

302.935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

5

17. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1965. MÁJUS

SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szokup Lajos</i> : Szilikátiparunk fejlődése a felszabadulás óta	153
<i>Schwiete, H. E.—Ludwig, U.—Müller, P.</i> : Vizsgálatok kalcium-alumináthidrátokkal	157
<i>Rosa, J.</i> : A háromlépcsős klinkerégetés	171
<i>Gémesi József</i> : Az ultrahangenergia alkalmazásának határai és lehetőségei a szilikátiparban és a szilikátipari kutatásban ...	184
<i>Gálos Miklós—Kürti István</i> : Kőzetek szilárdsági vizsgálata alaktest benyomásával	188
Londoni symposium a külfejtéses bányászat kérdéseiről	193
Egyesületi élet, VIII. Szilikátipari Konferencia	192, 196
Az Építésügyi Dokumentációs Iroda Külföldi lapszemléje	198

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сокуп Лайош</i> : Развитие венгерской силикатной промышленности с освобождения	153
<i>Швиете, Х. Е.</i> : Исследование гидроалюминатов кальция	157
<i>Роса Йозеф</i> : Трехступенчатый обжиг клинкера	171
<i>Гемеш Ижозеф</i> : Возможности и границы применения ультразвуковой энергии в силикатной промышленности и силикатных исследованиях	184
<i>Галош Миклош—Курти Иштван</i> : Испытание прочности пород по методу вдавливания тела	188
Лондонский симпозиум по вопросам внешней скрепы карьеров ...	193
Вести из Общества	192, 198

I N H A L T

<i>Szokup, Lajos</i> : Entwicklung der heimischen Silikatindustrie seit 1945	153
<i>Schwiete, H. E.</i> : Untersuchungen an Kalziumaluminathydraten	157
<i>Rosa, Josef</i> : Klinkerbrennen in drei Stufen	171
<i>Gémesi, József</i> : Grenzen und Möglichkeit der Anwendung vom Ultraschall in der Silikatindustrie und in der Silikatforschung	184
<i>Gálos, Miklós—Kürti, István</i> : Bestimmung der Festigkeit von Gesteinen mittels Einpressens von Formkörpern	188
Symposium zu London betreffs der Fragen des Tagebaus	193
Vereinsnachrichten, Konferenznachrichten	192, 196

C O N T E N T S

<i>Szokup, Lajos</i> : The Development of the Hungarian Silicate Industry since our Liberation	153
<i>Schwiete, H. E.</i> : Investigation on Calcium Aluminate Hydrates	157
<i>Rosa, Josef</i> : Three-Stage Clinker Burning	171
<i>Gémesi, József</i> : Limits and Possibilities of the Application of Ultrasonic Energy in the Silicate Industry and Silicate Research	184
<i>Gálos, Miklós—Kürti, István</i> : Strength Testing of Rocks by Indentation Test	188
Symposium on Opencast Mining, London, 1964.	193
News of the Society and of the Silicate Conference	192, 196

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

*

Főszerkesztő:

Dr. Korach Mór

*

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztőbizottság:

Dr. Beke 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:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

*

Felelős kiadó:

Solt Sándor

Megjelenik havonként

ÉPÍTŐANYAG

17. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

Szilikátiparunk fejlődése a felszabadulás óta

SZOKUP LAJOS

Húsz év telt el azóta, hogy a második világháború befejeződött, hazánk felszabadult a fasiszta elnyomás alól és egy új korszak vette kezdetét népünk történetében.

Ez a nevezetes évforduló alkalmat ad arra, hogy mérleget készítsünk tevékenységünkről; hogyan járultunk hozzá ahhoz az általános, nagyarányú országépítő munkához, ami ezen idő alatt hazánkban végbement. Ezt a húsz évet a magyar nép nehéz örökséggel kezdte, csaknem félmillió magyar esett áldozatul az értelmetlen, bűnös háborúnak. Az ország romhalmaz volt, elpusztult az ipari berendezéseink fele, a közlekedési eszközök jelentős részét, kb. 90%-át elrabolták vagy megsemmisítették. A pusztításon túlmenően az ország gazdaságát feudális maradványok terheltek, ipara korszerűtlen, gyenge, mezőgazdasága elmaradott volt.

Húsz év nem nagy idő, de ez a két évtized évszázados elmaradást pótol az ország fejlődésében. Míg 1913-tól 1938-ig az ipari termelés mindössze 28%-kal növekedett, addig 1949-től 1963-ig négy és félszeresére nőtt. Mintegy 190 milliárdos beruházás eredményeként 100 új gyár épült és a meglevő gyárak nagyrésze újjáépítésre került.

1935-ben a mezőgazdaságban összesen 7 ezer traktor dolgozott. Ma 54 ezer traktor és 7 ezer kombajn segíti a szocialista útra lépett parasztság munkáját. A fejlődés eredményeként a munkások reáljövedelme 80 %-kal a parasztok 1 főre jutó fogyasztásának reálértéke 70%-kal nőtt.

A lakosság fogyasztása az utóbbi években több mint kétszerese volt az 1949 évének. Ez a néhány adat a teljességre való törekvés nélkül utal arra a nagyarányú munkára, amit a két évtized alatt elvégeztünk, amely munka végzése közben meg kellett küzdenünk népünk külső és belső ellenségeivel, az elmaradottsággal, valamint saját gyengeségünkkel, tapasztalatlanságunkkal és hibáinkkal is.

Ebbe a nagyarányú forradalmi változásba szervesen illeszkedett a szilikátipar fejlődése is, sőt helyzetét tekintve feladata még nagyobb volt, hiszen a felszabadulás előtt — még hazai viszonylatban is — jelentős része a legelmaradottabb iparágak közé tartozott. Az üzemek korszerűtlenek voltak, műszaki színvonaluk messze elmaradt az egyéb iparágak mögött. Miután munkaerő bőven állt rendelkezésre és a munkabérek alacsonyak voltak, így a gyárak tulajdonosai a legmunka-

igényesebb és legnehezebb munkák gépesítését sem valósították meg. Az üzemeltetés idényjellegű volt, az iparágak jelentős részében és a téli üzemleállítások bizonytalanná tették az itt dolgozó munkások helyzetét. A szociális ellátást elhanyagolták, a munkavédelmi, biztonsági berendezések rendkívül hiányosak voltak. Az iparágak közül viszonylag a cementipar műszaki színvonala volt a legmagasabb annak ellenére, hogy valamennyi cementgyár még az első világháború előtt létesült. Elmaradt volt a mészkőbányák, valamint a mélyépítési és építőköbányák színvonala is; kézitermelés folyt valamennyi kőbányában, a kavicsbányászat 4 db elavult kotrógéppel történt, amelyek életkora 25 és 60 év között váltakozott. A második világháborús károk az építőanyagipar helyzetét tovább súlyosbították.

A szilikátipar termelési volumenének fejlődése valamivel magasabb, mint az állami iparban elért fejlődés: az 1949. évének közel ötszörösére emelkedett. Ezen belül számos új termék gyártását valósítottuk meg a könnyűbeton és szigetelőanyaggyártásban, a finomkerámiaiparban a híradástechnikai kerámiák, a speciális csiszolókorongok, műszaki porcelánok nagyüzemű, nagy sorozatban történő gyártását, a vázkerámia elemek gyártását, az üvegiparban speciális híradástechnikai, hőálló és biztonsági üvegek, valamint az üvegcső gyártását stb.

A szilikátipar fentiekben vázolt fejlődése sem tette lehetővé az állami építőipar és a lakosság építőanyag igényeinek teljes kielégítését. Nem tudtuk kiküszöbölni, hogy egyes építőanyagokban időszakonként ne lépjenek fel hiányok. Ez részben arra vezethető vissza, hogy az építőipar termelésének bővítése — különösen az iparosítás időszakában, amikor munkaerő még bőven áll rendelkezésre — rugalmasabb és gyorsabb volt, ugyanakkor az építőanyagipar termelésének jelentős bővítése több évet igényel.

A lakosság életszínvonalának rohamos emelkedése jelentősen növelte az igényt a szilikátipar által gyártott fogyasztási cikkekkel szemben is. Megnőtt a kereslet a jó minőségű, tetszetős üveg és kerámiaipar által gyártott háztartási és díszműárak iránt. Ezeket az igényeket a gyárakban végrehajtott nagymértékű fejlesztés ellenére sem tudtuk kielégíteni.

A termelés bővítését az építőanyagiparban nagymértékben segítette elő az ipar fejlesztésére

20 év alatt fordított mintegy 10 milliárd Ft beruházás. Ezen belül a szilikátiparban nyolc új gyár létesült és 30 gyár rekonstrukcióját hajtottuk végre. Ezenkívül szinte valamennyi gyár gépi berendezéseit kisebb-nagyobb mértékben korszerűsítettük. A jelentősebb új gyárak: a Dunai Cement és Mészmű, a Hejőcsabai Cement és Mészmű, az Orosházi Üveggyár, Berentei Gázbetongyár. Ezenkívül új kő- és kavicsbányákat is létesítettünk, mint az uzsai, tarcali és csepeli, nyékládházi bányák. Az új gyárak létesítésével és a meglevő gyárak rekonstrukciója során jelentősen javultak a dolgozók munkakörülményei is. Az alkalmazott technológiák lényegesen kevesebb és könnyebb fizikai munkát igényelnek a dolgozóktól, mint a felszabadulás előtt. E téren egyik legjelentősebb változás a nyersanyag kitermelés gépesítése, melynek eredményeként a kő, kavics és agyagbányák mintegy 90%-ában megszűnt a kézimunka. A gyárak rekonstruálása során nagy gondot fordítottunk az egészségre ártalmas munkakörülmények megjavítására.

Üzemeinkben a felszabadulás előtt a szociális létesítményekkel való ellátottság rendkívül alacsony fokú volt. Az új gyárak létesítése és a rekonstrukciók során mindenütt figyelembe vettük a szociális normákat, a régi gyárakban folyamatosan igyekeztünk az e téren fennállott elmaradottságot megszüntetni.

A termelés bővítése lehetővé tette, hogy a hazai igények kielégítése mellett a szilikátipar hozzájáruljon termékeivel a népgazdaság exportjához. A szilikátipari termékek exportja általában gazdaságosnak mondható, a felszabadulás óta a hagyományos exportcikkek mellett új exporttermékeink is keletkeztek, ilyenek: híradástechnikai kerámiák, műszaki porcelánok, laboratóriumi üvegárúk, síküveg.

Jelentősen megnőtt a háború előtti exportcikkeink termelési volumene a finom üvegárúkban, herendi porcelánban és nagymértékben járulunk hozzá más iparágak, elsősorban az élelmiszeripar és gyógyszeripar exportjának fokozásához, palackok, konzervüvegek, ampullák és fiolák szállítással. Cement exportunk 1965. évben meghaladja az 1938. évi teljes cementtermelés volumenét.

A termelés növelése mellett rendkívül fontos az a kérdés, hogy milyen műszaki színvonalon történt annak végrehajtása. Ezt legjobban a termelékenységben bekövetkezett változás tükrözi vissza. Az építőanyagipar egészére nézve az élő munka termelékenysége jelentősen nőtt, ennek eredményeképpen a termelés emelkedésének kétharmadát a termelékenység növekedéséből biztosítottuk.

A termelékenységemelkedés fő forrása a fentiekben már vázolt beruházási és felújítási eszközökből végrehajtott fejlesztéseken kívül a szilikátiparban dolgozó fizikai és szellemi munkások munkához való viszonyában és szakmai képzésében beállott változásokra vezethetők vissza.

A tudományos és műszaki fejlődés bázisait képezik elsősorban azok az intézmények, amelyek

a felszabadulás után létesültek és egyrészt szilikátipari szakkaderek képzését végzik, másrészt a kutatás, tervezés feladatait látják el. Ilyen a Veszprémi Vegyipari Egyetem, az Építőanyagipari Technikum, amely 1962-től felsőfokú technikummá alakult át, a Budapesti Műszaki Egyetemen a specializált szilikátipari szakkaderek képzésének megindítása. Ezen felsőfokú és középfokú oktatási intézmények létrehozása és bővítése eredményeként a szilikátiparban foglalkoztatott mérnökök száma 1952-höz viszonyítva, amikor a szilikátiparban összesen 123 fő volt foglalkoztatva, közel ötszörösére növekedett. Figyelembe véve az irányításban, kutatásban és tervezésben dolgozó mérnökök számát is, ma a szilikátiparban foglalkoztatott mérnökök száma 600 fő. A megjelölt feladatok kellő színvonalon történő végrehajtása érdekében létrehoztuk a szilikátipar központi szervezeteit, amelyek közül legjelentősebb az 1953-ban létesült Építőanyagipari Központi Kutatóintézet és az „Iparterv” keretén belül működő technológiai tervező iroda. Ezek mellett szilikátipari kutatási és szervezési feladatokkal foglalkozik még az Építéstudományi Intézet és az Építésgazdasági és Szervezési Intézet.

Az elmondottak a szilikátipar általános fejlődésének nagyságrendjére utalnak. Az ide tartozó iparágak különbözősége miatt a helyzet részleteiből vizsgálatra csak iparáganként lehetséges, a fejlődést legjobban visszatükröző néhány mutató változásának ismertetésével.

A téglaiiparban a felszabadulás után eltelt időszakban a termelés volumene közel háromszorosára növekedett, s e növekedés mellett jelentősen fokozódott a termelés koncentráltasága is. A felszabadulás előtt egy téglagyárra eső termelés 2,2 millió db téglát volt, 1964-ben ez közel 10 millióra növekedett. Magyarország téglaiipara — nemzetközi összehasonlítás alapján — a mennyiségileg sokat termelő országok csoportjába tartozik, az egy lakosra jutó téglatermelés tekintetében Európában Belgium után a második helyen áll.

A gyártástechnológia területén igen jelentős előrehaladás következett be a gyárak különféle mértékű korszerűsítése, rekonstrukciója révén. A termelés két fő folyamata a nyersgyártás és égetés. Ezek közül különösen az első vonatkozásában következett be fejlődés: az agyagfejtés, agyagszállítás, téglasajtolás és levágás, nyersáru szállítási munkafolyamatok gépesítése útján. Nem sikerült azonban eddig alapvető változást elérni az égetési munkák — ezen belül a behordás, rakás, égetés, kihordás gépesítésének területén.

Néhány összehasonlító adattal jellemezhető a fejlődés mértéke. Megbízható számaink ilyen vonatkozásban csak 1951 óta vannak, azért az akkori adatokat lehet egybevetni a maiakkal.

	1951.	1964.
Géppel termelt agyag	33,4 %	84,5 %
Téglalevágás félautomatával	49,0	100,0
Téglaprések teljesítménye . . .	3000 db/ó	5572 db/ó
Cseréprések teljesítménye	1050 db/ó	2098 db/ó

A fajlagos munkaóra ráfordítás 1000 db téglalegység előállításához az alábbiak szerint alakult:

	1951.	1964.	Javulás mértéke %
Bánya	3,0	1,2	60
Nyers	7,8	5,8	25,7
Égetés	6,4	5,0	21,8
Összesen :	17,2	12,0	

A technológia fejlesztéséhez tartozik, hogy nagymértékben megnövelték a különféle olcsó, főként éghető hulladék anyagok bekeverési arányát az agyagmasszába. Így jelentősen fokozni tudták a tűzvezetés sebességét és a kemencék kihozatalát az égetési költségek egyidejű csökkentésével.

A munkakörülmények javításában, valamint a gépesítés és az automatizálás vonatkozásában a jövő útját a téglaiipar számára is az alagút-kemence jelenti. Magyarországon 1961-ben üzem-behelyezték az első széntüzelésű alagút-kemencét. 1963-ban pedig saját tervek szerint elkészült a mellette második lépcsőben telepített csatorna-száritó és a kemence anyagmozgatásának teljes automatizált kivitele. Anyagi lehetőségeinktől függően a jövőben fokozatosan át kívánunk térni az alagút-kemencék alkalmazására körkemencék helyett.

A Tégl- és Cserépipari Tröszt termeli a keramikai burkolóanyagok, valamint a hő- és hangszigetelő, vízszigetelő anyagok egy részét. A padlólapgyártás mennyisége 1951 óta 12—13-szorosára növekedett az üzem részleges rekonstrukciója révén. Új gyártmányként jelentkezik — bár egyelőre csak kis mennyiségben a mozaikszemcsék gyártása.

Ki kell emelni az 1963. évben nagy beruházásból elkészült Kazinczbarcikai Gázszilikát Gyárat. A gyár termékei a hőszigetelési és megfelelő szilárdsági követelmények kielégítésére különféle térfogatsúlyban készülnek. Az emelet magas falblokkok, hőszigetelő és válaszfallapok, kézi blokkok képezik a gyártmányválasztékot.

A cementtermelés volumene 1949-hez képest közel ötszörösére növekedett. Ezt alapvetően két új cementgyár: a Hejőcsabai és a Dunai Cement és Mészmu építése, valamint a Lábatlani Cement és Mészmu rekonstrukciója biztosította. A termelés felfutásának eredményeként az egy lakosra jutó cementtermelés a következőképpen alakult:

1938	1949	1965
35 kg	60 kg	235 kg

Amint korábban már erre utaltam, a hazai igények teljes kielégítése mellett jelentős export-lehetőséget is biztosít.

A műszaki színvonal változását ez idő alatt a fajlagos munkaóra felhasználás és a fajlagos hő felhasználás mutatja, mely szerint

	1953	1965
1 to cementre jutó munkaóra	5,6	3,2
1 kg klinkerre jutó kalória felhasználás	2364	1755

A Dunai Cement és Mészmu teljes kapacitásának belépésével mindkét mutató lényegesen javulni fog.

A cementiparban folyó mésztermelés két és félszeresére való növelése mellett gyakorlatilag megszüntették a rendkívül nehéz fizikai munkát azzal, hogy a körkemencés égetésről korszerű aknakemencés égetésre tértünk át és ma már az így termelt mész az össztermelés több mint 80%-át adja.

Az azbesztcement termékek termelésének fejlesztése a nyergesújfalui Eternit Művek rekonstrukciójával valósult meg, melynek keretében korszerű automatikus csőgyártó sor létesült. Gépesítettük az idomgyártást és a rekonstrukció eredményeként a tetőfedő lemezgyártás több mint hatszorosára, a csőgyártás pedig nyolcszorosára növekedett.

Az államosítás folyamán átvett kőbányákra a kézi termelés volt a jellemző, ma a termelés zömét biztosító kőbányaüzemekben a nehéz fizikai munkát jelentő kézi termelést mindenütt kiküszöbölték és ezeken a helyeken a gépek vették át az emberek szerepét. A gépesített nagyüzemekben termelt zúzottkő arány az összes zúzottkő termeléséhez viszonyítva 1964-ben 85% volt, ez tette lehetővé, hogy a termelés 1949-hez viszonyítva közel megháromszorozódott, s ugyanezen idő alatt a foglalkoztatott munkáslétszám 4%-kal csökkent.

A kavicstermelés már a felszabadulás előtt gépesítve volt, éppen ezért annak fejlődése sokkal egyenletesebben történt, mert a kavicstermelés sohasem függött annyira a létszámtól, mint a kőtermelés.

Az államosításkor átvett kavicsbányák adatait (1949. év) 100%-nak véve 1964-ben az alábbi %-os fejlődést érték el:

Termelés mennyisége vonalán	340 %
Munkáslétszám vonalán	84 %
Termelékenység vonalán	406 %

A kavicsbányák 1962. évig csak osztályozatlan kavicsot termeltek. Az első kísérleti kavicsosztályozó 1962. évben kezdte meg működését Csepelen. Az általános kavicsosztályozó program keretében 1964. évben belépett a termelésbe a nyékládházi kavicsosztályozó is.

A szilikátipar egyes iparágai közül volumenét tekintve, az üvegiipar fejlődése volt a legnagyobb. Jelenlegi termelése 1949. évi értékének kb. 6,5-szöröse, a foglalkoztatottak létszáma pedig kb. kétszeresére emelkedett. A termelés nagyarányú növelését megkövetelte mindazon más iparágak — élelmiszeripar, gyógyszeripar, építőipar, vegyipar, járműipar, híradástechnikai ipar — gyorsütemű fejlődése, melyek az üveget különböző termékek formájában használják fel. Ez a fejlesztés csak az egyes gyártástechnológiák alapvető változtatásával volt végrehajtható.

Ennek kapcsán a különböző nyersanyagok fogadásától, előkészítésétől kezdve egészen a vagonbarakásig nagyarányú gépesítésre volt szükség. Továbbá az egyes termelőegységeket tekintve, szükség volt a berendezések hatásfokának nagy-

mértvű növelésére, minőségi fokozására, termelékenységük emelésére.

Ezelőtt 20 évvel mindössze egy korszerűtlen, 35 éve működő zöld palacküveget gyártó automata üzemelt az üvegyiparban. Jelenleg az öblösüveg gyártásánál 11 db palackgyártó és 22 db konzerv-üvegygyártó automatagép működik. Ezzel az automatagépen történő gyártás aránya fehér öblös-üvegnél meghaladja a 85%-ot, zöld palacküvegnél pedig a 75%-ot. A nagyfokú gépesítés reális lehetőséget teremtett a technológia bizonyos részfolyamatainak automatizálására is.

A gépi úton való gyártás, amellet hogy nagymértvű termelésemelkedést jelentett, a termelékenység növelését is szolgálta. Az egy főre eső termelés az 1949. évihez képest 1965-ben több mint 3,5-szerese, azonkívül csökkentette a nehéz fizikai munkát és a termelési költséget is. A berendezések korszerűsítésére utal, hogy míg a felszabadulás előtt az üvegolvasztó kemencéket külföldi szakemberek építették, 20 év alatt elértük, hogy azok teljesen magyar konstrukciók. A kemencék fajlagos mutatói is nagymértékben növekedtek, az olvasztófelület terhelése 300—600 kg üveg/m²/24 h-ról 900—1300 kg/m²/24 h-ra emelkedett. Az 1 kg megolvasztott üveg kalóriafelhasználása pedig kb. felére csökkent.

A *finomkerámiaiparban* az eltelt 20 év alatt a termelés ötszörösére növekedett. Ezen iparágban a technológia legkényesebb és legköltségesebb szakasza az égetés. Ezért a technológia fejlesztésének első feladata az égető berendezések korszerűsítése volt.

Az államosítás előtt a csiszolókorongot, a műszaki porcelánt és edényt kizárólag alacsony hatásfokú kerekkemencékben égették. Korszerűsítések eredményeként a csiszolókorongot teljes egészében korszerű alagút és szakaszos üzemű elektromos kemencékben, a műszaki porcelánt 75%-ban alagút és kamrás kemencékben égetjük. Ezáltal elértük, hogy az égetés tüzelőanyag szükséglete mintegy felére, harmadára csökkent.

Dekor égetésnél használt fa- és széntüzelésű kemencéket elektromos alagút és kamrás kemencék váltották fel, melynek fajlagos kalória szükséglete mintegy ötöde a korábbiaknak.

A technológia fejlesztésének következő állomása a nyersgyártás gépesítése volt. A finomkerámiaipar kézműipari jellegénél fogva nehéz fizikai és az egészségre ártalmas munkakörülmények között dolgozott. Ezen túlmenően pedig a nyersgyártás igen nagy szakértelmet kíván. A célkitűzés a nyersgyártás gépesítésén keresztül a termelékenység emelés, a nehéz fizikai és az egészségre ártalmas munkák kiküszöbölése volt. A korszerű vákuumpécsek alkalmazása révén lehetővé vált a nyersgyártás gépesítése, ennek következtében a nehéz fizikai munkát és nagy szakértelmet igénylő egészségtelen kézi bábhúzást az iparban gyakorlatilag megszüntettük.

Vásárolt, valamint saját tervezésű és kivitelezésű gépek üzembehelyezésével a korongolt porcelántermékek 60%-át már géppel formázzuk. Egyes nagyobb szériában gyártott termékekre

(tányérgyártás, bögregyártás, kifestésűtséggű szigetelő gyártás) korszerű gyártósorokat alakítottunk ki, melyek termelékenysége 40-60%-kal jobb, mint a kézigyártásé.

A sajtolt szigetelők gyártását az államosításkor kizárólag a kézipréseken végezték. Figyelembe véve, hogy ezen a területen szinte kizárólag nők dolgoztak, fontos feladatnak tekinthetjük a sajtolás gépesítését. A nagy sorozatban készülő sajtolt termékeket ma már 100%-ban, a termelés mintegy 80%-át nagy termelékenységű fél- és teljes automata sajtológépekkel készítjük.

Jelentős a fejlődés a kályhacsempe gyártásánál a korszerű gépi öntésű technológia bevezetésével. Jelenleg kályhacsempe termelésünk mintegy 50%-át így gyártjuk.

A nyersgyártás gépesítésével egyidejűleg került sor a műszáritás bevezetésére is. Még az államosításkor az iparban műszáritás gyakorlatilag nem volt, most termékeink mintegy 90%-át műszáritóval száritjuk. Ezáltal a termékek száradási ideje a természetes száradási időnek átlag egy tizedére csökkent, ezzel az 1 m² gyártó területre jutó termelés mintegy 3-4-szeresére volt emelhető.

A klasszikus termékek termelésének nagymértékű növelése mellett a műszaki fejlesztés eredményeként számos korábban nem gyártott termékcsoport gyártását vezettük be.

A híradástechnikai ipar fejlődése szempontjából igen nagy jelentőségű a híradástechnikai kerámiák gyártóbázisának létrehozása és az e téren elért fejlődés. A felszabadulás előtti kis műhelyből korszerű nagyüzem fejlődött ki, melynek gyártmányválasztéka ma egyenértékű a fejlett ipari országok hasonló üzemének gyártmányválasztékával. Az e téren elért mennyiségi fejlődés igen jelentős.

Az 1950. év mintegy évi 1-2 millió Ft-os termelése 1965-re 100 millió Ft-ra emelkedett, a termékcsoport aránya a finomkerámiaipar teljes termelésén belül mintegy 15%-ra emelkedett.

Nagymértékben növekedett a hazai nyersanyag felhasználása. Az államosításkor az ipar csak mintegy 10—15%-ban használt hazai nyersanyagot, jelenleg mintegy 50%-ban. Ez a nagy mennyiségi felfutást figyelembe véve, igen komoly eredmény.

A cikk feladata a felszabadulás után bekövetkezett fejlődés ismertetése volt. Ezért nem volt mód ennek keretein belül a fejlődés többoldalú értékelésére, mely a munkában némely esetben jelentkező negatív jelenségekre is utalhatott volna, amely jelenségek fékezézőleg hatottak a fejlődésre.

Mindenesetre megállapítható, hogy a szilikátipar a termelés volumene és műszaki színvonala tekintetében jelentős léptekkel haladt előre az évszázadra visszanyúló elmaradottság felszámolása és a fejlett ipari országok termelési színvonalának megközelítése terén. Ez a fejlődés egyben biztosítéknak tekinthető a további előrehaladásra, a korábbi elmaradottság viszonylag rövid idő alatti megszüntetésére.

Vizsgálatok kalciumalumináthidrátokkal

SCHWIEETE, H. E.* LUDWIG, U., MÜLLER, P.
Műszaki Egyetem Szilikátkohászati Tanszék, Aachen (NSzK)

1. Bevezetés

Schwiete, Salmoni és Büssem (1) már 1934-ben foglalkoztak a dikalciumalumináthidrátok kérdésével. Az akkori vizsgálatok során jeges víz behatásával különböző dikalciumalumináthidrátokat 2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ összetétel tömörített preparátumává állítottak elő.

Az 1. táblázatból megállapítható, hogy a nonahidrát, amely kalciumklorid után heptahidrattá és 5 $^\circ\text{C}$ -nál, vagy P_2O_5 illetve forrásban levő víz útján pentahidrattá alakul át, elszigetelhető volt. 150 $^\circ\text{C}$ -ig a pentahidrát stabil maradt. A hevítés további folyamán trihidrátot és magasabb hőmérsékletnél monohidrátot találtak. Az első szabad mész 400 $^\circ\text{C}$ feletti hőmérsékletnél lépett fel.

1. táblázat

A különböző dikalciumalumináthidrátok

Az összetétel tömörített preparátuma:

- 2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
↓ + H_2O (jeges víz)
2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$
↓ CaCl_2 felett
2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
↓ 105 $^\circ\text{C}$ -on vagy P_2O_5 felett
2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
↓ 150 $^\circ\text{C}$ felett
2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
↓ további felmelegedés
2 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

400 $^\circ\text{C}$ -nál: szabad mész fellépése,
700 $^\circ\text{C}$ -nál: tökéletes víztelenítés
(H. E. Schwiete, W. Büssem és R. Salmoni után,
Tonindustrie Zeitung, 58 (1934).

Salmoni és Schwiete (2) már 1933-ban foglalkoztak a timföldcementek lekötésénél jelentkező folyamatokkal. A hőhatás mérésénél már annak idején meg lehetett állapítani, hogy a hidratációs folyamat időbelileg összeesik a lekötés végével.

A lekötendő timföldcementek oldatfázisának pH-értékét 12 órás mérési időtartam után mintegy 12,4-ben határozták meg (1. ábra) és a továbbiakban kimutatták, hogy a pH-érték változása egybeesik a szilárdság növekedésével. Az irodalom behatóbb tárgyalásáról le kell mondanunk, erre vonatkozóan azonban a 2. táblázat alább következő összeállítása nyújtson áttekintést az ismert kalciumalumináthidrátokról. Kiegészítőleg még számos szerzőt sorolunk fel, akik az egyes kalciumalumináthidrátok felderítésénél közreműködtek.

Egy további összeállításban a 3. táblázat hidrátfázisokat mutat a $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ rendszerben. Ezeket a hidrátfázisokat messzemenően be kell kapcsolni a vizsgálatokba, mivel a technikai rendszerekkel, amelyekkel ké-

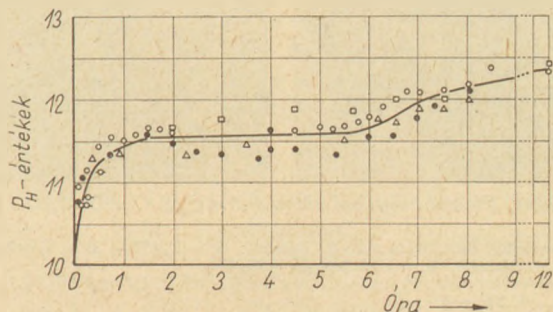
sőbb fogunk foglalkozni, nem lehet csupán a tiszta $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ rendszerrel számolni. Az előttünk fekvő vizsgálatok nagy száma a tár-

A kalciumalumináthidrátok 2. táblázat

- | | |
|--|---|
| 1. $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
$n_m = 1,48$ | Assarsson (1931—1935), Bessey (1938), Brocard (1948), Longuet (1948), Thorwaldson, Harris és Schneider (1943), Johnson (1943) |
| 2. 4 $\text{CaO} \cdot 3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
250 $^\circ\text{C}$ — 350 $^\circ\text{C}$ -on
hidrotermális úton
$d = 2,41 \text{ g/cm}^3$, $\bar{n} = 1,627$ | Wells (1928), Assarsson (1931—1935), Schwiete, Salmoni, Büssem (1934) |
| 3. 2 $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7 - 9 \text{H}_2\text{O}$
$d = 1,95 \text{ g/cm}^3$, (?)
pszeudohexagonális
$n_w = 1,519$, $n_s = 1,509$ | Travers és Sehnautka (1930), Mylius (1933), Nacken (1937), Bessey (1938) |
| 4. 3 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18 - 21 \text{H}_2\text{O}$
rombos
$n_a = 1,490$, $n_\beta = 1,501$,
$\bar{n} = 1,510$ rombos | Thorwaldson, Grace és Vigfusson (1929), Cirilli (1939), Guinier és Brocard (1947) |
| 5. 3 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8 - 14 \text{H}_2\text{O}$
hexagonális $n_w = 1,529$,
$n_s = 1,505$, $d = 2,04 - 2,13 \text{ g/cm}^3$ (?) hexagonális | Allen és Rogers (1900), Wells (1928), Vigfusson és munkatársai (1929), Brandenberger (1933), Nacken (1936) |
| 6. 3 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ Szabályos
$d = 2,52 \text{ g/cm}^3$
$\bar{n} = 1,604$, $R_g 1 a_3 d$ | Assarsson (1931), Nacken (1937), D'Ans és Eick (1953) |
| 7. $\alpha - 4 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12 - 14 \text{H}_2\text{O}$
$\omega = 1,536$,
$\varepsilon = 1,522$ | Assarsson (1931), D'Ans és Eick (1953) |
| 8. $\beta - 4 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12 - 14 \text{H}_2\text{O}$
$\omega = 1,535$,
$\varepsilon = 1,507$,
$d = 2,02 \text{ g/cm}^3$ | Assarsson (1931) |
| 9. 5 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 34 \text{H}_2\text{O}$
$\omega = 1,487$, $\varepsilon = 1,480$ | Flint és Wells (1944) |
| 10. 6 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 33 \text{H}_2\text{O}$
$\omega = 1,475$, $\varepsilon = 1,466$ | |

gyalandó területen világítsa meg azt, hogy rövid referátum keretében lehetetlen az egész területet kimerítően előadni.

Mintegy 10 év óta vált lehetségessé, hogy a régebbi kutatásokat fokozottabb mértékben kapcsoljuk be ismét a cementek hidratációja során keletkező új képződmények vizsgálatának keretébe. Ezeknek a vizsgálatoknak egy részét már



1. ábra. Timföldcement pH-értéke vízzel való elkeverés után (víz/cement-tényező = 2,5)

R. Salmoni és H. E. Schwiete után, Zement, 22 (1933) 523—26

* H. E. Schwiete kivonatossan előadta a berlini Humboldt Egyetem Ásványtani Intézetének szimpóziumán 1964. IV. 16-án a „Korszerű ásványtani vizsgálati módszerek a kutatás és technika terén” téma keretében.

Hidrátfázisok a $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ rendszerben

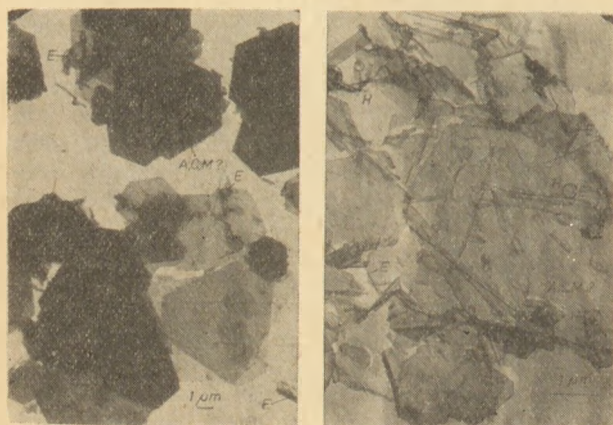
3. táblázat

Szerző	Év	Kiindulási anyag	Hőmérséklet	Hidrátfázis
Le Chatelier	1884	Kalciumferrit + H_2O	—	$\text{C}_4\text{F} \cdot \text{aq}$
Kühl, H. és Wang, T.	1932	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$	—	$\text{C}_4\text{F} \cdot \text{aq}$
Bogue, R. H. és Lerch, W.	1934	$\text{C}_2\text{F} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	szobahőmérs.	reakció nélkül
		$\text{C}_4\text{AF} + \text{H}_2\text{O}$	szobahőmérs.	$\text{C}_3\text{AH}_{10-5} + \text{CF} \cdot \text{aq}$
Hoffmann, H.	1935	C_2F -pép	—	$\text{C}_2\text{F} \cdot \text{aq}$
		C_4AF -pép	—	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{CF} \cdot \text{aq}$ (amorf)
		$\text{C}_2\text{F} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	20 C°	C_4FH_{14}
		$\text{C}_2\text{F} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	50 C°	C_4FH_7
Eigen, A.	1938	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	—	C_3FH_6
		$\text{C}_4\text{AF} + \text{H}_2\text{O}$	—	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{Fe}(\text{OH})_3$
Flint, E. P., McMurdie, H. F., Wells, L. S.	1941	$\text{C}_4\text{AF} + \text{H}_2\text{O}$	—	köbös hidrát ($a = 12,60 \text{ \AA} +$ + amorf fázis)
Malquori, G. L. és Cirilli, V.	1952	$\text{C}_4\text{AF} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	0 C°	$\text{C}_4\text{AF}_2\text{H}_{14}$ (hex. kevertkristály)
		$\text{C}_4\text{AF} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	25 C°	$\text{C}_3\text{AF}_2\text{H}_6$ (köbös kevertkristály)
Strätling, W. és zur Strassen, H.	1940	égetett kaolin + $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	szobahőmérs.	C_2ASII_8
Flint, E. P., Wells, L. S. és Mc Murdie, H. F.	1941	$\text{C}_3(\text{A},\text{F})\text{H}_6 \text{ CS} \cdot \text{aq}$	hidroterm.	$\text{C}_3(\text{AF})\text{SH}_4$ (kevertkristály)
		Lecsapódási reakciók	—	$\text{C}_3\text{AH}_6 \cdots \text{C}_3\text{FH}_6$ (kevertkristály)
Flint, E. P. és Wells, L. S.	1944	C_3S vagy $\text{C}_2\text{S} + \text{C}_3\text{A} + \text{H}_2\text{O}$	—	$\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaSiO}_3 \cdot \text{H}_{12}$ (1 hó után)
		C_3S vagy $\text{C}_2\text{S} + \text{C}_3\text{A} + \text{H}_2\text{O}$	—	$\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSiO}_3 \cdot \text{H}_{31}$
Turrisiani, R. és Schippa, G.	1954	égetett kaolin + $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	50 C°	$\text{C}_3\text{AS}_{0,3-0,4}\text{H}_{5,2-5,4}$
zur Strassen, H.	1958	CAS-üveg + $\text{Ca}(\text{OH})_2$	—	$\text{C}_3\text{AS}_{0,4-0,7}\text{H}_{4,6-5,2}$
	1962	+ H_2O	—	

közzétették; más részük előkészületben áll a közzétételre (31—37).

Ezeknek a munkáknak eredményeiből részletet mutat be az alább következő három ábra. A 2. ábra C_3A -ból*, gipszből, mészből és vízből álló kísérleti keverék elektronoptikai felvételét mutatja két hónapos reakciós időtartam után.

Röntgenográfiai és elektronoptikai módszerekkel itt a következő fázisokat lehetett kimutatni:



2. ábra. Elektronoptikai vizsgálat a $\text{C}_3\text{A-CaSO}_4\text{-CaO-H}_2\text{O}$ rendszerben

Hidrátációs időtartam: 2 M. Jelölés: A = C_4AH_{10} , E = Ettringit, C = Portlandit, M = $\text{C}_3\text{ACsH}_{12}$, H = C_3AH_6 . Vizsgálati keverék: 10,0 g C_3A , 6,0 g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1,43 g CaO, 87,15 ml H_2O , (V/SZ = 5)

* Az alábbiakban a szakkörökben szokásos rövidített írásmódot fogjuk használni: C = CaO, A = Al_2O_3 , S = SiO_2 , F = Fe_2O_3 , Cs = CaSO_4 , H = H_2O .

C_4AH_{13} , $\text{C}_3\text{ACsH}_{32}$ (ettringit), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (portlandit), $\text{C}_3\text{ACsH}_{12}$ és C_3AH_6 . Lehetséges volt tehát kalciumhidroxid mellett különféle kalciumalumináthidrátokat és kalciumaluminátszulfáthidrátokat azonosítani.

A következő 3. ábra a C_4AH_{13} elektronoptikai képeit** mutatja és a megfelelő C_4/A , F/H_{13} hidrátét, amelyben 0,5 molekula Al_2O_3 -at 0,5 molekula F_2O_3 helyettesít. A kiinduló anyagok C_3A , CaO és víz, illetőleg C_4AF , CaO és víz voltak. A tárolási hőmérséklet ezeknél a kísérleteknél 5 C° volt és a hidrátáció időtartama 28 nap.

Nagyobb, 25 C°-os reakció-hőmérsékletnél ezzel szemben morfológiailag másfajta hidrát keletkezik, ahogyan ezt a 4. ábra mutatja. Itt a keletkező új hidrátképződmények C_3AH_6 -ként, tehát a hidrogránát keverékkristály-sorozatának végső tagjaként (C_3AH_6 , C_3FH_6 , C_3AS_3 , C_3FS_3 végpontokkal) voltak meghatározhatók. Ha a köbös kalciumalumináthidrátra gondolunk, úgy magunk előtt látjuk a szépen kikristályosodott oktaédereket vagy ikozitetraédereket, ahogyan ezeket Strassen, Thorvaldson és Vigfusson megfigyelték (5. ábra).

A különbségek az előkészítés következményei. Amíg az aacheni felvételeket olyan preparátumon hajtották végre, amelyet csekély víztöbblettel achátmalomban őrltek meg és ezt követően 14 napon keresztül 25 C°-on tároltak, az utóbb

** Valamennyi elektronmikroszkópi felvétel karbon replikában készült.

leírt preparátumokat a tárgylemezen oldatokból lassan kristályosították ki.

A következő vizsgálatoknál is a hőmérsékletnek a kalciumaluminát hidratációjára gyakorolt hatását fogjuk tárgyalni.

2. Vizsgálatok kalciumalumináthidrátokon

A következő vizsgálatokat két olyan timföld-cementtel végeztük el, amelyeket különböző gyártási eljárások szerint állítottunk elő. A cementeket a következőkben „L” és „J” betűkkel fogjuk jelezni.

További 34 timföldcement elemzését Talabér (38a) közli.

2.1 A cementek kémiai és ásványtani összetétele

Mindkét kísérleti cement kémiai összetételét, valamint további timföldcementek elemzését a 4. táblázat tartalmazza. Az elemzési értékekből megállapítható, hogy az „L” cement mintegy 10%-kal több timföldet tartalmaz, mint a „J” cement. További lényeges különbségek találhatók a vasoxidtartalomban, amely a „J” cementnél mintegy 10%-kal az „L” cementé felett volt és a szulfidtartalomban, amelyet a „J” cementben nem lehetett kimutatni. Az összetétel különbsége az előállítási eljárások különbözőségére vezethető vissza.

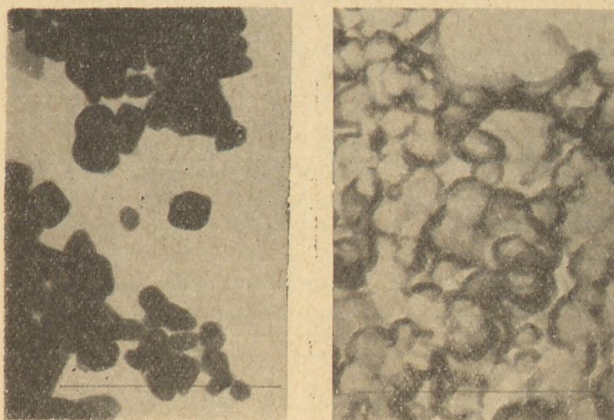
A kémiai összetételnél még érdekesebb a cementek ásványtani összetétele. Abból a célból, hogy mindkét cementre irányértékeket kapjunk, ezeket röntgenográfiailag vizsgáltuk meg. A kémiai elemzések eredményeiből az egyes ásványi összetevők mennyiségi részecsdését a röntgenográfiailag kimutatott fázisok figyelembevételével számítottuk ki. Ezeket a számításokat kiegészítőleg a francia, angol és magyar timföldcementeken is végrehajtottuk.

Ennek a számításnak eredményét mutatja a 4. táblázat. Az értékek szembeállításából kivehető, hogy a CA , a $C_{12}A_7$ és a C_4AF mennyiségében lényeges különbségek mutatkoznak. A kiszámított melilit tartalmak is csekély különbséget mutatnak.



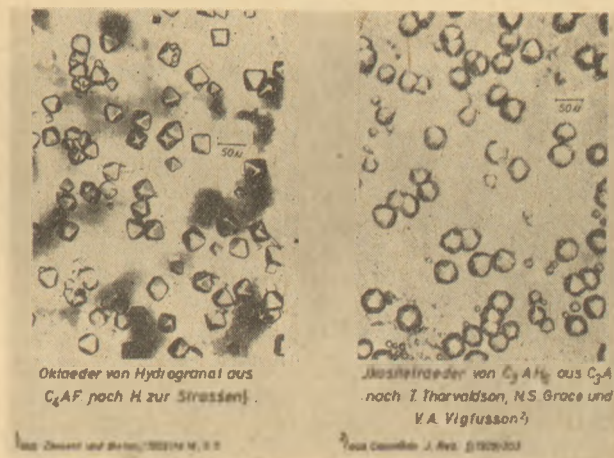
3. ábra. Elektronoptikai vizsgálat hexagonális C_4AH_{13} és $C_4(A,F)H_{13}$ -el

a) C_4AH_{13}
Kifúvulási anyag: $C_3A + CaO + H_2O$; V/SZ = 5,0 tárolási hőmérséklet = $5^\circ C$
b) $C_4A_{0,6}Fe_{0,4}H_{13}$; $C_4AF + 2 CaO + H_2O$
Hidratációs időtartam: 28 nap



4. ábra. Köbös C_3AH_6 elektronoptikai vizsgálata V/SZ tényező = 5,0

1. Szénburok
2. Kísérleti anyag: C_3A , hidratáció: 24 óra achátmalomban, 14 nap $25^\circ C$ -os tárolásnál



5. ábra A hidrogránát kristályformái
az) C_4AF -ből származó hidrogránát oktaédere H. zur Strassen szerint (a Zement und Beton-hól, (1959), 10. sz. 5. o.)
bz) C_3O -ból a C_3AH_6 ikozitetraédere T. Thorvaldson, N. S. Grace és V. A. Vigfusson szerint (Canadian J. Res.-ból 1/1929/203)

Az angol és magyar cementeknél az tűnik fel, hogy itt CA_2 képződésével kell számolni. Ezeknél azonban figyelembe kell venni, hogy ez a számítás tisztán elméleti, mivel sem az angol, sem a magyar cementeket röntgenográfiai úton még nem tudtuk megvizsgálni.

2.2 A nyersanyagok műszaki-fizikai vizsgálatai

Az 5. táblázat a szitamaradék, továbbá a fajlagos felület és a fajsúly vizsgálatának eredményeit adja mindkét kísérleti cementnél, az „F” cement adatai mellett. Az értékek összehasonlítása azt mutatja, hogy a technológiai értékek között nincs lényeges különbség.

2.3. A timföldcementek hidratációs terméke a hőmérséklet és a tárolási időtartam függvényében

2.3.1. A hidrat-újképződmények röntgenográfiai vizsgálata

2.3.1.1. — 0,3 víz/cementtényezővel hidratálva

A 10, 20 és $40^\circ C$ -nál hidratizált cementpépek (víz/cement = 0,3) röntgendiagramját a 6. és 7. ábra mutatja.

4. táblázat

Timföldcementek kémiai és ásványtani összetétele

Eredet	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Mn ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	S	TiO ₂	GV	Na ₂ O	K ₂ O
Német o. „L”	5,13	51,26	—	1,63	0,11	38,55	1,08	0,74	0,62	0,27	—	0,63	0,08
Jugoszlávia „J” ..	3,10	41,47	6,50	3,15	0,30	41,90	0,66	0,67	—	1,30	0,11	0,59	0,20
Francia o. „F” ...	5,03	38,83	11,00	5,52	0,35	38,25	0,14	0,15	—	1,72	—	0,11	0,10
Anglia*	3,84	37,42	15,89	—	0,26	38,76	1,62	0,09	0,06	2,40	—	n.b.	n.b.
Magyar o.*	3,72	42,14	13,04	—	0,79	37,11	0,72	1,76	0,01	n.b.	1,12	n.b.	n.b.

* Lehmann és Leers szerint, TIZ 2 (1963) 29. o. n. b. = nincs meghatározva

Eredet	Na ₂ SO ₄	CaS	C ₂ MS ₂	C ₂ AS	C ₄ AF	CA ₂	CA	C ₁₂ A ₇	Összesen
Német o. „L”	1,3	1,4	7,3	8,7	—	—	43,3	38,9	99,6
Jugoszlávia „J” ..	1,2	—	4,5	5,2	19,8	—	20,4	43,8	94,9
Francia o. „F” ...	0,2	—	0,9	16,5	33,5	—	33,8	7,6	92,5
Anglia**	—	0,1	10,9	—	48,2	13,5	25,7	—	98,4
Magyar o.**	—	—	4,8	7,1	39,6	14,5	30,5	—	96,5

** Elméleti számítás, röntgenelemzés nélkül

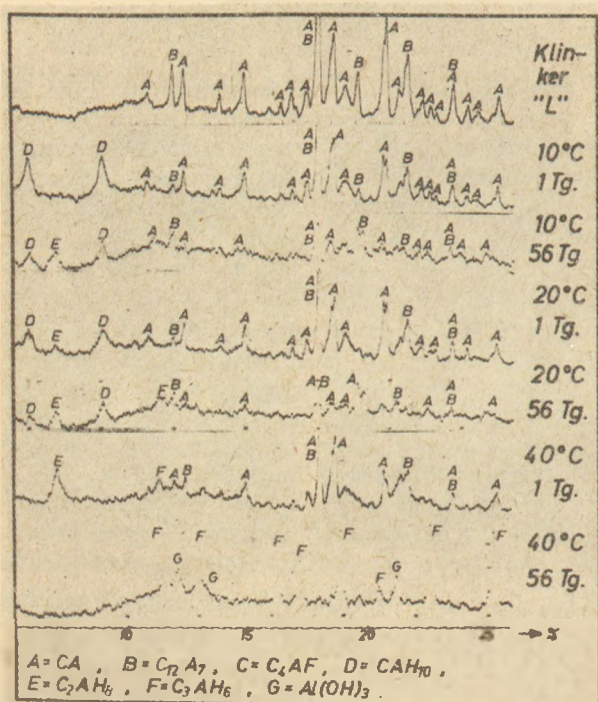
A 6. ábrából látható, hogy az „L” timföldcement tiszta klinkere lényegében csupán CA-ból és C₁₂A₇-ből áll. A C₄AF teljesen hiányzik. A 10 C°-os hidratálásnál a C₁₂A₇ már egy nap után is igen gyorsan csökken, míg a CA ugyanolyan hőmérsékletnél lényegesen lassabban reagál. Újképződményként CAH₁₀ lép fel. 56 napos hidratációs időtartam után a CA interferenciája is erősen csökkent és újképződményként a CAH₁₀ mellett még C₂AH₈ is fellép.

20 C°-nál — máregy nap után is — a CAH₁₀ mellett C₂AH₈ is mutatkozik, ha csekély koncentrációban is. A C₁₂A₇ interferenciája erősebben csökken, mint a CA interferenciája. 56 napos hidratációs időtartam után a kiinduló ásványok interferenciái gyengén még felismerhetők, míg világosan

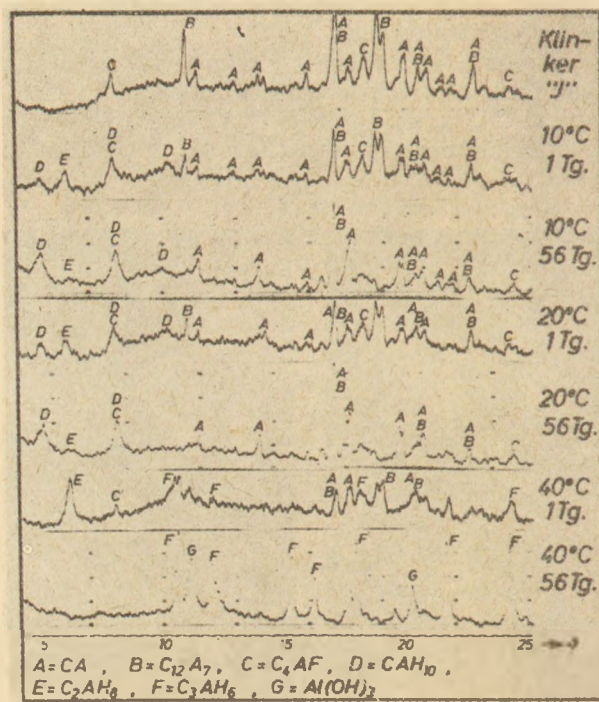
azonosítható a CAH₁₀ és a C₂AH₈. Igen gyengén ismerhetők fel a C₃AH₆ köbös interferenciái.

40 C°-nál egy nap után CAH₁₀ képződését nem figyeltük meg, ezzel szemben azonban a C₂AH₈ interferenciái ugyanerre az időre különösen erősen kidomborodtak a C₃AH₆ gyengébb interferenciái mellett. 56 napos, 40 C°- melletti hidratáció után a CAH₁₀ interferenciái többé nem mutathatók ki, azonban a C₂AH₈ interferenciái sem lépnek már fel.

A C₂AH₈ ennél a hőmérsékletnél teljesen átalakult. Ez az eredmény azért nem meglepő, mert a hexagonális hidrátfázis átalakulása a köbös C₃AH₆-tá 23 C° felett várható. Ezzel szemben újképződményként C₃AH₆ és alumíniumhidroxid volt kimutatható.



6. ábra. Az „L” timföldcement röntgenográfiai vizsgálata a hidratáció előtt és alatt; víz/cement-tényező = 0,3



7. ábra. A „J” timföldcement röntgenográfiai vizsgálata a hidratáció előtt és alatt; víz/cement-tényező = 0,3

Az „L” timföldcementhez viszonyítva a „J” timföldcement a sok $C_{12}A_7$ mellett kevés CA-t, ezzel szemben jelentős mennyiségű C_4AF -et tartalmaz. Emellett még nincs tisztázva, hogy a kalciumaluminátferrit a C_4AF összetételének felel-e meg, vagy hogy a C_2F — C_6A_2F vegyeskristálysorozat vasban dús, vagy vasban szegény tagját képviseli-e (7. ábra).

Egy napos hidratáció után 10 °C-nál a „J” timföldcementnél mint új képződmény a CAH_{10} és a C_2AH_8 lép fel. A CA és a C_4AF interferenciái csak kismértékben, a $C_{12}A_7$ interferenciája erősebben csökken. 56 nap után a $C_{12}A_7$ további csökkenése mellett a C_4AF erősebb átalakulását figyeltük meg. Hidrát-fázisként lényegében csupán a CAH_{10} lép fel kevesebb C_2AH_8 rész mellett.

20 °C-nál egy napos hidratációs időtartam után CAH_{10} volt megfigyelhető a C_2AH_8 jelentős mennyisége mellett. 56 nap után a C_2AH_8 interferenciája a CAH_{10} jól mérhető mennyisége mellett már csak gyengén mutatkozott. A C_4AF interferenciái ezután a reakciós időtartam után többé nem voltak kimutathatók.

5. táblázat

A timföldcementek fizikai-technológiai adatai

		TZ „L”	TZ „J”	TZ „F”
Szitamamaradék	40 μm	18,3	18,1	17,9
	33 μm	27,0	26,9	25,0
(%)	20 μm	47,6	48,4	47,8
Fajlagos felület (cm ² /g)		3750	3650	3750
Fajsúly (g/cm ³)		3,20	3,28	3,26
TZ = timföldcement				

40 °C hőmérsékleten egy napos hidratáció után ugyanúgy, mint az „L” timföldcementnél, CAH_{10} többé nem képződött. Ezzel szemben jelentős mennyiségű C_2AH_8 keletkezik a C_3AH_6 mellett. 56 napos reakciós időtartam után a C_2AH_8 teljesen átalakult és csupán C_3AH_6 és az alumíniumhidroxid erős interferenciái voltak még regisztrálhatók. A kalciumaluminátferrit fázis többé nem mutatható ki és a CA és a $C_{12}A_7$ fő-interferenciái már csak gyengén ismerhetők fel.

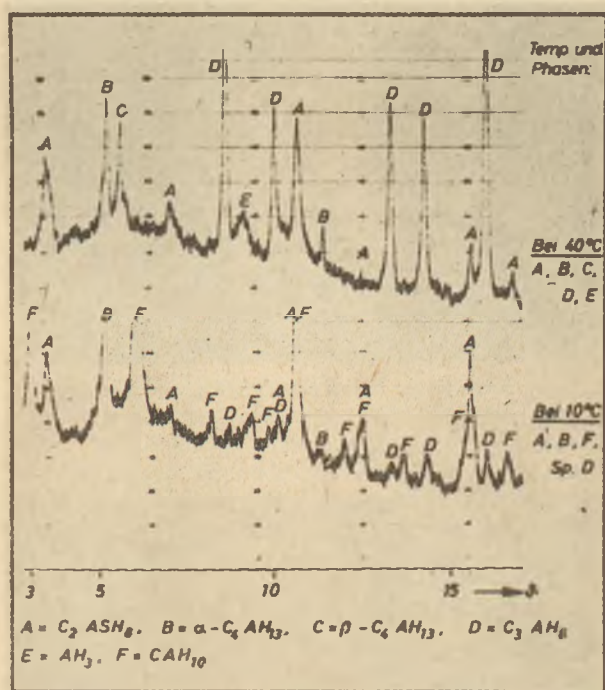
A különböző hidratációs idők után és különböző tárolási hőmérsékletek mellett fellépő hidrát-fázisok röntgenográfiai vizsgálati eredményét össz-

szefoglaló módon a 6. táblázat mutatja, amelyből kitűnik, hogy 10 és 20 °C-os tárolási hőmérséklet-nél CAH_{10} és C_2AH_8 lépnek fel lényeges hidrát-fázisként, míg 40 °C-nál szinte kizárólag a köbös C_3AH_6 és $Al(OH)_3$ állandó.

További vizsgálatokkal kell még megvilágítani, hogy a három vegyértékű vas substitucionálisan épült-e be a kalciumalumináthidrátba. Erre a kérdésre később vissza fogunk térni. A rendelkezésre álló saját vizsgálatok és az irodalomból vett eredmények alapján már biztonsággal állíthatjuk, hogy a C_3AH_6 -ban az Al_2O_3 egy részét vas helyettesítette.

2.3.1.2. — 10 víz/cement tényezővel hidráltatva

Azokkal a röntgenográfiai vizsgálati eredményekkel szemben, amelyet 0,3 víz/cement tényezővel 10 °C tárolási hőmérsékleten kaptunk (CAH_{10} és C_2AH_8), a 10 víz/cement aránynál a 10 °C-os tárolási hőmérsékleten és 130 napos



8. ábra. Az „L” hidratált timföldcement röntgendiffrakciós felvétele, víz/cement tényező = 10. Hidratációs időtartam: 130 nap

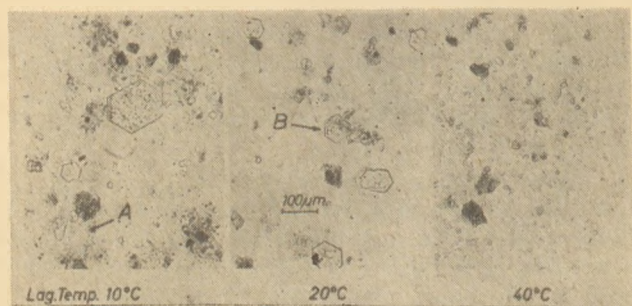
A timföldcementek ásványtani összetétele hidratáció előtt és után

6. táblázat

Tárolási		„L” timföldcement							„J” timföldcement						
időtart.	hőmérs.	CA	$C_{12}A_7$	CAH_{10}	C_2AH_8	C_3AH_6	$Al(OH)_3$	C_4AF	CA	$C_{12}A_7$	CAH_{10}	C_2AH_8	$Al(OH)_3$	C_4AF	C_3AH_6
Klinker		ss	ss	—	—	—	—	—	m	ss	—	—	—	s	—
1	10	m	w	ss	—	—	—	—	m	s	m	—	—	s	s
56	10	w	w	s	s	—	—	—	m	w	s	—	—	w	w
1	20	m	w	s	m	—	—	—	m	s	s	—	—	s	—
56	20	w	w	s	s	w	—	—	m	w	s	—	—	ww	w
1	40	m	w	—	ss	w	—	—	m	w	—	m	—	m	s
56	40	ww	ww	—	—	ss	s	—	ww	ww	—	ss	ss	—	—

ss = igen erős, s = erős, m = közepes, w = gyenge, ww = igen gyenge

víz/cement = 0,3



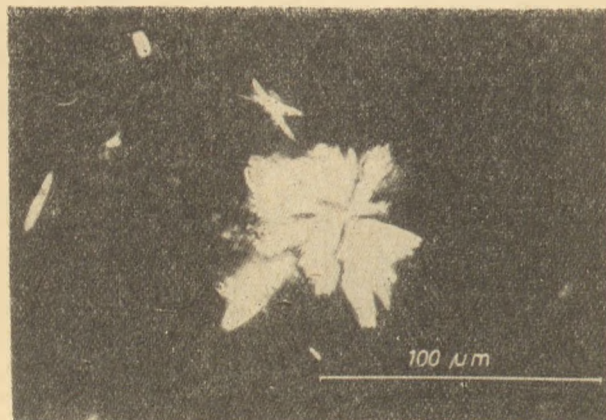
9. ábra. Hidratált „L” timföldcement
(mikroszkopikus felvétel)

10 °C — 20 °C — 40 °C melletti tárolás

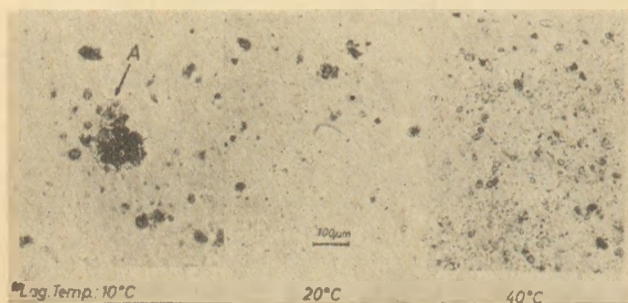
Hidratációs időtartam: 130 nap, víz/cement = 10

A) rudacskaformákban kristályosodó CAH_{10} (?), egyenesen kioltott, kettőstörésű

B) hexagonális hidrat, $\star = 120^\circ$



10. ábra. Radiálisan kialakult CAH_{10} poláros fényben



11. ábra. Radiálisan kialakult CAH_{10} poláros fényben

10 °C — 20 °C — 40 °C tárolási hőmérséklet

Hidratációs időtartam: 130 nap, víz/cement = 10

A) Sugárszerűen kikristályosodott CAH_{10} (?) kettőstörésű tűk részben egyenes kioltással.

hidratációs időtartam után egymás mellett CAH_{10} , C_2ASH_8 és $\alpha - C_4AH_{13}$ lépnek fel egymás mellett (8. ábra).

Az „L” cement hidratizációjánál 40 °C-on és 0,3 víz/cement tényező mellett röntgenografiai-
lag csupán a köbös C_2AH_6 -ot és a gibbszitet (AH_3) lehetett kimutatni 56 napos hidratációs időtartam

után. Ezzel szemben 40 °C-os tárolási hőmérséklet-nél, nagy vízmennyiségben hidratálva (víz/cement-tényező = 10) 130 napos hidratációs időtartam után C_2ASH_8 , α - és $\beta - C_4AH_{13}$ volt azonosítható C_3AH_6 és AH_3 mellett.

Különösen említésre méltó a magas mésztartalmú hexagonális hidratok, az α - és $\beta - C_4AH_{13}$ fellépése és ezeknek a stabilitása 40 °C-os tárolási hőmérsékleten 130 napon át. Egészen biztos, hogy ehhez a tényálláshoz további vizsgálatok fognak kapcsolódni.

2.3.2. Fény- és elektronoptikai vizsgálatok

2.3.2.1. Fénymikroszkopiai vizsgálatok (víz/cement tényező = 10)

Fölös vízzel összekevert timföldcementek mikroszkopiai felvételei 10, 20 és 40 °C-on hidratálva, a 9—11. ábrákon láthatók. A víztöbblettel 130 napig hidratált „L” timföldcement mikroszkopiai felvételén, mindegyik tárolási hőmérséklet-nél, világosan felismerhetők a C_4AH_{13} nagy, hatszögű táblás kristályai, amelyek átmérőit 200 millimikront is elérnek. Világosan megmutatkozik azonban ezeknek a hatszögű lapocskáknak csökkenése a 40 °C-on történő hidratálás mellett. A hatszögű táblák 120°-os szögeit ismételtelen le-mérték. 10 és 20 °C-nál ezenfelül világosan felismerhetők a finom rudacskaformájú kristályok, amelyek erősen kettőstörők.

Ezt a rudacskaformájú kristályt mutatja a 10. ábra még erősebb nagyításban, poláros fényben. Világosan felismerjük a sugárszerűen nőtt erősen kettőstörő kristályokat.

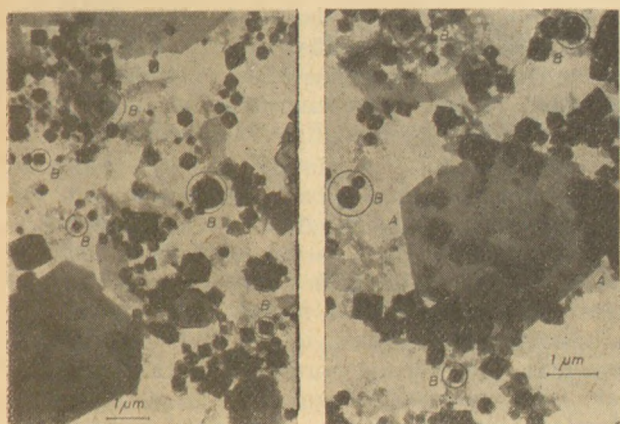
A hidratizált „J” timföldcementek megfelelő felvételeinek vizsgálatánál feltűnik, hogy a nagy hatszögű táblák ezen a képen teljesen hiányoznak.

A részben sugárszerűen nőtt rudacskaformájú kristályok ennél a preparátumnál a 10 és 20 °C-os hőmérsékletnél is világosan felismerhetők.

2.3.2.2. — Elektronoptikai vizsgálat (víz/cement tényező = 10)

A fölös vízben hidratált „L” timföldcementet, amelyet 40 °C mellett tároltunk, elektromikroszkopi úton vizsgáltuk meg. Ezeknek a vizsgálatoknak eredményeit a 12. ábra mutatja. A képen nagy, hatszögű lemezes kristályok mellett zsúfolt köbös kristályok is felismerhetők, amelyek részben oktaéderes habitust és általában magasabbfokú szimmetriát mutatnak. A hexagonális kristályok átmérője 4 mikronig terjed. Ennek a preparátumnak röntgenográfiai vizsgálata azt mutatta, hogy a hatszögű táblás kristályoknál csupán C_2ASH_8 -ról és C_4AH_{13} -ról lehet szó, míg a köbös kristályokat — amelyek átmérője 0,1 és 1 mikron közötti nagyságú —, C_3AH_6 -ként lehet azonosítani.

Az eredményből tehát kitűnik, hogy kevés vízben, 0,3 víz/cement tényezőnél és a víztöbblettel, 10 víz/cement tényezőnél történő hidratációnál a pépben különböző új hidrátképződ-mények figyelhetők meg.



12. ábra. Az „L” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Tárolási időtartam: 130 nap

Hőmérséklet: 40 C° — Viz/cement = 10

A) $C_2AS \cdot aH_2O$, C_4AH_7 (lemez hexagonális)

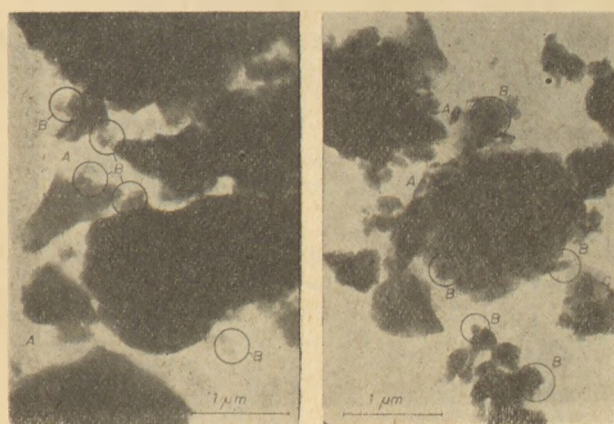
B) C_3AH_6 (rombdodekaéder, oktaéder)

2.3.2.3. — Elektronoptikai vizsgálat (viz/cement tényező = 0,3)

A vizsgálatok további során a timföldcementek 0,3 víz/cement tényezővel készült pépjét is megvizsgáltuk. A hidratált „L” timföldcement vizsgálatai eredményét a 13. ábra mutatja.

Ez az ábra az alkoholban elkevert szuszpenzió végzett felvételeket mutatja, mégpedig a 20 és 40 C° mellett 56 napon keresztül tárolt próbatesteknél. A 20 C°-os tárolási hőmérsékletnél a képen számos rudacskaszerűen kialakult hidrátot látunk. Ezeknek a rudacskáknak hossza 1/10 millimikron körüli érték, amelyek azonban 0,5 millimikron hosszúságot is elérhetnek. További apró kristályocskák is feltűnnek, amelyeknek átmérője csupán 0,1 millimikron körüli érték, és amelyek köbös habitust mutatnak. Ezek a legnagyobb valószínűség szerint C_2AH_6 oktaéderek. Nagyobb mértékben találhatók ilyen kristályok a mellette levő felvételen, amelyet 40 C°-on tárolt preparátumon készítettek.

A „J” hidratált timföldcement szuszpenzióján készített felvételt a 14. ábra mutatja. Különös érdekessége ennek az, hogy már a 10 C°-on tárolt



14. ábra. A „J” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Tárolási hőmérséklet: 10 C° 40 C°

Tárolási időtartam: 56 nap, viz/cement = 0,3

A) Tüszérű kristályok

B) Kubikus kristályok (rombdodekaéder, oktaéder)

C) Lapos kristályok

preparátumban is köbös hidrátfázisok vannak. A köbös kristályok részben rombuszdodekaédereként vagy oktaédereként ismerhetők fel.

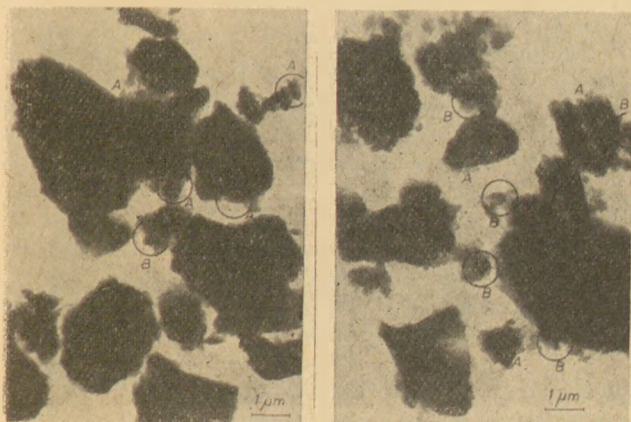
A tüszérűen kialakult kristályok a 10 és 40 C°-os tárolási hőmérsékletnél egyaránt felismerhetők. Ezenkívül néhány lapos kristály is látható, melyek valószínűleg C_2AH_6 kristályok.

További elektronmikroszkopiai vizsgálatokat is végeztünk. Az „L” hidratált timföldcement, amely 56 napon át 10 C°-on 0,3 víz/cement aránnyal készült, vizsgálatainak eredményeit a 15. ábra mutatja.

Ezen a képen az az érdekes, hogy itt is a csupán 10 C°-os tárolási hőmérsékletnél köbös kristályokat lehet felismerni.

A gyakorlat számára jelentőséggel bír az, hogy ezek a köbös kristályok a 10 C°-os tárolási hőmérsékleten képződhetnek-e, vagy hogy ezek a hidrátok már a cement-víz összekeverésénél vagy a hidratációs reakciók leállítása után keletkeznek-e. Ezt a kérdést az ezután következő vizsgálatok során különös gondossággal fogjuk követni.

A 16. ábrán látható felvételt 56 napig 40 C° mellett hidratált „L” timföldcementről vették fel. Ezen az ábrán is mutatkoznak a már ismert okta-



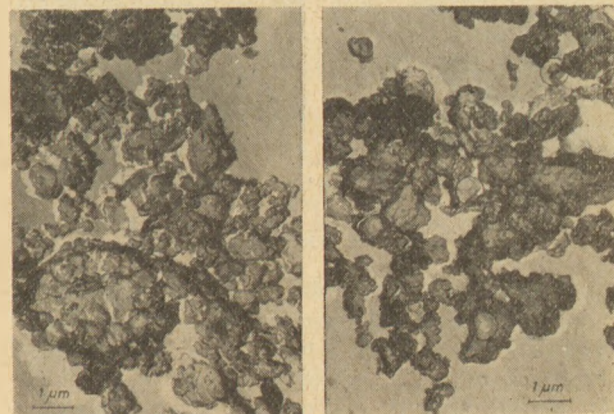
13. ábra. Az „L” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Tárolási hőmérséklet: 20 C° — 40 C°

Tárolási időtartam: 56 nap, viz/cement = 0,3

A) Tüszérű kristályok

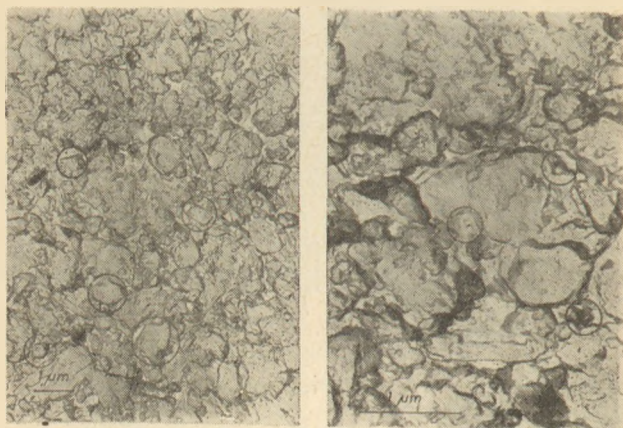
B) Kubikus kristályok (oktaéder)



15. ábra. Az „L” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

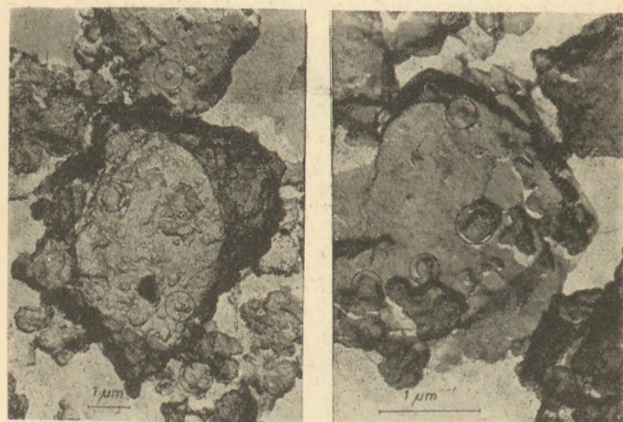
Tárolási időtartam 56 nap — hőmérséklet: 10 C° viz/cement = 0,3

Kubikus hidrátok példái



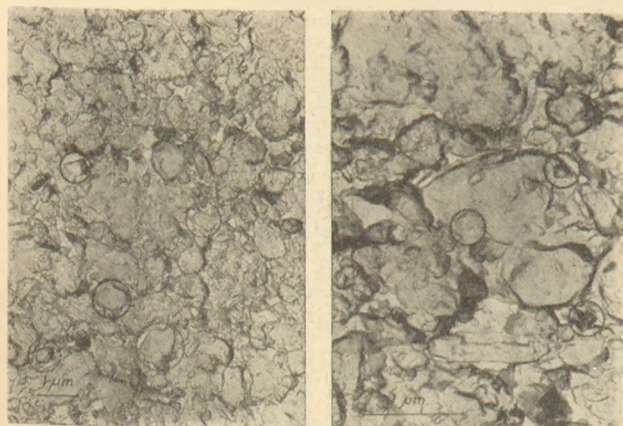
16. ábra. Az „L” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Párolási időtartam: 56 nap, hőmérséklet: 40 °C víz/cement = 0,3
Kubikus hidrátok



17. ábra. A „J” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Tárolási időtartam: 56 nap, hőmérséklet: 10 °C víz/cement = 0,3
Kubikus hidrátok



18. ábra. A „J” hidratált timföldcement elektronmikroszkópi felvételei

Tárolási időtartam: 56 nap, hőmérséklet: 40 °C víz/cement = 0,3
Kubikus hidrátfázisok

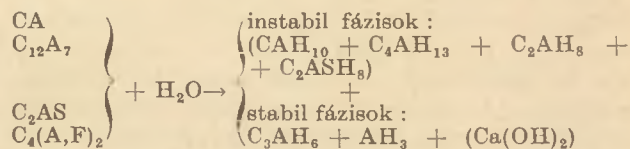
édeses hidrátfázisok, emellett azonban nagy kerek szemcsék is, amelyek szimmetriáját az előttünk fekvő ábrákból nem lehet teljes biztonsággal megállapítani. A „J” jelzésű 10 és 40 °C-on hidratált timföldcement elektronmikroszkópi képét a 17. és 18. ábra mutatja. A 10 °C-on hidratált timföldcement képén ismét felismerhetők a köbös kristályformák. A 40 °C-on tárolt „J” cement

próbaanyaga csupán elszigetelt, jól kialakult oktaédes kristályformákat mutat, noha ennek a preparátumnak röntgenografiai vizsgálatából az vehető ki, hogy lényegében csupán köbös kalciumalumináthidrátokból és gibbszitból (AH_3) áll.

Összefoglalva: A timföldcementek hidratációjára vonatkozva tehát a következő kép adódik (7. táblázat). A megvizsgált timföldcementek CA , C_{12}A_7 , C_2AS és $\text{C}_4(\text{AF})_2$ tartalma vízzel az instabil CAH_{10} , C_4AH_{13} , C_2AH_8 és C_2ASH_8 fázisok képződése mellett reagál. Ezek mellett a C_3AH_6 és AH_3 (gibbszit) stabil fázisai lépnek fel. A timföldcementek hidratációja során a háromvegyértékű vas nagy valószínűséggel beépül a kalciumalumináthidrát fázisokba. Elvárható a kétvegyértékű vas beépülése is a kalciumalumináthidrátokba a vasvegyületek könnyű oxidálhatósága miatt.

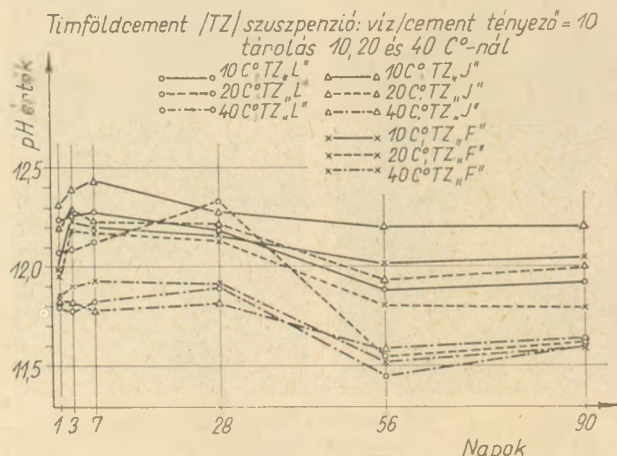
7. táblázat

A hidratált timföldcement fázisai



2.4. A timföldcementek pH-értékének alakulása a hidratáció során a tárolási hőmérséklet függvényében

A cementszuszpenziók pH-értékét 10 víz/cement tényezőnél elektrokémilag mérték meg. Ennek a mérésnek eredményeit a megvizsgált „L”, „J” és „F” cementekre a 19. ábra mutatja. Mindegyik cement a 10 °C-os és a 20 °C-os tárolásánál a pH-érték növekedése kb. 7 napig és ezután csekély süllyedése 56 napig azonos. A pH-értékek 90 napig körülbelül állandóak. A legmagasabb pH-értékeket mind a maximumban, mind a név-értékben a 10 °C-os tárolási hőmérséklet mellett érték el az egyes szuszpenziók. A három, vizsgálat alá vett cement pH-értéke 12,3 és 12,4 között van. 10 °C-os tárolásnál 90 napos hidratációs időtartam után a pH-értéke 11,9 és 12,3 között van. A tárolási hőmérsékletnek 10-ről 20 °C-ra való fel-emelésénél a három, vizsgálat alá vett cement



19. ábra. A timföldcement szuszpenzió pH-értékei az idő függvényében, különböző tárolási idők után

megfigyelt pH-értékei valamivel alacsonyabbak és a 11,6—12,0 tartományba esnek.

Ha a tárolási hőmérséklet 40°C , csupán 11,8—11,9 maximális pH-értékeket figyelhetünk meg. Ezek azok az értékek, amelyek részben már egy nap után is elérhetők voltak. A további hidratáció során a megfigyelt pH-értékek mindhárom vizsgálat alá vett timföldcementnél 56 és 90 napig úgy csökkentek, hogy a 90 napos tárolási időszak után 11,6 pH-értéket érték el.

Ahogy már Schwiete és Salmoni (2) kimutatták, a pH-érték és a szilárdság kialakulása között összefüggés áll fenn. Az itt megvizsgált cementeknél világos hasonlatosság mutatkozik a szilárdság és a pH-értékek görbéinek haladásában a tárolási hőmérséklettől és a tárolási időtartamtól függően. A vizsgálatokból megállapítható, hogy az instabil hidrátfázisok — amelyeket elsősorban a 10 és 20°C -os tárolási hőmérsékleten figyeltünk meg —, magasabb pH-értékeket érnek el, mint a stabil fázisok, amelyek elsősorban a 40°C -os tárolásnál lépnek fel.

2.5. A kialakult hidrátfázisok befolyása a timföldcementek tulajdonságaira

Kézenfekvő és érthető, hogy a különböző hidratációs hőmérsékleteknél a timföldcementeknek vízzel való reakciója során, a kötés és szilárdulás során, a különböző hidrátfázisok előfordulása befolyással van az ezekkel a cementekkel előállított habarcsok és betonok műszaki tulajdonságaira. Már a 30-as években Haegermann (39), Vierheller (40), Lea és Desh (41) és Moe (42) kimutatták, hogy a 23 — 25°C feletti hőmérsékletnél szilárduló timföldcementek szilárdsága kisebb, mint az alacsonyabb hőmérsékleten szilárduló aluminátcementek szilárdsága. Ezek a szilárdsági különbségek nem csupán akkor lépnek fel, ha a cement a habarcsban vagy a betonban alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten szilárdul, hanem akkor is, ha az alacsonyabb hőmérsékleten szilárduló cementet utólag tesz ki magasabb hőmérséklet hatásának. A különböző szilárdságok okai a különbözőképpen kialakult hidrátfázisok, amelyek a különböző hőmérsékleteknél mindenkor stabilak.

A C_2AH_8 és CAH_{10} típusú, 10 és 20°C -nál képződött hidrátok C_3AH_6 és $\text{Al}(\text{OH})_3$ -má való átalakulását 23°C felett, 40°C -nál az „L” és „J” timföldcementek hidratációs termékein bemutattuk.

Különösen jó áttekintést nyújt a timföldcementek, elsősorban a magyar „CITADUR-cement” viselkedéséről Talabér (38a), aki a timföldcementek szilárdságának alakulásáról számol be, amelyeket 24 évi időtartam alatt vizsgáltak meg.

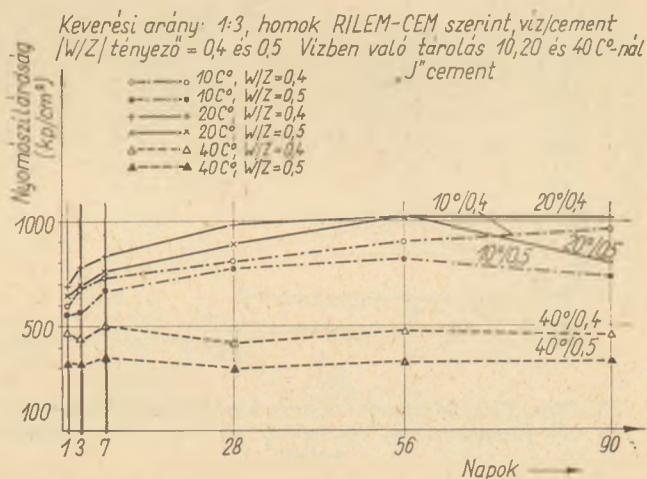
Ezekből a vizsgálatokból az állapítható meg, hogy a timföldcementekkel készült betonoknál a szilárdság csökkenésével kell számolni. A megfigyelt szilárdságcsökkenések csak 5 vagy 10 évi tárolási időtartam után lépnek fel. Ebben a vonatkozásban különösen érdekes lenne még azt tudni, hogy ezeket a beton próbatesteket milyen hőmér-

séklet mellett tárolták és azt is, hogy milyen maximális hőmérsékletet nem lehet a biztonság szempontjából túllépni.

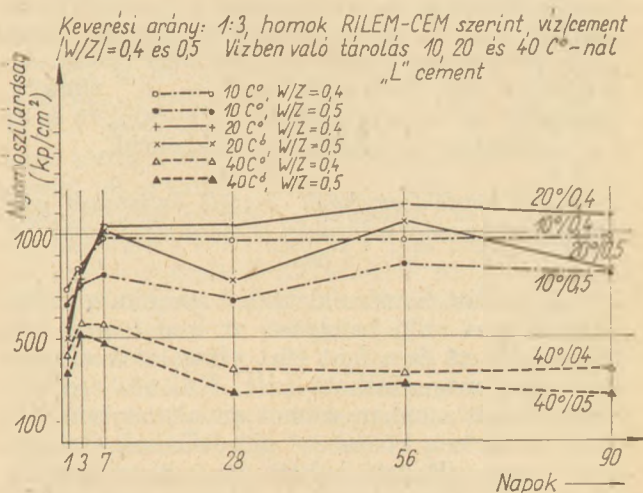
2.5.1. Habarcsszilárdságok a tárolási hőmérséklet függvényében

A 20. és 21. ábrán a megvizsgált „L” és „J” cementeknél a hőmérsékletnek és az alkalmazott víz/cement tényezőnek befolyását mutatjuk be a szilárdság alakulására. 10 és 20°C -os habarcspróbatest tárolásakor mindkét cementnél már egy nap után 500 kp/cm^2 szilárdságot állapítottunk meg.

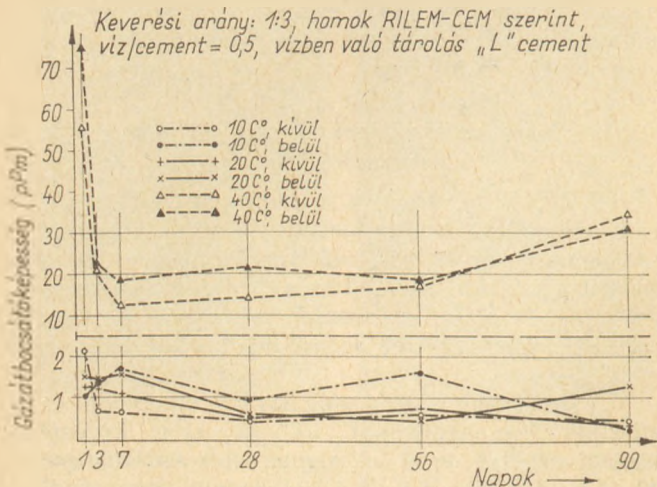
A szilárdság ezután még tovább emelkedik és mindkét cementfajtánál 700 és 1100 kp/cm^2 közötti értéket ér el. A legnagyobb szilárdságot 20°C -os tárolásnál és $0,4$ víz/cement tényezőnél találtuk. Ezt követi kisebb szilárdsági értékkel a 10°C -on tárolt cement $0,4$ víz/cement tényezőnél, majd valamivel még kisebb szilárdsági értékeket értünk el 20 és 10°C -os tárolásnál $0,5$ víz/cement tényezővel.



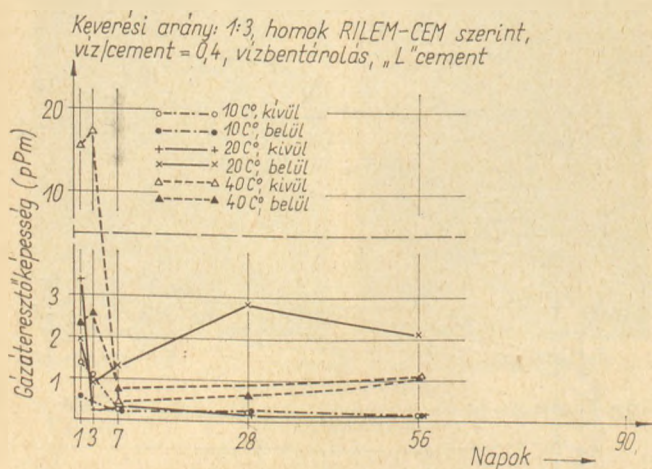
20. ábra. Timföldcement habarcsok nyomószilárdsági értékei az idő függvényében, különböző tárolási hőmérsékletek mellett



21. ábra. Timföldcement habarcsok nyomószilárdsági értékei az idő függvényében, különböző tárolási hőmérsékletek mellett



22. ábra. Timföldcement habarcsok gázátbocsátó-képessége az idő függvényében, különböző tárolási hőmérsékletek mellett



23. ábra. Timföldcement habarcsok gázátbocsátó-képessége az idő függvényében, különböző tárolási hőmérsékletek mellett

40 °C-os tárolásnál a szilárdság nyilvánvaló csökkenése mutatkozik a 10 és 20 °C-on tárolt cementekkel szemben és még jobban kiütözik a szilárdságnak a víz/cement tényezőtől való függősége is. A 0,4 víz/cement tényezőnél, 20 és 10 °C-os tárolási hőmérsékletnél elért szilárdsági értékek a 40 °C-os tárolásnál a „J” timföldcementnél az eredeti szilárdság 40–50%-ra és az „L” cementnél 30–35%-ára csökkennek.

2.5.2. A timföldcementből készült habarcsok gázátbocsátó képessége a tárolási hőmérséklet függvényében

A tárolási hőmérsékletnek a timföldcementek szilárdságára való befolyása az irodalomból bőségesen ismert és a fent leírt vizsgálatok alapján ismételtelen megerősíthető volt. Különös érdeklődésre tarthat azonban számot annak megismerése, hogyan hat ki a különböző hidrát-fázisok átalakulása a megszilárdult habarcs szövetszerkezetére. Mivel a hidrátátalakulás — ahogyan még később ki fogjuk mutatni — a molekula térfogatváltozásával van összekötve, kényszerűen meg kell vál-

toznia a nyílt porozitásnak is. Nézetünk szerint a habarcsban vagy a betonban levő vasalás tartós védelme érdekében elsősorban is tömör és gyakorlatilag gázátbocsátó betonra van szükségünk.

Éppen ezért megvizsgáltuk a habarcs permeabilitását, illetőleg gázáteresztőképességét.

A fajlagos gázátbocsátó képesség meghatározását a tűzállóanyagiparban szerzett tapasztalatokra támaszkodva hajtottuk végre. A megszilárdult habarcsok gázáteresztőképességének vizsgálatára 1–2 cm magasságú és 5 cm átmérőjű hengeres próbatesteket állítottunk elő habarcsból, amelynél a próbatestfelületet vagy egy oldalról kezeletlenül hagytuk és a másik oldalon simára csiszoltuk, vagy pedig mindkét oldalán csiszolással láttuk el. Az így előkészített próbatesteket 20%-os kénsav felett szobahőmérsékleten súlyállandósáig szárítottuk. A fajlagos áteresztőképesség meghatározása a DIN 51 058 szabvány előírásai szerint történik. Különbség a DIN szabványhoz képest csak a próbatest magasságában van, amely a DIN szabvány szerint 5 cm. A cementkő érzékenysége folytán ezenfelül más szárítási módot választottunk, mint ami a szabványban elő van írva.

A fajlagos áteresztőképesség egységét a következőképpen definiáljuk:

Valamilyen szemcsés szerkezetű test gázáteresztőképessége 1 Perm (Pm), ha egy másodperc alatt 1 cm³ gáz 1 poise (P) dinamikus viszkozitással 1 din/cm² nyomáskülönbség mellett 1 cm² keresztmetszeten függőleges irányban és 1 cm hosszúságban áramlik át.

Gyakorlati alkalmazására a nanoperm egységet ajánljuk. 1 nanoperm (nPm) = 10⁻⁹ Pm.

Méréseinknél a pikoperm (pPm) egységgel kell számolnunk. Ebből megállapítható, hogy a habarcs és beton próbatestek gázátbocsátó képessége 10⁻³ értékkel kisebb, mint a tűzállóanyagoké.

A timföldcement habarcsminták vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a gázáteresztőképesség 10 és 20 °C tárolási hőmérsékleten, 0,5 víz/cement tényező mellett a habarcs előállításakor 1 és 2 közötti, maximálisan 2,1 pPm értéket ér el (22. ábra).

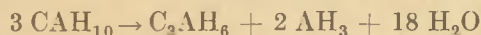
A magasabb, 40 °C-os tárolási hőmérsékletnél 12,6 és 75 pPm közötti, és 90 napos tárolási időszak után 30 pPm-nél is nagyobb értéket értek el. Ezek az értékek várhatóak voltak, mivel a hidrátok növekvő átalakulásával a nyílt porozitás a szabadbázisból víz elgőzölögtetésének feltételezése mellett lényegesen megnagyobbodott és ezáltal az áteresztőképességnek is növekednie kellett.

Érdekes a kis víz/cement tényező kedvező befolyása a gázáteresztőképesség változására, ha a tárolási hőmérsékletet 10, illetve 20 °C-ról 40 °C-ra emeljük fel. Amíg 10 és 20 °C-nál a gázáteresztőképesség maximálisan 3,4 pPm, a maximális gázáteresztőképesség 40 °C-nál 17,5 Ppm. Tehát a gázáteresztőképesség határozott csökkenését lehet elérni kisebb víz/cement esetén. Ez utóbbi vizsgálat eredményét mutatja a 23. ábra.

2.5.3. A cementkő-térfogat változása a kalciumalumináthidrátok átalakulásának és karbonizálódásának következményeként

A következő fejtegetésekben megkíséreljük megvilágítani a timföldcementben a hidrátfázisok hőmérsékletemelkedés következtében bekövetkező átalakulásának befolyását a térkitöltésre. Ezek a fejtegetések alkalmasak arra, hogy a timföldcement habarcsok és betonok szilárdságát és gázáteresztőképességét a hőmérséklettől függően világítsák meg.

Ha a CAH_{10} -nél $1,72 \text{ g/cm}^3$ sűrűséggel a C_3AH_6 -nál $2,52$ és az AH_3 -nál $2,3$ sűrűséggel számolunk — ahogy ezt Smolczyk (43) tette — úgy a



átalakulásnál az derül ki, hogy az átalakulás után a CAH_{10} az előbbi térnek még $48,5\%$ -át foglalta el annak, amelyet az átalakulás után a szilárd hidrát tölt ki.

Annak feltételezésével, hogy a térfogatmaradék $51,5\%$ -át a szabaddá váló víz tölti ki, a

porozitás erős növekedése adódik, és ezáltal magyarázatot kapunk a szilárdságcsökkenésre és az eredetileg tömör és szilárd szövetszerkezet gázátbocsátóképességének növekedésére.

Annak feltételezése mellett is, hogy nem csupán CAH_{10} volt jelen szilárd fázisként, hanem hogy 50% C_2AH_8 volt $1,95 \text{ g/cm}^3$ sűrűséggel a cementkőben, a C_3AH_6 -tá és AH_3 -má való átalakulás után kevesebb, mint 60% szilárd fázis marad.

8. táblázat

Térfogatváltozás a kalciumalumináthidrátok átalakulásánál és karbonizálásánál

	(g/cm ³)	M(g)	V _M (cm ³)
1. CAH_{10}	1,72	338	196,5
2. C_3AH_6	2,52	378	150
3. C_2AH_8	1,95	358	183,6
4. AH_3 Gibbsit (G)	2,42	156	64,5
Bayerit (B)	2,53	156	61,7
5. CaCO_3 Calcit (C)	2,71	100	36,9
Vaterit (V)	2,54	100	39,4

Az átalakulások alapjául a következő adatok szolgálnak:

1. 3CAH_{10}	$\rightarrow$	C_3AH_6	$+ 2\text{AH}_3$	$+ 18\text{H}$
589,5 ml		150 ml	129 ml(G) 123 ml(B)	
2. $3\text{C}_2\text{AH}_8$	$\rightarrow$	$2\text{C}_3\text{AH}_6$	$+ \text{AH}_3$	$+ 12\text{H}$
550,8 ml		300 ml	64,5 ml(G) 61,7 ml(B)	
3. C_3AH_6	$+ 3\text{CO}_2 \rightarrow$	3CaCO_3	$+ \text{AH}_3$	$+ 3\text{H}$
150 ml	0 ml	118 ml(V) 110 ml(C)	64,5 ml(G) 61,7 ml(B)	
4. 3CAH_{10}	$+ 3\text{CO}_2 \rightarrow$	3CaCO_3	$+ 3\text{AH}_3$	$+ 21\text{H}$
589,5 ml	0 ml	118 ml(V) 110 ml(C)	193,5 ml(G) 185,1 ml(B)	
5. $3\text{C}_2\text{AH}_8$	$+ 6\text{CO}_2 \rightarrow$	6CaCO_3	$+ 3\text{AH}_3$	$+ 15\text{H}$
550,8 ml	0 ml	236 ml(V) 220 ml(G)	193,5 ml(G) 185,1 ml(B)	

A 8. táblázatban a kalciumalumináthidrátok, az alumíniumhidroxidok és mindkét kalcium-karbonát-módosulat kalcitjának és vateritjének sűrűségét, molekulatömegét és molekula-térfogatát állítottuk össze. Az átalakulások alapját az 1. és 2. reakciók képezik.

A táblázatban megadott molekulatérfogatok figyelembevétele mellett az 1. reakció reakciós termékei a CAH_{10} eredeti térfogatának még kb. 47% -át foglalják el. A képződött víz térfogatát emellett nem vettük figyelembe, mivel feltételeztük, hogy ez nem volt kémiaiilag lekötve és nem nyelődött el, hanem maradéktalanul elpárolgott. A második reakciónál az átalakulás után 66% -os szilárd térfogat adódik. Itt is feltételeztük, hogy a kialakult víz elpárolgott.

2.5.4. Térfogatváltozás az átalakult és át nem alakult cementkő CO_2 felvétele folytán

Ismeretes, hogy a habarcs és a beton cement-komponense a hőmérséklettől és a levegőnedvességtől függően, CO_2 -t képes felvenni. A kialakult C_3AH_6 karbonizálódása pl. a 8. táblázaton megemlített 3. egyenlet szerint folyhat le. Ebből

adódik a C_3AH_6 -nak CO_2 -vel való reakciója során képződött vaterit és gibbszit 128% -os térfogat-növekedése, és pedig 150 ml -ről $182,5 \text{ ml}$ -re. Ha pedig a C_3AH_6 -ból és CO_2 reakciója során kalcit és bayerit képződik, a térfogatnövekedés csupán 114% -os, 150 ml -ről $171,7 \text{ ml}$ -re.

Ha az átalakulás és karbonizálódás egyetlen reakciósorozatban következik be, ahogyan ez a 4. és 5. egyenletek alapján feltehető, úgy a következő térfogatváltozások adódnak: a 4. egyenlet szerint teljes karbonizálódásnál, a CAH_{10} -ból, mint hidrátfázisból kiindulva, az átalakulás és karbonizálódás után a cementkő $52,9\%$ -os térfogatot tölt be, amely gibbszitról és vateritról áll. A cementkő $50,1\%$ térfogatot tölt be, ha a kalcitról és bayeritról áll. A pórusok térfogata $47,1$ illetve $49,9\%$. C_2AH_8 -nál mint kiinduló anyagnál, az 5. egyenletnek megfelelően az eredeti cementkővolumen 78% illetőleg $73,5\%$ szilárd anyaga marad meg a karbonizálódás után. A nyílt porozitás tehát csökken a fokozódó karbonizálódással.

A fent bemutatott levezetésekben adódik az az erős hatás, amelyet a CO_2 felvétel gyakorol az újonnan képződött hidrátfázisok átalakulására

a habarcs vagy beton megszilárdult cement-kövében a térkitöltésre és a nyílt porozitás növekedésére, valamint a porozitás változására és csökkenésére.

Az acél korróziója problémájának figyelembevételénél a vasbetonban és különösen az előfeszített vasbetonban, a szerző már korábban ismételtén kinyilvánított nézete szerint a leglényegesebb befolyást a tömörség, pontosabban a nyílt porozitás, vagyis a beton gázáteresztőképessége és permeabilitása jellemzi. A tömör-beton kielégítő védelmet nyújt a levegő behatoló szén-sav-, nedvesség- és oxigéntartalma ellen, ami az acél korrózióját nagymértékben megakadályozza.

A fentemlített vizsgálatok után azonban nem egyedül az a fontos, hogy olyan betont állítsunk elő, amely előállításakor nagyon tömör, hanem szükséges arra is ügyelni, hogy ez a tömörség a későbbi reakciók folytán se vesszen el. Szükséges tehát figyelmet fordítanunk arra, hogy a hőmérséklet a maximális értéket túl ne lépje, illetőleg meg kell vizsgálni, vajon lehetséges-e a tömörséget megfelelő védőbevonatok segítségével tartósan fenn tartani.

A vizsgálatok azt eredményezték, hogy a cementhabarcs vagy beton összporozitásának növekedése a CAH_{10} illetőleg C_2AH_8 tartalmú timföldcementek hidrátfázisainak C_3AH_6 -á és AH_3 -á való átalakulásánál az összporozitás közvetlen mérésével, az előzetes porozitás 10–15%-át tette ki.

Nézetünk szerint ezek a számok a cement-köbön az alumináthidrátok átalakulásának valószínű befolyását a porozitás változására nem képesek teljesen visszaadni. Ez a probléma kizárólag a gázáteresztőképesség vagy a gázdiffúzió mérésével oldható meg. Újabb mérések segítségével azt is ki tudtuk mutatni, hogy a hőmérséklet emelkedésével és a hidrátfázisok ezzel összefüggő átalakulásával a gázáteresztőképesség az alacsonyabb hőmérsékleteknél elért érték 140-szeresére emelkedett.

3. Összefoglalás

3.1. — A CAH_{10} és C_2AH_8 hexagonális hidrátfázisoknak köbös C_3AH_6 -á való átalakulása gibbszít (AH_3) képződése mellett, amely átalakulás 23° fölött általában fellép, igen nagy befolyással van a nyomószilárdság csökkenésére és a nyílt porozitás növekedésére, vagy ami ezzel egyértelmű, a gázáteresztőképesség növekedésére.

3.2. — A hidrátfázisok átalakulása kedvezőtlen befolyásának oka a kezdetben képződött cementkő térfogatcsökkenésével magyarázható, amelynél feltételezzük, hogy az átalakulási reakciónál a szabaddá váló víz elpárolog. A térfogatcsökkenés a kiindulási hidrátfázistól (CAH_{10}) vagy (C_2AH_8) függően 53 és 34% között van.

3.3. — Az így szerzett ismeretek lehetővé teszik a gyakorlatban fellépő károk tudományos magyarázatát.

3.4. — A betonvasnál fellépő korrózió a CO_2 bediffundálásával és a pH-érték ezáltal bekövetkező csökkenésével, valamint az oxigén és vízgőz

behatolásával magyarázható a következő tényezőktől függően:

1. A vasbetétek cementfedésének vastagsága.
2. A beton cementtartalma.
3. A víz/cement tényező értéke.
4. A betonok tömörsége.
5. A beton utókezelése.
6. Hőmérséklet az előállításkor és a beton megszilárdulásánál.

7. Hőmérséklet a tárolásnál és a beton beépített állapotánál, valamint az atmoszférikus hatások.

8. A nyílt porozitás mértéke a gázáteresztőképesség által meghatározva.

3.5. — A megtárgyalt példa mutatja, hogy az ásványtani folyamatok ismerete a kötés és szilárdulás folyamán felvilágosítással szolgál ahhoz, hogy a gyakorlatban később fellépő zavarok okait felismerhessük és megmagyarázhassuk.

3.6. — Az elméleti alapok ismeretében azonban azok a rendszabályok is levezethetők, amelyek szükségesek a károk elkerüléséhez, illetőleg a már veszélyeztetett épületek kellő időben való biztosítására.

3.7. — A vizsgálatok azt is megmutatták, hogy további kutatások szükségesek ezen a területen, különösen a kalciumalumináthidrátok reakciósebességét és az átalakulási hőmérsékletek pontos meghatározását illetően. Az eddigi eredmények arra engednek következtetni, hogy a köbös kalciumalumináthidrátok $\leq 20^\circ$ hőmérséklet mellett is képződnek. Ezt a megállapítást azonban korlátozni kell oly értelemben, hogy a reakció sebessége ebben a hőmérséklettartományban csekély.

3.8. — A három különböző timföldcement pH-értékének elektrokémiai meghatározásával megállapítható, hogy ezek az értékek még a stabil hidrátfázisba való átalakulás után is a $pH = 11,6$ -os tartományba esnek. A kisebb hőmérsékleten kialakult hidrátfázisok pH-értékei 90 napos tárolási idő után a $11,6$ – $12,2$ tartományba esnek. Megfelelő értékeket mértünk számos betonmintán is, amelyeken észrevehető karbonizálódást nem lehetett megállapítani.

IRODALOM

- [1] Schwiete, H. E., Büssem, W., Salmoni, R.: *Tonind. Ztg.*, 58 (1934), 168. old.
- [2] Salmoni, R. és Schwiete, H. E.: *Zement* 22 (1933), 523–26. old.
- [3] Assarsson, A.: *Zschr. Anorg. Chemie*, 200 (1931), 385. o., 205 (1932), 335. o. 214 (1933) 158. o. 222 (1935), 321. o.
- [4] Bessey, G. E.: 2. Symp. Chem. Cem. 181. o. Stockholm 1938.
- [5] Brocard, J.: *Am. Inst. Techn. du Batiments et des Trav. Publ. Nr. 12* (1948)
- [6] Longuet, P.: 3. Symp. Chem. Cem. 328. o. London 1952.
- [7] Thorvaldson, T., Harris, G. N. és Schneider, W. G.: *Canad. Journ. Res.* 21 (1943), 65 o.
- [8] Johnson, H. és Thorvaldson, T.: *Canad. Journ. Res.* 21 (1943), 236 o.
- [9] Wells, L. S.: *Bur. Stand. Journ. Res.* 1 (1928), 951 o.
- [10] Travers, A. és Sehnoutka, S.: *Am. Chimi* 13 (1930), 253. o.

- [11] *Mylius, C. R.*: Acta Acad. Aboensis, Mathematica et Physica VII, 3; 1933.
- [12] *Nacken, R.*: Zement, 26 (1937), 715. o.
- [13] *Thorvaldson, N. Grace és V. A. Vigfusson*: Canad. Journ. Res. 1 (1929), 201. o.
- [14] *Cirilli, V.*: Ric. Sci. Progr. techn. Econ. Naz. 10 (1939), 559. o.
- [15] *Guinier, A. és Brocard, J.*: Inst. Techn. Batim. Trav. Publ. Circulaire, Serie F. Nr. 39. Dez. 1947.
- [16] *Allen, E. T. és Rogers, H. F.*: Amer. Chem. Journ. 23. (1900), 304. o.
- [17] *Brandenberger, E.*: Petrogr. Mitt. 13 (1933), 569. o.
- [18] *Nacken, R. és Mosebach, R.*: Zschr. Anorg. Chemie, 227 (1936), 289. o.
- [19] *D'Ans és Eick, H.*: Zement-Kalk-Gips 6, (1953), 197. o.
- [20] *Flint, E. P. és Wells, L. S.*: Bur. Stand. Journ. Res. (1944), 471. o.
- [21] *Le Chatelier, H.*: Bull. Soc. Chim. 41 (1884), 377. o. 42 (1884), 88. o.
- [22] *Kühl, H. és Wank, T.*: Zement, 21 (1932), 105. o. 120, 134.
- [23] *Bogue, R. H. és Lerch, W.*: Ind. Eng. Chem. 26 (1934), 837. o.
- [24] *Hoffmann, H.*: Diss. Berlin 1935.
- [25] *Flint, E. P., Mc Murdie, H. F. és Wells, L. S.*: J. Res. N. B. S., 26 (1941), 23—25.
- [26] *Malquori, G. L. és Cirilli, V.*: Symp. Chem. Cem. London 1952, 321—328. o.
- [27] *Strätling, W. és zur Strassen, H.*: Zement 29 (1940), 427. o. 441, 455, 475.
- [28] *Flint, E. P. és Wells, L. S.*: J. Res. N. B. S., 27 (1941), 171—180. o.
- [29] *Turrisiani, R. és Schippa, G.*: Ric. Sci. 25 (1954), 1654—1657. o.
- [30] *zur Strassen, H.*: Auslegungsschrift d. deutschen Patentamtes 114 1575 D 26 712, VI b/80 b (1962). Zement-Kalk-Gips 11 (1958), 137. o. ff.
- [31] *Schwiete, H. E. és Kurczyk H. G.*: Tonindustrie-Zeitung 84 (1960), 585—598 o.
- [32] *Schwiete H. E. és Ludwig U.*: Forsch. Ver. d. Landes NRW Nr. 979. (1961) Zement-Kalk-Gips Nr. 10 (1963), 421—431. o.
- [33] *Schwiete H. E., Gauglitz R. és Tik Jen Tan A.*: Zement-Kalk-Gips 3 (1962), 104—120. o.
- [34] *Schwiete H. E. és Niel E.*: Forsch. Ber. d. Landes NRW (i. Druck)
- [35] *Schwiete H. E. és Ludwig U., Niel E.*: Tagungsber. der 7. Konf. der Silikatindustrie, Budapest 1963.
- [36] *Schwiete H. E. és Iwai T.*: Forsch. Ber. d. Landes NRW (im Druck) Zement-Kalk-Gips 17 (1964), 379—386 o. Tagungsber. d. Zementind. (im Druck)
- [37] *Schwiete H. E., Ludwig U. és Jäger P.*: Zement-Kalk-Gips 17 (1964), 229—236. o.
- [38] *Lehmann H. és Leers K. J.*: Tonindustrie-Zeitung, H. 2., (1963) 29—41. o.
- [38a] *Talabér J.*: Timföldcementek tartóssága Rilem Intern. Symposium Durability of Concrete, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, 1962. 109—114 oldal
- [39] *Haegermann G.*: Tonindustrie-Zeitung 55 (1931), 1430 o. Tonindustrie-Zeitung 56 (1962) 635 és 805. old.
- [40] *Vierheller H.*: Tonindustrie-Zeitung 56 (1932), 470, 730. old.
- [41] *Lea F. M. és Desch*: The Chemistry of Cement and Concrete, London 1956, 52. o.
- [42] *Moe A. J.*: Ingeniren 49 (1940), 29 B, 66. o.
- [43] *Smolczyk H. G.*: Röntgenogr. Beurt. v. Beton aus Tonerdezement Betonstein-Zeitung, 30 (1964), 573—579. o.

Schwiete, H. E.: Kalciumalumináthidrátok vizsgálata

A cikk kalciumalumináthidrátok röntgenográfiai és elektronmikroszkópiai vizsgálatáról számol be. A különböző alumináthidrátokkal, különböző körülmények között (hőmérséklet, időtartam, víz/cementtényező) végzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a különböző hexagonális hidrátfázisok (CAH_{10} és C_2AH_6) szabályos C_3AH_6 -á való átalakulása gibbsit (AH_3) képződése mellett 23°C fölött általában végbemegy. Az átalakulás jelentős szilárdságcsökkenéssel, a fizikai és kémiai tulajdonságok megváltoztatásával jár. A hidrátfázisok átalakulásának kedvezőtlen hatása a kezdetben képződött cementkő jelentős térfogatsökkenésével magyarázható. A térfogatsökkenés a kiindulási hidrátfázistól függően 34—53% között van. A betonvasnál fellépő korrózió a CO_2 beiffundálásával és a pH érték ezáltal bekövetkező csökkenésével, valamint az oxigén és vízgőz behatolásával magyarázható. Az ásványképződési folyamatok ismerete a kötés és szilárdulás során felvilágosítással szolgál a későbbi meghibásodások okainak felismerésében. Az eddigi vizsgálatok megmutatták, hogy további kutatások szükségeseek a kalciumalumináthidrátok reakciósebességének és az átalakulási hőmérsékleteknek pontos meghatározására.

Шауе, Х. Е.: ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОАЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ.

В статье рассматриваются результаты рентгенографических и электронно-микроскопических исследований гидроалюминатов кальция. На основе испытаний различных гидроалюминатов в различных условиях (температура, выдержка, В/Ц) было установлено, что 1. превращение различных гексагональных гидратных фаз в кубический C_3AH_6 происходит как правило при температуре выше 23°C с наряду с образованием гибсита (AH_3). Превращение вызывает значительное снижение прочности, а также изменение физических и химических свойств. 2. Неблагоприятное влияние превращения гидратных фаз можно объяснить значительным снижением объема первоначально образующегося цементного камня. Уменьшение объема в зависимости от исходной гидратной фазы колеблется в пределах 35—53%. 3. Коррозию арматуры бетона можно объяснить диффузией CO_2 , сопровождающейся снижением величины pH, а также влиянием кислорода и водяного пара. 4. Знание процессов минералообразования, протекающих при схватывании и твердении, может служить объяснением причин возникающих дефектов. 5. Проведенные испытания указывают на необходимость дальнейших исследований с целью точного определения скорости реакции и температур превращения гидроалюминатов кальция.

Schwiete, H. E.: Untersuchungen an Kalziumaluminathydraten.

Die röntgenographische und elektronenoptische Untersuchung von Calciumaluminathydraten, die unter verschiedenen Bedingungen (Temperatur, Hydrationsdauer, W/Z-Faktor) durchgeführt wurde, zeigt, daß 1. bei der Umwandlung von verschiedenen hexagonalen Hydratphasen in kubisches C_3AH_6 —im allgemeinen über 23°C —zusätzlich Gibbsite (AH_3) gebildet wird. Die Umwandlung wird durch bedeutende Minderung von Festigkeit, sowie durch Änderung von physikalischen und chemischen Eigenschaften gekennzeichnet. 2. Der ungünstige Einfluß der Umwandlung von Hydratphasen ist durch bedeutende Volumenabnahme des anfangs gebildeten Zementsteines zu erklären. Die Volumenabnahme beträgt 35—53%, je nach der Ausgangshydratphase. 3. Die Korrosion, die im Armierstahl auftritt, ist durch die Diffusion von CO_2 und infolgedessen durch die Abnahme vom pH-Wert, sowie durch den Sauerstoff- und Wasserdampfeinfluß zu erklären. 4. Die Kenntnis der mineralogischen Bildungsprozesse, die während des Abbindens und Erhärtens vorgehen, dient zur Klärung von Ursachen der später entstehenden Fehler. Es ist notwendig weitere Untersuchungen zu genauerer Bestimmung

der Reaktionsgeschwindigkeit und Umwandlungstemperaturen von Calciumaluminathydraten durchzuführen.

Schwiete, H. E.: Investigation on Calcium Aluminate Hydrates.

X-ray and electron microscope investigations of calcium aluminate hydrates, done under various experimental conditions (temperature, time, w/c ratio) gave following results: 1. The hexagonal aluminate hydrates (e. g. CAH_{10} and C_2AH_8) transform into cubic C_3AH_6 above 23°C with the simultaneous formation of gibbsite (AH_3). This transformation is connected with a considerable reduction in strength and a change

in physical and chemical characteristics. 2. The disadvantageous effect of hydrate transformation is due to the volume decrease of the previously formed cement stone; this volume change varies between 34—53 %, depending on the starting hydrate phase. 3. The corrosion of reinforcement can be explained by the diffusion of CO_2 and the consecutive pH-reduction, and by oxygen and water vapour penetration. These processes are controlled by several factors. 4. The knowledge of the mineralogy of the setting and hardening processes is essential in discovering the causes of later damages. Finally the author states, that further research is recommended for the more exact determination of the rate processes and temperatures of calcium aluminate hydrate transformations.

Egyesületi élet

A Finomkerámiai Szakosztály február 25-i klubdélutánján Bujtás Béla, Habuda Ádám és Richter Vladimir számoltak be a Hódmezővásárhelyi Szanitergyár technológiájának kiválasztásával kapcsolatos tanulmányútjukról.

A tanulmányutak során megtekintettek angol, belga, NSZK és olasz szanitergyárakat, valamint az angolok által épített bukaresti szanitergyárat.

Megismerkedtek a korszerű külföldi technológiákkal, tanulmányozták a külföldi üzemek szervezetét, a munkaszervezés és a vállalatvezetés problémáit.

A megismert öntési technológiák közül legkorszerűbb és legtermelékenyebb a Netzsch-cég szaniteröntő szalagja és annak technológiája, ezért Hódmezővásárhelyen ezt a technológiát fogják alkalmazni.

Külön kiemelték, hogy a szalagszerű szanitergyártás egyik legfontosabb feltétele a magnélküli öntés bevezetése, ezzel ugyanis a nyerstermék formából való kivétele és tisztítása jelentősen egyszerűsödik.

Egyik tanulmányúton lehetőség volt egy angliai kerámiai iskola tanulmányozására. Az iskola középkádereket képez. Az elméleti képzés mellett a hallgatók gyakorlati képzést is kapnak, az iskolához tartozó kísérleti üzemben. Arra törekszenek, hogy a hallgatók a gyártásfolyamat minden fázisát végigcsinálják és így megismerkedjenek az előforduló hibákkal és azok kiküszöbölésének módjaival.

Az előadás egyik legérdekesebb része a nyugati szakemberekkel szemben támasztott követelmények ismertetése volt.

Külön hangsúlyozták, hogy a tőkés vezetők elvárják mérnökeiktől a társadalmi szervezetekben való aktív munkát, ezen belül előadások tartását, melyet a gyárakban folyó műszaki és kutatási munka propagandájának tekintenek.

A társadalmi rendezvényeken való szereplés egyben lehetőséget nyújt a műszakiak részére ahhoz, hogy munkájukat szélesebb körben ismertté tegyék.

A jól sikerült klubdélután vetített képekkel illusztrált színes élménybeszámoló zárta be.

*

A Finomkerámiai Szakosztály és a Magyarhoni Földtani Társulat Agyagásványtani és Ásványtani, Geokémiai Szakcsoportja március 15-én megtartott közös klubdélutánján dr. Nemező Ernő egyetemi tanár „Az allevardit ásványkőzettani tulajdonságai, különös tekintettel a finomkerámiaipari felhasználásra” címmel nagysikerű előadást tartott.

A finomkerámiaipar egyik legfontosabb műszaki fejlesztési feladata a hazai nyersanyagok felhasználásának növelése. Ennek érdekében az Országos Érc- és Ásványbánya Vállalat a szerencsi öbölben nagyarányú kutatásokat végez új hazai nyersanyagok feltárására. A feltárt új hazai nyersanyagok közül egyik legérdekesebb a Királyhegyen talált allevardit tartalmú nyersanyagelőfordulás, amely — mint az az előadásból kitűnt — az allevarditnak a világon második ismert előfordulása.

Tekintettel arra, hogy igen nagy tömegű előfordulásról van szó, és az iparban eddig végzett kísérletek biztatják, a megjelentek nagy érdeklődéssel hallgatták dr. Nemező professzor előadását, aki elmondotta, hogy az allevardit szabályosan közberétegzett szilikátásvány, amely csillámrétegek és expandáló cserélhető kationokat, vízmolekulákat befogadó rétegekből áll. E réteg a külső vízgőztenziótól függően 1, 2 vagy 3 molekula vizet tud felvenni. A 750°C -ig hevített allevardit lehűtve és vízgőzt tartalmazó térbe helyezve rehidratálódik, 1000°C fölé hevítve mulittá és üveggé alakul.

Kerámiai szempontból igen értékes tulajdonsága nagy nyersőrlési szilárdsága. Igen érdekes még, hogy szuszpenziójának üvegedése 50 nap alatt alig észlelhető.

Az előadás után élénk vita alakult ki az allevardit finomkerámiaipari felhasználásával kapcsolatban.

(M. Gy.)

A háromlépcsős klinkerégetés

ROSA, JOSEF (Csehszlovákia)

A fejlett égetési rendszer általános elvei

Nem vitatható, hogy a jelenlegi cementklinker és mészégetési rendszerek technikai és gazdasági szempontból tarthatatlanok.¹ A világ valamennyi kutatóintézetében, ahol cementtel és mészzel foglalkoznak, az a törekvés, hogy új technológiát dolgozzanak ki a cement- és mészgártására. A csehszlovák Építőipari Kutató Intézet is foglalkozott, és most is intenzíven foglalkozik ezzel a problémával. A fő irányelvek, melyek véleményünk szerint az új, haladó eljárásnál megoldáshoz vezethetnek, mind műszaki, mind gazdasági jellegűek. A megoldásnak, technikai szempontokat figyelembevéve, a következő feltételeket kell kielégíteni:

1. A berendezésnek olyannak kell lenni, hogy az technológiai folyamat fázisainak optimálisan megfeleljen.

2. A berendezésnek teljes összhangba kell működnie a termodinamikai törvényekkel, különösen a hőátadási törvényekkel.

3. A berendezésnek olyannak kell lenni, hogy azzal elsőrendű minőségű terméket lehessen előállítani, amely vagy jobb, mint a mostani minőség, vagy legalábbis megfelel a mostani legjobb minőségeknek.

Gazdaságossági szempontokat figyelembevéve a berendezésnek a következő követelményeket kell kielégítenie:

1. a lehető legkedvezőbb energia- és hógazdálkodás,

2. a lehető legalacsonyabb beruházási költségek,

3. a lehető legalacsonyabb üzemeltetési költségek,

4. a lehető legmagasabb munkaproduktivitás,

5. a gyártási folyamat maximális automatizálása.

Ezekből az általános irányelvekből az a végkövetkeztetés vonható le, hogy a legkedvezőbb megoldás mind klinkernél, mind mésznél a hőkicszerélővel ellátott kemencerendszer, ami egy rövid forgókemencéből és hűtőből áll, és lebegtetéses hőkicszerélővel dolgozik. A hőkicszerélőben nemcsak a nyersanyagnak a disszociációs hőre való előmelegítését, hanem a jó hőátadás megfelelő feltételeit is biztosítani kell. Mivel a szokásos, négylépcsős hőkicszerélő nem képes arra, hogy a tökéletes disszociációhoz szükséges hőmennyiséget biztosítsa, szükség van a forgókemence és a hőkicszerélő között egy további lépcső, a disszociációs egység közbeiktatására. Ezek a következtetések, melyek matematikailag megfelelően alátámaszthatók, — arra engednek következtetni, hogy legmegfelelőbb a háromlépcsős cementgyártási technológia. Ezzel a kutatóintézetben — természetesen kísérleti mér-

tékekben — már foglalkoznak is. Ezzel a kérdéssel a továbbiakban még részletesebben fogunk foglalkozni.

A háromlépcsős cement égetési technológia elődje a lebegtető-hőkicszerélővel és örvényréteges hűtővel ellátott mészégető forgókemence. Ezt a módszert üzemi mértékben már meg is valósították. Az egységek kapacitása 150 tonna/nap volt. A jövőben Csehszlovákiában 300 illetve 500 t/nap kapacitású egységeket kívánnak létesíteni.

Technológiai szempontok miatt nincs lehetőség arra, hogy a készítő disszociációját lebegtetve elérjük. Ezzel a problémával a későbbiek során ugyancsak részletesen fogok foglalkozni. Először is szeretném a matematikai alapelveket ismertetni, amelyből fenti elgondolás kiindul.

A lebegtető hőkicszerélővel felszerelt kemencerendszerek számításának elve

Olyan kemencerendszerekről van szó, amelyek rövid forgókemencéből, és többlépcsős egyenáramú hőkicszerélőből állanak.

Ami a forgókemencét illeti, ennek méreteit egyrészt a mennyiség, másrészt a füstgázok áramlási sebessége, továbbá a zsugorítózána hőterhelése határozza meg. A kemence hosszát a fajlagos teljesítmény határozza meg. Most röviden össze kívánom foglalni a számítás alapelveit:

Ha:

$P_P P_z P$	a forgókemence tényleges keresztmetszete m^2 -ben, a füstgázsebesség, és a zsugorítózána terhelése alapján számítva,
d_p, d_z, d	a forgókemence átmérője m -ben, a füstgázsebesség és a zsugorítózána terhelése alapján számítva,
M	a forgókemence teljesítménye $kg/24$ óra
V	füstgáztérfogat Nm^3/kg klinker
v_p	gázsebesség a kemence végénél (lásd 1. táblázat m/sec)
t	gázhőmérséklet a kemence végénél $^{\circ}C$
z	a zsugorítóter hőterhelése (lásd 1. táblázat $kcal/m^2h$)
I	a forgókemence belső hasznos tere m^3
h	a kemence fajlagos teljesítménye (lásd 1. táblázat $t/m^3/24$ óra)
l	kemence hossza m

úgy a következő összefüggések érvényesek:

$$P_P = \frac{M \cdot V \cdot (t - 273)}{24 \cdot 3 \cdot 600 \cdot v_p \cdot 273} = \frac{d_p^2 \pi}{4}$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4P_P}{\pi}}$$

$$P_z = \frac{M \cdot Q}{24 \cdot z} = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}$$

$$d_z = \sqrt{\frac{4P_z}{\pi}}$$

¹ A világszínvonal és a fejlődés irányvonala a cement- és mészégetés terén. Rosa, J. Építőanyag. 1965. 4. sz.

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$I = \frac{M}{1000 \cdot R}$$

$$l = \frac{I}{P}$$

1. táblázat

A szárazeljárással dolgozó forgókemencék (lebegtető-hőkicszerélővel) jellemző értékei

Teljesítmény t/24 óra	Sebesség v_p	Hőterhelés $Z \cdot 10^6$ kcal/m ² óra	Fajlagos teljesítmény t/24 óra/m ³
50	4,10	1,70	1,52 cement
100	4,30	1,90	1,50 cement
400	4,40	2,50	1,40 cement
800	4,80	3,20	1,28 cement
100—300	2—3,5	1,5	0,75—0,80 mész

Valamennyi adat a forgókemencéméretek számítására vonatkozik. A lebegtető-hőkicszerélőre vonatkozó számítások sokkal komplikáltabbak és nehezebbek. A számítási módszerek kidolgozása során számtalan laboratóriumi kísérletből indultunk ki, amelyek végül is egy ideális többlépcsős hőkicszerélőre vonatkozó matematikai képlethez vezettek, amikor is az egész számítás alapfeltételeként a következők szolgáltak:

a) minden hőkicszerélő lépcső végén gázhőmérséklet, valamint a továbbkerülő nyersanyag hőmérséklete kiegyenlítődik.

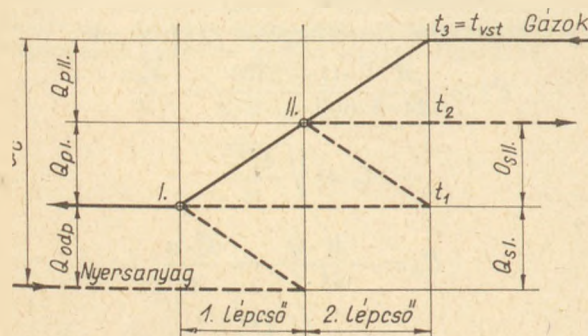
b) a hőkicszerélő valamely lépcsőjébe bevezetett hő mennyisége azonos az ugyanezen lépcsőből kivezetett hővel,

c) az egész átadott hőmennyiséget a tovább szállított nyersanyag felmelegítésére használjuk, tehát nem a nedvesség elpárologtatására, sem a CaCO_3 disszociációjára, stb.

d) a fajlagos gáz- és nyersanyag hő a mérési területen belül állandó marad.

A hőkicszerélők mindkét lépcsőjének sémája az 1. ábrán látható.

Az ábrán a gáznak a hőkicszerélőn való áthaladása teljes vonallal, a nyersanyag útja szaggatott



1. ábra. A két hőkicszerélő lépcső hőfolyamatának vázlatja

vonallal van jelezve, az I. és II. pontok az egyes hőkicszerélő lépcsők végét jelzik.

Ha

Q_c a hőkicszerélőbe belépő összegáz hőmennyisége

Q_{pI} a gázok által a nyersanyagnak átadott hő az I. lépcsőben,

Q_{pII} a gázok által a nyersanyagnak átadott hő a II. lépcsőben

Q_{sI} a nyersanyag felhevítéséhez felhasznált hő az I. lépcsőben

Q_{sII} a nyersanyag felhevítéséhez felhasznált hő a II. lépcsőben

t_1, t_2 gáz és nyersanyag hőmérséklet az 1, 2 ... lépcső végén

t_{vst} gázhőmérséklet a hőkicszerélő belépőhelyénél

Q_{odb} gázhőmérséklet a hőkicszerélő kilépőhelyénél,

G_s nyersanyagkoncentráció a gázokban kg/Nm³

c_s nyersanyag fajhője kcal/kg °C

c gáz fajhője kcal/N m³ °C,

úgy általában a következő összefüggések érvényesek:

$$g = G_s \cdot c_s$$

$$u = G_s \cdot c_s + c = g + c$$

$$v = G_s \cdot c_s \cdot c = g + c$$

$$G_s \cdot c_s \cdot t_1 = c(t_2 - t_1), \text{ illetve } gt_1 = c(t_2 - t_1)$$

$$G_s \cdot c_s(t_2 - t_1) = c(t_3 - t_2); gt_2 - gt_1 = c(t_3 - t_2) \text{ stb.}$$

Ha ezeket az egyenleteket a többlépcsős hőkicszerélőkre vonatkoztatva továbbszámítjuk, egy sorozat többszörösen egyenletet kapunk (n -lépcsőre, n -egyenletet n -ismeretlennel), amelyekről a következő, 2. táblázat ad áttekintést.

Ha ezekben az egyenletekben a t -t ismeretlenként kezeljük, s erre oldjuk meg az egyenleteket, úgy a $t_1 \dots t_n$ -re (belépő hőmérsékletek) a 3. táblázatban megadott értékeket kapjuk.

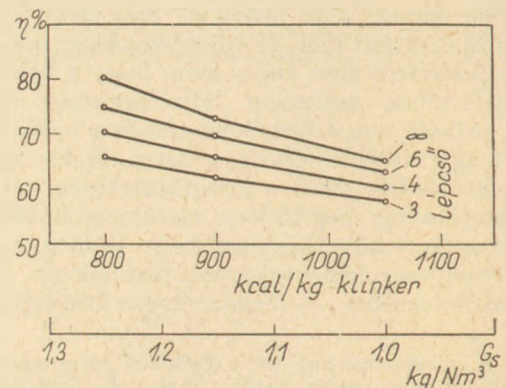
A 3. táblázatból következik, hogy az egyes kicszerélő lépcső végén levő hőmérséklet kiszámítható, ha a következő adatokat ismerjük:

t_{vst} belépő hőmérséklet a hőkicszerélőben °C

C gáz fajhője kcal/Nm³

G_s nyersanyagkoncentráció a gázokban kg/Nm³

C_s nyersanyag fajhője kcal/kg



2. ábra. Az 1—6 lépcsős hőkicszerélő hőhatásfoka

2. táblázat

	1. lépcső	2. lépcső	3. lépcső	4. lépcső	5. lépcső	6. lépcső
t_1	$\frac{ct_{vst}}{u}$	$\frac{ct_2}{u}$	$\frac{ct_2}{u}$	$\frac{ct_2}{u}$	$\frac{ct_2}{u}$	$\frac{ct_2}{u}$
t_2	t_{vst}	$\frac{ct_{st} + gt_1}{u}$	$\frac{ct_3 + gt_1}{u}$	$\frac{ct_3 + gt_1}{u}$	$\frac{ct_3 + gt_1}{u}$	$\frac{ct_3 + gt_1}{u}$
t_3		t_{vst}	$\frac{ct_{vst} + gt_2}{u}$	$\frac{ct_4 + gt_2}{u}$	$\frac{ct_4 + gt_2}{u}$	$\frac{ct_5 + gt_3}{u}$
t_4			t_{vst}	$\frac{ct_{vst} + gt_3}{u}$	$\frac{ct_5 + gt_3}{u}$	$\frac{ct_5 + gt_3}{u}$
t_5				t_{vst}	$\frac{ct_{vst} + gt_4}{u}$	$\frac{ct_6 + gt_4}{u}$
t_6					t_{vst}	$\frac{ct_7 + gt_5}{u}$
t_7						t_{vst}

feltételezve, hogy

t_{vst} 1000 C°

C 0,34 kcal/Nm³

C_s 0,20 kcal/kg

G_s 1,0 : 1,15 és 1,25 kg/Nm³,

kapjuk az 1—6 lépcsős hőcserélőknél a 2. ábrán ismertetett vég hőmérsékleti értékeket. A 3. ábra ábrázolja a hőcserélő hatásfokának függvényét a különféle hőfogyasztás, ill. a gázokban lévő nyersanyagkoncentrációk szerint. A választott G_s koncentrációk 800, 900 és 1050 kcal/kg-os hőfelhasználásnak felelnek meg.

A 4. ábrában a Humboldt-féle hőcserélő (1) üzemi értékeivel való összehasonlítást adjuk meg. Ebben az ábrában a gáz hőmérsékleti görbe (1) pályája 4 lépcsős, azzal a feltételezéssel, hogy a negyedik lépcsőzetben a CaCO₃ disszociációja még nem következik be.

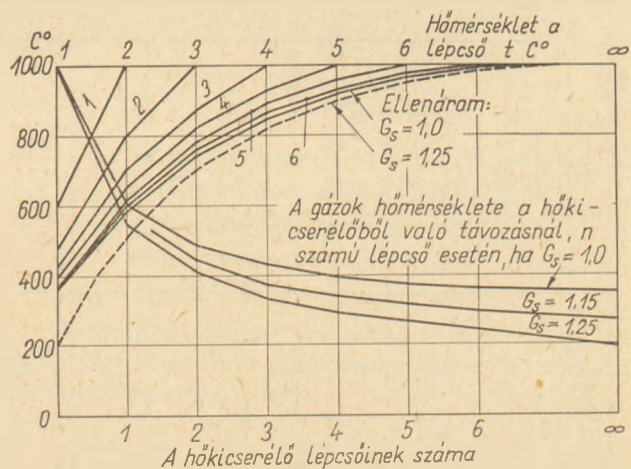
A 2 sz. görbe az 1—3 lépcsőzetben számított hőmérsékleti pályát ábrázolja, amikor is a harmadik lépcsőzet végén mutatózó tényleges hőmérsékletet vettük belépési gáz hőmérsékletnek. Ez kimutatja, hogy a gáz hőmérsékletre vonatkozó, ideális (kiszámított) görbe megegyezik a valóságnak megfelelő görbével (teljes vonallal jelölve). A valóságtól való eltérés csak a negyedik lépcsőzetnél következik be, a CaCO₃ disszociációja következtében.

Ezzel egyidejűleg a 4. ábrán ábrázoljuk az egyes esetekre vonatkozó hőcserélődési hatásfokokat, az állandó fajhő mellett a be- és kilépő hőmérséklet és a gázhőtartalom függvényében.

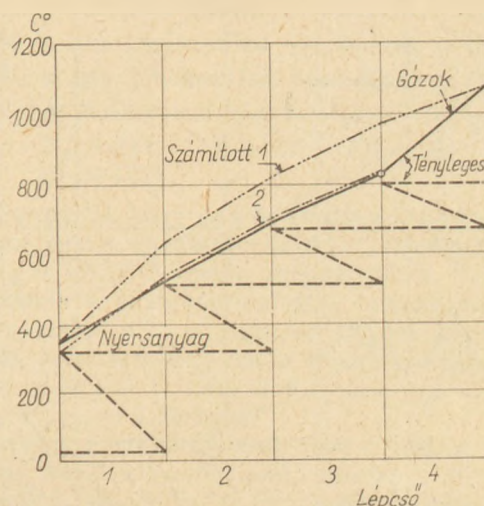
Számításainkat összehasonlítottuk a Humboldt-féle hőcserélőre vonatkozó, üzemi adatokkal (1').

A 2., 3., és 4. diagramokból levonható végkövetkeztetések a következők:

a) a számításokból kapott, 2. görbe (4. ábra) jól egyezik a mért értékekkel, feltételezve, hogy az



3. ábra. Az 1—6 lépcsős hőcserélő hőmérsékletgörbéje



4. ábra. A négylépcsős hőcserélő hőmérsékleti görbéje

3. táblázat

	1. lépcső	2. lépcső	3. lépcső	4. lépcső	5. lépcső	6. lépcső
t_1	$\frac{c_{vst}^1}{u}$	$\frac{c_{vst}^2}{u^2 - v}$	$\frac{c_{vst}^3}{u^3 - 2uv}$	$\frac{c_{vst}^4}{u^4 - 3u^2v + v^2}$	$\frac{c_{vst}^5}{u^5 - 4u^3v + 3uv^2}$	$\frac{c_{vst}^6}{u^6 - 5u^4v + 6u^2v^2 - v^3}$
t_2	t_{vst}	$\frac{c_{vst}^2 + gt_1}{u}$	$\frac{c_{vst}^3 + ugt_1}{u^2 - v}$	$\frac{c_{vst}^4 + ugt_2}{u^3 - 2uv}$	$\frac{c_{vst}^5 + u^2gt_2 - 2uvg^2}{u^4 - 3u^2v + v^2}$	$\frac{c_{vst}^6 + u^3gt_1 - 3u^2vg^2 + v^2gt_1}{u^5 - 4u^3v + 3uv^2}$
t_3		t_{vst}	$\frac{c_{vst}^3 + gt_2}{u}$	$\frac{c_{vst}^4 + ugt_3}{u^2 - v}$	$\frac{c_{vst}^5 + u^2gt_3 - vgt_2}{u^3 - 2uv}$	$\frac{c_{vst}^6 + u^3gt_3 - 2uvg^2}{u^4 - 3u^2v + v^2}$
t_4			t_{vst}	$\frac{c_{vst}^4 + gt_3}{u}$	$\frac{c_{vst}^5 + gt_4}{u}$	$\frac{c_{vst}^6 + ugt_4}{u^3 - 2uv}$
t_5				t_{vst}		$\frac{c_{vst}^6 + gt_5}{u}$
t_6					t_{vst}	
t_7						

előmelegítés lefolyását semmi sem zavarta meg (a CaCO_3 disszociációja a negyedik lépcsőzetben).

b) A gázok hőtartama a negyedik lépcsőzet be- és kilépési hőmérsékletének területén belül meg- egyezik azzal a hőmennyiséggel, ami egyrészt a nyersanyag hevítésére (kb. 680-ról 800 $^\circ\text{C}$ -ra), más- részt az összes CaCO_3 15%-ának részdiszszociáció- jára átadódik.

Itt tehát ugyanúgy, mint az előző esetben, a gáz- és nyersanyag-hőmérsékletek kiegyenlítődése bekövetkezik.

c) A 3. ábrából kitűnik, hogy a hőhatásfok — mint a Humboldt — négylépcsős hőkicsérő be- és kilépésénél lévő gáz hőtartalmának aránya — adott esetben 70%-nál alacsonyabb, mégpedig annyival, amennyivel ez a felületi veszteség hatása folytán (kb. 10–15 kcal/kg klinker) csökkent.

d) A hőkicsérő hőhatásfoka növekszik a lépcsőzetek számával, az ideális, négylépcsős hő- kicsérő azonban mégis csak a 90%-át éri el az ideális, ellenáramú hőkicsérő hatásfokának (illet- től egy végtelen számú lépcsőzettel rendelkező hőkicsérő hatásfokának).

Az elemi hőkicsérő-lépcsőzetben végzett laboratóriumi vizsgálatok kimutatták, hogy az az elméleti feltevés, mely szerint a nyersanyag-hőmér- sékletek és a füstgáz-hőmérsékletek kiegyenlítőd- nek, megfelelően hosszú érintkezési időtartam esetén gyakorlatilag is beigazolódik. Ez az idő- tartam — a kísérleti eredményeink alapján — 300 μ alatti mézsköszemcsenagyságnál rövidebb, mint 0,01 másodperc. A négylépcsős hőkicsérőnél a negyedik lépcsőnél következik be a CaCO_3 disz- szociációja.

A disszociációs fok a következő feltételből,

$$Q_0 = Q_{ohr} + Q_{dis} + Q_{odp},$$

valamint a megfelelő reakciók reakcióhőjéből adódik.

Q_0 az összes átadott hő,

Q_{ohr} az a hőmennyiség, ami a nyersanyag hevíté- séhez szükséges,

Q_{dis} a disszociációhoz elhasznált hőmennyiség, Q_{odp} távozott hő.

Ez volt tehát röviden az a számítási mód, melynek segítségével az elméleti számításokat végeztük a mézspór előállítására szolgáló kemence- rendszerre, és a háromlépcsős technológiával történő cementgyártásra vonatkozólag.

A két technológia megoldásánál elsősorban a mézskégetési technológiából, mint az egyszerűbb esetből, indultunk ki, és ezután foglalkoztunk a cementgyártás technológiájával, ami a komplikál- tabb eset. Most a kutatási munkák eredményei alapján ezzel a két technológiával kívánunk rövi- den foglalkozni; a kutatások a mi intézetünkben folytak.

A poralakú mézskégetése

Elhatároztuk, hogy az egész probléma meg- oldásához egy rövid forgókemencét használunk, amelyhez nagy teljesítményű előmelegítő és hűtő csatlakozik. Egyidejűleg azt is elhatároztuk, hogy őrlött mézskőport fogunk kiegészíteni. A porállapotban

lévő nyersanyag előmelegítése újabb technológiai lehetőségeket nyújt, amikről a későbbiekben kívánok szólni.

Valamennyi klasszikus mészégetési módnál durvaszemcséjű nyersanyagra van szükség. Ily módon a CaCO_3 a disszociációs folyamata éppúgy függ a szemcseátmérőtől, mint az égetési hőmérséklettől. Nyilvánvaló, hogy az égetéshez szükséges időtartam a szemcseátmérővel növekszik, és az égetési hőmérséklet emelkedésével csökken.

Az elméletileg szükséges égetési időtartam Block (1) szerint a következő:

$$z = 141\,730 \frac{r \cdot j}{K \cdot U} \quad (1)$$

ahol z égetési időtartam, órában

r a mészkőszemcse félátmérője m-ben,

j a mészkő fajsúlya t/m^3 -ben

U a t_v égési hőmérséklet és a t_r reakcióhőmérséklet közötti különbség $^\circ\text{C}$ -ban (Block szerint $t_r = 856^\circ\text{C}$)

$$K \text{ hőátadási tényező} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{r}{\lambda}}$$

amikor is

$\alpha = \text{a } \text{CaCO}_3 \text{ és a gáz közötti hőátadása (kb. 8)}$

$\lambda = \text{a } \text{CaCO}_3 \text{ hővezetőképessége (kb. 2 kcal/m óra } ^\circ\text{C)}$

Ezek az elméleti számítások nem egyeznek meg teljesen a valósággal, ahogy azt a Knibbs-féle görbéből is láthatjuk. Ő az égetési időt a mészkő szemcseátmérőjének függvényében adta meg, és a különbségek jelentősek voltak.

W. G. Bauer 10 és 100 mikron nagyságrendű részecskék égetését vizsgálta. Kutatási eredményei két okból igen figyelemreméltók. Nevezett megállapította ugyanis, hogy:

a) ahhoz, hogy ezeket a kis részecskéket gázáramban felmelegítsük, igen rövid időre van szükség (századmásodperc nagyságrendű),

b) ugyanígy a CaCO_3 teljes disszociációjához szükséges időtartam is lényegesen rövidebb, mint ahogy az (1) képletből következne.

Ezeknek az adatok alapján logaritmus lépésekben felvitt disszociációs-idők bizonyos határon belül egyeneseket adnak, úgyhogy az égési időtartamnak a részecskék méretétől, és az égetési hőmérséklettől való függését eléggé pontosan ki tudjuk egy exponenciális egyenlettel fejteni:

$$z = \frac{D}{4 \cdot t \cdot t^3} \quad (2)$$

ahol z a kalcinációs időtartam másodpercekben,

D a mészkő szemcseátmérője mikronban,

t égetési időtartam 1000°C -ban.

Ha pedig az (1) képletből kapott időket a ténylegesen mért időtartamokkal összehasonlítjuk (Bauer által megadott értékek), megállapíthatjuk, hogy a ténylegesen mért időtartamok lényegesen rövidebbek. Így pl. 100 mikron átmérőjű szemcsénél, és 1000°C égetési hőmérsékletnél az égetési időtartamnak 50 másodpercenek kellene lenni, míg ez ténylegesen mindössze csak kb. 24 másodperc,

tehát kb. a fele, és 1200°C hőmérsékletnél 20 másodperc helyett csak 5 másodperc, tehát kb. egy negyede.

Tehát, ha a mészkőrészecskék elég kicsik, úgy az ezek, és a vivő gázáramlat közötti hőki-cserélődés igen intenzíven megy végbe, akárcsak két, különböző hőmérsékletű folyadékáramlat keverődésekor.

Ennek előfeltétele, hogy minden egyes részecskét a gázáramlat közvetlenül körül vegye. Ezt a követelményt kétféle módon lehet kielégíteni:

a) ha az egyes részecskék a gázáramlatban süllyednek, vagy a gázáramlat a részecskéket tova-viszi,

b) ha a gázáramlat a részecskék rétegeit oly módon járja át, hogy ún. fluid állapot jön létre.

Az első esetben az egyes szemcsék úgynevezett esési sebessége egy bizonyos határt szab meg. Ez alatt azt a sebességet értjük, amellyel az adott részecske a nyugalomban levő gázban leesne vagy a függőleges irányú gázáramlat sebességét, amely-nél a részecske egyhelyben lebegne, tehát se nem emelkedne, se nem süllyedne. Habár ezek a sebességek, azaz az esési és lebegtetési sebesség a gyakorlatban nem teljesen azonosak, mégis megközelítően azonos esési sebességgel számolhatunk, amelyet a következő egyenlettel fejezhetünk ki:

$$V_{sp} = \frac{d}{1000} \sqrt{\frac{1.5}{\gamma_{pl} \sqrt{V}}} \quad (3)$$

ahol V_{sp} az esési sebesség m/s-ben kifejezve,

d a mészkő szemcseátmérője mm-ben,

γ_m a mészkő fajsúlya kg/m^3 -ben,

v kinematikus viszkozitás m^2

γ_{pl} a gázok fajsúlya kg/m^3 -ben

Különböző hőmérsékletekre vonatkozólag az alábbi egyenlet segítségével határozhatjuk meg a kinematikus viszkozitást:

$$V_t = V_0 \frac{1 + \frac{C}{273}}{1 + \frac{C}{273 + t}} \left(\frac{273 + t}{273} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

ahol v_t a gáz kinematikai viszkozitás 0°C -nál,

V_t a gáz kinematikai viszkozitás $t^\circ\text{C}$ -nál,

C A Sutherland-féle konstans ($\text{O}_2 = 132$, $\text{N}_2 = 112$, $\text{CO}_2 = 66$, $\text{CO} = 104$, levegő = 122).

Tegyük fel, hogy ez a konstans a füstgázoknál 105 (az egyes gázalkotórészekhez viszonyítva), úgy $V_0 = 12 \cdot 10^{-6}$ esetén megkapjuk a V_t viszkozitásának a gázhőmérséklettől való függvényét

Ily módon a 3. sz. egyenlet alapján kiszámítható az esési sebesség, ha a mészkőszemcse átmérője, $d = 100$ mikron = $0,1$ mm, $\gamma_m = 2600$ kg/m^3 , és $\gamma_{pl} = 1,35$ kg/m^3 .

Amikor a hőmérsékletet 1000°C fokkal emeljük, az esési sebesség csak mintegy 20%-kal növekedett. Éppen ezért gyakorlati szempontból az esési sebességnek a hőmérséklet által okozott

változásai elhanyagolhatók. Maga az esési sebesség olyan csekély, hogy gyakorlatilag nem készíthető olyan berendezés, amely ezen elv alapján működné, mert az igen nagyméretű és költséges lenne. Éppen ezért magasabb gázsebességet kell választani, úgyhogy a gázáramlat a részecskéket elszállítsa. Így egyenáramú hőkicszerélődés következik be.

Az új mészégetési technológiák mérlegelésénél tehát az alábbi követelményekből és tényekből indultunk ki:

a) Az áramló gáz és a poralakú anyag közötti hőkicszerélődés szinte ideális lefolyású; a kis mészkörészecskék égetési ideje rövid.

b) Új technológiai eljárás kidolgozása, amely lehetővé tenné az összes termelőeszközök nagyfokú gépesítését.

c) A berendezések a legnagyobb mértékben gazdaságosnak kell lennie. Tekintetbe véve, hogy a mészműveknél a legnagyobb veszteség rendszerint a füstgázoknál fordul elő, a legnagyobb figyelmet a teljes elégetésre, a füstgáz hulladékhőjének kihasználására, az égetett mészkő kihasználására és végül a rossz minőségű tüzelőanyag felhasználására kell fordítani.

Hogy az égési folyamatnál a finoman őrölt mészkő kedvező tulajdonságait ki tudjuk használni, a forgókemence és egyenáramú füstgáz-hőkicszerélő kombinációt alkalmaztunk. Ez a kombináció lehetővé teszi valamennyi ismeretlen probléma megoldását, lehetőséget ad a teljes gépesítésre, és gazdaságos hőgazdálkodás érhető el vele.

Ennél az egész technológiai folyamatnál a legfontosabb probléma az eltávozó gázok hőkihasználása. Erre a célra az Építőipari Kutató Intézetben egy 4 lépcsős hőkicszerélőt készítettünk el (5. ábra).

A hőkicszerelőben a hőkicszerélődés egyenáramban következik be, úgyhogy a gáz- és anyag-hőmérsékletek egy lépcsőn belül maximálisan ki-egyenlítődhetnek.

Hogy a gáz melegét a legjobban lehessen kihasználni, szükségessé vált egy többlépcsős hő-

kicszerelő összeállítása, amelyben az anyag a gázok áramlási irányával ellentétesen halad. (Tehát egy egység ellenáramban dolgozik.)

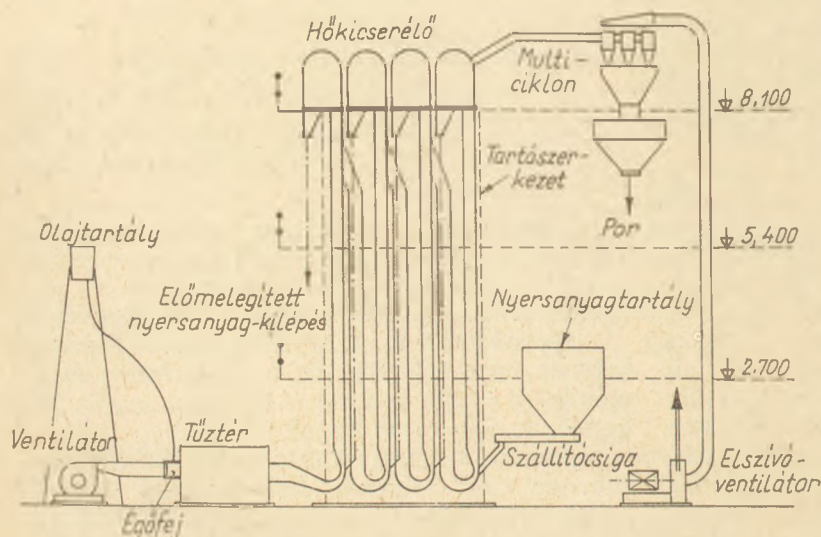
Az ajánlott hőkicszerelő meghatározott számú csatornákból áll, amelyek ívekkel vannak egymással összekötve, úgyhogy zárt rendszert képeznek. A csatornák felső részén hengeralakú leválasztók vannak elhelyezve, amelybe a gáz-nyersanyagkeverék tangenciálisan érkezik. A hengeralakú leválasztó kerületén nyílás van kiképezve, melyen keresztül a centrifugális erő folytán a henger kerületéhez nyomódó nyersanyag eltávozik és csővezetéken keresztül a következő kicszerelő lépcsőbe jut.

A hőkicszerelő nem rendelkezik mozgó alkatrészekkel, amelyek magas hőmérsékleten üzemzavarokat okozhatnak. A hőkicszerelő teljesen zárt egységet képez, és amellett lényegesen kisebb, mint pl. a Humboldt-féle hőkicszerelő. Alakja jó hőszigetelést (körülalazást) tesz lehetővé, úgyhogy a hővezetés a minimumra csökkenthető.

Az ajánlott technológiai folyamat a mészelő-állításnál négy fő fázisra tagolódik:

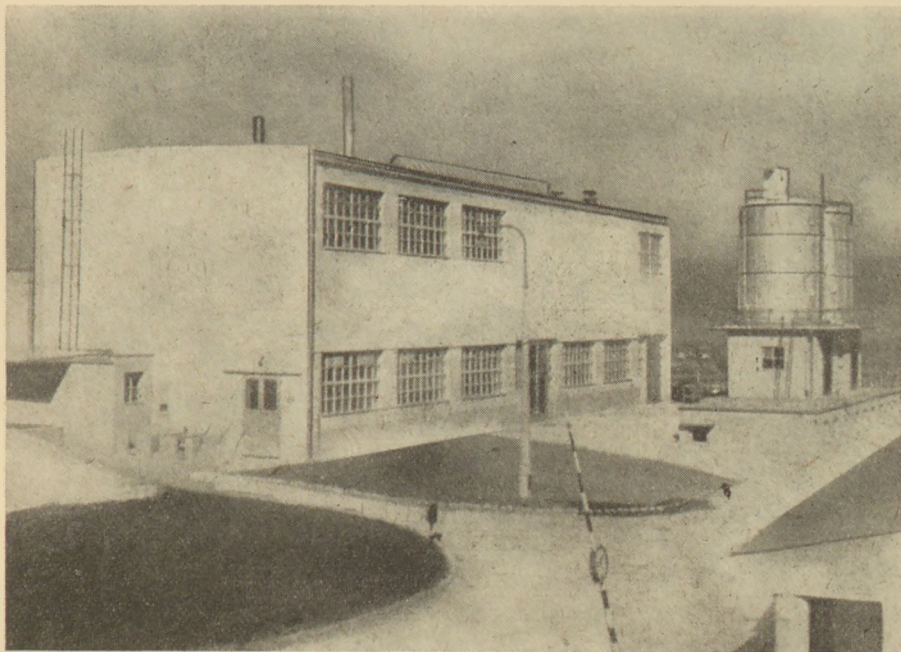
1. A mészkő őrlésre,
2. A mészkőnek a hőkicszerelőben való előmelegítése,
3. Égetés a forgókemencében,
4. A mészkő lehűtése a fluidizációs hűtőben.

A mészkőzúzalékot (szemcsenagyság 30—100 mm) úgy készítik elő a törő és őrőberendezésekben, hogy annak végleges granulometriai összetétele 90—100 mikron körül ingadozzék. Az ily módon előkészített nyersanyagot a hőkicszerelőben előmelegítjük, majd a forgókemencében való égetés után (tüzelőanyagként kőszénport alkalmazunk), egy fluidizációs hűtőben 80—110 C°-ra lehűtjük. A csomagolócsarnokban a mészkőport zsákolják, vagy csomagolatlanul szállítják el. A kísérleti üzem legfontosabb technológiai berendezéseire vonatkozó adatokat, a szokásos üzemi értékeket, valamint a mészkőpor technológiai tulajdonságait a 4. táblázat tartalmazza.



5. ábra. 4-lépcsős hőkicszerelő

6. ábra. A kísérleti üzem



4. táblázat

A nyersmalom fő gépi berendezéseinek adatai

Egyrotoros kalapáctörő	600·600 mm	8—9 t/óra
Örlő berendezés	1500·2500 mm golyótöltettel	6—7 t/óra
Ciklon I.	Ø 1600 mm	—
Ciklon II.	Ø 1250 mm	—
Forgószita	Nyílás Ø 1,2 mm	—
	600·3000 mm	7 t/óra
Malomventillátor	750 mm vo.	18 000 m³/óra
Négykamrás-tömlőszűrő	Szűrőfelület 80²	—

Portalanító ventilátor	450 mm vo.	5000 m³/óra
Szélesztályozó	Ø 1600 mm	—

A kemence fő berendezéseinek adatai

Hőkicsérélő	4 lépcsős, hossza 1800 mm, átlagos füstgázsebesség 18 m/sec
(Rosa—Petr-féle)	14 000·1300 mm, Levisil idomtéglaival kifalazva, C = 0,5 kcal/mo fok, maximális teljesítmény 23 t/óra, átlagos teljesítmény 17 t/24 ó

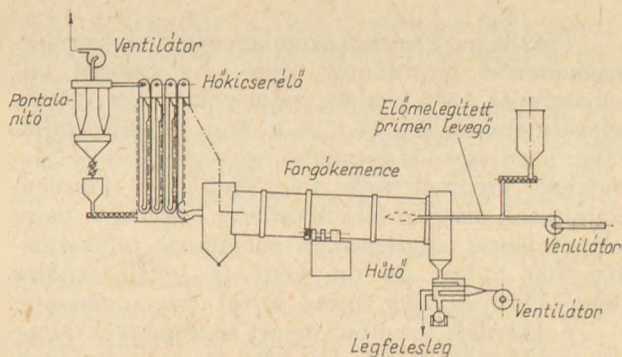
Forgókemence ventilátor	800 mm vo	4500 m³/óra
Örvényréteges-kétlépcsős	hűtőfelület 2 × 0,75 m²	—
Mészhűtő	acélrostély-elem 20·20 m	—
Hűtőventillátor	700 mm vo	1500 m³/óra

A szokásos üzemi adatok

A mész hőmérséklete a zsugorítózónában	1000—1050 °C
Füstgázhőmérséklet a kemence után	650—700 °C
Gázhőmérséklet a hőkicsérélő után	160—190 °C
Szekunder levegő hőmérséklete	350—400 °C
A lehűlt mész hőmérséklete	80—110 °C
Füstgázösszetétel, %	—
CO₂	32—36 %
O₂	0,5—2 %
CO	—

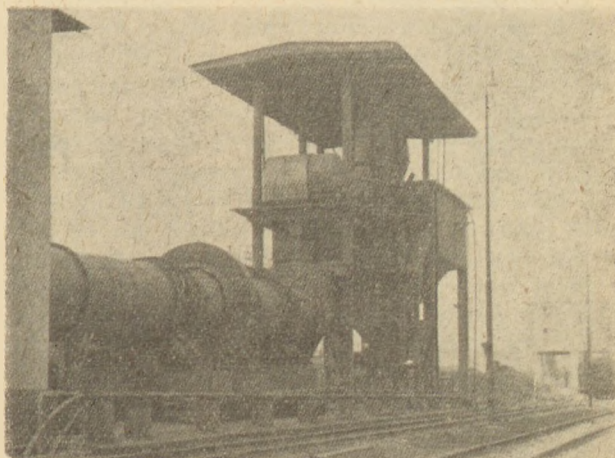
A mészpor műszaki tulajdonságai :

Szaporaság	2,3—2,6 l/kg mész (aszerint, hogy a nyersanyagban mennyi a CaCO₃),
------------	--

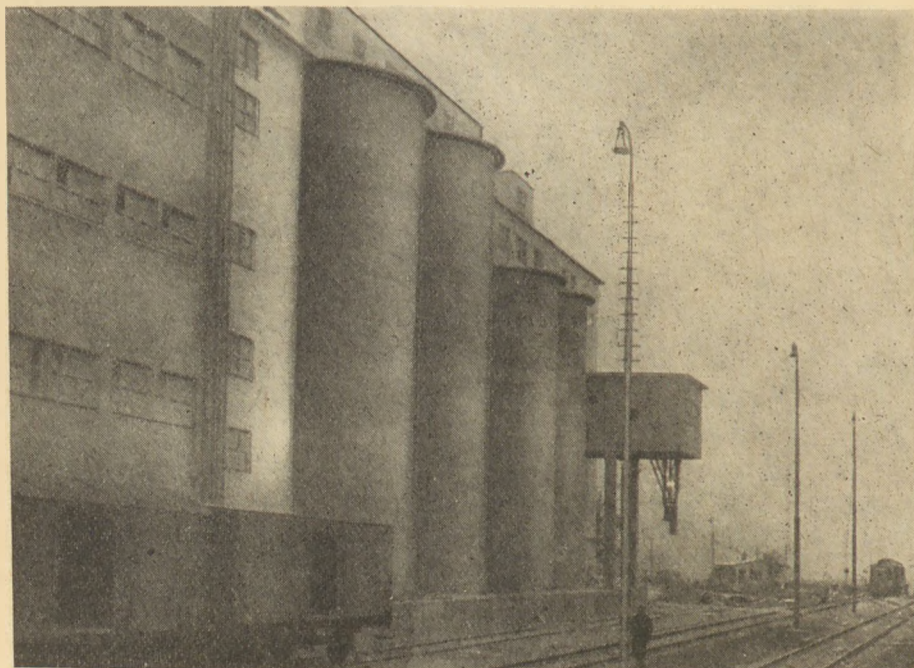


7. ábra. Technológiai út a kísérleti üzemben

Összes CaO	90—95 %
Olthatóság	a mész azonnal oltódik, és 2—4 perc alatt a teljes oltódás végbe megy,
Aktivitás :	70—75 °C (a dr. Pleva-módszer szerint) percenként (50 g mész + 170 ml víz) 1150—1180 g (beeresztve) 1280—1320 g (berázva)
Litersúly	—



8. ábra. Az üzembe helyezett forgókemence és annak hőkicsérélője



9. ábra. Az üzem őrleberendezése

1962-ben a kísérleti üzemben négyhetes próbaüzemeltetést hajtottunk végre. Az átlagos hőfelhasználás 1280 kcal/kg mész volt, a berendezés teljesítménye pedig 17 t/24 h, ami — figyelembe véve, hogy egy kis termelési egységről van szó — kedvező eredménynek tekinthető. A jelenlegi számítások alapján feltételezhető, hogy egy nagy teljesítményű aggregátnál, amelynek teljesítménye 300 t lesz 24 óránként, a hőfelhasználás 1000—1100 kcal/kg mész körül fog ingadozni.

A kísérleti üzemben nyert eredmények alapján megkezdődött egy 150 t/24 óra teljesítményű üzem tervezése, ahol a várható hőfelhasználás 1150—1200 kcal/kg mész, ezt szintén próbaüzemeltetéssel fogjuk működtetni (8. és 9. sz. ábrák).

A csehszlovák állam beruházási programjában szerepel egy újabb, napi 300 t kapacításra tervezett mészpor-üzem; az üzem AEROFALL-típusú őrleberendezéssel és hidratálóbunkerral lesz felszerelve.

A mész fizikai és műszaki tulajdonságai

A poralakban égetett mész lágyan égetett és igen nagy aktivitással rendelkezik. A technológiai eljárás — az égetési folyamat igen egyszerű szabályozása folytán — lehetővé teszi, hogy különféle tulajdonságú meszet lehessen előállítani, mégpedig lágy és igen kemény égetett meszet.

Igen sok érdekes eredményt kaptunk, valamint számtalan összefüggést, pl. az égetési időtartam és az égetési hőmérséklet, a fajlagos felület, a mész aktivitása és szaporasága stb. között. Ebben az esetben egy új termékről van szó, amely új tulajdonságokkal rendelkezik, s amelynek felhasználása úgy az építőiparban, mint más iparágakban számtalan előnnyel jár, összehasonlítva a darabos mész alkalmazásával.

A mészpor tulajdonságainak vizsgálata jelenleg sok fizikai és kémiai kutató munkának tárgya, ezek a kutatások egyidejűleg a technológiai fejlesztésével is foglalkoznak, és megfelelő irányba fognak haladni.

tésével is foglalkoznak, és megfelelő irányba fognak haladni.

A mészpor kiváló tulajdonságai elsősorban az építőipari felhasználásnál kerülnek előtérbe:

A Pozemni stavby brnói cég jelenleg olyan aggregátort alkalmaz a gépivakoláshoz, amelyben a mész egyidejű keverés mellett közvetlenül oltódik, és azonnal vakolási célokra alkalmas habarccsá dolgozható fel. Ennek az új mészfajtának — melyet az építkezéseknél egyre jobban keresnek — előnyeit a következőkben foglalhatjuk össze:

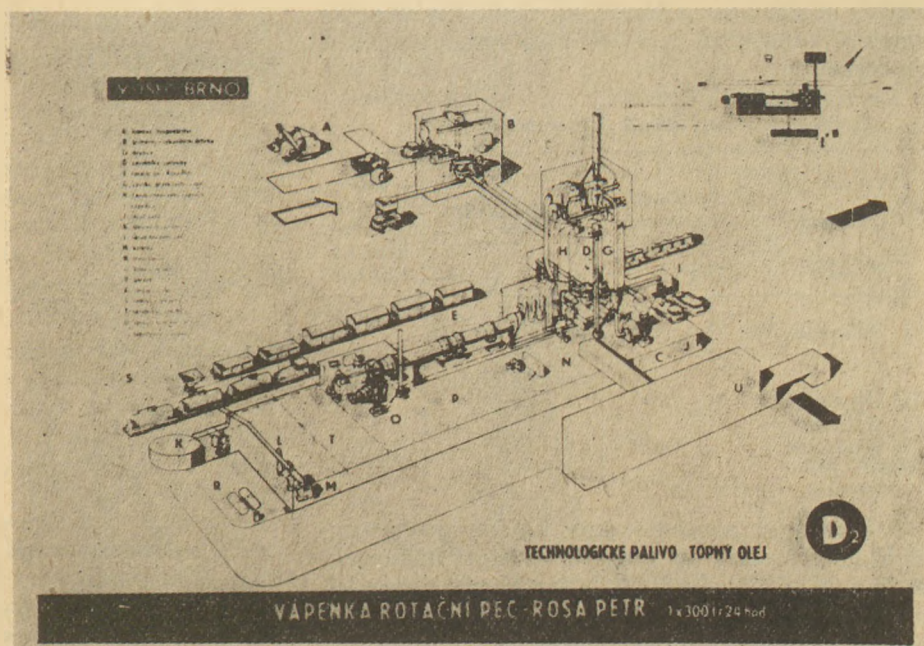
1. Csökkenthető a munkahelyeken az önköltség, valamint a munkaráfordítás, mintegy 22 koronával/m³ habarcs;
2. Csökken a mészfelhasználás, valamint az oltási veszteség.
3. Egyszerűbbé válik a csomagolatlan mész szállítása és tárolása.
4. Lehetőségessé válik a pontos adagolás.
5. Előnyösen dolgozható fel télen is.
6. Nem „pattog” ki vakolásnál.
7. Előnyösen használható pórusbetonhoz (nem tartalmaz ugyanis káros, agyonégetett meszet).

A KERAMPROJEKT tervezőintézet összehasonlító tanulmányokat folytat az aknakemenében, a Lepol rostélyos forgókemencében és a kutatóintézetben kikísérletezett, szabadalmazott hőkicszerelővel égetett mészelőállításával (10. és 11. ábrák).

Ily módon sikerült Csehszlovákiában ezt a kutatási feladatot megvalósítani; ez az új technológiai eljárás (mészpor előállítása forgókemencében) az alábbi előnyökkel jár:

- a) a gyártás teljes gépesítése,
- b) kisebb hőfelhasználás,
- c) kisebbek az előállítási költségek,
- d) lehetőségessé válik a teljes mészkomennyiség felhasználása. Lehetővé válik a makrokristályos és dolomitmész égetése is.

10. ábra. Mészport előállító üzem technológiai vázlatának axonometrikus ábrázolása. A forgókemence teljesítménye 300 t/24 óra. Tüzelőanyagként mazutot használnak



e) Az égetési folyamat könnyen szabályozható,

f) nagy teljesítményű egységek építhetők fel (napi kapacitás 300 tonna mész, esetleg még több is).

g) Gépesíthető a mészfeldolgozás.

Háromlépcsős technológia

Termodinamikai nézőpontból nézve az egész cementklinkerképződési eljárást három határ-zónára lehet felosztani, hőmennyiség és hőmérséklet szempontjából, éspedig:

a) A 0—800 °C hőmérsékleti intervallum — ahol az anyag felmelegítése és kismértékben az endotermikus reakció is megtörténik; ez utóbbi folyamán következik be a kaolin dehidratációja,

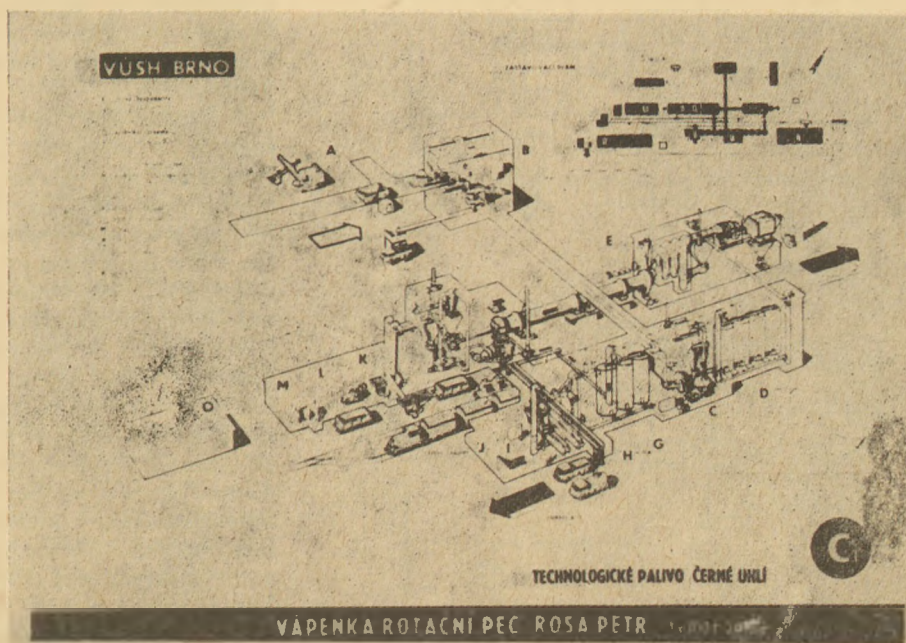
$MgCO_3$ felbomlása, a $CaCO_3$ részleges felbomlása, amikor is az összhőfelhasználás a reakciónál és felmelegítésnél kb. 420 kcal/kg.

b) A 850 °C (± 50)-os hőmérsékleti zóna, ez a tulajdonképpeni endotermikus reakció lefolyásának területe, itt következik be a $CaCO_3$ felbomlása is. Az össz-hőfelhasználás kb. 450 kcal/kg-t tesz ki.

c) A 800—1450 °C hőzóna — ez a túlnyomórészből az exotermikus reakciók területe, az összhőfelhasználás kb. 40 kcal. Ehhez a lépcsőhöz csatlakozik azután a klinkerhűtő (1450—100 °C), amely elválaszthatatlan része a tulajdonképpeni égetési folyamatnak.

Mivel az egyes zónákban a kemencerendszerben a hőenergiát csak a füstgázok hőtartalma szolgáltatja, minden zónában különféle hőmér-

11. ábra. Mészport előállító üzem technológiai vázlatának axonometrikus ábrázolása. A forgókemence teljesítménye 300 t/24 óra. Tüzelőanyagként kőszén használnak



sékletű gázok használhatók ki, amikor is az egyes zónákra vonatkozó felső és alsó határértékek a következők:

5. táblázat
Hőmérsékleti zónák a cementégetésnél

Zóna	Felső határ C°	Alsó határ C°	Hő- felhasz- nálás kb. kcal/kg klinker
I. Előmelegítés	800	A nyersanyag belépési hőmérséklete	420
II. Disszociáció	800	800	450
III. Klinker- képződés	1450	1450	40

Továbbiak alapfeltétele a klinkerégetés megfelelő lefolyásának az, hogy az említett hőmérsékleteken a gázok elegendő hőtartalommal rendelkezzenek, amely fedi a vonatkozó zóna hőszükségletét, s valamennyi hővesztéséget is.

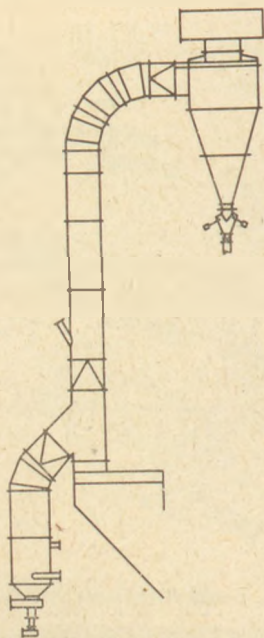
A klasszikus égetési folyamattal kapcsolatosan ahol az összhőmennyiséget a legnagyobb hőmérsékletű zónába — a zsugorító zónában — közöljük, a következő végkövetkeztetéseket vonhatjuk le:

a) A füstgázokban jelenlévő, 1450 C° feletti melegmennyiségnek fedeznie kell a zsugorító zónában a teljes hőfelhasználást, valamint a rendszer hővesztéseit is.

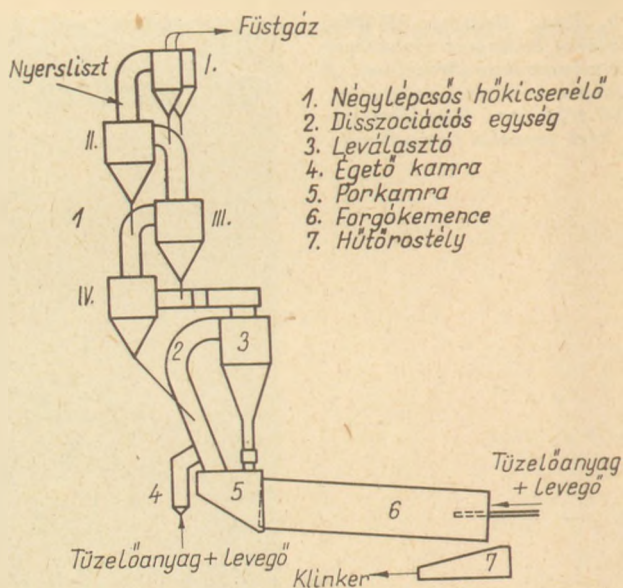
b) Egyidejűleg a füstgázok melegtartalmának fedeznie kell az 1450—800 C° hőmérsékleti szakaszban szükséges hőfogyasztást, valamint a kalcináció zónában fellépő veszteségeket.

c) Valamennyi zónában a hőfelesleg hővesztéséget jelent, és a távozó füstgázok az adott határ feletti hőmérsékletével fejezhetjük ki.

d) Ezt a gázhővesztéséget csak az alacsonyabb, és nem a magasabb hőmérséklettartományokban lehet hasznosítani.



12. ábra. A disszociációs oszlop vázlata



13. ábra. A háromlépcsős technológia változatai. Depressziós elrendezés

A fentiekben elmondottak tehát a következő megfontolásokhoz vezetnek:

Mivel a jelenlegi cementgyártási módnál az összhőmennyiséget a legnagyobb hőmérsékletű zónába „közöljük”, így valójában tehát az alacsonyabb hőmérsékletű zónákat is magasfűtőértékű tüzelőanyagokkal kell felmelegíteni. Így tehát logikus az a következtetés, hogy a gépi-termikus berendezést, amelyben az égetési folyamat lejátszódik, a fenti termodinamikusan megosztás szerint osszuk meg, azaz a cementnyersanyag három lépcsőben, fokozatosan melegítendő fel, amikor is a szükséges hőmennyiséget az egyes lépcsőknek megfelelően, a megfelelő zónában közöljük. A hőfolyamat ilyen szerű felosztása mellett nemcsak az égés folyamán lejátszódó kémiai reakciók jellege szól, hanem a már leírt lebegtető-hőcserélőben létrejövő hőcserélődés is. Már rámutattam arra, hogy a négylépcsős — egyenáramú ellenáramú — hőcserélő hatásfoka az ideális hőcserélővel (végtelen lépcsőszám) összehasonlítva 90%-os.

Éppen ezért a négylépcsős hőcserélő rendszerben a további hőcserélőlépcsők beépítése gyakorlati szempontból teljesen értelmetlen. Mint ahogy már előadásomnak azon részében, amelyben a hőcserélő rendszerrel kapcsolatos számításokkal foglalkoztam, levontam a következtetéseket, mely szerint egy ötödik lépcső beiktatásával — amely önálló, speciális hőbevezetőforrással rendelkezik — a cementnyersanyag termikus disszociációja, amely az utolsó (negyedik) hőcserélőlépcsőben megkezdődött, teljesen befejezhető. Erre a célra egy disszociációs egységet (lásd 13. ábra) dolgoztunk ki, amely olyan termodinamikusan lépcsőt képvisel, ahol a hőcserélődés egyenáramban következik be. Ennek következtében, helyesen bevezetett hőmennyiség esetében, a nyersanyagban a CaCO_3 teljes disszociációja következik be, a következő ciklonban kerül sor a már dekarbonizált nyersanyagnak a forró füst-

gázoktól való leválasztására. A disszociációs egységben a beadagolt tüzelőanyag mennyisége nem lehet több, mint amennyi éppen a nyersanyag dekarbonizációjához és a hővesztesség fedezéséhez szükséges, úgyhogy az anyaghőmérséklet csak igen kis mértékben emelkedik; az utóbbi ugyanis a klinkerásványok keletkezési reakciójának intenzitását fokozhatná, vagy a kemence betapad, vagy esetleg a disszociációs egység eltömődhet.

A háromlépcsős technológia megvalósításánál két alternatíva van:

Az első, termodinamikailag egyértelműen a leghelyesebb alternatíva; a forgókemence-disszociációs egység és a hőkicsérő sorbakapcsolása.

A második alternatíva, hőtechnikai szempontból a kevésbé helyes megoldás, de — mivel működése megbízhatóbb — bizonyos előnyökkel rendelkezik. Ennél a disszociációs egység párhuzamosan van kapcsolva a forgókemence füstgázelszívásával. Csak az utolsó hőkicsérő előtt egyesül ismét a két füstgázáram. Ennél az elrendezésnél a disszociációs egység mint túlnyomásos egység dolgozik, ily módon tehát csökken a leválasztókilon eltömődésének veszélye.

A disszociációs egység működése a rajzból és a jelmagyarázatból látható.

Egy bizonyos berendezés fejlődésének fő kritériumai azok a legfontosabb műszaki és gazdasági mutatószámok, melyeket nagyüzemi méretekben kapunk.

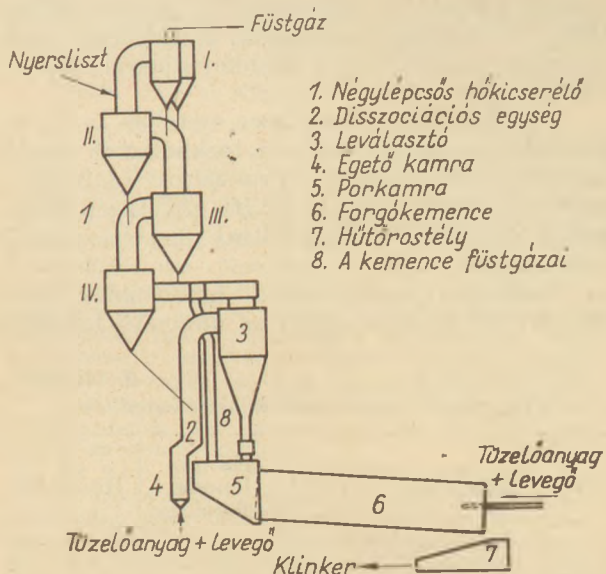
Éppen ezért a háromlépcsős technológia megvalósításának megítélésekor elsősorban ezt a szempontot vettük figyelembe. Mivel Csehszlovákiában egy egészen új, az NSZK-ból szállított modern cementgyár üzemel a Humboldt-féle eljárással, módunkban állott ennek a berendezésnek a gazdaságosságát az azonos kapacitású, háromlépcsős technológiával üzemelő berendezéssel összehasonlítani.

Tegyük fel, hogy ennél a két berendezésnél a fő- és mellékhőrendszer határán a hőmérséklet-intervallum 100 és 200 °C (Eigen szerint), úgy a háromlépcsős technológiánál a kapott fajlagos összhőfelhasználás 649 kcal/kg klinker, illetve 732 kcal/kg klinker. A Humboldt-féle rendszerrel ugyanennél a hőintervallumnál a fajlagos összhőfelhasználás 783 kcal/kg klinker, illetve 878 kcal/kg klinker. Így módon az azonos kapacitású (800 tonna/nap) Humboldt-eljárással összehasonlítva, a háromlépcsős technológia 130—140 kcal/kg klinkerrel előnyösebb.

Nem kívánok ezen a helyen részletesen foglalkozni Eigen elméletével a cementégetőkemencék kétféle hőrendszerével kapcsolatosan. Csak meg kívánom állapítani, hogy én ezt az elméletet bizonyos eseteknél, amikor adott helyzetben gyorsan meg akarjuk tudni a klinkerégetéshez szükséges hőfelhasználást, igen jó eszköznek tartom. A fent említett példa éppen egy ilyen eset.

A számításnál az ismert, Eigen-féle összhőfelhasználási képletből indultam ki, amely erre a speciális esetre vonatkozólag a következő:

$$X = \frac{219 + 0,271 \cdot t \cdot c_k (W_1 + K)}{1,000 - 0,001415 \cdot t \cdot c_v}$$

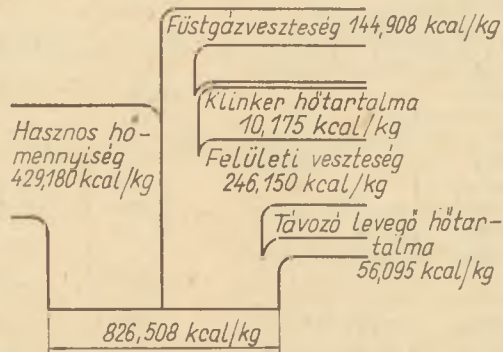


14. ábra. A háromlépcsős technológia változata: Túlnyomású elrendezés

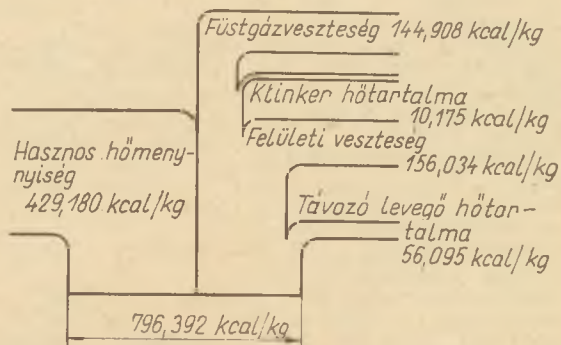
ahol t a gázhőmérséklet a zónahatáron, °C,
 c_k, c_v a CO_2 és a füstgázok fajhője — kcal/Nm³, ó,

W_1 a főrendszer felületi vesztesége kcal/kg,
 K az érezhető hőjének vesztesége, kcal/kg.

Az Eigen-féle számítások ellenőrzése a két összehasonlított rendszer hőmérlegének részleges, klasszikus átszámolása útján történt, amikor is az összhőszükségletet a Humboldt-féle rendszerrel 886



15/a. ábra. Shankey-diagram a 800 t/nap kapacitású Humboldt rendszerre vonatkozólag



15/b. ábra. Shankey-diagram a 800 t/nap kapacitású háromlépcsős technológiára vonatkozólag

kcal/kg klinker, a háromlépcsős technológiánál pedig 796 kcal/kg klinker volt, E hőmérleg egyes tételeinek megoszlását a Shankey-diagramok mutatják be (15. ábra).

Mindkét kemencerendszer esetében (a Humboldt-féle, és a háromlépcsős technológia) azonos számítási módozatokat, s ugyanazokat a kiindulási értékeket vettük alapul. Az itt következő táblázatból láthatók az egymással összehasonlítható műszaki jellemzők.

Valamennyi számításnál, amelyeknek eredményeit itt közlöm, abból az alapvető feltétel-

6. táblázat
Hőgazdaságossági mutatók összehasonlítása

Rendszer	Háromlépcsős technológia	Humboldt
1.	2.	3.
1. Kemence teljesítmény to/nap	800	800
2. Hőfelhasználás klinkerégetéshez kcal/kg kl. ...	kb. 800	kb. 900
Elméleti hőmennyiség kcal/kg kl.	429,18	429,18
Füstgázvesztés kcal/kg klinker	144,90	144,90
A hűtőből távozó levegő okozta veszteség kcal/kg klinker	56,09	56,09
A klinker érezhető hőjének vesztesége kcal/kg kl.	10,17	10,17
A sugárzás és áramlás- okozta összes veszteség kcal/kg kl.	156,03	246,15
ebből: a hűtőfelületen kcal/kg kl.	20,00	20,00
a kemence felületen kcal/kg klinker	97,79	187,90
a hőkicserélőben kcal/kg klinker	38,24	38,24
3. Tüzelőanyag Fűtőérték kcal/kg tüz.a.	9500	9500
Tüzelő anyag felhasználás kcal/kg kl.	0,10	0,10
Légfelesleg az elégetéshez	0,20	0,20
4. Levegő Elméleti levegőmennyiség Nm ³ /kg klinker	1,066	1,066
tényleges mennyiség (+ felesleg) Nm ³ /kg klinker	1,279	1,279
A hűtőből távozó levegő kg/óra	95,674	95,674
A szekunderlevegő hőmérséklete, C°	700	700
5. Nyersanyag Hőmérséklet a kemencebelépésnél, C°	800	800
CaCO ₃ tartalom, %	60,59	60,59
6. Klinker Hőmérséklet a kemence végénél, C°	1300	1300
Hőmérséklet a hűtő végénél C°	75	75
7. Füstgáz A forgókemence után mennyiség kg/óra	73,125	73,125
A gáz hőmérséklete a forgókemence után, C° ..	1000	1000
Mennyisége a hőkicserélő után kg/óra C°	76,792	76 792
Hőmérséklet a hőkicserélő után, C°	275	275

zésből indultam ki, — s ezt a kísérleti munkák is igazolták —, hogy a háromlépcsős technológiánál a forgókemence hossza egyharmada a Humboldt-féle forgókemence hosszának.

Röviden összefoglalva, a fenti eredmények azt mutatják, hogy a háromlépcsős cementgyártó berendezés hatásfoka lényegesen magasabb, mint a legjobb létező Humboldt-féle rendszeré.

A mondottakból kitűnik, hogy a klinkerégetésre szolgáló háromlépcsős technológiával dolgozó berendezés megfelel annak a kritériumnak, ami az égetési rendszer gazdaságosságát bizonyítja: a hőfelhasználása alacsony.

Teljesül a második, az alacsony beruházási költségekre vonatkozó kritérium is. Anélkül, hogy fölösleges részletekre kitérnék, a következőket kívánom megjegyezni: A napi 800 tonnát termelő Humboldt-forgókemence beruházási költségei mintegy 6 millió csehkoronát tesznek ki, ehhez járulnak még másfélmillió korona értékben az építkezési beruházások, tehát az összköltség mintegy 7,5 millióra tehető. Ezzel szemben a háromlépcsős technológiánál alkalmazott kemence és disszociációs egység ennek mintegy 50%-a, azaz 3,75 millió csehkورونا (a vonatkozó berendezések súlyösszehasonlítása alapján számítva).

A harmadik követelmény az üzemeltetési költség alacsony volta. Ez természetszerűleg teljesül, mert a hőfelhasználás kisebb, és a kemencebélés (azáltal, hogy a disszociációs egység stabil, ellentétben a mozgó forgókemencével) sokkal tovább tart.

Ami a nyersanyagfajtákat illeti, nem várhatunk nagyobb választékot, mint a meglevő rendszereknel, de feltételezhető, hogy a különféle létező anyagok égetése zökkenőmentesen megy végbe.

Végül is meg kell állapítani, hogy a forgókemence radikális megrövidítése, valamint az a tény, hogy az egész rendszeren (hőkicserélő + disszociációs egység) való áthaladási időtartam igen rövid, mintegy 1 perc, olyan feltételeket teremt, amelyek az égetési folyamat vezérlését nagyon megkönnyítik. Az előmelegítési és disszociációs zónákon való gyors áthaladás ugyanis lehetővé teszi, hogy a forgókemencébe a nyerskeverékbeadagolást gyorsan és rugalmasan megváltoztassuk: viszonylag könnyen elkerülhetővé válik, hogy az elő nem melegített (nem dekarbonizált) nyersanyag váratlanul a zsugorító zónába zuhanjon, és ezáltal elkerülhető a kemence működéseinek szabálytalansága. Azonkívül igen kedvezőek az adott feltételek az egész gyártási folyamat automatizálásához.

A háromlépcsős technológia tehát kielégíti a jó klinkerégetési rendszer iránt támasztott követelményeket, ahogy azt már előadásom elején is jeleztem. A brnói Építőipari Kutató Intézetben igen intenzíven dolgoznak egy kb. 40 t/nap kapacitású kísérleti berendezés létrehozatalán, amely az Intézet kísérleti telepén Cebin-ben készült. A berendezés előreláthatólag 1965. december 31-éig indul.

Rosa, Josef: A háromlépcsős klinkerégetés

Új cementklinker- és mészégetési eljárásokkal szemben támasztott követelmények.

Legkedvezőbb megoldás a hőkicszerélővel ellátott kemencerendszer, amely rövid forgókemencéből és hűtőből, valamint lebegtetős hőkicszerélőből áll. A Brno-i Építőipari Kutató Intézetben kidolgozták a háromlépcsős cementgyártási technológiát, ahol a forgókemence és hőkicszerélő közé egy további lépcsőt, az egyenáramú disszociációs egységet iktatták be, pót-fűtessel.

Ennek a rendszernek a fajlagos hőfelhasználása 130—140 kcal/kg klinkerrel kevesebb, hatásfoka viszont lényegesen nagyobb, mint a Humboldt-féle rendszeré.

A háromlépcsős cementgyártási technológiának elődje a lebegtető hőkicszerélővel és örvényréteges hűtővel ellátott mészégető kemence volt.

A lebegtető hőkicszerélővel felszerelt forgókemencerendszer számítási elve mészpor előállítására szolgáló kemencerendszerre és a háromlépcsős cementgyártási technológiára. Örölt mészpórkőpor égetésére szolgáló egyenáramú forgókemencével és négylépcsős füstgáz hőkicszerélővel végzett próbaüzemeltetés tapasztalatai.

Роса Йозеф: ТРЕХСТУПЕНЧАТЫЙ ОБЖИГ КЛИНКЕРА.

Даются требования, предъявляемые к современным методам обжига цементного клинкера и извести. Наиболее эффективной является система вращающейся печи с теплообменником, состоящая из короткой вращающейся печи, холодильника и циклонного теплообменника.

В Исследовательском институте строительства (г. Брно) была разработана система трехступенчатого обжига клинкера, в которую между вращающейся печью и теплообменником встраивается прямоточная диссоциационная единица с дополнительным отоплением. Удельный расход тепла в этой системе на 130—140 ккал/кг меньше, а эффективность значительно больше, чем в системе Гумбольдта. Предшественником системы трехступенчатого обжига клинкера была известково-обжигательная печь, снабженная циклонным теплообменником и холодильником вихревого слоя. Дается принцип расчета системы вращающейся печи, снабженной циклонным теплообменником, для получения известковой пыли, а также технологии трехступенчатого обжига цемента. Описывается опыт

пробной эксплуатации прямоточной вращающейся печи, снабженной четырехступенчатым теплообменником для обжига молотого известняка.

Rosa, Josef: Klinkerbrennen in drei Stufen.

Es werden die bei den neuen Zementklinker- und Kalkbrennverfahren gestellten Forderungen bekanntgegeben. Am besten hat sich das Ofensystem mit Wärmeaustausch bewährt: kurzer Drehofen, Kühler, mit schwingenden Wärmeausgleich. Im Forschungsinstitut für Baustoffe zu Brno (ČSSR) hat man die Technologie der Zementherstellung in drei Stufen bearbeitet, wobei zwischen Drehofen und Wärmeausgleicher eine weitere Stufe: das Gleichstrom-Dissoziationsglied mit Zusatzheizung eingeschaltet worden war. Hierbei ist der Wärmehaufwand um 130—140 kcal/kg Klinkers niedriger als beim Humboldt'schen System.

Der Vorgänger der Dreistufentechnologie war der Kalkbrennofen mit schwingendem Wärmeausgleich und Wirbelschichtkühlung.

Es wird das Berechnungsprinzip für die Kalkpulver erzeugende Öfen und die Zementherzeugung in drei Stufen besprochen. Zugleich auch die Erfahrungen, gesammelt beim Gleichstromdrehofen fürs Brennen von gemahlenem Kalkpulver und beim Betriebsversuch mit vierstufigem Rauchgas-Wärmeaustausch. (S. G.)

Rosa, Josef: Three-Stage Clinker Burning.

Optimum construction of clinker kiln systems comprises a short rotary kiln with a cooler and a solid-suspension heat exchanger. The Building Research Institute in Brno, Czechoslovakia developed recently the three-stage clinker burning technology, containing a further stage between kiln and heat exchanger: a direct-flow dissociation unit with additional heating. The specific heat consumption is about 130—140 kcal/kg clinker lower, efficiency considerably higher as contrasted to the Humboldt system. The predecessor of the three-stage clinker burning technology was the lime kiln furnished with solid-suspension heat exchanger and fluidization cooler. The calculation principles of a kiln system with fluid suspension heat exchanger for producing lime powder and of the three-stage cement manufacture are given and experiences of a trial firing of ground limestone in a direct-flow rotary kiln, furnished with a four-stage flue-gas heat exchanger are described.

Könyvismertetés

Oscar Knapp: Aktuelle Glasfragen. Sprechsaal-Fachbuchreihe, Sprechsaal-Verlag, Coburg, 1964.

A könyv megírásának célja az volt, hogy a Sprechsaal közismert német szaklap régi évfolyamaiban közölt kérdések és feleletek közül azok, amelyek ma is aktuálisak, ne menjenek feledésbe. Ezeket foglalta össze a szerző.

A tárgyalat témák kiterjednek az üvegek összetételére, kemencekérdésekre, a keverékekre, az olvasztásra, az olvadék feldolgozására, egyes üvegféleségek előállítására, az üveghibákra, a finomításra és egyes külön-

leges eljárásokra. A könyv 100 különböző témát dolgoz fel.

A könyv kiállítása újszerű, eredeti és praktikus. Minden kérdés és a hozzátartozó felelet egy jobboldali oldalon foglal helyet, a megfelelő baloldali oldal „Személyes tapasztalatok” fejléccel üres, abból a célból, hogy a könyv birtokosa megjegyzéseit, saját tapasztalatait, a kérdésre vonatkozó újabb ismereteket jegyezze fel. Ily módon a könyv igen előnyösen felhasználható üzemi segédkönyv céljaira, amely minden felmerülő, a könyvben szereplő problémára értékes felvilágosítást ad.

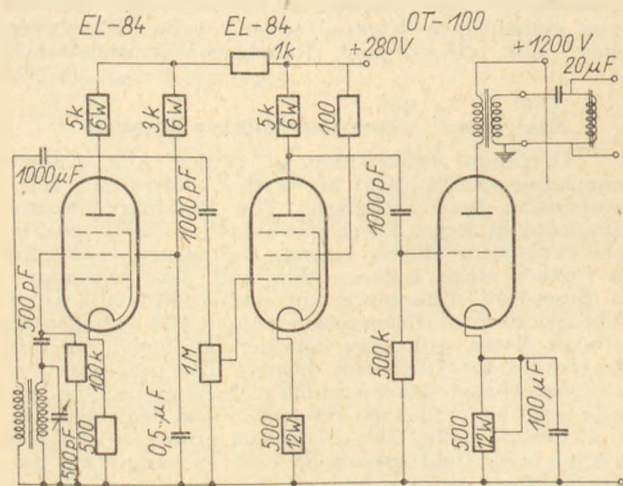
Az ultrahang-energia alkalmazásának határai és lehetőségei a szilikátiparban és a szilikátipari kutatásban*

GÉMESI JÓZSEF
(ÉAKKI)

Az utóbbi néhány év alatt nagyszámú közlemény jelent meg az ultrahang szilikátipari alkalmazásáról. Ezek a dolgozatok többnyire laboratóriumi kísérletek alapján számolnak be hallható — ultra — és hiperhangok széleskörű felhasználásának lehetőségeiről. A gyakorlati eredmények nem igazolták teljes mértékben az előzetes kísérletek alapján támasztott reményeket. Ha eltekinthetünk attól, hogy az ultrahang-energia viszonylagos kis hatások következtében egyik legdrágább energia, a szilikátiparban az ultrahang felhasználásával jelentős feladatok oldhatók meg, bár ez

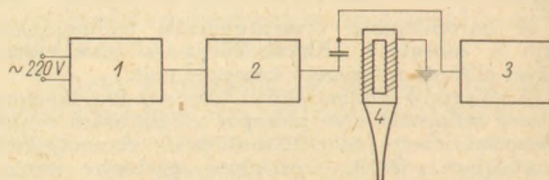
még viszonylag szűk területen elégíti ki igényeinket.

Megállapításainkat a Budapesti Építőanyagipari Központi Kutató Intézetben az elmúlt öt év



1. ábra. Az ÉAKKI ultrahang-forgácsoló generátorának kapcsolási rajza. Az impulzusüzemű rész anyagvizsgálat céljára épült

* Weimarban rendezett „1. Internationale Baustoff und Silikattagung”-on 1964. XI. 4-én tartott előadás.



2. ábra. Az ÉAKKI-ban készült ultrahang-forgácsoló berendezés elvi elrendezése

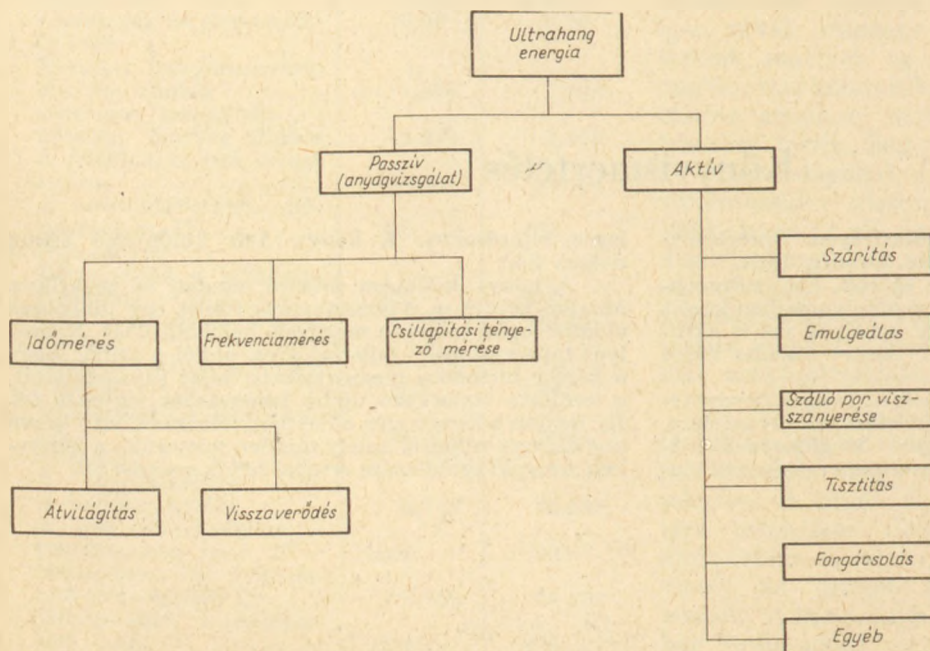
1. tápegység, 2. ultrahangfrekvenciás oszcillátor, 3. előmágneseztetést szolgáltató egyenáramú feszültségforrás, 4. rezgő magnetostrikciós fej.

alatt végzett kísérletek tapasztalatai határozottan alátámasztják.

Kísérleteinkhez mind az aktív, mind a passzív ultrahangenergiát felhasználtuk. A felhasználási területek csoportosítását az 1. ábrán foglaltuk össze.

Az aktív ultrahang-energia alkalmazási területeinek kísérleti vizsgálata céljából ultrahang-forgácsoló berendezést építettünk, és ezt a passzív ultrahang-energia felhasználhatóságának felülvizsgálatához impulzusadó résszel egészítettük ki. A berendezés magnetostrikciós elven működik. A 2. ábrán az elvi elrendezést, a 3. ábrán kapcsolási rajtot, a 4. ábrán az összeállított berendezést mutatjuk be.

Fontosabb műszaki adatok : hasznos teljesítmény : 50 W, frekvenciatartomány : 18—40 Kc/s az adófej felvett teljesítménye kb. 3 W.



3. ábra. Az ultrahang-energia szilikátipari felhasználási területei

A kedvező forgácsolási feltételek megállapítása céljából különböző anyagú és minőségű csiszolóporokkal üveg- és kerámiamintákon végzett fúráspróbáink közben meghatároztuk a forgácsolási sebességet. Méréseink szerint üveglapok és nagykeménységű híradástechnikai kerámiák forgácsolásánál 300-asnál nem durvább minőségű korundpor esetén berendezésünkkel 1 mm/perc forgácsolási sebesség érhető el. A csiszolópor finomságának fokozásával a forgácsolás tűrése $\pm 0,01$ mm-ig növelhető. A hasznos teljesítmény növelésével a forgácsolás sebessége fokozható.

Az 5. ábra különböző minőségű korundporokkal üveglapon végzett forgácsolás sebességét szemlélteti. A vízszintes tengelyre a használt csiszolópor minőségét, a függőleges tengelyre adott vastagságú normálüveglap átfúrásához szükséges időt mértük fel.

A 6. és 7. ábrákon különböző profilú tűskékkel végzett forgácsolás eredményét tüntettük fel.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy az aktív ultrahang-energia kerámiatestek és üveglapok forgácsolására főként az energiaviszonyok miatt maximálisan egy-két mm vastagságú minták nagy pontosságú fúrására javasolható.

A passzív ultrahang-energia a szilikátiparban a roncsolásmentes anyagvizsgálat szempontjából látszik jelentősnek. A kísérletek két feltételből indulnak ki:

1. Az ultrahang longitudinális terjedési sebességéből a próbatestek Young modulusa meghatározható,

2. a Young modulus értékéből a nyomószilárdság értékére lehet következtetni.

Az első feltétel teljesülését egyszerűsített esetben elméleti számítások támasztják alá, a másodikat nagyszámú kísérleti eredmény alapján tapasztalati összefüggésekkel indokolják.

A terjedési sebesség mérésére két lehetőség van:

1. a próbatest rezonancia-frekvenciájának meghatározása,

2. az ultrahanghullámok áthaladási idejének mérése.

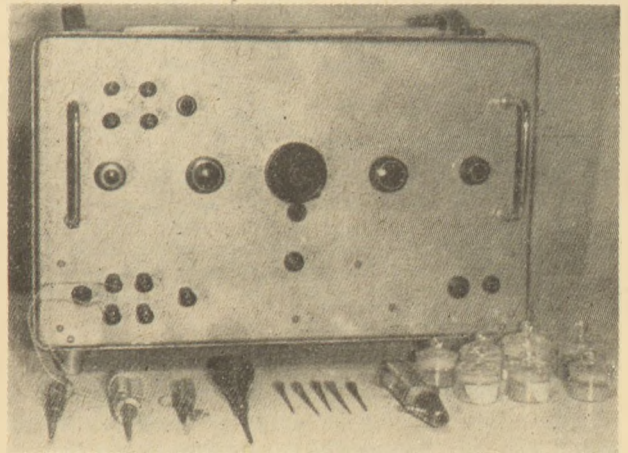
A mérések mindkét esetben piezotechnikai és magnetostriktív elven is elvégezhetők.

A rezonancia-frekvenciából rugalmas hurok és pálcák esetében a különböző felharmonikusoktól eltekintve a longitudinális terjedési sebességre s ennek alapján a Young modulusra megbízható módon lehet következtetni.

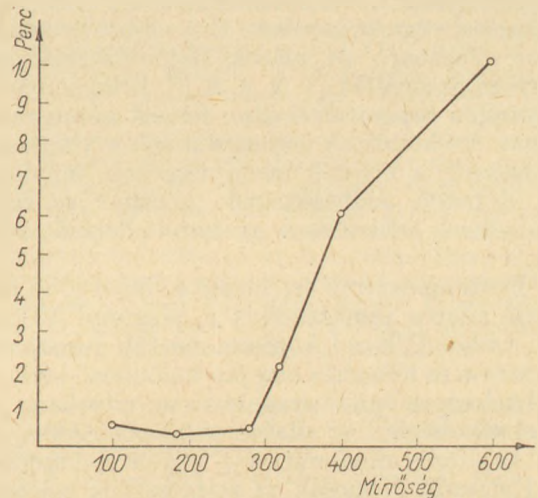
Ha a próbatest méretei nagyságrendben megegyeznek, az elméletileg megadott összefüggések csak durva közelítéssel érvényesek. Ebben az esetben a próbatest homogenitására vonatkozó feltételek legszigorúbb teljesülése esetén is alig várható megbízható eredmény.

Nem téveszthet meg az, hogy a rezonancia-módszerrel végzett roncsolásmentes ultrahangvizsgálatok segítségével egyes berendezésekkel igen jó eredményeket értek el. A vizsgálatot végző ugyanis a méréseket általában megegyező méretű mintadarabokon végzi, egyéb módszerrel történt tájékozódás alapján durván meg tudja becsülni

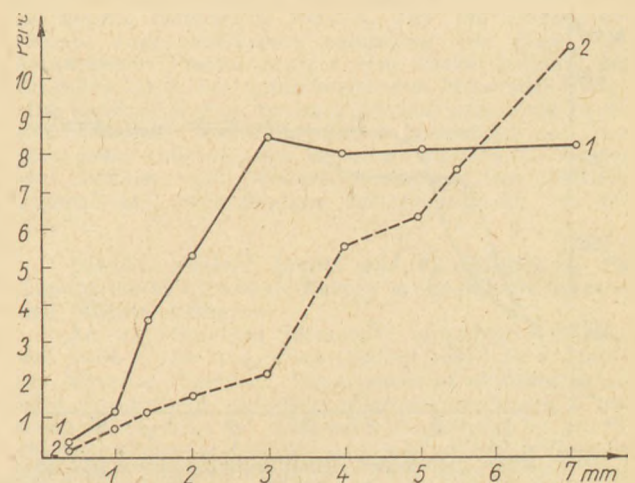
a várható eredményeket. Ilyen körülmények mellett rezonancia-módszerrel végzett ultrahang-vizsgálatokkal is nyerhetők nagy pontosságú adatok.



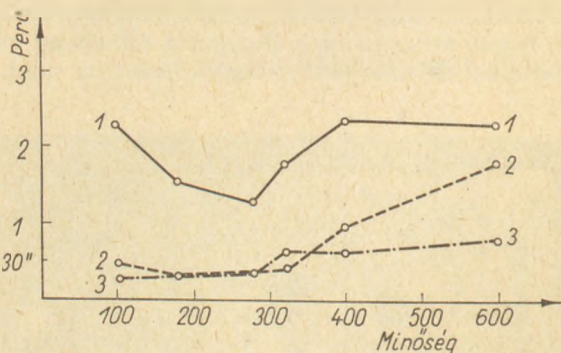
4. ábra. Az ÉaKKI ultrahang-forgácsoló berendezés



5. ábra. Különböző minőségű korundporral végzett forgácsolás sebességének meghatározása 0,4 mm vastagságú normál üveglapon



6. ábra. 180-as finomságú korundporral végzett forgácsolás üvegvastagság—idő diagramja
1. 2,4 mm Ø-jű és 2. 1,5 mm-es élű négyzetes tűske esetén

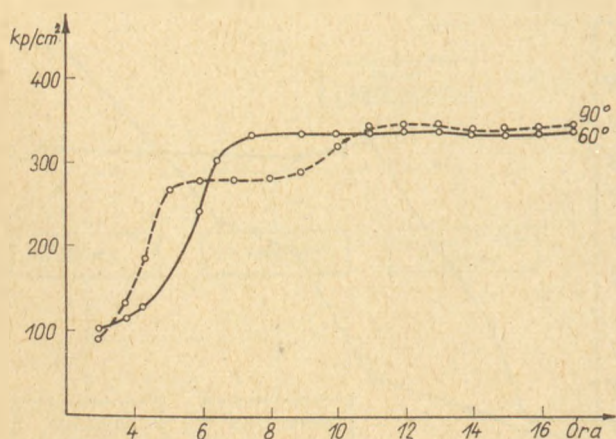


7. ábra. Különböző tűskékkel végzett forgácsolás csiszolópor finomság-idő diagramja

1. 2,1 mm-es körgyűrű alakú ezüstacél tűske (belső $\varnothing$ 1 mm)
2. 1,4 mm-es $\square$ alakú rugóacél tűske
3. 1,8 mm-es Δ alakú rugóacél tűske

Az időmérésen alapuló módszernél kisebb a hibalehetőség. Ekkor az adott mintadarab méreteiből és adott frekvenciájú ultrahang-impulzusok áthaladási idejéből határozzák meg a terjedési sebességet. Technikailag egyformán kivitelezhetők az átvilágítással, visszaverődéssel, ill. visszhang-módszerekkel végzett mérések. Ez utóbbit Brunarski, Jávor, Facaoaru és mások betonvizsgálatoknál sikeresen használták [1, 2, 3, 4, 5]. Eredményeiket nagyszámú tapasztalati úton felvett nomogramm alapján értékelték. A nomogrammok a vízcement-tényezőnek, a zúzalék mennyiségének, minőségének, a beton nedvességének, korának és egyéb tényezőknek szilárdságra gyakorolt hatását adják meg.

Fenti módszerek értékelése céljából több mint 10 000 adatra támaszkodva a pozsonyi VUS-sal és a varsói ITB-vel közösen mértük rezonancia-frekvencia és időmérés alapján különböző berendezésekkel egyes építőanyagokban az ultrahang terjedési sebességét. Az adatok meglepően jól egyeztek. Az eltérés mindenütt a $\pm 5\%$ -os elvi szóráson belül maradt. Nemcsak az átlagértékek megegyezése volt feltűnő, az adatok alapján számolt eloszlási görbék között sem volt jelentős eltérés. A rezonancia-frekvencia mérésénél felmerülő bizony-



8. ábra. Beton próbatestek nyomószilárdságának változása a gőzölési idő függvényében 60 C°-os és 90 C°-os gőzölés esetén

$$\sigma = 10^{-5}E + 10^{-13}E^5$$

talansági tényezőt minden esetben sikerült kiküszöbölni.

A mérési adatok egyezése az ultrahangsebesség mérések pontosságát igazolta, de nem adott határozott választ arra, hogy a sebességértékekből számolt szilárdsági adatok egyeznek-e a valósággal.

Laboratóriumi körülmények között ismert összetételű betonpróbatesteken a Laboratoire Electro-Acoustique (LEA) ultrahang anyagvizsgáló berendezésével végeztünk méréseket. A longitudinális ultrahang terjedési sebességéből számított és a törési próbákkal kapott nyomószilárdsági adatok közti eltéréseket a törési próbával kapott adat százalékában kifejezve az 1. táblázatban foglaltuk össze.*

1. táblázat

A LEA ultrahanganyagvizsgálóval mért adatokból számolt és törési próbával kapott nyomószilárdsági adatok eltérése

Eltérés	A próbadarabok arányszáma	
%	%	
5 alatt	28	95 %
6—10-ig	30	
11—15-ig	23	
16—20-ig	14	
20 felett	5	

Mint a táblázat mutatja, az ultrahang longitudinális terjedési sebességéből laboratóriumi körülmények közt viszonylag megfelelő felvilágosítás nyerhető a szilárdsági adatok abszolút értékére.

Ugyanazon minta esetében a szilárdsági adatok relatív változása ennél nagyobb pontossággal követhető. Ez a megfontolás volt azoknak a kísérleteknek az alapja, amelyeket betontestek optimális gőzölési idejének meghatározására végeztünk. A 8. ábrán tatabányai 500-as cementből készült minták szilárdságának változását vettük fel a gőzölési idő függvényében. A szilárdsági értékek megbecsülése céljából előzőleg különböző paraméterek függvényében meghatározott ultrahangterjedési sebesség-szilárdsági diagramot vetünk fel. Minthogy az optimális gőzölési idő meghatározásánál csak a szilárdsági adatok változása lényeges, a terjedési sebesség változásának folyamatos mérése alapján az optimális gőzölési idő a sebességváltozás-diagram alapján egyértelműen volt meghatározható.

Az egyes hullámtípusok terjedési sebessége a próbatestek alakjától is függ. Építéshelyi vizsgálatoknál éppen ezért az 1. táblázatban közölt egyezésre elvileg nem lehet számítani. Az ismertetett módszerek elvi hibáinak kiküszöbölését célozták az ultrahangcsillapodási tényező meghatározására irányuló törekvéseink. Kísérleteinket az alábbi megfontolások támasztják alá.

A csillapodó rezgés két egymást követő kitérésének hányadosa

$$K = \frac{e^{-\beta x}}{e^{-\beta(x+T)}} = e^{\beta T} \quad (1)$$

* Ezek a mérések és értékelések Roknich Györggyel, a UKI kutató mérnökével végzett közös munka eredményei.

csillapodási hányadossal adható meg, ahol β a csillapodási tényező.

A csillapodás jellemzésére a

$$A = \ln K = \beta T \quad (2)$$

logaritmikusan dekrementum használható. Az ultrahangcsillapodási tényező, ill. ennek logaritmikusan dekrementuma adott frekvenciájú és energiájú ultrahangforrás esetén homogén, elvileg végtelen kiterjedésű közeg jellemző fizikai adata. Amennyiben a csillapodási tényező és a szilárdsági adatok között egyértelmű összefüggés található, a szilárdsági adatok roncsolásmentes meghatározására újabb lehetőség nyílik.

A vizsgálatok kiterjeszthetők az ultrahanghullámok lecsengési ideje és a próbatestek szilárdsági adatai közti összefüggés meghatározására. A mérésekhez természetesen fenti feltételek kielégítése céljából a használt ultrahanghullámok hullámhosszánál nagyságrenddel nagyobb méretű próbatestek szükségesek. Építészeti vizsgálatoknál, amennyiben az ultrahangvizsgálatok ilyen irányú felhasználására kerül sor, csak a csillapodási tényező mérése jöhet számításba.

Jelen dolgozatban nem térünk ki az ultrahangdefektoszkópia kérdéseire. Ez az indikálható hibahelyek méretének megfelelő ultrahang-frekvenciával és a vizsgált próbatest anyagához és méretéhez szükséges ultrahang-energiával megoldott és iparilag alkalmazott vizsgálati módszer. Ide vonatkozóan Jávör idézett, és mások közleményeire utalunk [6, 7, 8, 9].

Kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy az aktív ultrahang-energia felhasználására a szilikátipar egyes ágaiiban — főleg egész kis méretű üveg- és kerámiaminták forgácsolásánál — van lehetőség. A forgácsolásnak az energiaviszonyok és gazdaságosság szabnak korlátokat. A passzív ultrahangenergia roncsolásmentes anyagvizsgálathoz az elvi nehézségek ellenére pontosan meghatározott feltételek mellett — elsősorban relatív mérésekre — használható. Az ultrahangcsillapodási tényező meghatározásával az ultrahanganyagvizsgálati módszerek továbbfejlesztésére nyílik lehetőség.

Befejezésül megemlítjük, hogy kísérleti ultrahangforgácsoló berendezésünk tervezésében Kurucz I. egy. adjunktus működött közre, a kísérleti példányt Juhász György technikus készítette.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Brunarski L., Basin J., Makarov R.: Post. Techn. Jod. 8. sz. (1961)
- [2] Jávör T., Stavivo I. sz. pp. 19—21. (1959)
- [3] Kay L.: Engineering pp. 118—119. (1962)
- [4] Krautkrämer J.: Techn. Rundock pp. 1—3. (1954)
- [5] Gémesi J.: Term. Tud. Közl. pp. 362—364. (1964)
- [6] Facaoraru J.: Kand. Dissz. Temesvár (1960)
- [7] Greguss P.: Magy. Kém. Lapja. XVII. pp. 494—505. (1962)
- [8] Krautkrämer H.: Berg- u. Hüttenm. Monatschr. pp. 156—157. (1953)
- [9] Pohl E.: Wissenschaftl. Zeitschr. Hochsch. für Bauw. Leipzig pp. 137—148. (1964).

Gémesi József: Az ultrahang-energia alkalmazásának határai és lehetőségei a szilikátiparban és a szilikátipari kutatásban.

A szerző kísérletei alapján áttekintést ad az ultrahang-energia szilikátipari alkalmazásáról. Különböző profilú tűskékkel végzett forgácsolás sebességéről tájékoztató adatokat közöl az ÉaKKI-ban épült ultrahangforgácsoló berendezéssel szerzett tapasztalatok alapján. Megállapítja, hogy a szilikátiparban az ultrahang-energia néhány mm vastagságú üveg és kerámialapok profilforgácsolására alkalmas. Az ultrahang-energia roncsolásmentes anyagvizsgálati célra történő alkalmazásáról kimutatja, hogy laboratóriumi körülmények között, relatív mérésekre az ultrahanganyagvizsgálat alkalmas. Építészeti vizsgálatok céljára történő alkalmazás jelenlegi mérési metodikával nem ad elfogadható eredményeket. Befejezésül a mérési metodikának továbbfejlesztésére vonatkozó megfontolásait ismerteti.

Гемешу Йозеф: ВОЗМОЖНОСТИ И ГРАНИЦЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СИЛИКАТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.

Автор на основе экспериментов дает обзор применения ультразвуковой энергии в силикатной промышленности. Приводит информационные данные о скорости резки с помощью приборов различного профиля на основе результатов, полученных при использовании ультразвукового режущего оборудования, сконструированного в ЕаККИ. Отмечает, что ультразвуковая энергия в силикатной промышленности может применяться для профильной резки стекла и керамических плиток толщиной в несколько мм. Относительно возможности применения ультразвуковой энергии при испытаниях материалов без разрушения указывает, что ультразвуковое испытание материалов пригодно для относительных измерений в лабораторных условиях. Применение ультразвуковой энергии при испытаниях на строительных участках по существующей в настоящее время методике измерения, не дает приемлемых результатов. В заключении автор останавливается на соображениях относительно дальнейшего развития методики измерения.

Gémesi, József: Grenzen und Möglichkeit der Anwendung vom Ultraschall in der Silikatindustrie und in der Silikatforschung.

Auf Grund von Versuchen bekommt man eine Übersicht betreffs der Anwendung vom Ultraschall in der Silikatindustrie. Es werden Daten betreffs der Zerspanungsgeschwindigkeit mittels Dornen verschiedensten Querschnittes, auf Grund von Erfahrungen, gewonnen am Ultraschallzerspanungsapparat des Zentral Forschungsinstituts für Baustoffe zu Budapest. Es konnte festgestellt werden, daß die Ultraschallenergie zum profilierten zerspanen von Glas- und keramischen Platten einiger mm Dicke geeignet ist. Zugleich auch zur zerstörungsfreien Materialprüfung: zur relativen Messungen im Laboratorium. Beim heutigen Stand der Methodik können Messungen am Bauplatz keine annehmbaren Resultate ergeben. Es werden zum Schlusse die Weiterentwicklung der Methode betreffend Vorstellungen bekanntgegeben. (S. G.)

Gémesi, József: Limits and Possibilities of the Application of Ultrasonic Energy in the Silicate Industry and Silicate Research.

An experimental ultrasonic chipping apparatus was built in the Hungarian Central Institute of Building Material Research. Experiences of chipping speed with mandrels of various profiles are described. Ultrasonic energy can be used advantageously for profile chipping of glass and ceramic plates of several millimetres thickness. Ultrasonics can be used also for the non-destructive testing of building materials, but in its present state only in the laboratory and if relative data are sufficient. The application of the method for building site measurements is now in progress.

Kőzetek szilárdsági vizsgálata alaktest benyomásával

GÁLOS MIKLÓS — KÜRTI ISTVÁN*

Statikus kőzetvizsgálati módszerek közül az egyirányú nyomóvizsgálat a legelterjedtebb és sok esetben a kőzetek műszaki jellemzésére is az ebből nyert nyomószilárdsági (törőszilárdsági) értéket használjuk. A próbatestet párhuzamos nyomópofák között törésig terheljük. A nyomópofák elvileg egyenletesen osztják el a terhelte felületekre a terhelést, és így az egész próbatest feszültség alatt van.

Alaktesttel végzett statikus benyomási kísérleteknél csak a próbatest egyrésze hivatott a terhelés felvételére. A nyomószilárdsági vizsgálatokhoz hasonlóan itt is a terhelő erőt, és a próbatest összenyomódásának analógiájára a terhelési lépcsőkhöz tartozó benyomódást mérjük a törésig. A statikus benyomódási vizsgálatokhoz látszólag hasonlóak a Brinell-, a Rockwell-, a Vickers-féle, szintén benyomódási ellenállást mérő eljárások. Ezeknél a választott nyomófejet, mely lehet félgömb, gúla, kúp, egy bizonyos „P” (kp) erővel terheljük és a benyomódásból meghatározzuk a benyomódási felület nagyságát, majd képezzük az erő/felület hányadost, az ún. keménység értékét. Ez a vizsgálati mód azonban nem alkalmas a kőzetek általános jellemzésére. A nyert viszonyzámnak ugyanis nincs összefüggése az egyéb szilárdsági tulajdonságokkal és függése az alkalmazott erőtől és a mérőcsúcs kialakítástól, valamint attól, hogy az inhomogén kőzet felületének mely pontján történik a vizsgálat, más és más eredményt ad, tehát nincs meghatározó szerepe (4).

Kísérleteinknél az állandó teherrel szemben fokozatosan törésig terhelünk.

A kőzetek vizsgálatánál azért tartjuk használhatónak ezt a módszert, mert a terhelés során az alaktest alatti nyomófeszültség hamarosan eléri és meghaladja a kőzet, sőt a kőzetet alkotó esetleg nagyobb szilárdságú kőzetalkotó ásványi szemcsék nyomószilárdságát is. Így az alaktest terhelő felülete alatti szemcsék tönkremenetelével a környező kőzetrész hivatott a terhelés felvételére. Ezt bizonyítja a töréskor kialakuló töretekép is. Az általunk alkalmazott hengeres alaktest azért célszerű, mert a terhelés folyamán a benyomódás függvényében a terhelő felület nem változik.

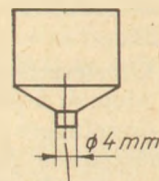
1. A mérés végrehajtása

Vizsgálatainkat az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének laboratóriumában végeztük. Kísérleteinknél az 1. ábrán látható kiképzésű és méretű alaktestet használtuk, mely különleges szerszámacélból készült (MSZ 4351).

A próbatestek $5 \times 5 \times 5$ cm élhosszúságú kockák voltak, melyeknél a szembenlevő oldalak párhuzamosságára gondosan ügyeltünk. Így egy-egy próbakocka mind a hat oldalát vizsgálhattuk és

a hat mérés átlagát tekintettük a próbatestre mértékadónak.

A méréssorozat céljainak megfelelően az Sz 10—1 típusú gépen kisebb átalakításokat végeztünk. A nyomóerő a gép skáláján kellő pontossággal leolvasható volt. Az egyes terhelési lépcsőkhöz tartozó benyomódást 0,002 mm pontossággal



1. ábra. Az alaktest

mérőórával mértük, melyet úgy helyeztünk el, hogy a kőzetminta esetleges szétpattanása esetén sem kerülhetett az veszélybe. Az alaktest felületre merőleges behatolását a minta alá helyezett gömbcsukló segítségével igyekeztünk biztosítani.

A méréseket úgy végeztük, hogy a terhelést kis lépcsőkben fokoztuk egészen az alaktest alatti kőzetszövet megsemmisüléséig. Szükség volt bizonyos alapterhelésre, hogy a kezdeti bizonytalanságokat kiküszöbölhessük, mivel a próbatest vizsgált felülete nem tökéletesen sík. Ezt az alapterhelést 100 kp-ban határoztuk meg.

2. A vizsgált kőzetek kőzettani leírása

Méréseinket olyan kőzetfélésegeken végeztük, melyek fizikai, kőzettani és mechanikai tulajdonságaikról bőven álltak adatok rendelkezésünkre a Tanszék vizsgálatai alapján (1, 3). Ezek közül az alábbiakban az általunk vizsgált kőzetekre vonatkozókat fogjuk közölni.

2.1. Tömött mészkő (Siklós). A kőzet színe fehéres-rózsaszínű, melyet vasoxid okoz. Szövege tömött, az átszövő 1—2 mm széles hajszálrepedéseket kalcitkristályok töltik ki. Mikroszkóp alatti vizsgálat alapján ősmaradványok figyelhetők meg, melyek kalcitká kristályosodtak át. A kőzet teljesen ép. Kristályosodottsága 60%. Térfogatsúlya $2,69 \text{ p/cm}^3$. Légszáraz nyomószilárdsága 1450 kp/cm^2 .

2.2. Tömött mészkő (Üröm). A kőzet színe ózbarnába hajló, törési felülete hasonlít a dachsteini mészkőre. A minta szövege vegyeskristályos. Felületén apró kalcitszemcsék csillognak, helyenként ezek lencsenagyságú betelepődést okoznak. Mikroszkóp alatti vizsgálatkor repedezettség a szövetben nem észlelhető. A kőzet teljesen ép. Térfogatsúlya $2,52 \text{ p/cm}^3$. Légszáraz nyomószilárdsága 835 kp/cm^2 .

2.3. Gránit (Mórág). Öregszemű, porfirosan szemcsés biotitgránit, melynek szövetében 1—2 cm-es rózsaszínű-szürkés ortoklász-kristályok láthatók. A kvarc csak szabálytalan alakban és max. 0,5 cm nagyságban van jelen. Mikroszkóp

* Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén

alatti vizsgálat alapján a szövetben irányrendezett-ség nem figyelhető meg. A földpátok kissé mállot-tak. Színes elegyrészek közül leggyakoribb a biotit. A kőzet kristályosodottsága 100%. Tér-fogatsúlya $2,62 \text{ p/cm}^3$. Légszáraz nyomószilárd-sága 1300 kp/cm^2 .

2.4. Dácit (Szob). A kőzet szabadszemmel szürkésfehér. A legnagyobb kőzetalkotó ásvány sem éri el az 1 mm nagyságot. Az alapanyag főleg földpátokból áll. Mikroszkóp alatti vizsgálat alap-ján a kőzet mikroholokristályos porfiros, melyben irányrendezettség nem tapasztalható. A kőzet ép. Kristályosodottsága 100%. Térfogatsúlya $2,58 \text{ p/cm}^3$. Légszáraz nyomószilárdsága 1595 kp/cm^2 .

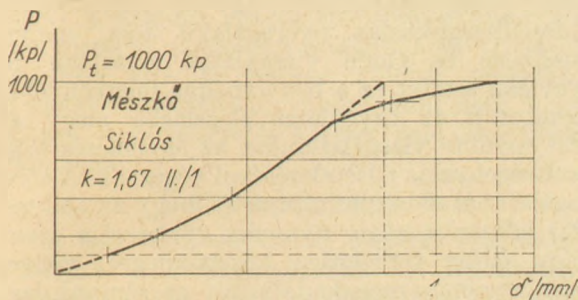
2.5. Bazalt (Zalahaláp). Tömöttszövetű, szür-késfekete, üde felületű kőzet. Sok olivin figyelhető meg, melyek többsége mállott. Az alapanyag főleg plagioklász, augit és olivin. Mikroszkóp alatti vizsgálat alapján a kőzet szövete mikroholo-kristályos.

Csak helyi irányítottság tapasztalható egy-egy olivincsomó körül. Az alapanyagban eseten-ként kőzetüveget is találhatunk. Kristályosodott-sága 99%. Térfogatsúlya $2,87 \text{ p/cm}^3$. Légszáraz nyomószilárdsága 3200 kp/cm^2 .

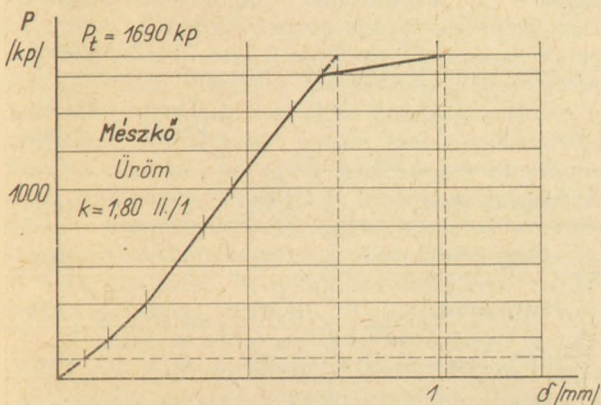
3. A vizsgálatok kiértékelése

A 2—6. ábrákon a vizsgált kőzetek benyo-módási diagramja látható. A függőleges tengelyen a választott terhelési lépcsőket, a vízszintes ten-gelyen a vonatkozó benyomódási értékeket tűn-tettük fel.

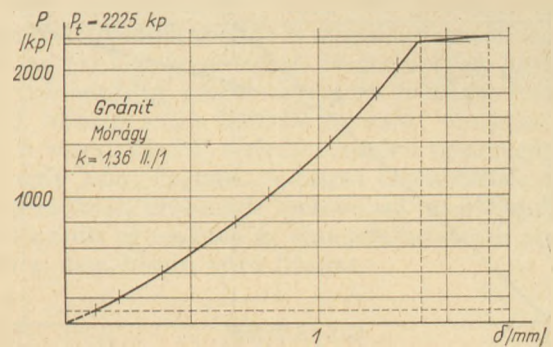
Amint látjuk, a görbék kezdeti szakasza alulról konvex, majd kiegyenesedik, s egy rövid inflexiós szakasz után a törésig jó közelítéssel



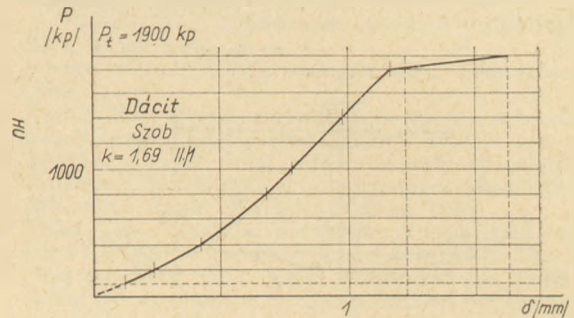
2. ábra. Mészkö terhelés-alakváltozási görbéje



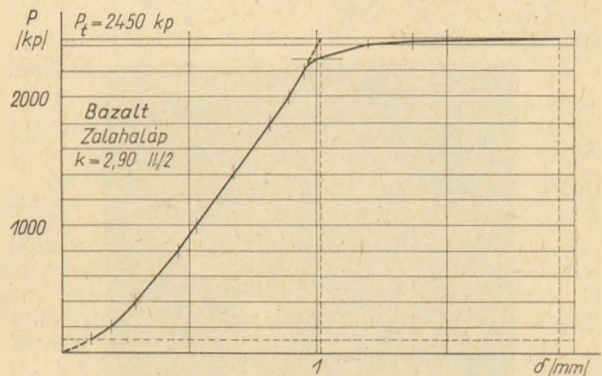
3. ábra. Mészkö terhelés-alakváltozási görbéje



4. ábra. Gránit terhelés-alakváltozási görbéje



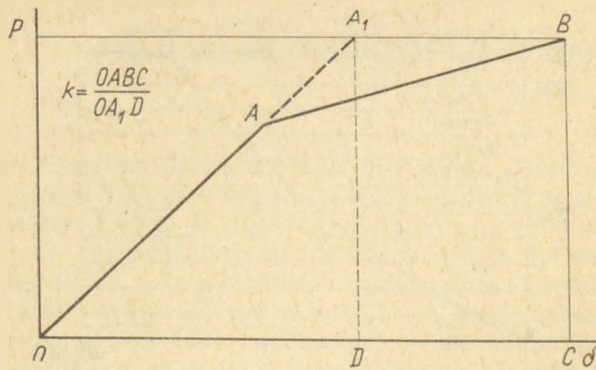
5. ábra. Dácit terhelés-alakváltozási görbéje



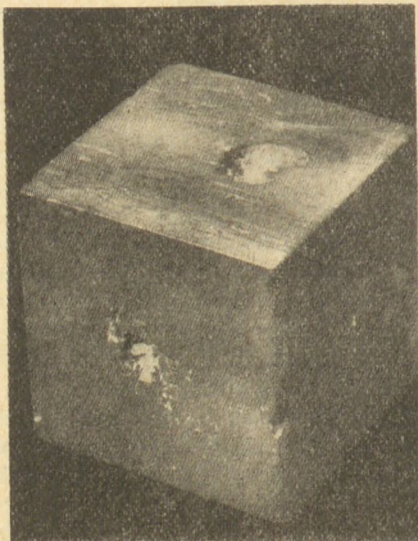
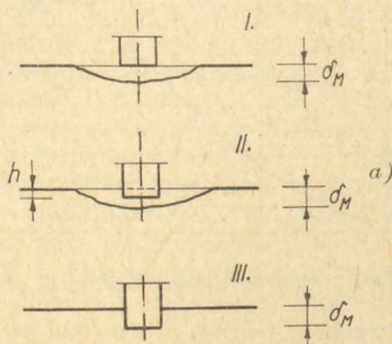
6. ábra. Bazalt terhelés-alakváltozási görbéje

laposabb hajlású egyenes. Az inflexiós pontig a kőzetek rugalmasan viselkednek, mégpedig tökéletesen rugalmasan, mert ahogyan a (3) alatti vizsgálatok is bizonyítják, nem követik a Hooke-féle törvényt. Az inflexiós ponttól képlékeny alak-változást szenved a kőzetminta, mely az alaktest terhelő felülete alatti közetszövet megsemmisülésé-vel fejeződik be. Ezek a megfigyelések is bizonyít-ják, hogy a terhelés alatti rugalmas, képlékeny vagy rideg viselkedés pusztán a terhelés módjának függvénye (5). Ez azt jelenti, hogy önmagukban az anyagokat nem nevezhetjük rugalmasnak, kép-lékenynek, vagy ridegnek, mert ezek a jellemzők attól függenek, hogy az anyagra ható erőrendszer milyen fizikai feltételek között hat. (Pl.: a már-vány 3 tengelyű nyomás hatására képlékenyen, a lágyacél bemetszve ridegen viselkedik.)

Vizsgáljuk meg a 7. ábrán látható általánosí-tott görbét: Ha az „A” ponton túl a görbe rugalmas szakaszát a törésig kiegészítjük, „A₁” pontig, úgy a görbe e szakasza alatti terület (OA₁D) jelenti azt az energiát, mely szükséges



7. ábra. Általánosított terhelés-alakváltozási görbe



8. ábra. A töretképek. a) vázlat, b) fénykép

lenne a töréshez akkor, ha a kőzet a törésig rugalmasan viselkedne. Ezzel szemben az OABC görbe alatti terület ábrázolja azt az energiát, mely ténylegesen szükséges a kőzetszövet megsemmisítéséhez. E két terület hányadosával, melyet *képlékenységi együtthatónak* nevezünk (k), jól jellemezhető a kőzetminta rugalmastól eltérő viselkedése. A „ k ” értéke az eltérést számszerűen fejezi ki és módot nyújt arra, hogy az egyes kőzetféléseket osztályozzuk.

1. táblázat

Kőzetek osztályozása „ k ” alapján

k					
I.	II.				III.
1	1	2	3	4	1
1	>1—2	2—3	3—4	4—6	>6—∞

Az egyes csoportok elnevezése:

- I. csoport: rugalmas porhanyós,
- II. csoport: rugalmas képlékeny,
- III. csoport: képlékeny.

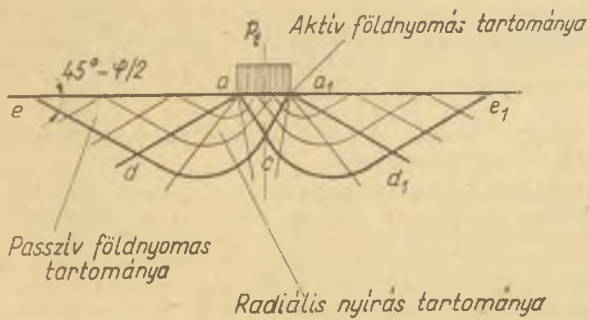
Az általunk vizsgált kőzetek a 2—6. ábrák és a 2. táblázat tanulsága szerint a II/1. és II/2. csoportba ($k = 1—2$, $k = 2—3$) tartoznak, melyek közel egy kategóriába tartozását mechanikai, fizikai és kőzettani tulajdonságaik is indokolták teszik.

A „ k ” értéke mellett a kialakuló töretkép is jellemző a kőzetekre, melyek jellemző formáit a csoportbeosztás függvényében a 8. ábrán adjuk meg.

További fejtegetéseinkben vegyük a benyomódó alaktestet végtelen merevnek, a vizsgált kőzetet pedig homogénnek, úgy az alaktest alatti talpfeszültségeloszlás nyereg alakú lesz, melyre Boussinesq és Ohde vizsgálatai mutattak rá. Borovička szerint ez a benyomódás függvényében fokozatosan az egyenletes eloszlásba megy át. Ezért további vizsgálatainkat az egyenletes talpfeszültségeloszlás feltételezésével végeztük. A törés vizsgálatánál abból indultunk ki, hogy az alaktest alatti kőzetrész aktív nyomást gyakorol a szomszédos, eddig terheletlen kőzettömegre, melyek passzív nyomása megakadályozza az elmozdulást, amíg a terhelést oly mértékben nem fokozzuk, hogy előáll a csúszási határhelyzet. A passzív

2. táblázat

Megnevezés	Lelőhely	γ p/cm ³	σ kp/cm ²	Szövete	k	Csop. beoszt.	Kitörési Ø mm
Mészke	Üröm	2,52	835	Vegyes krist.	1,80	II/1	10,3
Mészke	Siklós	2,69	1450	60 % krist.	1,65	II/1	10,0
Gránit	Mórággy	2,62	1300	100 % krist.	1,36	II/1	8,0
Dácit	Szob	2,58	1595	100 % krist.	1,69	II/1	12,0
Bazalt	Zalahaláp	2,87	3200	99 % krist.	2,90	II/2	12,0



9. ábra. Görbe csúszzólapos elméletek szerinti feszültségi tartományok

nyomás nagysága függ a mélységtől, a terhelő alaktest alakjától és nagyságától, a szövetszerkezettől és a kőzetösszetartó erőttől (kohézió). A földnyomáselméletek alapján a legújabb kutatásoknak megfelelően log. spirális csúszzólapot felvéve a csúszási határhelyzet kialakulásában szerepet játszó kőzetrészt a 9. ábrán feltüntetett három részre osztható:

A törőigénybevétel általános alakja pedig:

$$p_t = cV_c + tV_b \gamma + bV_g \gamma,$$

ahol V_c , V_b , V_g talajellenállási tényezők, az első tag a kohézió, a második a benyomódási mélységnek, a harmadik pedig az alaktest méreteinek a hatását veszi figyelembe. Vizsgálataink során minden esetben megmértük a kialakuló töret átmérőjét. Ebből a $(45^\circ - \varphi/2)$ kikutási szög a felvett csúszzólap segítségével számítható. A „ φ ” függvényében alapozásoknál különböző kutatók a talajellenállási tényezőkre határoztak meg értéket. Így a fenti egyenletben mint ismeretlen csupán a „ c ” értéke szerepel. Tehát ezzel a módszerrel a kőzetek összetartó erejére nyerhetünk könnyűszerrel számszerű értéket. Arra vonatkozólag, hogy ezek az értékek valóban megbízható adatokat nyújtanak-e, választ adni csak a vizsgálatok még szélesebb körben való kiterjesztése után lehet.

4. Egyéb megjegyzések

A fent leírt alaktesttel történő vizsgálatot a kőzetfúrás elővizsgálataként is alkalmazzák. Ugyanis a fúrási technológiát utánzó vizsgálatoknál több változó szerepel még akkor is, ha néhány jellemzőt állandónak választanak a vizsgálat folyamán. A mérés pontos elvégzését fúrás esetében még az is nehezíti, hogy az állandónak választott tényezők bizonyos mértékben megváltozhatnak, illetve olyan mellékes hatások lépnek fel, melyeket számításba venni igen körülményes. Mivel a fúrásnál az egyik leglényegesebb tényező az a nyomóerő, melyet a fúróra működtetünk, tehát a forgatás nélküli, erővel történő benyomódásvizsgálat a fúrás elővizsgálataként szerepelhet.

Az alaktest benyomódásvizsgálata további lehetőségeket is biztosít. A mérés során nyert „ $P-\delta$ ” diagram hasonló a teljes felületi terhelésnél kapott $\delta-\varepsilon$ görbéhez. A hasonlóságot kifejező arányossági tényező bevezetésével lehetőség nyílik arra, hogy a költségesen elkészíthető próbatestek

helyett szabálytalan, s csak kis felületen megmunkált kőzetdarabokon is megállapíthatók legyenek az (1)-ben ismertetett diagramok. A kísérlet nagyságrendileg kisebb nyomott felületen végezhető, mint a teljes felületű nyomási vizsgálatnál, így a törést kisebb terhelési határú nyomógéppel is végre lehet hajtani. A mérés elvégzésénél csak a kőzetdarab minimális méreteinek megállapítása és a minta egyenletes és elmozdulásmentes ágyazása a megoldásra váró feladat.

IRODALOM

- [1] Horváth—Kertész: Hazai kőzetek rugalmassági vizsgálata. Mélyép. Tud. Szle. 1954. 1. sz.
- [2] dr. Járny J.: Inhomogén kőzetek szilárdsága. BKI. Közl. 1961. 2. sz.
- [3] Kertész Pál: Kőzetek alakváltozása. Disszertáció. 1962.
- [4] Kertész Pál: Helyesen használt fogalom-e a kőzetek keménysége? Építőanyag 1963. 6. sz.
- [5] Miklósy V.: A rideg törésre vonatkozó jelenlegi ismeretek. Metallurgia si Constructia de Masini 1958.
- [6] Mosonyi—Papp: Műszaki földtan. 1959.
- [7] Polak, A. Zagadnienie zwiercalnosci skal oraz ich klawfikacje. Przegląd Geologiczny 1962. 10.
- [8] Protogyakonov, M.: Neue Verfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Gesteine in Bergbau. Párizsi Nemzetközi Kőzetmechanikai Kongresszus 1960.

Gálos Miklós—Kürti István: Kőzetek szilárdsági vizsgálata alaktest benyomásával

A kőzetek minősítésére a műszaki gyakorlat az egyirányú nyomóvizsgálatot használja, ahol a nyomóerő a vizsgált próbatest teljes terhelte felületére hat.

Az általunk végzett kísérleteknél a terhelő erőt az alaktest segítségével a felület kis részére koncentráltuk. A kőzetmintába hengeres alaktestet nyomtunk be, az alaktest alatti kőzetszövet megsemmisüléséig. A vizsgálat során mértük a benyomáshoz szükséges nyomóerőt és a terhelési lépcsőkhöz tartozó benyomódást. A két mért érték közötti összefüggés jól elkülöníthető rugalmas és képlékeny terhelési szakaszt határoz meg.

A töréshez szükséges rugalmas és összes energia hányadosa, a „ k ” képlékenységi együttható, jól jellemzi a kőzet rugalmastól eltérő viselkedését és ezt az eltérést számszerűleg is kifejezi. Egyben módot nyújt a kőzetek új szempontok szerinti minősítésére.

Галос Миклош—Курти Иштван: ИСПЫТАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПОРОД ПО МЕТОДУ ВДАВЛИВАНИЯ ТЕЛА.

Для качественной оценки пород в технической практике в настоящее время используется испытание на прочность при сжатии в одном направлении, где сила давления распределяется на всю поверхность исследуемого образца.

В описываемых экспериментах нагрузка с помощью специального тела концентрировалась на небольшую часть поверхности. В ходе испытаний измерялась сила, необходимая для вдавливания, а также глубина вдавливания, относящаяся к различным ступеням нагрузки. Зависимость между двумя значениями хорошо разграничивает два участка нагрузки: эластичный и пластичный. Отношение эластичной энергии разрушения ко всей энергии и коэффициент пластичности „ k ” хорошо характеризуют отклоняющееся от эластичного состояния поведение породы, а также численно выражают это отклонение. Помимо этого открывается возможность для новой качественной оценки пород.

Gálos, Miklós—Kürti, István: Bestimmung der Festigkeit von Gesteinen mittels Einpressens von Formkörpern.

Zum Qualifizieren von Gesteinen wird in der technischen Praxis die Bestimmung der Druckfestigkeit angewandt, wobei die Druckkraft auf die gesamte Oberfläche des zu untersuchenden Probekörpers einwirkt.

Bei den beschriebenen Versuchen wird die belastende Kraft mit Hilfe des Formkörpers auf einen kleinen Teil der Oberfläche konzentriert. Man drückt in das Gesteinmuster einen zylindrischen Formkörper hinein, bis zur völligen Vernichtung des unter dem Formkörper befindlichen Gesteingewebes. Im Laufe des Versuches wurden die erforderliche Druckkraft und die den verschiedenen Belastungsstufen entsprechenden Eintaufungen gemessen. Der Zusammenhang beider Meßdaten begrenzt einen gutdefinierbaren elastischen und plastischen Abschnitt.

Plastizitätskoeffizient k , der Quotient der zum Brechen erforderlichen plastischen und gesamten Energie, kennzeichnet wohlmercklich das vom Elastischen

abweichende Verhalten des Gesteins, und drückt die Abweichung auch numerisch aus. Man hat zugleich eine Methode zum Qualifizieren der Gesteine nach neuen Gesichtspunkten in der Hand (S. G.)

Gálos, Miklós—Kürti, István: Strength Testing of Rocks by Indentation.

The strength of rocks is usually determined by the compressive test, i.e. the applied load is distributed evenly on the total surface of the sample. Experiments were made in order to concentrate the load upon a small portion of the surface (indentation test). A cylindrical body was pressed into the rock surface with stepwise loading until the complete destruction of the rock texture below the indenting body. Connexion between the load and the indentation depth can be clearly divided into two sections: those of elastic and plastic deformation. The coefficient of plasticity, „ k ” (the ratio of plastic and total energies required to breakdown) is a good measure of the non-elastic properties of the rock and gives a new concept for rock testing as well.

AZ ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

BETON I ZSELEZOBETON

1964. 11. sz.

Ahverdov, I. N.: A beton korróziós ellenállása (p. 489—492, á: 3, t: 2.) A korróziós ellenállást leginkább a beton áteresztőképessége határozza meg. Legnagyobb korróziós ellenállás a kevés cementtartalmú betonnal észlelhető, amelynek 2000—2500 cm²/g fajlagos felülete van. Törekedni kell a töltőanyagok maximális tömörségére és jó korróziós ellenállására.

Bartaszevics, A. A.: Cementkő és beton korróziós ellenállása sók hatásával szemben (p. 495—499, á: 4, t: 1, b: 3) A kálium- és nátriumklorid jelenlétében fellépő korróziós jelenségek oka fizikai jellegű: kristályosodás és adszorpció. A beton korrózióhajtama annál nagyobb, minél nagyobb a sóoldat töménysége, a beton vízcementtényezője és a beton szárítási hőmérséklete. A legjobb korróziós tulajdonságokat a kis alumínattartalmú cementek tanúsítják.

Turkeszlanov, G. A.: A cementkő porozitása és a beton minősége (p. 514—517, á: 6, t: 2) Figyelemreméltó és rendkívül egyszerű módszer a betonok differenciális-porozitásának mérésére. A durva pórusok és a beton fagyállósága között határozott összefüggés áll fenn. A betonok gyors (24 órás) minősítése fagyállóság szempontjából. Ez a módszer sok esetben pontosabb lehet mint a klasszikus fagyasztási módszerek.

Kapkin, M. M., Mazur, B. M.: Betonok fagyállósága igen alacsony hőmérsékleten (p. 518—520, á: 2, t: 2, b: 5) Igen kis hőmérsékleten (—50°C) a betonok fagyállósága rossz-

szabb mint amit a szabvány előír. Legjobb fagyállóságot a maximális alittartalmú cementek mutatják. A betonok fagyállóságának gyors meghatározása (szorzószám alkalmazása mellett).

Vasziljev, N. M.: Ásványi olajok hatása a portlandcementes betonokra (p. 520—522, á: 2, b: 9) Az ásványi olajok (vazelinolaj kivételével) sok poláros anyagot tartalmaznak, amelyek adszorbeált állapotban csökkentik a betonok szilárdságát. Az olajok hatásmechanizmusa, a beton vízcementtényezőjének hatása a szilárdságcsökkenésre stb. Az olajközégekben üzemelő betonok összetételének kiválasztása.

BETON I ZSELEZOBETON

1965. 1. sz.

Moscanszki, N. A. — Szamohvalova, Z. N.: Betonok ellenállása timföldgyári ferroaluminát-lúgos oldatokban (p. 8—13, á: 9, t: 4, b: 6) A timföldgyári betontartályok tartóssága csak akkor kielégítő, ha a cement alumínattartalma max. 5—6% (de ez is csupán tricalcium-aluminát formájában lehet jelen). A beton nem tartalmazhat puzzolánt és homokot, továbbá opált, kalcedont vagy más aktív kvarefajtát.

CEMENT—WAPNO—GIPS

1965. 1. sz.

Grzymek, J. — Gustaw, K. — Ostap, K.: Felületaktív adalékok hatása a klinkerőrlésre (p. 1—7, á: 10, t: 6, b: 10) Vizsgálták a következő adalékanyagok hatását a klinkerőrlésre: naftolszulfonsav, oleinsav, szulfitszennylug és víz. Az egyes anyagok optimális mennyiségét kísérletileg

határozták meg, az aprítás mértékét Blaine-készülékkel. Az említett anyagok (0,1—0,2—0,5% mennyiségben) megváltoztatják a felületi feszültséget a klinkerben lévő különböző fázisok érintkezési felületén és az őrlési folyamatot hétszer gyorsabbá teszik.

OGNYEUPORŰ

1964. 11. sz.

Igantova, T. Sz. és tsai: Nagy tartósságú üsttégla gyártása és vizsgálata. (p. 489—495, á: 3, t: 3, b: 2) Sumott üsttégla új gyártástechnológiája. Soványító anyagként közönséges samottszemcsét alkalmaznak, kötőanyagként pedig timfölddús samott és agyag együttes őrlményét. Az így kapott üsttégla tartóssága kb. 30—40%-kal jobb.

Timosenko, I. V. és tsai: Vibrálás alkalmazása olvasztott tűzállóanyagok minőségjavítása érdekében (p. 496—499, á: 1, t: 2) Az olvasztott tűzállóanyagok minősége nagymértékben javul, ha a tömböt folyékony állapotban vibrálásnak vetik alá. A közönséges kövek porozitása 0,6—11,2% között ingadozik. A vibrált köveknél 1,3%-ot érték el. A tömör réteg vastagsága a szokásos 30—50 mm-ről 110—120 mm-re emelkedik.

Maranc, A. G.: Elektromosan olvasztott tűzállóanyagok gyártásának fejlődése (p. 499—500) Összefoglaló jellegű cikk. A legújabb szovjet és nyugati eredmények rövid ismertetése. A Sz. U.-ban kidolgozták a 2500, 4500 és 10000 kV-es típuskemencék tervezit olvasztott tűzállóanyagok gyártására. A krómspinell és a periklászkrómspinell téglák gyártásának fontossága.

(Folytatás a 197. oldalon)

Londoni symposium a külfejtéses bányászat kérdéseiről

Múlt év novemberében három angol bányászati szerv: a *Bányászati és Kohászati Intézet*, a *Kőbányászati Intézet* és a *Bányamérnökök Intézete* közös rendezésben nemzetközi tanácskozást hívott össze a rohamos fejlődésnek indult külfejtéses bányászat helyzetének és lehetőségeinek feltárására. Az *ÉM Kő- és Kavicsipari Tröszt* a symposiumra megfigyelőként *Vajda László* tagtársunkat küldte ki, aki ez év február 1-én és március 1-én *Kő-Kavics Szakosztályunk* klubdelutánjain számolt be tapasztalatairól. Az alábbiakban kivonatoltan közöljük a beszámoló kő- és kavicsbányászati érdekű adatait.

A kőfejtés, rakodás és szállítás gépesítésének nagyarányú fejlődése hozta magával, hogy a hagyományosan külfejtéses felszíni kőzetkitermelés mellett a külfejtés módszerei mind jelentősebb mértékben váltják fel a nagyobb mélységben fekvő ásványi kincsek mélybányászatát. A londoni symposium célja éppen ennek a világfolyamatnak felmérése, az alkalmazott technológiák megismerése és a külfejtés határméreteinek megállapítása volt. A téma fontosságának és aktualitásának jellemzésére szolgál, hogy a tanácskozásokon 26 ország mintegy 400 kiküldött vett részt.

A symposiumra beküldött 34 tanulmány szövegét a résztvevők előre megkapták. Egy-egy ülésen felkért szakreferens témakörönként összevonva és saját véleményével kiegészítve ismertette a tanulmányokat. Az ezt követő hozzászólásokra a tanulmányok szerzői adtak választ. Végül az elnök összefoglalta és értékelte az elhangzottakat. A kizárólag angol nyelven folyt megbeszéléseket üzemlátogatások követték.

A tárgyalt anyagnak csupán kisebb része vonatkoztatható hazai kő-kavicsiparunkra. Ez a rész, négy témakörbe csoportosítva, röviden a következőkben foglalható össze:

Laza üledékes kőzetek kitermelése

F. Konz (NSZK): A Rajna-völgy mintegy 90 m vastag, 3–300 mm szemcseméretű homok- és kavicsrétegeinek kitermelése kb. 50%-ban már úszókotrókkal folyik. Az igények rohamos növekedése miatt az 5–10 m kotrási mélységet egyelőre 40 m-ig fokozzák. A 300 mm maximális szemnagyságnak megfelelően, markolószereléses mélykotró-típust fejlesztettek ki. A tanulmány kitér a kotrókat a feldolgozó üzemrészsel összekötő szállítóberendezések típusaira is.

J. C. Hill (Anglia): Különféle minőségű üledékes kőzetek kitermelésére alkalmazott szívókotró típusokat és szállítási módokat ismertet.

R. Whiteside (Anglia): A közép-angliai Trent völgyben telepített, 40–200 t/óra teljesítményű kavicsbányák és feldolgozó üzemek technológiáit ismertette. Figyelemre méltó, hogy a parti vonóvedres kotrást vízszintsüllyesztéssel kombinálják, ezáltal jobb gépkihasználást érnek el, valamint elkerülik agyagos közrétegek vagy a fekü bekevere-

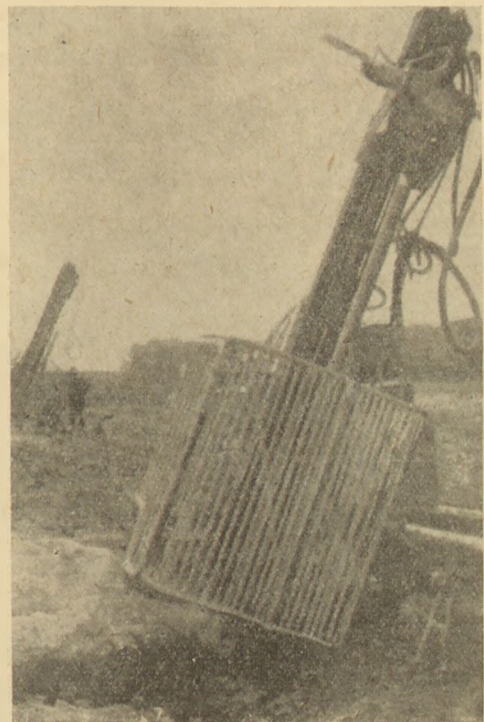
dését a haszonanyagba. A kitermelt kavicsnak mintegy 100 mm-ig terjedő frakcióját kúpos törőkkel, az annál nagyobb szemcséket pofás törőkkel zúzzák. A törők intenzív adagolás mellett megfelelő szemcscalakot szolgáltatnak.

W. H. S. Mc Farland (Kanada): A Klondike folyó árterületén, többnyire fagyponthoz alatti hőmérsékleten végzett hidromechanikus lefedés és kavicskotrás különleges technológiáját tárgyalta.

Masszív kőzetek külfejtéses bányászata

R. G. Jackson (Anglia): Az Imperial Chemical Industries Tundstead-i mészkőbányáiban heti 11 műszakban évi 4 millió tonna követ termelnek, zúznak és mosnak. A fejtési front összesen 2 km hosszú, a bányafal átlagban 15 m magas. A 110 mm $\varnothing$, 75 fok dőlésű lyuksorozatok (1. ábra) többnyire akremittel robbantják, robbanózsínort használnak és 15 ms késleltetést alkalmaznak. A lerobbantott követ 3,8–4,6 m³-es hegybontókkal 15–50 tonnás tehergépkocsikba rakják. Mosásra forgódobokat használnak.

M. G. Novozhilov (Szovjetunió): A Krivoj-Rog-i érc külfejtéses bányászata 15–40 m magas frontokon, 2×7 órás műszakokkal már 1961-ben évi 75 millió tonnát termelt. Mind a fedőréteget, mind az ércet oszlopos sorozatrobantással jövesztik és újabban áttértek a rotary, illetve lángfűrésre. Lángfűró berendezéseik 180 mm $\varnothing$ lyukakat 18,5 fm/7 óra teljesítménnyel fúrnak. A fúratátmérőt 300–350 mm-re fogják növelni. Fajlagos robbanóanyag felhasználásuk 0,5 kg/m³. A letermelt ércet 3–6 m³-es hegybontókkal 10–25



1. ábra



2. ábra

tonnás gépkocsikba, vagy 60—80 tonnás vagonokba rakják.

R. C. Becker (USA): A Chuquicamata-i külfejtéses rézércbánya napi 170 000 tonna termelésével a világ egyik legnagyobb telepe. A fejtési frontok átlag 15 m magasak, oszlopos sorozat-robbantásaikat akremittel, illetve nedves munkahelyeken AN-trotillal végzik. Belső szállításra iparvágányhálózat szolgál.

B. J. Kochanowsky (USA): A külfejtéses kőbányák robbantási eljárásainak fejlődését, ferde fúrólukakkal végzett kísérleti robbantási eredményeit és a fúrás és robbantás fajlagos költségének alakulását ismertette. Hangsúlyozta az akremit használatának előnyeit, melynek helyszíni keverésére és töltésére számos modern berendezés szolgál az USA-ban (2. ábra).

Lefedési és rekultivációs munkák

T. N. Dover (Anglia): Sziklás fedőréteg robbantásos lazítását és gépi felszedését tárgyalta. Ismertetett egy mérőműszert, amely a kotrógép gépjének fordulatait jegyzi fel az idő függvényében.

W. Forbes (Br. Guiana): A Demerara Bauxit Co. bányáiban végzett, mintegy 12 millió m³/év nagyságrendű iszapos homok lefedés techno-

lógiájának fejlődését részletezte. 1962 óta 250 literes vedertárcsás óriáskotróval dolgoznak, amely 20 m magas falat fejt le és 4,0 m széles, 3,5 m/sec sebességű szállítószalagra rakodik (3. ábra). E géptípus alkalmazása egyébként a nagykiterjedésű szén- és ércülfejtésekben egyre inkább előtérbe kerül, sőt Novozhilow szerint a Szovjetunióban a robbantott készletek felszedésénél is számításba veszik.

R. W. Zeidler (USA): Lefedési munkáknál alkalmazott vonóvedres- és hegybontó-kotrók műszaki és gazdasági összehasonlítását adta.

T. W. Jones (Anglia): A külszíni fejtésnél Angliában előírt és szigorúan betartott rekultivációs rendszabályokat és ezek alkalmazását a közép-angliai ércterületeken tárgyalta. A lefedés anyagát minőségekre bontva tárolják, majd úgy szedik fel és töltik vissza, hogy a termő talaj a felső rétegbe jutva, a rekultivált terület mezőgazdaságilag azonnal hasznosítható.

Vegyes kérdések

G. Vann (Anglia): Homok- és kavics-lelőhelyek meghatározása és értékelése geofizikai módszerekkel és fúrással.

R. F. Rawiel (Dél-Afrika): Tömegszámítás a külfejtéses bányászatban légi fotogrammetrikus felvételezés alapján.

H. G. Dawe (Anglia): Tömegszámítás fotogrammetrikus módszerrel.

A. C. Meigh (Anglia): Kőzetmechanika és talajmechanika alkalmazása a külszíni bányászatban.

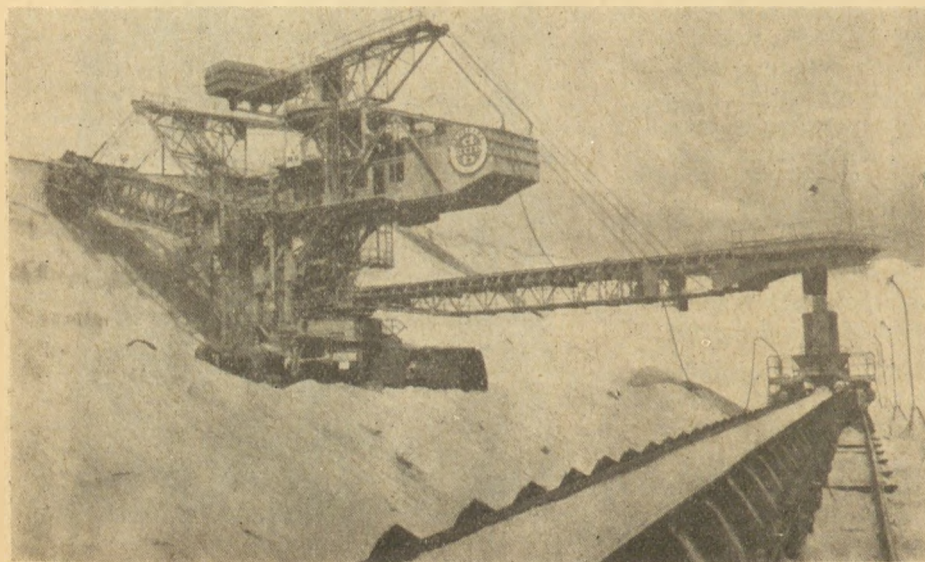
S. C. Brealey (Anglia): A talajvíz kérdése a külszíni fejtésekben.

N. V. Melnikow (Szovjetunió): Lépkedő vonóvedres kotrók alkalmazása nagyteljesítményű szén- és ércbányákban.

T. Atkinson (Anglia): Nagy külfejtések elektromos hálózatának tervezése.

W. Bell (Anglia): Külfejtéses szénbányák világitása.

Ez utolsó témakörben csupán a tanulmányok címeit közöljük, mivel ezek eléggé jellemzőek a



3. ábra

felvetett témákra. A tárgyalások befejezése után a résztvevők megtekintették a London közelében fekvő *Borough—Green* kőbányát és az *East London* kavicsbányát, majd Camborneban a *Holman Co* gépgyárát és kísérleti kőbányáját, amely kizárólag a gyár által készített kőzetfúró gépek kikísérletezésére, teljesítménymérésére, illetve bemutatására szolgál.

A symposiumon közölt adatok szerint a nem-fémes ásványoknak a Szovjetunióban közel 100%-a, az Egyesült Államokban 90%-a külfejtésben kerül kitermelésre. A külfejtés előnyeit a tárgyalások összefoglalása a következőkben rögzítette:

- a bányaműveletek egyszerűek és lényegesen biztonságosabbak, mint a mélybányászatban;
- nagyméretű gépek és berendezések alkalmazhatók;
- nagyobb termelési teljesítmény és alacsonyabb önköltség érhető el;
- kisebbség az üzem létesítési és fenntartási költségei.

A symposium eredményeinek hasznosítása kő-kavicsiparunkban a kiküldött által összeállított és az irányító szervhez benyújtott javaslatok keretében máris megindult. Teljes mértékben azonban csak akkor érvényesülhet, ha az ipar dolgozói a szakajtó útján részletesen megismerkednek a tárgyalásokon elhangzott, szakmába vágó anyaggal.

E. I.

ЛОНДОНСКИЙ СИМПОЗИУМ ПО ВОПРОСАМ
ВНЕШНЕЙ СКРЫШИ КАРЬЕРОВ.

Symposium zu London betreffs der Fragen des
Tagebaus.

Symposium on Opencast Mining, and Quarrying,
London, 1964.

VIII. Szilikátipari Konferencia

A Szilikátipari Tudományos Egyesület — a Veszprémi Vegyipari Egyetem közreműködésével 1965. június 9—13 közt rendezi meg a VIII. Szilikátipari Konferenciát. A Konferencia előkészítő munkái arra utalnak, hogy a magyar és külföldi szilikátipari szakembereknek ez a találkozója méltóképpen illeszkedik az előző találkozók színvonalához, látogatottságához, szakmai és társadalmi sikeréhez.

Lapzártáig 22 ország 243 szilikátipari szakembere jelentkezett a konferenciára; ehhez járul a mintegy 140 magyar jelentkező; a magyar jelentkezések határideje még nem zárult le, a rendezőbizottság további résztvevőket vár. A VIII. Szilikátipari Konferencia igazolt résztvevői megkapják a Konferencia vezető-előadásainak teljes nyomtatott szövegét az eredeti nyelven, magyar, orosz, német és angol összefoglalóval; a tolmácsolás igénybevételére jogosító utalványt; nevük a Konferencia résztvevőinek névsorában megjelenik, a Rendezőbizottság számukra névvel ellátott kitérőt jeltűzést biztosít, végül mérsékeltárú meghívót igényelhetnek a Gellért szállóban rendezendő fogadásra.

Az Akadémiai Kiadó — az 1961. és 1963. évi Szilikátipari Konferenciákhoz hasonlóan — e konferencia teljes anyagát is kiadja angol nyelven. Az eddig megjelent kötetek nagy nemzetközi sikert arattak és a világszerte megnyilvánult érdeklődés azt mutatja, hogy a külföldi szakemberek a világ legtávolabbi részein is méltó képet nyertek a Szilikátipari Tudományos Egyesület munkásságáról. Erre utal a külföldi jelentkezők minden eddiginél nagyobb száma és a több mint 60 előre bejelentett, magas színvonalú hozzászólás.

A nagyszámú résztvevő és a sok hozzászólás a Konferencia alapszabályainak aprólékosan pontos betartását parancsoló szükségességgé írja elő. Ennek megfelelően a Rendezőbizottság előre bejelentett hozzászólás esetén maximálisan 20, előre be nem jelentett, vita-jellegű hozzászólás esetén maximálisan 5 perc beszéd-időt engedélyez és az engedélyezett idő letelével kénytelen lesz a szót megvonni. A hozzászólás teljes szövege írásban megjelentethető: magyar nyelven folyóiratunk, angol nyelven az Akadémiai Kiadó kötete rendelkezésre áll. A Rendezőbizottság ez úton is felhívja a hozzászólók figyelmét arra, hogy csak a vezető-előadás által körvonalazott témakörrel kapcsolatos hozzászólások fogadhatók el.

A VIII. Szilikátipari Konferencia előadásai június 9-től 12-ig tartanak, a tanulmányi kirándulást június 13-án rendezzük. Az előadások nagy számára való tekintettel a Rendezőbizottság két párhuzamosan futó szekciót szervezett, ügyelve arra, hogy azonos témájú előadások ne ugyanabban az időben kerüljenek megrendezésre. Ezen túlmenően figyelembe vette Egyesületünk azon tagjainak érdekét, akiket csak egy-egy iparági témacsoporthoz érdekelnek, ezért a lehetőség határain belül törekedett arra, hogy egy-egy szilikátiparágához csatlakozó előadások és hozzászólások ugyanazon a napon, egymás után megvitathatók legyenek. Valamennyi előadást és hozzászólást az eredeti nyelven felül további három nyelven szimultán tolmácsoljuk, úgyhogy csak magyarul beszélő tagtársaink is teljes tájékoztatást nyerhetnek.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a Konferencia teljes programját:

Június 9., szerda

Délelőtt 10 órakor

Megnyitó plenáris ülés

TRAUTMANN REZSŐ építésügyi miniszter üdvözlí a Konferencia résztvevőit.

KORACH MÓR akadémikus, a Szilikátipari Tudományos Egyesület elnöke megnyitó előadást tart „A szilikátipari kutatás, oktatás és termelés kapcsolatai Magyarországon” címmel.

A külföldi delegációk vezetői üdvözlí a Konferenciát.

Délután 15 óra 30 perckor kezdődnek a szekció-előadások

A szekció

SCHWIETE, H. E. (NSZK) előadása: „Szilikátsziszterek szilárd fázisú reakciói” (német nyelven). Elnök: Soltész Gáspár.

B szekció

KRAHL, K. (NDK) előadása: „Polikristályos félvezetők gyártásának helyzete és fejlődési lehetőségei” (német nyelven) Elnök: Kocsis Albert

A szekció

B szekció

Június 10., csütörtök

8 óra 30 perc

CHIKÁN J. (Magyarország) előadása: „Homogenizálás és belső anyagmozgatás a cementiparban” (magyar nyelven) Elnök: Bereczky Endre

RICHTER, C. (NDK) előadása: „Előkészítéstechnológiai eljárások hatása finomkerámiai masszák minőségére” (német nyelven) Elnök: Moldvai Rezsőné

11 óra

BRUNAUER S. (USA) előadása: „A megszilárdult portlandcement-pép és beton szerkezete” (angol nyelven) Elnök: Tamás Ferenc

GROFCSIK J. (Magyarország) előadása: „Elektroporcelán minőségének javítása” (magyar nyelven) Elnök: Farkas Ödön

15 óra 30 perc

ZEÖLD I. (Magyarország) előadása: „Korszerű téglagyártási technológiák” (magyar nyelven) Elnök: Lohner Ernő

BUBIK I. (Magyarország) előadása: Az elektronika kerámiai anyagai” (magyar nyelven) Elnök: Grofcsik Elemér

Június 11., péntek

8 óra 30 perc

SZTANDERA, W. (Lengyelország) előadása: „Üveggyárak tervezése” (német nyelven) Elnök: Száder Rudolf

SERÉDI B. (Magyarország) előadása: „A kő- és kavicsbányászat gépesítésének és technológiájának fejlesztése (magyar nyelven) Elnök: Vajda László

11 óra

ROBERTS J. P. (Anglia) előadása: „Kerámiai anyagok, üveg és cement mikroszkópi vizsgálata” (angol nyelven) Elnök: Náray-Szabó István

MIERSCH, H. (NDK) előadása: „Vibrátorok alkalmazása a homok- és kavicsipar osztályozási és viztelenítési technológiájában” (német nyelven) Elnök: Erdély Imre

15 óra 30 perc

STANEK, J. (ČSSR) előadása: „Elektromos üveg-olvasztás (német nyelven) Elnök: Knapp Oszkár

LEHMANN, H. (NSZK) előadása: „Tűzálló nyersanyagok és késztermékek korszerű vizsgálata” (német nyelven) Elnök: Sóvegjáró János

Június 12., szombat

8 óra 30 perc

Szabad idő esetleg elmaradt vita-hozzászólások elmondására

MOLNÁR P. (Magyarország) előadása: „Korszerű tűzállóanyagok — korszerű kemencék” (magyar nyelven) Elnök: Terényi Gyula

11 óra

Plenáris záró-ülés

BEKE BÉLA, a VIII. Szilikátipari Konferencia Rendeztékelése — további fejlesztési lehetőségek — határozati zöbízottságának elnöke: „A Konferencia munkájának javaslat”

TALABÉR JÓZSEF, a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtítkára: „Zárszó”

Június 12-én délután a Konferencia külföldi résztvevői számára a Rendezőbizottság városnézést szervez.

Június 13-án, vasárnap tanulmányi kirándulás. A kirándulás során Veszprémben Dr. László Antal egyetemi tanár, a Veszprémi Vegyipari Egyetem rektora fogadja a résztvevőket, majd Dr. Déri Márta egyetemi tanár, az egyetem Szilikátkémiai Tanszékének vezetője ismerteti és bemutatja a Tanszék munkáját. Az egyetemlátogatás után a kirándulás résztvevői folytatják útjukat: a Balaton partján közös ebéd, majd szabad program. A tanulmányi kirándulásra a Konferencia-irodában lehet jelentkezni.

A Konferencia-iroda az előadások idején kívül június 8-án (kedden) délután 2—6 óra közt ügyeletet tart. Az ügyelet ideje alatt kapják meg a résztvevők a Konferencia-anyagot, tolmácskészüléket, stb. Az ügyeleti szolgálatnál lehet kirándulásra jelentkezni. A részvételi díj befizetésére és fogadási meghívó igénylésére a Konferencia-irodában már csak egészen kor-

látolt mértékben van lehetőség; az érdeklődő kartársaktól a díjak csekkra történő, előzetes befizetését kérjük.

A Konferencia-iroda a Technika Háza Kupolatermében (Budapest, V., Szabadság tér 17) nyert elhelyezést. A Konferencia tartama alatt ugyanott alkalmi postahivatal (alkalmi postabélyegzővel), IBUSZ- és MALÉV kirendeltség áll a résztvevők rendelkezésére. Ugyancsak a Kupolateremben tekinthető meg a Finomkerámiai Országos Vállalat Kőbányai Porcelángyára és a Szilikátipari Tudományos Egyesület által közösen rendezett kiállítás, ahol hazai gyártású híradástechnikai, műszeripari és egyéb elektronikus kerámiai anyagok csaknem teljes gyártmányválasztéka látható.

A VIII. Szilikátipari Konferencia Rendezőbizottsága mindenkit szívesen lát a hazai és külföldi szakemberek nagyszabásúnak ígérkező nemzetközi találkozásán!

(Folytatás a 192. oldalról)

Budnikov, P. P. és tsai: Cementégető forgókemencék zsugorítózonájának hőszigetelése (p. 508—513, á: 2, t: 1, b: 28)

A belső hőszigetelése csökkenti a kemence hőveszteségeit. Sok esetben a hőszigetelés alkalmazása elősegíti az Ansatz-kéreg keletkezését. Hőszigetelőréteg alkalmazását főképpen a szerkezeti biztonság követeli meg, ezért főképpen a két téglaréteg alkalmazása vagy nagy-méretű hőszigetelő blokkok beépítése javasolható.

Mandal, G. és tsai: SiO_2 , TiO_2 és Al_2O_3 szennyeződések hatása a CeO_2 -vel stabilizált cirkóniumdioxid-termékek tulajdonságaira (p. 513—520, á: 6, t: 4, b: 11)

Kovasszennyeződés megengedhetetlen a CeO_2 -vel stabilizált ZrO_2 -termékekben. Az Al_2O_3 megengedhető kb. 3%-ig, bár a Ta-érték lecsökken. A TiO_2 -szennyeződés elősegíti a zsugorodást (3% esetén) és nem hat károsan. Al_2O_3 és TiO_2 jelenlétében nem képződnek hármas vegyületek.

Bogomolov, B. N. — Szergeeva, V. M.: Égetetlen tűzállóanyagok polimer kötással (p. 520—523, á: 1, t: 2, b: 8)

Foszfátkötésű tűzállóanyagok előállítása és tulajdonságainak vizsgálata. A kötés-ként alkalmazott alumíniumfoszfát előre legyártása, tömény foszforsavból és timföld-hidráttól. A kapott termékek nagyobb ellenállással rendelkeznek cementklinkerekkel szemben, mint az azonos Al_2O_3 -tartalmú égetett samott-tégla.

OGNYEUPORŰ

1965. 1. sz.

Monasztürev, A. V. és tsai: Az anyagok fluidizációs égetése (p. 9—13, á: 4, t: 4, b: 5)

Egyes szovjet kaolinos és félsavanyú agyagokat 1100—1400 °C-on égettek lebegtető (ciklonrendszerű) kemencében. Az agyagásvány dehidratációja és mulitizálódása rövid idő alatt megy végbe. A kvarcátalakulás csak részben történik meg.

Uteus, Z. V. — Uteus, E. V.: Hang alkalmazása dobalmok automatizálásánál (p. 17—22, á: 5, b: 6)

Ismeretes a dobalmok (csőalmok) automatizálásának módszere hanghatalm alapján. A cikk részletesen foglalkozik az alkalmazott hangantennák tervezési és méretezési módjaival.

Orlova, I. G. és tsai: Adalékanyagok hatása a korundnyerség alak deformációjára az égetés során (p. 28—37, á: 13, t: 4, b: 16)

MgO , TiO_2 , ZrO_2 , SiO_2 adalékok egyaránt növelik a korundnyerség idomok deformációs hajlamát az égetés során. Az egyes adalék-

anyagok mennyiségének, valamint arányának hatása.

Mamükin, P. Sz. és tsai: Új módszer a tűzállóanyagok salakállóságának meghatározására (p. 37—43, á: 6, t: 1, b: 4)

Módszer és készülék a salakkal szembeni ellenállás mérésére. A salakot téglában olvasztják meg kemencében. A tűzálló minták felülről, bütykös tengely segítségével, programszerűen merülnek a salakba.

Beljaev, G. I. és tsai: Forszterit-tűzállóanyagok szilárdsága nagy hőmérsékleten (p. 43—45, á: 4, t: 3, b: 4)

Vizsgálatokkal bizonyítható, hogy 100—200 °C-os tartományban a forszterit tűzállóanyagok 20—40%-os szilárdságcsökkenést szenvednek, ezzel szemben 1000 °C-on a szilárdság 20—40%-kal nagyobb, mint a szobahőmérsékleten.

SKLÁR A KERAMIK

1964. 12. sz.

Solar, Z.: Üvegolvastó-kemencék boltozatának szigetelése (p. 349—351, á: 5, t: 1, b: 12)

A boltozat statikai igénybevétele, valamint a szigetelt és nem szigetelt boltozat biztonságának összehasonlítása. A szigetelőanyag megválasztásának fontossága. A szigetelés amortizációs számítása alapján megállapítható az üvegolvastó-kemencék boltozatszigetelésének hatékonysága.

SKLÁR A KERAMIK

1965. 1. sz.

Bradna, J.: Vákuumzárolt forszterit és technológiája (p. 10—11, á: 1, t: 1)

A forszteritkerámia technológiája, tulajdonságai és felhasználása Csehszlovákiában. A forszteritkerámiát kis dielektromos veszteségek jellemzik, továbbá viszonylag nagy lineáris tágulási együttható és vákuumzárolás. Ezek miatt kiválóan alkalmas anyag vákuumzárolt szigetelő alkatrészek előállítására a nagyfeszültségű technika számára, de felhasználható elektroncsövek egyes típusainak előállításához is.

SKLÁR A KERAMIK

1965. 2. sz.

Kocik, J.: Színező ionok kölcsönhatásának értékelése az üvegben (p. 37—41, á: 8, t: 2, b: 10)

Színező ionok kölcsönhatásának kvantitatív vizsgálati módszerei, a színezőkombinációkkal végzett üvegfestés kutatásai. A berendezés, az alapüvegek megválasztása, a színezékek adagolása.

STAVIVO

1965. 1. sz.

Gregor, M. — Hives, L.: Portlandcement előállítása aknakemencében káliumsók képzése céljából

2% K_2O -tartalomra dúsított nyersanyagból (p. 6—11, á: 12, t: 10, b: 14)

Kísérletek során 600 t 350-es portlandcementet égettek aknakemencében, 1,9%-ra dúsított K_2O -tartalmú nyersanyagból. A dúsításhoz K-trachitot (8,4% K_2O -tartalommal) és mészkövet használtak 1:4 arányban. Bizonyosodott, hogy az így kapott klinker nem felel meg a mechanikai tulajdonságok és térfogatállandóság tekintetében. Bár a szállópor K_2O -tartalma 50%-ra emelkedett, a nyersanyag teljes K_2O -tartalmának $\frac{2}{3}$ része maradt a klinkerben.

STAVIVO

1965. 2. sz.

Juricek, M.: Épületelemek közúti szállítása és ennek szerepe a végtermék hatékonyságában (p. 41—46, á: 12, t: 1)

Tekintettel arra, hogy az előregyártott elemek szállítása hosszabb távolságokra negatív hatással van a gazdasági hatékonyságra, lényeges az előállítás, a szállítás és a szerelés költségei részarányának pontos meghatározása. Ez előfeltétele a termelés szakosításának és központosításának.

SZKLO I CERAMIKA

1965. 1. sz.

Vinogradov, L. Kuros, T. — Adamiec, M.: Cirkóniumtartalmú opalizálószerek kerámiai mázak számára (p. 20—27, á: 12, t: 7, b: 12)

Vizsgálatok opalizálószerek előállítási lehetőségeire cirkóniumszilikát különféle oxidokkal végzett frittelem útján. Megállapították, hogy cirkóniumhomok és fémalkáli-, valamint földalkáli-oxidok együttes égetése után 1200—1250 °C körül olyan termék keletkezik, amely sokkal könnyebben őrlhető, mint a cirkóniumhomok. A termék gyakran jó opalizálószernak bizonyul. Cirkóniumszilikát frittelem után K_2O -val az opalizáló tulajdonságok jobbak mint a tisztán ZrSiO_4 ilyen tulajdonsága. Az ilyen fritt őrlése háromszor olyan gyors mint a cirkóniumhomoké.

SZKLO I CERAMIKA

1965. 2. sz.

Stoch, D.: Tűzállóanyagok az üvegipar számára (p. 45—51, á: 4, t: 1, b: 31)

A legfontosabb tűzállóanyagok, amelyek az üvegiparban használatosak. Megállapították ezek szerkezetét és fázisösszetételét és ennek alapján értelmezték a különféle anyagok fajlagos tulajdonságait. Az új tűzállóanyagok kilátásai.

SZTROITELNI MATERIALI

1964. 5. sz.

Bull, M. — Timasev, V. V.: Kalciumoxid és különböző agyagásványok közötti kölcsönhatás kis hőmérsékleten (p. 4—9, t: 5, b: 13)

Különböző agyagásványok CaO , Ca(OH)_2 , és CaCO_3 -al alkotott keverékeinek $400\text{--}1500\text{ }^\circ\text{C}$ -ig, valamint portlandcement-klinkerrel alkotott keverékeinek reakcióképessége $1200\text{--}1500\text{ }^\circ\text{C}$ -ig való égetésnél. Megállapították, hogy a legnagyobb reakcióképességgel a montmorillonit és a halloizit rendelkezik.

Tosov, V. V. — Velkov, I. : 1 g/cm³ térfogatsúlyú hőszigetelő tűzálló termékek (p. 19—22, t: 5, b: 6)
Kísérletek 1 g/cm³ térfogatsúlyú hőszigetelő samott-ermékek előállítására. Az előállítás technológiájának leírása.

SZTROITELNŰE MATERIALŰ 1964. 9. sz.

Szolomatov, V. I. : A hőmérséklet hatása a műanyagtartalmú betonok tulajdonságaira (p. 8, á: 1, t: 1, b: 1)

$45\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$ -on (ami előfordulhat napsütésnek kitett szerkezeti elemeknél) a műanyagtartalmú, ún. plasztbetonok tulajdonságai erősen leromlanak. Tartós melegedésnél nagymérvű kúszás léphet fel.

Ljapin, M. A. — Oljunin, V. V. : Homok-kavics keverékek dúsítása kúpos szitákön (p. 9—11, á: 3, t: 2, b: 3)

A hidroszeparátor formájú kúpos sziták igen hatásosak a homokos kavics elődúsítására. $2,2\text{ m}$ átmérőjű, $1,3\text{ m}$ magas szita teljesítménye $4,6\text{ mm}$ -es elválasztási mérethatár mellett (a nyers keverék $10\text{--}25\%$ 5 mm feletti kavicsot és $30\text{--}60\%$ 1 mm alatti homokot tartalmazott) $90\text{--}535\text{ to/óra}$ volt. Optimális teljesítmény $200\text{--}300\text{ to/óra}$ volt, amikor is a durva frakció csupán $22\text{--}25\%$ 5 mm alatti szemcsét tartalmazott. A finom frakció gyakorlatilag kavicsmentes volt. A kónikus kúpos sziták alkalmazása tehermentesíti a vibrációs szitákat.

Szabalyauszkasz, I. I. — Sztankavicsusz, V. I. : Sejtbetonok termofizikai tulajdonságainak meghatározása és értékelése (p. 11—12, á: 4)

A jelenleg alkalmazott hővezetőképesség- és hőkapacitás-mérési módszerek nagy hibát eredményezhetnek sejtbetonok esetén. Így pl. a levegő relatív nedvességtartalmának 0% -ról 98% -ra való növelese esetén 900 kg/m^3 térfogatsúlyú sejtbetonok hővezetőképessége 60% -kal emelkedik. Módszer a termikus paraméterek pontosabb mérésére.

Bratsenko, J. M. és tsai : Habosított salak alapú, növelt pórustartalmú betonból készült falpanelek (p. 13, á: 1)

1500 kg/m^3 térfogatsúlyú és 70 kg/cm^2 szilárdságú falpanelek gyártástechnológiája. A habképzés oldathoz történik sűrített levegő segítségével, adagoló gumicsőben.

Krülöv, B. A. — Kopulov, V. D. : Arbolit hőkezelése (p. 15—17, á: 5)

Az arbolit építőanyag fareszelékből, nádforgácsból, kenderpelyvből vagy hasonló szerves anyagból áll, cementkötéssel. A cikk részletesen foglalkozik az ilyen anyagok szükséges hőkezelésével és mint a legcélravezetőbb módszert említi a váltóáramos kezelést.

Sladin, I. B. és tsai : Tudományos kutatómunkák eredményeinek széleskörű bevezetése — a vállalatok nagy tartaléka (p. 18—20, á: 3, t: 3)

Különböző kőbányászati berendezések, fűrási és robbantási módszerek, robbanóanyagok összefoglaló ismertetése a gazdaságosság figyelembevételével.

Sztrigunov, F. J. : Pakura gázosítása ciklonos kamrában (p. 21, t: 1)
Aknás kemencékben történő égetésnél célszerű a pakurát előzőleg elgázosítani. A különböző hidraulikus paraméterek esetén keletkező gáz tulajdonságai. Jelentős a kormképződés. A gázosítókamra elkokszosodását nem észlelték.

Budnikov, P. P. — Gorskov, V. Sz. : Kohósalakok hidraulikus aktivitásának növelése irányított kristályosítás által (p. 22—23, á: 2, b: 4)
Irányított kristályosítással (pl. $1500\text{--}1550\text{ }^\circ\text{C}$ -os salak gyors lehűtése $900\text{--}1200\text{ }^\circ\text{C}$ -ra, majd hőkitartás biztosítása) el lehet érni, hogy a salak túlsúlyban tartalmazzon kristályos fázist, amely a legkedvezőbb hidraulikus tulajdonságokkal rendelkezik.

Bolkvadze, L. Sz. — Dididze, V. K. : Vulkanikus salak-alapu könnyű, szilikátos autokláv-betonok (p. 28—29, t: 3)
Vulkanikus salakok (tufák) alapján lehetséges a $450\text{--}550\text{ kg/cm}^2$ szilárdságú, 1600 kg/m^3 térfogatsúlyú termékek előállítása autoklávózás után. Kötőanyagként mész és finomraőrölt tufa szolgál.

CEMENT

1964. 6. sz.

Toropov, N. A. : Cementklinker-képződési fiziko-kémiai folyamatok kinetikája (p. 3—5, b: 13)

A cementklinkerben végbemenő folyamatok kinetikája. A C_2S és C_3S ásványok rendkívül gyors kikristályosodása. Ezek az ásványok nem fékezik a klinkerképződést. Képlet a nyersanyag-alkotók feladási sebességére. Az egyes alkotók feltárási folyamatainak részletes vizsgálata.

Budnikov, P. O. : A cement építészeti tulajdonságainak javítása (p. 5—7, b: 6)

Szerző szerint a cementhidratálás első stádiumaiban kolloidoldat keletkezik, amelyre a kolloidoldatok általános törvényei érvényesek. A kolloidoldatok koagulációját szabályozni lehet minimális mennyiségű koaguláló ion (pl. litium-

klorid) adagolásával, amely egyben $20\text{--}65\%$ -kal növeli a cement szilárdságát. A szükséges adalékok mennyisége csupán kb. 400 mg/áqu/liter .

Iljina, N. V. : Forgókemencék beléstartóssága (p. 9—11, á: 2, t: 4.)

A cikkben közölt összefoglaló adatokból kitűnik, hogy az egyes szovjet cementgyárak által elért beléstartósságok igen nagy ingadozást és eltérést mutatnak. Szerző javaslatai szerint fokozni kell a magnezitkróm, a periklász-spinell és a vegyikötésű magnezitkróm (fémkazettában és habarccsal) alkalmazását. Hangsúlyozza a helyes habarccminőség fontosságát.

Batalin, B. Sz. : Salaktartalom meghatározása cementben (p. 20, t: 1.)

A jelenleg alkalmazott komplexonos salakmeghatározási módszer kb. 3% -ra pontos. A szerző által javasolt mikroszkópos meghatározásnak, amely csak $40\text{--}45$ percet vesz igénybe, csupán $0,5\%$ a hibahatára. A módszer a klinkerásványok és a salak eltérő törésmutatóján alapszik.

CEMENT-WAPNO-GIPS

1964. 10. sz.

Parissi, F. — Barone, P. : Szilárd cementhabarcsok kilúgozódásának vizsgálata (p. 256—265, á: 12, t: 1.)

Desztillált vizes perkolációval vizsgálták a következő cementtípusokat: portlandcement és fehér portlandcement különféle salak/klinker-aránnyal, puzzoláncement, bauxitcement. Mindegyik típust $7, 28, 90$ illetőleg 180 napi szilárdulás után vizsgálták. A kapott eredmények megerősítették a régebbi eredményeket és behatárolták a vizsgálati módszerek helyességét.

CEMENT-WAPNO-GIPS

1964. 11. sz.

Parissi, F. — Barone, P. : Kohósalak-cementek puzzolántulajdonságai (p. 290—293, t: 1, b: 9.)

Vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a kohósalakcementek puzzolántulajdonságait kémiai összetételük és szemcsefelépítésük befolyásolja. A klinker-salak arány elsősorban a salak és nem a klinker tulajdonságaitól függ. Laboratóriumi módszer a cementek puzzolántulajdonságainak meghatározására.

CEMENT-WAPNO-GIPS

1964. 12. sz.

Bialek, B. : A szállópernye gazdaságos felhasználása a cementgyártásban (0.: 332—335, á: 3, b: 11.)

A „Warszawa” cementművek példáján folytatott elemzés kimutatja a szállópernyével elérhető gazdasági előnyöket.

OGNYEPORŰ

1964. 10. sz.

Karaulova, A. G., Uszatikov, I. F.: Cirkóniumdioxid-termékek előállítása öntés útján (p.: 436—440, á: 3, t: 2, b: 11.)

A hőingadozásokkal szemben ellenálló cirkóniumdioxid-termékek előállításának vizsgálata. A különféle képpen előkészített cirkóniumdioxid hatása az öntőiszapok reológiai tulajdonságaira.

Kosztomarov, M. I.: Automata adagoló mineralizátorok adagolásához (p.: 440—442, á: 1.)

Kismennyiségű, könnyen ülepedő, esetleg beragadó adalékanyagok adagolására alkalmas berendezés ismertetése.

Panarin, A. P.: Magnezitszinterek zsugorítottságának hatása a periklászspinell téglá fizikai-kémiai tulajdonságaira (p.: 447—450, t: 3.)

Bárhó alkalmaszható módszer a magnezitszinterek zsugorítottságának megállíthatására (litersúly mérése alapján). A vizsgálathoz 1—3 mm frakció alkalmas. A rosszul égetett magnezit 1,36, a közepesen égetett 1,57, a jólégetett 1,71 kg/liter térfogatsúlyú. A magnezit zsugorítottsági fokának hatása a periklászszintek tulajdonságaira.

Kraszotkina, N. I.: Kerámiai rekuperátorok alkalmazása mélykemencékben (p.: 451—455, á: 7, t: 3.)

Vizsgálatok bizonyítják, hogy 1300 °C alatti hőmérsékleten célszerű a szilíciumkarbid-samott rekuperátorcsövek alkalmazása, 1300—1400 °C körül célszerű a tiszta szilíciumkarbid (esetleg nitridkötéssel), 1500 °C felett a kaolinos samottcsövek alkalmazása.

Kajnarszkij, I. Sz.: Korund zsugorodásakor fellépő anizotrópia (p.: 455—460, á: 7, t: 3, b: 12)

Különféle képpen előégetett és örlött timföld iszapok esetében fellépő szemcseelrendezés és az ebből ki-folyó anizotrópia tanulmányozása. Az anizotrópia megszüntetésére lépcsőzetes égetés javasolható.

Dudarov, G. N.: Alumíniumfoszfát kötőanyagok alkalmazása égetetlen tűzállóanyagok előállításához (p.: 460—465, á: 4, t: 5, b: 11.)

Kísérletek bizonyítják, hogy az előre elkészített savanyú alumíniumfoszfát jobb szilárdságot biztosít mint a tiszta foszforsav. Korund töltőanyag esetén 1810 kg/cm² nyomószilárdságot, 520 kg/cm² hajlítószilárdságot, 18% porozitást, 1790 °C Ta-értéket sikerült elérni. Kitűnő eredményeket értek el cirkontöltőanyag esetén is.

Vaszjutinszkij, N. A.: A pologi kaolin fázisátalakulása hevítés során (p.: 466—471, á: 3, t: 1, b: 10)

Vizsgálatsorozat, amelynek alapján új elmélet javasolható, a kaolinit bomlásának magyarázatára. E szerint 500—800 °C-on metakaolinit képződik, 850—900 °C-on a metakaolinit mullitra és szabad oxidokra bomlik szét (a szabad

oxidok kb. 60%-át képezik az ósszoxid-tartalomnak). 1000—1100 °C-on az alumíniumoxid mullit formájában teljesen leköttődik.

Mosztovoj, J. P.: Tűzállóbeton alkalmazása salakolvasztó kádkemencéjében (p.: 471—475, á: 4, t: 2, b: 2.)

A Rusztav-i (Grúzia) salakgyapottgyárban a termelés kádkemencék segítségével történik. Az alkalmazott belésanyagok. A portland-cement kötési tűzálló betonok alkalmazása kedvezőbb, mint az égetett tégláké.

Vaniceva, L. L.—Smilt-Fogelevis, Sz. P.: Oldhatatlan rész gyors meghatározása a timföld-agyag rendszerben (p.: 475—476, t: 1, b: 4.)

Gyors módszer (15 perc) a zsugorított agyakok mullit, ill. mullit- és korund-tartalmának meghatározása. A feltáró oldat 20% HF-t és 15% HCl-t tartalmaz.

SILIKATTECHNIK

1964. 11. sz.

Schroller, R.—Stieede, H.: Kerámiai öntőmasszáknak nedvességének és sűrűségének mérése radioaktív sugárzással (p.: 351—354, á: 5, t: 1, b: 8.)

Mérési eredmények, amelyek bizonyítják, hogy a masszáknak nedvességtartalma és sűrűsége között egyértelmű összefüggés áll fenn és így mindkét érték azonos fontos-ságú adat valamelyik massza meg-munkálhatóságának jellemzésére. Radioaktív sugárzás felhasználása ezeknek az adatoknak a megállapítására előnyös ipari megoldás is.

SILIKATTECHNIK

1964. 12. sz.

Naumann, K.—Tarras, H.: Az NDK cementiparának kilátásai (p.: 375—380, á: 2, t: 1.)

A Dunai és más cementgyárak létesítésével az NDK cementipara elérte a világsvonalat. Ez a követ-kezőket jelenti: napi 1200—2000 tonna teljesítőképességű kemencék a nyersanyagszáritással együtt 1 kg klinkerre 750 kcal-nál kevesebb hőráfordítással, legalább 3000 tonna egy termelőre jutó termelés, tonnánként 35 márka önköltség. Ugyanakkor a minőség is jelentősen javul.

SILIKATTECHNIK

1965. 1. sz.

Wessel, H.—Schier, K.: A nátrium-poliborát, mint a bórszilikátüvegek fontos nyersanyaga (p.: 4—9, á: 14, t: 1, b: 19.)

A bórszilikátüvegek korszerű gyártástechnológiája vízszegény nyersanyagokat kíván, lehetőleg szoros olvadásponttalárokkal. Ezt a követelményt bizonyos nátriumpoliborátok messzemenően kielégítik. Vízszegény nátriumpoliborátok könnyen állíthatók elő bórax-bór-sav keverékek hevítésével kb.

200 °C-on. Ipari méretű kísérletek a jénai üvegyárban azt mutatták, hogy a nátriumpoliborát a gyakorlati olvasztásban jól bevált és az üveg különféle tulajdonságait előnyösen befolyásolja. A poliborátok képződését bóraxból és bórsavból termogravimetrián, differenciál-termoanalitikusan és röntgenográfián állapították meg.

SKLÁR A KERAMIK

1964. 11. sz.

Kotsmid, F.—Dietrich, W.: Az üveg táglálásának meghatározása módosított Padmos-módszerrel (p.: 303—308, á: 9, t: 5, b: 15.)

Mérések eredményeinek ismertetése a módosított Padmos-módszer használhatóságának igazolására a dilatometrikus módszerrel és a kettősfonal módszerrel összehasonlítva. A módszer előnyösen használható az üveg fizikai elemzése során is.

STAVIVO

1964. 12. sz.

Masín, M.: Cementégető, rövid forgókemencék automatizálása (p.: 468—471, á: 1, t: 1.)

A lochkovi cementgyár hőcserélő, rövid forgókemencéinek konkrét automatizálási feltételei. A módszer. A kemencék anyagforgalmának mérése és ennek eredményei; a kalcináló zóna egyenletlenségeinek megállapítása a kemence anyag-mérlege alapján.

SZKLO I CERAMICA

1964. 11. sz.

Winogradov, L.—Widal, J.: Nagy-teljesítményű kerámia-kondenzátorok előállításának újabb irány-elvei (p.: 301—307, á: 15, t: 1, b: 35.)

A kondenzátorgyártás legújabb módszereinek ismertetése, amelyek főleg redox folyamatokon alapulnak, félvezető réteggel rendelkező dielektromos testek elérése céljából. A TiO₂ és BaTiO₃ alapú kerámiai masszáknak redukciójának lehetőségei és a kémiai reakciók váz-lata.

SZKLO I CERAMICA

1964. 12. sz.

Hilgertner, A.—Bujalska, I.: Rézzel összehegeszthető üveg (p.: 316—318, t: 1.)

Kísérletek rézzel jó összehegeszthető üveg előállítására. A foszfát-üvegek nem bizonyultak megfelelőnek, míg a titánbárium-szilícium üvegek hőtágulása, hőállósága megfelel a célnak és Tk₁₀₀ együtthatója is kedvező.

SZTYEKLO I KERAMIKA

1964. 9. sz.

Zaharikov, N. A.: Új, szabályozható gázgő az üveglvasztó kádkemencék részére (p.: 5—6, á: 2, b: 2.)

Földgáz elégetéséhez alkalmas gázgő ismertetése, melynek segítségé-

vel a láng-hosszúság 4,5–8 méter közötti intervallumban szabályozható, valamint az üveg által felvett hőmennyiség befolyásolható.

Vladimirov, L. P.: Kis alkáliatartalmú üvegből készült üvegesüvek és korróziós ellenállásuk (p: 7–9, á: 5.)
Néhány üveg, elsősorban 13-b márkájú alkáliaszegély üveg és salakosztatall-109 g típusú olvasztott salaktermékek korróziós viselkedésének vizsgálata kén-savas ammónium-szulfát-, kénhidrogén-, tioszulfát-, rodanid-, ferrocianid-, formiát-, ammóniumhidroxid-oldatokban, amelyek a koksizolmüvekben keletkeznek. Legkedvezőbb tulajdonságokkal a 13-b üveg és a slakosztatall rendelkezett. Az üvegbetétes műanyagok teljesen alkalmatlannak bizonyultak.

Vorobjeva, O. V.—Besszonova, E. Sz.: Nap- és hőszugárvédő üvegek vas-oxidhártyával (p: 9–13, á: 4, t: 1, b: 3.)
Különböző oldható vas-sók rápermetezése 450–800 °C-os üveg felületére oxidos hártya képződéséhez vezet. A képződött hárttyák fényelnyelő tulajdonságai és az alkalmazott technológia, amely segítségével az Ashland-i üveggyárban jelenleg is gyártanak bevont üveget.

Fejszahov, I. L.—Bühover, L. N.: Állandó húzóterhelés hatása az üvegszövetek hajlítási ellenállására (p: 14–16, á: 2, b: 2.)
Az üvegszövetek hajlító ellenállása függ a vizsgálatnál alkalmazott húzó terheléstől. A vizsgálatok körülményei és a számításokhoz alkalmas képletek.

Szuponickij, M. J.: Siküveggyárakban fennálló munkakörülmények javítása (p: 16–20, á: 3.)
Szerzők ismertetik a siküveggyárakban levő munkakörülményeket, rámutatnak a gázos, poros, zajos, forró üzemek és üzemszerek létezésére és javaslatot tesznek a különböző technológiai berendezések por-, zaj-, és hővédelmére. Többek között javasolják az örlő-berendezések hermetikus burkolását, szitadobok alkalmazását zárt köpenyben, állótányéros keverő kollerek alkalmazását Eirich-keverők helyett stb.

Berenstein, P. N.: Az égetés időtartamának hatása a hőfogyasztásra az alagútkenecékben (p: 22–26, á: 3, t: 3.)
Padlólap égetésére használt 25,5 m hosszú alagútkenecénél megvizsgálták a tolási idő hatását a hőveszteségek mértékére. Az égetési idő 16,7–75 óra között változott, az égetési hőmérséklet 1160 °C

volt. A fajlagos hőfogyasztás 0,286–0,7 kg egyezm. fűtőanyag kg áruhatások között változott. A kisebb hőfogyasztás rövidebb égetési időnek felel meg. Részletes elemzés a hőveszteségek egyes formáinak alakulásáról.

Loskarev, B. A.: ZnO-TiO₂ rendszerbe tartozó agyagok sajtózási körülményei brikettált masszák alkalmazása esetén. (p: 26–30, á: 5, t: 1, b: 2.)
Cinktitánát gyártásánál nehézséget okoz az elegy magas égetési zsugorodása és a késztermék nem stabil kerámiái tulajdonságai. Szerző javaslatára az anyag 70%-át brikettálni és előégetni kell, valamint 500–600 kg/cm²-es sajtózási nyomást kell alkalmazni, amely esetben az anyag zsugorodása minimális és a késztermék tulajdonságai maximálisan egyenletesek.

Hizanisvili, J. G.—Gaprindsvili, G. G.: Andezites máz a fazekas-áruhoz (p: 30–31, t: 1, b: 1.)
A korábban közölt kísérletek továbbfejlesztése (Sztjeklo, i Keramika 1963. 10. sz.) Az új, 900 °C-on elfolyósodó máz összetétele meggyezés esetén: 71% andezit, 25% bóráx, 4% vasoxid; fekete szín esetén: 69% andezit, 25% bóráx, 3% vasoxid, 3% mangánoxid. A jó takarékos tulajdonságokkal rendelkező máz alkalmazása lehetőséget nyújt a fúzesanyagból készült áru alkalmazására olyan helyeken is, ahol jelenleg porcelánmasszát, vagy kőedénymasszát alkalmaznak (pl. mázas falburkoló csempék esetén).

Szvirszkij, L. D.—Pigorov, J. A.: Gázláng-porlasztásos módszerrel alakított hőálló fémbevonatok tulajdonságainak tanulmányozása (p: 31–35, á: 2, t: 2, b: 10.)
Al₂O₃, ZrO₂, CeO₂, TiO₂ és más oxidok, valamint oxidkeverékekből kiképzett lángszórásos fémbevonatok tulajdonságainak tanulmányozása. A bevonatok adhéziója az alkalmazott fémekhez igen nagy, a bevonatok tömörsége kielégítő (teljesen porizámentes bevonatot nem sikerült előállítani). Kielégítő a hőingadozásokkal szembeni ellenállás is, azonban csupán 600 °C-ig.

Izotov, V. V.: Alagútkenecék üzemeltetési idejének növelése (p: 37–38, á: 4.)
Porcelánégető alagútkenecé üzemeltetési idejének növelése céljából végrehajtott változtatások ismertetése. A változtatások főképpen a téglák rakási módjában, a válltéglaik anyagának változta-

tásában, valamint abban nyilvánult meg, hogy a főboltozatokat tömör szilika helyett könnyű szilikából építik.

Boguszlavszkij, I. A.: Termolizikai módszerrel szilárdított üvegek természetének vizsgálata (p: 4–9, á: 5, t: 2, b: 20.)
Az edzett és maratott üvegek szilárdságának vizsgálata. Az edzés során az üveg anyagában stabilizálódnak a magas hőmérsékleten nagy mennyiségben jelenlevő heterogén területek, amelyek jóval nagyobb mozgékonyaságúak. Szerző szerint e folyamatok részletes tanulmányozása, majd céltudatos irányítása és szabályozása lehetőséget adhat a kevésbé rideg és nagyszilárdságú üvegek előállítására.

Totes, A. Sz.: Az üveg kezelési módszerének hatása az üveg szilárdságára és a felület minőségére (p: 10–14, á: 2, t: 3, b: 9.)
Megállapították, hogy az üveg edzése és utólagos maratása igen kedvezően hat az üveg felületi szilárdságára. Az üveg durva polírozása kedvezőtlenül befolyásolja a szilárdságukulást, ezzel szemben a lángpolírozás és a gondos mechanikai polírozás közel azonos értékeket biztosít.

Polljak, V. V.—Mihajlova-Bogdanszkaja, Z. A.: Az üvegmassza levegővel történt buborékolatásának hatása kémiai homogenitására (p: 14–17, t: 4, b: 8.)
Szerzők alkalmazták a M. Knight által javasolt homogenitást meghatározó módszert a buborékolatással előállított üveg minőségének meghatározására. Egyértelműen kiderült, hogy az üveg minősége ugrásszerűen javult, az üveg homogenitása (100-as skálán) a korábbi 20–38-ról 54–88-ra javult. Kisméretű, túlterhelt kád-kemencéből olyan egyenletes és jó minőségű üveget sikerült folyamatosan gyártani, amilyen minőséget csak ritkán lehet elérni nagyméretű kád-kemencéknél.

Sejnkop, I. M.: A fideresatorna optikális keresztmetszetének meghatározási módszere (p: 18–19, á: 2.)
Elméleti hidrodinamikai módszerekkel levezették a fideresatornában folyó üveg sebességének képletét, majd elektronikus számítógép segítségével kiértékeltek a kapott képletet reális fideresatornák esetén. A cikkben közölt grafikon és képletek segítségével lehetőség nyílik a konkrét célokra alkalmazott fideresatorna szélességének számítására.

É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenka Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1480 példányban
05.5, 22183 Réval Nyomda Budapest V., Vadász utca 10.

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: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62

Előfizetési díj: ¼ évre 18,—Ft; fél évre 36,—Ft; egyes szám ára: 0,—Ft. — Csekkszámlaszám egyéni: 61.252; közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

A közelmúltban megjelent kiadványok

Egri—Reischl—Zólyomi
ISKOLAÉPÜLETEK

Az alsó- és középfokú intézmények, óvodák, általános és középiskolák, gyermekotthonok és középiskolai diákotthonok építési kérdéseivel foglalkozik a könyv, bemutatva a megvalósult kül- és belföldi iskolaépületek legkiválóbb alkotásait.

304 oldal, 256 ábra.

Ara kötve: 66,— Ft

Kaufmann, A.

AZ OPTIMÁLIS PROGRAMOZÁS

Mérnökök, műszaki vezetők számára foglalja össze a szerző, hogyan kell a különféle korlátozó feltételeket, célokat, sorbanállási jelenségeket egyszerű megoldható modellekbe, összefüggésekbe rendezni. A közgazdászok, matematikusok és mérnökök jobb együttműködését hivatott elősegíteni a könyv.

416 oldal, 120 ábra.

Ara kötve: 63,— Ft

Zevi, B.

AZ ÉPÍTÉSZET MEGISMERÉSE

„A művészetek ragyogó üstökösei közt az építészet a Hold sötét oldala” — vallja könyvében a szerző. Olvasóiban a tér-szemléletet kívánja kifejleszteni, a tér jelentését mutatja be az építészet korszakain keresztül, beszél a tér hatásairól, az építészet értelmezéséről, s vázolja a modern építészet irányait is.

160 oldal, 34 ábra.

Ara kötve: 49,— Ft

Szendrői Jenő

IPARI ÉPÍTÉSZETÜNK

A XX. század új, s hazánkban az utolsó 15 évben külön hangsúlyt kapott építészeti ágára vonatkozó tudnivalókat foglalja össze két fejezetbe a mű, majd tárgyalja mindazokat a kérdéseket, amelyek a gyakorlat folyamán döntő fontosságúaknak bizonyultak: a tipizálás és méretegységesítés, a földszintes üzemek létesítésének különleges kérdéseit, az automatizálás problémakörét stb. Gazdag illusztrációs anyaggal mutatja be valamennyi iparág legjelentősebb létesítményeit.

260 oldal, 510 ábra.

Ara kötve: 66,— Ft

Barkan

VIBRÁCIÓS MÓDSZER AZ ÉPÍTŐIPARBAN

A könyv összefoglalja és hozzáférhetővé teszi az épületek és egyéb építmények alapozásánál használatos vibrációs tömörítési módszerekkel kapcsolatos eredményeket, a vizsgálati módszerek gyakorlati alkalmazását, az egyes munkatípusokkal kapcsolatos tömörítési problémákat, s összehasonlító adatokat tartalmaz a kísérlet és a gyakorlat egyes összetevőiről.

256 oldal, 159 ábra.

Ara kötve: 45,— Ft

Széchy—Maróth—Kölley

ÉPÍTŐIPARI CSÓÁLLVÁNYOK

(2. átd. és bőv. kiadás.)

Az acél- és alumíniumcsövek felhasználásával készülő építőipari állványszerkezetek elemeit ismerteti a könyv, továbbá a csóállványok fajtáit és felhasználásuk területeit, foglalkozik teherbírásukkal, gazdaságossági tényezőikkel, s tájékoztat a különleges feladatokhoz egyedileg tervezett állványszerkezetek tervezésével kapcsolatos tudnivalókról.

224 oldal, 216 ábra.

Ara fűzve: 31,— Ft

Kovács Lajos

MŰANYAG ZSEBKÖNYV

(3. átd. és bőv. kiadás.)

A mű tartalmából: általános alapismeretek; műanyagok, mint vegyipari termékek; műanyagipari segédanyagok; a feldolgozó ipar műanyagai; műanyag félkésztermékek; műanyagok és műanyagtermékek felhasználási területei; műanyagok feldolgozása; a feldolgozás és megmunkálás szerszámai; összehasonlító táblázatok a műanyagok tulajdonságaival.

876 oldal, 460 ábra és táblázat

Ara kötve: 96,— Ft

Bauman, V. A.

ÉPÍTŐIPARI GÉPEK

A könyv röviden ismerteti az építőgépek szerkezeti felépítését, közli műszaki jellemzőiket és üzemeltetési adataikat, megjelöli alkalmazási területeiket, foglalkozik a megfelelő géptípusok megválasztásával, s az ehhez szükséges számítási módokkal.

760 oldal, 620 ábra.

Ara kötve: 128,— Ft

Korábban megjelent és még kapható könyvek

Albert, J.

A HŐSZIGETELÉS KÉZIKÖNYVE

455 oldal, 190 ábra, kötve: 52,— Ft

Beleznay—Reményi

MŰANYAGOK AZ ÉPÍTŐIPARBAN

274 oldal, 264 ábra, kötve: 66,— Ft

Bogin, N. M.

A FESZÍTETTBETON TECHNOLOGIÁJA

244 oldal, 158 ábra, kötve: 44,— Ft

Haynes, O.

ANYAGMOZGATÓ BERENDEZÉSEK

628 oldal, 631 ábra, kötve: 81,— Ft

Helan—Klement

A MÉSZ ÉS FELHASZNÁLÁSA

208 oldal, 64 ábra, fűzve: 14,— Ft

Knapp O.

ÉPÍTÉSZET ÉS ÜVEG

184 oldal, 265 ábra, kötve: 53,— Ft

A fenti könyvek az ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN szerezhetők be.

Szakbolt: TECHNIKA KÖNYVES BOLT, Budapest, XI., Bartók Béla út 15.

Kollányi B.

KÖMŰVES SZAKISMERETEK I—II.

538 oldal, 500 ábra, fűzve: 30,— Ft

Levi—Rabinovis—Szovalov

BETON ÉS VASBETON MUNKA

256 oldal, 135 ábra, kötve: 21,50 Ft

Mokk L.

HELYSZÍNI ELŐREGYÁRTÁS

410 oldal, 540 ábra, kötve: 72,— Ft

Székely—Barkóczai—Cristofoli

PADLÓBURKOLÁS

204 oldal, 97 ábra, fűzve: 13,— Ft

Tóth F.

ÉPÍTŐELEMÉK SOROZATGYÁRTÁSA

407 oldal, 507 ábra, kötve: 70,— Ft

Zsukov, D. V.

A TÉGLA GYORS SZÁRÍTÁSA

207 oldal, 56 ábra, fűzve: 25,— Ft

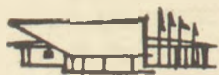
A Német Szövetségi Köztársaság a Budapesti Nemzetközi Vásáron

EGYÜTTMŰKÖDÉS:

a Budapesti
Nemzetközi Vásár
HÍD, amely
összeköti
a különböző
gazdasági rendszerű
államokat,
a kölcsönös előnyök
és érdekek
tiszteltetbentartása
mellett.



Látogassa meg az
NSZK pavilonját
a Budapesti
Nemzetközi
Vásáron!
Készséggel vesszük
az írásbeli
érdeklődéseket is.



A nyugatnémet ipari
és gazdasági élet kiemelkedő
jelentőségű vállalatai bemutatják
az érdekelt magyar ipari
és külkereskedelmi
szakembereknek
és a nagyközönségnek
mindazt, amit
a Német Szövetségi Köztársaság
kínál.

A nyugatnémet exportcikkek
széles skálája úgyszólván minden
igényt ki tud elégíteni, és így
az NSZK a nemzetközi
együttműködés keretében
hasznos partner lehet.

**A Német Szövetségi Köztársaság –
a magyar külkereskedelem és ipar
hagyományos partnere és szállítója**