó-állomások ellátási körzetét.

A módszer alkalmazásának — különösen a nagyvolumenekben sokat mozgatott termékek esetében van komoly jelentősége, ezért tűzte ki célul az ÉM elsősorban a nagy mennyiségben felhasznált építőanyagok racionális, matematikai programozáson alapuló elosztásának megszervezését. A programozás a jól látható és értékelhető szállítási költség-megtakarításokon felül a termelők számára számos egyéb szervezési előnyt is biztosít.

A szállításpogramozás alkalmazása terén elért eredmények

Az üzemszerű szállításpogramozás először a kőtermékek vonatkozásában vált lehetővé, mivel a Kő- és Kavicsipari Tröszt biztosítani tudta a programozás reá háruló előfeltételeit, másrészt a feladatok méretei nem ütköztek számítástechnikai korlátokba. A programozást a 0/5 és a 10/25 fajta nemeszuzalékra, valamint a 12/22, a 20/40 és a 50/65 fajta köre vonatkozóan végezzük el.

A munka első szakaszában a kézi és a gépi programozás párhuzamosan folyt, így a megfelelő időszakban az elérhető megtakarítás jól kimutatható. Eleinte havi programozást folytattunk, majd áttértünk a negyedéves rendszerre.

Az 1963-as évet a július havi kőszállításokkal reprezentálva három termék (Z 10/25, Z 20/40, Z 40/65) kézi és gépi programját összehasonlítva 270 184 Ft megtakarítást kaptunk, ami az 1963-ban kiszállított össz-kőmennyiségre vetítve 4 689 000 Ft feltételezhető megtakarítást jelent. 1964 áprilisában három kőfajta (N. 20/5, Nz 12/22, u 10/26) szállítási költségeit összehasonlítva:

Kézi programozás szerint	3,396 m/Ft
Gépi programozás szerint	2,864 m/Ft
Megtakarítás	0,532 m/Ft,

ami 18,57%-os megtakarítást mutat.

A gépi programozással fél év alatt diszponált 1 784 406 tonna kő fajlagos szállítási költségada-

tait összehasonlítva a fuvarkassza egyéves fajlagos szállítási költségadataival:

Termék	Fuvarkassza Ft/to	Gép Ft/to	Különbség (Ft/to)	Össz. géppel diszponált menny. (to)	Relatív megtakarítás Ft
1.	40,87	33,75	7,12	241 154	1 717 016
2.	41,48	32,81	8,67	314 614	2 727 703
3.	40,26	34,98	5,28	191 384	1 010 508
4.	38,46	32,85	5,61	425 063	2 384 604
5.	37,82	33,24	4,58	576 591	2 640 787
Össz.				1 748 806	10 480 618

(A termékek megjelölése: 1. 0/5 nemeszúzalék, 2. 10/25 nemeszúzalék, 3. 12/22 kő, 4. 20/40 kő, 5. 40/65 kő.)

Megjegyzendő, hogy itt az elosztás havonta történt, míg jelenleg a negyedéves elosztási rendszerre térünk át, ami az eredmény további javulásához vezet. Mivel a hagyományos módszerrel történő programozásnak az üzemszerű szállításprogramozás mellett nincs értelme, az utóbbi időszakoknál összehasonlítható adatok nem állnak rendelkezésre.

A gépi program tehát általában 12—21%-kal volt jobb a hagyományos eljárással készült programozásnál. A reprezentatív megfigyelés eredményeit évente diszponált kőmennyiségekre vonatkoztatva a jövőben minimálisan 10—15 millió Ft-os relatív megtakarítás várható, szemben a programozásnál felmerülő maximum félmillió Ft körüli költségekkel. Nehezen lenne értékelhető a programozás eredményének az a vetülete, mely a népgazdaság egyik szűk keresztmetszete, a vasúti szállítási kapacitás tehermentesítése révén a vasúti átbocsátó-képesség növekedésében ezenfelül jelentkezik.

Az elmúlt év végén kísérleti számításokat végeztünk az 1963. III. n. évi tényleges szállítások alapján 7 téglafajtára nézve. (Ezek a következők: kisméretű téglá, kettősméretű téglá, nagyszilárd-ságú téglá, pillértéglá, B-30-as blokk, magasított téglá, 6 cm-es válaszfal, 10 cm-es válaszfal. A vasúton mozgatott termékek összvolumene évente kb. 100 000 vagon.) A kísérletet úgy végeztük el, hogy annak költségadatai összehasonlíthatóak legyenek az 1963. III. n. év tényleges szállítási költségadataival. Mivel a fuvarkassza kizárólag a vasúti téglaszállítások költségeit tartja nyilván, a felhasználásra került téglamennyiségekből levontuk az ún. helyi igényeket (telephelyi-kiszolgálás, melynek elszállításáról a vevő gondoskodik), és az így kapott mennyiségek elosztási programját dolgoztuk ki.

A km. téglá elosztási feladatának méretei jóval meghaladták a jelenlegi gépi program által nyújtott számítási lehetőségeket. A Téglá- és Cserépipari Tröszttel együttműködve ezért az országot 6 körzetre osztottuk fel (melyekből később kettőt összevontunk), és ezek programozását külön-külön hajtottuk végre. A körzetek tapasztalati alapon kerültek kialakításra. Az eredetileg megadott adatok szerint a körzetben elszállításra váró és igényelt mennyiségek nem állottak egyensúlyban, amit így a gyakorlati szakemberek tapasztalataira alapozva más körzetekből átirányított mennyiségekkel hoztunk létre. Mint látható, ez a megközelítés nem tekinthető egzaktnak, de ennek ellenére a megoldás

így is eredményesnek volt mondható. (Kutatást igényelne a szubjektív körzetesítés mielőbbi megszüntetése.)

A számítások alapján megállapítottuk, hogy a munka lebonyolítása kb. 20—30 gépi órát igényel negyedévenként, ami 60 000—90 000 Ft körüli költséget jelenthet, mely valószínűleg a későbbiek folyamán még csökkenni is fog. Egy-egy ilyen feladat megoldása a modernebb elektronikus számológépeken csupán perceket igényel.

Összehasonlítás céljára a Téglá- és Cserépipari Tröszt a fuvarkassza adatait rendelkezésünkre bocsátotta, de felhívta figyelmünket arra, hogy ezek az adatok erős korrekcióra szorulnak. A tényleges költségeket összehasonlítva a gépi program által számítottakkal megállapíthatjuk, hogy elméletileg a negyedév folyamán megtakarítás jelentkezett, ami a tényleges szállítási költségek 16,7%-ának felel meg. A fajlagos vasúti szállítási költség 132,98 Ft/1000 km téglá volt. Tekintve az összehasonlítás-hoz felhasznált adatok bizonytalan voltát, újabb kísérleti számításokat végeztünk az 1965. II. n. évre. A kézi- és gépi program összehasonlítása a következő eredményekre vezetett:

A kisméretű téglá fajlagos szállítási költségénél a megtakarítás fajlagosan 30,13 Ft/1000 db, az összvolumen tekintve: 2176347 Ft, ami a ténylegesen felmerült szállítási költségek 18,7%-át teszi ki. A kisméretű téglán kívül egyéb téglaféleségeknél a fajlagos megtakarítás: 30,90 Ft/1000 db, összesen 785 889 Ft, ami az összes szállítási költség 14,9%-ának felel meg.

Az adatokat a második kísérlethez a Tröszt pontosan készítette elő, és a kapott eredményt teljesen reálisnak tartja. Az eredmények tehát bizonyítják, hogy a szállításprogramozás bevezetése egyedül a téglaiiparban évi 13—15 millió Ft megtakarítást eredményez. Az üzemszerű szállításprogramozásra 1965. III. n. évétől térünk rá. A programozás során minden téglatípust külön feladatként kezelünk, így a megoldás a programozni kívánt téglaféleségeknek megfelelő számú m. n típusú feladat kiszámítását jelenti. A számításokat a negyedéves téglagazdálkodásnak megfelelően mindig a tárgynegyedévet megelőző hónap első felében végezzük el. Ekkor rendelkezésünkre kell állnia a megrendelők téglaféleségekre specifikált igényeinek lerakodásra alkalmas vasútállomásokra összesítve (1353), ismernünk kell üzemenként a negyedévenként kiszállítható specifikált téglamennyiségeket.

Jelenleg bizonyos zökkenőt okoz még az előzetes adatfeldolgozás kérdése.

A beton- és vasbeton termékek szállításprogramozásának első kísérleti számításait is lefuttattuk. A B-100-as vasbetongerenda, valamint a BH-100/60-as földémbeléstest egy tényleges programját összehasonlítva a gép által szolgáltatott eredményekkel, az elsőnél 22,8%-os, a másodiknál 7,7%-os relatív megtakarítás jelentkezett. A költségmátrixot kilométerben kifejezett szállítási távolságokkal töltöttük ki az általában használatos relációnkénti szállítási költségek helyett. Az eredmények így a megtett árutonna-kilométerre vonatkoznak. Az üzemszerű szállítási programozást 8 termék vonatkozásában 1966. II. n. é-től végezzük.

A cementfélések közül egyedül az 500-as cement szállításprogramozásának kérdése merült fel, mivel a többi terméket csak egy-egy üzem gyártja. A kísérleti számításokat az említett cement vonatkozásában elvégeztük. Az eredmény alapján az üzemszerű programozást nem tartjuk indokoltnak, mivel a relatív megtakarítás mindössze 0,6% volt. A számításokból arra következtethetünk, hogy az egyes termelőüzemek ellátási körzete egyértelműen kialakult. A kérdés eldöntéséhez további kísérleti számításokat végeztünk. Tekintve, hogy az összehasonlítást a kézi- és gépi program között hasonló eredményre vezetett, az üzemszerű szállításprogramozás bevezetését nem javasoltuk.

Az üzemszerű szállításprogramozás teljes körű alkalmazásának még hiányoznak egyes előfeltételei. Több területen tapasztalható még a módszertől való bizonyos konzervatív tartózkodás, általában problematikus az igények pontos felmérése*. Egyes területeken csak nagyobb elektronikus számológépek segítségével tudunk előbbre lépni.

A szállításprogramozásnak ez az egyszerű módszer még számos lehetőséget rejt magában az iparirányítás racionalizálása területén.

Az eddig szerzett tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a módszer alkalmazásával a jelenlegi szállítási költségek 10—20%-kal csökkenthetők, ami a szállítási kapacitás jelentős tehermentesítését is eredményezi, tehát törekednünk kell minél szélesebb körű és mielőbbi bevezetésére.

A szállítási és termelési költségek együttes minimalizálása

Nézzük, hogyan alakul a modell a téglaiiparban, amennyiben programozással kívánjuk meghatározni a termelő üzemek választékát (profilját), a termelési- és szállítási költségek együttes figyelembevétele, népgazdasági szintű minimalizálása mellett.

Az ország egyes téglagyáraiban (170) általában számos téglatípust állítanak elő, és a felhasználók igénye is különböző téglafajtákra irányul. Azt a kérdést, hogy az egyes gyártmányféléseket hol és milyen választékban gyártjuk, elsősorban a nyersanyag- és technikai feltételek döntenek el. A gazdaságos termelési változatok lehetőségét azonban megteremti az a tény, hogy a gyártáshoz szükséges

termelési előfeltételek nemcsak egy területen biztosíthatók, valamint az, hogy az adott termékek nemcsak egyféle gyártmányösszetételben gyárthatók le. A kapacitás, ill. az átbocsátóképesség az üzemeknél vezértípusban, km. téglában van kifejezve, és technikai szorzók segítségével különböző téglatípusra átszámítható, amelyeknek gyártási lehetőségei üzemenként ismeretesek. A gyártásnál különböző típusok közötti helyettesíthetőség az adott lehetőségeken belül majdnem korlátlan. (Probléma az országos árindex, a negyedévek közötti költségingadozás, az időjárás erős hatása a költségekre.)

A modellt a következő módon írhatjuk fel:

n db különböző üzemből a_1, a_2, \dots, a_m mennyiségnek megfelelő kapacitás áll rendelkezésre egy-egy vezértípusban (kisméretű téglaegető) kifejezve, amely

n db különböző felhasználóhelyen

r különböző téglafélésekre irányul (felhasználóhelyenként km. téglában kifejezve a kapacitásindexek alapján), tehát a sorvektorok $m \cdot r$ komponenset tartalmaznak. Tehát $b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1r}, \dots, b_{n1}, \dots, b_{nr}$ jelentik az igényeket leadóállomásonként téglafélésekben specifikálva.

x_{ijk} az egyes feladókörökről az egyes felhasználókhoz szállítandó téglamennyiségeket jelenti, a felhasználók szükségleteinek megfelelő téglafélésegenként konkretizálva (a program által meghatározott mennyiségek),

$$\begin{aligned} i &= 1, \dots, m \\ j &= 1, \dots, n \\ k &= 1, \dots, r \end{aligned}$$

$c_{ijk} = c'_{ijk} + c''_{ijk} + c'''_{ijk}$, amely a szállítási költségeken kívül a c'''_{ijk} termelési költséget is tartalmazza minden feladókör vonatkozásában, melyeket indexek segítségével számítunk át az egyes téglafajtákra.

$$\begin{aligned} i &= 1, \dots, m \\ j &= 1, \dots, n \\ k &= 1, \dots, r \end{aligned}$$

Meghatározandó a termelési + szállítási költségek minimuma.

$$K = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min \quad (9)$$

A feladat feltételi rendszere analóg az egyszerű szállítási feladattal kapcsolatosan elmondottakkal, tekintetbe véve az y_i kiegyenlítő változót is. Amennyiben az egyes gyárakban valamely téglaféleség nem gyártható, a gyárnak megfelelő sorban, a típusnak megfelelő oszlopokba M-et írunk, ami egy végtelen nagy költségadatot jelent. Ebből kifolyólag értékét nem is szükséges konkretizálni, mivel az optimális programnál minimális értékű költségfüggvény meghatározására törekszünk, és M-nél minden tényleges költségadatot alacsonyabb értékűnek tekinthetünk.

Amennyiben az ország téglagyárainak átbocsátóképessége meghaladná az országos téglagigé-

* A programozott időszak folyamán beálló változások átvezetésére bizonyos határon belül mód van.

nyeket — bár ez a közeljövőben valószínűtlennek tűnik — a korábbiakhoz hasonlóan egy fiktív felhasználót iktatunk be, melynek elemeire leprogramozott mennyiségek a szabadon hagyott kapacitásokat jelentik. Amennyiben az egyes gyárak kapacitását teljesen, pontosabban bizonyos határig okvetlenül ki akarjuk használni (pl. kiváló minőségű termékei, munkaerő-problémái stb. miatt), a nekik

megfelelő sorba M-et írunk az utolsó költségelem helyére. Azért elegendő egyetlen fiktív felhasználót szerepeltetni, mert a gyártás szempontjából a téglatípusok nincsenek konkretizálva és így a szabad kapacitásokat kisméretű téglaegységben mérve kapjuk meg.

Jelen feladatunknál a számítások elvégzéséhez a következő táblázatból indulunk ki:

2. táblázat

Felhasználók	1. sz. felhasználóhely		2. sz. felhasználóhely		n. sz. felhasználóhely		Fiktív felhasználó	Kapacitás
	1. km téglá 2. ikersejt téglá		1. km téglá 2. ikersejt téglá		1. km téglá 2. ikersejt téglá			
Termelők	r. B 30 blokk		r. B 30 blokk		r. B 30 blokk			
1. sz. üzem	$C_{111} C_{112} \dots C_{11r}$		$C_{121} C_{122} \dots C_{12r}$		$C_{1n1} C_{1n2} \dots C_{1nr}$		O	a_1
2. sz. üzem	$C_{211} C_{212} \dots C_{21r}$		$C_{221} C_{222} \dots C_{22r}$		$C_{2n1} C_{2n2} \dots C_{2nr}$		M	a_2
...								
m. sz. üzem	$C_{m11} C_{m12} \dots C_{m1r}$		$C_{m21} C_{m22} \dots C_{m2r}$		$C_{mn1} C_{mn2} \dots C_{mnr}$		O	a_m
Szükséglet	$b_{11} b_{12} \dots b_{1r}$		$b_{21} b_{22} \dots b_{2r}$		$b_{n1} b_{n2} \dots b_{nr}$		P	S

ha pl. a 2. sz. üzemnél teljes kapacitás-kihasználást írunk elő.

Az alkalmazott módszer más célú felhasználhatósága

A durvakerámia áruk iránti kereslet távlati terveink szerint relatív értelemben véve csökken, abszolút értelemben mégis növekedni fog. A szükségletek kielégítése részben bővítésekkel, részben új telepítések segítségével érhető el. Ezenkívül a húszéves terv célul tűzi ki az üzemek számának csökkentését, vagyis nagyobb korszerű termelőegységek létrehozását a munkatermelékenység nagyfokú emelése mellett.

A beruházási és felújítási programok kialakításához támpontot adhatunk a matematikai módszerek alkalmazásával. A gazdaságpolitikai célkitűzések és a nyersanyag-feltételek előzetes mérlegelése alapján megállapítható, hogy fejlesztés szempontjából mely üzemek jöhetnek számításba a növekvő téglai igények kielégítéséhez. A bővítendő üzemek tervezett termelési költségei, az átbocsátóképesség fokozásához szükséges ráfordítások, valamint az így elérhető többlet-termékmennyiség üzemenként meghatározható. Ehhez hasonlóan kiszámítható a rekonstrukció szempontjából figyelembe vehető, valamint a különböző telephelyekre, és ezen belül különböző kapacitásokkal létrehozható új üzemek termékegységre eső beruházási és termelési költsége is.

Az éves- és távlati (5, 10 éves) téglai igényeket — a programozni kívánt intervallumtól függően — a megfelelő területi bontásban ismertnek tételezzük fel. Feladatunk meghatározni egy olyan optimális programot, amely ezeket az igényeket a szállítási, a termelési és a beruházási költségek népgazdasági szintű minimuma mellett elégíti ki. (Tehát azon telephelyeknél, ahol valamiféle beruházást vetünk számításba, a megfelelő sorokban a c_{ij} költségelemek az eddigi három összetevőn kívül egy negyediket, a c_{ij}^V fajlagos beruházási költséget is

kell hogy tartalmazzák). A programozásnak különösen olyan esetben van értelme, ha a modellben lehetőségként szereplő termelőkapacitások összege jóval meghaladja az iparággal szemben támasztott tényleges igényeket, vagyis amennyiben az optimális beruházási program kialakításához bő választási lehetőséget biztosítunk. A beruházási program az úgynevezett költségegyütthatók ciklikus újraszámításának módszerével határozható meg, mely a szállítási feladat ismételt optimalizálására vezethető vissza, amit a költségegyütthatók egy összetevőjének állandó módosítása tesz szükségessé.

A módszer lényege: termelőkapacitások kihasználásának, nagyságának függvényében a termelési egységköltség más és más. A termelési költségek és a termelt termékmennyiség kapcsolatának függvényeit üzemenként meghatározhatjuk:

- a meglévő üzemekre,
- a bővítésekre, (beruházási és termelési költség),
- új üzemekre.

Az így kialakult, ill. kialakított függvényeket hozzákapcsoljuk az eredetileg megalkotott modellhez.

A számításokat a következő módon végezzük el: az üzemeknek megfelelő sorokban az egységre eső szállítási költséghez soronként hozzáadjuk azt a termelési költséget, ami akkor jut egy termékegységre, ha az üzem maximális kapacitással termel. Megoldjuk így a feladatot, ekkor kiadódik az üzemek kapacitása. Ez néhány, vagy esetleg mindegyik üzemnél kisebb a maximálisnál. Meghatározzuk, hogy ebben az esetben mennyi a termékegységre eső termelési költség. Újra felírjuk a táblázatot, de most ezeket az új termelési költségeket adjuk hozzá a szállítási költségekhez. A termelési költségek egy-egy üzem viszonylatában (azaz egy sorban) természetesen ugyanazok, míg a különböző üzemeknél (termelésüktől függően) eltérhetnek.

Most újra felírjuk a megváltozott feladatot.

(Itt akkor marad egy sor változatlan, ha valamely üzem eléri az első lépésben felhasznált maximális termelést). Ehhez optimális programot keresünk, majd ebből megállapítjuk az egyes üzemek kapacitásait, azokból az egységre eső termelési költséget, és ismét átalakítjuk a feladatot. Ezt addig folytatjuk, amíg két egymás utáni lépésben ugyanazt az eredményt nem kapjuk.

Szükséges megjegyezni, hogy a módszer nem feltétlenül szolgáltat abszolút optimumot, előfordul, hogy csak egy annál kevésbé jó helyi szélsőértéket ad. A módszer annak ellenére gyakran felhasználásra kerül, mert módot ad máshogyan igen nehézkesen kezelhető problémák megoldására is, és a gyakorlat számára értékes eredményeket szolgáltat. (Alkalmaztuk pl. a betonelemgyárak távlati telepítési programjának kialakításánál). A módszer programozható.

A megoldhatóság gépi feltételei

Amint az előbbiekből látható, a komplex téglaiipari probléma egy nagyméretű szállítási feladatként (megközelítően 200·8000) fogalmazható meg, amely éppen méretei miatt az SZTV Ural—2 típusú számológépének, ill. a hazai számítógépek szűk operatív (ferrit) memóriakapacitása miatt az ismert algoritmusok segítségével közvetlenül nem oldható meg. Így dekompozíciós eljárások kereséséhez kellett folyamodnunk. Kutatásaink során megkíséreltük a feladatot a Lipták Tamás által kidolgozott dekompozíciós eljárás az ún. „kétszintű programozás” * segítségével megoldani. Ennek lényege, hogy az eredeti feladatot kisebb részfeladatokra bontja, de ugyanakkor az egyes részfeladatok megoldását összehangolja. Az eljárás lehetővé teszi, hogy az eredeti szállítási problémát olyan részfeladatok szimultán, részben egymásután végrehajtott megoldása révén közelítsük meg, amelynek méreteit lehetőleg előre korlátozhatjuk. A módszer hátránya ezzel szemben, hogy az iteráció nem szükségképpen véges, közelebből meghatározva: véges sok lépéssel csak előre adott pontossági határon belüli optimális programot szolgáltat, ezenfelül a konvergencia gyorsaságára vonatkozólag sem rendelkezünk számítástechnikai tapasztalatokkal. Elkészítettük az eljárás gépi programját, de itt a számítástechnikai lehetőségek másik korlátjába, a számítások elvégzésének nagy időigényébe ütköztünk. Az egyes iterációk óriási nagyságrendje, valamint a konvergencia lassúsága — vagyis a szükséges iterációk nagy száma — miatt megállapítottuk, hogy meglevő számítástechnikai apparátusunk mellett az adott algoritmus jelen formájában nem alkalmazható. A feladat teljes körű megoldá-

sára tehát csak a későbbiek folyamán, egy nagyobb kapacitású elektronikus számológép és más dekompozíciós eljárás kialakításával, illetve átvételével vállalkozhatunk. Szeretnénk továbbá megjegyezni, hogy a gépi megoldhatóság mellett a téglaféleségek üzemenkénti reálönköltsége* is nélkülözhetetlen kritériuma az egyes téglagyárak optimális profilkialakításának. A jelenlegi utókalkulációs rendszerben a téglaféleségek önköltségét éppen a kapacitáson belüli nagyfokú helyettesíthetőség folytán kisméretű téglaegységben kifejezve állapítják meg, melyek átszámítása a többi téglaféleségekre iparági szintű árindexek segítségével megy végbe. Ebből következik, hogy amennyiben megváltoztatjuk a gyártmányösszetételt, megváltozik az egységnyi km téglára vetített önköltség, és így az egyes téglaféleségekre kiszámított költségek is más-ként alakulnak. Az ilyen körülmények között kiszámított optimum a tényleges optimumnak csak bizonyos közelítést adja, mivel az ilyen országos szintű szorzók az egyes üzemekben a téglatípusok között fennálló tényleges gazdaságossági helyzetet nem tudják megfelelő hűséggel reprezentálni.

A szállítás- és termelésprogramozás szimultán elvégzésére jelenlegi számítógépeinken is van némi lehetőség. Számításokat végezhetünk a termelés helyének a felhasználás helyéhez való közelebb viteléhez. Ebben az esetben 2—3 téglafajta együttes — összevont ellátási feladatban való — programozására kerülhet sor. A számítások csak arra a kérdésre tudnak választ adni, hogy az országos szintű szállítási összköltség minimalizálása az egyes üzemekben milyen választék kialakítását teszi szükségessé. Meg kell jegyezni, hogy a kapott eredmény még így is szuboptimum. Tekintettel arra, hogy meglevő elektronikus számológépünkön az összes téglafajta programozása egyszerre nem oldható meg, a programozni kívánt 2—3 téglafajtára nézve tehát előre meghatározott termelőkapacitásokat kell biztosítani üzemenként vezértípusban kifejezve. A megfelelő választék csak ezen belül alakítható ki, természetesen üzemenként figyelembe véve a technikai lehetőségeket is. Mindezek ellenére a számításoktól a téglaiipar költségráfordításainak további javulását várhatjuk.

* Ennek számítására a Téglai és Cserépipari Tröszt már kutatásokat végez.

Pongrácz Tibor: A szállítás, termelés és a beruházás programozása a téglaiiparban.

Понграц, Тибор: ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ, ПРОИЗВОДСТВА И КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ В КИРПИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Pongrácz, Tibor: Transport, Produktions- und Investitionsprogramm in der Ziegelindustrie.

Pongrácz, Tibor: Programming of Delivery, Production and Investments in the Brickmaking Industry.

* Bővebben lásd: Pongrácz T.—Lipták T.: „A téglagyárak profilozása és a téglaszállítások racionalizálása matematikai programozással”. (Sokszorosítás, SzTV)

Az Egyesület VI. Közgyűlése

Egyesületünk június 15-én a Technika Házában tartotta meg VI. rendes közgyűlését, amely közel négy évvel követte az előzőt. *Szokup Lajos* építésügyi miniszterhelyettes, az Egyesület társelnöke tartott megnyitóbeszédet, ismertetve a közgyűlés célkitűzéseit és programját.

Az V. közgyűlés óta eltelt időszak folyamán végzett egyesületi tevékenységről *Dr. Talabér József* egyetemi tanár, az Egyesület főtítkára számolt be, beillesztve ezt a tevékenységet a világ tudományos és technikai fejlődésének folyton fokozódó iramába. Felvetette a kérdést, hogy miben járult hozzá az Egyesület munkája az elmúlt négy év folyamán a magyar szilikátipari tudomány és gyakorlat fejlesztéséhez, mennyire emelte ennek a különleges szakmai ágazatnak megbecsülését a hazai iparok sorában és a magyar szilikát-tudomány elismerését a baráti és kapitalista országok szilikáttudományának területén.

Bár a közgyűlés résztvevői előtt ismeretes volt, hogy Egyesületünk munkája az elmúlt négy év folyamán is hathatósan hozzájárult ahhoz, hogy a világ megismerje és elismerje szakmai tudományos erőfeszítéseinket és hogy iparvezetéseink számos, az iparfejlesztés elé toronyosuló akadályt leküzdjenek, mégis és talán éppen ezért mély benyomást keltett a főtítkári beszámoló azon kritikai megállapítása, hogy az Egyesület vezetésében bizonyos elfáradás, egyhangúság és sablonosság vált érezhetővé. Ezzel kapcsolatban helyesen állapította meg a beszámoló, hogy a hanyatlás egyetlen ellenszere a szakmai tudomány és iparágak területén dolgozó fiatal kartársaknak az egyesületi munkába való minél intenzívebb bevonása lehet. A közgyűlés előtti napon, a „Fiatal műszakiak konferenciája” keretében minden szilikátipari ágazat területén tartott előadások komoly tartalma és kétségtelen sikere igazolta ezt a megállapítást. Egyesületünk fiatal tagjai minden bizonnyal rátermettek arra, hogy az alapítók munkáját folytassák, eredményeiket tovább fejlesszék.

A főtítkári beszámoló sikeresnek jellemezte a szakosztályoknak klubnapi előadásokban, vidéki és külföldi tanulmányutak szervezésében kifejtett munkáját. Elismeréssel szólt a beszámolási időszakban megtartott VII. és VIII. Szilikátipari Konferencia jelentős hazai és nemzetközi visszhangjáról. Az Egyesület folyóiratának, az „Építőanyag”-nak formai és tartalmi kérdéseivel kapcsolatban felmerült észrevételek felsorolása után a beszámoló megállapította, hogy azok mind a lap érdekeit szolgálják éppen úgy, mint az Egyesület vezetőségének és a lap szerkesztő bizottságának állandó törekvése arra, hogy az „Építőanyag” Egyesületünk

magasszínvonalú orgánuma, tagjainknak és külföldi barátainknak hű tájékoztatója legyen.

Az Egyesület szakosztályainak és bizottságainak munkáját értékelve a beszámoló rámutatott arra, hogy a munkabizottságok működését élénkebbé, céltudatosabbá kell tenni. Kisebb szakértő-csoportoknak munkabizottságokba tömörítése ugyanis elismerten hatékony módja egyes tudományos és gyakorlati kérdéseknek kidolgozására.

A vidéki csoportok működését illetően a beszámoló szükségesnek ítélte mind a helyi szervezetek saját munkájának megerősítését, mind ennek a munkának hatékonyabb támogatását az egyesületi központból.

Ezután *Dr. Fitz Tamás*, az Egyesület Gazdasági Bizottságának vezetője számolt be az Egyesület gazdálkodásáról a két közgyűlés között és javaslatot tett a felgyülemlett pénztartalékok hovaforodítására.

A beszámolókat hozzászólások követték. 14 hozzászólás hangzott el, számos hasznos észrevétel és értékes indítvány felvetésével. A Közgyűlés ezután — meghallgatva a főtítkárnak az indítványokra adott választ — a lelépő tisztikárnak a felmentést egyhangúlag megadta, majd helybenhagyta az elnökség által előterjesztett alapszabálmódosítást és határozati javaslatokat. Ezt követően az elnök közölte, hogy az Építésügyi Miniszter az Egyesület vezetésében tanúsított kiváló eredményeik elismeréséül *Dr. Bereczky Endre* társelnöknek, *Dr. Talabér József* főtítkárnak, *Molnár Gyula* finomkerámiai szakosztály vezetőségi tagjának és *Pál Dezsőné* egyesületi titkárnak az „Építőipar kiváló dolgozója” kitüntetést adományozta. Az Egyesület Elnöksége pedig pénzzjutalmak kiutalásával honorálta a szakosztályok és bizottságok keretében működő több tagjainak áldozatos társadalmi munkáját.

A Közgyűlés — rátérve az új tisztikar megválasztására — *Dr. Korach Mór* akademikust, *Dr. Bereczky Endre* egyetemi tanárt az Egyesület tiszteletbeli elnökévé, *Szokup Lajos* építésügyi miniszterhelyettes az egyesület elnökévé, *Dr. Talabér József* egyetemi tanárt a Szilikátipari Központi Kutató Intézet igazgatóját főtítkárrá, *Grofesik Elemért*, a Kőbányai Porcelángyár főmérnökét és *Baritz Árpádot*, az É.M. Műszaki Fejlesztési Főosztálya főmérnökét főtítkár-helyettesekké egyhangúlag megválasztotta. Ugyancsak megválasztotta a választmány az elnökség, az ügyvezető elnökség, valamint a szakosztályok és bizottságok tagjait. Mind a választás részletes eredményéről, mind a Közgyűlésen elhangzottakról későbbi számunkban további tájékoztatást adunk.

A Közgyűlés *Szokup Lajos* elnöki zárószavával ért véget.

Fiatal Műszakiak Konferenciája

Egyesületünk, VI. Közgyűlése alkalmával, mintegy annak bevezetéseként, június 14-én megrendezte a KISZ Központi Bizottságával karöltve a Fiatal Műszakiak Konferenciáját. Hasonló rendezvény már az előző közgyűléssel kapcsolatban is komoly erkölcsi sikert hozott úgy, hogy Vezetőségünk ismét bátran igénybe vette Egyesületünk fiatal tagjainak ezt a seregszemléjét, erőnk és jövőbeli fejlődésünk biztosítékának kimutatására.

A konferencián, a szakosztályoknak megfelelő 6 szekcióban 22 előadás hangzott el, olyan komoly témakörökben és olyan tárgyi elmélyedést demonstrálva, ami mind az előadók, mind a konferencia rendezősége számára az Egyesület vezetőségének és tagjainak egyhangú elismerését biztosította.

A Konferencia sikerére jellemző, hogy az előadások olyan nagy érdeklődést keltettek és élénk vitát váltottak ki, amely a hallgatóságot jóval a tervezett időn túl együtt tartotta.

A Konferencián 70 külföldi résztvevő volt, akik az alább közölt előadások valamelyikén szintén aktívan közreműködtek hozzászólásaikkal, saját tapasztalataik ismertetésével és különböző kérdések feltevésével.

A konferencián a következő előadások hangzottak el:

Cementszakosztály

Kolostori János „Cementgyári automatizálási lehetőségek, irodalmi feldolgozás alapján”, *Ördög Dénes* „Karbonátbontásos kemencék üzemi vizsgálata, füst-

gázelemzés alapján”, Dr. Zsembéri László „Újabb eredmények a hidraulikus kötőanyagok (cementek) reakciósebességének vizsgálatában, a gipsz textúrájának függvényében”.

Durvakerámiai szakosztály

Almás Károly „Műszerezési és automatizálási lehetőségek a téglaiiparban”, Kóti Imre „Szárítási és üzemi viszonyok vizsgálata hulladékóval üzemeltetett csatorna-szárítós üzemben”, Péter Gyula „Présor készítése sajtolt termékekhez a kerámiaiparban”, Szőke György „A durvakerámia helye az építőiparban”.

Finomkerámiai szakosztály

Grosch Béla „A nagytestű szigetelőgyártás tapasztalatai”, Gruber Péter „Porlasztásos szárítás”, Lenkei Györgyné „Finomkerámiai öntőiszapok reológiai vizsgálata”, Stier János „Alagútkemencék kapacitásának növelése”.

Kő- és kavicsszakosztály

Dóra László „Gépészeti és TMK munkák irányítása nagyteljesítményű kőbányaüzemben”, Kollár Er-

vin „A robbantási munkák korszerűsítése a kőbányákban”, Kósa Péter „A kavicsbányászat néhány korszerű technológiai eljárása”, Lingauer János „A kő- és kavicsipar időszerű feladatai a geológia és az anyagvizsgálat terén”.

Üvegipari szakosztály

Bálint Sándor „Üvegolvasztókemencék műszerezése és automatizálása”, Paulik István „Különleges biztonsági üvegek gyártása”, Somody Árpád „Szekunder hólyagképződés az üvegolvadékban”, Wilwerger Ferenc „Húzott síkúveg kristályosodásának problémái és azok megoldása”.

Közgazdasági szakosztály

Mátrai Ferenc: „Faktoranalízis felhasználása a szilikátipari üzemek összehasonlítására”, Dr. Hegedűs Miklós „A termelékenység közvetlen mérése a téglai és cserépiparban”, Tarnai János „A műszaki ügyvitel egyes területeinek szervezése és gépesítése a szilikátiparban”.

AZ ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

SZTROITELNŪE MATERIALŪ

1965. 8. sz.

Szinicskin, K. P.—Szorocsisin, A. G.—Martiroszov, A. H.: Berendezés a keresztirányban hullámosított, üvegszálerősítésű műanyag folyamatos gyártására (p. 18—19, á: 3)

A keresztirányban hullámos, üvegszálerősítésű műanyag folyamatos gyártási technológiája a következőkből áll: a kötőanyag elkészítése, a folyamatos üvegszövet kialakítása és átítatása a kötőanyaggal, az üvegszövet-kötőeg kialakítása a kötőanyaggal, az üvegszövet-kötőeg kialakítása, formázása és a szelek levágása. A kialakított berendezésen a kívánt magasságú és vastagságú, 820 kg/cm² húzószilárdságú, 1,6 g/cm³ fajsúlyú és 0,27% vízfelvételi gyártmányok állíthatók elő.

Dorononokov, I. M.—Dusina, E. M.—Fiszkina, R. Ja.: Furilgyanta- és ásványi töltőanyag alapú, korróziógátló polimerhabares (p. 23, t: 1)

Vegyipari üzemek építésénél igen nagy szerepük van a savak, lúgok és szerves oldószerek hatásával szemben ellenálló furilgyantáknak, amelyeknek nyersanyagbázisa nem korlátozott. Az FL—1, F—10 és FL—2M típusú furilgyanta-lakk-alapú korróziógátló anyagok — polimerhabaresok — előállítására a beton és a cement-homok-habares készítésére alkalmazott berendezésen történik, a vegyszerálló ásványi töltőanyagoknak furilkötőanyaggal és szilárdítóval való egyszerű összekeverése útján.

Dubrovina, N. I.—Pinszkij, V. Sz.—Szoroker, V. I.: A sejtbeton panelek nyersanyagának minősége és a panelek repedésállósága a gözölés folyamán (p. 25—27, á: 3, t: 1)

A nyersanyagok minősége nagymértékben meghatározza a nagyméretű sejtbeton-gyártmányok repedésállóságát az autokláv-kezelés folyamán. A repedésállóságot károsan befolyásolja a hidraulikus adalékként használt kovaföld, ezért az autoklávban szilárdított nagyméretű gyártmányok készítésénél kovaföldadalek nélküli cementet kell használni. A homok fujagos felületének 3000 cm²/g fölé való emelése mikrorepedések képződését eredményezi, amikor az autoklávban emelkedik a hőmérséklet. A homok agyagos és egyéb porulakú anyagtartalma keresztirányú repedések képződéséhez vezet.

Bljumen, L. M.—Butt, Ju. M.—Vorobjev, H. Sz.: A mész-belit kötőanyag előállítása és sajátosságai (p. 29—31, á: 4, t: 5)

A kalciumoxidból és szilikátanyagokból (belitből) álló kötőanyag igen hatásosan használható fel a nagyszilárdságú, autoklávban szilárdított mészhomok-betongyártmányok, elsősorban a sejtbeton-termékek gyártásában, amelyeknek szilárdsága megközelíti a 100 kg/cm²-t, 650—750 kg/m³ térfogatsúly mellett. A mész-belit kötőanyag a mesterséges, porulakú mészkő-homok keverékek vagy természetes, elhomokosodott és elmárgásodott mészkövek égetése útján állítható elő.

Budnikov, P. P.—Gajvaronszkij, Sz. Ja.—Petron, L. K.: A gázközeg szerepe a karamzit sejtes szerkezetének kialakulásában (p. 3233, á: 2, t: 3)

A karamzit sejtes szerkezetének kialakulását az agyagban levő szerves idegen anyagok elemi széntartalma és a vasoxidok közötti reakció segíti elő. A karamzítanak kis olvadáspontú agyagokból való előállításakor az szükséges, hogy égetéskor a vasoxid vasoxidulba menjen át, amit a karamzit pórusaiban a redukáló gázközeg segít elő. Ilyen gázközeg akkor alakul ki, amikor az agyag 1,5—2% elemi szént tartalmaz. A nagymennyiségű elemi szént tartalmazó szerves anyagok bevitelével javítható a kis olvadáspontú agyagok duzzadása.

SZTROITELNŪE MATERIALŪ

1965. 9. sz.

Gorburonova, A.—Lazgunova, E.—Stamm, B.: Alapnélküli linóleum szalaggyártása hengersizítő módszerrel (p. 2—3, á: 1)

A nagy hatásfokú padlóburkoló anyagok előállítása komoly feladat elő állítja a szakembereket. E feladatokkal kapcsolatos egyik probléma megoldására dolgoztak ki egy futószalagot az alapnélküli linóleumnak hengersizítő módszerrel való előállítására. Ez a szalag keverékből, hengerekből, Z-alakú négyhengeres kulanderből, továbbá vágó- és tekerelő-csomagoló berendezésekből áll. Évi telje-

sítménye 2,85 millió m². A linóleum gyártástechnológiájának alapja a hengersímító eljárás, amely a nagytelítettségű kompozíciók feldolgozását biztosító univerzális módszer.

Vatazsina, V.—Vüsegorodszkaja, R.—Demina, E.: „Gernit” légzáró anyag (p. 3—4)

A polikloropren-kaucsuk — nairit — alapú „gernit” légzáró anyag kb. 3 m hosszú, 20—60 mm átmérőjű, vízzáró felülettel rendelkező porózus fonatokból áll. Térfogatsúlya 0,3—0,6 g/cm³. Nagy deformálódó képességgel rendelkezik. A kísérletek szerint a „gernit” nem csupán a nagypaneles építés légelzáró anyagaként használható, hanem alagútlétesítményekben az egyes elemek közötti illesztések tömítésé-
ként is. A „Gernit” légzáró betétek ipari gyártása megkezdődött.

Dvojnicskov, Sz.: Kapronháló az aszbesztcement-szuszenzió szűrésére (p. 7)

Az aszbesztcement-termékek gyártásánál a sárgaréz szűrőháló helyett sikeresen használható a 0,25—0,28 mm vastag szálakból álló kapronháló, amelynek szélessége 150 cm. Szűrőképesség szempontjából teljesen megfelel az aszbesztcement-csővek gyártástechnológia előírásainak, továbbá szilárdság és élettartam szempontjából sem marad el a sárgarézháló mögött. A kapronháló berendezések teljesítménye nem csökken, a gyártmányok minősége pedig megfelel a szabványelőírásoknak. Hátránya: kis szélessége miatt az egyes kapronháló darabokat össze kell varrni.

Panferov, K.—Abasidze, G.—Pflaumer, O.: Az öregedés hatása az üvegszál erősítésű műanyagok fiziko-mechanikai sajátságaira (p. 9—10, 1 : 2)

Az üvegszál erősítésű műanyagok felhasználásával készülő szerkezetek tervezésénél feltétlenül figye-

lembe kell venni az atmoszfériaiak hatására bekövetkező öregedési folyamatokat és a fiziko-mechanikai sajátságok megváltozását. Az atmoszfériahatások az ultrabolya-sugárzástól, a nagyon magas és nagyon alacsony hőmérsékletekből, a csapadékokból, eróziós folyamatokból és egyéb tényezőkből tevődnek össze. Az üvegszál erősítésű műanyagok atmoszfériaiállósága nagymértékben függ az adott objektumok területi elhelyezkedésétől. Az öregedésvizsgálatra két módszer alkalmazható: a természetes légköri viszonyok között való kitét és a vegerométeres (mesterséges időjárás-kamra) módszer.

Glozman, F.: Nagyméretű téglablokkok (p. 14—15)

Főként a mezőgazdasági építkezéseknél eredményesen alkalmazhatók a nagyméretű téglablokkok. Egy blokk maximális súlya 450 kg, vastagsága 380, 510 és 640 mm, hosszúsága max. 3000 mm, magassága pedig 1650 mm. Különböző típusméretekben állíthatók elő ezek a blokkok, a gyártóberendezés megváltoztatása nélkül. Előállításukhoz legcélszerűbb a félszáraz préselésű téglát alkalmazása. Előnyük, hogy bonyolultabb berendezés nélkül és kis területen elkészíthetők.

Kamerloh, N.—Levin, N.: A nagyszilárdságú gáz-salakbeton fiziko-mechanikai sajátságai. (p. 22—24, á : 4, t : 2.)

Örölt, granutált salakokból, aktivált anyagok és örölt kvarehomok hozzáadásával egy sejtbetonfajta — nagyszilárdságú cement-nélküli gáz-salakbeton — állítható elő. Gyártástechnológiájának alapfeltételei a kiindulási anyagok optimális aránya és a szilikátkomponens, a kvarehomok nagy örlés-finomsága. A vizsgálatok alapján ez a nagyszilárdságú gáz-salakbeton elég hosszú élettartamú anyag,

és szilárdsága is kielégítő. A sejtbetonokra jellemző hátrányos sajátság, a nagy repedezési hajlam — ennek az anyagnak is tulajdonsága. Mindazonáltal, minthogy megfelel az előírásoknak, teherhordó szerkezeti elemekhez alkalmazható.

Folzszenszkij, A.—Venec, A.: A kalciumszulfát módosulatának száma. (p. 28—29.)

A kalciumszulfát különböző módosulatának felépítésével és sajátosságaival kapcsolatban sokrétű kutatómunka folyt, ami különböző eredményekkel zárult. A módosulatok számával kapcsolatban különböző szerzők által végzett vizsgálatok eredményeit összehasonlítva az a következtetés vonható le, hogy minden valószínűség szerint mindössze négy önálló vízes és vízmentes modifikációja van a kalciumszulfátnak, és pedig: 1. két molekula kristályvíz-tartalmú gipsz, 2. fél molekula kristályvíz-tartalmú gipsz, 3. gamma-anhidrit és 4. oldhatatlan anhidrit vagy béta-anhidrit.

Cemmerling, G.—Asztanin, V.—Ahtjamov, Ja.: A duzzasztott vermikulit és a vermikulitgyártmányok készítésének technológiája. (p. 19—21, á : 6.)

Az egyik leghatékonyabb hőszigetelő anyag, a duzzasztott vermikulit előállítására több módszert alkalmaznak (nedves, száraz és félszáraz eljárást). Ezek közül legalkalmasabbnak a félszáraz módszert találták, amelynél a vermikulitgyártmányok előállítása víz-üvegalapon, nátriumszilikofluorittal történik, elektromos előmelegítés alkalmazása mellett. Ez a módszer egyszerű, a technológiai folyamat elég rövid ideig tart, és lehetővé teszi az egész gyártósor automatizálását. A gyártástechnológiai folyamatot alkotó műveletek: az anyagok adagolása, a formázó keverékek elkészítése, a gyártmányok formázása és hőkezelése.

É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Dr. Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin krt. 9—11 Telefon: 221-285

Felelős kiadó: Sala Sándor

66., 6. 1191 Révai Nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.

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

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P. O. B. 149. Budapest 62

Előfizetési díj: ¼ évre 13,—Ft; félévre 36,—Ft; egyes szám ára: 6,—Ft. — Csekkszámolás egyéni 61.252; közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

A ma tudománya — a holnap technikája!

Olvassa rendszeresen műszaki-tudományos szaklapjainkat!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Bányászati Lapok	Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Bőr- és Cipőtechnika	Kép- és Hangtechnika
Elektrotechnika	Kohászati Lapok
Energia és Atomtechnika	Közlekedéstudományi Szemle
Élelmezési Ipar	Magyar Építőipar
Építőanyag	Magyar Grafika
Épületgépészet	Magyar Kémiai Folyóirat
Az Erdő	Magyar Kémikusok Lapja
Faipar	Magyar Textiltechnika
Finommechanika	Mélyépitéstudományi Szemle
Fizikai Szemle	Mérés és Automatika
Gép	Műanyag és Gumi
Gépgyártástechnológia	Műszaki Élet
Hidrológiai Közöny	Öntöde
Híradástechnika	Papíripar
Ipari Energiagazdálkodás	Városépítés
Ipargazdaság	Villamosság

Fenti kiadványaink előfizethetők

minden postahivatalban,

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

Példányonként kaphatók:

V., Váci utca 10.

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti Hírlapboltokban,

ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetők.

Hirdetéseket felvesz a Lapkiadó Vállalat hirdetési osztálya,

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

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

ÚJDONSÁGOK:

Dr. Talabér József szerk.:

CEMENTIPARI KÉZIKÖNYV

750 oldal, 410 ábra, kve. 129,— Ft.

Hodorov, E. I.:

**CEMENTKLINKER ELŐÁLLÍTÁSÁNAK
KORSZERŰ TECHNOLÓGIÁJA**

164 oldal, 31 ábra, fve. 16,— Ft.

Czagány István:

**A BUDAVÁRI PALOTA ÉS A SZENT GYÖRGY
TÉRI ÉPÜLETEK**

194 oldal, 214 ábra, kve. 35,— Ft.

Dr. Havas Judit—Kocsis Ferenc:

KORSZERŰ ÉPÍTÉSSZERVEZÉS

164 oldal, 47 ábra, fve. 20,— Ft.

Lewicki, Bohdan:

**LAKÓHÁZAK ÉPÍTÉSE ELŐREGYÁRTOTT
NAGYELEMEKBŐL**

588 oldal, 522 ábra, kve. 99,— Ft.

Palotás László szerk.:

MÉRNÖKI KÉZIKÖNYV 5. kötet

1216 oldal, 1255 ábra, kve. 180,— Ft.

Sámsondi Kiss Béla:

SZÖVETSZERKEZETES ÉPÜLETEK

160 oldal, 106 ábra, kve. 61,— Ft.

Szentkirályi Zoltán—Détszy Mihály:

AZ ÉPÍTÉSZET RÖVID TÖRTÉNETE

3. javított kiadás

536 oldal, 1260 ábra, kve. 76,— Ft.

Twarowski, Mieczyslaw:

NAPFÉNY ÉS ÉPÍTÉSZET

176 oldal, 372 ábra, kve. 65,— Ft.

A KÖZELJÖVŐBEN MEGJELENIK:

Makkos Alajos—Sasfi Imre:

ÉPÍTŐIPARI ANYAGMOZGATÓ GÉPEK

Ipari Szakkönyvtár

kb. 400 oldal, fve kb. 24,50 Ft,

kve. kb. 26,— Ft.

Timoshenko, S.—Weinowsky-Krieger, S.:

LEMEZEK ÉS HÉJAK ELMÉLETE

kb. 580 oldal, kve. kb. 100,— Ft.

Volkonszkij—Konovalov—Makarev:

MINERALIZÁTOROK A CEMENTIPARBAN

kb. 180 oldal, kve. kb. 35,— Ft.

Szapozsnyikov, M. Ja.:

**VASBETONSZERKEZETEK ÉS HŐSZIGETELŐ
PANELEK GYÁRTÓ BERENDEZÉSEI**

kb. 210 oldal, kve. kb. 40,— Ft.

Beszerezhető:

**AZ ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN**

Szakkbolt:

Budapest, XI., Bartók B. út 15.
TECHNIKA KÖNYVESBOLT

Hir Alajos:

ÉPÍTŐK ZSEBKÖNYVE

kb. 720 oldal, kve. kb. 50,— Ft.