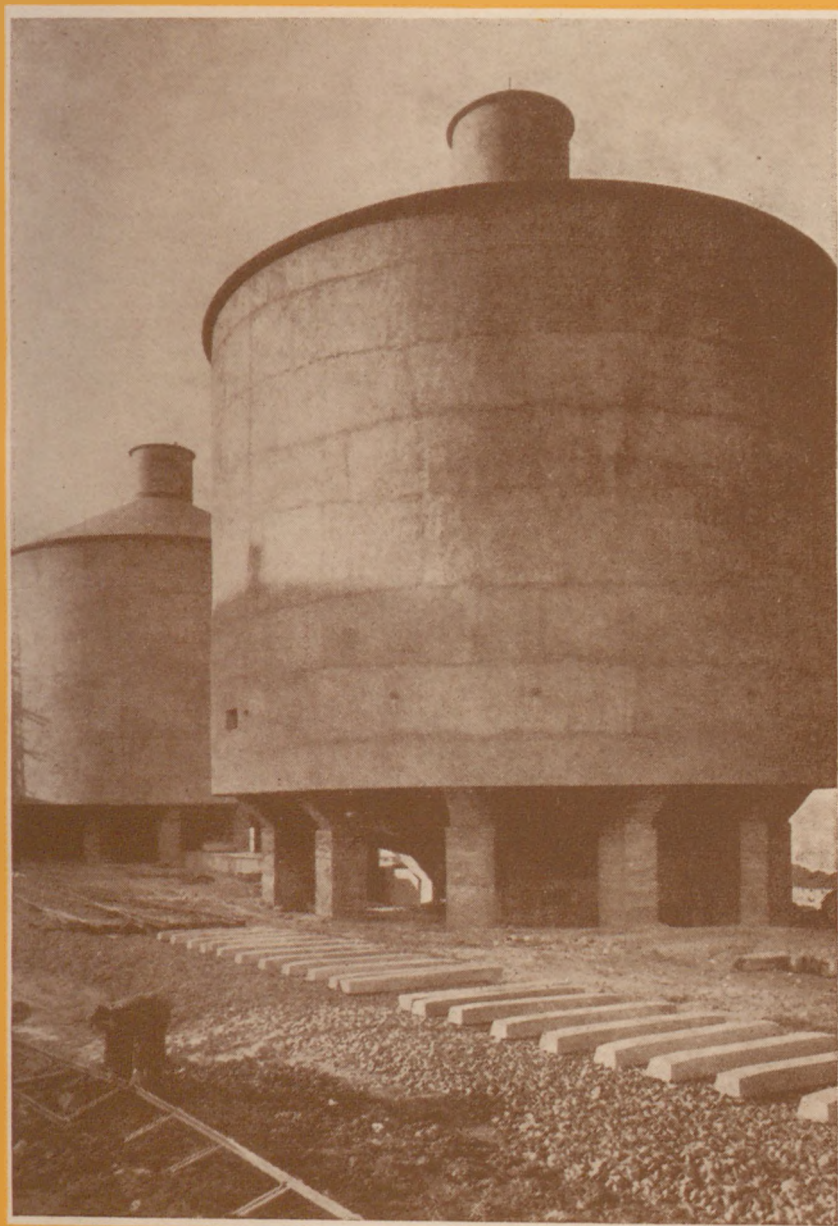


ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

12. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság
tér 17

Telefon : 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

Megjelenik havonként

TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Takáts Tibor—Fehér Ottóné</i> : Dilatométeres vizsgálatok a szilikát- iparban	425
<i>Dolezsai Károly</i> : Magas MgO-tartalmú portlandcement	436
<i>Dr. Juhász Zoltán</i> : Kaolinok égetési zsugorodásának tanulmányo- zása	442
<i>Kudelka Dénesné—Csáki Ida</i> : Téгла- és cserépanyagok szárításával összefüggő vizsgálatok	450
<i>Fenyves Hedvig</i> : A huzalfeszültségek megoszlása előrefeszített vasbeton szerkezetekben	454
Lapszemle	462

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Тибор Такач—Фехер Оттоне</i> : Дилатометрический анализ исход- ных материалов силикатной промышленности	425
<i>Кароль Долежай</i> : Портландцемент с высоким содержанием MgO	436
<i>Золтан Юхас</i> : Изучение спекания каолинов в процессе обжига	442

INHALT

	Seite
<i>Dr. Tibor Takáts—Frau Otto Fehér</i> : Dilatometrische Untersuchungen in der Silikatindustrie	425
<i>Károly Dolajszai</i> : Portlandzement grossen MgO-Gehaltes	436
<i>Zoltán Juhász</i> : Das Studium der Brennschwindung der Kaolinen	442

ÉPÍTŐANYAG

12. ÉVFOLYAM 12. SZÁM

Dilatométeres vizsgálatok a szilikátiparban*

DR. TAKÁTS TIBOR—FEHÉR OTTÓNÉ

Bevezetés

A szilikátipar nagyrésze nyersanyagként a természetadta nyersanyagokat használja fel, vagy közvetlenül, vagy megfelelő előkészítés után. A nyersanyagok ásványi összetételének ismerete elengedhetetlen követelmény, mert ez determinálja az anyag viselkedését a technológiai folyamatok során. Az ásványi összetételt vagy számítás útján állapítjuk meg (az oxidos összetételből kiindulva) vagy műszeres vizsgálatok segítségével. Utóbbiak közül megemlítjük a röntgenográfiát, differenciális termoanalitikát (DTA), dilatometriát, infravörös spektrográfiát. Egyes helyeken még ma is alkalmazták erre a célra a racionális elemzési eljárásokat. Az ioncserélőképesség, reológiai tulajdonságok stb. szintén értékes adatokat szolgáltathatnak. Az említett módszerek közül — nyilván aránylag egyszerű gyakorlati kivihetősége alapján — a legutóbbi évtizedekben rendkívül elterjedt a differenciális termoanalitika. A DTA görbék szemléltetően követik az anyagban lejátszódó hőtartalom-változásokat, és különösen az agyagásványok felismerése tekintetében adnak rendkívül értékes támpontokat. Feltűnő, hogy ezzel szemben a dilatometria sokkal nehezebben tud tért hódítani, pedig a dilatométeres görbék lefutása nagyon jellemző az egyes anyagok hőokoza térfogatváltozása és így az anyagnak a hőmérséklet függvényében való viselkedése tekintetében. Gyakorlati eredményeink alapján azt is bátran állíthatjuk, hogy egyes esetekben a dilatométeres görbék kiértékelése elengedhetetlenül fontos a technológiai folyamatok megítélése szempontjából.

A hőokoza kiterjedés, mint az anyagok egyik legjellemzőbb fizikai tulajdonsága, tájékoztatást ad arról, hogy az anyagban a hőmérséklet változása alkalmával — szilárd halmazállapotban — milyen strukturális változások mennek végbe. Ezen túl-

menően a dilatométerrel nem csak a hőmérséklet változtatásával kapcsolatos szerkezeti átalakulások, hanem konstans hőmérsékleten lejátszódó átalakulások is követhetők.

Annak ellenére, hogy a dilatométeres vizsgálatok elterjedtségét fontosságukhoz képest nem tartjuk kielégítőnek, köztudomású, hogy a dilatometria lényegét és fontosságát már több mint 70 éve felismerték és alkalmazását neves szakemberek szorgalmazták is. Megemlítjük, hogy Le Chatelier a kvarc dilatációjának tanulmányozása közben fedezte fel a kvarc $\alpha = \beta$ átalakulását (1). Nem célunk a jelen alkalommal történeti áttekintést adni, ezt az irodalomban több helyen megtaláljuk (2, 3, 4), de röviden megemlítjük a ma legelterjedtebb készülék-típusokat.

Nálunk és a környező államokban 3 készülék-típus a legelterjedtebb. Mindhárom optikai berendezéssel működik és a dilatométeres görbét automatikusan rajzolja. A Bollenrath-féle készülék (5) derékszögű koordináta rendszerben rajzolja fel a hőokoza kiterjedés értékeit a hőmérséklet függvényében; differenciális mérésekre is alkalmas, tehát összehasonlító anyaggal dolgozhatunk; a hőmérséklet szabályozása kézzel állítható transzformátorral történik. A mérés tetszés szerinti gáz atmoszférában elvégezhető. A készülék DTA görbe felvételére is alkalmas. Az elérhető legmagasabb hőmérséklet 1100°C . A Steger-féle készülék 1200°C , illetőleg 1450°C -ig használható (13, 14), összehasonlító anyaggal dolgozik, egyidejűleg DTA görbe felvételére is alkalmas. A készülék 3 görbét automatikusan rajzol: a tágulási görbét a hőmérséklet függvényében, a próbatest hőmérsékletét és a kemence hőmérsékletét az idő függvényében. A Chevenard-féle készülék (15) ugyancsak fotografikus úton regisztrálja a kiterjedési görbét, ellenőrzött atmoszférában történő mérést tesz lehetővé, összehasonlító anyaggal dolgozik s nagy előnye a fent említett készülékekkel szemben, hogy automatikus programszabályozó

* Az V. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.

berendezése van. Hátránya viszont, hogy a görbét nem derékszögű koordináta rendszerben rajzolja és a szokásos %-os kiterjedési görbe megszerkesztése a regisztrált görbéből bonyolult számítási műveleteket igényel.

Bármilyen készüléktípus esetében a mintadarab elkészítése megfelelő összeállású anyagok esetében kivágással vagy csiszolással történik, laza, porszerű anyagok esetében pedig sajtolással.

Az elkészített mintadarab hevítésére bármilyen rendszerű kemence alkalmas. Legcélszerűbbek természetesen az elektromos fűtésű kemencék. 1300°-ig kanthal tekercselésű ellenálláskemencéket szokás alkalmazni (5). Platina vagy platinaötvözetű tekercseléssel (17), valamint szilíciumkarbid fűtőelemmel (18, 19) 1500°-ot el lehet érni. Ennél magasabb hőmérséklet elérésére (1800°-ig) széndara-, széncső-, valamint molibdén-kemencéket konstruáltak (20, 21), ezek üzemeltetése azonban a közismert nehézségekkel jár. Chalmin (7) olyan kemencét szerkesztett, mely a nap energiáját használja fel és 2000°-ot meghaladó hőmérséklet elérésére alkalmas.

A tágulás, vagy zsugorodás regisztrálására vagy mechanikus szerkezeteket (indikátoróra) használnak (6, 18), vagy optikai berendezéseket (5, 15). A hosszváltozás mérésére interferometriai (8, 9) vagy röntgenográfiai (10, 11, 12) eljárást is alkalmaznak. A mintadarab hosszváltozását a regisztráló szerkezethez a legtöbb esetben ömlesztett SiO_2 továbbhajtja (5), de alkalmaznak erre a célra korundot (6), grafitot (22), átkristályosított Si-karbidot (18) és mesterséges zafírt (23) is.

A kísérleti körülmények ismertetése

A készülék. Kísérleteinkhez Leitz-gyártmányú, Bollenrath típusú készüléket használtunk. Fényképét az 1. ábra mutatja. A mérésre kerülő mintadarabot egyik végén zárt kvarcső megfelelő nyílásába helyezzük. Amennyiben összehasonlító mérést végzünk, az összehasonlító standard anyagot, mely a használt hőmérsékleti tartományban nem mutat szerkezeti változást, egy párhuzamosan elhelyezkedő ugyanilyen kvarcsőbe tesszük. A mintatartó kvarcsővekre húzzuk rá a sínen elmozgatható kemencét. Amennyiben a mintadarab két vége nem lenne egymással párhuzamos,

ennek kiegyenlítésére kétoldalt megfelelően csiszolt közbülső kvare darabkákat alkalmazunk. Ezeknek a közvetítésével támaszkodik a mintadarab egyik végével a kvarcső beforrasztott végéhez, másik végével egy — az előbb említetttnél sokkal kisebb átmérőjű — kvarcsővesekéhez, mely utóbbi a mintadarab tágulását optikai rendszerre viszi át. Megfelelő szűkítő nyílásokon átengedett fényforrás képe a fényérzékeny papíron fénypont alakjában jelentkezik. A fénypont a mintadarab tágulása-zsugorodása folytán függőleges irányban elmozdul. Az elmozdulás nagysága az eredeti hosszváltozás kétszázszorososa (ez szükség esetén négyszázszorosra, sőt nyolcszázszorosra is fokozható). A fénypont vízszintes elmozdulását a összehasonlító standard anyag hosszváltozása irányítja, mely a hőmérséklet függvényében ismeretes.

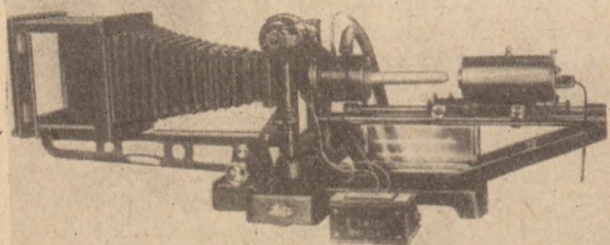
A mintadarab elkészítése. A mintadarabokat általában sajtolással állítottuk elő. A sajtolóformát megfelelő helyen tűskével láttuk el, hogy a termoelem forrasztógyöngyének megfelelő helyet biztosítsunk. A sajtoló mintadarabok nagysága $4 \times 4 \times 50$ mm volt. Plasztikus anyagok sajtolása minden adalékanyag nélkül keresztülvihető volt. nem plasztikus anyagokhoz kb. 0,5% tilózt adagoltunk vizes oldatban. Kísérletsorozattal meggyőződöttünk arról, hogy a tilóz bekeverése ilyen mennyiségben a kiterjedési görbék alakjára nincs befolyással. Általában 400 kg/cm^2 sajtolási nyomást alkalmaztunk. A mintadarabokat sajtolás után 110°C -on szárítottuk, kivéve a montmorillonit-tartalmú anyagokat, melyeket szárítás nélkül, illetőleg légszárazon helyeztünk a készülékbe.

A mérés. Minden esetben abszolút mérést végeztünk, tehát összehasonlító anyagot nem alkalmaztunk. Ez gyakorlatilag azt jelentette, hogy csak egy mintatartó kvarcsövet használtunk, ebbe helyeztük a vizsgálatra kerülő mintát. Ennek hosszváltozása folytán a fénypont függőleges irányban változtatta helyzetét. A fénypont vízszintes elmozdulását, mely a hőmérséklet szám szerű változását volt hivatva jelezni, úgy értük el, hogy a hőmérséklet mérésére szolgáló pallaplat termoelem áramát tükrös galvanométerbe vezettük s a galvanométer tükrét a fénysugár útjába állítottuk. A hőmérsékletet egyidejűleg megfelelően kalibrált műszeren leolvastuk. A pontosabb leolvasás érdekében a megvilágítást minden 100° hőmérsékletemelkedésnél rövid időre megszüntettük. Így a fényérzékeny papíron nyert tágulási görbe rövid megszakításai a 100 fokoskénti hőmérsékleti értékeket jelezték.

A mérési eredményeket befolyásoló tényezők

A mérési eredményeket, tehát a tágulási görbék alakját, több tényező befolyásolja. Nagyon lényeges ezért, hogy a sorozatos méréseket mindig azonos körülmények között hajtsuk végre. A mérési eredményeket befolyásoló tényezők közül az alábbiak hatását vizsgáltuk.

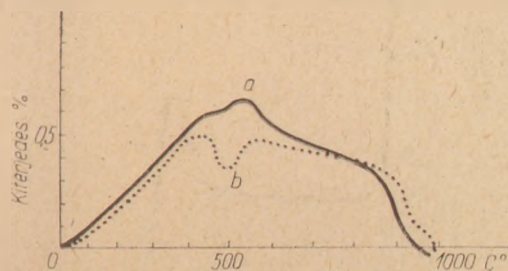
Felfűtési sebesség. Az irodalom tanulmányozása alapján megállapíthattuk, hogy az egyes



1. ábra. Bollenrath-típusú dilatométer (Leitz gyártmány)

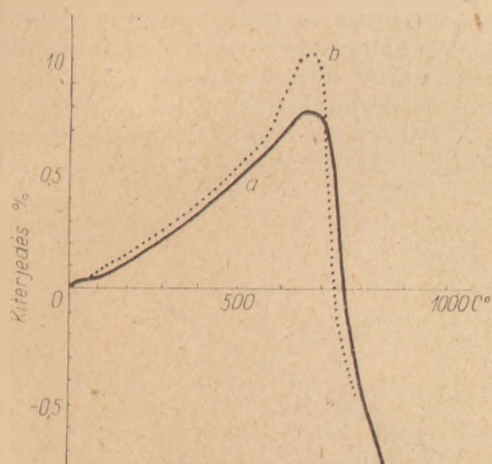
szerzők a legkülönbözőbb felfűtési sebességet alkalmazták, percenként $0,7^\circ$ -tól percenként 7° -ig. Kísérleteinket úgy végeztük, hogy a hőmérséklet percenként 6° -kal emelkedett, ami azt jelenti, hogy egy-egy 1000° -ig terjedő mérés közel 3 órát vett igénybe.

Megvizsgáltuk, hogy a különböző felfűtési sebesség hogyan befolyásolja a görbék alakját. Bombolyi kaolinnal elvégeztük a szokásos 3 órás felvételt és ugyanezzel az anyaggal készítettünk 24 órás felvételt is. Természetesen a lassú felfűtés esetében a görbén a hosszváltozásoknak megfelelő hatások kifinomodva jelentkeznek (2. ábra). A



2. ábra. Bombolyi-kaolin dilatogramja. a) 3 órás felvétel b) 24 órás felvétel

görbén jól láthatjuk a kaolinitnek megfelelő lehajlást 500° előtt. A görbe 500° és 600° között újra emelkedik, ami a kvarctartalom okozta tágulást jelzi. A 3. ábrán olyan anyagok dilatogramjait



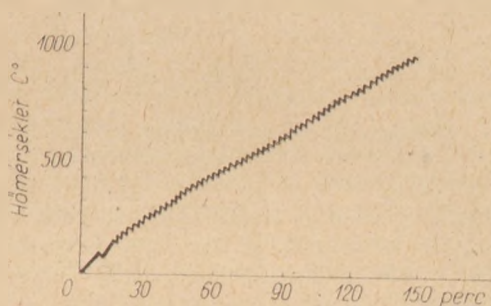
3. ábra. Kvarc-tartalmú massa dilatogramja. a) 3 órás felvétel b) 24 órás felvétel

mutatjuk be, melyek nagyon sok kvarcot tartalmaznak, kevés kaolinit mellett. A kaolinit zsugorító hatása 500° körül nem is jelentkezik, a 600° -nál mutatkozó erős kiterjedés azonban, amit a kvarctartalom okoz, a 24 órás felvételen erőteljesebben jelentkezik, mint a 3 órás felvételen. A görbék lefutásának jellegzetessége azonban mindkét esetben azonos. Ezért megmaradtunk a kiválasztott percenként 6° -os felfűtési sebesség mellett, amit még az a körülmény is indokolt, hogy a 24 órás felvételek technikai lebonyolítása — sorozatmérések esetén — némi nehézségekbe ütközik. Az volt a tapasztalatunk, hogy a kiválasztottnál nagyobb felfűtési sebesség alkalmazása esetén

egyes effektusok zavarják egymást, egymásba átmehetnek és egyes hatások túlságosan elmosódnak, jelentkeznek.

A felfűtés egyenletessége. Kísérleteinkhez három azonos típusú kemencét használtunk. A kemencék kanthal fűtőszállal működtek, a maximális munkahőmérséklet 1100°C volt.

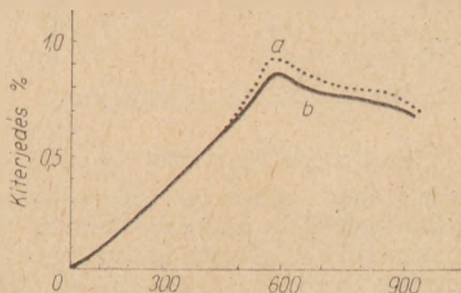
Mindegyik kemencére vonatkozólag — használatba vételük előtt — megállapítottuk a felfűtési görbét. Ennek az idő függvényében egyenletesen emelkedőnek kellett lennie, hogy a különböző anyagokon végzett méréseink összehasonlíthatók legyenek. Mint említettük: a felfűtés szabályozása kézzel történt, szakaszosan. A felfűtés egyenletességének növelése érdekében arra is gondoltunk, hogy programszabályozót állítsunk be. Programszabályozóval felvett felfűtési görbét mutat a 4. ábra. Láthatjuk, hogy a fűrészgörbe



4. ábra. Programszabályozóval felvett felfűtési görbe

kilengései túlságosan nagyok. Ez így céljainknak nem felelt meg, mert megbízható mérési eredményeket csak finomfokozatú programszabályozóval tudtunk volna elérni. Így megmaradtunk a kézi szabályozásnál, ami nem annyira egyenletes ugyan, mint az automatikus szabályozás, de a fűtőáram nagyságának ingadozása ebben az esetben sokkal inkább elkerülhető volt.

A szemnagyság hatása. Kísérletsorozatot végeztünk annak megállapítására, hogy a görbék alakját a szemnagyság változása mennyire befolyásolja. Bombolyi kaolint őrlöttünk 4, 12, 16, 20, 24, 32, 36 és 40 órán keresztül, és minden őrleménynek felvettük a kiterjedési görbét. Az eredményt az 5. ábrán tüntettük fel. Finomabb

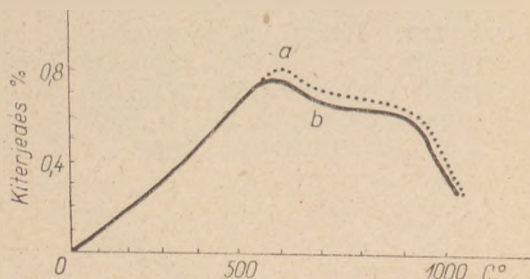


5. ábra. Bombolyi kaolin dilatogramja. a) 4 órás felvétel és b) 40 órás őrlés után

szemnagyság esetén a görbe kissé alacsonyabb maximumot mutat. A görbék lefutásának jellegzetességére azonban a szemnagyságnak — fenti határok között — különösebb befolyása nincs.

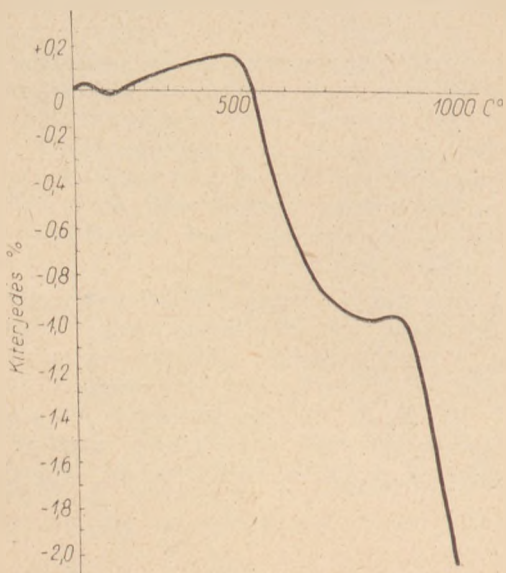
Sajtolási nyomás. Megfelelő összeállítású mintarudacska előállításához minden anyag más-más sajtolási nyomást igényel. Plasztikus anyagokból már 200 kg/cm² nyomással megfelelő mintadarabot kaptunk. Nem plasztikus anyagokhoz nagyobb nyomást kellett alkalmaznunk. A kísérletekhez használt mintadarabokat általában 400 kg/cm² nyomással állítottuk elő.

Arra vonatkozólag, hogy a sajtolási nyomás mennyire változtatja meg a görbék alakját, külön kísérletsorozatot végeztünk, melynek folyamán a nyomást 200 kg/cm²-től 1000 kg/cm²-ig



6. ábra. Dilatogram a) 200 kg/cm² b) 1000 kg/cm² nyomással készült mintadarabokról

változtattuk (6. ábra). Megállapítható volt, hogy a megvizsgált határértékek között a nyomás változtatása a kiterjedési görbék alakját lényegében nem változtatja meg.

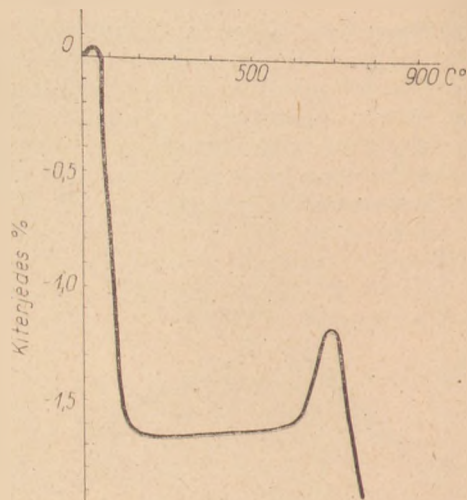


7. ábra. Zettlitz kaolin dilatogramja

Vizsgálati eredmények

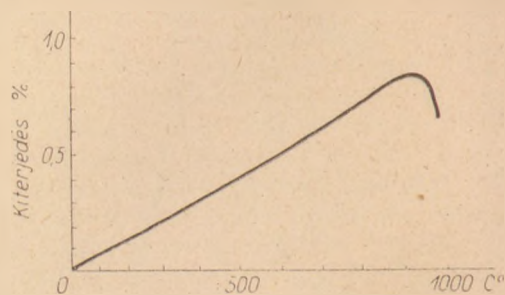
Ahhoz, hogy valamely ismeretlen anyag hőkiterjedési görbáját megbízhatóan ki tudjuk értékelni, ismerni kell a tiszta, keveretlen anyagok dilatometrikus görbéjét. A 7—12. sz. ábrákon bemutatunk néhány ilyen alapgörbét. A zettlitz kaolinról készült felvételünkről (7. ábra) az alábbiakat olvashatjuk le. A kaolinit-kristályok a kristályvíz eltávoztása közben 450—500 C°-on metakaolin kristályokká alakulnak át, mely folyamat erőlyes zsugorodással jár. Ez a zsugorodás 700 C° felett enyhébb lesz, a görbe kevésbé

meredek. 900—950° között a metakaolin szétesik és γ -Al₂O₃ keletkezik; 950° felett pedig mullit. A 950°-on kezdődő mullitképződést a dilatometrikus görbén jól lehet észlelni. A maximális kiterjedés értékszáma a zettlitz kaolin esetében

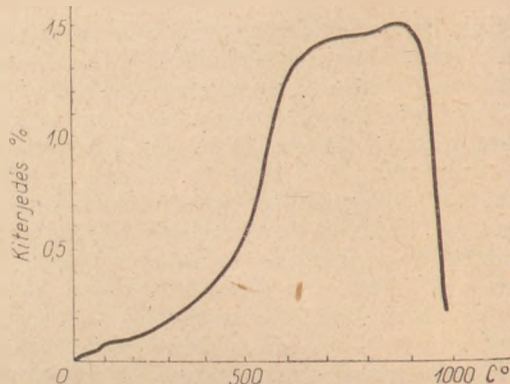


8. ábra. Montmorillonit dilatogramja

kb. 0,25%. A montmorillonit (8. ábra) hevítésekor kezdetben tágulás mutatkozik, mely kb. 100° után zsugorodásba megy át. Ez a zsugorodás kb. 200°-ig tart és a kristályrács hármass réteggkomplexumai között elhelyezkedő víz eltávoztásának felel meg. 200 és 650° között csekély tágulás következik le, mely 700° előtt nagyon erőlyessé válik és közvetlen ezután nagyon erős zsugorodás áll be. Ekkor szétesik a kristályrács és a szerkezeti OH csoportok leszakadnak. A montmorillonit zsugorodása 200° körül kb. 1,70%. A muszkovit tágulási görbéje (9. ábra) nagyjából egyenes vonalú.

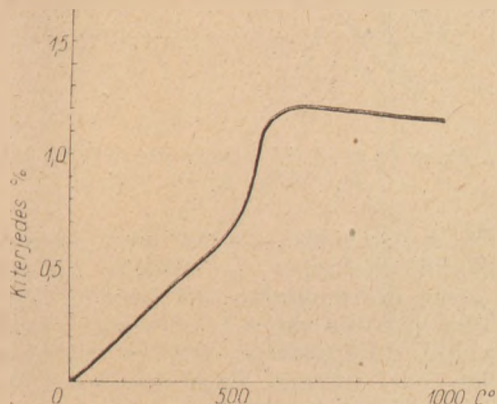


9. ábra. Muszkovit dilatogramja



10. ábra. Illit dilatogramja

A tágulás értéke 900° körül eléri a $0,75\%$ -ot, ezután erős zsugorodás lép fel, ami a kristályrács szétesésére utal. Az *illit* görbéje (10. ábra) már kezdetben határozott tágulást jelez, mely tágulás 500° felett még erőteljesebbé válik. A tágulás kb. 900° -ig tart, de 700° és 900° között az előbbinél jóval kisebb mértékű. 900° után — a kristályrács szétesése következtében — rohamos zsugorodás következik be. A tágulás maximális értéke $1,5\%$ körül van. A *kvarc* jellemző tágulási görbáját a 11. ábrán láthatjuk. A felvételt kvarchomokról



11. ábra. Kvarchomok dilatogramja

készítettük. A tiszta kvarekristály irodalmi adatok szerint a kristálytani főtengelyre merőleges irányban $1,1\%$, a főtengellyel párhuzamos irányban $1,6\%$ maximális tágulási értéket ad. A kvarchomok tágulási értéke — mint az ábráról leolvasható — a két érték közé esik, nem orientáltan elhelyezkedő kristályhalmazról lévén szó. A görbe 573° körül megfigyelhető irányváltozása élesen jelzi az $\alpha = \beta$ átalakulást. A földpát (füzérradványi adular) tágulási görbéje (12. ábra) csaknem

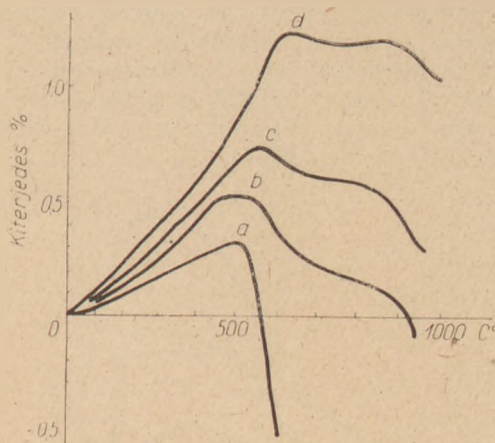


12. ábra. Adulár dilatogramja

egyenletes emelkedést mutat 1000° -ig, ami azt jelenti, hogy a földpáthban 0° és 1000° között kristályszerkezeti változás nem következik be.

A tiszta anyagok dilatometrikus görbéinek ismeretében módunk van arra, hogy különböző nyersanyagok, félkészgyártmányok és készgyártmányok hőtágulási görbéit kiértékeljük és a bennük levő kristályos anyagokra következtethessünk. Néhány példát említnünk a dilatometrikus görbék alkalmazhatóságára.

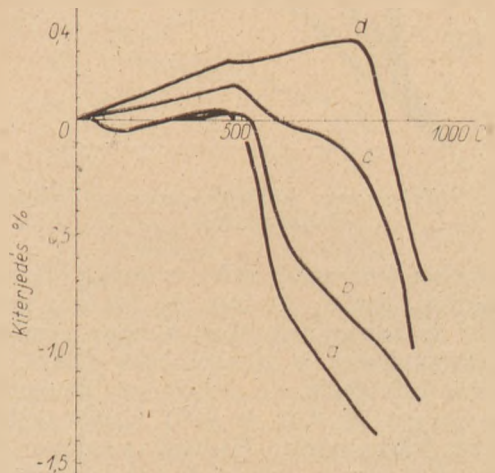
A múlt évben részletesen megvizsgáltuk a *bombolyi kaolin*-előfordulást (26.) Ezekkel a vizsgálatokkal kapcsolatosan számos dilatométeres felvételt készítettünk. Ezek közül 4 jellemző görbét mutatunk be a 13. ábrán. A 13/a görbe



13. ábra. Dilatációs felvételek bombolyi-kaolinról

lefutása tiszta kaolinitre jellemző. Ez egy védettebb helyen felhalmozódott, természetes úton kimosódott kaolin mintáról készült. A 13/b görbét a felső bányaudvarról származó, kézzel morzsolható mintáról kaptuk. A 13/c görbe az ún. darázsköves (Gránit-típusú) mintáról készült, melyben szabadszemmel kovadús alapanyagban kaolin beágyazások figyelhetők meg. A 13/d görbe kemény (Zsolnay-típusú) anyagnak felel meg, melynek jellemző sajátága, hogy nagyon nehezen őrölhető. A hőtágulási görbék szépen mutatják a felsorolás sorrendjében a kvartztartalom növekedését.

A *Cserszegtomaj* közelében található festéktőltő anyagásványa fireclay-típusú kaolin. Szerkezetileg a kaolinit és halloysit közé sorolható, kristályrácsa kevésbé rendezett, mint a kaolinité, ezért a termikus hatások valamivel alacsonyabb hőmérsékleten és jóval kevésbé intenzíven mutatkoznak (14/a ábra). A cserszegtomaji agyagbánya egyes

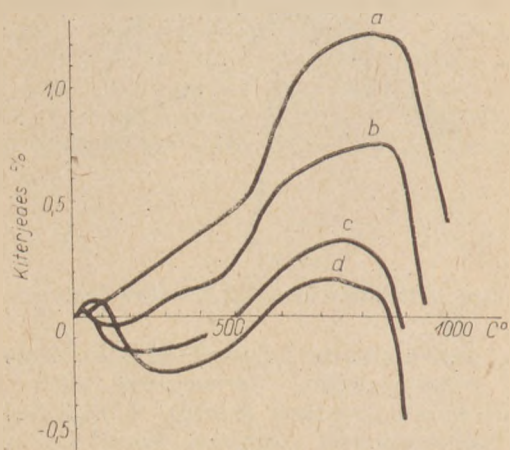


14. ábra. Dilatációs felvételek a cserszegtomaji agyagról

mintái dolomit-tartalmúak. Megvizsgáltuk, hogy a dolomit-tartalom mennyire befolyásolja a tágulási görbe alakját. A 14/b görbe 5% , a 14/c görbe 45% , a 14/d görbe 85% dolomit-tartalmú mintának felel meg.

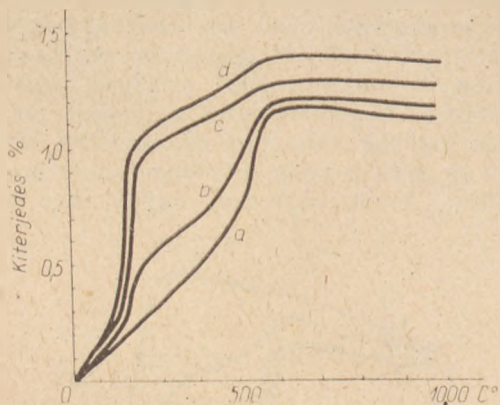
Néhány téglá- és cserépagyag dilatogrammját láthatjuk a 15. ábrán. Ezek közül a kisgyőri (15/a) és a mályi (15/b) agyag a hőtágulási

görbe lefutásából ítélve sok kvarcot tartalmaz (az oxidos elemzési adatokból számítva kb. 35%-ot), a mezőtúri (15/c) és tiszaberceli (15/d) agyag pedig — egyéb alkotókon kívül — jelentős mennyiségű montmorillonitot (az oxidos elemzési adatokból számítva 42%-ot).



15. ábra. Téglagyagok dilatogramjai

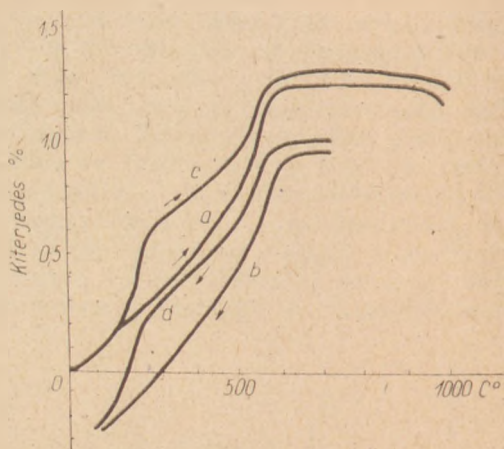
A fehérvárscurgói homokbánya anyaga a 16/a görbét adta, mely jelzi, hogy tiszta kvarc-szemcsék halmazáról van szó. 1300°-on történő izzítással követtük a kvarc-kristályok modifikációs átalakulását. Mint a 16/b—16/d görbékből leolvas-



16. ábra. Dilatométeres felvételek kvarc $\rightleftharpoons$ krisztobalit átalakulásáról

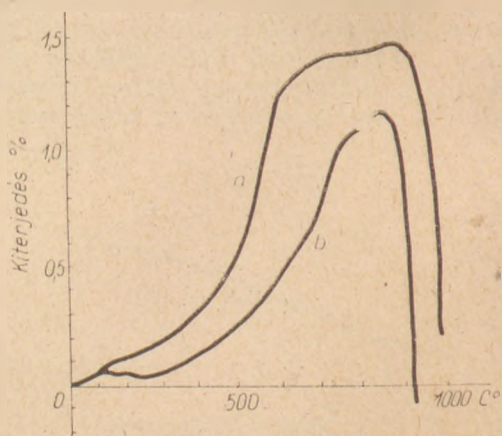
ható, már két órai izzítás után az anyag egy része krisztobalittá alakul, 20 órai, ill. 32 órai izzítás után már az anyag nagyrésze átmegy a modifikációs átalakuláson és krisztobalittá alakul. Tridimit nem keletkezik. (A jól ismert Fenner-féle diagram alapján (2) 870° és 1470° között tridimit képződését várhatnánk. Tridimit azonban csak nem egészen tiszta anyagból, mineralizátorok hatására alakul ki.) Azt, hogy a kvarc-krisztobalit átalakulás reverzibilis, a lehülési görbék szépen bizonyítják. A 17. ábrán látható görbék közül az *a* és *b* görbe kvarcnak a felfűtési, ill. lehülési görbéje, a *c* és *d* pedig részben krisztobalittá alakult kvarc felfűtési, ill. lehülési görbéje. A lehülési görbék alakja pontosan megegyezik a megfelelő felfűtési görbékével.

Fűzerradványban — mint azt Takáts Tibor és Kiss Lajos kimutatták — kétféle agyagásvány



17. ábra. Kvarc (*a* és *b*), ill. krisztobalit (*c* és *d*) felfűtési és lehülési görbéi

fordul elő. A 18/a görbe — a 200° alatt mutatkozó anomáliáktól eltekintve — tipikus illit-görbe. A 18/b görbe hidromuszkovitról készült. Nagyon szembetűnő és határozott a kettő között a különbség. Az illit dilatogramját 600 és 900° között egy széles „hát” jellemzi. Ezzel szemben a hidromuszkovit görbéje hegyesebb maximumot mutat és a legnagyobb kiterjedés mértéke sem éri el az illitét. A dilatogramok azt bizonyítják, hogy a hidromuszkovit kristályrácsa magasabb hőmérsékleten kezd meg bomlani, mint az illit kristályrácsa. 900 és 950° között mindkét rács szétesik, és erős zsugorodás áll be. A görbéken alacsony hőmérsékleten kb. 200°-ig mutatkozó kettős hül-

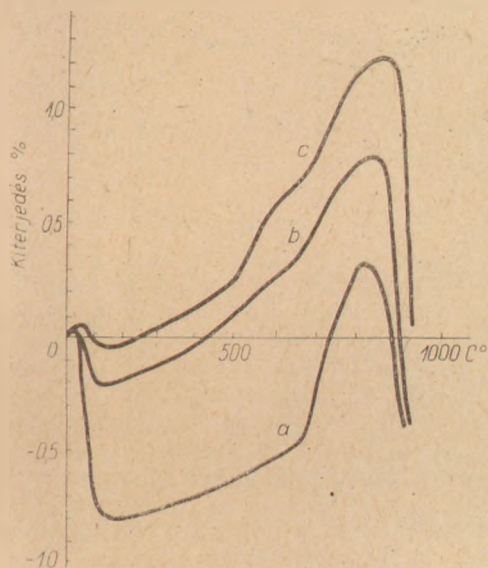


18. ábra. Fűzerradványi illit (*a*) és hidromuszkovit (*b*) dilatogramjai

lám arra mutat, hogy a rétegek közötti víz két részletben, egy alacsonyabb (130° körüli) és egy valamivel magasabb (200° körüli) hőmérsékleten távozik el a kristályrácsból. Ennek oka minden valószínűség szerint az, hogy a higroszkópos víz kétféleképpen helyezkedik el a kristályrácsban: az alacsonyabb hőmérsékleten távozó víz vízmolekulák vagy hidroxónium-ionok (H_3O^+) alakjában a rácsrétegek között foglal helyet, a magasabb hőmérsékleten távozó pedig a rácsrétegek közötti kationok hidrátkörét alkotja.

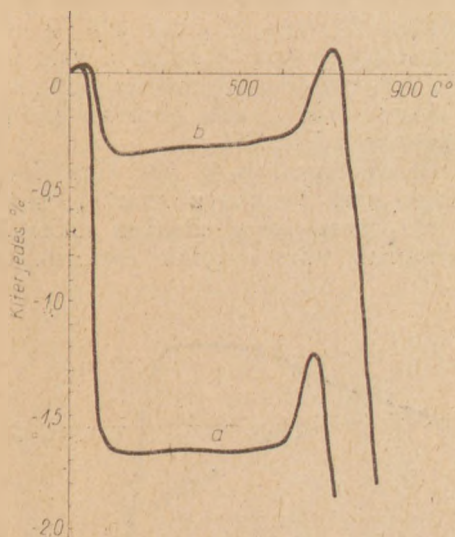
Annak kivizsgálására, hogy a montmorillonit jelenléte mennyire befolyásolja a hidromuszkovit

görbéjét, a hidromuszkovithól és montmorillonitból mesterséges keverékeket állítottunk elő, és azokról dilatométeres vizsgálatokat, ill. felvételeket készítettünk. A 19/a görbe 75%, a 19/b görbe 50% és a 19/c görbe 25% montmorillonit bekeverésével készült. Mindhárom görbén jól látható a montmorillonit alacsony hőmérsékleten érvényesülő zsugorító hatása.

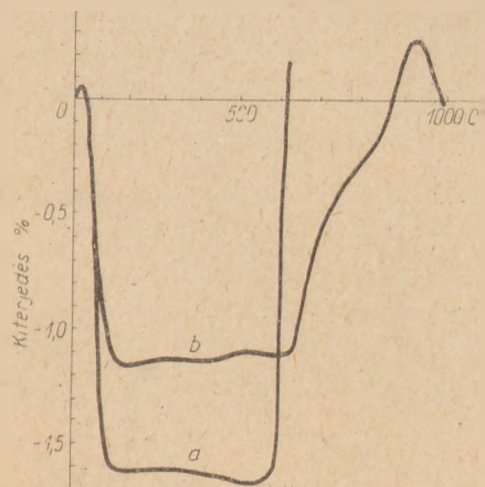


19. ábra. Illitből és montmorillonitból készített keverékek dilatogramjai

A montmorillonit-tartalmú anyagok közül különböző bentonitokon végeztünk vizsgálatokat. A tiszta montmorillonitról készült görbe lefutására — mint az előbbieken láttuk — jellemző az „U” alak, melynek alsó szára kb. 200°-tól 700°-ig terjed (20/a). Amennyiben az anyagot előzetesen 110°-on kiszárítjuk, a görbe jellegzetessége megmarad, de a zsugorodás mértéke sokkal kisebb (20/b ábra). A görbe 700°-nál bekövetkező emelkedését az anyag nátrium-tartalma befolyásolja. Nem ritka esetben ebben a hőmérsékleti tartományban a tágulás olyan nagymérvű lehet,

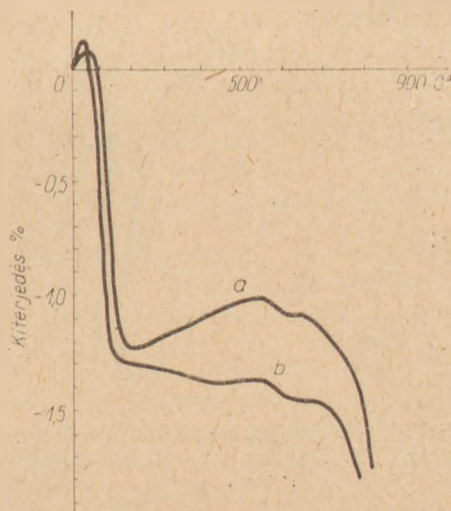


20. ábra. Montmorillonit dilatogramja: a) nyersen b) 110°-on szárítva



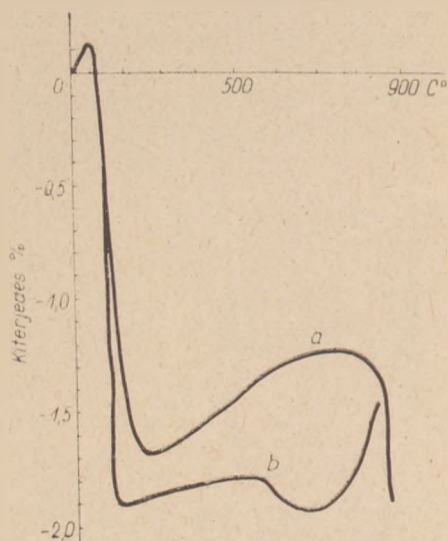
21. ábra. Istenezejei (a) és komlóskai (b) montmorillonitok dilatogramjai

hogy a minta visszanyeri eredeti hosszúságát, és ezt meghaladva még pozitív kiterjedést is mutat. Ebből a típusból bemutatjuk az istenezejei és komlóskai nátrium-montmorillonitok dilatogramjait (21. ábra). A mádi montmorillonit görbéjének lefutása pontosan megegyezik az istenezejeiével.

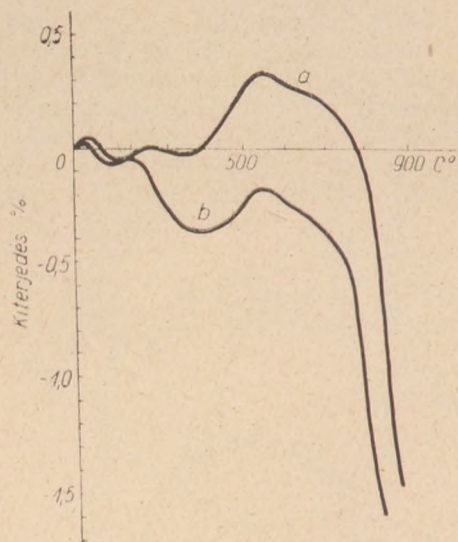


22. ábra. Rankovci bentonitok dilatogramjai: a) Ca-bentonit, b) Na-bentonit

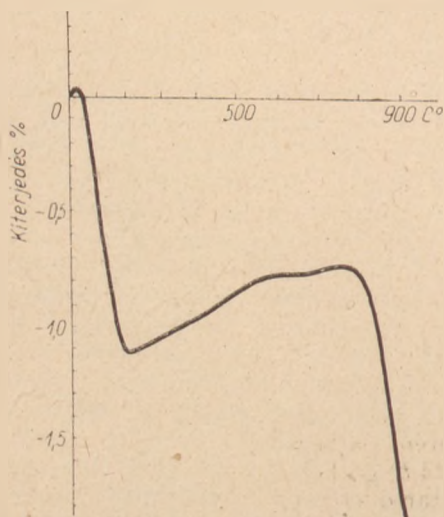
A 22. ábrán bemutatunk néhány „nem szabályos” montmorillonitot. Ezeknek a görbéi más lefutásúak, mint az előbbieken, nincs rajtuk jellegzetes „U” alakú hajlás, 700°-nál tágulás helyett erős zsugorodást jeleznek. Az anyagnak ebből a viselkedéséből szabálytalan kristályszerkezetre következtethetünk. A különböző ionok hatását érzékelhetjük a 23. ábrán, melyen az a görbe Ca-bentonit, a b görbe Na-bentonit dilatogramja. Ezt a különbséget a rankovci (22. ábra) görbéi is szépen mutatják. Jól felismerhető kvarc-hatás jelentkezik a 24. ábrán bemutatott görbéken, melyek közül egyik szintén Ca-bentonit (24/a), a másik Na-bentonit (24/b) görbéje. A 25. ábra dilatogramja a 200°-ig tartó erőteljes zsugorodás után eléggé kihangsúlyozott emelkedést mutat kb. 800°-ig, ami után bekövetkezik a végleges zsugorodás. Ez a



23. ábra. Gínovci bentonitok dilatogramjai:
a) Ca-bentonit, b) Na-bentonit



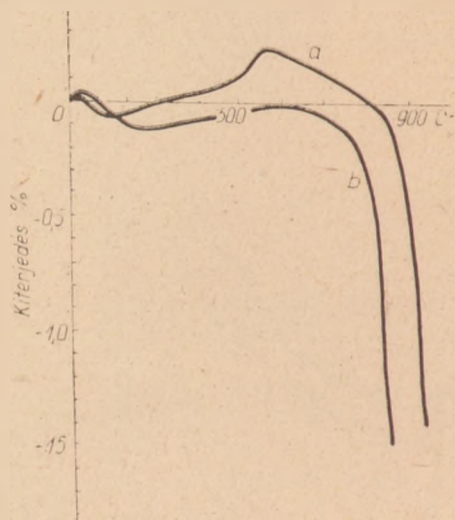
24. ábra. Indiai (Kapurdy) bentonitok dilatogramjai:
a) kvarctartalmú Ca-bentonit, b) kvarctartalmú Na-bentonit



25. ábra. Ca-bentonit dilatogramja (Istenmezeje)

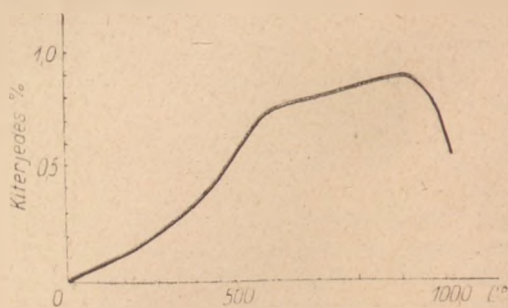
felvétel egy eléggé át nem alakult tufáról készült, melyben aránylag sok az üveges rész.

A sátoraljaújhelyi tufáról két felvételt mutatunk be (26. ábra). A 26/a görbéből a montmorillonit-tartalom mellett elég tekintélyes kvare-tartalmat olvashatunk le. A 26/b diagram nem



26. ábra. Sátoraljaújhelyi tufa dilatogramja

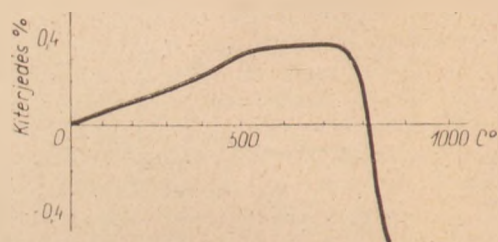
mutat kvareot, ebben a mintában több az üveges alkotórész. A bodrogkeresztúri mintáról készült görbéből (27. ábra) kvare és illit tartalomra következtethetünk.



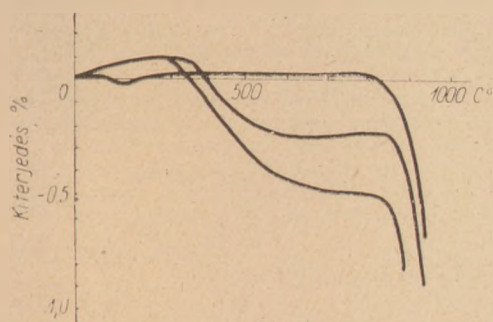
27. ábra. Bodrogkeresztúri tufa dilatogramja

Csepeli porszénhamuról készítettük a 28. ábrán bemutatott felvételt. A görbe 575°-ig mutatkozó emelkedését és ezen a hőfokon való irányváltozását félre nem érthető módon a minta kvare-tartalma okozza, 750° feletti letörését pedig, az üveges alkatrészek jelenléte.

A perlit dilatogramjáról (29. ábra) leolvashatjuk, hogy nem tartalmaz kvareot, bár sok benne az SiO_2 mennyisége, ellenben sokkal több üveget tartalmaz, mint a tufák, csaknem tiszta



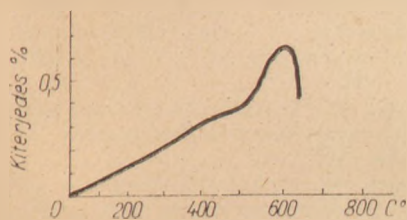
28. ábra. Csepeli porszénhamú dilatogramja



29. ábra. Perlitek dilatogramjai: a) pálházai, b) telkibányai, c) duzzasztott

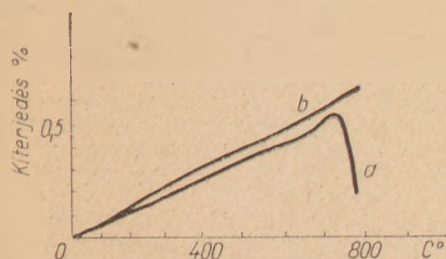
üvegből áll. Hőtágulási görbéje 350, ill. 400°-on a negatív tágulási tartományba csap át. További hevítéskor erőteljes zsugorodása mindinkább veszít intenzitásából, 700° felett már nem mutat térfogatváltozást. 850° körül nagyon erős zsugorodás jelzi a lágyulás kezdetét. A duzzasztott perlit (29/c ábra) ezek közül az effektusok közül természetesen csak az utóbbit mutatja.

A mesterséges üveg dilatogramját tünteti fel a 30. ábra. Melegítés hatására a molekulák rezgőmozgása mindjobban élénkebbé válik, ezért



30. ábra. Mesterséges üveg dilatogramja

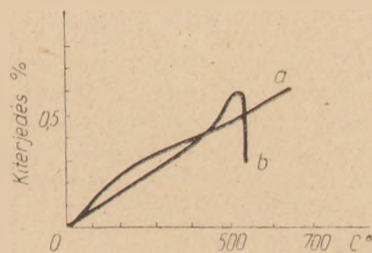
a hőtágulási görbe nagyjában egyenletes emelkedést mutat kb. 500°-ig. Ekkor a kiterjedés jellegzetes módon lelassul, majd kb. 50°-os további hőemelkedés után erőteljes tágulás következik, amit a hálószerkezet felszakadásával magyarázhatunk. A kiterjedési görbe a maximumot 500—700° körül mutatja, az üveg összetételétől függően. A legnagyobb tágulási érték elérése után bekövetkezik az üveg lágyulása, amit a görbe hirtelen esése árul el. A hőtágulási görbének a maximum elérése előtti lapultsága elmarad abban az esetben, ha az üveg belső feszültségét a kritikus hőmérsékletig történő előzetes melegítéssel megszüntetjük, illetve csökkentjük.



31. ábra. Üveges műkö (a) és kristályos műkö (b) hőtágulási görbéi

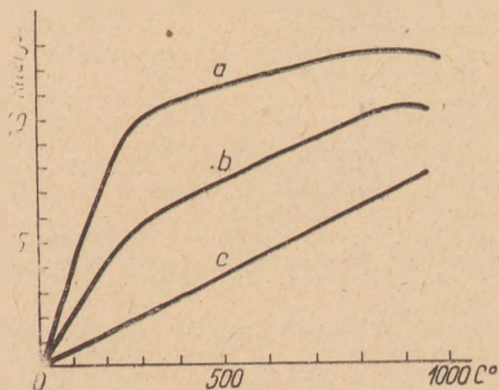
A 31. ábra üveges műkö és kristályos műkö hőtágulási görbéit mutatja. Míg az üveges műkö görbéje (31/a) jellegzetes üveg-görbe, a kristályos műkö egyenletesen emelkedő dilatogramja ennek az anyagnak egyenletes kiterjedésére enged következtetni.

A kerámiai iparban használt mázak hőtágulási görbéi természetesen ugyanolyan típusúak, mint a mesterséges üvegek görbéi. A dilatogramok nagyon hasznosak lehetnek a máz és a vele bevonandó tárgy hőtágulási együtthatóinak összehangolásakor. Ismeretes, hogy a máz akkor tartós, ha hőtágulási együtthatója megegyezik a cserép hőtágulási együtthatójával. Ha a máz hő-



32. ábra. Égetett csempemassza (a) és máz (b) hőtágulási görbéi

tágulási együtthatója számottevően nagyobb a cserépénél, akkor hűléskor a mázban húzófeszültség lép fel, hajszálrepedések keletkeznek. Ebben az esetben a máz hőtágulási görbéje a cserép görbéje felett halad. Ellenkező esetben a mázban nyomófeszültség keletkezik, és a lehűlés után a cserépről lepattogzik. A tágulási viszonyokat a két anyagról készített és egymásra rajzolt dilatogramokból közvetlenül le tudjuk olvasni (32. ábra). Fontos annak lerögzítése is, hogy a két görbe hol metszi egymást. Ha ez a metszéspont például a kvarc $\alpha = \beta$ átalakulási hőmérséklete alatt van, akkor ez az átalakulás a mázra nincs behatással. A gyakorlatban még azt a körülményt is tekintetbe kell venni, hogy a máz hőtágulási viszonyai nem pontosan egyeznek a cserépen fekvő mázréteg hőtágulási viszonyaival. A cserépen fekvő máz ugyanis a cserép anyagának fokozatos feloldása következtében rétegeiben eltérő összetételű. A máz és a cserép relatív feszül-



33. ábra. Tűzállóanyagok dilatogramjai: a) szilikátégla, b) samott, c) korvisit

ségének mérésére Steger különleges készüléket szerkesztett, mely egyoldalán mázolt cserép görbülését méri a hőmérséklet függvényében.

A tűzállóanyagipar termékei közül a 33. ábrán bemutatjuk egy szilikátgátnak, egy samott hélés-kőnek és egy korvisit hélés-kőnek a dilatogram-jait. A szilikátgátnak — nagy SiO_2 tartalmának megfelelően — a krisztobalit jellegzetes görbéjéhez hasonló görbét ad. Kiterjedése 1000°C -on eléri az $1,2\%$ -ot. A samott hőtágulása jóval kisebb mértékű és 1000°C -on sem éri el az 1% -ot. A korvisit mutatja a legegyenletesebb és legkisebb kiterjedést, ennek alapján kemencék építéséhez a három termék közül a legalkalmasabb.

Összefoglalás

Az ismertetett vizsgálati eredmények szemléltetően bizonyítják, hogy a dilatometria a szilikátipar széles területén nagyon eredményesen felhasználható, részben a jelenlevő kristályos fázisok felismerésére, részben a vizsgált anyag termikus állapotának regisztrálására. Dilatométerrel a polimorf átalakulások is könnyen követhetők. A hőtágulási görbék alakjából esetenként a kristályos szerkezet hibáira, vagy egyes ionok elhelyezkedésére és hatására is következtethetünk. A kristályszerkezet összeomlása, egyéb strukturális változások, a lágyulás kezdete és egyéb hőokozta változások könnyen követhetők. Mindezek alapján a dilatométeres vizsgálati adatok nagy segítséget nyújtanak egyes technológiai folyamatok kiértékelése és irányítása szempontjából.

Javasoljuk, hogy az üzemi laboratóriumok minél szélesebb területen alkalmazzák a dilatometrikus vizsgálatokat, részben nyersanyagaik minősítése, részben a technológiai folyamatok ellenőrzése céljára.

IRODALOM

1. Le Chatelier, H.: Sur la dilatation du quartz. Compt. rend. 108 (1889) p. 1046—1049.
2. Eitel, W.: Physikalische Chemie der Silikate. 2. kiad. Leipzig, 1941. p. 307.
3. Baudran, A.: Dilatométrie à haute température. L'Ind. Ceram. 486 (1957) p. 150—161.
4. Salming, H., Rütgen, A.: Die Wärmeausdehnung roher und gebrannter Tone. Sprechsal 64 (1931) p. 447—449.
5. Bollenrath, F.: Ein neues optisches Dilatometer. Z. Metallkunde 1933. II. 7., 1934. II. 3.
6. Keler, E. K., Andreeva, A. B.: Dilatomerticseszköz izucsenije pevedenija dnuokiszi cirkonija i ee tverdihi rasztvorov sz okiszzjami kalcija i magnija. Ogneupori, 1957/2. p. 65—67.
7. Chalmin, R.: Utilisation d'un four à accumulation d'énergie solaire pour les études dilatométriques. Génie Civil, 1953. jan. p. 236.
8. Merritt, G. E.: Interference method of measuring thermal expansion. J. Research Nat. Bur. Standards. 10 (1933) p. 59—76.
9. Sanders, J. B.: Improved interferometric procedure with application to expansion measurements. J. Research Nat. Bur. Standards, 23 (1939). p. 179—195.
10. Becher, K.: X-ray method of determining coefficient of expansion at high temperatures. Z. Physik, 40 (1926) p. 37—40.
11. Büssem, W.: Röntgenographische Ausdehnungsmessungen kristalliner Massen I. Ber. DKG 16 (1935) p. 381—392.

12. Edwards, J. W., Speiser, R., Johnston, E. L.: High-temperature structure and thermal expansion of some metals determined by X-ray diffraction data. J. Appl. Phys. 22 (1941) p. 424—428.
13. Steger, W.: Ausdehnungs- und Schwindungsmessungen an ungebrannten keramischen Massen. Ber. DKG. 19 (1938) No. 2.
14. Steger, W.: Die Längenänderungen von Kaolinen und anderen Tonmineralien beim Brennen auf 1100°C . Ber. DKG 23 (1942) p. 46, 157.
15. Chevillard, P. A.: Analyse dilatométrique des matériaux. Dunod, 1929.
16. Zwetsch, A.: Dilatométrische Messungen an keramischen Rohstoffen. Ber. DKG 32 (1955) p. 63—69.
17. Lehmann, H., Gatzke, H.: Entwicklung einer Methode zur Bestimmung von Kerngrößen für das Brennen von Rohstoffen und Massen der Steine- und Erden-Industrie. Tonindustrie-Zeitung. 81 (1957) No. 17/18 p. 291—302.
18. Mark, S. D., Emanuelson, R. C.: A thermal expansion apparatus with a silicon carbide dilatometer for temperatures to 1500°C . Am. Cer. Soc. Bull. 37 (1958) No. 4. p. 193—196.
19. Schneider, S. J., Mong, L. E.: Thermal length changes of some refractory castables. Journ. of Research, 59 (1957) No. 1. p. 1—8.
20. Baren, J.: Dilatomètre pour hautes températures. Bull. Soc. F. Cer. 18 (1953) p. 4—11.
21. Baudran, A.: Dilatométrie à haute température. L'Ind. Ceram. 1957. No. 486. p. 150—161.
22. Heindl, R. A.: Thermal expansion of refractories to 1800°C . J. Research Nat. Bur. Standards. 10 (1933). p. 715—735.
23. Liebermann, A., Crandall, W. B.: Design and construction of a self-calibrating dilatometer for high-temperature use. J. Am. Cer. Soc. 35 (1956) p. 304—308.
24. Rüttgen, A.: Das Dilatometer und seine Anwendung in der keramischen Industrie. Ber. DKG 29 (1952) p. 143—158.
25. Zwetsch, A.: Über die Vorgänge in keramischen Massen beim Anwärmen. Ber. DKG 32 (1955) p. 317—364.
26. Takáts T., Kiss L.: A bombolyi kaolinbánya anyagának vizsgálata. Épitőanyag 11 (1959) p. 34—46.

Dr. Takáts Tibor—Fehér Ottóné : Dilatométeres vizsgálatok a szilikátiparban.

A szilikátipar nyersanyagainak és termékeinek a hőmérséklet változtatása következtében beálló méretváltozása a szilikátipar egész területén rendkívül fontos szerepet játszik. A hőokozta kiterjedés, mint az anyagok egyik legjellemzőbb fizikai tulajdonsága, tájékoztatást ad arról, hogy az anyagban a hőmérséklet változása alkalmával — szilárd halmazállapotban — milyen strukturális változások mennek végbe. Ezen túlmenően a dilatométerrel nem csak a hőmérséklet változtatásával kapcsolatos szerkezeti átalakulások, hanem konstans hőmérsékleten lejátszódó átalakulások is követhetők. Szerzők a használt készülék ismertetése után foglalkoznak a felfűtési sebességgel, a felfűtés egyenletességének, a szemmagyságnak és a sajtolási nyomás nagyságának a mérési eredményekre gyakorolt hatásával. Ismertetik néhány fontos alapanyag, valamint számos szilikátipari nyersanyag és termék dilatogramját. A görbék kiértékelik. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a dilatometria a szilikátipar széles területén eredményesen felhasználható, részben a jelenlevő kristályos fázisok felismerésére, részben a vizsgált anyag termikus állapotának regisztrálására. Dilatométerrel a polimorf átalakulások is könnyen követhetők. A hőtágulási görbék alakjából esetenként a kristályos szerkezet hibáira, vagy egyes ionok elhelyezkedésére és hatására is következtethetünk. A kristályszerkezet összeomlása, egyéb strukturális változások, a lágyulás kezdete és más hőokozta változások könnyen felismerhetők.

Тибор Такач—Фехер Оттоне : ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Изменение в размерах изделий, вызванное изменением температуры, является главнейшим вопросом, имеющим большое значение во всех областях силикатной промышленности. Температурное расширение, как одно из наиболее характерных физических свойств материалов, дает информацию о структурных изменениях, происходящих в материале при изменении температуры в твердом состоянии. Кроме этого, с применением dilatометра могут рассматриваться не только конструктивные изменения, связанные с изменением температуры, а также изменения, происходящие при постоянной температуре. После изложения применяемого аппарата авторы рассматривают влияние скорости разогрева, равномерности разогрева, крупности зерна и прессовочного сжатия на результаты измерения. Рассматриваются dilatограммы несколько важных исходных материалов, некоторых видов силикатных сырьевых материалов и изделий. Авторами анализируются кривые. На основе результатов измерений можно установить, что dilatометрия может применяться в широких областях силикатной промышленности, частью для выяснения существующих кристаллических фаз и частью для регистрации термического состояния рассмотренного материала. Полиморфные превращения также могут рассматриваться с применением dilatометра. В отдельных случаях по форме кривых термического расширения можно заключить вывод о дефектах кристаллической структуры или о размещении и влиянии некоторых ионов. Разрушение кристаллической структуры, другие изменения в структуре, а в дальнейшем изменения, вызванные началом размягчения и т. д. могут легко различаться.

Dr. Tibor Takáts—Frau Otto Fehér : Dilatometrische Untersuchungen in der Silikatindustrie.

Die Massveränderungen infolge von Temperaturveränderung der Rohstoffe und Produkte der Silikatindustrie spielen auf dem ganzen Gebiete der Silikatindustrie eine wichtige Rolle. Die Wärmeausdehnung — eine der wichtigsten Eigenschaften der Stoffe — gibt Bescheid über die in den Stoffen im Festigkeitszustand ablaufenden strukturellen Veränderungen, als Funktion der Temperaturveränderung. Überdies können wir mit dem Dilatometer nicht nur die Strukturumbildungen im Zusammenhang mit der Temperaturveränderung, sondern auch die bei konstanter Temperatur folgen. Die Autoren beschreiben die benutzte Apparatur, und in den Folgenden behandeln sie die Wirkung der Aufheizgeschwindigkeit, der Gleichmässigkeit der Aufheizung und der Korngrösse, schliesslich der Grösse des Pressdruckes auf die Ergebnisse der Messungen. Sie beschreiben die Dilatogrammen einiger wichtigen Grundstoffe, ferner zahlreicher Rohstoffe und Produkte der Silikatindustrie. Die Kurven werden ausgewertet. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse können wir feststellen, dass der Dilatometer auf dem Gebiete der Silikatindustrie mit gutem Erfolg verwendbar ist, teils zur Erkennung der anwesenden Kristallphasen, teils zur Registrierung des thermischen Zustandes der zu untersuchenden Materialien. Mit dem Dilatometer können wir auch die polymorphen Umwandlungen leicht folgen. Von Fall zu Fall können wir nach der Form der Wärmeausdehnungskurven auf die Fehler der Kristallstruktur, oder auf die Einstellung und die Wirkung der einzelnen Ionen folgern. Der Zusammenbruch der Kristallkonstruktion, die anderen strukturellen Änderungen, der Beginn der Erweichung, ferner andere Wärmeveränderungen sind leicht erkennbar.

Magas MgO tartalmú portlandcement

DOLEZSAI KÁROLY

Sok cementgyárnak problémája, hogy a bányai tiszta kővagyonai kifogyóban vannak és a termelést mindinkább eldolomitospodott rétegekből kell beszereznie.

A dolomit kőnek a tiszta kötőtől történő elválasztása igen nehéz és költséges feladat, ezért a kutatások olyan irányban folynak, hogy a magas MgO-tartalmú cementek káros magnéziaduzzadását megakadályozzák.

A problémával igen sok kutató foglalkozott és igen sokféle álláspontot képviseltek. Csak a legutóbbi időben a vizsgálati módszerek fejlődésével kezd az álláspont egységes lenni és megállapították a különböző tényezők hatásának mértékét.

Az utóbbi években a kísérleti tapasztalatok alapján a Szovjetunióban és Csehszlovákiában nagyüzemileg is előállítanak magas MgO-tartalmú portlandcementet, amelyet gondosan ellenőriznek és a belőle készült műanyagokat hosszú időn át figyelik a magnézia-duzzadás alattomos, hosszú idő után történő fellépése miatt.

Magyarországon az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet is tervbe vette, hogy foglalkozik a magas MgO-tartalmú cementekkel s munkájához kiindulással az alább közölt irodalmi összefoglaló szolgál.

A magnéziumoxid hatására fellépő duzzadás

A magnéziaduzzadás káros jelenségét az 1880 körül épített kassai törvényszék épületénél, majd Franciaországban figyelték meg először, s a szakemberek [Lechartier (1), Dyckerhoff (2), Candlot (3) és Erdmenger (4)] hosszú időn át tartó vizsgálatok derítették csak fényt az építés után évekkel fellépő káros duzzadás okára.

A mészduzzadáshoz hasonlóan a magnézia-duzzadást a szabad MgO hidratációja idézi elő. A kétféle duzzadás között mégis nagy különbség van, mert míg a méshidratációja 28 napos vízben történő tárolás, vagy a cementpróbatestek főzése során végbemegy, a túlégetett MgO a vízzel sokkal lassabban reagál, s a káros duzzadás kimutatására a cementszabványok által előírt szokásos módszerek nem alkalmasak.

A magnéziaduzzadás felismerésére évekig tartó megfigyelésre van szükség. Kühl (5) négy, lényegében azonos összetételű, de különböző MgO-tartalmú cementből készült próbatesteket 5 éven át vizsgált és az alábbi eredményeket kapta: A 2,12% MgO-tartalmú cement szilárdsága nem mutatott visszaesést. A 6,48% MgO-t tartalmazó cement szakítószilárdsága öt év múlva kis csökkenést mutatott. A 12,21% MgO-tartalmú cement szakítószilárdsága 3 év múlva kezdett csökkenni. A 18,14% MgO-tartalmú cement szakítószilárdsága 1 év múlva kezdett visszaesni és 5 év múlva már a nyomószilárdság is csökkenést mutatott.

A magnéziaduzzadás víztárolás melletti hidratációját Budnikov (6) vegytiszta magnézium-

oxiddal vizsgálta és az alábbi eredményeket kapta:

1200 °C-on égetve 30 napon át vízben tárolva 95%-ig hidratált.

1300 °C-on égetve 30 napon át vízben tárolva 70%-ig hidratált.

1450 °C-on égetve 30 napon át vízben tárolva 33%-ig hidratált.

1450 °C-on égetve 1 évig vízben tárolva 53%-ig hidratált.

A magnéziaduzzadás vizsgálatára Erdmenger javaslatára bevezették az autoklávpróbát, amely a kutatók megállapítása szerint a legjobb módszer a periklász hidratációjának előidézésére. Így Gille (7) szerint a hidratáció 215 °C-on 3 óra alatt kvantitatív végbemegy. Budnikov (6) ugyancsak autoklávban, 8 atm nyomáson 4 órán át tartó kezeléssel készítette hidratációra a periklászt. Jirku (8) a 21 atm. nyomás alatti gőztérben történő kezelést tartja igen jó módszernek és az amerikai cementszabvány (9) is az autoklávpróbát írja elő a térfogatállandóság vizsgálatára.

A magnéziumoxid szerepe a portlandcementklinkerben a fázisdiagramok alapján

Egykomponensű rendszer

A klinker MgO-tartalma a nyersanyagok magnezit vagy dolomit tartalmából származik.

A magnezit disszociációja egy lépcsőben történik. A disszociációs hőmérséklete 450 °C körül, a disszociációs hő 215 kal/g értékkel endoterm.

A dolomit disszociációja két lépcsőben történik, ami arra vall, hogy a kettős vegyület már a disszociáció kezdete előtt szétesik. A hevítés folyamán 780 °C körüli hőmérsékleten dekarbonizálódik a $MgCO_3$, majd 940 °C körüli hőmérsékleten a $CaCO_3$.

Az égetés során keletkezett MgO mérhető sebességgel reagál a vízzel, és pedig annál gyorsabban, minél közelebb volt az égetési hőmérséklet a disszociációs hőmérséklethez. Magasabb hőmérsékleten ugyanis a szemcsék durvulása és periklász-képződés jön létre, ami a vízzel szembeni reakciókészséget csökkenti. A vízzel szembeni inaktivitást jól igazolja az a tény, hogy a periklász a természetben is előfordul.

Kétkomponensű rendszer

1. Magnéziumoxid—kovasav rendszer

Két vegyület képződhet. A monomagnézium-szilikát, melynek α módosulata az enstatit, β módosulata a klinoenstatit, γ módosulata a protoenstatit, valamint a dimagnéziumszilikát, vagy forsterit.

A monomagnéziumszilikát hígított savakban egyáltalán nem oldódik, tömény savak csak kis mértékben támadják meg. Víz és gőz hatására a hidrolízisük csak igen lassan, geológiai idők alatt megy végbe.

A forsterit a monomagnéziumszilikáttal ellentétben híg sósavban oldódik, a víz azonban nem támadja meg észrevehetően.

2. Magnéziumoxid—alumíniumoxid rendszer

A rendszer nagyon egyszerű, mert csak egy vegyület képződhet, a monomagnéziumaluminát vagy spinell (10).

A spinell molekulasúlya 142,26; 28,3% magnéziumoxidot és 71,7% alumíniumoxidot tartalmaz. Fajsúlya 3,64, keménysége 8. Szabályos rendszerben kristályosodik, törésmutatója $n = 1,715$.

Kristályrácsába szilárd oldat alakjában kis mennyiségű Al_2O_3 -at tud felvenni. Sem a savak, sem a víz nem támadják meg.

3. Magnéziumoxid—vasoxid rendszer

A rendszerben a spinellnek megfelelően csak egy vegyület van, a monomagnéziumferrit.

Roberts és Merwin megállapítása szerint kis mennyiségű MgO-t és Fe_2O_3 -ot is fel tud venni rácsába.

Háromkomponensű rendszer

1. Kalciumoxid—magnéziumoxid—kovasav rendszer

A kettős rendszerben említett vegyületeken kívül öt újabb hármas vegyülettel lehet számolni:

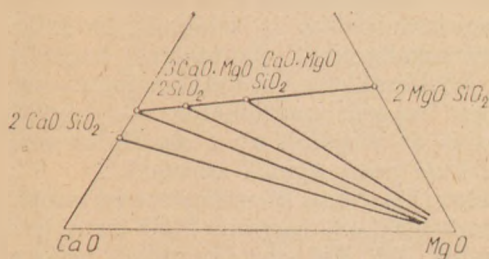
1. monticellit CaO MgO SiO_2
2. diopsid CaO MgO $2SiO_2$
3. ackermanit $2CaO$ MgO $2SiO_2$
4. merwinit $3CaO$ MgO $2SiO_2$
5. vegyület $5CaO$ MgO $6SiO_2$

Fenti öt vegyület közül magnéziadús portlandcementeknél gyakorlatilag a monticellit és merwinit jön tekintetbe.

A monticellit molekulasúlya 156,46; 35,8% CaO , 25,8% MgO és 38,4% SiO_2 -ből áll. Rombos rendszerben kristályosodik. Fajsúlya 3,11—3,27, keménysége 5—6.

A merwinit molekulasúlya 328,68; 51,2% CaO , 12,3% MgO , 36,5% SiO_2 -ből áll. Csak szilárd fázisok közti reakció révén lehet létrehozni, mivel disszociációs hőmérséklete olyan alacsony, hogy olvadékból nem választható ki.

A rendszer egyes vegyületei közötti fázis-egyensúlyok szempontjából döntő a konjugációs vonalak helyzete. Ezekből ugyanis kitűnik, hogy a kalciumoxid—magnéziumoxid—kovasav rendszer-

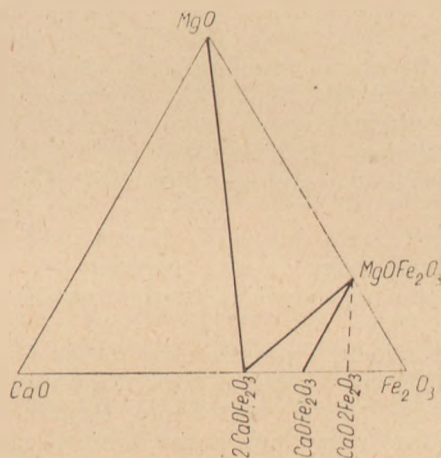


1. ábra. CaO — MgO — SiO_2 rendszer

ben magnéziumvegyület csak olyan olvadékból kristályosodhat ki, amely a háromszög bázikusabb részétől távol fekszik, s határát a $2CaOSiO_2$ — MgO konjugációs vonal alkotja. Nagyobb kalciumoxid-tartalmú olvadékokból sohasem válhat ki magnéziumszilikát, hanem mindig csak magnéziumoxid (periklász) (11).

2. Kalciumoxid—magnéziumoxid—alumíniumoxid rendszer

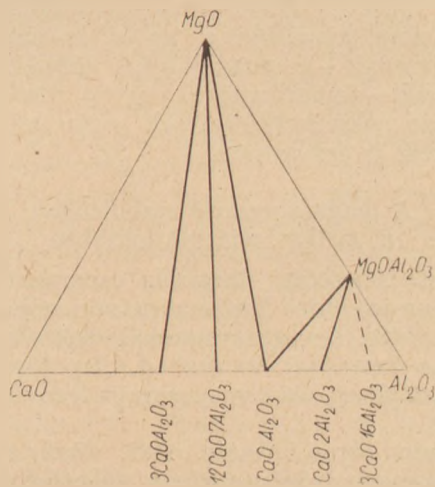
A rendszerben hármas vegyület nincs. Itt is fontos a konjugációs vonalak helyzete, mert ebből kitűnik, hogy azon olvadékok határát, amelyekből spinell válhat ki, a CaO Al_2O_3 MgO konjugációs vonal alkotja. Spinell csak viszonylag alacsony kalciumoxidtartalmú olvadékokból képződhet, amelyeknek kalciumoxidtartalma a monokalcium-aluminátét nem haladja meg (11).



2. ábra. CaO — MgO — Al_2O_3 rendszer

3. Kalciumoxid—magnéziumoxid—vasoxid rendszer

A rendszerben hármas vegyület nincs. Fontos a konjugációs vonalak helyzete, amelyekből kitűnik, hogy a magnéziumferrit megjelenésének határát a $2CaO$ Fe_2O_3 — MgO konjugációs vonal alkotja. Ebben különbözik a kalciumoxid—magnéziumoxid—alumíniumoxid rendszertől, amelyben a magnéziumvegyület csak a monokalciumaluminát-nak megfelelő kalciumoxid tartalomig léphet fel.



3. ábra. CaO — MgO — Fe_2O_3 rendszer

4. *Magnéziumoxid—vasoxid—alumíniumoxid rendszer*

A rendszer kimerítő vizsgálata még nem történt meg, de Schwiete és zur Strassen (12) munkáiból ismerjük, hogy a monomagnéziumaluminát és monomagnéziumferrit hiánytalan keveréksort alkotnak egymással és Sanada (13) azt is kimutatta, hogy a két magnéziumvegyület ezen szilárd keverékei 1250 °C-on közbelső vegyületeként aránylag könnyen fellépnek még akkor is, ha negyedik komponensként kalciumoxid is jelen van nagyobb mennyiségben.

Négy- és többkomponensű rendszerek

1. *Kalciumoxid—magnéziumoxid—alumíniumoxid—kovasav rendszer*

Klein és Phillips (14) azon vizsgálataik során, melynek célja az volt, hogy a magnéziumoxid a klinkerben helyettesíteni tudja-e a kalciumoxid egy részét, arra a megállapításra jutottak, hogy a 2CaO SiO_2 és CaO MgO SiO_2 vegyületek kismértékben oldódnak egymásban, s ennek következtében a klinker dikalciumszilikátja meghatározott mennyiségű magnéziumoxidot tud rácsába felvenni.

Hansen (15) és később Jänecke (16) is megállapították, hogy ez nem lehetséges és egyetlen esetben sem képződnek magnéziumtartalmú szilárd oldatok.

A rendszerre vonatkozóan fontos Murdie és Insley (17) azon közlése, hogy magnéziumot tartalmazó rendszerek esetében a Rankin-diagram mezőhatárai eltolódnak a kalciumoxid sarok irányában.

2. *Kalciumoxid—magnéziumoxid—alumíniumoxid—vasoxid—kovasav rendszer*

A magnéziumoxid hármass rendszerben végzett vizsgálatából azt a végkövetkeztetést vontuk le, hogy megfelelően magas kalciumoxid-tartalom esetén a magnéziumoxidnak periklász alakjában kell az olvadákegyensúlyban résztvenni. Kérdés, hogy ez a következtetés több komponensből álló rendszerekre érvényes-e.

Hansen (15) vizsgálatai során megállapította, hogy a mész és magnéziumoxid között szilárd fázisok nem képződnek, s így a kalciumoxid—magnéziumoxid—kovasav és a kalciumoxid—magnéziumoxid—alumíniumoxid egyes rendszerekre vonatkozó végkövetkeztetések ezen rendszerek összeségére is érvényesek.

A magnéziumoxid stabilizálása a portlandcementklinkerben

Mint ismeretes, duzzadás szempontjából a klinkerben jelenlevő MgO-nak nem a teljes mennyisége aktív. A magnéziumoxid csak akkor idéz elő káros duzzadást, ha szabad állapotban periklász formájában bizonyos mennyiségben felül van jelen.

Minden olyan behatás tehát, amely a szabad periklász mennyiségét csökkenti, lehetőséget nyújt a klinkerben levő MgO mennyiségének növelésére.

A magnézia mennyiségének növelése a cement minősége szempontjából a duzzadáson kívül is káros. A magnéziumoxid ugyanis a fázisdiagramok tanúsága szerint nem képez vízzel hidrolizáló, hidraulikus kötőanyagot, s így mennyisége és az általa lekötött egyéb hidraulicitást hordozó tényezők mennyisége nem jöhet tekintetbe a cement szilárdulása szempontjából.

A különböző kutatók, akik magas MgO-tartalmú portlandcement előállításával foglalkoztak, csaknem kivétel nélkül a periklász mennyiségének csökkentését tűzték ki célul kémiai, égetéstechnikai és hűtési módszerekkel. Csupán az utóbbi időben Gille (7) kutatásai alapján vált ismeretessé, hogy a duzzadás mértékére a periklász mennyiségén kívül annak kristálméret nagysága is erős befolyással van. Vizsgálatai azt mutatják, hogy ha az MgO hidratációja során fellépő nyomás sok apró centrumra oszlik el, a cementenyv könnyebben felveszi a fellépő feszültséget valószínűleg azért, mert a keletkező brucitot ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) részben felveszik a cementenyv mikropórusai, részben a brucit a cementenyvvel reakcióba lép.

Ezek a megállapítások felvilágosítást adnak arra is, hogy azonos MgO-tartalom esetén az egyik cement miért duzzad, a másik pedig nem.

A periklász mennyiségének csökkentésére legkézenfekvőbb módszer az abszolút MgO-mennyiség csökkentése, illetve korlátozása. Gille (7) szerint a csökkenő MgO-tartalommal a periklász mennyisége párhuzamosan csökken. Kísérletei során megállapította, hogy normális hűtési feltételek mellett 2—2,5% összes MgO-tartalom fölött a periklász a klinkerben mikroszkóp alatt jól felismerhető.

A különböző szabványok az MgO-tartalom korlátozásával védekeznek a káros duzzadás ellen. A legtöbb szabvány 5%-ban korlátozza az MgO mennyiségét, de nagy számban vannak ettől eltérő értékek is. Így Csehszlovákia 6%-ot, Szovjetunió 4,5%-ot, Izrael, Norvégia, Anglia, Törökország 4%-ot, Dánia, Belgium, Olaszország pedig csak 3%-ot enged meg.

A kémiai módszerrel történő megkötés lényege, hogy az MgO-val olyan vegyületet kell képezni, amely a víz hatására nem hidrolizál, vagy a klinkerben jelenlevő ásványokkal és olvadékokkal szilárd oldat alakjában fel kell vetetni az MgO-t.

Az MgO vegyület alakjában történő lekötése a fázisszabályok értelmében elméletileg nem lehetséges, mert olyan mészdús rendszereknel, mint a portlandcement, sem magnéziumaluminát, sem kalcium—magnéziumszilikát vegyületek nem keletkezhetnek.

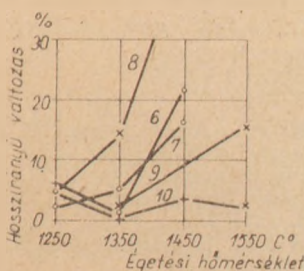
Ezen megállapításokkal a különböző szerzőknél ellentmondásokat is találunk. Budnikov (6) röntgenvizsgálatokkal kimutatta, hogy alacsonyabb hőmérsékleten égetett magnéziadús klinkerekben magnéziumszilikátok — monticellit, akermanit és mervinit $a > 1$ alumíniummodulusú klinkereknel pedig spinell képződött.

Bates (18) arra a következtetésre jutott, hogy a klinkerben 8%-nál nagyobb MgO-tartalom esetén monticellit, 10% MgO-tartalom fölött pedig spinell képződhet.

Kühl (19) ugyancsak lehetségesnek tartja spinell képződését a klinkerben, ha az alumínium és magnéziumoxid mellett vas is van jelen, amely a spinell képződését katalizálja. Magas Fe_2O_3 -tartalmú magnéziadús nyerslisztek hevítésénél talált is spinell közbelső képződésére mutató jeleket (20).

Hansen és Brownmiller (21), valamint Serow (22) szerint megvan a lehetősége annak, hogy a magnézium 2CaO MgO Fe_2O_3 és 4CaO 2MgO Al_2O_3 Fe_2O_3 vegyület alakjában legyen jelen.

Beljankin és Lapin (23) mervinit, Schwiete és zur Strassen (24) 3CaO MgO 2SiO_2 és MgO (Al , Fe) O_3 vegyület képződését tartják lehetségesnek a klinkerben.



4. ábra

Ezzel szemben Bogue (25) és Toropov (26) és még más kutatók a portlandcementklinkerben nem találtak komplikált vegyületeket és arra a megállapításra jutottak, hogy az MgO főtömegében szabad állapotban, periklász alakban van jelen.

A szerzők többsége a magnéziavegyületek képződésének lehetősége mellett foglal állást és megállapításaik feltehetőleg indokoltak. A fázisdiagramok ugyanis egyensúly esetére vonatkoznak. A klinker égetése során egyensúlyok létrejöttére azonban nem számíthatunk, a reakciók jórészt szilárd fázisok közt mennek végbe. Elvileg tehát feltételezhető magnéziavegyületek létrejötte, amelyek átmeneti vegyületeként kezelendők. Amennyiben ugyanis a rendszert tovább hevítjük és mind nagyobb mennyiségű olvadék keletkezik, létrejön a fázisdiagramok által megszabott egyensúly, a magnéziavegyületek eltűnnek és megjelenik a periklász.

Ezt a következtetést jól alátámasztja Budnikov (6) kísérlete, aki azt találta, hogy az égetési hőmérséklet emelkedésével nő a periklász mennyisége és a duzzadás mértéke (1. és 2. táblázat és 4. ábra).

1. táblázat

A klinker MgO -tartalma az égetési hőmérséklet függvényében

Égetési hőmérséklet (°C)	Összes MgO analitikai úton meghatározva	MgO NH_4Cl -es extrakcióval meghatározva	Szabad MgO		Petrográfiai analízissel
			röntgen-analízissel	Toropov módszerével	
1250	18,5	11,7	9,6	4,9	4,0
1350	18,5	13,3	10,5	5,4	4,0
1450	18,5	16,1	13,2	7,5	8,5
1550	18,5	17,8	14,6	8,5	12,5

2. táblázat

A vizsgált klinkerek ásványi összetétele

A klinker száma	C_2S	C_3S	C_3A	C_4AF	C_2F	MgO
6	42,90	23,40	—	18,60	0,17	16,03
7	40,00	21,90	—	22,05	0,27	16,66
8	34,22	18,73	—	29,25	0,25	18,54
9	42,83	15,90	6,10	20,35	—	15,00
10	43,90	21,20	6,10	19,38	—	9,35

A kémiai összetételtől függ a klinker ásványi összetétele és a keletkező olvadék mennyisége is, ezek pedig ugyancsak hatással vannak a periklász mennyiségére, mert a klinkerásványok egy része és az olvadék nagyobb mennyiségű MgO -t képes rácsába felvenni, ill. lekötni.

Így Newman, Wells és Greene (27) megállapításai szerint a dikalciumszilikát 0,5% MgO -t tud rácsába felvenni.

Insley (28) szerint a tetraalciumaluminátferrit 1%-ig terjedő magnéziamentenységet tud rácsába felvenni, Schwiete és zur Strassen (12) szerint a felvett abs. magnéziamentenység 2%.

Dubuisson (29) szerint a tetraalciumaluminátferritnek megvan az a képessége, hogy nagyobb mennyiségű MgO -t térfogatállandó vegyület alakjába hozzon.

Bogue (30) szerint a klinkerben levő olvadék kb. 6%-ig vehet fel magnéziát.

A vasnak a spinellképződést katalizáló hatása, valamint a tetraalciumaluminátferrit és olvadék magnéziamegkötő-képessége miatt a kutatók legtöbbször magas MgO -tartalmú klinkerek előállítását esetén a vasoxidtartalom felemelését javasolja.

Ide kell sorolni a magas MgO -tartalmú cementek tekintetében ma már klasszikusnak számító Balthasar-féle eljárást (31), amelyben azt vélte megállapítani, hogy a cement magasabb MgO -tartalma nem lényeges, ha egyidejűleg a vasoxid tartalom emelésével és magas hőmérsékleten a zsugorodási idő meghosszabbításával magnéziumferrit képződésének feltételeit megteremti. A szükséges vasoxid mennyiségét az alábbi képlet alapján számolta

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 + 0,2\% \text{ MgO}$$

Balthasar azért kelthetett nagy feltűnést magas MgO -tartalmú cementjével, mert a térfogatállandóságot 28 napos víz és főzési próbával igazolta. Kühl és Meyer (32), valamint Éitel (33) vizsgálatai a későbbiek során bebizonyították, hogy nagyobb magnéziamentenységek még a Balthasar-féle feltételek mellett is veszélyesek.

A Balthasar-féle vasoxid-egyenlet érvényességét Budnikov (6) 1475 °C-on égetett anyagokkal felülvizsgálta és megállapította, hogy az egyenlet szerinti vasoxidmennyiségből számított tetraalciumaluminátferrit nem képes 10%-nál nagyobb mennyiségű MgO káros duzzadást előidéző hatását megszüntetni.

A periklász kristályok szemmagyságának befolyását Gille (7), Budnikov (6) és Jirku (8) vizsgálták.

Gille megállapította, hogy míg az 1% 30–60 μ szemmagyságú periklász tartalmazó cement káro-

sanduzzad, 15–30 μ közti szemnagyság esetén nem mutatkozik duzzadás. 5–15 μ szemnagyság mellett a káros duzzadás 2%, 5 μ szemnagyság alatt 4–6% periklász tartalom fölött lép fel.

Budnikov az égetési hőmérséklet hatását vizsgálta olyan szempontból, hogy mennyiben befolyásolják a periklász szemnagyságát. Azt találta, hogy amíg az égetési hőmérséklet 1250–1350 C° közt van, a periklász kristályok mérete 1–2 μ alatti. Az 1450–1550 C°-on égetett klinkereknél 15–20 μ -os szemnagyságot talált, ami felmegy 60 μ -ig.

Jirku közlése szerint úgy nyerhetünk apró kristályos periklászt, hogy csökkentjük a folyékony fázis mennyiségét és csökkentjük annak viszkozitását. E hatásokat a szilikát és alumíniummodulus változtatásával idézik elő. Különböző MgO-tartalom mellett az alábbi modulus értékeket javasolja:

	Szilikát-modulus	Alumínium-modulus
15% MgO	2,65	1,4
10% MgO	2,45	1,6
7–8% MgO	2,3	1,8–2
6% MgO	2,1	2 —2,5

A klinker hűtési sebességére vonatkozóan Lerch és Taylor (34) azt találták, hogy kisméretű káros duzzadási hajlam csökkenthető a gyors-hűtés révén.

Budnikov már megállapította, hogy alacsony, 1350 C° körüli égetési hőmérséklet esetén a hűtés sebesség a szabad MgO mennyiségére nincs jelentős befolyással, míg magasabb, 1550 C° körüli égetési hőmérséklet esetén a hűtési sebesség hatása jelentős. A gyorsan hűtött klinkerben a szabad MgO mennyisége csak 70%-a volt a lassan hűtött klinkerének.

Jirku (8) ugyancsak jelentősnek tartja a hűtés sebességét.

A káros magnéziaduzzadás mértékére különböző adalékanyagok is befolyással vannak. Budnikov (6) szerint 1–2% magnézium, vagy kalcium-klorid a 16% alatti MgO-tartalmú klinkerek duzzadását csökkentette. Gipsz és magnézium-szulfát nem gyakoroltak jelentős befolyást a térfogatváltozásra.

Gille (7) és Rosa (35) közli, hogy nagyobb mennyiségű, 30–70% kvare, trasz és kohósalak-adalékkal a magas MgO-tartalmú cementeket térfogatállandóvá lehet tenni.

Az MgO egyéb hatásai

A magnéziának a már tárgyalt káros hatásokon kívül nagy szerepe van a klinker zsugorítása és a klinkerásványok képződése során.

A magnéziumoxid hatása nagyobb a vas-oxidénál és Hansen megállapítása szerint 5,3% MgO hozzáadásával a trikalciumszilikát, dikalciumszilikát, trikalciumaluminát és olvadéka közti hármas eutektikum 1455 C°-ról 1375 C°-ra eszik.

A zsugorodási hőmérséklet csökkenése mellett ügyelni kell arra, hogy Hansen szerint a magnézium-oxid olvadékba menetele kalciumoxid lehasítása mellett disszociálja az olvadékba menő trikalcium-aluminátot, aminek következtében a 2CaO SiO₂

egy része 3CaOSiO₂-é alakul. Ha a mészdús rendszer nem rendelkezik a disszociációkor fel szabaduló CaO felvételére elegendő 2CaOSiO₂-vel, úgy a rendszer szabad CaO-t tartalmaz és ezáltal azt a téves benyomást adhatja, hogy a magnézia a vegyületeiből kiszorította a mész egy részét.

IRODALOM

1. Lechartier : Compt. Rend. 102. 1223 (1886).
2. Dyckerhoff, R. : Zement-Protokolle, 1888, 30 ; 1889, 24 ; 1890, 36 ; 1892, 66 ; 1893, 26 ; 1894, 29. "Tonindustrie Ztg. 32. 236 (1908).
3. Candlot : Engineer 63. 219 (1887) 70. 358 (1890).
4. Erdmenger : Zement-Protokolle 1893. 26, 37 ; Tonindustrie Ztg. 17. 317 (1893).
5. Kühl—Paraga—Pondal—Baents : Zement 23, 84 (1934).
6. Budnikov—Vorobjev : Silikattechnik 4 (1958).
7. Gille : Zement-Klak-Gips 5 (1952).
8. Jirku : Stavba 7 (1959).
9. ASTM 151—54.
10. Rankin—Merrin : Amer. Journ. Sci. 45. 301 (1918).
11. Kühl : Zementchemie II. 100. old.
12. Schwiete—zur Strassen : Zement 25. 861 (1936).
13. Sanada : Journ. Soc. Chem. Ind. Jap. Suppl. Bind. 40. 243. B. (1937).
14. Klein—Phillips : 8. Intern. Congr. Appl. Chem. 5. 73 (1912).
15. Hansen : Journ. Amer. Chem. Soc. 50. 3081 (1928).
16. Jänecke : Neues Jahrb. Mineralog 69. A. 296 (1935).
17. Murdie—Insley : Bur. Stand. Journ. Res. Paper 16. 5 (1936).
18. Bates : Technol. Pap. Bur. Stand. 12 (1918).
19. Kühl—Meyer : Tonindustrie Ztg. 1 (1936).
20. Kühl—Meyer : Tonindustrie Ztg. 58. 6. 27. 40 (1934).
21. Hansen—Brownmiller : Amer. Journ. Sci. 15 (1928).
22. Serov—Lefand : Zement 1. (1934) és 7 (1953).
23. Beljankin—Lapin : Építési kötőanyagokra vonatkozó munkák gyűjteménye. Moszkva (1948).
24. Schwiete—zur Strassen : Zement, 25. 843. 861. 879 (1936).
25. Bogue : The Chemistry of Portl. Cement (1955).
26. Toropov : Cementkémia Moszkva (1956).
27. Neumann—Wells : Bur. Stand. Journ. Research 36. 137 (1945).
28. Insley : Bur. Stand. Journ. Res. Techn. Paper, 17. 3 (1936).
29. Dubuisson : Revue des Matériaux 412 (1950).
30. Bogue : The Chemistry of Portl. Cement 105 (1947).
31. Balthasar : Tonindustrie Ztg. 49. 227 (1935) ; 56. 1016 (1932). 58. 194 (1934).
32. Kühl—Meyer : Tonindustrie Ztg. 58. 1, 3, 4 (1934).
33. Etel : Zement Port. 1936. I. 139.
34. Lerch—Taylor : Concrete CMS 45, 199. 217 (1937).
35. Dr. Rosa : Eljárás több, mint 6% Mg-ot tartalmazó cement térfogatállandóságának rögzítésére. Szabdalom. Magyarországon bejelentve 1956.

Dolezsai Károly : Magas MgO tartalmú portlandcement.

A magas MgO tartalmú cementek káros duzzadását a szabad állapotú MgO (periklász) hidratációja okozza. Minden olyan tényező, amely a periklász mennyiségét, vagy a periklász kristályok rugyságát csökkenti, lehetőséget ad az MgO tartalom növelésére.

A káros duzzadás kimutatására csaknem minden szerző az autokláv próbát tartja jónak.

A periklász mennyisége csökkenthető kémiai módszerekkel, amikor is vegyületek, vagy szilárd oldat alakjában inaktív formában leköti az MgO egy része. A szerzők közt nincs egységes álláspont fentiekre vonatkozóan. Valószínűnek látszik, hogy a vasoxid tartalom növelése pozitív hatással van a duzzadás csökkentésére.

Az égetési technika tekintetében sem egységes az álláspont. Valószínű, hogy az alacsony égetési hőmérséklet kedvező hatású. A hűtési sebesség növelése ugyancsak kedvező.

A periklász kristály szemmagyságának hatása a szerzők szerint egyértelmű. Az alacsony égetési hőmérséklet, megfelelően megválasztott kémiai összetétel és gyors hűtés kedvező befolyással van.

Különböző adalékanyagok, mint 1—2% CaCl_2 , MgCl_2 , valamint nagyobb mennyiségű kvarc, kohósalak, traszadalék, a duzzadást csökkentik.

Кароль Долежсай : ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ MgO.

Вредное вспучивание цементов, содержащих большое количество MgO , вызывается гидратацией свободного MgO (перикласа). Все факторы, вызывающие снижение количества перикласа или размера кристаллов перикласа, позволяют увеличение содержания MgO .

Авторы вообще считают, что для выявления вредного вспучивания наиболее удовлетворительным методом является автоклавная проба.

Снижение количества перикласа может достигнуто с применением химических методов, при котором часть MgO связывается в неактивной форме, в виде соединений или твердых растворов. В этом авторы не соглашаются. Считается вероятным, что увеличение содержания окиси железа оказывает положительное влияние на снижение вспучивания.

В отношении техники обжига авторы также не соглашаются. Вероятно, что низкая температура обжига оказывает благоприятное влияние. Благоприятным считается также ускорение скорости охлаждения.

Авторы соглашаются во влиянии крупности зерен кристаллов перикласа. Низкая температура обжига, хорошо выбранный химический состав и уско-

ренное охлаждение оказывают положительное влияние. С добавлением различных добавок, как например 1—2% CaCl_2 , MgCl_2 , повышенного количества кварца, доменного шлака, трасовых заполнителей и т. д. снижается вспучивание.

Károly Dolezsai : Portlandzement grossen MgO -Gehaltes.

Die schädliche Schwindung der Zemente mit grossen MgO -Gehalt wird durch die Hydratation des freien MgO (Periklas) verursacht. Jeder Faktor, der die Quantität des Periklas, oder die Grösse der Periklas-kristalle vermindert, eröffnet die Möglichkeit den MgO -Gehalt zu erhöhen.

Laut der Meinung der meisten Autoren ist zum Nachweise der schädlichen Schwellung der Autoklavtest geeignet.

Die Quantität des Periklas kann mit chemischen Methoden verringert werden, in welchem Falle ein Teil des MgO in aktiver Form als Verbindung oder als feste Lösung gebunden wird. Die Auffassung der verschiedenen Autoren ist nicht einheitlich. Es ist wahrscheinlich, dass bei Erhöhung des Eisenoxidgehaltes die Verminderung der Schwellung positiv beeinflusst.

Auch ist der Standpunkt hinsichtlich der Brenntechnik nicht einheitlich. Es erscheint als wahrscheinlich, dass die Wirkung der niedrigeren Brenntemperaturen günstig ist. Die Steigerung der Kühlgeschwindigkeit ist ebenfalls günstig.

Die Wirkung der Korngrösse der Periklaskristalle ist laut Meinung der Autoren eindeutig. Die niedrigere Brenntemperatur, die entsprechend gewählte chemische Zusammensetzung und die rasche Kühlung wirken günstig.

Die verschiedenen Zusätze z. B. 1—2% CaCl_2 , MgCl_2 wie auch beträchtliche Mengen von Quarz, Hüttenschlacke, Trasszusatz verringern die Schwellung.

Kaolinok égetési zsugorodásának tanulmányozása

III. RÉSZ

AZ IDEGEN ÁSVÁNYI ALKOTÓK BEFOLYÁSA A KAOLIN ÉGETÉSI ZSUGORODÁSÁRA

Dr. JUHÁSZ ZOLTÁN Ásványbányászati Iparági Központi Laboratórium

A természetes kaolin közetek — nagyon ritka kivételtől eltekintve — mindig szennyezettek, a fő agyagásványt jelentő kaoliniten kívül tehát mindig tartalmazznak idegen ásványi alkotókat is. Ezek az egyéb ásványok azonban, ha kémiai értelemben szennyezésnek nevezzük is őket, nem mindig hátrányosak a kaolin minősége szempontjából. Amennyiben jelenlétük nem kívánatos, tehát meddők, akkor az előkészítés feladata, hogy a hasznos kaolint megszabadítsa tőlük. Az előkészített kaolin sem tekinthető azonban tiszta kaolinit ásványnak. A legtisztább kaolinokról kiderült ugyanis, hogy ha kis mennyiségben is, de mindig tartalmazznak a kaoliniten kívül egyéb ásványi alkotókat, s ezek a kaolin fizikai tulajdonságait így az égetési zsugorodást is igen nagy mértékben befolyásolják.

A természetes kaolinok leggyakoribb szennyezése a kvarc. Régi tapasztalat, hogy a kvarc a kaolin irreverzibilis égetési zsugorodását csökkenti. Kérdés azonban, hogy ténylegesen megakadályozza-e a zsugorodást, vagy a próbatestek külső méretének égetés után mért kisebb változása csak látszólagos. További kérdés, hogy a kvarcnak a kaolin zsugorodására kifejtett módosító hatása leírható-e olyan általános törvényszerűségekkel, melyek mind technológiai felhasználásuk (hiszen a kaolinhoz a felhasználás során igen sokszor mesterségesen kevernek kvarcot), mind pedig minősítő vizsgálatuk szempontjából irányadó elveket szolgáltatnának.

A kaolin másik fajta szennyezése a kaolinit mellett jelenlevő több-kevesebb és változó minőségű egyéb agyagásványok csoportja. Jelenlétük rendszerint nem hátrányos, sőt kívánatos, hiszen sok esetben a felhasználás során mesterséges bekeveréssel javítják velük a kaolin minőségét. Kérdés, hogy ezek az egyéb agyagásványok milyen törvényszerűséggel módosítják a kaolin égetési zsugorodását.

Mind a kaolin felhasználása, mind a nyers kaolin minősítése szempontjából fontos tehát a kaolin égetési zsugorodásában a szennyező ásványok szerepének a tisztázása. Különösen fontosnak tartottuk ezeket a rendszeres vizsgálatokat az új kaolinelőfordulások minősítése szempontjából. A geológiai kutatások során felszínre került kaolinok vizsgálati menetébe ugyanis — egyebek között — minden esetben beiktattuk a minta irreverzibilis égetési zsugorodásának a vizsgálatát is. A nyers kőzetet durván elporítjuk, kisméretű próbatesteket készítve 700, 1100 °C és 1250 °C-on kiégetjük, s lemérjük a testek külső és belső szerkezeti zsugorodását. E vizsgálatok célja semmi esetre sem az új előfordulás kerámiai viselkedésének a megállapítása. Sem az égetési hőmérséklet és idő, sem a gáz kémiai összetétele nem repro-

dukálja az üzemi körülményeket, a zsugorodásra pedig úgyis a masszába keverés után és nem a nyers állapotban mért értékek a mérvadók. E kísérlettel a nyersanyag és szennyezői minőségére keressünk jellemző adatokat. A kiértékelés azonban csakis akkor valósítható meg, ha előzetes vizsgálatok alapján általános összefüggések vannak birtokunkban. Az alapvető törvényszerűségek ismeretében a minta égetési zsugorodásból — az egyéb kísérleti adatokat is figyelembe véve, — a nyersanyag minőségére, esetleg az előkészítés módjára tudunk következtetéseket levonni. A tapasztalt és helyesnek bizonyult törvényszerűségektől való eltérés viszont éppen a nyersanyag különleges tulajdonságára hívja fel a figyelmet és kötelezi az anyag vizsgálóját a jelenség felderítésére és azon keresztül a nyersanyag megismerésére. Utóbbi módszer következő analógiával világítható meg: a kerámiában általánosan elfogadott törvényszerűség, hogy magas vastartalmú kaolinok égetés után elszíneződnek. A tapasztalat ki is alakította azokat a határokat, melyeknek túllépése feltétlen minőségromlást eredményez, s e tapasztalatok alapján a bányászatot és előkészítést e maximumok betartására kötelezik. Sok kaolin vizsgálata során azonban azt tapasztaltuk, hogy teljesen azonos körülmények között égetett kaolinok színe és a nyersanyag vastartalma nem minden esetben mutat parallelitást, még akkor sem, ha egyéb színező atomjai azonosak. (Természetesen, nem a könnyen értelmezhető esetekre gondolunk.) A szegi kaolin néhány mintája pl. 3,5% Fe_2O_3 tartalma ellenére is majdnem fehérre égett. Ha az általános tapasztalati törvényektől ilyen eltérést tapasztalunk, szükségszerűen keressünk kell az eltérés okait. E mélyebb vizsgálatokból derült ki a szegi kaolinról, hogy vastartalmának nagy része a kaolinit kristályában kötött és égetéskor a vas a mullit ráczába épülve, a vastartalom alapján várható erős elszíneződés nem következett be. Ezeket a vizsgálatokat azonban az általános törvényszerűségektől való eltérés megfigyelése után végeztük el. A zsugorodás tanulmányozását is többek között hasonló vizsgálati módszer kidolgozása érdekében kezdtük meg.

A jelen tanulmány azokat a kísérleteket ismerteti, melyeket a felvetett kérdések tisztázása érdekében végeztünk azért, hogy a kaolinok néhány mesterségesen bekevert szennyeződésének a kaolin égetési zsugorodására gyakorolt hatását megismerjük. Bár a kísérletek száma elég nagy mégis kevés ahhoz, hogy törvényszerűségek megállapítására mernénk belőlük vállalkozni. A jelenségek rendkívül bonyolult volta miatt ismételt, hangsúlyozzuk, hogy e munka távol áll a teljesség igényétől, csupán az eddigi kísérletek néhány jellegzetes esetének beszámolójaként tekinthető.

A néhány megállapítás azonban, melyeket úgy gondoljuk, nem korai írásba foglalni, tapasztalataink szerint sok esetben megállta a helyét, s ezt néhány példán fogjuk bemutatni.

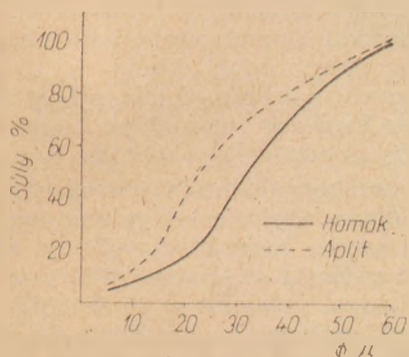
Nemzsugorodó adalékok hatása a kaolin zsugorodására

A természetes kaolinok leggyakoribb szennyezése a kvare. A kvare különböző szemnagyságban és különböző formában lehet jelen a nyersanyagokban. Mi a finom kvarehomoknak a kaolin égetési zsugorodására gyakorolt hatását vizsgáltuk.

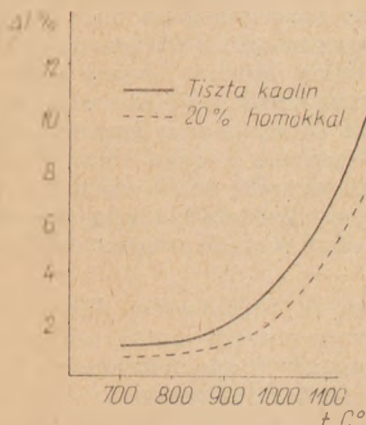
A kaolint agyagmentesre mosott és őrölt iszkaszentgyörgyi homokkal kevertük össze, először száraz állapotban, majd vízzel gyurmát készítve, plasztikus állapotban. A gyurmákat éjszakán át légmentesen lezárva pihentettük, majd próbatéglákat és próbahengereket formáztunk belőlük, óvatosan kiszárítottuk és kiégettük őket. Mértük a próbatéglák irreverzibilis égetési lineáris zsugorodását, valamint a próbahengerek átlagos equivalens kapilláris méretét és az equivalens kapilláris méreteloszlást. A homokörlemény kumulatív szemcseeloszlását az 1. ábra folytonos vonallal rajzolt görbéje mutatja.

A kísérleti adatok igazolták azt a régi megfigyelést, hogy a homok a próbatestek külső zsugorodását mérsékeli (2. ábra), a kvare tehát látszólag a kaolin zsugorodását csökkenti.

Vizsgáljuk meg azonban az átlagos equivalens kapilláris méret változását is az égetési hőmérséklet függvényében, homokkal és homok bekeverése

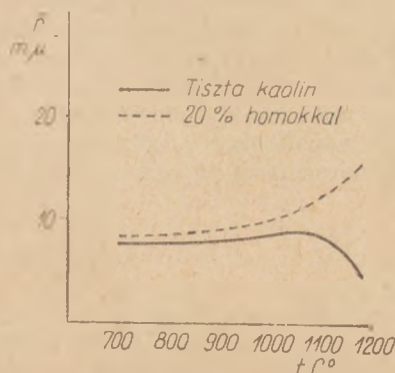


1. ábra. Az alkalmazott homok és aplitörlemény kumulatív szemcseeloszlása



2. ábra. Tiszta és homoktartalmú kaolin égetési lineáris zsugorodása a hőmérséklet függvényében

nélkül (3. ábra). Mint látható, a tiszta kaolin pórusméret-függvényétől a kaolin—homok keverék függvénye lényegesen különbözik: míg a tiszta kaolin pórusmérete a hőmérséklet emelésekor kezdetben alig változik, majd 1100 °C-nál magasabb égetési hőmérsékleten csökken, addig homok jelenlétében a pórusméretek állandó növekedését tapasztaltuk.



3. ábra. Tiszta és homoktartalmú kaolin látszólagos pórusméretének hőmérséklet-függvénye

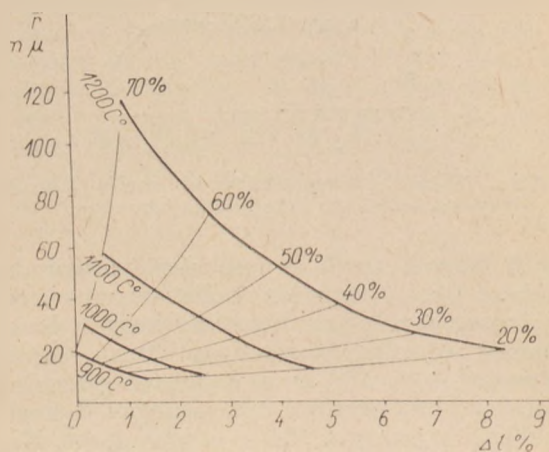
A homok tehát a próbatest zsugorodását csökkentette, a pórusméretek ellenben növekedtek. E jelenség azzal magyarázható, hogy a homokszemcsék a kaolin zsugorodása közben egymást kitémasztják, önálló és a kaolin zsugorodásától független vázszerkezetet hoznak létre. E homokváz fékezi a próbatest külső zsugorodását. Magában a kaolinit ásványban azonban a termikus aktiválás következtében végbemenő, zsugorodást eredményező reakciókat megakadályozni nem tudja, a reakciók a homok jelenlététől függetlenül lezajlanak. A külső zsugorodás a homokszemcséből kialakult vázszerkezet miatt a belső szerkezeti zsugorodást arányosan követni nem tudja, aminek az eredménye az, hogy a pórusméretek megnövekednek. A homokszemek tehát zsugorodás szempontjából a kaolinszemcsék által kialakított vázszerkezetben egy független vázszerkezetet hoznak létre, s ezáltal a kaolin vázszerkezetét heterogénné teszik. A kaolinoknak azokat a szennyezőit, melyek a kvarehoz hasonlóan a kaolin zsugorodását akadályozzák — mert maguk nem, vagy csak kisebb mértékben zsugorodnak, mint maga a kaolin — *heterogén vázképző*nek neveztük el. Ha a heterogén vázképző egyáltalán nem zsugorodik, vagy éppen, mint a kvare is, duzzad, *nemzsugorodó heterogén vázképző* névvel jelöltük meg, megkülönböztetésül a kaolintól eltérő mértékben, de önmagukban is méretcsökkenést szenvedő *zsugorodó heterogén vázképző*ktől.

A nemzsugorodó heterogén vázképzők jelenlétében tehát a kaolin zsugorodása csak látszólag csökken, mert a kisebb külső zsugorodás mellett az átlagos equivalens kapilláris méret megnövekszik. A hőmérséklet és a vázképző mennyiségének befolyását a külső és belső zsugorodásra a 4. ábrából olvashatjuk le. Az ábrán abszcissza tengelyre a próbatéglák égetési lineáris zsugorodását, ordinátájára pedig a hozzá tartozó átlagos equivalens kapilláris méreteket mértük le

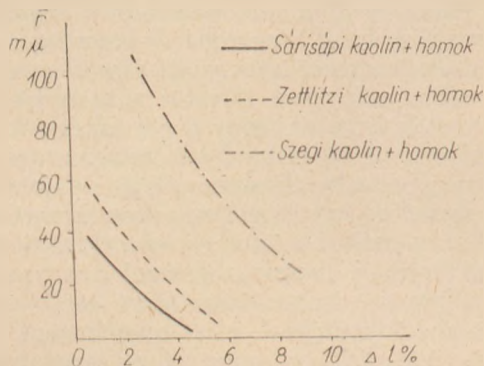
és a kísérleti pontokat összekötöttük. Az ábrán feltüntetettük a hőmérséklet és a homokmennyiség növekedésének irányát is, az összetételt és égetési hőmérsékletet pedig a görbékre feljegyeztük. Ilyen ábrázolási mód mellett egy hálózatot kapunk. A balról jobbra, alulról felfelé haladó vonalak mentén az összetétel állandó és a hőmérséklet változik, míg az ezeket metsző (az ábra felső sarkából a jobb alsó sarok felé tartó) vonalak mentén a hőmérséklet állandó és az összetétel változik (az előbbi irányban csökken a homoktartalom).

Az ábráról a következők olvashatók le:

1. Elegendő kvarc jelenlétében az égetési hőmérséklet növelésekor a külső zsugorodás és a látszólagos pórusméret egyaránt növekszik.



4. ábra. Kaolin-homok keverékek szerkezeti zsugorodásának Δl , r görbéi



5. ábra. Különböző kaolinok Δl , r görbéi, azonos homok mellett

2. A homok mennyiségének növelésekor a külső zsugorodás folytonosan csökken, a látszólagos pórusméret pedig növekszik.

3. Minél több a homok mennyisége és minél magasabb az égetési hőmérséklet, a belső és külső zsugorodás közötti különbség annál nagyobb.

A 4. ábrán bemutatotthoz hasonló Δl , r függvények (melyek egyébként a kaolin-homok rendszer szerkezeti zsugorodását írják le) alkalmasak arra is, hogy a kísérletileg meg nem határozott közbülső összetételekre és hőmérsékletekre is interpolálással megállapíthassuk a külső zsugorodás és átlagos equivalens kapilláris méret értékeit.

A homok-kaolin rendszer további vizsgálatára során kiderült, hogy a görbesor lefutása mind a két komponenstől függ:

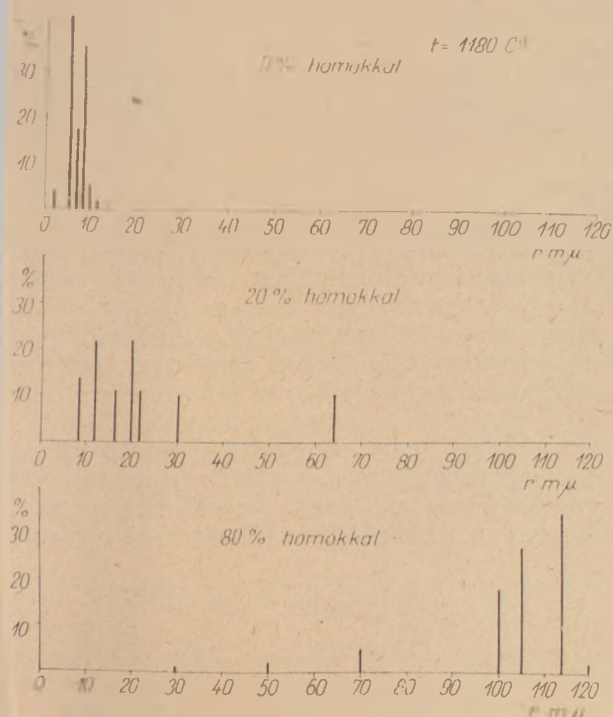
1. Azonos szemcseeloszlású és származású homok esetén a különböző kaolinok Δl , r -izotermái közel párhuzamosak (5. ábra). A görbe helyzete a tiszta kaolin égetési zsugorodásától függ. Az 5. ábrán szereplő sárísapai kaolin pl. 4,6%, a zettiltzi 6,6%, a szegi kaolin pedig kb. 11% égetési zsugorodást mutatott (utóbbi értékét a kaolin repedése miatt meghatározni pontosan nem tudtuk) és az origótól kiindulva a görbék is ugyanilyen sorrendben helyezkednek el. A hőmérséklet növelésekor a görbék helyzete és meredeksége szintén a tiszta kaolin külső égetési zsugorodásától függ (amit természetesen a homok duzzadása módosít).

2. A homok befolyását a kaolin zsugorodására két szempont szerint vizsgálhatjuk: részint figyelembe vesszük a homokszemek duzzadását, mely a kaolin zsugorodását gátolja, részint a homok granulometriája és a homokszemek által kiépített vázszerkezet befolyását vizsgáljuk a kaolin zsugorodására. Elsősorban utóbbi kérdés tisztázására végeztünk kísérleteket. Különböző granulometriájú homokokat kevertünk a kaolinhoz és mértük a zsugorodásukat. A kísérletek ismertetésétől el kell tekintenünk, mert néhány tisztázatlan kérdés még felderítetlen maradt. Általában azonban már most megállapítható, hogy míg a külső zsugorodás a homok közepes szemcseméretétől függ (minél finomabb a homok, annál nagyobb a külső zsugorodás), addig a látszólagos pórusméret nagyságát az alkalmazott homok ömlesztett térfogatsúlya határozza meg: minél kisebb a térfogatsúly, annál nagyobb a homok-kaolin próbatest átlagos equivalens kapilláris sugármérete, azonos homokmennyiség és hőmérséklet esetén.

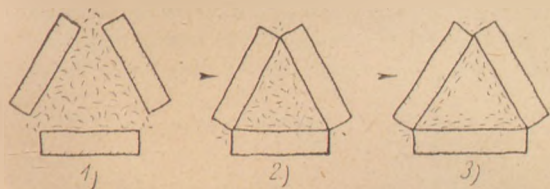
A nemzsugorodó heterogén vázképzők nemcsak az átlagos equivalens kapilláris sugárméretet növelik, hanem megváltoztatják az equivalens kapilláris rendszer sugárméret eloszlását is. A 6. ábrán a tiszta, valamint a 20 és 80% homokot tartalmazó zettiltzi kaolin 1180 °C-on égetett próbatesteinek sugárméret-eloszlását tüntettük fel. Látható, hogy a tiszta kaolin látszólagos pórusméret-eloszlása szempontjából közel homodiszperz. Ha homokot keverünk a kaolinhoz, a homodiszperz jelleg megszűnik, a pórusos rendszer heterodiszperzzé válik. Minél több a homok a kaolinban, annál durvábbak a pórusok és annál szélesebb skálát fog át az equivalens sugárméret eloszlása.

Fenti kísérletek alapján képet alkothatunk a kaolinban diszpergált, önálló vázat felépítő szennyeződések viselkedéséről a kaolin égetése alatt. Elképzelésünket sematikusan a 7. ábrán szemléltetjük.

Az ábra 1. rajza nyers állapotban három idealizált kvarcsemeceket mutat, a közöttük homogén eloszlásban levő kaolinszemecskével. A 2. rajz a zsugorodás közbülső szakasza. A kaolin zsugorodása következtében a kvarcsemecek egymáshoz közel kerülnek, egymást érintik, s ezzel kezdetét veszi a vázképzés. A 3. rajz a végső állapotot



6. ábra. Látszólagos pórusméret-eloszlás homok jelenlétében és anélkül



7. ábra. A kaolin zsugorodásának sematikus ábrája heterogén vázképzés mellett

mutatja: a kaolin további belső zsugorodása folytán a kvarc szemek közötti pórusok megnövekednek, a kaolinszemcsék közöttiek pedig csökkennek.

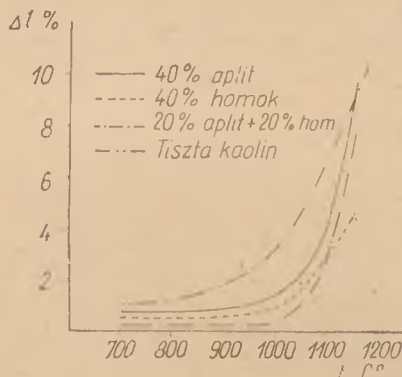
A pórusméretek növekedését a kvarc szemek reverzibilis duzzadása annyiban fokozza, hogy az égetés alatt megduzzadt, majd lehűléskor összehúzódó kvarc szemek az irreverzibilisen zsugorodó kaolin szemcséinek vázában hézagokat hagynak hátra. Módosító tényező továbbá az is, hogy a kaolin homogén váza elsődleges, vagy másodlagos szemcsékből épül-e fel. Elsődleges anizotrópiás szemcsék esetén ugyanis a kaolinszemcsék párhuzamos elrendezésben film formájában már a készítése során felülnek a kvarc felületére, zsugorodásuk lapjuk síkjára merőlegesen nagyobb, mint a másodlagos szemcsékből felépült kaolinvázé. A másodlagos vázszerkezetű kaolin viszont saját vázképzéssel rendelkezik, ami a pórusméretet növeli.

Mindezek a tényezők a pórusméret-eloszlást befolyásolják.

A nemzsugorodó heterogén vázképzők egyik csoportja kritikus hőmérséklet elérése után megolvad, előbb mint a kaolinit. (Olvaspont alatt a legtöbb esetben egy hőmérséklet-intervallumot értünk.) Az ilyen szennyeződések tehát csak

olvadáspontjukig képeznek vázat, miután megolvadtak, vázképző szerepük megszűnik. Ilyen szennyezés a földpát. Az őrlött földpát olvaspontjáig a kvarchoz hasonlóan viselkedik, tehát tipikus nemzsugorodó heterogén vázképző, de olvaspontját meghaladó hőmérséklet után vázképző tulajdonságát teljesen elveszti.

A zettlitzzi kaolinhoz fehérvári apalit őrléményt keverve (az apalitörlemény szemcseeloszlását az 1. ábra szaggatott vonala jelzi) azt tapasztaltuk, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a keverékből készített próbatestek *külső zsugorodása* csökkent (8. ábra). Ezzel szemben az apalit olvaspontján túl a keverék zsugorodása nagyobb, mint a tiszta kaoliné. Az ábrákon feltüntettük az apalit—kaolin keverékkel azonos összetételű homok—kaolin keverékek zsugorodását is. Látható, hogy 1100°C felett a kétféle keverék irreverzibilis *külső zsugorodás* függvényei nagy különbséget mutatnak. Ha a kaolin mennyisége az előbbivel azonos, az adalék azonban fele-fele arányban apalitot és homokot tartalmaz, az apalit olvaspontjánál magasabb hőmérsékleten a zsugorodási görbe a tiszta apalit és tiszta homok görbéi között helyezkedik el.



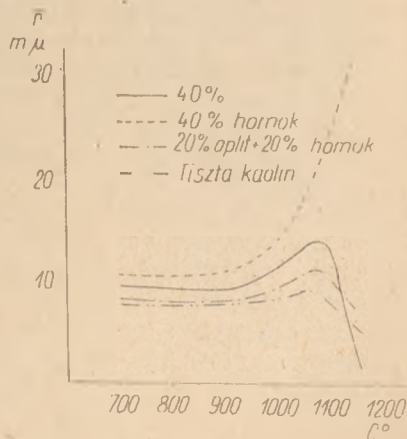
8. ábra. Égetési lineáris zsugorodás homok és apalit jelenlétében

A 9. ábrán ugyanezeknek a keverékeknek az átlagos *equivalens kapilláris sugárméret* függvényeit tüntettük fel. Alacsonyabb hőmérsékleten a tiszta kaolinnál állandó próbatestekhez képest minden esetben pórusméret növekedés tapasztalható, heterogén nemzsugorodó vázképzésről beszélhetünk. Az apalit olvaspontjánál nagyobb hőmérsékleten azonban a pórusméretek csökkennek: tiszta apalit esetén jobban mint akkor, ha a szennyeződés apalit mellett homokot is tartalmazott. Tiszta homok esetén ugyanakkor az átlagos látszólagos pórusméret ezen a szakaszon is rohamosan emelkedik, homok—kaolin keverékben tehát magasabb hőmérsékleten is tiszta vázképzés tapasztalható. Apalit—kaolin keverékek esetén a megolvadt apalit a pórusokat eltömi, ezért a pórusméret csökken.

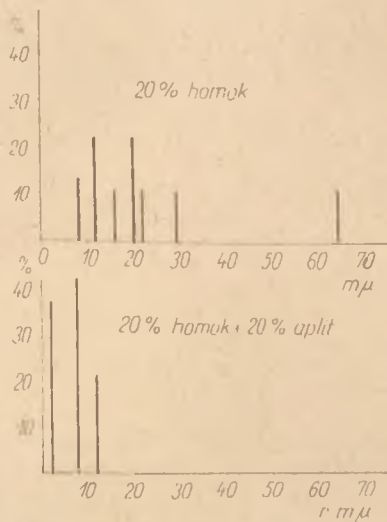
Apalit—homok—kaolin keverékek esetén, magas hőmérsékleten, a pórusméretek nagyobbak, mert az olvadákképző apalit mennyisége a keverékben kisebb, s a homok vázképző hatását még érvényesíteni tudja.

Rendkívül jellemző a pórusméretek alakulása is 1180°C -on (10. ábra). Míg a homok-kaolin

keverékben a pórusos rendszer polidiszperz, 20% aplít keverés után a durva pórusok eltűnnek és a pórusos rendszer homodiszperzrebbé válik. Annak a jelenségnek, hogy először a durva pórusok tűntek el, okát abban láttuk, hogy a viszonylag alacsony hőmérsékleten, rövid ideig égetve, a viszkózus olvadék a finom pórusokba behatolni még nem tud, csak a kisebb ellenállást jelentő, nagyobb pórusok felé szívárog.



9. ábra. Látszólagos pórusméret homok és aplít jelenlétében



10. ábra. Látszólagos pórusméret-cioszlás homok és aplít-homok jelenlétében, 1180 °C-on

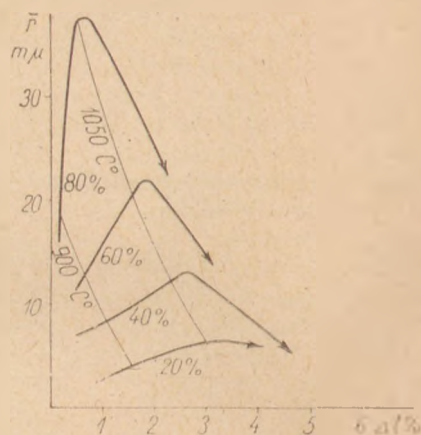
Az aplít-kaolin keverékek $\Delta l, r$ diagramját a 11. ábrán láthatjuk, ahol az aplít vázképzés szempontjából kettős jellege világosan kitűnik.

Zsugorodó adalékok hatása a kaolin zsugorodására

A természetes kaolinok másik legfontosabb szennyezői az egyéb agyagásványok. Mind az elsődleges, mind a másodlagos kaolin előfordulások anyagában mindig jelen vannak, több-kevesebb mennyiségben.

Az agyagásványok befolyása a kaolinit égetési zsugorodására rendkívül bonyolult jelenség. Ennek elsősorban az az oka, hogy nemcsak a szennyezésként jelenlevő agyagásvány tiszta állapotban mutatott égetési zsugorodása játszik fontos szerepet, hanem vizes közegben a szennyező

ásvány szemcséfelületének liofilitása is. Ha a kaolin mellett olyan agyagásvány van keverékünkben, melynek szemcséit nagy vízburok veszi körül, akkor ezek a szemcsék védő kolloidként viselkednek, vagyis a kaolinit szemcséit saját vízburokkal veszik körül. Az ilyen keverékből nedves formázással készített próbatestek térfogategységre eső szárazanyag tartalma rendkívül változó. Általában, ha az erősen hidrophil adalék mennyisége nem sok, akkor védőkolloid hatásuk abban jelentkezik, hogy a kaolin szemcséknek csak néhány hányadát veszik körül, a kiszáradt próbatest vázszerkezetét lazává teszik, a kiszáradt próbatest térfogatsúlya kicsi lesz. Az ilyen keverékek égetési lineáris zsugorodása kisebb, mint a tiszta kaoliné, a pórusméretek ennek következtében megnövekednek. Ha a hidrophil szennyeződés mennyisége nagy, akkor a keverékben sok kaolin szemcsét vesz körül hidrophil egyéb anyagásvány

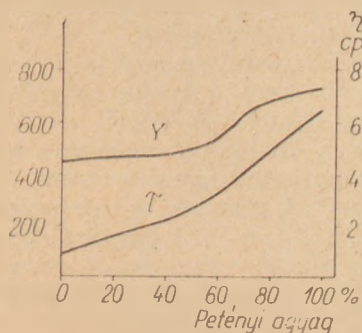


11. ábra. Kaolin-aplít keverékek szerkezeti zsugorodásának $\Delta l, r$ görbéi

szemese, a keverék külső égetési zsugorodását most már a kevésbé zsugorodó komponens csökkenti, a pórusméret pedig nagyobb lesz. A fent leírt jelenséget igen jól mutatják az iszapolt sárisápi és iszapolt petényi agyag keverékeinek görbéi. Kísérleteink során, a jobb elkeverés biztosítása érdekében, a két komponens összekeverése híg iszap formájában történt. Az azonos koncentrációjú iszapkeverék viszkozitását, valamint az azonos térfogatú iszap szűrési idejét grafikusan a 12. ábra mutatja. Látható, hogy kb. 50% petényi agyag összetételig a viszkozitásgörbe alig változik, majd 50% petényi agyagtartalom felett hirtelen megemelkedik. A szűrési idő is — bár állandó emelkedést mutat — törést szenved 50% anyag-tartalomnál.

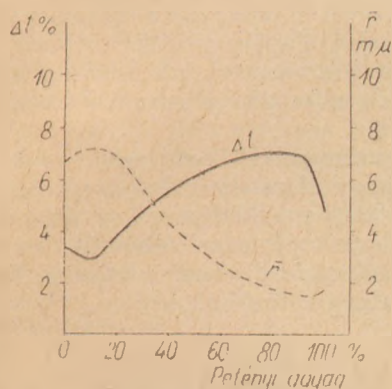
Az égetési lineáris zsugorodás görbéje (13. ábra) nem mutat additivitást. Ha sárisápi kaolinhoz kevés petényi agyagot keverünk, akkor az égetési zsugorodás csökken. A száraz formák nedves térfogatra számított szárazanyag-tartalma ilyenkor szintén kisebb volt. A keverék tehát laza vázszerkezetet épít fel. Az égetési lineáris zsugorodás csökkenése mellett az égetett próbatest átlagos equivalentis kapilláris sugármérete emelkedik (a laza vázszerkezet miatt). Kb. 10% petényi

agyagtartalom felett, egészen 90%-ig az égetési zsugorodás állandóan növekszik, mégpedig 50% agyagtartalomig rohamosabban, afölött lassabban. A pórusméret ugyanakkor csökken. Ezen a szakaszon tehát egyszerű vázképzésről beszélhetünk, a kevésbé zsugorodó sárisápi kaolin a petényi agyag homogén vázában heterogén vázat épít fel.



12. ábra. Sárisápi kaolin és petényi agyag keverékeinek viszkozitás- és szűrési idő függvényei

E heterogenitás azonban főleg 50% agyagtartalomig kifejezett, 50–90% agyagtartalom között a külső zsugorodás már alig változik, a vázképzést csak a pórusméretek változása jelzi. A kaolin-agyag keverék szemcséi tehát már nem függetlenek egymástól, a keveredés bensőséges, amit már a szuszpenzió viselkedése is elárul, s a keverékek szemcséi homogén vázat képeznek. 90% agyag-

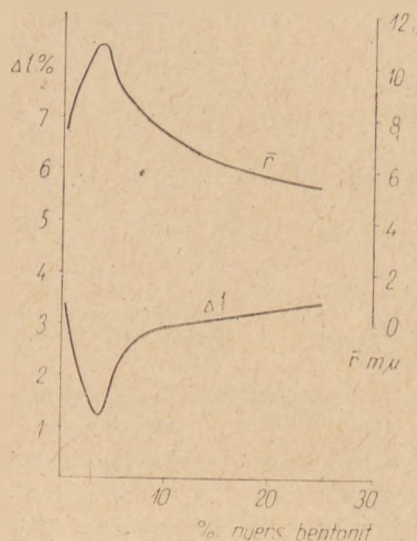


13. ábra. Sárisápi kaolin és petényi agyag keverékek égetési lineáris zsugorodása és látszólagos pórusmérete

tartalom felett az égetési zsugorodás ismét csökken, a pórusméretek emelkednek. E jelenséget a kevés sárisápi kaolin bevitelével megváltoztatott szemcseelosztás és ezen keresztül a vázszerkezet tömörségének megváltozásával magyarázhatjuk.

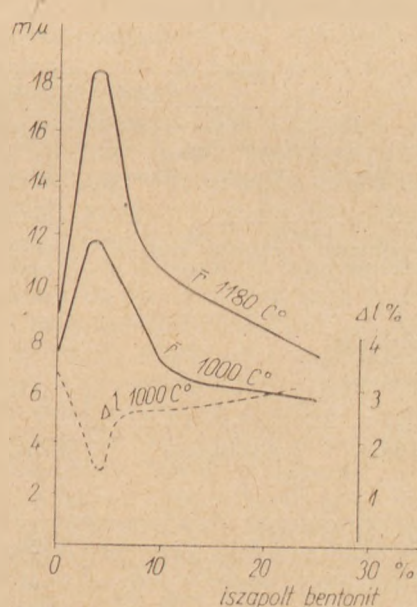
A kísérlet adatai szerint tulajdonképpen csak kismennyiségű agyagásvány szennyezések esetén beszélhetünk heterogén vázképzésről, különösen plasztikus szennyezések esetén. Rendkívül jól látható ez a jelenség sárisápi kaolin—bentonit keverék esetén. A 14. ábra a sárisápi kaolinhoz szárazon kevert koldui bentonit hatását mutatja az égetési zsugorodásra, míg a 15. ábrán az iszapolt koldui bentonittal iszap formájában kevert sárisápi kaolin zsugorodási görbéit láthatjuk. A vázképzés itt rendkívül élesen és határozottan rajzolódik ki. Hasonló eredményeket kaptunk sárisápi

kaolin és füzérradványi illit keveréknél is (16. ábra). Látható, hogy míg 1000 °C-os égetés után az illit vázképző tulajdonsága érvényesül, 1180 °C-on égetés után az illit megolvadása miatt a pórusméretek az illit mennyiségével rohamosan csökkennek, a külső zsugorodás pedig folyamatosan növekszik.



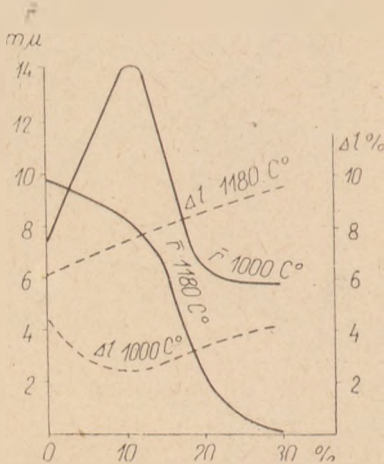
14. ábra. Sárisápi kaolin—nyersbentonit keverékének zsugorodása

A vázképzés maximumainak megfelelő összetétel az adagolt agyagásvány képlékenységtől függ. A felhozott példák pl. iszapolt bentonitnál 3%, nyers bentonitnál 4–5%, illitnél 10–11%, petényi agyagnál 10–20% között vannak a maximumok. A görbék alkalmasak arra is, hogy ha valamilyen kaolint liofil másik anyagféleséggel képlékenyíteni akarunk, a plasztifikátor minimális mennyiségét velük megállapítsuk. Jó plasztifikáló hatást ugyanis akkor kapunk, ha a heterogén vázképzés maximumánál nagyobb mennyiségű



15. ábra. Sárisápi kaolin—iszapoltbentonit keverékének zsugorodása

plasztifikátort alkalmazunk. Az előbbi példánál tehát betonitnál 7—8%-ot, petényi agyagnál kb. 20%-ot, illitből szintén kb. 20%-ot kell adagolnunk a sárisápi kaolinhoz, hogy jó képlékenységet növelést érjünk el. A megadott értékek fölött ugyanis a keverékek mint egységes rendszer viselkednek égetés alatt, a védőkolloid mennyisége pedig a kellő plaszticitást biztosítja.



16. ábra. Sárisápi kaolin—füzerradványi illit keverékének zsugorodása

A zsugorodó vázképzők jelenléte minden megvizsgált kaolinnál a kaolin minősége szempontjából előnyösnek bizonyult. Különösen a több komponensű rendszerek kedvezőek, mert ilyenkor több lépcsőben észlelhető vázképzés folytán az égetett próbatest pórusos rendszere szabályos méreteloszlású, a belső szerkezet homogén, a téglák pedig deformációmentesen zsugorodnak.

Összefoglalás és kiértékelés

Jelen és két előző tanulmányunkban a kaolinok égetése során végbemenő belső morfológiai folyamatokat tanulmányoztuk.

Megállapítottuk, hogy a kaolin zsugorodását megindító reakció a γ Al_2O_3 képződése amorf Al_2O_3 -ból. Ez a folyamat azonban a próbatest külső méreteinek megváltozása alapján nem érzékelhető. Csak a kaolin vázszerkezetének tanulmányozása tette lehetővé, hogy e jelenségről tudomást szerezhettünk, s éppen emiatt kellett a zsugorodás fogalmát a vázszerkezeti zsugorodás fogalmával általánosítanunk.

A vázszerkezeti zsugorodás a kaolin egyéni tulajdonságain kívül a kaolin koagulációs állapotától, megmunkálási módjától és szennyezőitől függ. Maga a kaolin vázszerkezete kémiaiilag és ásványtanilag tiszta vagy szennyezett lehet. E szerint beszélhetünk homogén és heterogén vázszerkezetéről (l. 1. táblázat!) A homogén vázszerkezetnek kétféle típusa van: az egyik maximálisan diszpergált kaolin esetén jön létre, homogén vázat építve fel (homogén elsődleges vázszerkezet). Az ilyen próbatestek zsugorodására jellemző, hogy a hőmérséklet emelkedésekor a külső zsugorodás növekedésével együtt állandóan csökken a látszólagos pórusméret, a pórusméret-eloszlás pedig homodiszperz. A homogén vázszerkezetek másik típusa az aggregált szemcsékből felépülő homogén másodlagos vázszerkezet. Zsugorodás közben saját vázképzése van, ezért rendszerint a pórusméret maximumgörbe szerint változik az égetési hőmérséklettel. A külső zsugorodás kisebb, mint az elsődleges vázszerkezet esetén. Meghatározása a nyers kaolin és a szódával peptizált kaolin fajlagos felületének mérésével, a dezaggregációs fok meghatározása alapján valószínűsíthető meg.

A heterogén vázszerkezet nemzsugorodó, olvadó és zsugorodó heterogén vázszerkezet típusára osztható.

A nemzsugorodó heterogén vázképzést az jellemzi, hogy alacsony külső zsugorodás mellett a hőmérséklet emelkedésével az átlagos ekvivalens kapilláris sugárméret állandóan növekszik, a pórusos rendszer pedig heterodiszperz. Felismerése is ennek alapján történik.

1. táblázat

	Homogén vázszerkezet		Heterogén vázszerkezet		
	Elsődleges	Másodlagos	Nemzsugorodó	Olvadó	Zsugorodó
Vázképzés módja	Homogén vázképzés	Saját vázképzés	Heterogén vázképzés	Heterogén vázképzés olvadáspontig	Heterogén és homogén vázképzés
Pórusméret változása a hőmérséklettel	Állandóan csökken	Maximumgörbe szerint	Állandóan növekszik, kis mennyiségűnél maximum görbe	Maximum	Változó (többnyire maximum görbe szerint)
Külső zsugorodásra gyakorolt hatás az eredeti kaolinhoz képest	—	Csökkenti	Erősen csökkenti	0. p.-ig csökken, azon túl növekszik	Csökkenti vagy (és) növeli
Pórusméret-eloszlás	Homodiszperz	Heterodiszperz	Heterodiszperz	Heterodiszperz, olvadás után homodiszperz	Heterodiszperz és homodiszperz
Különös jellemző (felismerés)	A külső zsugorodás a hőmérséklettel növekszik, a pórusméret pedig csökken. Homodiszperz pórusos rendszer	Metilénkék adszorpciójával meghatározott fajlagos felület a kaolin szórása után meg növekszik	Pórusméret állandóan és nagymértékben emelkedik a hőmérséklettel. Heterodiszperz pórus rendszer, sok durva szemcsé a nyers kaolinban	Pórusméret hőmérséklet: maximum-görbe, 0. p.-n túl nagy mérvű pórus-méret-csökkenés	Felismerés csak ásványtani vizsgálatok alapján. Zsugorodás szempontjából homogén

2. táblázat

	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta
Égetési zsugorodás:				
700 C°-on	—0,2%	—0,2%	0,4%	0,1%
1100 C°-on	0,2%	1,3%	3,6%	2,0%
1250 C°-on	0,0%	4,8%	6,3%	2,9%
Pórusméret:				
700 C°-on	37 mμ	5,4 mμ	17,3 mμ	2,1 mμ
1100 C°-on	80 mμ	6,1 mμ	22,4 mμ	14,4 mμ
1250 C°-on	46 mμ	0,2 mμ	38,2 mμ	32,6 mμ
Iszapolási maradék:				
DIN 100-as szitán	79,5%	24%	25%	2%
Fajlagos felület nyersen	15 m ² /g	48,5 m ² /g	15,2 m ² /g	54 m ² /g
Fajlagos felület szódával	25 m ² /g	67,8 m ² /g	15,2 m ² /g	72 m ² /g
Pórusméret-eloszlás:				
1100 C°-on	Heterodiszperz	Heterodiszperz	Heterodiszperz	Heterodiszperz
1250 C°-on	Átmeneti	Homodiszperz	Heterodiszperz	Heterodiszperz

Az előbbihez hasonló az olvadó heterogén vázképzés esete mindaddig, amíg a vázképző olvadékpontját el nem értük. Jellemzői és felismerése az 1. táblázatból kiolvasható.

Nehéz felismerni a zsugorodó heterogén vázképzés esetét. Rendszerint csak az ásványtani összetétel alapján következtethetünk jelenlétére, mert meghatározásaink során mint homogén vázszerkezet viselkedik a rendszer.

Természetesen, a táblázatban felsorolt esetek kombinációja is igen gyakran előfordul.

A kísérleti adatok kiértékelését néhány példán kívánjuk bemutatni (1. 2. táblázatot).

1. A vizsgált minta égetési zsugorodása valamennyi hőmérsékleten igen alacsony (sőt, duzzad). Pórusmérete a hőmérséklettel maximumgörbe szerint változik. Az iszapolási maradék nagy, a fajlagos felület kicsi. A 2. táblázatban foglalt adatokat az 1. táblázattal összehasonlítva láthatjuk, hogy nemzsugorodó és olvadó vázszerkezetre valának a kísérleti adatok. A kaolin maga másodlagos vázszerkezetet alkot.

Az ellenőrző röntgenvizsgálatokból kiderült, hogy a minta kb. 60% kvarcot (heterogén nemzsugorodó vázképző), 12–14% földpátot (olvadó vázképző) és 5–10% alunitot tartalmazott kaolinit mellett. A szemeseeloszlási vizsgálatok a szódázás utáni peptizációt igen jól mutatták.

2. minta. A kis pórusméret és magas fajlagos felület sok agyagásvány jelenlétét jelzi, igen nagy az aggregáció foka is. Az 1100 C° után mért hirtelen nagymérvű pórusméret-esökkenés-olvadékpépződésre enged következtetni, egyébként heterogén és sajátváz képzés állapítható meg. A röntgen vizsgálatok szerint a minta kb. 60% kvarcot, 25% illitet és 10% kaolinitet, valamint kevés földpátot tartalmazott.

Az agyagos részt a kvarctól megszabadítva, a pórusméretek így alakultak 700 C°-on : 0,9 mμ, 1100 C°-on : 1,32 mμ, 1250 C°-on : igen kicsi, nem mérhető. Külső zsugorodás 700 C°-on : —0,87%, 1100 C°-on 7,65%. Az iszapolt agyagban maradt kevés kvarc és a szemcsék aggregált

állapota miatt tehát még mindig — bár igen kisméretű — vázképzés volt észlelhető.

3. minta. Mint az adatokból látható, tiszta nemzsugorodó vázképző van szennyezésként a mintában. A kaolin többszörös iszapolása után az iszapolt kaolin pórusméreteinek alakulása : 700 C°-on : 5,8 mμ, 1100 C°-on : 3,4 mμ, 1250 C°-on : 2,5 mμ. Az iszapolt kaolinban vázképzés nem volt, a kaolin homogén elsődleges vázszerkezetű.

Az ellenőrző röntgenanalízis során kaoliniten kívül csak kvarcot találtunk a nyers mintában.

4. minta. A vizsgálati adatok szerint igen erős heterogén vázképzést tapasztaltunk, annak ellenére, hogy az iszapolási maradék kevés volt. Iszapolás után a pórusméretek : 700 C°-on 1,5 mμ, 1100 C°-on : 17,3 mμ, 1250 C°-on : 28,2 mμ. Tehát a vázképzés növekedett. A jelenség tisztázására további részletes vizsgálatokra volt szükség. Mint kiderült, a szokatlan viselkedésnek az oka egyrészt a kaolinszemekkel közel azonos méretű és iszapolással el nem távolítható magas kvarctartalom, másrészt magának a kaolinnak a nagy aggregáció foka volt.

Mint a felhozott néhány tipikus példából látható, a kaolinok égetési szerkezeti zsugorodásának mérése mint tájékoztató mérés és a komplex vizsgálati rendszer kiegészítője önmagában nem, de más vizsgálatokkal együtt igen jól használható az új előfordulások minősítése során. Természetesen, a vizsgálati rendszer végleges kiépítéséhez még további kutatásra van szükség, s ezek a vizsgálatok folyamatban vannak.

Amikor a kaolinok égetési zsugorodásának tanulmányozását végeztük, elsődleges feladatunknak a zsugorodást befolyásoló tényezők felderítését tekintettük. Mivel a jelenség rendkívül bonyolult, a témát nem tekinthetjük lezártnak, további vizsgálatokra van szükség. E gyakorlati kérdés mellett azonban célul tűztük ki annak megvizsgálását is, hogy vajon alkalmazhatók-e a kolloidika törvényei, és elsősorban az azok által kialakított szemlélet a kaolinok égetése alatt

végbemenő folyamatokra és a kiégetett anyag-rendszerekre. Úgy gondoljuk, hogy erre a kérdésre az elvégzett vizsgálatok alapján igennel felelhetünk. Az anyagok nemcsak nyers, hanem égetett állapotukban is kolloid jellegű, vagy legalábbis átmeneti rendszerek és a nyersanyagok kolloid-kémiai és kolloidfizikai tulajdonságai az égetett agyag belső szerkezetére is messzemenően kihatnak.

Juhász Zoltán : Kaolinok égetési zsugorodásának tanulmányozása.

A tanulmány a kaolin kvare, földpát és egyéb agyagásvány szennyezőinek a kaolin égetési zsugorodására gyakorolt hatásával foglalkozik. Fenti szennyeződések mesterségesen keverve a kaolinhoz, megállapítottuk, hogy a kvare és a földpát (olvadásiig) a külső zsugorodást csökkentik, a pórusméretek pedig megnövekednek. A szennyeződésnek ezt a hatását heterogén vázképzésnek neveztük el. Az egyéb agyagásványoknak elsősorban kis mennyiségeknél van vázképző képességük, sok egyéb agyagásványt tartalmazó kaolinok zsugorodás szempontjából legtöbbször homogén rendszereknek foghatók fel.

Золтан Юхас : ИЗУЧЕНИЕ СПЕКАНИЯ КАОЛИНОВ В ПРОЦЕССЕ ОБЖИГА.

Автор занимается влиянием загрязненностей кварца, полевого шпата и других глиняных минера-

лов на спекание каолина при обжиге. Путём искусственного смещения вышеуказанных загрязненностей к каолину нами было установлено, что добавление кварца и полевого шпата (до плавления) вызывает снижение внешнего спекания и увеличение пор. Это влияние загрязнения называется образованием гетерогенного скелета. Другие глиняные минералы располагаются скелетообразующей способностью в первую очередь при небольших количествах; много других каолинов, содержащих глиняные минералы, в отношении спекания в большинстве случаев считаются однородными системами.

Zoltán Juhász : Das Studium der Brennschwindung der Kaolinen.

Das Studium behandelt die Wirkung des Quarzes, des Feldspates und die Wirkung anderer tonmineralischen Verunreinigungen des Kaolins auf die Brennschwindung des Kaolins. Obenerwähnte Verunreinigungen wurden künstlich dem Kaoline beigemischt. Wir haben festgestellt, dass der Quarz und der Feldspat (bis. Schmelzbeginn) die ausserliche Schwindung verringern und die Porenmassen werden vergrößert. Diese Wirkung der Verunreinigungen wurde als heterogene Strukturbildung genannt. Die anderen Tonmineralien — in erster Reihe bei kleineren Mengen — beherrschen auch die Fähigkeit zur Struktur bildung. Kaoline, die mehrere Tonmineralien enthalten können hinsichtlich der Schwindung in den meisten der Fälle als homogene Systeme betrachtet werden.

Felhívjuk az érdekeltek figyelmét a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó kiadásában megjelent

AZ ÉPÍTÉSI SZERZŐDÉS

c. kiadványra.

A munka az építési szerződéseket szabályozó 10/1954. (Tg. E. XII. 28.) O.É.H.—É.M. sz. együttes utasítást, másrészt a szállítási szerződésekre vonatkozó 50/1955. (VIII. 19.) M. T. sz. rendeletet az időközben megjelent jogszabályokkal kiegészítve ismerteti, feldolgozza a döntőbizottságok elvi és eseti határozatait.

Tárgyalja a felek együttműködésének és felelősségének kérdését, az építkezések hatósági engedélyezését és ellenőrzését, valamint az építési munkák pénzügyi elszámolására vonatkozó rendelkezéseket.

Függeléke tartalmazza az építési, a szállítási, a tervezési szerződésre és a műszaki tervezésre vonatkozó jogszabályokat.

A beruházó-kivitelező vállalatok, tervezőirodák, vállalati ügyészek részére egyaránt nélkülözhetetlen segédesszköz.

Árusítják a könyvesboltok.

494 oldal kötve, ára 50,— Ft

Főelárusítók:

a KÖZGAZDASÁGI ÉS JOGI KÖNYVESBOLT
Budapest, V., Nádor utca 8.

az EÖTVÖS LORÁND KÖNYVESBOLT
Budapest, V., Kecskeméti utca 2.

Tégla- és cserépagyagok szárításával összefüggő vizsgálatok

KUDELKA DÉNESNÉ és CSÁKY IDA

1. Tetőcserép gyártás száradási selejtjének csökkentése

Az Északbudai Téglagyárban megfigyelték, hogy cserépgyártásnál egy idő óta a szabad szárítóban sokkal nagyobb a törési selejt mint a műszárítóban, holott a cserepeket ugyanazon a présen, ugyanabból a nyersanyagból állítják elő. Minthogy a gyárban a közelmúltban a cserépgyártás technológiáját megváltoztatták és elhagyták a cserépgyártásra szolgáló massa pihentetését, kézenfekvőnek látszott, hogy ez a változtatás okozza a szabad szárítóban keletkező nagymértékű selejtet. Ennek a feltételezésnek a beigazolása céljából laboratóriumi kísérleteket végeztünk.

A háromféle kék agyagból, melyet az Északbudai Téglagyár cserépgyártásra használ, egyenként masszát készítettünk. A masszát két részre osztottuk, az egyik feléből 20 db $60 \times 10 \times 10$ mm méretű pálcát formáltunk, amelyből tízet súlyállandóságig szabad szárítónak megfelelő fűtetlen helyiségben tároltunk, tíz darabot pedig a kiforrás után azonnal műszárítóban megfelelő, 60° -ra beállított szárítószekrénybe helyeztünk és súlyállandóságig szárítottunk.

A massa másik felét nedves ruhával letakarva két napig pihentettük és csak azután formáztunk belőle pálcákat, melyeket — az előbbiekhöz hasonlóan — részben szabadban, részben szárítószekrényben szárítottunk meg. A különféleképpen készült pálcák hajlítószilárdságát meghatároztuk. Minthogy az agyagból készült és kiszáritott testek hajlítószilárdsága — közismert módon — nagymértékben függ a test nedvességtartalmától, a mérés előtt a pálcákat 105° -on kiszáritottuk, hogy összehasonlítható értékeket nyerjünk.

A mérések eredménye szerint a szárítószekrényben száradt testek hajlítószilárdságában nem volt különbség akár pihentettük a masszát, akár nem. A szabad szárítóban száradt próbatetek esetében azonban számottevő eltérést okozott a pihentetés. Az értékek könnyebb összehasonlítása céljából a műszárítóban száradt testek hajlítószilárdságát 100-nak vettük és erre vonatkoztattuk a mért hajlítószilárdsági értékeket. Ilyen módon az alábbi eredményekhez jutottunk.

Pihentetés nélkül formázott, műszárítóban száradt próbatetek 100%.

Pihentetés után formázott, műszárítóban száradt próbatetek 100%.

Pihentetés nélkül kiforrázott, szabad szárítóban száradt próbatetek 47%.

Pihentetés után kiforrázott, szabad szárítóban száradt próbatetek 62%.

A vizsgálati eredmények szerint tehát, a pihentetés után formázott és szabadban szárított próbatetek szilárdsága jelentős mértékben nagyobb, mint az ugyanolyan körülmények között

száradt, de nem pihentetett masszából készült próbateteké. Mint már az előzőkben említettük, a kísérleteket háromféle, a téglagyár bányájának különböző helyéről származó, kék cserépagyagon végeztük el. A háromféle agyag viselkedése között lényeges különbséget nem tapasztaltunk.

A laboratóriumi eredményeket az üzemi mérések is igazolták. Az üzemben a cserépprésen kisajtolott friss cserepeket a szabad szárító különböző helyeire vittük, ugyanakkor a műszárítóba is hordtunk be cserepeket. A sajtolásra szolgáló masszából egy részt félretettünk, nedves ruhával letakartuk és csak két napi pihentetés után sajtoltuk belőle cserepeket, amelyeket azután ugyanúgy szabad szárítóba és műszárítóba hordtunk be, mint a pihentetés nélkül sajtoltakat. A nyers cserepek hajlítószilárdságát akkor határoztuk meg, amikor azok már súlyállandóságig száradtak. Az üzemi próbánál éppen úgy, mint a laboratóriumi-nál, a pihentetés következtében megnövekedett a szabad szárítóban száradt cserepek hajlítószilárdsága. Ha a műszárítóban száradt cserepek hajlítószilárdságát ebben az esetben is 100-nak vesszük, a szabad szárítóban száradt cserepek hajlítószilárdsága pihentetés nélkül formázva 55%, pihentetés után formázva 70% volt. A kísérlet beigazolta, hogy a szabad szárítóban száradt cserepek szilárdsága megnövelhető és a száradási selejt csökkenthető, ha a cserépgyártásra szolgáló masszát pihentetjük. Mégcsak annak az eldöntése volt hátra, hogy a pihentetés időtartama milyen mértékben befolyásolja a kiszáradt cserepek szilárdságát. Minthogy az előző vizsgálatok alkalmával az üzemi kísérletek a laboratóriumi kísérletekhez hasonló eredménnyel jártak, a pihentetési idő befolyásának a mérését csak laboratóriumi méretekben végeztük el. A laboratóriumi mérések szerint a pihentetés idejét 4-ről 48 óráig emelve, a kiszáritott testek hajlítószilárdsága a pihentetés idejével fokozatosan nő. A különböző ideig pihentetett próbateteket 950° -on kiégettük és a hajlítószilárdságukat kiégett állapotban is meghatároztuk. Méréseink szerint a pihentetés következtében a kiégett testek hajlítószilárdsága lényegesen nem növekedett meg.

A fentiek szerint az Északbudai Téglagyár cserépagyagát megvizsgáltuk, de kérdéses maradt, hogy a szilárdságnövekedés a pihentetés hatására általánosítható-e és más agyagoknál is bekövetkezik, vagy csak a nehezen feltáródó, kiscelli kék agyaghoz hasonló agyagnál, amellyel az Északbudai Téglagyár dolgozik. Megismételtük ezért a laboratóriumi vizsgálatot a könnyen átnedvesedő, homokos, közepes képlékenységgű rákosi sárga agyaggal is. Ebben az esetben a pihentetés nem befolyásolta a száraz szilárdságot, tehát a száraz áru szilárdságnövekedése a pihentetés hatására nem általánosítható tény. A hazai cserépgyártásra szolgáló agyagokat ebből a szempontból egyenként fogjuk megvizsgálni.

II. Száradási érzékenység meghatározásának lehetőségei

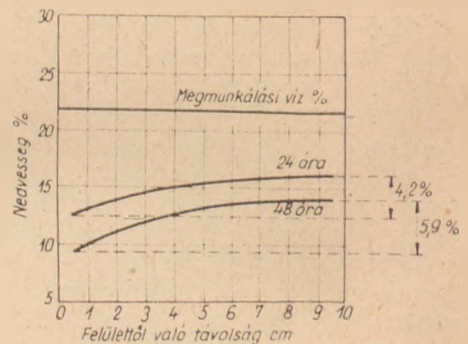
Egyik leggyakoribb gyártástechnológiai kérdés, melyre a laboratóriumnak az agyagvizsgálatnál felelnie kell: érzékeny-e az agyag a szárításnál vagy sem, illetve, hogy a szokásos téglagyári szárítási körülmények között repedés- és torzulásmentesen megszáradható-e. Erre az anyagtulajdonságra eddig úgy következtettünk, hogy figyelembe vettük az agyagnak a laboratóriumban megvizsgált minden más anyagtulajdonságát, így finom szemcse tartalmának mennyiségét, zsugorodásának nagyságát, a kiszáritott test pórus-térfogatát, a megmunkáláshoz szükséges víz mennyiségét stb. Az utóbbi években azonban a kutatók igyekeztek a szárítási érzékenység jellemzésére pontosabb és számszerűen kifejezhető értéket adó módszereket kidolgozni. Ezért, hogy a szárítási érzékenységre vonatkozólag mi is pontosabb adatokat közölhessünk a téglagyárakkal, áttanulmányoztuk az irodalmat és kiválasztottuk az általunk is alkalmazható módszereket. A szakirodalomban igen sok tanulmányt találtunk, amely a szárítási érzékenység meghatározásával foglalkozik. Az alábbiakban röviden ismertetjük ezeket a módszereket, melyek részben közvetlen mérések, részben az agyagnak valamelyik olyan anyagtulajdonságát mérik, mely a szárítási érzékenységgel számszerű összefüggésbe hozható.

Direkt meghatározáson alapszik az Essen-i Institut für Ziegelforschung által kialakított, meglehetősen kezdetleges módszer. Észereint az agyagokból $8 \times 4 \times 34$ mm méretű próbatesteket formáznak ügyelve arra, hogy a formázó massa keménysége az üzemben sajtolt friss téglá keménységével megegyező legyen. A próbatestek klímaszekrénybe kerülnek, melyben a levegő hőmérséklete, nedvességtartalma és áramlási sebessége pontosan szabályozható. Minthogy a próbatest kicsi, a klímaszekrényt úgy kell szabályozni, hogy a szárítás körülményei a valóságosnál szigorúbbak legyenek. A kivilágított szekrény üvegajtaján keresztül megfigyelik, hogy a szárítás megkezdése után hány perccel mutatkozik az első repedés. Ha a szárító levegő 80° -os, $0,1\%$ relatív nedvességtartalmú és $0,5$ m/sec. áramlási sebességű, akkor érzékeny agyagokon 10 percnél rövidebb idő alatt keletkezik az első repedés (1).

Ha agyagból formázott testet szárítunk, addig, amíg a test el nem éri a bőrkemény állapotot, a párolgás csak a test felületéről történhet. Ezért az eredetileg egyenletes nedvességeloszlás az agyag testben a szárítás előrehaladásával úgy változik meg, hogy a felületen kisebb lesz a nedvességtartalom, mint a test belsejében, a közbeeső helyeken pedig a nedvességtartalom a két érték közé esik. A nedvességkülönbség következtében megindul a vízáramlás olyan irányban, hogy a keletkezett nedvességtartalom-beli különbségeket kiegyenlítse. Macey felvette a nedvességtartalom megoszlását olyan agyagból készült hasábokban, melyek csak az egyik oldalukról száradtak. Olyan agyagokban, amelyekben a víz könnyen áramlik a test belsejéből a száradó felületre, a nedvesség-

különbség a test belseje és felülete között kicsi lesz. Minthogy a zsugorodás a nedvességtartalomtól függ, ebben az esetben kicsi lesz a zsugorodás-különbség a száradó test belseje és felülete között. Az ilyen agyagok belsejében aránylag csak kis feszültségek vannak és nem hajlamosak a szárításkor repedésre, ill. torzulásra. Másrészt vannak olyan agyagok, melyekben a víz csak lassan áramlik a felület irányába. Ezeknél az agyagoknál a szárítás folyamata alatt a száradó test felülete és belseje között nagy nedvességgradiens, ill. feszültség alakul ki (2).

A szárítási érzékenység mérését Macey fent ismertetett módszerével a nedvesség-gradiens alapján az ÉaKKI. kezdeményezésére már bevezettük. A vizsgálandó agyagból $100 \times 50 \times 15$ mm méretű próbatesteket formáznak és azokat hosszirányukra merőlegesen, egyik felületük kivételével, vízhatlan lakkal vonjuk be. A próbatesteket 25° -os és $0,7$ relatív nedvességtartalmú térben 24 , ill. 48 órán keresztül szárítjuk, majd egyenlő vastag szeletekre felvágjuk, nedvességtartalmukat meghatározzuk, és megszerkesztjük a test rétegenkénti nedvességtartalmát feltüntető nedvességeloszlási görbét (1. ábra).

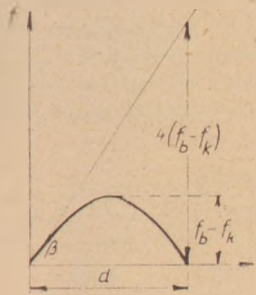


1. ábra

Minél nagyobb a két szélső réteg közötti nedvességkülönbség, annál érzékenyebb az agyag a szárításra. Általában, ha a különbség 3% -nál kisebb, az agyag nem érzékeny, 3 – 5% -ig közepesen érzékeny, 5% felett különösen érzékeny. (3)

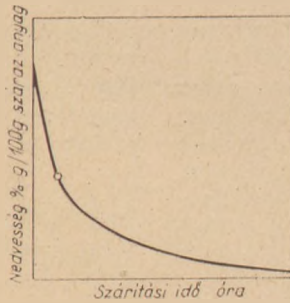
A vizsgálatok elvégzésénél nehézségeink voltak, mert a felvitt lakkréteg a zsugorodás következtében a vizsgálat alatt gyakran felhólyagzott. Ezt a hibát megszüntettük azzal, hogy a lakkozáshoz zapon-lakkot használtunk, mely tökéletesen fed és az egész mérés tartama alatt nem válik el az agyagtól. Zapon-lakk használata esetében a nedvességkülönbségek a fent megadottaknál valamivel nagyobbak.

Ugyancsak nedvességkülönbség mérésén alapszik a szárítási érzékenység mérése a megengedhető legnagyobb nedvesség-gradiens segítségével az ÉaKKI. 2. sz. jelentése alapján. Ez az, az egyes agyagokra jellemző, maximális nedvességkülönbség a száradó test külső és belső rétege között, aminek túllépése esetén a repedés bekövetkezik. Kísérleti meghatározásnál a próbatestet szárítóterbe helyezzük és ott addig tartjuk, amíg a próbatesten a repedés nem jelenik meg. A repedés pillanatában a próbatestet a szárítóterből kiemel-

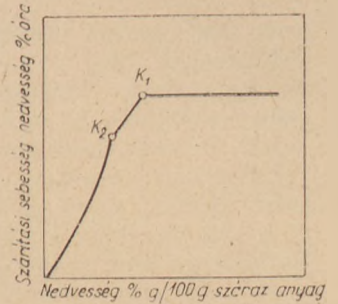


2. ábra

f = a próbatest nedvességtartalma
 d = a próbatest vastagsága



3. ábra



4. ábra

jük és egyenlő vastag szeletekre vágjuk. Az egyes szeletek nedvességtartalmának megállapítása után, megszerkesztjük a nedvességtartalom megoszlására jellemző parabolát (2. ábra).

A megengedhető legnagyobb nedvességgradienst az ábra szerint a parabola felületi nedvességtartalmához húzott érintő iránytangense adja. Ezt a módszert kipróbáltuk, de a nagy szórás miatt, mint állandó vizsgálatot, nem vezettük be.

A repedésmentes szárítás legkedvezőbb feltételeinek a kutatása közben Sirhal is foglalkozott a megengedhető legnagyobb nedvességgradiens kísérleti meghatározásával. 5 cm átmérőjű, 6 cm magas henger alakú és $4 \times 4 \times 6$ cm méretű hasábalakú próbatestekkel végeztek méréseket, a próbatestek egyes lapjait úgy kenték be benzolos gumi- vagy sellakoldattal, hogy a testek csak két, egymással szembenlevő oldalukon száradjanak. A szárítóberendezésből, melyben a levegő hőmérsékletét, nedvességtartalmát és áramlási sebességét szabályozni lehetett, a próbatesteket különböző, előre megállapított időpontokban emelték ki. Megfigyelték, hogy a különböző ideig száradt próbatesteken észlelhető-e repedés vagy torzulás, azután megállapították, hogy mennyi a nedvességkülönbség a testek felülete és közepe között. A megengedhető legnagyobb nedvességkülönbség Sirhal szerint az a legkisebb különbség, csökkentve 1%-kal, amely mellett a próbatest még repedést mutatott. A mérések szerint a megengedhető legnagyobb nedvességkülönbség a test széle és közepe között sovány agyagoknál 5–7%, képlékeny agyagoknál 3–5% lehet (4).

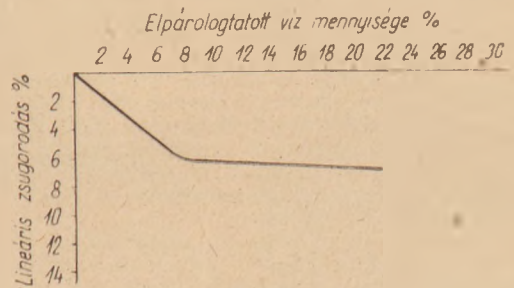
Igen fontos következtetéseket vonhatunk le a szárítási görbe, ill. a szárítási sebességgörbe elemzéséből is. A szárítási görbe az agyag nedvességtartalmát tünteti fel a szárítási idő függvényében, a szárítási sebességgörbe pedig a szárítási sebességet ábrázolja a nedvességtartalommal összefüggésben. A görbék meghatározása céljából a kiformázott próbatesteket olyan beállítható hőmérsékletű szárítószekrényben szárítjuk, ahol a levegő nedvességtartalmát és áramlási sebességét szabályozni tudjuk. A próbatestek súlyát, ill. nedvességtartalmát sűrű időközökben mérjük. A szárítási sebességgörbét a szárítási görbéből grafikus differenciálással kapjuk meg (3. és 4. ábra).

A szárítás első, állandó sebességű szakaszában a szárítási görbe egyenes, ebben a szakaszban tehát a szárítási sebességre jellemző iránytangens

értéke állandó, a szárítási sebességgörbe az abszcissza tengellyel párhuzamos egyenes. A test egyöntetűen nedves, párolgó felületén a párolgás olyan, mint a szabad víz felszínén. A szárítás második, csökkenő sebességű szakaszában, a nedvesség időbeli változása már nem lineáris, az első szakaszra jellemző egyenes, az egyensúlyi nedvességtartalomhoz asszimptotikusan közeledő görbébe megy át. A szárítási görbéből megszerkesztett szárítási sebességgörbe egyre csökkenő szárítási sebességet mutat, összhangban azzal, hogy a párolgó felület fokozatosan a test belsejébe húzódik vissza.

Jól megfigyelhető, hogy olyan agyagnál, mely a szárításra érzékeny, a szárítás állandó sebességű szakasza rövid, és a párolgó felszín még viszonylag nagy átlagos nedvességtartalom mellett helyeződik át a test belsejébe (5).

Az esseni Institut für Ziegelforschungban kidolgoztak a száradási érzékenység számszerű jellemzésére egy módszert, mely tulajdonképpen szintén a szárítási folyamat elemzéséből áll. A módszer szerint felveszik — Bigot francia keramikus után — koordináta rendszerben az elpárolgott víz mennyiségét a száradási zsugorodás függvényében. Ez az ún. Bigot-görbe (5. ábra).



5. ábra

Az Institut für Ziegelforschung közleménye szerint minél nagyobb a görbe és az abszcissza-tengely által bezárt szög tangense, annál érzékenyebb az agyag a szárításra, a kapott eredmények összhangban állanak az intézet által kidolgozott, klímaberendezésben mért száradási érzékenységgel, amit az előzőekben már ismertettünk (6).

A görbe felvételéhez a francia kutatók automatikus regisztráló műszert szerkesztettek, a barelattographe-ot. Laboratóriumunkban a különböző agyagoknak, a rendelkezésre álló eszközök segítségével, automatikus regisztrálás nélkül fel-

vett Bigot-görbéi között nem találtunk mérhető különbséget. Még a kellő műszer birtokában is kétséges, hogy ezzel a módszerrel számszerűen jellemezhetjük-e az agyagok száradási érzékenységet. Francia irodalmi adatok szerint ugyanis felvették ugyanannak az agyagnak a görbét, mind tisztán, mind pedig homokkal soványítva. A soványítás következtében kezdetben a görbék hajlásszöge nem változik mérhetően és a görbék csak igen nagy soványításnál laposodnak el.

Az elmondottakat összefoglalva, a rendelkezésre álló laboratóriumi felszerelés mellett,

valamely agyag száradási érzékenységre vonatkozólag a száradási görbe elemzéséből és a Macey-féle vizsgálatból mondhatunk véleményt. Az így kapott eredmények a gyakorlattal jó megegyezést mutatnak.

IRODALOM

1. Ziegeleitechnisches Jahrbuch. 1958. 142. oldal.
2. F. H. Clews: Heavy Clay Technology. 123. oldal.
3. ÉaKKI. 2. sz. jelentése.
4. Die Ziegelindustrie. 1957. 711—716. oldal.
5. Mérnök-technikusi továbbképző: Durvakéramiai anyagok szárításának elmélete és gyakorlata.
6. Die Ziegelindustrie. 1960. 75—79. oldal.

Egyesületi hírek

Az ÉM Üvegipari Igazgatóság az Épitőanyagipari Tudományos Egyesülettel együtt 1960. szeptember 23-án a Technika Házában megtartotta az üvegipar összevont vállalati főmérnöki és műszaki értekezletét. Az értekezletet Dr. Knapp Oszkár, az Épitőanyagipari Tudományos Egyesület üveg-szakosztályvezetője nyitotta meg, utána pedig Száder Rudolf iparági főmérnök három napirendi pontban összefoglalt elgondolását tartotta meg. Az előadás témái voltak:

1. Az üvegipar feladatai a második ötéves terv időszakában.
2. Az eddig elvégzett műszaki munkák kiértékelése, ennek eredményei és hiányosságai.
3. Az Épitőanyagipari Tudományos Egyesület és az üvegipar műszakiainak kapcsolata.

Az előadást követően számos hozzászólás hangzott el, amelyekre Pál Gyula iparigazgató elvtárs válaszolt és összefoglalójában felkérte az ipar összes műszaki dolgozóját a távlati feladatok sikeres végrehajtásában való részvételére, az eddiginél még jobb és lelkesebb munkával.

A Kőbányász szakosztály 1960. szeptember 30-án tartott ankétjának célja az ÉM 1. sz. Kaviestermelő Vállalat csepeli üzemében létesített, az iparban első üszókotróizem bemutatása és ezzel kapcsolatban egyes kaviestermelési kérdések megvitatása volt.

Gyurián Lajos szakosztályvezető, iparági főmérnök tartott bevezetőt, melyben megállapította, hogy a szakosztály az utóbbi években igen keveset foglalkozott a kaviestermelés kérdéseivel. A termelésnek ez az ága ma a mennyiségi és minőségi problémák egész sorát vetette fel, amelyek megoldásának első kísérleti lépése a csepeli üszódarú üzembehelyezése. Kéri a megjelenőket, hogy az elméleti és gyakorlati munka összekapcsolásával végzett tudományos szakosztályi munkáik legyenek az iparvezetés segítségére a kaviestermelés problémáinak leküzdésében.

Vajda László előadásában az állami kaviestermelés 1949—1960. évek közötti fejlődését vázolta, részletesen ismertette a gépesítés fejlődését és ezzel párhuzamosan a termelékenység közel négyszeres emelkedésének fázisait. Felsorolta a megoldásra váró mennyiségi és minőségi követelményeket.

Havel József. A vízalatti kotrás gépi módszereit és a csepeli üzemben alkalmazott markolókotróizmet ismertette.

Kovács László — a kaviestermelő üzemek vezetőinek jelenlétét felhasználva — az üzemek balesetelhárítási és munkavédelmi kérdéseiről tartott előadást.

Üzemlátogatás után a hozzászólásokra került sor. Az elhangzott észrevételek számos újabb szempontot vetettek fel az üzemi és iparági termelési kérdések további tisztázására.

Petróczi János iparigazgató az osztályozás néhány éven belül megvalósítandó feladatával kapcsolatos műszaki problémákat vetette fel, mint a szakosztály munkakörébe vágó kérdéskomplexumot.

A hozzászólásokban felmerült kérdésekre az előadók adtak választ, majd Gyurián Lajos összefoglalva az ankétot felvetett gondolatokat, a szakosztály közeljövőben végzendő tudományos munkájának feladataiként felsorolta a vízalatti kaviestermelés gazdaságos megoldásának, az osztályozás kérdéseinek, valamint a termék minőségi javításának problémáival való foglalkozást.

A második ötéves terv műszaki fejlesztési programjával kapcsolatos előadások sorát a Kőbányász szakosztály 1960. október 14-én indította el Úrsabányán az 50%-os nemesüzalék termelés tárgykörében tartott előadásokkal.

Az előadássorozatot Gyurián Lajos szakosztályvezető vezette be: utalt az elméleti és a gyakorlati munka közelebbhozásának szükségességére, aminek érdekében a vállalatok dolgozóinak intenzívebben kell kapcsolódnunk üzemiek fejlesztésének problémáiba. Ezért tartjuk előadásaink és megbeszéléseink megfelelő részt az üzemekben.

Dr. Jugovics Lajos előadásában hivatkozott az ütéptés megváltozott közsükségletére, a Balaton környéki kőbányászat súlypontjának a Tátika bazalt-takaróira történő áttévedésre, majd kifejtette a bazaltbányászat fejlődési lehetőségeit a Tátika-csoport és a Bakony bazalt-lelőhelyein.

Hajnal Lajos ismertette a kőbányászat utóbbi években elért technológiai fejlődésének mozzanatait. Rátérve a második ötéves terv termelési célkitűzésére, lerögzítette, hogy ez csak a gépesítés és automatizálás részben már megoldott, részben most kidolgozás alatt álló lépéseinek bevezetése útján lesz végrehajtható. Ismertette az ipar területén végrehajtott és most folyó rekonstrukciós beruházásoknak módszereit a nagy nemesüzalék termelési hányad elérésére.

Táborosi Elek vállalati igazgató előadásában felsorolta az üzemi nemesüzalék termelés 1958. év óta elért eredményeinek számadatait, amelyek az aszfalt-ütéptési adalékanyagban máris jelentős emelkedést mutatnak. Kijelentette, hogy az előadottak után megoldhatónak látja az ötéves tervben Úrsabányán jutó feladatot, az 50% nemesüzalék termelés elérését.

Az előadásokat követő vitában a Dunántúl kőbányáiból meghívott hallgatóság csaknem teljes létszámban résztvett. A fejlesztés számos részletkérdése tisztázódott. Az értekezlet résztvevői egyöntetűen hasznosnak és a jövőben követendőnek ítélték a szakosztály működésének ez alkalommal Úrsabányán kezdeményezett módozatát, amely a műszakiak azon jelentékeny hányadának is alkalmat nyújt vélemény kifejtésére, akik a budapesti előadásokat csak ritkán látogathatják.

1960. év november hó 3-án a Nagykanizsai Üveggyárban dr. Knapp Oszkár tartott előadást a Weisswasseri (NDK) üveggyárban látottakról. A VEB Einheit-üveggyár televíziós burákat gyárt és az előadó a Nagykanizsai Üveggyár dolgozói előtt ismertette a televíziós bura készítésével kapcsolatos tapasztalatait.

A huzalfeszültségek megoszlása előrefeszített vasbeton szerkezetekben

F E N Y V E S H E D V I G

Az előrefeszített vasbeton elemekben a huzalokat túlnyomórészt csoportosan feszítik. Ennek oka egyrészt az, hogy a feszítés lassú művelet és az egy elembe levő, gyakran 16–20 huzal szálszámú feszítése a gyártás menetét igen nagy mértékben lelassítaná, másrészt a lehorgonyzóelemek költsége és helyigénye is azt a követelményt támasztja, hogy egy-egy lehorgonyzóelembe egyszerre minél több huzalt fogjunk be.

A csoportos feszítésnél különböző jelenségek arra utalnak, hogy a huzalokban levő feszültség nem azonos.

1. Erre enged következtetni a feszített elemek ún. kardosodása. Az elemek a külpontos feszítés miatt a feszültség ráengedése után meggörbülnek. A külpontos feszítésnek több oka lehet:

a) a sablonok deformálódása miatt a betonkeresztmetszet változása a tervezetthez képest és ebből kifolyólag a beton keresztmetszete súlypontjának eltolódása,

b) a huzalok pontatlan elhelyezése, ami a feszítőerő hatásvonalának eltolódását okozza,

c) az egyenlőtlen huzalfeszültség.

Az első két — kardosodást előidéző — ok fennforgását egyszerű hossz-méréssel megállapíthatjuk. Ilyen ellenőrzések azt mutatják, hogy a keresztmetszeti méretek változásai és az acélhuzal elhelyezése nem mindenkor indokolják a kardosodást, tehát az azt előidéző okok között szerepelnie kell az egyenlőtlen feszültségmegoszlásnak is.

2. Az egyenlőtlen huzalfeszültségre utalnak egyes elemek, pl. a feszített vasbeton vasúti aljak próbatörési eredményei is. Ugyanazt az aljat ugyanis egyik végén természetes, másik végén fordított helyzetben terhelik. Gyakran előfordul, hogy míg az egyik helyzetben az alj a követel-

ménynél lényegesen többet bír, a másik helyzetben nagymértékben alatta marad annak.

Ez magyarázható a különböző betonminőséggel is, de amellett, hogy egy elembe belül lényeges különbséggel nem lehet számolni, egyes kisszámú kivételtől eltekintve törvénynek tekinthető az, hogy ha a törési eredmények egyik helyzetben alatta maradnak a követelményeknek, a másik helyzetben pedig meghaladják azokat, a huzalokban levő feszítőerők eredőjének a súlypontja a tervezetthez képest eltolódott. Ez az eltolódás egyik irányban növeli, a másikban pedig csökkenti a teherbírást.

Az 1. táblázat feltünteti a 2. sz. Épület-elemgyárban lefolytatott néhány próbatörés eredményei közül mindazokat, ahol természetes helyzetben az alj repedését előidéző erő az elméleti értéket nem érte el. A táblázatból az derül ki, hogy az elméletinél alacsonyabb repesztőerőnek természetes helyzetben minden esetben magasabb érték felelt meg, ha a próbatörést fordított helyzetben végezték. A törőerőknél ugyanez a jelenség már nem mindig volt megfigyelhető.

A 2., 3., 4., 6., 7. és 10. sorszámú aljaknál ez a jelenség fennáll és ugyanez a tendencia látható az 5., 8., 11. esetben is, bár itt a törőerő fordított helyzetben — valószínű a rövid lehorgonyzási hossz következtében előálló gyakori huzalesés miatt — a 100%-ot nem érte el. Az 1., 9. sorszámú aljaknál a törőerő már mindkét esetben meghaladta a 100%-ot és ilyen tendencia van a 12-es sorszámú esetben is.

A jelenség megértéséhez vizsgálni kell a repesztő- és törőnyomaték változását a huzalok elhelyezésének és a huzalban levő feszültség megoszlásának a függvényében.

A keresztmetszet repesztőnyomatéka $M_r = \sigma K$.

1. táblázat

Vasúti alj próbatörésének eredményei

Sorszám	Jelzés		REPESTŐERŐ				TÖRŐERŐ			
			Természetes		Fordított		Természetes		Fordított	
			h e l y z e t b e n				h e l y z e t b e n			
			tonna	%	tonna	%	tonna	%	tonna	%
	elméleti	10,2	100	8,0	100	15,4	100	13,5	100	
1.	IV/20	17	10,0	98	10,0	125	15,8	102,5	14,4	107
2.	V/2	52	9,6	94	12,9	161	13,6	88,	16,6	123
3.	V/5	34	10,0	98	10,0	125	13,6	88	14,7	109
4.	V/6	58	9,6	94	11,4	142	13,6	88	15,5	115
5.	V/7	75	7,7	75,5	9,2	115	12,5	79	12,5	93
6.	IV/26	40	9,2	90	11,1	138	12,2	77	13,6	101
7.	IV/27	31	9,2	90	11,8	148	14,7	95,5	14,4	107
8.	IV/28	22	8,9	87,5	8,9	112	11,8	76,5	11,8	87
9.	IV/30	82	9,6	94	10,7	133	15,5	101	13,6	101
10.	V/17	85	7,7	75,5	11,8	148	9,6	61	14,4	107
11.	V/17	58	9,0	88,5	8,9	112	10,3	65	12,2	90,5
12.	V/20	22	10,0	98	10,0	125	16,2	105	12,9	96

Itt K jelenti a tartó keresztmetszeti tényezőjét, σ pedig két tényezőből tevődik össze: σ_1 a beton repedését előidéző max. húzófeszültség, σ_2 az előfeszítésből származó betonfeszültség a keresztmetszet szélső szálában.

A huzalok elhelyezésének pontatlansága, valamint a huzalokban a feszültség egyenlőtlen megoszlása elsősorban σ_2 -re van hatással, a K -ra csak elhanyagolhatóan kis mértékben, mert az ideális keresztmetszeti tényezőben a vasbetétek csak 10–15%-kal szerepelnek, a vasbetétek elmozdulása pedig ennek a 10–15%-nak csak kis hányadát adja.

Tehát ha σ_2 növekszik, vele együtt emelkedik a keresztmetszet repesztőnyomatéka, illetve ha csökken, kisebb lesz a repesztőnyomaték is.

Vizsgáljuk σ_2 változását:

Ákár a huzalok helyének eltolódása, akár a huzalokban levő feszültség egyenlőtlen megoszlása egyformán azt eredményezi, hogy a huzalokban levő előfeszítő erők eredőjének támadáspontja eltolódik, a feszítés a tervezetthez képest kiütpontos lesz.

A kiütpontos feszítésből származó betonfeszültség:

$$\sigma_2 = \frac{P}{F} \pm \frac{Pe}{K}$$

ahol P = a huzalokban levő erők eredője

F = a betonkeresztmetszet területe a vizsgált helyen.

A $\frac{Pe}{K}$ tényező egyik irányú terhelésnél növeli,

a másik irányban pedig csökkenti a σ_2 -t, és mivel a repesztőnyomaték egy irányban változik a σ_2 -vel, vele együtt nő vagy csökken az is.

A keresztmetszet törőnyomatékánál már nem egészen azonos a helyzet. A törőnyomaték képlete:

$$M_t = Pz,$$

ahol P a húzott övben levő vasak keresztmetszetének és az acél folyási határának szorzata,

z a belső erők karja.

Az acél előfeszítése a képletben nem szerepel, tehát M_t ettől független (természetesen csak bizonyos határon túl, mert pl. ha az előfeszítés a huzalban kevés, vagy egyáltalán nincs, a huzal nyúlása olyan nagy, hogy a repedések megnyílása és a nyomott zóna összeszűkülése a tartó tönkremenetelét okozhatja).

A húzott övben levő huzalok helyzetének megváltozása csökkentheti vagy növelheti a hasznos magasságot és vele együtt a belső erők karját (z). A „ z ” változása pedig egyenes arányban van a törőerő változásával.

A gyakorlatban a huzalok helyzetét, egymástól való távolságát a gyártmányok végén elhelyezkedő perforált vaslemez, ún. rendezőlemez rögzíti. A rendezőlemeznek azonban a sablonhoz képest bizonyos elmozdulási lehetősége van. Ez azt jelenti, hogy többnyire valamennyi huzal egy irányban mozdul el. Egyik irányban eltávolodnak a keresztmetszet szélétől, a másik irány-

ban közelednek ahhoz. A hasznos magasság emiatt egyik irányban nő, a másikban csökken, s mint fent levezettük, ugyanígy változik a törőnyomaték is. Ha a repesztőnyomatéknál tapasztalnánk csak a próbatörések alkalmával azt, hogy az egyik helyzetben kis teherbírásnak a másik helyzetben nagyobb felel meg, az ok csak az egyenlőtlen feszültségmegoszlás lenne, mert ez hatással van a repesztőnyomatékra, de közömbös a törőnyomatékkal szemben. Ha mindkét esetben ugyanezt tapasztalnánk, akkor a huzalok egy irányban való elcsúszása lenne ennek az oka, mert az mindkét nyomatékra egyforma hatással van. Ha pedig ez a fordított arányú teherbíróképesség egyszer együtt jelentkezik, egyszer pedig csak a repesztőnyomaték esetében, akkor mindkettő együttes előfordulásáról lehet szó. Ez tehát bizonyítja, hogy a huzalokban a feszültségeloszlás nem mindig egyenletes.

3. Feszítés alatt a huzalok szakadása (erről később részletesen lesz szó).

4. Végül a különböző műszerekkel mért feszültségértékek is tanúsítják, hogy a csoportosan feszített huzalok egyes szálaiban különböző feszültségek keletkeznek.

A cikk célja rámutatni a feszültségeltérések néhány okára és a $\varnothing 5$ mm · 150 · 50 KB minőségű nagy szilárdságú betonacélra vonatkoztatva meghatározni ezen feszültségeltéréseknek a nagyságrendjét, végül egy példán megvizsgálni, hogy a feszültségeltérés milyen hatással van az elem repesztőnyomatékára.

A cikkben előforduló adatok egyrészt a 2. sz. Épületelemgyár laboratóriumában végzett kísérletekre s a gyárban tapasztalt jelenségekre támaszkodnak, másrészt felhasználtam Hadzsistergiu Manoliszt, az Építéstudományi Intézet tudományos munkatársának kísérleteit, melyet volt szíves rendelkezésre bocsátani.

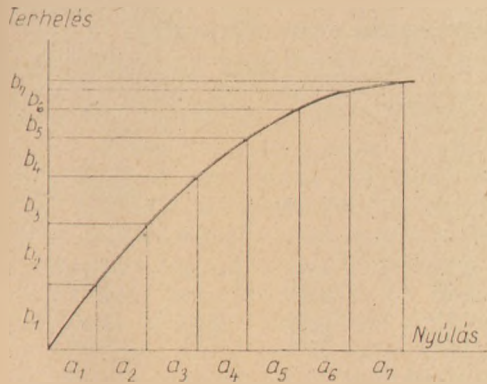
1. A feszültségkülönbség okai és nagysága

1. Feszítőhuzalok hosszkülönbsége

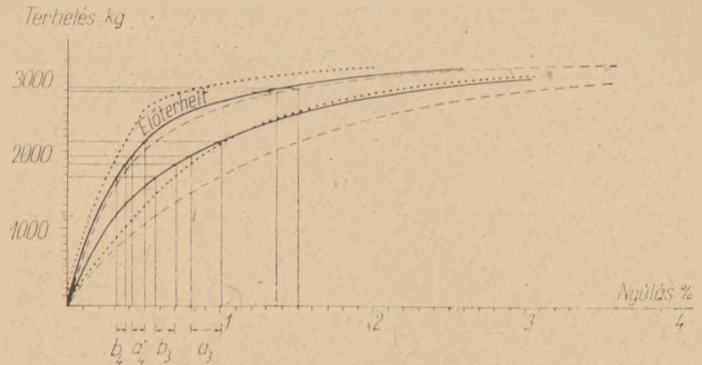
Legkézenfekvőbb ok, hogy a feszítőhuzalok hossza nem egyforma. A csoportos feszítésnél ugyanis a huzalvégek egy egyenesben helyezkednek el, a huzalok különbözőképpen nyúlnak meg, s különböző nyúlásokhoz különböző feszültségek tartoznak.

Mivel a hullámos huzal nyúlása akár a simánál, akár a rovátkolténál nagyobb — mert ennek nyúlása magában foglalja a hullámok kiegyenesedésével járó hosszváltozást is — (másképp megfogalmazva: adott hosszdifférenciához kisebb feszültségdifférenciához tartozik), ha egyéb szempontok nem szólnak ellene, az előfeszített elemek gyártásánál szívesen alkalmazunk hullámos huzalt.

Mind a hullámos, mind a sima huzalnál meg kell állapítani azt a hosszűrítést, amely mellett veszélyes feszültségkülönbség nem keletkezik. A veszélyesség megfogalmazása nem egyértelmű, mert ugyanolyan feszültségtöbblet egy huzalban más feszültségeloszlást eredményezhet a betonban, a keresztmetszet méreteitől, a huzalok elhelyezésétől és számától függően. A huzalban ugyan-



1. ábra. Azonos nyúlásokhoz tartozó feszültségek különböző nagyságú feszítésnél



2. ábra. Síma előterhelés nélküli és síma előterhelt huzal feszültség-nyúlási diagramja

csak — mivel a feszültség-nyúlás görbe, csak kezdeti szakaszán belül tekinthető egyenesnek, azonos hosszidifferenciákhoz más-más — a feszültség növekedésével csökkenő — feszültségkülönbségek tartoznak.

Az 1. ábrán látható, hogy ha $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$, akkor $b_1 > b_2 > b_3 \dots > b_n$.

Az alábbi vizsgálatoknál veszélyesnek azt a hosszkülönbséget vettem, ami a feszültségben az átlagtól 10% eltérést eredményez. Az MSZ 7067-59. számú feszített vasúti alj szabványban a 10% feszültségeltérés megengedett.

A hosszeltérésekhez tartozó feszültségkülönbségek meghatározására fel kell rajzolnunk a huzal feszültségnyúlási görbéjét. A nyúlásokat a 2. sz. Épületelemgyár laboratóriumában határozták meg.

A vizsgálat adatai :

A huzal minősége :

5 mm átmérőjű 150·50 KB.

Huzalok fajtái :

síma előterhelés nélkül

síma előterhelve

hullámos előterhelés nélkül

hullámos előterhelve.

Az előterhelés 11 550 kg/cm² feszültségnek megfelelő 2200 kg erővel történt. A terhelést a huzalon 5 percig hagytuk rajta.

A terhelés gyorsasága :

2000 kg-ig félpercenként 200 kg

2000 kg-on felül félpercenként 100 kg.

Próbapálcák száma : minden huzalfajtánál 10—10 db, egy szállítmányból, de különböző karikákból véve.

Mért szakasz 10d = 50 mm.

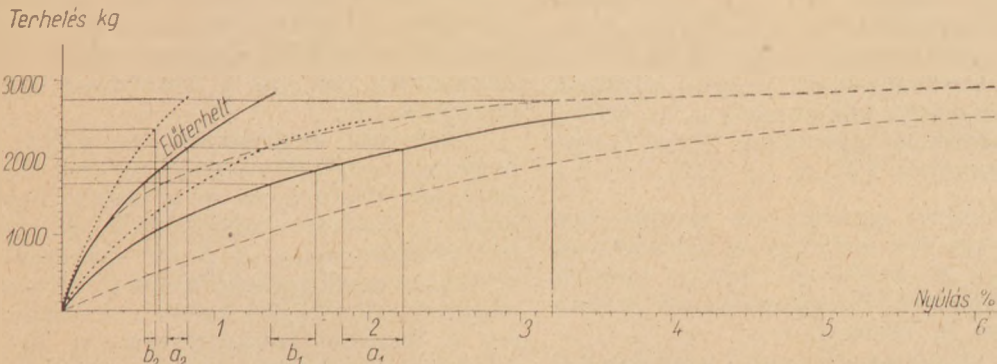
Minden próbapálcán a nyúlásokat két szakaszon mértük, a görbén az van feltüntetve, ahol nem szakadt, mert a szabványban definiált nyúlás hosszú padban nem jellemző a huzal nyúlására. A szakadó nyúlást ugyanis 10d hosszúságon mérik, ilyen kis távolságon a kontrahált keresztmetszetben a nyúlás az össznyúlás %-os értékét igen nagy mértékben befolyásolja. Mennél nagyobb hosszon végezzük a méréseket, az eredményre ez egyre kisebb hatással van. Az alábbi vizsgálatnál feltételeztem — ezt kísérlettel igazolni megfelelő nagyságú szakítógéppel hiányában nem állt módomban —, hogy 12 m hosszon már a szakadónyúlás gyakorlatilag azonos azzal a nyúlással, amit 50 mm hosszon a szakadás helyétől távol mérünk.

A feszültségkülönbségek meghatározásának a feltételei :

a) Az előfeszítés nagysága : 10 000 kg/cm².

b) A huzalok feszültség-nyúlási diagramja, mint azt a 2. és 3. ábra feltünteti, nagy szórás mutat, de ugyanakkor fel van tüntetve a nyúlás szempontjából egy szélsőségesen kis érték is.

c) A huzalokban előírt összes feszítőerőt a gyártás folyamán műszerrel ellenőrzik, így tehát csak igen kis szórás lehetséges, ezt elhanyagoltam.



3. ábra. Hullámos előterhelés nélküli és hullámos előterhelt huzal feszültség-nyúlási diagramja

2. táblázat
10% feszültségkülönbözetnek megfelelő hosszkülönbségek 10 000 kg/cm² előfeszítés esetén

A huzal fajtája	Átlagos görbén mérve				Határoló görbén mérve			
	Nyúlás ε %		Hosszkülönbség a_n		Nyúlás ε' %		Hosszkülönbség a_n	
	ha $\sigma = 10\,000$ kg/cm ²	ha $\sigma = 11\,000$ kg/cm ²	%	12 m-es padon cm	ha $\sigma = 10\,000$ kg/cm ²	ha $\sigma = 11\,000$ kg/cm ²	%	12 m-es padon cm
Sima	0,81	1,02	0,21	2,5	0,48	0,58	0,10	1,20
Sima előterhelt	0,42	0,51	0,09	1,0	0,32	0,38	0,06	0,72
Hullámos	1,82	2,23	0,41	4,92	1,12	1,33	0,21	2,52
Hullámos előterhelt ..	0,69	0,82	0,13	1,56	0,45	0,52	0,07	0,84

d) A számítás egyszerűsítése végett feltételeztem, hogy csak kétfajta méretű huzal van egy elemben, és a huzaloknak éppen a fele rövidebb.

A sima és hullámos huzalok feszültségnyúlási görbéit a 2. és 3. ábrák mutatják. Az ábrán szaggatott vonallal van feltüntetve az előterheletlen huzaloknál az a két határ, mely közé a görbék zöme esik, pontosan ugyanaz az előterhelt huzalokra vonatkoztatva. A folytonos vonalak a 10 görbe átlagát tüntetik fel.

A görbékéből meghatározható, hogy adott átlagos előfeszítésnél adott feszültségkülönbözet-höz milyen nyúlások tartoznak.

Az alábbi számítás során — mivel a diagramban a terhelő erők vannak feltüntetve — a feszültségeket a 0,196 cm²-es huzalkeresztmetszettel megsokszorozva mindenütt erőben is kifejeztem.

A megengedett hosszkülönbség meghatározása sima huzalnál 10 000 kg/cm² átlagos előfeszítés esetén:

az egyes huzalokban levő előfeszítés az átlaghoz képest +10% eltérést feltételezve 10 000, illetve 11 000 kg/cm² (megfelelő erők 1960 és 2160 kg).

A fenti feszültségeknek megfelelő nyúlás a 2. ábráról leolvasható: $\varepsilon = 0,81$ és $1,02\%$, a kettő különbsége $a_3 = 0,21\%$.

Tehát esetünkben 10 000 kg/cm² átlagos előfeszítésnél sima huzal esetén +10%-os feszültségdifferenciát 0,21%-os hosszkülönbség okoz.

A hosszkülönbség nagysága abszolút értékekben, ha a 2. sz. Épületelemgyárban használt 12 m hosszú sablonokat vesszük alapul, $1200 \cdot 0,0021 = 2,5$ cm.

Ha a számítást nem az átlaggörbére, hanem egy szélső érték esetén végezzük el, akkor a feszültségekhez tartozó nyúlások $\varepsilon' = 0,48$ és $0,58\%$, különbségük $a_3' = 0,10\%$ abszolút értékben ugyancsak 12 m hosszú padra átszámítva 1,2 cm.

A továbbiakban ugyanez elv alapján számítva, de a számítás mellőzésével táblázatosan van feltüntetve a különböző fajtájú huzalok esetén a megengedhető hosszkülönbségek átlagos és szélső értékei (2. táblázat).

A 2. és 3. ábrán fel van tüntetve 10 000 kg/cm²-nél alacsonyabb előfeszítés esetén is egy 10%-

3. táblázat

A huzal szakadását előidéző hosszkülönbség
10500 kg/cm² előfeszítés esetén

A huzal fajtája	Nyúlás %		Hossz- különbség	
	Minimális $\sigma = 6000$ kg/cm ²	Szakadó- nyúlás	%	12 m-es pa- don cm
Sima	0,2	1,52	1,32	15,8
Sima előterhelt	0,2	1,38	1,18	14,3
Hullámos	0,32	3,21	2,89	34,7
Hullámos előterhelt ..	0,22	0,61	0,39	4,7

os feszültségdifferenciának megfelelő nyúlásérték (b_n). Az ábrán szemmel látható, hogy alacsonyabb előfeszítésnél 10% feszültségdifferenciát kisebb hosszkülönbség eredményez ($b_n < a_n$), tehát azonos hosszkülönbségeknél a feszültségkülönbségek értéke a feszítés kezdetén nagyobb és a feszítés folyamán csökken.

A táblázatban feltüntetett értékek végeredményben azt mutatják, milyen nagyságú hossz-eltérés engedhető meg a huzalban anélkül, hogy a feszültségkülönbözet az átlagot 10%-kal meghaladná.

A gyakorlatban azonban az is előfordul, hogy feszítés közben az egyes szálak elszakadnak. A huzalok szakítószilárdsága ritkán — legalábbis a szakadások számánál lényegesen ritkábban — esik a szabványban előírt 15 000 kg/cm² alá. A megfeszítéshez szükséges erőt műszerrel ellenőrzik, tehát ennek növekedése nem okozhatja egyenletes huzalfeszültség-megoszlás esetén a huzalok szakadását. Szakadás tehát csak akkor következhet be, ha a huzalokban egyenlőtlen feszültség van.

Érdeemes megvizsgálni az előbbi módon, hogy ha a feszültségkülönbözetet csak az egyenlőtlen hossz idézi elő, mi az a hosszkülönbség, ami miatt a szakadás bekövetkezik. A vizsgálatnál feltételeztem, hogy a huzal szakítószilárdsága egyben az egyik szálabban fellépő feszültség, a szabványban előírt 15 000 kg/cm², az átlagos feszültség a feszített szerkezetekben a 150-50 KB minőségi huzal esetén max. megengedett 10 500 kg/cm², a másik szálabban tehát a feszültség 6000

kg/cm² (megfelelő erők 2940 kg, 2060 kg és 1175 kg).

A 2. és 3. ábrán fel van tüntetve minden huzalfajtánál az előfordult legkisebb szakadó-nyúlás és a hozzátartozó szakító erő.

A 3. táblázat feltünteti 10 500 kg/cm² átlagos előfeszítés esetén azon legkisebb hossz-különbségeket, melyek az előbbi feltételeket betartva a szakadást okozhatják. Itt a legkisebb értékek is olyan nagyok, hogy gyakorlatban az előfordulásukra igen kicsi a valószínűség. Ezért ki-mondhatjuk, hogy önmagában a huzalok hossz-különbsége a huzal szakadását nem okozza. Az alábbi példa azt bizonyítja, hogy még akkor sem, ha a huzalhossz-megoszlás olyan, hogy több huzalt feszítünk, de csak egy huzal rövidebb, tehát a feszültség többletként csak abban az egyben jelentkezik:

Legyen a huzalok száma 16 db.

Átlagos előfeszítés 10 500 kg/cm².

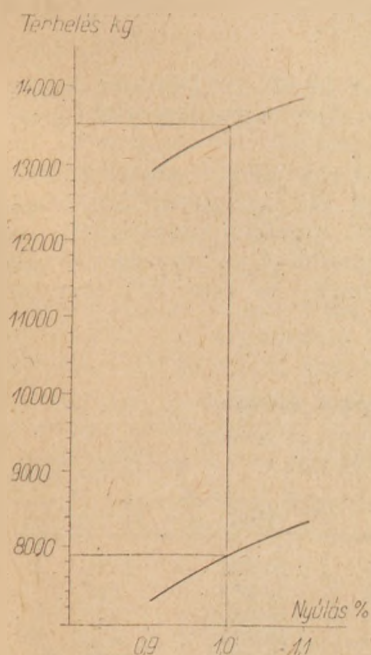
Feltételezve, hogy az 1 db rövid huzalban a szakadófeszültség: 15 000 kg/cm² keletkezik, akkor a többi 15 db-ban a feszültség 10 180 kg/cm². A feszültségeknek megfelelő nyúlás $\varepsilon = 1,52$ és 0,82% különbségük $\alpha = 0,7\%$. 12 m hosszon ez 8,4 cm-nek felel meg. (Az értékek sima előterheletlen huzalra vonatkoznak.)

Bár a szakadást előidéző hossz-különbség ez esetben felére csökken — előterheletlen huzalnál a 8,4 cm-rel szemben 15,8 cm volt —, még mindig olyan nagy, hogy szakadást nem idéz elő. Kell lenni más tényezőnek is, ami vagy önmagában, vagy vele párosulva, olyan feszültségtöbbletet is eredményezhet, mely a huzal szakadását okozza.

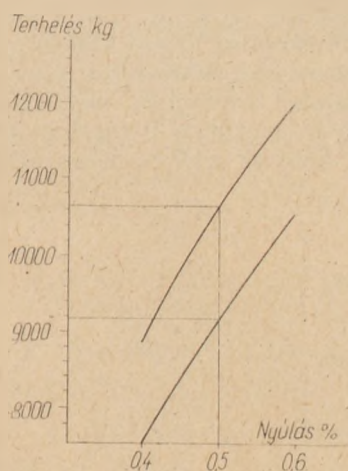
2. A minőség egyenlőtlensége a feszítőhuzalokban

Az egyenlőtlen feszültségmegoszlás második oka a huzalok egyenlőtlen minősége.

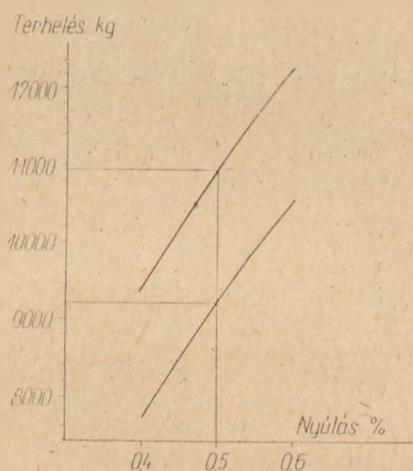
Ha felhordjuk grafikonba több huzalnál a különböző feszültségekhez tartozó megnyúlásokat,



4. ábra. Hullámos huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása



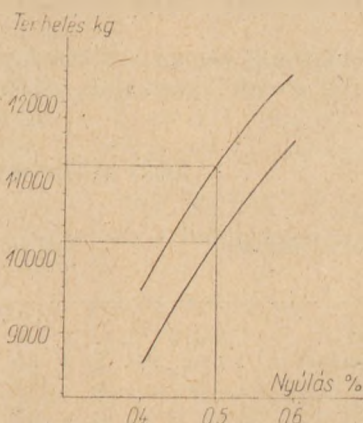
5. ábra. Hullámos előterhelt huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása



6. ábra. Sima huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása

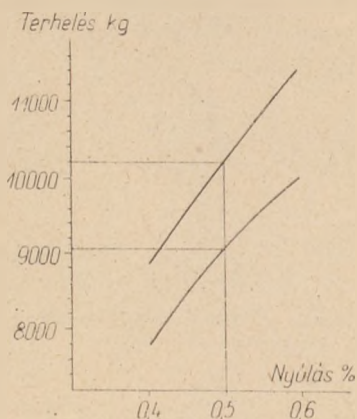
azt tapasztaljuk, hogy ezek a görbék igen nagy szórást mutatnak.

Az alábbi diagramok elkészítésénél az Építés-tudományi Intézet adatait használtam fel. A huzal minősége, a terhelés sebessége és lépései az előzővel megegyeznek. A mért szakasz hossza 100 mm. A próbapálcák 3 különböző karikából lettek véve, minden karikából 3—3 db.

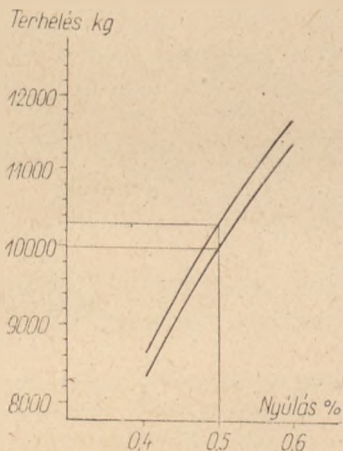


7. ábra. Sima előterhelt huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása

A görbékét a 4., 5., 6., 7., 8. és 9. ábrák tüntetik fel. A görbéken az áttekinthetőség kedvéért csak az a szakasz van feltüntetve, ahol a feszültség $10\,000\text{ kg/cm}^2$ környékén van. Az ábrákon levő 2—2 görbe azokat a határokat tünteti fel itt is, melyek közé az értékek zöme esik.



8. ábra. Rovátkolt huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása



9. ábra. Rovátkolt előterhelt huzal feszültség—nyúlás diagramjának szórása

Látható, hogy az ugyanolyan megnyúláshoz tartozó feszültségek meglehetősen nagy szórást mutatnak. A 4. táblázatból kitűnik, hogy különböző huzalminőségek esetén adott nyúlásokhoz milyen feszültségek tartoznak, valamint hogy a két feszültség átlagához képest mekkora a max. eltérés.

Mivel a mintákat azonos szállítmányból vették és ezen belül is csak 3 karikából, feltételezhető,

hogy nagyobb mennyiségű, különböző szállítmányból vett próbapálcák esetén nagyobb a szóráss. Egyedül a hullámos, előterheletlen huzalnál túlzott a 26,6%-os érték, mert itt a nyúláskülönbözetest erősen növeli a hullámok különböző mérete. A gyakorlatban nagy hosszön ez már lényegesen csökken.

Ha a különböző minőségű acélok mennyiségi megoszlása más, még kedvezőtlenebb képet kaphatunk. Pl. sima huzal esetén, ha a nyúlás 0,5%, a minimális és max. feszültség a 6. ábráról leolvassa 9180 és $10\,900\text{ kg/cm}^2$. Ha 16 közül 15 számban alacsonyabb feszültség keletkezik és csak egy számban magasabb, az átlagos feszültség 9300 kg/cm^2 . Max. eltérés az átlagtól 1600 kg/cm^2 , ez 15%-nak felel meg, vagyis már ilyen alacsony átlagos előfeszítésnél is meghaladja a 10% túrást.

Fel lehetne vetni, hogy a gyakorlatban ez nem fordulhat elő, mert a gyártmányok nagyrészt azonos karikából készülnek, ott pedig az ez eltérés nincs meg. Sajnos, ez nem igaz. Először azért, nem, mert a gyártmányokban igen gyakran használnak fel különböző karikából vett anyagot. A gyártómű a feszítőhuzalt 50 kg-os karikában szállítja. Egy-egy padban a 2. sz. Épületelemgyár mozgópados technológiája mellett 18—35 kg huzal van, tehát minden második, harmadik padban már vegyesen kerülnek felhasználásra a karikák. Az 50—100—200 m hosszú padokon — ahol egyszerre több gyártmány készül — kivétel nélkül minden alkalommal több karikát kell felhasználni.

Másodszor pedig az egy karika felhasználása sem csökkenti megnyugtatóan a szórást. A 4., 5., 6., 7., 8. és 9. ábrákban a szélső értékeket több esetben azonos karikából vett próbapálcák mérési eredményei adták. Így az egy karikán belüli max. eltérés azonos a 4. táblázat szerinti értékkel a sima, a hullámos és az előterhelt huzal esetében.

II. A feszültségkülönbség hatása az elem repesztőnyomatékára

Érdekes egy példán megvizsgálni, hogy milyen hatással van az egyenlőtlen feszültségmegoszlás a tartó repesztőnyomatékára, mert feszített gyártmányoknál a repedésmentesség alapvető követelmény és erre kell méretezni a tartókat.

4. táblázat

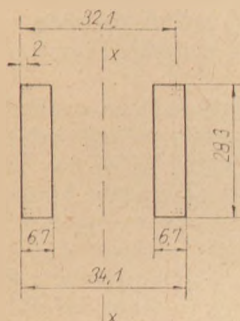
Adott nyúlásnagyságokhoz tartozó feszültségek szórása

A huzal fajtája	Nyúlás, %	Feszültség, kg/cm^2			Maximális eltérés az átlagtól	
		Max.	Min.	Átlag	kg/cm^2	%
Hullámos.....	1	13 520	7 850	10 685	2835	26,6
Hullámos előterhelt	0,5	10 700	9 250	9 975	725	7,2
Sima	0,5	10 900	9 180	10 040	860	8,5
Sima előterhelt	0,5	11 150	10 200	10 675	475	4,5
Rovátkolt	0,5	9 100	10 200	9 650	550	5,7
Rovátkolt előterhelt	0,5	10 000	10 350	10 175	175	1,7

A keresztmetszet, amire a számítást elvégeztünk, megfelel a B-12 200 jelű feszített távvezeték oszlopkeresztmetszetének (10. ábra).

A huzalok száma 16 db — sarkonként 4—4. Előfeszítés értéke átlagosan 10 500 kg/cm².

Tételezzük fel, hogy az $x-x$ tengelytől balra levő huzalokban a feszültségkülönbség 10%-kal alatta marad, a jobbra levőkben pedig 10%-ban meghaladja az átlagos feszültséget. Ez a valóságban is előfordulhat, mert a technológia olyan, hogy az egyik felén levő huzalok is és a másik felén levők is külön csévét alkotnak, s ha egyik csévé rövidebb, illetve hosszabb, vagy a huzal minősége más egyik csévében, mint a másikban, annak valamennyi szálában nagyobb, illetve kisebb a feszültség. A fenti feltételnek megfelelően az egyik oldalon a huzalokban 9450 kg/cm², a másik oldalon 11 550 kg/cm² feszültség van.



10. ábra. B-12-200 jelű feszített távvezeték oszlopkereszt-metszete

A keresztmetszet adatai: a beton területe $F_b = 379$ cm².

A keresztmetszeti tényező az $x-x$ tengelyre $K = 4702$ cm³.

Maradandó feszültség a huzalban : kúszás (MSZ 15 026. szerint)

$$\sigma_{v1} = 0,13 \frac{\sigma_{re}/\sigma_B - 0,20}{0,85 - \sigma_{re}/\sigma_B} \%$$

Az acél rugalmassági modulusát, 1 900 000 kg/cm²-nek véve a kúszás okozta feszültségvesztések

10 500 kg/cm ² előfeszítés esetén	825 kg/cm ²
9 450 kg/cm ² előfeszítés esetén	483 kg/cm ²
11 450 kg/cm ² előfeszítés esetén	1760 kg/cm ²

A betonzsugorodás miatt a feszültségvesztés mindhárom esetben egységesen 760 kg/cm².

Maradandó feszültségek a huzalban

10 500 kg/cm ² előfeszítés esetén σ_{v1}	= 8915 kg/cm ²
9 450 kg/cm ² előfeszítés esetén σ_{v2}	= 8207 kg/cm ²
11 450 kg/cm ² előfeszítés esetén σ_{v3}	= 9030 kg/cm ²

A repesztőnyomaték nagysága, ha a huzalfeszültség minden huzalban egyenletesen 10 500 kg/cm² :

feszítőerő

$$P_1 = \sigma_{v1} \cdot F_v \cdot 16 = 8951 \cdot 0,196 \cdot 16 = 27\,900 \text{ kg}$$

nyomófeszültség a betonban

$$\text{kg/cm}^2 \sigma_{be} = P_1/F_b = 73,6$$

a betonban megengedhető húzófeszültség

$$\sigma_{bh} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

repesztőnyomaték

$$M_{r1} = (73,6 + 30) K = 103,6 K$$

A repesztőnyomaték nagysága egyenlőtlen feszültségmegoszlás esetén :
feszítőerő

$$P_2 = \sigma_{v2} \cdot F_v \cdot 8 + \sigma_{v3} \cdot F_v \cdot 8 = 12\,880 + 14\,150 = 27\,030 \text{ kg},$$

a feszítőerők súlypontja a keresztmetszet szélétől :

$$s = \frac{12\,880 \cdot 2 + 14\,150 \cdot 32,1}{27\,030} = 17,7 \text{ cm}$$

excentricitás : $e = 17,7 - 17,05 = 0,65$ cm
nyomófeszültség a betonkeresztmetszet szélső szálában :

$$\sigma_{be} = P_2/F_b \pm \frac{P_2 e}{K_b} = 71,5 \pm 3,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{be1} = 75,24 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{be2} = 67,76 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{r2} = (67,76 + 30) K = 97,76 K$$

$$M_{r3} = (75,24 + 30) K = 105,24 K$$

Ha egyenletes huzalfeszültség esetén a repesztőnyomatékot 100%-nak vettük, akkor a $\pm 10\%$ max. feszültségeltérés esetén a fenti keresztmetszet repesztőnyomatéka egyik irányban 94,5%, a másik irányban 102% lesz.

Végezzük el ugyanazt a számítást átlagosan 9000 kg/cm² előfeszítés esetén. Ez esetben az egyik oldalon a huzalokban 8100 kg/cm², a másik oldalon 9900 kg/cm² feszültség van. A keresztmetszeti adatok az előző példáéval azonosak.

Maradandó feszültség a huzalban :

9000 kg/cm² előfeszítés esetén $\sigma_{v1} = 7845$ kg/cm²

8100 kg/cm² előfeszítés esetén $\sigma_{v2} = 7068$ kg/cm²

9900 kg/cm² előfeszítés esetén $\sigma_{v3} = 8540$ kg/cm²

A repesztőnyomaték nagysága, ha a huzalfeszültség minden huzalban egyenletesen 9000 kg/cm² :

feszítőerő $P_1 = 24\,500$ kg

nyomófeszültség a betonban $\sigma_{be} = 64,6$ kg/cm²

repesztőnyomaték $M_r = (64,6 + 30) K = 94,6 K$.

A repesztőnyomaték nagysága egyenlőtlen feszültségmegoszlás esetén :

feszítőerő $P_2 = 11\,100 + 13\,400 = 24\,500$ kg
feszítőerők súlypontja a keresztmetszet szélétől $s = 18,4$ cm

excentricitás $18,4 - 17,05 = 1,35$ cm

nyomófeszültség a betonkeresztmetszet szélső szálában

$$\sigma_{be} = 64,6 \pm 7,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{be1} = 71,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{be2} = 57,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = (71,6 + 30) K = 101,6 K$$

$$M_{r3} = (57,6 + 30) K = 87,6 K$$

Ha egyenletes huzalfeszültség esetén a repesztőnyomatékot itt is 100%-nak vesszük, akkor

$\pm 10\%$ -os max. + feszültségeltérésnek $92,5\%$, ill. 107% repesztőnyomaték felel meg.

A két számítást összehasonlítva látható, hogy magasabb előfeszítés esetén, mivel a huzal kúszása lényegesen nagyobb, az egyenlőtlen huzalfeszültségek bizonyos kiegyenlítődése következik be. Emiatt csökken a feszítőerő excentricitása a számítottához képest, ez pedig csökkenti a repesztőnyomaték szórását.

III. Következtetések

1. A huzal előterhelése, mely a huzalkúszás csökkentése miatt szokásos, csökkenti az egyenlőtlen nyúlás miatti feszültségkülönbséget (lásd pl. a 4., 5., 6., 7., 8. és 9. ábrát), ugyanakkor azonban növeli a hosszkülönbségek miatti feszültségkülönbséget (lásd 2. táblázat, ahol a felvett 10% -os feszültségeltérést az előterhelt huzalnál mindig lényegesen kisebb hosszkülönbség okozott). Esetenként mérlegelni kell az előterhelés előnyös, avagy hátrányos voltát. A huzal-előterhelést meg lehet úgy is oldani, hogy az előterheléssel egyidőben vagy azután csökkentjük a hossz-differenciákat, így az előterhelés káros hatását ki lehet küszöbölni, pl. a 2. sz. Épületelemgyárban használt csévéléses technológiánál, ha az előterhelés görgős szerkezeten történik, az előterheléssel egyidőben lehetővé válik a huzalok hossz-differenciájának és egyben különböző huzalminőségek miatt keletkező feszítéskülönbségek bizonyos kiegyenlítődése. Ezt a folyamatot figyelemmel lehet követni úgy, hogy a terhelés kezdetekor a huzalokat vonallal bejelöljük, és figyeljük a megfeszítés folyamán a jelöléseknek egymáshoz képesti elmozdulását. A gyakorlatban néhány cm elmozdulás rendszeresen előfordul, ami a feszültség-kiegyenlítődések folyamatára utal.

2. A hullámos huzal a hosszkülönbségekre nem olyan érzékeny, azonban az egyenlőtlen hullámosítás miatt ez az előny könnyen elveszhet.

3. Az előfeszítés legelőnyösebb nagyságára vonatkozólag egyértelmű választ adni nem lehet, itt különböző szempontok mérlegelése alapján esetenként kell azt meghatározni. A huzal kúszása köztudomásúan magasabb feszítésnél különösen $10\,000\text{ kg/cm}^2$ felett lényegesen nagyobb, emiatt az előfeszítő erő jobban csökken, és kisebb lesz a

repesztőnyomaték. Ugyanekkor azonban, mint már fent levezettük, ha a huzalfeszültségek nem egyenletesek, magasabb feszítésnél ez az egyenlőtlenség csökken, ez pedig növeli a repesztőnyomatékot. A huzalok egyenlőtlen minősége miatt magasabb előfeszítésnél nagyobb a feszültségkülönbséget, ez megint hátrányos a repesztőnyomatékre.

A fentiekben felsorolt jelenségek miatt szükséges egyes gyártástechnológiai utasításokban módosítást eszközölni.

1. Az előregyártó üzemekben technológiai utasításokat kell kidolgozni a huzalhossz-tűrősekre és nagyobb gondot kell fordítani ennek betartására.

2. Sürgősen intézkedni kell a feszítőhuzal anyagának egyenletesebbé tételére.

Mivel a fenti intézkedések csökkenthetik, de teljesen meg nem szüntetik a huzalfeszültségkülönbségeket, szükséges még ezenkívül a huzal-szabványt és a statikai számítás előírását módosítani.

1. A jelenlegi szabvány (MSZ 5720) a huzal minimális szakadó nyúlását adja csak meg követelménynek. Ennek betartása mellett a szakadó nyúlások között még erős különbség lehet, mert pl. a $\delta_{10} = 4\%$ vagy $\delta_{10} = 8\%$ is megfelel a szabványnak; de azonos δ_{10} mellett is különbözők lehetnek a nyúlásgörbék. Szükséges lenne a szabványban két határoló görbét megadni, amelyen belül kell a feszültségnyúlás diagramnak esnie, vagy legalább megadni a szokásos előfeszítésnél a nyúlás plusz és mínusz tűrését.

2. A statikai számítás során — ahogy figyelembe vesszünk az acél elhelyezése szempontjából $0,5\text{—}1\text{ cm}$ lehetséges eltérést és a kedvezőtlen helyzetre méretezünk —, úgy szükséges lenne előírni, hogy előfeszített szerkezetek méretezésénél a huzalok egyenlőtlen feszültsége miatt a feszítőerő támadási pontjának bizonyos kedvezőtlen irányban való eltérést figyelembe kell venni.

A cikknek nem célja, hogy a fenti jelenségekre pontos értékeket adjon, mert a kísérletek kis száma miatt a közölt értékek csak nagyságrendileg jellemzőek. Feladatunknak azt tartottam, hogy a figyelmet ezekre a kérdésekre felhívjam.

Lapszemle

ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLÉJE

STAVIVO

1960. 9. szám

SZTYEKLÓ I KERAMIKA

1960. 9. szám

SZILIKATTECHNIK

1960. 9. szám

Matousek, J., Temlik, O.: A nyersanyagösszetétel hatása a klinker égetésére hosszú forgókemencében. (p: 290—294, t: 6, g: 5, b: 7) Beszámoló a Hranice-i cementgyárban, különféle klinkerek égetésekor szerzett tapasztalatokról. A cikk laboratóriumi vizsgálati eredményekkel, a kemenceüzemmel és az itt nyert tapasztalatoknak a laboratóriumi eredményekkel való összehasonlításával, végül a porszénnel, mint a leggyakoribb tüzelőszerszerrel foglalkozik.

Pume, D.: Porózus beton szerkezeti tulajdonságai és alkalmazása a Szovjetunióban. (p: 295—298, á: 3, t: 3, b: 3) A cikk ismerteti a Szovjetunióban jelenleg gyártott, autoklávban szilárdított porózus betonok fizikai és mechanikai tulajdonságait. Ezeket az adatokat iránymutatóként használják fel a Csehszlovákiában létesítendő porózus beton, gázbeton, és gázszilikátüzemek létesítéséhez, amelyeknek egész sorát tervezték.

Hamák, L.: Pernyebetongyártás a Hodonin-i erőműben. (p: 298—301, á: 6, t: 4) Nyomás alatti álló gőzzel szilárdított, könnyű, mész- és pernyetartalmú idomok gyártástechnológiája, üzemi berendezései és nyersanyagai. A közlemény a gyártás legfontosabb gazdasági mutatóit is ismerteti. A Hodonin-i erőműben folyó termelést, amely főleg helyi szükségleteket elégít ki, szlovák kutatómunka alapján, elsősorban Figus professzor munkája alapján szervezték meg.

Sírhul, H., Matha, R.: A Csehszlovák téglagyárakban felmerül a berendezések felújításának és kiegészítésének szükségessége. (p: 300—305, á: 1, t: 5) Ez a közlemény a szerzők egy referátumsorozatának kezdete, amelyek a csehszlovák téglaiipar alapvető problémáit tárgyalják. A morvaországi téglagyárak vizsgálatu alapján feltárják a téglagyárak berendezésének korát és a feldolgozó gépsorok összeállítását. Ebből következőket vonnak le a jelenlegi állapot megjavítására vonatkozólag.

Prymus, E.: Keréken járó homok- és sóderfeldolgozó berendezések. (p: 310—313, á: 4) A berendezések technológiai és szerkezeti megoldása. Áttekintés az egyes részek funkciójáról. A részek elemei könnyen átalakíthatók. A közlemény foglalkozik a különböző nyersanyaglelőhelyeknek megfelelő szerkezetekkel.

Skolnikov, Ja. A., Kocsarov, E. P.: Bővítsük a műrost-szigetelőanyagok gyártását. (p: 1—5, á: 4, g: 1) A közlemény ismerteti a rövidszálú műrostanyagok gyártástechnológiáját. Részletesen foglalkozik a fűvőfej szerkezetével, a technológiai eljárás paramétereivel. Közli a hőszigetelő készítményekre vonatkozó hatósági műszaki előírásokat.

Gelman, V. A.: Az üveglvasztó kemence gyors temperálása. (p: 10—14, t: 4, g: 6)

A kemence temperálási időtartama a kemencebélés anyagától és annak tulajdonságaitól függően. A fűtési időtartam számítására eljárást dolgoz ki és ennek alapján megállapítja, hogy a kemencefűtés optimális időtartama 4—7 nap.

Aszlanova, M. Sz.: Hőálló szeretlen rostok és tulajdonságaik. (p: 15—18, g: 7)

Szerző beható vizsgálatnak vetett alá háromféle szeretlen rostanyagot, és pedig: a kvareből, kovaföldből és kerámiai masszából készített rostokat. Mindhárom anyagnak ismerteti az előállítási módszereit, közli a lefolytatott vizsgálatok eredményeit és meghatározza az anyagok alkalmazási területét.

Appen, A. A., Antonova, E. A.: Hőálló vasbevonat. (p: 22—26, á: 2, t: 3, g: 2)

(Szőkenti kívánták a magas hőmérsékletű gázoknak a vasra gyakorolt korrodáló hatását oly módon, hogy a vasat zománcszerű bevonattal látták el. A zománc salakszerű üvegből és fémből áll. Összetétele: 28,6% SiO₂, 49% B₂O₃, 0,8% Al₂O₃, 23% Cr₂O₃, 1,9% MnO₂, 33,7% BaO, 3,8% ZnO, 27% CuO, 1% CoO. Fémes alkotórészei: 20% Cr, 70% Ni, 5% B, 5% Si. A cikk közli a zománcozott vas vizsgálati módszereit és a vizsgálatok eredményeit.

Boguszlavszkij, I. A.: Az üveg hőállóságának növelése termokémiaili módszerrel. (p: 26—28, g: 2)

A termokémiaili megmunkálás abban áll, hogy az üveg lágyulásig való hevítése után a felületet szerves szilíciumvegyületekkel kezelik. Ezáltal a függőlegesen húzott ($\alpha = 42 \cdot 10^{-7}$) táblaüveg mintegy 3-szor hőállóbbá válik, hőállósága eléri a 420—440 °C-ot. Az $\alpha = 87 \cdot 10^{-7}$ hőágulási együtthatójú függőlegesen húzott táblaüveg hőállósága is 330—360 °C-ig növelhető.

Kaiser, S.: Az ipari televízió a szilikátiparban. (p: 401—404, á: 8, b: 2) Az ipari televízió fejlődésének helyzete a Német Demokratikus Köztársaságban. Különböző televíziós berendezések ismertetése. Alkalmazási lehetőségek a szilikátiparban. Bár a lehetőségek sokoldalúak, nem kizárt, hogy másfajta távmérési módszerek egyes területeken gazdaságosabban és műszakilag is előnyösebben alkalmazhatók, mint a televízió. A televíziós technika csak ott alkalmazható, ahol a megfigyelendő tárgy megvilágítása eléri a 200 luxot.

Srejda, H., Balduin, H.: A színmérés, mint a kerámiái masszák kidolgozásának segédeszköze. (p: 416—418, t: 5, g: 7)

A cikk azokat a vizsgálatokat ismerteti, amelyeket egyszerű szűrőkészülék segítségével végeztek égetett kerámiái anyagokon. Bár az eredmények nem adnak a színre vonatkozólag a szabványnak megfelelő tájékoztatást, összehasonlító eljárás segítségével alkalmasak arra, hogy a kerámiái masszához kevert anyagokat elbírálhassuk és ellenőrizhessük. Ha a készülék érzékenysége után jött létre, akkor kinetikai és analitikai vizsgálatokra is javasolható.

Kuhlmann, M., Dietrich, R.: Az első nedves eljárású félautomata őrlő és keverő görgőjéről. (p: 422—425, á: 7, t: 3)

Az új, FF/KM 18 típusú kollergang több típusú végzett hosszas kísérletezés után jött létre. A gép görgői egyhelyben forognak, alattuk fordul el az őrlőtányér. Az új gép mindig a megmunkálendő anyag keménységéhez, ridegességéhez, illetve képlékenységéhez állítható be, és a technológiai kívánalmaknak megfelelő szemcseösszetételt biztosít. A kísérletek bebizonyították, hogy 80 mm szemmagyságú kvarcitot 20 perc alatt úgy őrl meg, hogy a kinyert anyag szemszerkezete nagyon jónak minősíthető.

Rambausek, L.: Aerodinamikai viszonyok kamrás és csatornaszáritókban. (p: 425—428, á: 1, t: 1, g: 1, b: 3)

A szívással működő kamrás és csatornaszáritók vizsgálata szerint a csatornaszáritóban a hamis levegő kevesebb, nyilván az ajtók kisebb felülete miatt. A nyomással működő kamrás száritók jobbakként, mint a szívottak, mert az örvénylő áramlás biztosabban kiterjed a teljes kamrakeresztmetszetre. A jelenleg használatos csapantnyűk túl durvák, nem alkalmasak a pontos szabályozásra.

Hanke, H.: Körkemencek átalakítása villás emelőtárgoneas üzemre. (p: 428—430, á: 1)

A közlemény többfajta megoldást ismertet, amelynek segítségével a nehéz berakási munka villás emelőtárgoncaival gépesíthető. A legjobbnak az a megoldás bizonyult, amikor a körkemence homlokfalain 2—2 bejáratú ajtót, hosszoldalain pedig 1—1 ajtót alkalmaznak, a kemencén tehát összesen 6 bejáratú nyílás van. Az új módszer jól bevált, azonban feltétlenül automata szénadagolókat kell alkalmazni és nagyon egyenletesen kell a tüzet vezetni. A körkemence átalakított állapotban 30—50%-kal többet teljesít.

A cementmegtakarítás fontos irányelvei, acélbeton készítmények, épületszerkezetek és betontermékek előállítása során (p: 436—438, t: 4)

A moszkvai beton- és vasbetonkutató intézet a címben foglalt irányelveket 34 pontban foglalta össze. Fő csoportok: az előregyártott vasbetonelemgyártás technológiájának tökéletesítése jelentős beruházás nélkül, olyan új technológiai módszerek, amelyek az üzemek egyes termelési műhelyeinek átépítését és új termelőreszlegek létrehozását teszik szükségessé. Kísérleteket javasol teljesen automatizált, folyamatosan működő üzemek tervezésére és kivitelezésére.

SZTROITYELNŰE MATYERIALŰ

1960. 9. szám

Brjanov, V. V., Dobrovolszkij, Sz. V.: Újdonságok a terméskőből készült nagyblokkok megmunkálásának gépesítésében. (p: 5—7, á: 5)

A közlemény új gépperendezést ismertet, amely a nagyméretű terméskő falazóblokkok tömeges megmunkálására szolgál. A gép a blokkokat rovátkolja, barázdálja és lelelezi stb. A berendezés teljesítménye 30—50 m³/műszak. A blokkok hossza 3000 mm, maximális keresztmetszete 1000 × 500 mm, minimális keresztmetszete 820 × 400 mm. A maró vágási sebessége 7 m/perc. A meghajtó motor teljesítménye 56 kW.

Pickel, L. N., Alekszandrova, G. V.: Azbesztcement panelszerkezetek és deformációjuk. (p: 7—10, t: 1, g: 6)

Az azbesztcement szerkezetek alkalmazása jobb minőséget követel meg. A közlemény nagyméretű, nagyobb szilárdságú és tömörebb azbesztcement panelek vizsgálatával, zsugorodásával és hő- valamint nedvesség hatására bekövetkező alakváltozásával foglalkozik.

Pereletov, I. I.: Salakolvadékok folyamatos habosítása rögzített (fix) rácsos (p: 13—15, á: 1, g: 1)

A cikk leírja, hogyan állítanak elő salakhabbővet salakolvadékból. A salakolvadékokat egy kamra fenekét képező rácsra öntik és a rácsos keresztül az olvadékba poros levegőt fújják be, miáltal az felhabosodik. A befűvott hideg levegő portartalmát pórusképzőként alkalmazzák. A por a levegővel bekerül a habosított anyag sejtjeibe és a sejtet falát lehűti. Az előállított salakhab térfogatsúlya 1100—1400 kg/m³. A sejtet átmérője általában 0,2—0,3 mm, maximum 0,5 mm. A kísérleti berendezés teljesítménye 1 m² rácsra vonatkoztatva 50 t/óra.

Makszimovszkij, N. P., Szokolov, N. G.: Könnnyűbeton (nagypanelek és blokkok) előállítása korszerű betonkeverőben. (p: 11—13, á: 1, t: 3, g: 1)

Az új gép a betont nemcsak erőteljesen keveri, hanem részben őrli is. Az adalék lágyabb alkatrészei aprítást szenvednek, miáltal megtakarítás érhető el cementben és finom őrlésű adalékanyagban. Szerző összehasonlítja a hagyományos géppel és az új géppel gyártott beton tulajdonságait és megállapítja, hogy azok az új eljárással kedvezőbben alakulnak.

Mihajlov, I. P.: Homlokzatburkolólapok mészhomokból. (p: 23—24, t: 1)

Sztálingrádban mészhomok homlokzatburkolólapokat vezettek be. A mészhomokgyártmányok elegye: 60—65% öröletlen homok és 40—35% mészhomok kötőanyag, amelynek fujlagos felülete 3—3,5 ezer cm²/g. A gyártástechnológia rövid ismertetése.

SKLÁR A KERAMIK

1960. 10. szám

Gol, J.: A KGST tagországainak együttműködése. (p: 239—240, t: 3)

Az üveg- és kerámiaparbán a nemzetközi munkamegosztás feltételeinek a kidolgozására a KGST keretében 1958—59 ben került sor. Kidolgozták a gyártmányok nomenklatúráját, megállapodtak a fennálló problémák megoldásának a sorrendjében és az együttműködés módszereiben. Az üveg-kerámiái munkabizottság az Állandó Építőipari Bizottság építőanyagipari ale csoportjának keretében működik. Egyik feladata a 10 és 20 évre szóló távlati tervek előkészítése.

Volf, M.: Az elemek periodikus rendszerének jelentősége az üvegiparban. I. (p: 241—248, á: 1, t: 1)

Az „Üvegipari tudomány és kuta-

tás” című gyűjtemény VI. sorozatában terjedelmes tanulmány jelent meg „A periodikus rendszer és az üvegek” címmel. A közlemény ezt a tanulmányt dolgozza fel a technológusok számára érthető formában, bevezető az üvegvegyészetbe, segédlet az elemek áttekinthető osztályozásához és az üvegek tulajdonságait befolyásoló szerepük megértéséhez. A Mendelevjev-féle táblázatot a Thomson és Bohr által leegyszerűsített alakban használja fel.

Szoboda, D.: Az automatizálás eszközei. (p: 249—253, á: 8, b: 9)

A cikk az „Unit melter” kis olvasztó egység szabályozó és vezérlőberendezéseit ismerteti. A berendezések viszonylag egyszerűek, mert az üvegolvasztás üzemi paraméterei eléggé állandóak. Az automatizálás eredményes bevezetését a szabályozási folyamat behatár elemzésének kell megelőznie. Erre a célra jól beváltak a jelenleg is alkalmazott mérőközpontok. Példákon mutatja be ezeknek a mérőközpontoknak a kibeketését a mindenre kiterjedő automatizálás alkalmazására.

CEMENT WAPNO GIPS

1960. 9. szám

Pociej, J.: Az atmoszferikus levegő portartalmának meghatározása. I. (p: 238—248, á: 6, t: 3, g: 2)

A különféle porártalmak által okozott megbetegedések, mint szilikózis, antrakózis, cémentózis, azbesztózis elleni védekezés legfőbb eszközei a porelszívó berendezések. Legveszélyesebb a levegőt szennyező anyagok közül az SiO₂, amelynek kiküszöbölése a cementgyártásban elsőrendű fontosságú. A tanulmány ismerteti a munkavédelmi intézkedések érdekében szükséges tudományos vizsgálatok irányelveit és módszereit, leírja a szükséges mérőeszközöket, vizsgálati és számítási eljárásokat (Kotze, Behounek, Owens stb. módszereit, Greenburg és Smith eljárását), végül részletesen foglalkozik a Thom kamra előnyeivel.

Nizinski, S., Beben, A.: Sziklarések felhasználása a robbantásos kö lejtésnél. (p: 254—257, á: 8)

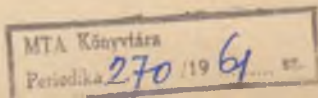
Szerzők áttekintést adnak a robbantásos kö lejttő módszerrel kapcsolatos kérdésekről, különös tekintettel a munkavédelmi intézkedésekre. A közlemény alapjait a sziklahasadékokban elhelyezett robbantóanyaggal dolgozó kőbányák veszélyelemeinek elemzése képezi. Az előzetes tanulmányokat a Központi Bányászati Intézet munkabiztonsági osztályának dolgozói végezték el.

ÉPÍTŐANYAG

Főszerkesztő: Korach Mór, Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 760 példányban
60-3005-089/2-Réval-nyomda Budapest V. Vadász utca 10.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlaprodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 130-850) és minden postahivatalnál.

Előfizetési díj: 1/4 évre 18.—Ft., félévre 36.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkszám: 61,252. közületi: 61,066



**A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket felvesz
az alábbi díjszabás szerint:**

Egészoldalas hirdetés ára 1440,—Ft

Féloldalas hirdetés ára 720,— „

Negyedoldalas hirdetés ára 360,— „

HIRDESSEN AZ

É P Í T Ó A N Y A G B A N

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22

Telefon : 112-273

Befizetéseket az MNB 46 egyszámlára kérjük

NEMCSAK

új magyar- és idegennyelvű

HANEM

antikvár szakkönyveket

IS

vásárolhat és eladhat a

**MŰSZAKI
KÖNYVESBOLT
ANTIKVÁRIUM-ban**

BUDAPEST

**VII., Lenin körút 7. sz.
Telefon : 221-082**

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre!

Sághelyi—Szilasi: Üvegezés	fűzve 18,50 Ft
Preisich—Reischl—Vadász: Városi- családi ház	kötve 41,— Ft
Márton István: Üvegszisolás	fűzve 13,— Ft
Lőcsei Béla: Üveggyártás	fűzve 21,50 Ft
Kleinhampl: Bádógosmunka	fűzve 30,50 Ft
Fill Ferenc: Üvegtechnika	fűzve 12,50 Ft
Cristofoli Ottó: Épületburkolás	fűzve 14,— Ft
Szilin: Mélyalapozás vékonyfalú vasbeton elemekkel	kötve 35,— Ft
Jurik: Nagyblokkos és nagypanelos lakóházépítés	kötve 39,90 Ft
Arkai—Tiefenbeck: Sajátház-építés	fűzve 16,— Ft
Endrényi—Márkus—Toókos: Szállítás az építőiparban	kötve 39,80 Ft
Schrader: Műanyagok feldolgozása és hegesztése	kötve 38,— Ft

1960 második félévben az alábbi szakkönyvek jelennek meg:

Berendi György: Festés és mázolás	kötve kb. 15,— Ft
Építés helyi anyaggal (föld, vályog, homok, kavics, kő, salak, fa, nád, szalma)	fűzve kb. 16,— Ft
Sárosi—Soha—Kelemen: Bentonit az építőiparban	fűzve kb. 17,— Ft
Cziráky—Filló—Lázár: Fa és fahelyettesítő anyagok	fűzve kb. 20,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkbolt:

„ERKEL FERENC” KÖNYVESBOLT,

Budapest, VII., Lenin krt. 52.