

302935

2

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*



4

XXV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1973. ÁPRILIS

EPITAA 25 (4) 121—160 (1973)

Ultrahanghullámok a kőzetfizikai minősítésben

KERTÉSZ PÁL — MAREK ISTVÁN

Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszéke

A kőzetek felhasználásának megítélésére olyan vizsgálatok alkalmasak, melyek a kőzet fizikai jellegét jól kifejezik és a tulajdonságok változását jól követik.

A kőzetek tulajdonságait megszabják a kőzetalkotó ásványok sajátosságai és az ásványokat közzetté egyesítő erők jellege, a kötési szilárdság nagysága. A vizsgálatokkal tehát az ásványok és a kötés tulajdonságainak viszonyát kell meghatározni. A vizsgálatok közül azok terjednek el leginkább, melyek gyorsak és lehetőleg roncsolásmentesek.

Ezeket a feltételeket jól kielégítik az ultrahanghullámokkal kapcsolatos vizsgálatok. Az alábbiakban a kőzetek jellegéből levezetjük az ultrahanghullámok terjedési törvényszerűségeit, és néhány példán bemutatjuk a felhasználási lehetőségét.

A hanghullámok terjedési viszonyai kőzetekben

Altenburg [3] a hang terjedési sebességét ionos kötésű molekulák esetén az alábbi képlettel adta meg:

$$c = \sqrt{\frac{P}{m}} r \quad (1)$$

ahol c az ultrahanghullámok sebessége, r a rezgő tömegpontok (ionpárok) távolsága, m a tömegpontok tömege, P pedig az ionos kötés esetén a két ion között működő, a tömegpont rezgési kimo-

dulását akadályozó ún. visszahúzó erő. Ennek nagysága a tömegpontok r távolsága esetén [5]

$$P_v = \frac{nA}{r^{n+1}}$$

ahol n pozitív szám, A a kötés jellegének megfelelő állandó. Ebből következik, hogy az ionok eltávolodása esetén a sebesség exponenciálisan csökken. Ha az eltávolodott tömegpontok között levegő (víz) van, a csökkenésnek a közegben való terjedési sebesség szab határt.

Mivel az ionok egyensúlyi állapotának megfelelő iontávolság környezetében a rugalmassági modulus a visszahúzó erővel, a sűrűség pedig a tömeggel arányos, a rugalmasságtan által levezetett sebességek (2) az (1) összefüggéssel összhangban van. Térben kifejlődött homogén és izotróp anyag esetén a longitudinális (l) és tranverzális (tr) hanghullámok terjedési sebessége

$$c_l = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{\frac{1-\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}} \quad (2)$$

$$c_{tr} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{\frac{1}{2(1+\nu)}}$$

ahol E a rugalmassági modulus, ρ a sűrűség és ν a Poisson tényező.

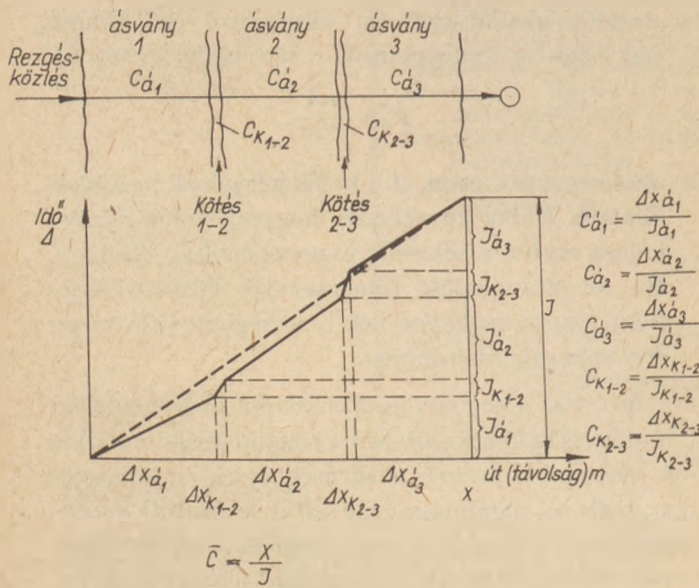
A fenti összefüggésekből tehát a homogén, izotróp és a Hooke törvényt követő anyagok esetén

a rugalmasságtani jellemzők számíthatók. A kőzetek — sőt sok esetben a kőzetalkotó ásványok — nem felelnek meg a követelményeknek. Mogilevsz-kája [6] bebizonyította, hogy kalcitkristályok esetén a hasadási felületek a sebességet jóval az elméleti érték alá csökkentik, így a (2) összefüggések már nem értelmezhetők.

Az ásványokra e képletekkel számított sebességértékek csak akkor pontosak, ha a rugalmassági modulust és a Poisson tényezőt iránytól függő értékekkel vesszük figyelembe. Ebből következik, hogy a ténylegesen heterogén, anizotróp kőzeteken a (2) összefüggéssel számított értékek fikciók, vagyis egy olyan homogén, izotróp és rugalmas anyagra vonatkoznak, ahol a sebesség értékét minden tömegpontban azonosnak vesszük a kőzeten mért *átlagos* sebesség értékkel.

A kőzetekben a hullámok terjedése részben az ásványokban, részben pedig az ásványok határfelületein, a kötéseken, esetleg a kőzetet átszelő repedéseken történik.

Az 1. ábra szerint a hullámterjedés a kőzetal-



1. ábra. Különböző ásványokat és kötési felületeket hurántoló hanghullámok út-idő diagramja

kotó ásványokban a sebességnek és gyakoriságnak megfelelő idők szerint történik. Az ásványok határfelületein való áthaladáskor ionos kötés esetén az (1) képlet szerint a kapcsolódó ionok közvetítik a rezgést. Mennél nagyobb az ionok optimális távolságához mérve a szomszédos ásványok ionjainak tényleges távolsága, illetőleg mennél kisebb a kötés jellegénél fogva a kötési energia, (a visszahúzó erő), annál kisebb sebességgel fog a kötésen a hullám áthaladni. A kötési felüle-

tekbe hidratációval beépülő vízdipólusok elsősorban a kötési energiát csökkentik.

A kőzeten az áthaladási idő (I) az ásványokon (I_{ai}) és a kötéseken (I_{ki}) megvalósuló áthaladási időből tevődik össze:

$$I = \sum_{i=1}^n I_{ai} + \sum_{i=1}^{n-1} I_{ki} \quad (3)$$

Ebben az összefüggésben

$$\sum_{i=1}^n I_{ai} = \sum_{i=1}^n c_{ai} f_{ai}$$

és

$$\sum_{i=1}^{n-1} I_{ki} = \sum_{i=1}^{n-1} c_{ki} f_{ki}$$

ahol f_a az ásványok, f_k pedig a kötések gyakorisága, c_a és c_k pedig a hullámterjedési sebesség az ásványokban és a kötéseken.

A mérés során azonban csak az I értékét mérhetjük, amiből az x mérési hossz ismeretében képezzük a terjedési sebességet (c), vagy annak reciprokaként az egységnyi távolság befutásához szükséges fajlagos időt (a).

$$a = \frac{I}{x} = \frac{1}{c} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n I_{ai}}{x} + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{ki}}{x}$$

Így

Az összeg első tagja, mivel a kötések mérete a próbatest-mérethez képest elhanyagolható — az ásványokban (szilárd komponensben) való átlagos terjedési sebesség reciprokaként ($1/c_a$) adható meg.

$$\frac{1}{c_a} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{ai}}{x}$$

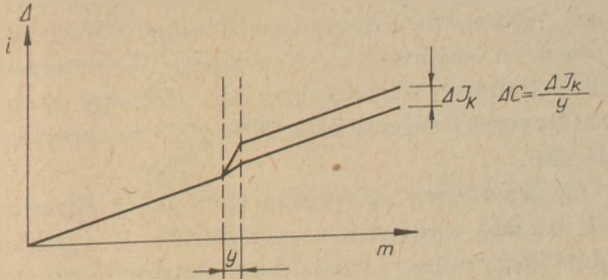
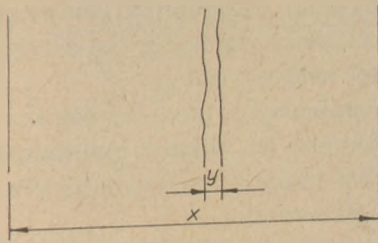
A második tag a kötéseken való áthaladási időből számított fiktív sebességérték reciproka, ahol a számított úthossz a teljes próbatest mérete (x)

$$\frac{1}{c'_k} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{ki}}{x} \quad (5)$$

A kőzetben a teljes terjedési sebességet így az

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_a} + \frac{1}{c'_k} \quad (6)$$

összefüggés adja. A terjedési sebesség tehát az ásványok és a kötés tulajdonságaitól függ. Az összefüggés alakjára nézve igen hasonló a kőzetek



2. ábra. Hanghullámok út-idő diagramjának változása vízzel telített repedés esetén

szilárdsági jellegét kifejező összefüggéshez, melynek egyszerűsített alakja (4).

$$\begin{Bmatrix} \sigma_d, E_d \\ \sigma_k, E_k \end{Bmatrix} \quad (7)$$

kifejezi az ásványok és a kötés szilárdsági és alakváltozási tulajdonságait.

Megállapítható ebből, hogy az ultrahang-hullámok terjedési sebessége a kőzet fizikai jellegét jól követi, és a kőzetfizikai jelleg változása — pl. a kötési szilárdság csökkenése — a sebesség számértékében is jelentkezik. Így az ultrahanghullámokat — ha nem is a (2) összefüggés szerint — felhasználhatjuk a kőzet jellemzésére.

Példaképp egy, a kőzetet átszelő, eredetileg zárt és a fagy hatására táguló diszkontinuitás vízzel való telítődését tekinthetjük. (2. ábra). Ha a kőzetet egyszerűség kedvéért homogénnek tételezzük fel, a kőzeten mérhető sebesség a repedés kitöltése előtti állapotban

$$c = \bar{c}_d$$

A repedés fagy hatására a kőzet egy mikrorepedésekkel átjárt helyén nyílt meg olyan mértékben, hogy a víz behatolhatott. Az ismételt fagyasztás hatására az eredetileg levegővel kitöltött „y” tágasságú repedésben a víz hatására a terjedési sebesség megnő, a különbség

$$c = c_{\text{lev}} - c_{\text{v\hat{a}z}} = 1,096 \text{ km/s}$$

A hangterjedési sebesség vízzel telítődött állapotban:

$$\frac{1}{c'} = \frac{I}{x} = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{x} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{I_k}{x} = \frac{1}{c_d} + \frac{y}{\Delta c \cdot x}$$

Ebből a repedés tágassága kifejezhető:

$$y = \Delta c \cdot x \left(\frac{1}{c'} - \frac{1}{c_d} \right) \quad (8)$$

Ha

$$x = 0,05 \text{ m}, c_d = 6000 \text{ m/s}, \\ c' = 6500 \text{ m/s}, c = 1096 \text{ m/s},$$

akkor

$$y = 0,000695 \text{ m} = 0,695 \text{ mm}$$

Összefüggések egyéb kőzetfizikai adatokkal

Az ultrahang terjedési törvényszerűsége és a kőzetfizikai jelleg közötti összefüggés csak szükséges, de nem elégséges feltétel az ultrahang-hullámoknak a kőzetek jellemzésére való felhasználására. Gyakorlati célra — különösen gyorsaságát kihasználva — akkor alkalmazható, ha eredménye szabványos, vagy szokványos vizsgálati eredményekkel elégséges szorosságú összefüggésben van.

A kőzetek műszaki jellemzésére a közhasználatban a leggyakrabban a nyomószilárdságot alkalmazzák, annak ellenére, hogy e módszer kis megbízhatósága közismert [2]. Az utóbbi időben egyre inkább jellemzik a kőzeteket az alakváltozásra mértékadó rugalmassági modulussal. A rugalmassági modulusról ismeretes [2, 4], hogy a kőzetek kőzetfizikai jellegét hívebben fejezi ki, mint a nyomószilárdság. A szabványos kőzetfizikai adatok közül a legegyszerűbben meghatározható a térfogatsúly (testsűrűség).

Az ultrahang terjedési sebesség és az alábbi tulajdonságok összefüggését vizsgáljuk:

nyomószilárdság (σ)

kőzetfizikai rugalmassági modulus (E)

térfogatsúly (γ)

Az összehasonlítás céljából nagyszámú vizsgálat adatait hordtuk fel a 3—6 ábrákra. A vizsgálatok az alábbi kőzetekre vonatkoznak:

1. A Budapesti Földalatti Vasút É—D-i vonalának feltáró fúrásaiból kikerült karbonátos-törmelekes kőzetek (FAV minták).

2. A Bakony különböző földtani kutatófúrásai-ból kikerült karbonátos kőzetek (márga—tömött mészkő közötti átmenetek).

3. A Keszthelyi hegység Alsópáhok-Karmacsi szakaszának kutatófúrásaiból kikerült meszes-agyagos kötésű homokkövek.

4. Diabáz, Szarvaskő, tardosi kőfejtő.

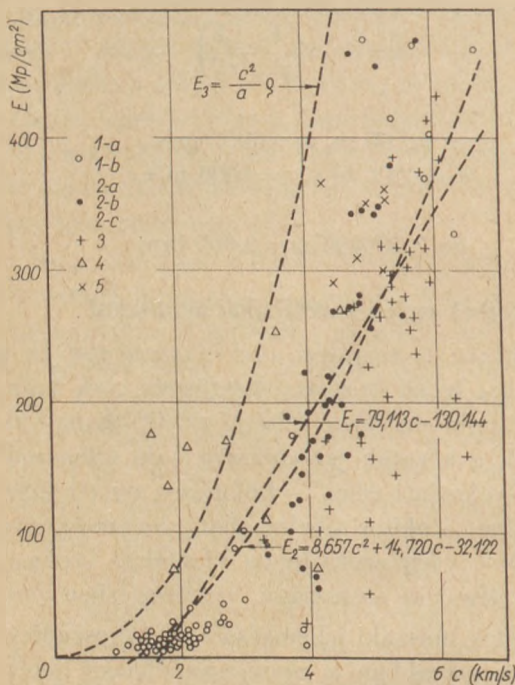
5. Bazalt, Zalaháp.

6. Dolomit, Iszkaszentgyörgy.

7. Andezit, Tarcal.

8. Tömött mészkő, Eplény.

A rugalmassági modulus a 2. képlet szerint egyszerűen meghatározható a terjedési sebességből,



3. ábra. Longitudinális hullámsebesség (c) és rugalmassági modulus (E) összefüggése

ha a Poisson tényezőt ismerjük. Ennek értéke tömött kőzeteknél csak kis mértékben változik, és a gyakori szélső értékeket ($0,2 \leq \nu \leq 0,3$) alapul véve a sebesség-változás:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{a}, \quad \text{ahol } 1,05 \leq a \leq 1,16$$

és
$$c_{tr} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{b}, \quad \text{ahol } 0,62 \leq b \leq 0,64$$

vagyis

$$E = \frac{c^2}{a} \rho \quad \text{és} \quad E = \frac{c_{tr}^2}{b} \rho \quad (9)$$

Így az elkövetett hiba rendkívül csekély, ha $\nu = 0,25$ átlagértékkel számolunk, akkor $a = 1,09$ és $b = 0,63$. A (6) összefüggés alapján azonban elméletileg megállapítható volt, hogy ez az összefüggés ebben a formájában nem használható, mert a heterogén anizotróp kőzet nem elégíti ki a fenti összefüggés alapfeltételeit. Ezért a (9) összefüggés helyett empirikus adatgyűjtés szükséges.

Ha a kőzetfizikai rugalmassági modulus és a terjedési sebesség azonos próbatestben mért adatait egy koordinátarendszerben ábrázoljuk — 3. ábra — akkor jól követhető az összefüggés tendenciája.

A számított összefüggések:

$$E_1 = 79,113 c - 130,144, \quad \text{korrelációs együttható } 0,845,$$

$$E_2 = 8,657 c^2 + 14,720 c - 32,122, \quad \text{korrelációs együttható } 0,853,$$

$$E_3 = \frac{c^2}{a} \rho \quad (\text{a 9. szerint}).$$

A pontokat nagyjából kiegyenlítő görbevonaltól másodfokú parabola alakú, és így az összefüggés jellege az elméletivel megegyezik.

Ha azonban a rugalmassági modulus értékeit a 2. képlet alapján raknánk fel, akkor a pontthalmazból igen eltérő görbét kapunk, melyet még közelítésként sem lehet felhasználni.

A vizsgált pontok elhelyezkedésének tendenciája alapján megkíséreltük az összefüggések kimutatását, egyenes és vegyes másodfokú parabola közelítéssel. A számítást a Nehézipari Minisztérium Eliot 3 típusú számítógépén Dr. Holnapy Dezső osztályvezető végezte el az NS 101** sz. program alapján.

Az összefüggés szorossága igen jó, az egyenes-sel végzett kiegyenlítés megközelíti, a görbével adott kiegyenlítés meghaladja a korrelációs együttható 0,85 értékét.

A fentiekből megállapítható, hogy a hullámsebesség és a rugalmassági modulus összefüggése a szokásos tapasztalati összefüggéseknél szorosabb.

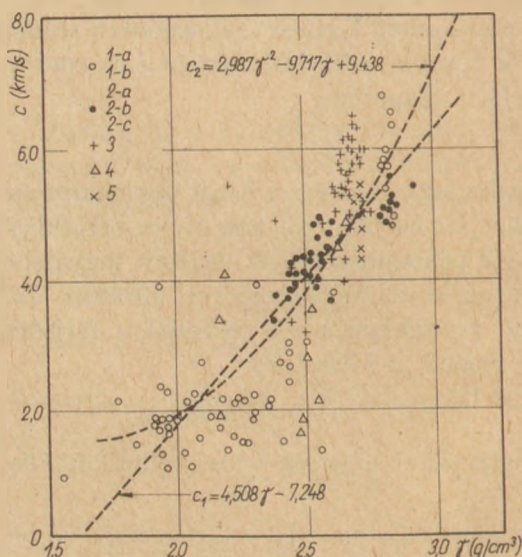
Az 1. képlet szerint a hullámsebesség a sűrűséggel fordítva arányos, a gyakorlati tapasztalat mégis az (4. ábra), hogy növekvő térfogatsúlyhoz növekvő hullámsebesség is tartozik. Ennek oka az, hogy a sűrűség növekedésével a tömegpontok közelítése is megtörténik, és így a visszahúzó erő is megnő, mégpedig exponenciálisan.

A számított összefüggések

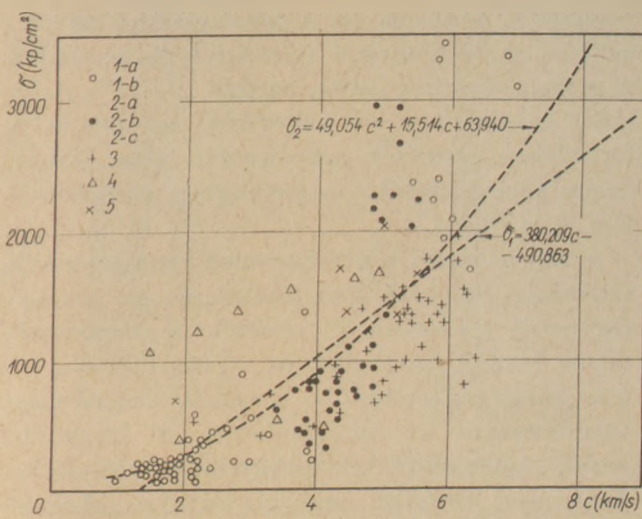
$$c_1 = 4,508 \gamma - 7,248, \quad \text{korrelációs együttható } 0,782,$$

$$c_2 = 2,987 \gamma^2 - 9,717 \gamma + 9,438, \quad \text{korrelációs együttható } 0,795.$$

A hullámsebesség és a térfogatsúly összefüggésének korrelációs tényezője is elég nagy, majdnem eléri a 0,8 értéket. Az ábrából megállapítható



4. ábra. Longitudinális hullámsebesség (c) és térfogatsúly (γ) összefüggése



5. ábra. Longitudinális hullámsebesség (c) és nyomószilárdság (σ) összefüggése

azonban, hogy a nagyobb térfogatsúlyok tartományában a pontok jobban illeszkednek a kiegyenlítő görbére.

Az ábrán a dolomitot ábrázoló pontok nagyjából egy térfogatsúly-ordináta-hoz tartozó jelentősebb sebességváltozást mutatnak. Ez a kőzet mikrorepedeztségének következménye, mely a kőzet térfogatsúlyában nem okoz észlelhető változást, de jelentősen befolyásolja a hullámterjedési viszonyokat.

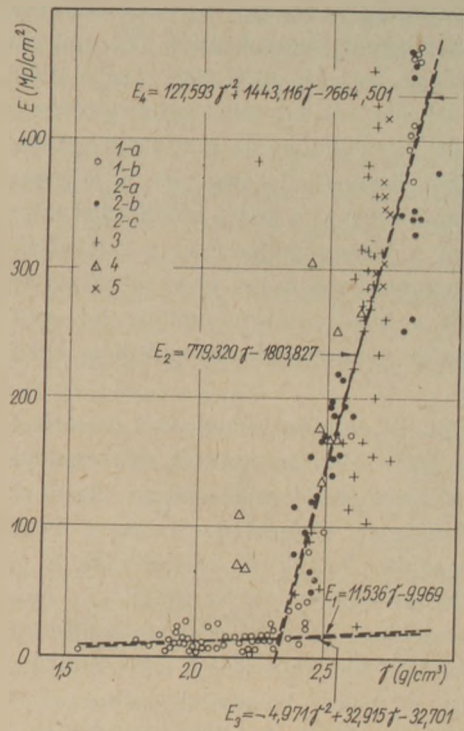
A nyomószilárdság — habár már sokat vesztett súlyából — még ma is fontos kőzetjellemző. A kőzetek nyomószilárdsága és a hullámsebesség közti összefüggés (5. ábra) lényegesen kevésbé szoros, mint a rugalmassági modulus esetében (a korrelációs együttható 0,76–0,77). Ez jelzi a nyomószilárdsági vizsgálat nagyobb szóródását a véletlen elhelyezkedésű hibahelyek miatt.

A számított összefüggések:

$$\sigma_1 = 330,209 c - 490,863, \text{ korrelációs együttható } 0,76,$$

$$\sigma_2 = 49,054 c^2 + 15,514 c + 63,940, \text{ korrelációs együttható } 0,77.$$

Az összefüggéseket kiterjesztve a kőzetfizikai rugalmassági modulus–térfogatsúly összefüggésére (6. ábra), megállapíthatjuk, hogy a pontok két jellegzetes tartományban helyezkednek el. A nagyjából $2,3 \text{ g/cm}^3$ térfogatsúlynál tömöttebb kőzeteket különválasztva megállapítható, hogy akár másodfokú parabolával egyenlítjük is ki a pontokat, mindenképpen igen szoros az összefüggés (a korrelációs tényező 0,844). A második pont-halmaz sokkal kisebb szorossággal illeszkedik a kiegyenlítő egyenesre vagy görbére (a korrelációs tényező 0,4 alatt).



6. ábra. Rugalmassági modulus (E) és térfogatsúly (γ) összefüggése

A számított összefüggések:

$$E_1 = 779,3\gamma - 1803,8, \text{ korrelációs együttható } 0,844$$

$$E_2 = 127,6\gamma^2 + 1443,1\gamma - 2664,5, \text{ korrelációs együttható } 0,844,$$

érvényes a $2,300 \text{ g/cm}^3 < \gamma < 3,000 \text{ g/cm}^3$ tartományra.

$$E_3 = 11,536\gamma - 9,969, \text{ korrelációs együttható } 0,396,$$

$$E_4 = -4,971\gamma^2 + 32,915\gamma - 32,701, \text{ korrelációs együttható } 0,399,$$

érvényes a $< E < 30 \text{ Mpc/m}^2$ tartományra.

A két szakasz egy összefüggéssel nem fejezhető ki, a két tartomány a kőzetfizikai jellegből következik. A kőzetek szilárdsági tulajdonságait az határozza meg, hogy milyen az ásványok saját szilárdságának viszonya a kötési szilárdsághoz. A kezdeti szakaszba eső kőzetek alakváltozását főleg a szemcsék közötti elmozdulások adják, az ásványok saját szilárdsága itt lényegesen meghaladja a kötési szilárdságot.

A második tartományban viszont a kötési szilárdság az ásványok szilárdságának nagyságrendjébe esik, a mértékadó tehát az ásványok — Hooke-törvényt követő — alakváltozása, innen az összefüggés szorossága is.

Időállósági értékelés ultrahanghullámokkal

A kőzetek időállóságát az építőmérnöki gyakorlatban általában azok szilárdságára vonatkoztatjuk, és azokat a kőzeteket nevezzük időállóknak,

amelyek a műszakilag szükséges idő elteltével még elegendő szilárdsággal rendelkeznek. A magyar szabványelőírások (pl. Az MSZ-1991 vagy 1992) viszont az időállóság (ill. fagyállóság) megítélésére a laboratóriumi modellhatás alatti tömegvesztés kritikus értékét határozzák meg. Ez a módszer sok esetben nem fejezi ki a kőzet időállóságának a lényegét, mert a tömegvesztés és a szilárdságcsökkenés nincsenek egymással egyértelmű összefüggésben, sőt a kőzet tönkremenetele (pl. szétfagyása) előzetes tömegvesztés nélkül is bekövetkezhet.

A kőzet mállását előidéző tényezők a *kőzetalkotó ásványok* és a *kötés* tulajdonságainak változtatásával rontják a kőzet eredő sajátosságait. Az ásványok tulajdonságait elsősorban a vegyi behatások változtatják. Ennek a változásnak a sebessége általában csekély, és az időállóság megkövetelt szakaszában, a gyakorlatban előforduló hatásokra, szerepe nem jelentős. A *kötés* tulajdonságait főként a fizikai behatások változtatják. Ennek a változásnak a sebessége jelentékeny és oka pl. az időállóság során legfontosabbnak vélt tényező a fagy, a száraz hőmérsékletváltozás, stb.

A kőzet eredő tulajdonságainak változását tehát a *kötés* és az *ásvány* változása határozza meg. Így elvben a kőzet szilárdsági tulajdonságainak meghatározásával a változást számszerűen is kifejezhetjük [2]. Ennek azonban az a nehézsége, hogy a szilárdsági vizsgálatok általában nem roncsolásmentesek, tehát nem ismételhetők és emellett eléggé körülményesek és időigényesek.

Az ultrahang-hullámok terjedési tulajdonságainak elemzésével azonban az időállóság megítélésére is van lehetőségünk, gyors és roncsolásmentes vizsgálatok útján, ugyanazon próbatesten is. Az ultrahang-hullámok sebessége a mállott, vagyis időállósági hatással változtatott kőzeteken:

$$\frac{1}{c'} = \frac{1}{c_a} + \frac{1}{c_k}$$

ahol a (6) képlet szerinti jelöléseket alkalmaztuk. Az összefüggést más alakban is írhatjuk:

$$\frac{1}{c'} = \frac{1}{c_a} + \frac{1}{\Delta c_a} + \frac{1}{c_{RR}} + \frac{1}{\Delta c'_k} = \frac{1}{c} + \left(\frac{1}{\Delta c_a} + \frac{1}{\Delta c_k} \right)$$

ahol a zárójeles tag fejezi ki az időállóság hatására bekövetkező változásokat, ha egyéb hatás — pl. víztartalomváltozás — a sebességet nem befolyásolja.

Az időállóság ilyen megítélését alkalmazhatjuk olyan kőzeteknél, ahol a változás a sebességben is mérhető. Példaként a Keszthelyi hegység Alsópáhok-Karmacs közötti pannon homokkövének

vizsgálatát mutatjuk be. A kőzet uralkodóan karbonátos ragasztóanyagú (kötőanyagú) homokkő. A ragasztóanyag a CaCO_3 mellett 10–15% dolomitot is tartalmaz, sőt helyenként agyagos is. A törmelékes szemcsék legnagyobb része kvarc, ehhez képest csekély mennyiségben szericit-csilám is található.

A fagy hatására a kvarc-szemcsékben semmiféle szilárdsági változás nem lehetséges. Az ismételt fagyhatás elsősorban a szemcsék és a ragasztóanyag kötését bonthatja, és — különösen agyagos kötőanyag esetén — a ragasztóanyag saját tulajdonságait is változtathatja. A hézagokba kerülő víz, ha annak eltávolításáról nem gondoskodunk — a levegőnél nagyobb terjedési sebessége miatt — az eredő sebességet emelheti is. A vizsgálatok légszáraz állapotból kiindulva, vízzel telített, és 25 fagyasztás után újra légszáraz állapotra hozott próbatesteken történtek. A kőzetten az alábbi két kőzetfizikai típus különböztethető meg:

1. A sebesség vízzel telített állapotban (c_v) kisebb, mint légszáraz állapotban (c_0) Pl.:

$$c_0 = 4,332 \text{ km/s} \quad c_v = 4,000 \text{ km/s}$$

Az agyagos kötés a víz hatására leromlott, és így a kőzet tulajdonságai fagyasztás nélkül is jelentősen változtak. Fagyasztás után a sebesség értéke még tovább csökkent:

$$c_f = 3,920 \text{ km/s}$$

A kőzettani vizsgálat mintegy 10% kaolinitet mutatott ki. A rugalmassági modulusból számított időállósági tényező

$$\lambda = \frac{c_f}{c_0} = 0,76.$$

Így a kőzet a 25 fagyasztási ciklusnak megfelelő hatásra *nem időálló*.

2. A sebességek vízzel telített állapotban emelkednek a légszárazhoz viszonyítva. Pl.:

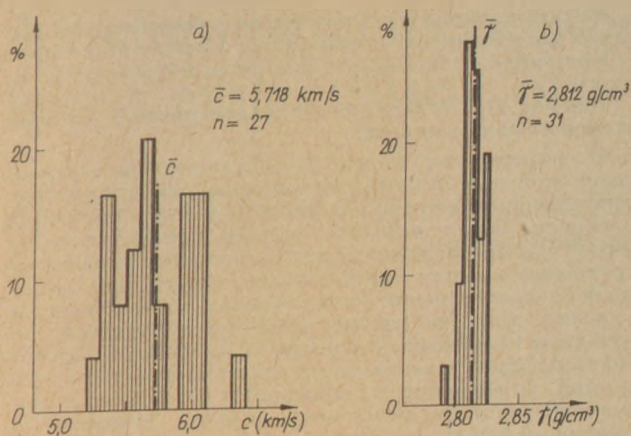
$$c_0 = 4,277 \text{ km/s} \quad c_v = 4,421 \text{ km/s}$$

A fagyasztás utáni ultrahang-sebesség már ehhez képest nem növekedett. A kőzet kötése a víz hatására tehát nem változott oly mértékben, hogy a hézagokba kerülő víz sebességnövelő hatását ellensúlyozhatná, a kötőanyag mennyisége kevesebb, mint az előző típusnál, a kaolinittartalma is csak 8,5%. A rugalmassági modulusra vonatkoztatott időállósági tényező.

$$\lambda = \frac{E_f}{E_0} = 0,86.$$

A kőzet *időálló*nak tekinthető.

Így tehát olyan kőzeteknél, melyeknél a kötési szilárdság változása a mértékadó, a kőzet időállóságára következtetéseket lehet levonni, ha a víz



7. ábra. Iszkaszentgyörgyi dolomit gyakorisági eloszlási görbéje a) hanghullám terjedési sebességre, b) térfogatsúlyra vonatkoztatva

zavaró hatását kiküszöböljük. Erre azonban a 100 °C fölötti szárítás nem megfelelő az esetleges átkristályosító hatása miatt, ezért alapul a légszáraz állapotot vesszük.

A kőzetek egy részében a szilárdságra a mikrorepedések a mértékadóak (Griffith törési elmélete). E mikrorepedések — amennyiben a hanghullámnyalábok útját metszik — a sebesség csökkenését okozzák, mert a beérkező hullámok vagy harántolják a repedéseket, és így a repedésben levő levegő vagy víz terjedési sebessége a mértékadó egy bizonyos szakaszon, vagy pedig azt körüljárva hosszabb út mentén érik el az észlelőfejet. A sebességmérés eredménye repedezett kőzeteknél tehát attól is függ, hogy a mérési nyalábunk a kőzet anizotróp kifejlődésű tagoltságához hogy viszonylik.

Egy igen repedezett kőzettípuson (iszkaszentgyörgyi dolomit) a mért sebességértékek gyakorisági eloszlásgörbéje igen egyenetlen (7. ábra), sokkal nagyobb mértékben mint a repedezettségre egyébként szintén érzékeny térfogatsúly eloszlásgörbéje.

A vizsgált dolomit sűrű mikrorepedés rendszere (0,25—0,9 cm/cm²) ellenére a vízfelvétel rendkívül csekély, 0,1% nagyságrendű, mert a repedések csekély tágassága a víz behatolását nem teszi lehetővé. A fagyasztás során itt bekövetkezhetett az a jelenség, hogy a repedések tágassága az ismételt fagyasztási felengedési ciklusok hatására úgy változik, hogy a víz a repedésekbe behatolhat. A vízmennyiség e növekedését a tömegméréssel követni annak csekély volta és az ellentétes hatások (pl. kioldás) miatt nem lehet. Jól érzékelhető ez azonban az ultrahang sebességnövekedése útján. Az ultrahang-sebesség e kőzetekben a vizes állapotban a légszáraz állapothoz viszonyítva vagy nem változott lényegesen, vagy pedig emelkedett. E kőzeteknél a fagyasztás utáni légszáraz állapot

beállítása a rendkívül kis víztartalom miatt nem ellenőrizhető, így a fagyasztás utáni ellenőrző vizsgálatainkat is vizes állapotban végeztük el, és a vízzel telített állapothoz viszonyítottuk a változást.

A repedezett kőzetben a 8. képlet szerint kiszámítható az a *fiktív*, a terjedés irányára merőlegesnek számított repedéstágasság, ahová a mérés során vízmolekulák tudtak bejutni és így a terjedési sebességet megnövelték. Az iszkaszentgyörgyi három dolomittípusnál ezen számítások — 25 és 50 fagyasztási és felengedési ciklus után — a következő értékeket adták:

	Feltételezett, fiktív vízzel kitöltődő repedés-tágasság	
	25	50
	fagyasztás után	
I. repedezettség 1,1 cm ⁻¹ a repedések tágassága csekély	0,0	1,2 mm
II. repedezettség 0,9 cm ⁻¹ a repedések tágak	1,1	1,1 mm
III. repedezettség 0,25 cm ⁻¹ a repedések tágassága csekély	0,6	1,2 mm

Az I. típusú kőzetben a repedések tágulása csak a 25—50 fagyasztási ciklus között következik be, a II. típus tágabb repedései miatt már 25 fagyasztási ciklus alatt bekövetkezik a repedések telítődése, míg a III. típusnál a növekmény a hatással arányos.

E kőzetek egyébként a szokványos megjelölés szerint fagyállóknak minősítendők, a nyomószilárdságból vagy a rugalmassági modulusból számított időállósági tényezők még 50 fagyasztás után sem csökkennek 0,9 alá.

Összefoglalás

Az eddigiek alapján megállapítható, hogy az ultrahang-hullámok terjedésének törvényszerűségeiből a kőzetekre hasznos információkat nyerhetünk, annak ellenére, hogy a szokásos módszerekkel, a terjedési sebességből számított kőzetfizikai jellemzők nem valósak.

Így — az ultrahang-hullámok — terjedési sebességét *önálló kőzetfizikai jellemzőként* értékelhetjük, mely természetesen összhangban van az egyéb kőzetfizikai jellemzőkkel is. A terjedési sebesség a kőzetek kőzettani jellegét is jól kifejezi, így a kőzet változásaira is érzékeny. Ezért a terjedési sebesség változásából az *időállóságra* is következtethetünk. Nem foglalkoztunk ebben a tanulmányban a rezgési energia szóródásának jelenségével. A

határfelületeken (kötéseken, repedéseken) — a fényhullámokhoz hasonlóan — a visszaverődési, törési, szóródási hatások következtében csökken a hullámmozgás energiája, ami végső soron a rezgés csillapításában jelentkezik. A csillapítás törvényszerűségeinek ismerete szintén hasznosan járulhat hozzá a kőzet teljes megismeréséhez.

Irodalom

- [1] Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszéke: Kutatási jelentés az összeálló kőzetek roncsolásmentes vizsgálati eredményei és a rugalmassági modulus összefüggéseinek vizsgálatáról. Budapest, 1968.
- [2] Gálos M.—Kertész P.—Kürti I.: Összeálló kőzetek műszaki megítélése alakváltozási vizsgálattal. Mélyépítéstudományi Szemle, 1969.
- [3] Greguss P.: Szonokémia, Budapest, 1954.
- [4] Kertész P.: A static rock model based on petrological fundamentals. 3rd Budapest Conf. on Soil Mechanics, Section 4., Budapest, 1968.
- [5] Knittel Ch.: Bevezetés a szilárdtest-fizikába. Budapest, 1966.
- [6] Mogilevskaja, Sz. E.: Issledovanije blijanija mineralogiceszkogo szosztava i sztrukturii szkalnih porod na ih szvojsztva v celjah interpretacii dannih na massziv. 3rd Budapest Conf. on Soil Mechanics, Section 4., Budapest, 1968.

Kertész P.—Marek I.: Ultrahanghullámok a kőzetfizikai minősítésben

A kőzetekre alkalmazható kőzetfizikai modell és összetevői (ásványtulajdonságok, kötési tulajdonságok, kőzetszövet, hézagok).

A rugalmas hullámok terjedésének elmélete rácshibáktól mentes kristályszerkezetben, ennek értelmezése a kőzetekre. A terjedés mechanizmusa a kőzetekben, mérési lehetőségek.

Mérési eredmények kőzetekben, összefüggések az egyéb kőzetfizikai jellemzőkkel. Az alkalmazás korlátai és lehetőségei, szilárdsági és időállósági következtetések.

Кермес, П.—Мареk, И.: Распространение ультразвуковых волн в породах

В докладе дается модель физики породы и составляющие этой модели (свойства минерала, свойства связи, текстура породы, трещиноватость). Описывается теория распространения упругих волн в кристаллических структурах, не имеющих дефектов в решетке, проводится сравнение с естественной породой. Объясняется механизм распространения волн в породах, возможности измерения скорости распространения. Приводятся результаты проведенных испытаний на породах, зависимость распространения от других физических характеристик. Освещаются ограничения и возможности применения способа испытания, выводы относительно прочности и долговечности.

Kertész, P.—Marek, I.: Die Fortpflanzung von Ultraschallwellen in Gesteinen

Das auf Gesteine anwendbare gesteinsphysikalische Modell und seine Komponenten (mineralogische und Bindungscharakteristiken, Gesteinsstruktur, Risse). Die Fortpflanzungstheorie von elastischen Wellen in gitterfehlerfreien Kristallstrukturen und deren Anwendung bei Gesteinen. Der Mechanismus der Fortpflanzung in Gesteinen, Messungsmöglichkeiten. Messungsergebnisse in Gesteinen, Korrelationen mit sonstigen gesteinsphysikalischen Charakteristiken. Begrenzungsfaktoren und Möglichkeiten der Anwendung, Festigkeits- und Witterungsbeständigkeitsschlüsse.

Kertész, P.—Marek, I.: The Transmission of Ultrasonic Waves in Rocks

The rock model and its components applicable for rock specimens (mineral characteristics, binding characteristics, rock structure, gaps). The theory of the transmission mechanism in rocks. Measuring possibilities. Results of measurements in rocks, relation with other rock characteristics. The limits and possibilities of application. Conclusions concerning the resistance and durability.

Egyesületi élet

Az SzTE Veszprém megyei Csoportja rendezésében az elmúlt hónapokban több előadás hangzott el.

Dr. Déri Márta professzor „Híradástechnikai kerámiák újabb fejlődési irányai” című előadását — okt. 20 — igen nagy figyelemmel hallgatta a kutató, fejlesztő és gyártó szakemberek 25 fős csoportja, a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén. A múlt eredményeinek vázlatos ismertetése után a jelen problémái kerültek előtérbe: anyagszerkezet, anyagtulajdonság nem kellő mélységű ismerete, a gyártási technológiában adódó nehézségek stb. Hangsúlyozottan hívta fel az előadó figyelmünket a jövő vonatkozásában a miniatürizálásból adódó feladatok rendkívül nagy fontosságára.

Az előadás után igen élénk vita alakult ki. Több hozzászóló is kifejtette az elektrokerámiai ipar további fontos szerepét, pl. a számítógépek-

kel kapcsolatban. A felvetődött javaslatokra és kérdésekre Déri professzornő kimerítően válaszolt.

*

1972. december 5-én Horváth Tibor tudományos tanácsadó a „Szintetikus magnézit-előállítás helyzete hazánkban” címmel tartott igen színvonalas előadást.

Bevezetőben a MgO tartalmú tűzálló termékek nyersanyagbázisáról, valamint a hazai nehézségekről és lehetőségekről értesültünk. A későbbiekben részletesen ismertetésre kerültek folyamatábrák segítségével a különböző MgO előállítási technológiák, köztük az előadó és munkatársai által kidolgozott eljárás is, amely hazai vonatkozásban különösen fontosnak tűnik.

Az előadáshoz a 17 főnyi hallgatóságból többen hozzászóltak. A felvetett technológiai és gazdasági

kérdésekre nagyon tartalmas és meggyőző válaszokat kaptunk az előadótól.

*

Dr. Felek Béla, a Herendi Porcelángyár igazgatója „Szilikátos szemmel külföldi porcelángyárakban és porcelán piacokon” címmel tartott igen nagy érdeklődéssel kísért előadás 1972. dec. 19-én.

Az előadás a skandináv államok porcelániparának ismertetésével indult és megragadott bennünket a formatervezők és gyártó szakemberek között kialakult szoros kapcsolat. A nyugat-európai államok magas fokon gépesített gyáraiban a termékek igen széles skálájával találkozott az előadó, a színek változatosságáról a hallgatóság a bemutatott prospektusok segítségével győződhetett meg. Bepillantást nyerhettünk a közelkelet és az USA porcelángyártásába is, amelyekkel kapcsolatban a japán és kínai áruexport jelentősége is felszínre került.

Az előadáshoz a 33 fős hallgatóságból többen hozzászóltek. Sok kérdésre az előadó szóban válaszolt, másokra az előadást követő színes képek vetítése adott magyarázatot.

Dr. Somogyi Antal

Az aluminátcementekben bekövetkező káros átalakulások okai és azok megszüntetése

FOURIE, M. T. — RABOT, R.

Lafarge Központi Laboratórium, Franciaország

1. Történeti áttekintés

Az aluminátcementgyártás gondolatát, mint ismeretes, Vicat 1847-ben vetette fel, majd Fremy, Michaelis, Schott 1865 és 1906 között mutattak rá a kalcium-aluminátok kiváló hidraulikus tulajdonságaira. Ezeken alapszik a Lafarge cég Bied által kidolgozott szabadalma, melyet 1908-ban nyújtottak be. A cement kísérleti gyártása 1913-ban kezdődött, és 1918-ban került forgalomba.

Az aluminátcement megjelenése után, következő tulajdonságai miatt nagy feltűnést keltett:

- normális kötés után igen nagy kezdőszilárdság;
- portlandcementtel azonos mértékű, de gyors hőfejlésztés, ami téli betonozásnál előnyös;
- hidratációs termékei közül hiányzik a vízőldható $\text{Ca}(\text{OH})_2$, s nem tartalmaz a portlandcementeknél gyakran káros duzzadást okozó C_3A -ot.
- gipsszel és mésszel keverve gyorskötő, különleges cement állítható elő belőle;
- nagyobb Al_2O_3 -tartalmú változatai kiváló tűzálló kötőanyagok.

Franciaország után a gyártása másutt is elterjedt, jelenleg 10 országban gyártják.

A következőkben csak az építőipari célokra, portlandcement helyett történő alkalmazás kérdéseivel foglalkozunk, a tűzállócementként való alkalmazás kérdéseit nem érintjük.

Meg kell jegyezni: aluminátcementek felhasználása során sohasem akartak a portlandcementtel versenyezni, hanem olyankor szorgalmazták használatát, ha a portlandcement a követelményeknek nem felelt meg.

Sajnálatos, hogy az alkalmazás kezdeti időszakában a felhasználás optimális körülményeit félreismerték, ami számos károsodás forrásává vált. Ezért a francia Közmunkaügyi Minisztérium az

aluminátcementek felhasználását több rendelettel korlátozta, majd 1943-ban az u. n. „Schwartz-körlevél”-el gyakorlatilag betiltotta.

Később az észlelt zavarok okait tisztázták. Ezek a következők:

— *alkáli-hidrolízis*, mely a kalcium-alumináthidrátok kalcium-karbonáttá és alumínium hidroxiddá való lebomlását eredményezi;

— *a hexagonális CAH_{10} szabályos rendszerű C_3AH_6 -tá való átalakulása*, melyet víz felszabadulás fajlagos felület csökkenés, és porozitás növekedés kísér;

— a vasbetét korrozója, amelyet a megnövekedett porozitás következtében végbemenő CO_2 , behatolás miatti pH-csökkenés tesz lehetővé.

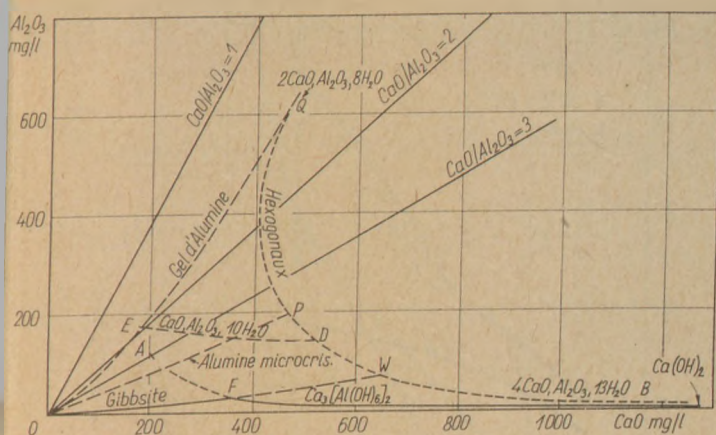
E jelenségek, ha a később ismertetendő óvintézkedéseket nem veszik figyelembe, hosszabb-rövidebb idő alatt a betonlétesítmények jelentős károsodását okozhatják,

Ezek tisztázására a „Ciments Lafarge” cég több, mint 30 évre terjedő vizsgálatsorozatot kezdett, melyek legfontosabb eredményei a következők:

— az alkáli-hidrolízis kiküszöbölhető, ha a betonban az alkáliák jelenlétét minimálisra csökkentik. Ez a cement és az adalékanyag alkáli-tartalmának csökkentésével, az adalék finom frakciójának minimalisra szorításával, valamint a víz és CO_2 körforgalomnak a beton tömörség növelése útján való csökkentésével érhető el.

— a hexagonális — szabályos átalakulás ugyan elsősorban nedves meleg hatására megy végbe, de megbizonyosodott, hogy az átalakulás elméletileg enélkül is bekövetkezhet, mivel a hexagonális vegyületek nem stabilak.

— a vasbetét korrózió jó betontömörítés és a betétek kellő fedettségének biztosítása útján kerülhető el.



2. ábra

sára, de C_3AH_6 nem képződik. Így a CAH_{10} hevítés hatására $CAH_{2,3}$ -má alakulhat.

Rádiókrisztallográfiai vizsgálatok szerint a vegyület spektrumának intenzitása CAH_7 -től CAH_4 -ig nulláig csökken, anélkül, hogy új spektrum jelentkezne.

A C_2AH_8 víztartalma 5 molig csökkenhet, a 6 mol víztartalmú alaknak önálló röntgenspektruma van. A C_2AH_8 két módosulata közül az egyik reverzibilisen C_2AH_6 -tá alakulhat, röntgenképe is ezzel azonos, a másik módosulatnak önálló röntgenspektruma van, 7,5 Å-ös fővonallal, amely így nehezen különböztethető meg a monokarboalumináttól.

A C_4AH_{13} dehidratációja során 12, 11 és 7 mol víztartalmú módosulatok képződhetnek.

Nedvesség jelenlétében a hexagonális hidrátok úgy látszik, minden hőmérsékleten átalakulnak C_3AH_6 -tá (2. ábra), alacsony hőmérsékleten azonban az átalakulás alig észrevehető sebességgel.

A C_3AH_6 kialakulását a fentiekén kívül az oldat pH-jának lugossága is gyorsítja (alkáliák, vagy mész jelenléte).

Létezik a CAH_{10} – C_2AH_8 átalakulás is; tiszta CAH_{10} -ból először C_2AH_8 , majd C_2AH_5 , végül C_3AH_6 képződik, természetesen AH_3 -tal együtt.

Pépekben, habarcsokban és betonokban C_2AH_8 helyett mindig C_2AH_5 mutatható ki kb. 50 °C-ig. 70 °C fölött — valószínű a gyors átalakulás miatt — 2 mol CaO-t tartalmazó vegyület nem mutatható ki.

2.4. A kalcium-aluminát-hidrátok karbonátosodása

2.4.1. Közvetlen karbonátosodás

A CO_2 nedvesség jelenlétében a kalcium-aluminát-hidrátok disszociációját idézi elő, ami $CaCO_3$ és AH_3 képződéssel jár. Ennek sebessége a hexagonális vegyületek esetében jóval nagyobb, mint a

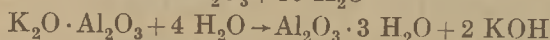
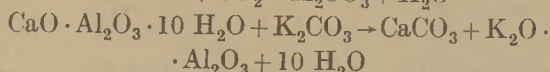
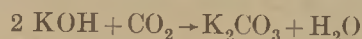
C_3AH_6 -nál. A reakciót a $C_3A \cdot CaCO_3 \cdot H_{11}$ monokarboaluminát képződése előzheti meg.

A képződő $CaCO_3$ vaterit, aragonit, vagy kalcit lehet, közülük a kalcit a stabil.

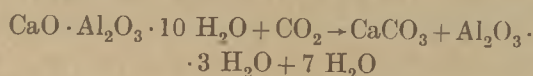
A felszabaduló AH_3 — valószínűleg koloid állapota miatt — röntgenvizsgálattal nem mindig mutatható ki.

2.4.2. Karbonátosodás alkáliák hatására

A habarcs vagy a beton környezetből vagy a homokból származó alkáli-tartalma hatására a karbonátosodás a következő reakcióegyenletek szerint megy végbe:



Ez után a ciklus újra kezdődik; az összegzett reakció a következő:



vagyis azonos a közvetlen karbonátosodás reakciójával.

3. Az aluminátcementekkel szemben felmerülő kifogások és ezek kiküszöbölése

Az aluminátcementekkel szembeni kifogások egyrészt onnan eredtek, hogy nem ismerték eléggé tulajdonságait, másrészt onnan, hogy a kezdeti, sokszor szükségtelenül nagy szilárdság a felhasználókat a cementadagolás csökkentésére ösztönözte.

3.1. Alkáli hidrolízis

A jelenség hatására a beton felületén kezdetben sötét foltok jelennek meg, felületi repedések és hámlások kíséretében. Ezalatt a beton egyre növekvő vastagságban pépesedik, majd egész tömege meglágyul, apró fehér pontok megjelenése kíséretében. Gyakran az egész felületen fehér bevonat képződik.

Rengade, Lhopitallier és Fontmagne 1936-ban kimutatták, hogy a jelenséget a következő tényezők együttes jelentkezése okozza:

- a beton vagy habarcs porózussága;
- oldható, vagy oldhatóvá váló alkáliák jelenléte;
- víz jelenléte;
- a levegő CO_2 tartalmával való érintkezés.

A jelenséget a következő óvintézkedések figyelembevételével készített tömör betonnal lehet kiküszöbölni:

- jól osztályozott, kevés finom részt tartalmazó adalékanyag felhasználása;

— olyan mértékű cementadagolás, mely legfeljebb 0,4-es v/c -jú beton készítését teszi lehetővé.

Nem szabad gránitszerű, csillámpalás, vagy csillámtartalmú anyagot, vagy kohósalakot adalék-ként használni, mivel ezek lebomlott, oldható alkáli-tartalmú részeket tartalmazhatnak. Az adalék homoegyenesértéke 85-nél kisebb nem lehet. A zavarok elkerülése érdekében legcélszerűbb az adalék 0,7 mm alatti frakcióját leválasztani. Franciaországban pontosan meghatároztuk, mely adalékokkal szabad „Ciment Fondu” felhasználással betont készíteni, de laboratóriumunk ismeretlen homokok e szempontból való minősítését is elvállalja.

3.2. Átalakulások meleg, nedves közegben

Mint a (4) reakcióegyenletheől látható, a CAH_{10} -nak C_3AH_6 -tá való átalakulása során 3 molnyi hexagonális vegyületből 18 mol víz, vagyis az összes lekötött víz csaknem 60%-a felszabadul. Ez jelentős porozitásnövekedéssel jár, ami szilárdságcsökkenést okoz.

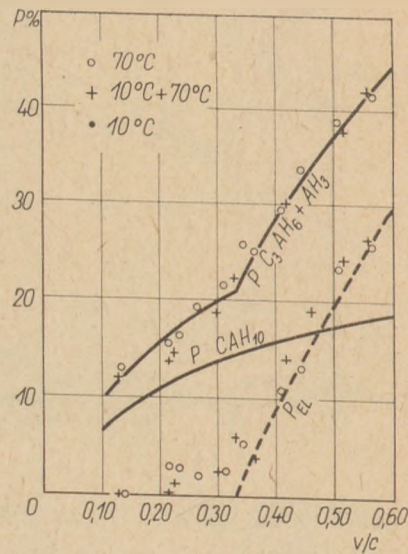
Ahhoz, hogy a szabad-víz-képződést elkerüljük, a CA-hoz adagolandó víz mennyisége a (3) reakcióegyenletnek kell, hogy megfeleljen. Ezt a 0,45-ös értéknek megfelelő v/c -t Alègre „kritikus v/c ”-nek nevezte. Ilyen „kritikus érték” minden egyes hidratációs reakcióra megadható, CAH_{10} képződés esetén nagysága 1,14. Ezek az értékek Ciment Fondu esetében a következők:

- C_3AH_6 és AH_3 képződés esetén: 0,35
- CAH_{10} képződés esetén: 0,85

Mivel a hexagonális — szabályos átalakulás mindig lehetséges, gyakorlati tervezésnél a 0,35-ös értéket kell figyelembe venni.

Ezt alátámasztják a tiszta cementpépekkel készített próbatestek porozitás értékeit tüntettük fel, 12 és 70 °C-on való hidratáció után. A P_F görbe a készítés pillanatában meglévő, a P_{EL} , pedig a szabad víz által kitöltött porozitást mutatja. Az ábrából kiolvasható, hogy — mivel a hidratált vegyület térfogata mindig nagyobb, mint a hidratálatlan kötőanyagé — a hidratációt porozitáscsökkenés kíséri. De mivel a hidratvegyületek sűrűsége eltérő, (legkisebb a CAH_{10} -é, legnagyobb a C_3AH_6 -é), így az általuk kitöltött térfogat, és a porozitás is igen változó attól függően, hogy milyen hidratvegyület keletkezik.

A kritikus v/c -nek megfelelő helyen (0,35) a $C_3AH_6 + AH_3$ képződésnek megfelelő görbén egy



3. ábra

töréspont (M) található, ami a szabad víz megjelenésének felel meg. A CAH_{10} képződésének megfelelő görbén, mivel a kritikus érték a mérési tartományon kívül esik, nincs töréspont.

A 4. ábra azt bizonyítja, hogy a pépszilárdságok logaritmusai a porozitással lineárisan változnak.

Az összefüggések a következő egyenletekkel írhatók le:

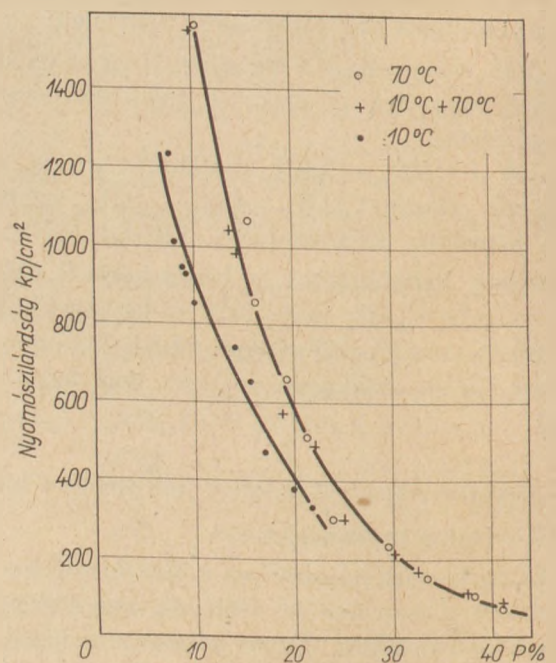
$$12\text{ °C-on; } R = 2143 \exp(-0,085P)$$

$$70\text{ °C-on; } R = 5182 \exp(-0,105P)$$

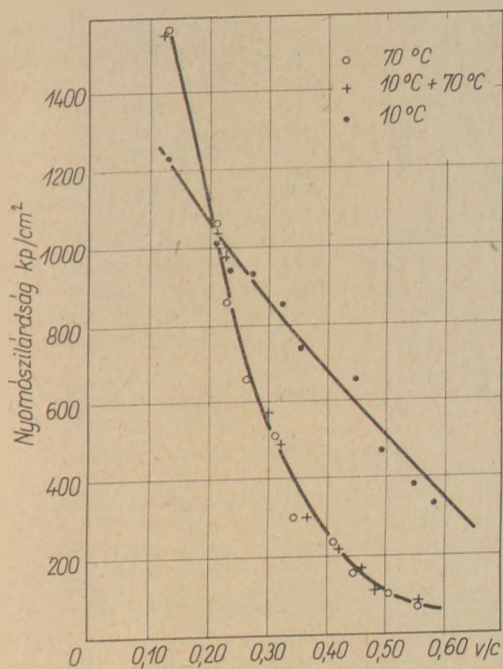
ahol R a nyomószilárdság (kp/cm^2)

P porozitás (tf%)

Látható, hogy azonos porozitás esetén a C_3AH_6 -tal elérhető szilárdság a nagyobb.



4. ábra



5. ábra

Az 5. ábra a pép próbatestek nyomószilárdsága és v/c -je közti összefüggést mutatja, amiből látható, hogy

a) a „kritikus v/c ”-nél (0,35) nagyobb v/c -k esetén 70 °C-on történő hidratációnál kisebb szilárdságokat kapunk, mint 12 °C-on

b) a „kritikus v/c ”-nél a két szilárdság azonos;

c) A kritikusnál kisebb v/c -knél C_3AH_6 képződése esetén (70 °C) kapunk nagyobb szilárdságot.

Ez utóbbi azzal magyarázható, hogy ilyen kis v/c -nél a porozítások közötti eltérések már kicsik ahhoz, hogy a C_3AH_6 -nak megfelelő nagyobb nyomószilárdságot lerontsák.

A fenti megállapításokat a betonkísérleteink is megerősítik. Ezekkel az volt a célkitűzésünk, hogy minimálisan 400 kp/cm²-es szilárdságot érjünk el.

Vizsgálataink során a beton v/c -jét 0,33–1,0 között változtattuk, melyek alapján, az alábbi következtetéseket vonhatjuk le (6. ábra):

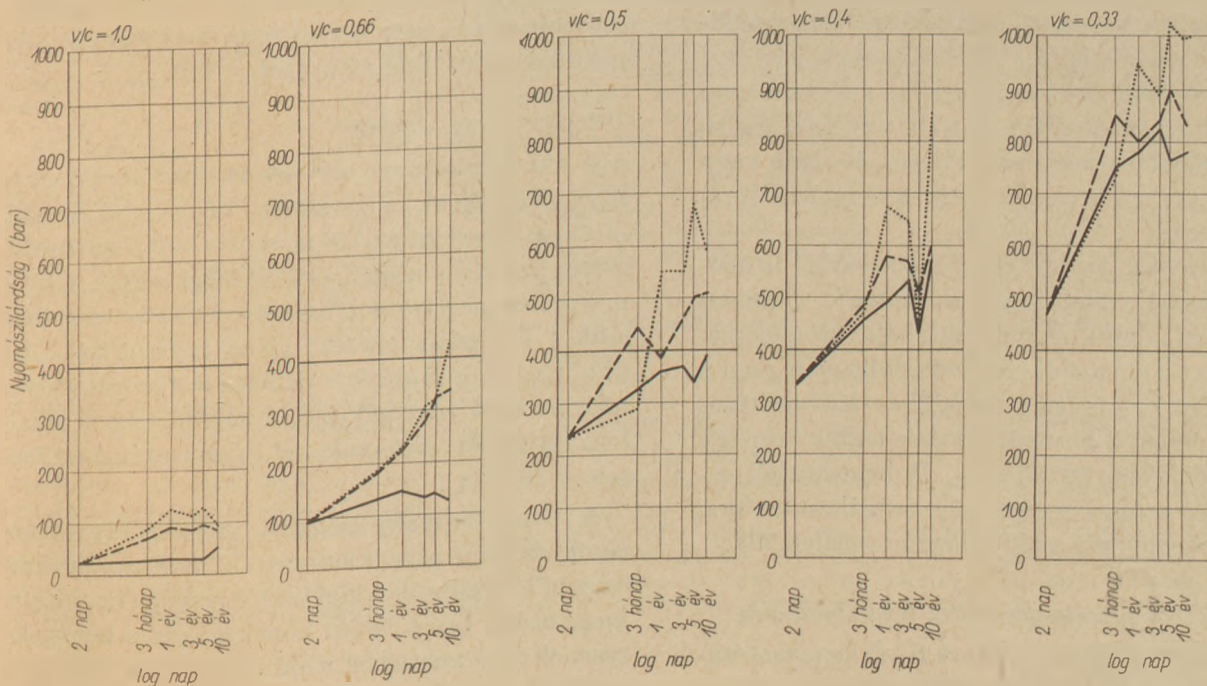
- $v/c = 1,0$ esetén a kitűzött szilárdság nem érhető el.
- $v/c = 0,66$ -nál, amennyiben a hidratáció során CAH_{10} képződik, elérhető a kitűzött szilárdság, de az elsődleges vegyület átalakulása után értéke ez alá csökken.
- $v/c = 0,5$ -nél a 400 kp/cm² az esetek többségében elérhető, de a biztonság ebben az esetben még nem kielégítő.
- $v/c = 0,4$ -nél minden esetben biztosítható a 400 kp/cm²-es szilárdság.
- $v/c = 0,33$ -nál a szilárdságok a megadott értéket mindig meghaladják.

Mindezek alapján a francia Építésügyi Minisztérium már említett körlevele a következő feltételek betartása esetén engedélyezi a „Ciment Fondu” felhasználását:

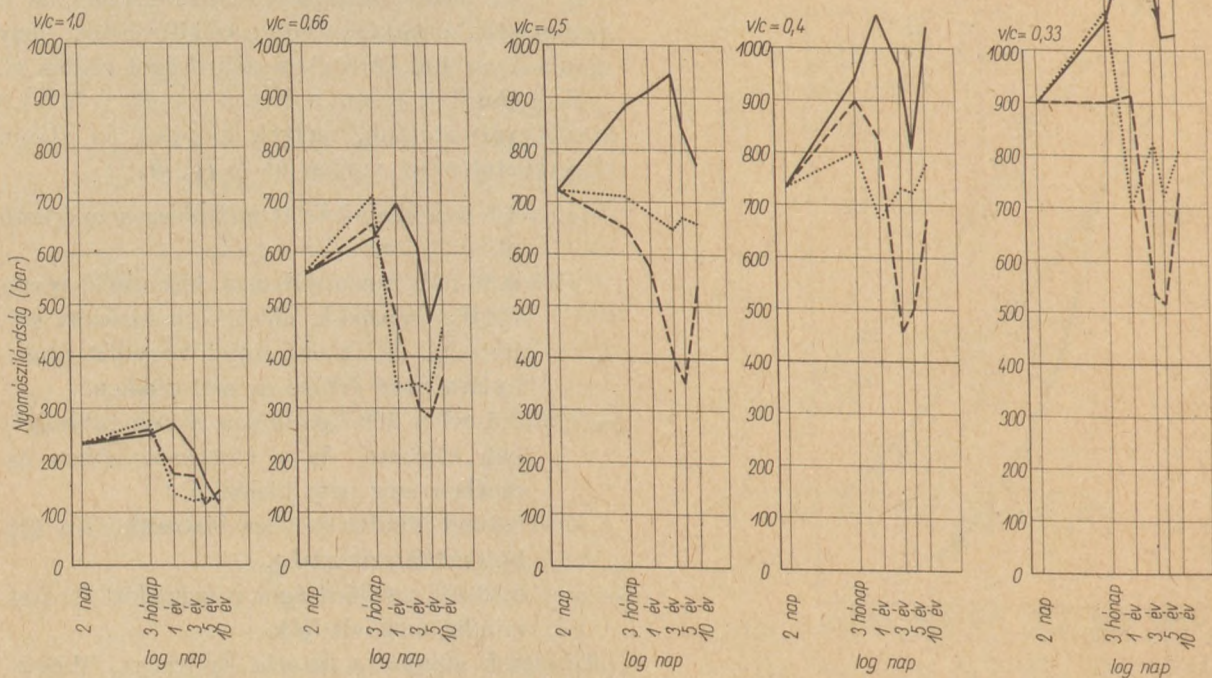
- 0,4-nél kisebb v/c (az adalékanyag víztartalmával együtt);
- 400–450 kg/m³ cementadagolás.

Javasolja ezen kívül a beton mielőbbi kizsaladását, és öntözését a felületi párolgás megakadályozása érdekében.

Az előírások betartása esetén a C_3AH_6 közvetlen kialakulása nem veszélyes, sőt — bár a kezdőszilárdság kissé csökken — a szilárdság visszaesés elmaradása következtében előnyös lehet.



6. ábra



7. ábra

3.3. A betonacél korróziója

A betonacél korróziója ellen elsősorban a habarcs pH-ja nyújt védelmet: amennyiben ennek értéke nagyobb mint 9, közönséges körülmények között nem kell korróziós veszéllyel számolni. A friss beton pH-ja portlandcement kötőanyag esetén 12,5–13, „Ciment Fondu” alkalmazásakor ennél ugyan kisebb (11,2–11,7), de még ez is elég védelmet nyújt, ha a beton tömör, és a betonacél fölötti betonréteg elég vastag.

Külön kell foglalkozni a betonacél hidrogén által okozott ridegsége miatti korrózióval, ami szulfid-tartalmú betonoknál 8,8 pH érték alatt jelentkezik. Ekkor kénhidrogén képződik, mely a vassal reakcióba lépve atomos, majd a vas repedéseibe hatolva molekuláris hidrogént képez, és olyan nagy nyomást képes létrehozni, mely a betonacél töréséhez vezet.

Ez a jelenség fordult elő a bajorországi istálló-építkezéseknél, ahol „Rolandshütte”, „Ciment Fondu” és „Istra Brand” márkájú aluminátcementeket alkalmaztak. Az idők folyamán ugyan mindhárom beton nagy mértékben karbonátosodott, a betonacél korróziója mégis csak a mintegy 1% szulfidkenet tartalmazó „Rolandshütte” cement alkalmazásakor lépett fel. Sajnálatos módon a német szerzők ezt a tényt nem hangsúlyozták.

3.4. Példák az aluminátcementek felhasználására

A „Ciment Fondu” gyakorlati alkalmazhatóságát két példával kívánjuk alátámasztani.

3.4.1. A Saint Pierre la Cour-i üzem kemence-csarnoka

A munka célkitűzése az volt, hogy egy üzemelő kemence termelésének megszakítása nélkül építsünk fel egy kemencecsarnokot. A 35×16 m-es alapterületű, 10 m magas csarnok építése során különböző méretű előfeszített vasbeton oszlopokat és gerendákat kellett beépíteni.

Az előírások betartásával „Ciment Fondu” felhasználásával a zsaluzatot a betonozás után 5 és fél órával el lehetett távolítani; portlandcement betonok esetén erre 4 nap után kerülhet sor. Az építkezést 1963-ban hajtották végre.

3.4.2. Frangey-i híd

A híd építését egy rekonstrukcióra kerülő gyár anyagellátásának biztosítása tette szükségessé. A 63 m hosszúságú, 5 m széles hídon az utolsó elem elkészítése után 7 órával megkezdtek a nyomáspróbát, melyet portlandcement beton esetében csak 1 hét után lehetett volna végrehajtani. Ez után az Út és Hídépítő Vállalat a híd igénybevételét azonnal engedélyezte. Portlandcement alkalmazása esetén erre csak két hónap után kerülhetett volna sor.

A beton felmelegedésének megakadályozására egyik esetben sem alkalmaztak rendszabályokat, csupán a kiszáradást igyekeztek gondos locsolással meggátolni. Így a beton hőmérséklete a kemencecsarnok építkezésnél 80, a híd építésénél a 90 °C-ot is elérte.

Fourie, M. T.—Rabot, R.: Az alumínátcementekben bekövetkező káros átalakulások okai és azok megszüntetése

Megállapítható, hogy bizonyos óvintézkedések betartása esetén az alumínátcementek építőipari célokra felhasználhatók. Vizsgálataink erről a francia hatóságokat is meggyőzték, így a felhasználást tiltó rendelkezéseket feloldották.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy az alumínátcementek nem helyettesíthetik a portlandcementet. Alkalmazásukra elsősorban akkor kerülhet sor, ha a gyors üzembehelyezéshez vagy sürgős pályajavításhoz fontos érdekek fűződnek. Kiválóan alkalmazhatók az alumínátcementek téli betonozásoknál is.

Фурье, М. Т.—Работ, Р.: Причины вредных явлений, возникающих в глиноземистом цементе, и возможности их устранения

Установлено, что путем применения различных мероприятий, направленных на предотвращение вредных явлений, имеющих место в глиноземистом цементе, последний может быть применен для строительных целей.

Необходимо однако подчеркнуть, что глиноземистые цементы не могут заменить портландцемент. Применение их необходимо главным образом в таких случаях, когда речь идет о быстром пуске в действие какого-либо строительства или же в случае быстрого ремонта дорог, имеющих важное значение. Глиноземистые цементы с успехом могут применяться при зимнем бетонировании.

Fourie, M. T.—Rabot, R.: Gründe und Verhinderung der schädlichen Umwandlungen in Aluminatzementen

Es konnte festgestellt werden, daß Aluminatzemente zu bautechnischen Zwecken, unter Einhaltung gewisser Maßnahmen, verwendet werden können. Die durchgeführten Untersuchungen haben diesbezüglich auch die französischen Behörden überzeugt und die Verfügungen über den Verbot der Verwendung von Aluminatzementen wurde aufgehoben.

Es muß jedoch betont werden, daß der Portlandzement nicht durch Aluminatzemente ersetzt werden kann. Letztere können vorwiegend dann angewandt werden, wenn schwerwiegende Gründe für eine rasche Inbetriebsetzung oder dringende Fahrbahnreparaturen vorliegen. Aluminatzemente können auch zum Betonieren im Winter sehr vorteilhaft angewandt werden.

Fourie, M. T.—Rabot, R.: Causes and Elimination of Harmful Phenomena Occurring in Aluminuous Cement

Aluminuous cements can be used for building purposes if some precautionary measures are kept. The results of investigations made in Messrs. Lafarge Central Laboratories have decidedly convinced French building authorities and earlier bans have been lifted. However aluminuous cements are no substitutes for portland cement; their application should be restricted for tasks where a rapid operation of the concrete structure or urgent repair of road surfaces are essential. Aluminuous cements can be well used for winter concreting too.

Egyesületi élet

1972. nov. 16-án a dán NIRO cég mérnökei nagy érdeklődéssel kísért előadást és filmvetítést tartottak a kerámiaipar számára készített porlasztó szárítókról.

A porlasztásos szárítás lényege, hogy a masszaiszapot fűvókával vagy porlasztótárcsával, vagy a kettő kombinációjával cseppekre bontják, a cseppek 500–600 °C hőmérsékletű meleg levegővel 6–7% nedvességtartalomig száradnak, a szárítótorony alján összegyűlnek. A készítendő termék tulajdonságai alapján kívánt szemszerkezet érhető el. Fűvókás porlasztás esetén a szemcseeloszlási görbe maximuma 300–400 mikronnál, tárcsás porlasztás esetén 150 mikronnál van. Az előadás szerint az utóbbinál az adott határon belül több variációra van lehetőség.

Falburkolócsespe gyártásánál hazánkban is közismert a porlasztásos szárítás előnye a hagyományos víztelenítéssel szemben. Sajtolt szigetelőporcelánok gyártására szintén használják a porlasztószárító víz-telenítést. A 6–7%-os pornak 14–16%-os nedvességtartalomra történő visszanedvesítése, a sajtolóalulak

hozzádása speciális problémát okozhat. Gyakorlati példakkal igazolta, hogy a granulátum szemszerkezetének megfelelő megválasztásával a problémák megoldhatók. Korongos massa előállítás a porlasztószárítók viszonylag új alkalmazási területe. A granulátumot intenzív keverőben masszaiszappal keverik össze így nagyon pontos nedvességtartalmú korongos massa készítésére nyílik lehetőség. Néhány gyár működik ezen az alapon az NSZK-ban és Franciaországban. Szerves oldószerrel szuszpendált kerámiai iszapok esetén lehetőség van zártciklus megvalósítására.

A múlt év szeptemberében Drezdában megrendezett nemzetközi Portalanítási Konferencián Egyesületünk cementszakosztálya részéről Koltai Imre a CEMÜ Váci Gyárának főmérnöke és Nagy Mihály CEMÜ Tatabányai Gyárának főmérnöke vett részt. A konferencián szerzett tapasztalataikról 1973. február 15-én cementszakosztályi ülésen számoltak be tagtársainknak és nagyszámban megjelent érdeklődő vendégeinknek.

A beszámoló, melyet Koltai Imre tartott meg, ismertette a konferencia fő témakörét és a felmerült kérdéscsoportokat. Eszerint legjelentősebb helyet a különböző szövetszűrős rendszerekben alkalmazott szövettípusok, ezek fejlesztése és az elért eredmények kapták. Az egyes országokban folyó fejlesztés eredményeként tájékoztatást kaptunk olyan szövetfajtákról is, melyek 300–400 °C hőmérsékletig is alkalmazhatók.

A konferencián megvitatták a különböző szövetszűrős portalanító berendezések rázó (kopogtató) berendezéseinek fejlődését is. Az elért eredmények alapján — mint ez a beszámolóból kitűnt — a résztvevők párhuzamba állították több vonatkozásban a villamos és a szövetszűrős porleválasztó berendezéseket, aminek során egyes területeken az utóbbiak kaptak előnyt.

A beszámolót követő vita során, kapcsolódóan több kérdéshez, Koltai Imre és Nagy Mihály tájékoztatást adtak még az NDK-ban meglátogatott, legeredményesebben termelő cementgyárakban szerzett tapasztalataikról is.

Észrevételek a bauxitcementek építőipari felhasználásával kapcsolatos kérdésekhez

RÉVAY MIKLÓS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Folyóiratunk egy néhány évvel ezelőtti számában Lafuma [1] és Talabér [2] a bauxitcement szilárdulásának kérdéseivel foglalkozó kutatók feladatait a következőképpen fogalmazták meg:

— el kell dönteni, szabad-e a bauxitcementet általános építőipari célokra használni, s ha igen milyen feltételek mellett;

— választ kell adni arra, hogyan alakul a már meglévő bauxitbeton létesítmények szilárdsága a jövőben.

A közleményekből az is világossá vált, hogy bár a bauxitcement betonok szilárdságát meghatározó tényezőkről már akkor is sokat tudtunk, a két konkrét kérdésre mégsem lehetett pontos választ adni, mivel ismereteink erősen kvalitatív jellegűek voltak.

Fourie és Rabot [3] e számban közzétett cikkének az a legfőbb érdeme, hogy összefoglalja a Lafarge cég kutatóinak vizsgálati eredményeit [4, 5, 6], s ezek alapján vállalkoztak a cement, az adalékanyag és a beton azon jellemzőinek kvantitatív meghatározására, melyek betartása esetén szerintük lehetséges a bauxitcement építőipari felhasználása.

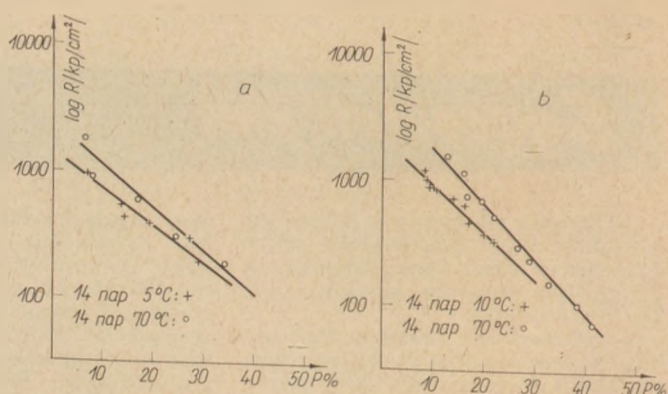
Ezzel lényegében választ adtak a Lafuma [1] és Talabér [2] által felvetett első kérdésre.

Körülményeinkből következően mi főleg a második kérdésre kerestük a választ. Az alábbiakban munkánk legfontosabb eredményeit foglaljuk össze, egyúttal ismertetjük Fourie és Rabot [3] néhány megállapításával kapcsolatos álláspontunkat.

A v/c , porozitás és szilárdság összefüggése

A célkitűzések különbözősége ellenére vizsgálataink [7] néhány ponton érintkeznek a francia kutatók, különösen Cottin és Reif [4] eredményeivel.

Ezt az 1. ábra is szemlélteti, melyen a porozitás és a szilárdság összefüggésére vonatkozó vizsgálataik eredményeit a mi eredményeinkkel együtt mutatja be. Látható, hogy hozzájuk hasonlóan az összefüggés nálunk is exponenciális. A hasonló eredmények ismeretében érthető, hogy számos megállapításukkal egyetértünk. Kísérleteik során abból indulnak ki, hogy a kötőanyagok szilárdulása során



1. ábra. Porozitás—szilárdság összefüggés a megszilárdult CA-nál, azonos tárolás, változó v/c esetén
a) Révay (7) szerint, b) Cottin és Reif (4) szerint

kialakuló hidratvegyületek osztérfogata mindig nagyobb, mint a kötőanyag eredeti térfogata. Így a hidratáció során a kötőanyagban levő szilárd anyag osztérfogata állandóan növekszik, a porozitás pedig ennek megfelelően csökken, ami szilárdságnövekedést eredményez (2. ábra).

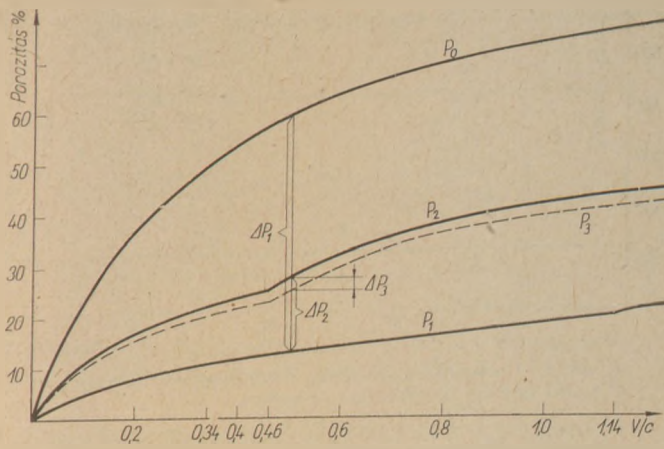
A kalcium-aluminátok átalakulási folyamatait leíró reakcióegyenletek azonban — mint ahogy ezt a CA esetére az 1. táblázat bemutatja — nem teljesítik teljes mértékben ezt a feltételt.

Mint látható

$$V < V_1 : V_2 : V_3,$$

de

$$V_1 > V_2,$$



2. ábra. v/c — porozitás összefüggés a CA-nál

P_0 : kezdeti porozitás; P_1 : porozitás teljes hidratációnál (CAH_{10});
 P_2 : porozitás teljes átalakulásnál ($C_3AH_6 + AH_3$); P_3 : porozitás teljes karbonátosodásnál ($CaCO_3 + AH_3$);

1. táblázat

A CA átalakulási folyamatai

- | | | |
|---|---------------|-----------------------------|
| 1. reakció: $CA + 10H$ | \rightarrow | CAH_{10} |
| $V = 53,5$ | | $V_1 = 195$ |
| 2. reakció: $CA + 4H$ | \rightarrow | $1/3C_3AH_6 + 2/3AH_3$ |
| $V = 53,5$ | | $V_2 = 94$ |
| 3. reakció: $CA + 3H + CO_2$ | \rightarrow | $CaCO_3 + AH_3$ |
| $V = 53,5$ | | $V_3 = 103$ |
| 4. reakció: CAH_{10} | \rightarrow | $1/3C_3AH_6 + 2/3AH_3 + 6H$ |
| $V_3 = 195$ | | $V_2 = 94$ |
| 5. reakció: $1/3C_3AH_6 + 2/3AH_3 + CO_2 + 1/3H_2O$ | \rightarrow | $CaCO_3 + AH_3$ |
| $V_2 = 94$ | | $V_3 = 103$ |

tehát az átalakulás egy szakaszában a szilárd fázisok térfogata csökkenhet. Ennek megfelelően a hexagonális, szabályos átalakulás hatására porozitásnövekedés mehet végbe, melynek értéke ugyan a v/c csökkenésével egyre kisebb, de — mint a 2. ábrából látható — a legkisebb v/c -nél sem nulla, tehát az ún. „kritikus v/c -nél” kisebb értékeknél is jelentkezik. Ennek pedig az a következménye, hogy amennyiben a hexagonális hidrátok képződése az elsődleges, a szilárdságcsökkenés is törvényszerű minden gyakorlati szempontból szóbajövő v/c -nél. (Igaz ugyan, hogy — mint az 1. ábrából látható — azonos porozitás esetén a C_3AH_6 kialakulása nagyobb szilárdságot biztosít, mint a hexagonális vegyületek képződése, de ennek pozitív hatása csak extrém alacsony v/c -knél kompenzálja a nagyobb porozitás kedvezőtlen hatását.)

Amikor ezeknek a tényeknek nagyobb hangsúlyt adunk, mint amelyet Fourie és Rabot [3] közleményében kaptak, nem akarjuk vitatni a francia kutatók azon állítását, hogy az általuk meghatározott igen szigorú feltételek mellett készíthető olyan bauxitbeton, melynek az átalakulás utáni maradékszilárdsága is megfelelő nagyságú, bár ez esetben is zavaró lehet, hogy ezt egy szilárdságcsökkenési szakasz után éri el a beton.

A bauxitbeton várható porozitásnövekedése

Megváltoztathatatlan tény azonban, hogy a 30-as években Magyarországon épített bauxitbetonok általában nem a francia kutatók által meghatározott szigorú követelmények betartásával készültek, s így számunkra az a legdöntőbb kérdés, hogy ezek jelenlegi és jövőben várható szilárdsága kielégíti-e a követelményeket.

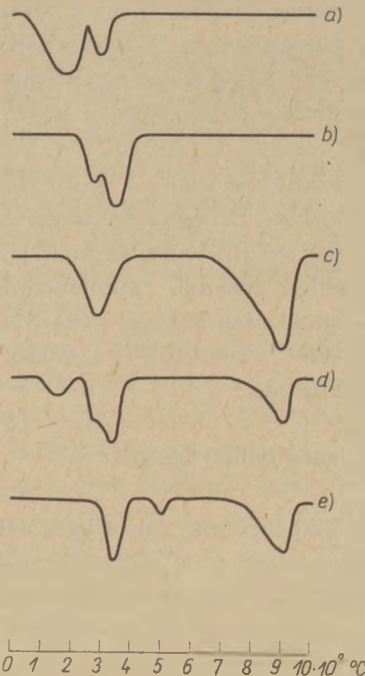
Ez utóbbi meghatározására kidolgozott módszerünk elvi alapjai a következők:

Pontosan ismerjük a kalciumaluminátok átalakulási folyamatait leíró reakcióegyenleteket, és azt is tudjuk, hogy ezek egyes szakaszainak egy-egy v/c -nél jól definiált porozitásváltozások felelnek meg (2. ábra). Így ha ismerjük a beton porozitását, cementtartalmát, és azt, hogy a cementalkotórész eddig milyen átalakulásokon ment át, stöchiometriai számításokkal meghatározhatjuk a még lehetséges átalakulásokat, és az ezt kísérő porozitásváltozást.

A módszer legkényesebb része a cementalkotórész fázisösszetételének meghatározása, amire egy derivatografikus vizsgálati módszert sikerült kidolgozni.

Ennek elvi alapjait a 3. ábra segítségével világíthatjuk meg, melyen a kalcium-aluminát átalakulási reakció egyes stádiumainak megfelelő DTG görbéket mutatjuk be.

Az ábra jól érzékelteti a módszer nehézségeit is, ugyanis a valóságban az átalakulási folyamat egyes



3. ábra. A CA átalakulás egyes szakaszainak megfelelő DTG-görbék

a) CAH_{10} ; b) $1/3 C_3AH_6 + 2/3 AH_3$; c) $CaCO_3 + AH_3$; d) átlagos bauxitbeton; e) autoklávolt bauxitbeton

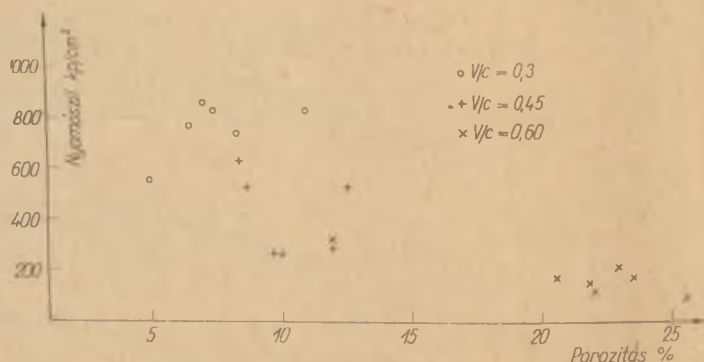
fázisai nem szigorúan egymás után következnek, s így egy reális bauxitbetonban hidratálatlan kalcium-aluminát, hexagonális és szabályos hidrát, alumínium-hidroxiid és kalcium-karbonát egyszerre lehet jelen (3. ábra d.). Ezt figyelembevéve különösen nehéz a 280–350 °C körüli csúcs értékelése, amely egyaránt származhat a hexagonális és a szabályos hidrátok, valamint a hidrargillit alakban jelenlevő alumínium-hidroxiid vízleadásából. Továbbá problémát okoz, hogy a görbék alapján a hidratálatlan kalcium-aluminátok mennyiségére semmilyen következtetést nem vonhatunk le.

Ezeket a nehézségeket azonban kiküszöbölhetjük, ha az eredeti állapotú mintán kívül egy autoklávolt mintáról is készítünk derivatogrammot. Autokláválás hatására ugyanis a betonban levő szabályos C_3AH_6 sértetlen marad, a három mol vizet tartalmazó hidrargillit pedig 1 mol víztartalmú böhmitté alakul, melynek vízleadása 500 °C körül, tehát a C_3AH_6 csúcstól jól elkülönítve jelentkezik (3. ábra). Mivel az autokláválás hatására a hexagonális hidrátok és hidratálatlan kalcium-aluminátok is C_3AH_6 -tá és böhmitté alakulnak, az autoklávolt minta valamennyi fázisa mennyiségileg meghatározható a DTG csúcsokhoz tartozó súlyvesztéséből. Az eredeti minta fázisösszetételét pedig a C_3AH_6 és alumínium-hidroxiid mennyiségének autokláválás hatására végbemenő megnövekedéséből számíthatjuk ki. Ennek ismeretében az átalakulási reakciók segítségével a folyamat bármely stádiumához tartozó fázisösszetétel, illetve az ezekhez tartozó porozitás, többek közt a beton várható maximális porozitása is kiszámítható, ebből pedig a porozitás-szilárdság összefüggés ismeretében a várható minimális szilárdságra is következtethetünk.

A bauxitbetonok szilárdságának a porozitás függvényében való alakulását Szilágyi [8] vizsgálta, és lényegében Cottin és Reif [3] bauxitcement pépen végzett vizsgálataihoz hasonló exponenciális összefüggést kapott. Ennek segítségével gyakorlatilag helyes következtetést vonhatunk le a szilárdság alakulására vonatkozóan.

A pórusméret és a fajlagos felület hatása a szilárdságra

Azonban azt is be kell látnunk, hogy igen sok esetben találunk olyan betonokat, melyek porozitás-szilárdság összefüggését az exponenciális összefüggés nem írja le megfelelően. Saját, kalcium-aluminátokkal végzett kísérleteink során is azt tapasztaltuk, hogy azonos készítési körülmények, fázisösszetétel és porozitás esetén eltérő szilárdságokat kaptunk attól függően, hogy milyen hőmér-



4. ábra. Porozitás-szilárdság összefüggés a megszilárdult CA-nál változó tárolás és v/c esetén

séketű és időtartamú hidrotermális kezelés hatására megy végbe a porozitás növekedést előidéző kémiai reakció.

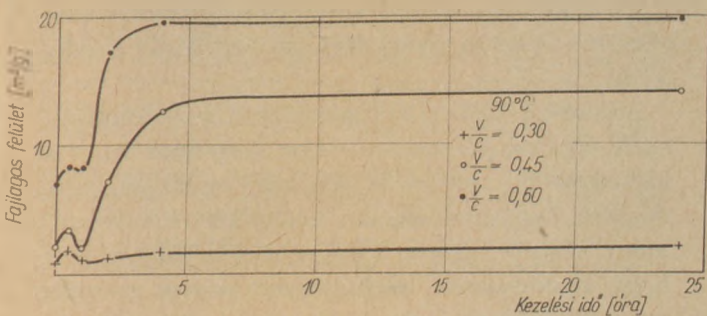
Ezt tükrözi a 4. ábra, melyen tendencia jellegű összefüggést is alig találunk a porozitás és a szilárdság között.

Nyilvánvaló tehát, hogy a porozitáson kívül egyéb tényezőknek; így a pórusok méretének vagy az ezzel szorosan összefüggő belső felületének is befolyásolni kell a szilárdságot. Ez a feltételezés azért is jogos, mivel ismeretes, hogy Powers [9] és Brunauer [10, 11, 12] munkásságának hatására a kötőanyagok szilárdulásában igen nagy szerepet tulajdonítanak a hidrátvegyületek fajlagos felületének, illetve az ez által létrehozott felületi erőknek. A portlandcementekre kidolgozott szilárdulási elméletüket a bauxitcementekre alkalmazva azt várhatnánk, hogy azonos porozitás és fázisösszetétel esetén a nagyobb fajlagos felületeknél kapunk nagyobb szilárdságot.

Ezt a felfogást elektronmikroszkópi felvételekre támaszkodva Mehta és Lesnikoff [13] is megerősíti, ugyanis felvételeik szerint a kisebb méretű hexagonális kalcium-aluminát-hidrátok jóval nagyobb méretű, tehát kisebb felületű szabályos C_3AH_6 kristályokká alakulnak át. Ezt egyébként saját felvételeinkkel is igazolhatjuk (5. ábra)



5. ábra. Szabályos C_3AH_6 kristályok az átalakult CA-ban



6. ábra. A BET-felület változása a v/c -vel és a hidrotermális kezelés idejével

Hasonló tapasztalatokat szerezhetünk a higanyos poroziméterrel felvett póruseloszlási görbék tanulmányozása útján is.

Ezt azonban nem támasztják alá a BET-felület mérések eredményei [13]. Mint a 6. ábrán is látható, a kalcium-aluminátok hidrotermális kezelési idejének, valamint a v/c növelésének hatására egyaránt fajlagos felület növekedést és szilárdságcsökkenést tapasztalunk, holott Powers és Brunauer munkái nyomán ennek ellenkezőjét várhatnánk.

A jelenség magyarázatára a Powers-féle modell-től eltérő hipotézist kellett kidolgoznunk, melynek lényege a következő:

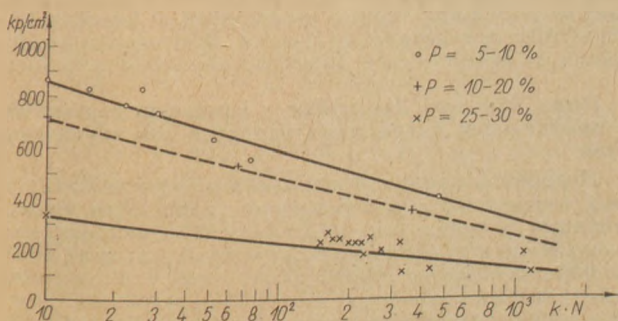
— azonos mértékű porozitásváltozást létrehozó fázisátalakulások esetén a pórusok átlagmérete csökken, száma pedig nő az átalakulás sebességével;

— a fázisegyensúly beállta után lejátszódó változások hatására változatlan porozitás mellett a pórusok átlagmérete növekszik, számuk pedig csökken.

S végül a legvitathatóbb elképzelés:

— a kalcium-aluminát-hidrátok átalakulása során azonos porozitások mellett a szilárdság a pórusok számával csökken.

Ez utóbbi megállapítást a 7. ábra igazolja, amelyen a közel azonos porozitású próbatestek szilárdságát a fajlagos felületből és a pórustérfo-gatból számított pórusszám függvényében ábrázoltuk.



7. ábra. A szilárdság változása a pórusok számával

Az adatok hasonló módon történő feldolgozása esetén Reif és Cottin [4] mérései alapján is hasonló eredményt kapunk, bár ők nem mutattak ki összefüggést a szilárdság és fajlagos felület között.

A jelenséget azzal magyarázzuk, hogy a pórus tulajdonképpen az anyag folytonosságát megszakító hibahely, ezek mennyiségének növekedése pedig egyébként azonos körülmények mellett szilárdságcsökkenést eredményez.

Felvetődik a kérdés: megállapításaink hogyan egyeztethetők össze az elektronmikroszkopikus és póruseloszlás vizsgálatok eredményeivel. Azonban belátható, hogy az ellentmondás csak látszólagos, ugyanis az elektronmikroszkópi felvételek tüzetesebb vizsgálata után észrevehetjük, hogy a nagyobb méretű részecskék mellett (C_3AH_6) sok ennél lényegesebb kisebb méretű képződmény (alumínium-hidroxid) is található, és ha ezek figyelembevételével kiszámítjuk a fajlagos felületeket, azt tapasztaljuk, hogy a feltételezett felületcsökkenés helyett nő a felület.

A póruseloszlás görbék részletes vizsgálata pedig azt bizonyítja, hogy bár a pórusméret maximum helye a v/c -vel növekszik, ugyanakkor lényegesen nő a kisméretű pórusok mennyisége is, és a számítások azt igazolják, hogy a fajlagos felület nő a v/c -vel.

A bauxitbetonok szilárdulása

A fentiek alapján a bauxitbetonok szilárdság alakulására az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

A bauxitbeton szilárdsága a hidratáció következtében végbemenő porozitáscsökkenés miatt mindaddig növekszik, amíg a porozitáscsökkentő hatás nagyobb, mint az elsődlegesen képződő vegyületek átalakulása következtében végbemenő porozitás-növelő hatás. Ezután a szilárdság a lehetséges maximális porozitás eléréséig egy minimális értékig csökken.

A porozitás maximum értékét a beton készítési körülményei (főleg a v/c és cementadagolás) határozzák meg, az ehhez tartozó szilárdságot azonban a környezeti hatások is (elsősorban a hőmérséklet) igen nagymértékben befolyásolják, és pedig a szilárdság annál kisebb lesz, minél nagyobb hőmérsékleten, vagyis minél gyorsabban megy végbe az átalakulás, és ennek hatására minél diszperzebb rendszer alakul ki.

A minimum elérése után azonban a folyamat megfordul, mivel változatlan porozitás mellett végbemenő pórusnövekedés hatására kismértékű szilárdságnövekedés megy végbe.

Néhány szót ejtenünk kell a karbonátosodás hatásáról is. Ez, mint a 2. ábrából látható, amennyiben a C_3AH_6 alakul át $CaCO_3$ -á, porozitáscsökkenéssel jár, tehát látszólag nem okozhat problémát. Meggondolásra kell viszont késztesen az a tény, hogy vizsgálataink szerint a porozitáscsökkenést a diszperzitás növekedése kíséri, s így mégis okozhat bizonyos problémákat. Feltételezhető azonban, hogy a diszperzitásnövekedés átmeneti jellegű.

Más a helyzet akkor, ha az alkáliák hatására közvetlenül a hexagonális hidrátokból képződik $CaCO_3$ és alumíniumhidroxid. Ez a folyamat porozitáscsökkenéssel jár (2. ábra), s e mellett a viszonylag nagy reakciósebesség hatására igen diszperz textúra alakulhat ki, ami igen kis szilárdságot eredményezhet. Így mindenképpen indokoltak azok a szigorú francia előírások [3, 4], melyekkel a bauxitbeton alkálitartalmát minimálisra igyekeznek csökkenteni.

A bauxitbeton létesítmények időállósága

A francia és a magyar kutatók vizsgálatai tehát azt bizonyítják, hogy a bauxitbetonok időállóságával kapcsolatos kérdések tanulmányozásánál a fázisösszetétel vizsgálatok (röntgendiffraktometria, differenciáltermoanalízis, porozitás meghatározás), mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a korszerű textúra vizsgálati módszerek (BET-felület, pórusedoszlás, elektronmikroszkóp).

Ezek azt a megnyugtató eredményt hozták, hogy véget érhet a bauxitbetonokkal kapcsolatban néhány éve még uralkodó pánik hangulat: nincs arról szó, hogy a jövőben valamennyi bauxitbeton létesítmény tönkremenetelével kellene számolni; s ma már megfelelő módszereink vannak arra, hogy jövőben várható viselkedésükre következtessünk, s az ezzel kapcsolatos tennivalókat előre megtervezzük.

A problémák jelentős részének tisztázódása ellenére sem számíthatunk azonban a bauxitbeton építőipari felhasználásának valamilyen reneszanszára.

Ennek legnagyobb akadályá a beton ára: a külföldön is drága cementből 400–500 kg/m³ cementadagolással, osztályozott, finom részeket nem tartalmazó adalékból, igen gondos bedolgozással, fokozott ellenőrzés mellett készített betonlétesítmény igen drága, s alkalmazása csak azon ritka esetben jöhet szóba, ha a gyors szilárdulásból származó előnyök akkorák, hogy a többletköltségeket kompenzálják, és nincs mód például a hőérleléses betonszilárdításra.

Ezen kívül a biztató eredmények ellenére sem lehetünk egészen nyugodtak az időállóság kérdésében.

A Fourie és Rabot [3] által ismertetett betonkísérletek eredményei csak 10 évre terjednek ki, s a legkedvezőbb esetben is igen nagy szilárdságingadozásról tanúskodnak. Az ismertetett két létesítmény kora (9, illetve 3 év) sem elég nagy ahhoz, hogy nyomtalanul elfeledtessék velünk a többlet, mint 30 éven át szerzett kedvezőtlen tapasztalatokat. Így véleményünk szerint alkalmazását csak akkor lehetne teljes biztonsággal gazdaságosnak tekinteni, ha a bauxitbeton alkalmazásából származó megtakarítások egy esetleges későbbi megerősítés, vagy lebontás költségeit is elbírják.

Végül véleményünk szerint az építőipar nincs is teljes mértékben felkészülve az alkalmazásnál megkövetelt igen szigorú feltételek biztonságos betartására.

Irodalom

- [1] Lafuma, H.: Építőanyag. 21. k. 1969. 5. sz. 162. o.
- [2] Talabér J.: Építőanyag. 21. k. 1969. 5. sz. 168. o.
- [3] Fourie, M. T., Rabot, R.: Építőanyag. sajtó alatt.
- [4] Cottin, B., Reif, P.: Revue des Mat. 661. sz. 1970.
- [5] Stiglitz, P.: Építőanyag. 24. 1972. 2. sz. 45. o.
- [6] Stiglitz, P.: Revue des Mat. 671–672. sz. 1971. 219. o.
- [7] Révay M.: Szilikonf. Budapest, 1970. (hozzászólás)
- [8] Szilágyi I.: Szilikonf. Budapest, 1970. (hozzászólás)
- [9] Powers, T. C., Brownyard, T. L.: J. Amer. Concrete Institute, Proceedings. 43. 1947.
- [10] Brunauer, S.: Építőanyag. 18. 1966. 12. sz.
- [11] Brunauer, S.: Építőanyag. 19. 1967. 1. sz.
- [12] Brunauer, S., Odler, I.: Építőanyag. 23. k. 10. sz. 1971.
- [13] Mehta, P. K., Lesnikoff, G.: J. Am. Cer. Soc. 54. k. 1971. 4. sz. 177. o.

Révay Miklós: Észrevételek a bauxiteementek építőipari felhasználásával kapcsolatos kérdésekhez

A bauxitbeton szilárdságcsökkenésének elsődleges oka a metastabilis vegyületek kisebb moltiplicitású, stabilis vegyületekké való átalakulása következtében végbemenő porozitáscsökkenés. Ennek mértéke a víz/cement tényező növekedésével nő, de kis víz/cement tényező alkalmazásával sem szüntethető meg; ezért a szilárdságviasszaesés törvényszerű, feltéve, hogy a metastabilis vegyületek képződése az elsődleges. A bauxitbeton fázisösszetétele derivatográffal meghatározható, ebből pedig a jelenlegi porozitás ismeretében kiszámítható a még várható porozitáscsökkenés és a szilárdságcsökkenésre is következtetni lehet. A szilárdságot a porozitáson kívül a pórusok mérete is befolyásolja; ez pedig függ az átalakulási reakció sebességétől. A készítési körülmények és a környezeti hatások által meghatározott minimum elérése után a szilárdság némileg növekedhet.

Ревая, Миклош: Замечания к вопросам, связанным с применением бокситовых цементов для строительства

Первичной причиной снижения прочности бокситовых бетонов является повышение пористости, происходящее в результате превращения метастабильных соединений в стабильные соединения с меньшим молекулярным объемом. Размер этого растёт с увеличением в/ц отношения, однако не может быть устранено также и в случае применения низкого в/ц отношения. Таким образом снижение прочности является закономерным,

при условии, что первично образуются метастабильные соединения. Фазовый состав бетона может быть определен с помощью дериватографа, из которого при знании исходной пористости можно рассчитать ожидаемое повышение пористости, а также сделать выводы в отношении ожидаемого снижения прочности. На прочность, помимо абсолютного значения пористости, оказывает влияние также и распределение пор по размеру, что связано в свою очередь со скоростью реакций превращения. После достижения минимальной прочности, определяемой условиями приготовления бетона, а также внешними влияниями, может произойти значительное повышение прочности.

Révay, Miklós: Bemerkungen zu den Fragen bezüglich der Verwendung von Bauxitzement in der Bauindustrie

Der Rückgang der Festigkeit des Bauxitbetons ist vorwiegend auf die anwachsende Porosität zurückzuführen, die durch die Umwandlung der metastabilen Verbindungen zu stabilen Verbindungen von kleinerem Molvolumen ausgelöst wird. Das Ausmaß dieser Erscheinung nimmt mit der Größe des Wasserzementfaktors zu, doch kann diese selbst durch die Wahl eines kleinen Wasserzementwertes nicht eliminiert werden. Somit ist der Rückgang der Festigkeit, falls eine primäre Ausbildung der metastabilen Verbindungen vorliegt, gesetzmäßig. Die Phasenzusammensetzung des Bauxitbetons kann mit Hilfe des Derivatographen bestimmt, und daraus, aufgrund der bekannten gegenwärtigen Porosität, das Maß des noch zu erwartenden

Anwachsens der Porosität errechnet, sowie auf das Ausmaß des Rückganges der Festigkeit geschlossen werden. Außer der Porosität wird die Festigkeit auch durch die Größe der Poren beeinflusst, was wiederum von der Geschwindigkeit der Umwandlungsreaktion abhängig ist. Nach dem Erreichen einer, durch Fertignungsverhältnisse und äußeren Einwirkungen bedingten minimalen Festigkeit, kann diese in geringem Maße noch anwachsen.

Révay, Miklós: Comments to Problems Connected with the Use of Aluminous Cements in the Building Industry

The primary source of strength loss of aluminous concrete is the transformation of metastable compounds into stable compound of lower molar volume and the consequent increase of porosity; this can be reduced by decreasing the water/cement ratio, but cannot be fully eliminated, therefore a loss in strength will always occur if metastable phases have been formed primarily. The mineralogical composition of aluminous concrete can be determined by thermal tests which enable the prediction of porosity increase and consequently the expectation of strength loss. Strength is determined not only by the absolute value of porosity, but by the pore size distribution too; this latter depends on the velocity of transformations. After reaching a minimum, strength may slightly increase again; the minimum is affected by the conditions of concreting and by environmental effects.

XI. SZILIKÁTIPARI KONFERENCIA

Néhány hét múlva kezdetét veszi Egyesületünk életének háromévenként megismétlődő nagy eseménye: a *XI. Szilikátipari Konferencia*

Mint lapunk olvasói előtt ismeretes, a szakembereknek ez a találkozója, mely immár hetedízben kerül megrendezésre nemzetközi részvétellel, a világ szilikátiparának és szilikáttudományának Európa-, sőt világszerte „jegyzett” információs fórumává vált. A hazai résztvevők száma már szinte egy évtized óta telítődött, mintegy 3—400 között ingadozik, de a nemzetközi részvétel alkalomról alkalomra nő.

Az 1970-ben megtartott X. Szilikátipari Konferencián szocialista országokból 168, többek országokból 107 fő vett részt; a Konferencia Bizottság február eleji nyilvántartása szerint a külföldi jelentkezők száma ezt a szintet máris túllépte. Ez is bizonyítja a Konferencia iránt megnyilvánuló, fokozódó nemzetközi érdeklődést. Olyan távoli országokból, mint Japán, Ausztrália, Egyesült Államok, India stb. is küldöttség érkezik.

A résztvevők számán túlmenően különös örömet és megtiszteltetést jelent számunkra, hogy Konferenciánkat a szilikáttudomány és szilikátipar néhány kiváló, mindenütt elismert képviselője is megtisztelti jelenlétével, előadásával. Az előadások ideiglenes jegyzékét a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai részére már korábban megküldöttük; ezen kívül azonban a résztvevők közül szá-

mosan jelentettek be nem regisztrált, vita jellegű hozzászólásokat is.

A VI—IX. Konferenciák teljes anyagát az Akadémiai Kiadó röviddel a Konferencia után angol nyelvű kötetben megjelentette. Sajnos a X. Konferencia hasonló jellegű kötete, előre nem látható okokból nem kerülhetett kiadásra, ami érzékelhető hiányosságot jelentett; a Konferencia Bizottság százával volt kénytelen az idegen nyelvű kiadványt, vagy ennek hiányában legalább a preprintet kérő érdeklődőket visszautasítani. Ez alkalommal ezen a hiányosságon úgy kívánunk segíteni, hogy a Konferencia résztvevőin kívül a preprint kellő példányszámban, mások részére is rendelkezésre álljon. A kiadványt az Országos Műszaki Könyvtár TECHNIFORM szervezete gondozza és bocsátja a nem résztvevő érdeklődők rendelkezésére.

Ez a kb. 800 oldalas, két kötetből álló anyag, mely az előadások teljes benyújtott szövegén és négy nyelvű összefoglalóján kívül hazai és külföldi szilikátipari és gépgyártó vállalatok technikai információit is tartalmazza, remélhetőleg méltán fogja képviselni a szilikátipari konferenciák elismert és fejlődő hírnevét.

Végül felhasználjuk az alkalmat, hogy ezen az uton is meghívjuk a Szilikátipari Tudományos Egyesület minden tagját, az „Építőanyag” minden olvasóját, és munkánk iránt érdeklődő barátainkat a Konferencián való részvételre.

T. F.

Még néhány szó az aluminátcementekről

Talabér József

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A cím utal egy alapvetően fontos kérdésre, az aluminátcement problémára. (Szabad talán röviden így utalni a hidraulikus kötőanyagok egyik legizgalmasabb, minden részletében ma sem megoldott, számtalan laboratóriumban, gyárban és kutatóintézetben vizsgált kérdésére.)

Az a néhány szó, amit itt el kell mondani, inkább egy összefoglalása lehet az eddigi útnak, értékelése az eddig végzett munkának.

Abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy sok kiváló tudós munkáját megismerhettük. Hogy ebben a körben személyesen is üdvözölhettük Lafuma professzort, az aluminátcement-kutatás egyik legkiválóbb francia képviselőjét, hogy vele eszmecsere folytathattunk. Pár hónappal ezelőtt lapunk hasábjain helyet kapott P. Stiglitz úr cikke: „Az aluminátcementek építőipari alkalmazása, az átalakulásból eredő veszélyek kiküszöbölése” címen. Ebben a cikkben a Lafarge cég hivatalos álláspontját ismerhettük meg.

A mai napon pedig üdvözölhetjük E. Rabot urat, ugyancsak a Lafarge cégtől.

Még pár szót előjáróban. Körülbelül 30 éve intenzíven foglalkozunk az aluminátcementekkel. Gyártottunk aluminátcementet. A „Citadur” néven ismert, zsugorítás útján előállított bauxitcement éppen két évtizedes utat futott be. A külföldön, elsősorban Franciaországban az olvasztás útján előállított aluminátcementnél (ciment fondu) megismert hibák nálunk is előfordultak. Ezért az aluminátcement gyártását Magyarországon 1950-ben beszüntettük.

A gyártás beszüntetésekor már ismertük az aluminátcement hibáit, illetve, inkább a következő eredményeket. Széleskörű kutatómunkát kezdtünk a hibák okainak felderítésére. A kezdetben szerény keretek között, kezdetleges felszereléssel folytatott kutatómunkát idővel felváltotta a kutatóintézeti

keretek között korszerű eszközökkel folytatott tervszerű kutatás. Ennek a még ma is folyamatban levő munkának az eredménye, hogy igen sok kérdésben tisztán, vagy tisztábban látunk, hogy az aluminátcement kérdéshez nemcsak cementkémiai vonatkozásban, hanem betontechnológiai és szerkezeti téren olyan biztonsággal tudunk hozzászólni, melyet csak ismereteink, tudásunk bővítése tett lehetővé.

Külön öröm volt számunkra, hogy e tekintetben szoros együttműködés alakult ki a szakterületért felelős ágazati irányítószervek (Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium) a cementkémiai és anyagszerkezeti kutatásokat végző kutatók és az épületszerkezeteket, ezek hibáit és a kijavítást végző kutatók között.

Az is megnyugtató volt számunkra, hogy mindig ismertük és figyelemmel kísértük a különböző országokban folyó kutatómunkát és annak eredményeit.

Kontrollálni tudtuk magunkat. Jóleső érzés volt az is, hogy eredményeink és megállapításaink majdnem egybevágtak más országok kutatóinak eredményeivel.

Vizsgáljuk meg ezeket a kérdéseket a legfontosabb területeken, részben követve Rabot úr csoportosítását. A részleteket természetesen mellőzzük.

1. Az aluminátcementek felépítése

Nem különösen fontos, de ki kell egészíteni a Rabot úr által közölt aluminátcement típusokat a magyar „Citadur” illetve a csehszlovák „Bauxo-ment” rövid jellemzésével elnézést kérve a magyar hallgatóktól, akik a kérdést jól ismerik.

A „Citadur” átlagos kémiai összetétele:

Al_2O_3	42,0—44,0%
CaO	37,0—38,0%
SiO_2	3,0—4,0%
Fe_2O_3	12,0—14,0%
MgO	0,5—1,0%
SO_3	0,2—0,8%

Mindkét országban azonos módon az olvasztásos eljárás (ívfényes elektrokemence, nagyolvasztói aluminátsalak) helyett körkemencében való zsugorítással állították elő a bauxitcementet. A klinker jó minőségű volt. Hidraulikus tulajdonságaiban kifogástalan. Színe az oxidálás égetés miatt a Fe_{III} -tól téglapiros volt.

És még egy kérdés: Az 1. típusú aluminátcementet olvasztás útján, vörös bauxitból állították elő. Lehetséges-e, hogy a vastartalom FeO formájában van jelen a szürkés-fekete olvadékban.

Az aluminátcementek lehetséges ásványi összetételét $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ terner rendszerben vizsgálhatjuk. Ismert a Rabot úr által adott hármas csoportosítás.

1. $\text{C}_{12}\text{A}_7-\text{CA}-\text{C}_2\text{S}$
2. $\text{CA}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_2\text{AS}$
3. $\text{CA}-\text{CA}_2-\text{C}_2\text{AS}$

Ehhez a csoportosításhoz azonban két megjegyzés tartozik:

a) A 2. jelű klinkernél nagyobb mennyiségű C_2S és C_2AS képződik. Ezért ezt a lehetőséget a nagyszilárdságú aluminátcementeknél nem célszerű számításba venni.

b) A fenti csoportosítás egyensúlyi állapotot tételez fel. Nagyviskozitású olvadékoknál ezt az egyensúlyi állapotot ritkán lehet elérni, ezért a gyakorlatban előforduló minden timföldcementben találunk gehlenitet. Az SiO_2 4,5-szeres mennyiségét kitevő C_2AS keletkezése közben 1,7-szeres mennyiségű Al_2O_3 és 1,9-szeres mennyiségű CaO használdik el.

Érdekes megvilágításba hozta azonban ezt a kérdést L. A. Sacharov az Al_2O_3 — belitcement c. 1971-ben megjelent cikkével.

Eddigi állásfoglalásunk mindig az volt, hogy a C_2S hidratációs mechanizmusa ellene dolgozik az aluminátok hidratációjának. Megállapították azonban, hogy azok a klinkerek, amelyek kémiai összetétele a $\text{CA}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_{12}\text{A}_7$ háromszögbe esnek, a szerkezetileg legtöbb hasznos klinkerásványt tartalmazzák.

Ezt a cementet nevezték el timföld-belit cementnek. Minthogy ez a terület közvetlenül csatlakozik a portlandcement területhez, a portlandcement szélső értékének is tekinthetjük. Összetételének határértékei:

SiO_2	17	—	26	%
Al_2O_3	9	—	25	%
CaO	50	—	58	%
Fe_2O_3	0,5—		0,7	%
SO_3	4	—	17	%

Nyersanyag: mészkő, gipsz és különböző alumoszilikátanyagok.

Nem állt módunkban leellenőrizni az így előállított cement közölt tulajdonságait, nevezetesen a jó éghetőség, nagy szilárdság és a szilárdságvisszaesés területén.

Ha azonban a kémiai összetételt vizsgáljuk, a 4—17% SO_3 tartalommal eljutunk a Séailles-féle javaslatához, melyet később Budnikov megismételt: 10—20% anhidrittel megakadályozni az aluminát-

cementek átkristályosodását. Ezzel szemben azonban elvész az előny — a nagy kezdőszilárdság.

Sokat vitatott kérdés az aluminátcement klinkerek kémiai összetétele a SiO_2 tartalom függvényében. Azok, akik a jó minőségű bauxitokat inkább a timföldgyártásnál látnák szívesebben felhasználni — sokszor javasolták már a gyengébb minőségű bauxitokat aluminátcementek gyártására.

Említettük már a SiO_2 tartalom szerepét. A gehlenit képződését. Nem kétséges, hogy jó minőségű aluminátcement csak jó minőségű bauxitból nyerhető. Abból pedig inkább alumíniumot kell előállítani.

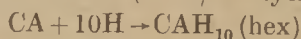
Ilyen szempontból különleges elbírálást érdemelnek a tűzálló cementek, melyek 72—80% Al_2O_3 -ot tartalmaznak.

Az aluminátcementek ásványtani felépítésével az aluminátcementekben előforduló biner és terner vegyületekkel ezen a helyen nem szükséges foglalkozni. Talán csak annyit, hogy hálásterület lenne a kutatóknak a vasvegyületek pontos ásványi összetételének megállapítása. Ez az a terület, ahol még rendkívül sok a bizonytalanság.

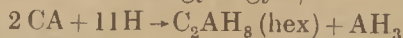
2. Az aluminátcementek hidratációjá

A legegyszerűbb kalciumaluminátnak a CA -hidratációjának leegyszerűsített reakció-egyenleteit ismerteti Rabot úr az alábbiak szerint:

20 °C alatt: (kis v/c tényező esetén)



20—35 °C-nál vagy nagy v/c esetén (oldat)



35 °C felett:



oldatok esetén C_4AH_{13} (hex)

Az instabilis hexagonális kalcium-alumínium-hidrátok átalakulása az alábbiak szerint megy végbe:



Az átalakulás a hőmérséklet és a nedvesség függvénye. A C_{12}A_7 hidratációjá hasonló módon megy végbe 30 °C felett és kizárólag C_3AH_6 és AH_3 keletkezik. A CA_2 hidratációjá lassúbb folyamat.

Az elvi reakcióegyenletekkel kapcsolatban különösebb észrevételünk nincs.

A hidratációs folyamat során, a szilárdság kialakulásánál azonban két fontos alapelvet kell figyelembe venni:

a) A kialakult hidrát térfogata nagyobb mint a vízmentes anyagé, amelyből készült.

b) A kialakult hidrát térfogata kisebb mint a vízmentes anyag és a hozzákevert víz össztérfogata.

Az I. reakció kiinduló moltérfogata 585 cm^3 . A keletkező termék összes moltérfogata a vízzel együtt 606 cm^3 . Ez több, mint 3% térfogatnövekedésnek felel meg.

Ha figyelembe vesszük azonban, hogy a kivált vízmennyiség 324 cm^3 moltérfogata elpárolog, látható, hogy a rendszer porozitása milyen mértékben növekszik. (50%)

A II. reakciónál az elpárolgó víz mennyisége kisebb, így a rendszer porozitása a víz eltávoztával kb. 33% -os (Dr. Szilágyi I.).

Paradoxon tehát, hogy a nagyobb hőmérsékleten ($20-35^\circ\text{C}$), vagy nagy v/c tényezővel hidratált CA, hidratációs terméke a C_2AH_3 átalakulás során kisebb porozitással rendelkezik, tehát kedvezőbb szilárdsági tulajdonságokkal, mint a 20°C alatt vagy kis v/c tényezővel hidratált CA, melyből CAH_{10} keletkezett.

Egy másik paradoxonra is rá lehet mutatni. A szilárdsági tulajdonságok függnék a hidrátok térfogatától, vagyis az általuk felvett víz mennyiségétől.

A CAH_{10} sok vizet tartalmaz, kisebb porozitással rendelkezik, mint a köbös aluminát és a gibbsit, melyekben kevesebb szerkezeti víz van. Ebből következik, hogy a CAH_{10} alakban hidratált aluminátcementek kedvezőbb mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

A harmadik paradoxont a hidrátokkal kapcsolatos ellentétes igények, mint pl. kis térfogatsúly az alaptulajdonságok biztosítása céljából, és ugyanakkor nagy térfogatsúly a pórusok minél jobb kitöltése érdekében okozzák.

Kis v/c tényezőnél a megszilárdult massa javítása oly csekély, hogy a hidrátok alapvető tulajdonsága sokkal nagyobb mértékben domborodik ki, mint a porozitás változás. Ezért a köbös szerkezetű hidrátok szilárdsága messze nagyobb, mint a CAH_{10} alakban hidratált termékeké.

Beszélhetnénk itt a pórusalakulásról is, a pórusok nagyságáról is. Szerteágazó kutatómunkát végeztek ezen a téren a SzIKKTI kutatói, elsősorban dr. Révay.

Úgy gondolom ezek eredménye, kvalitatív és kvantitatív értékelése ismert, erről nem szükséges itt részletesen beszélni. Arra azonban nyugodtan rámutathatunk, hogy ezt a kérdést a külföldi cementkutatók kissé elhanyagolták.

3. A v/c tényező szerepe

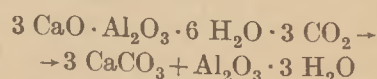
Erről a kérdésről — ezen a helyen — nem kell sokat beszélnünk. Azt ma már pontosan tudjuk, hogy a v/c tényező hogyan függ össze a beton porozitásával, a porozitás a szilárdság csökkenésével és más hatásokat, pl. levegő CO_2 tartalmát és az alkáliákat is figyelembevéve, a beton tönkremenésével.

Azt is tudjuk, hogy a harmincas években készített magyar bauxitbetonok általában nagy, $0,4-0,45$ -ös v/c tényezővel készültek. Ezzel készítésük pillanatában eldőlt a sorsuk.

4. A levegő CO_2 -tartalma

A C_3AH_6 stabilitása csak CO_2 mentes atmoszférában áll fenn.

CO_2 hatására (nagy porozitás esetén) az alábbi reakció játszódik le:



Mivel pedig CO_2 mindig van jelen, már több alkalommal és ezúttal is megállapíthatjuk, hogy a rendszer stabilis végterméke a

CaCO_3 (kalcit)

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (gibbsit, esetleg amorf)

Ez a reakció már némi porozitáscsökkenéssel jár együtt.

A kiinduló moltérfogat (C_3AH_6) 150 cm^3 , a termékeké víz nélkül $168 \text{ cm}^3 = 12\%$ tf növekedés. Mégis szilárdságcsökkenés áll elő. Hidráttermékek teljes felbomlása és a karbonizáció nem egyenértékű.

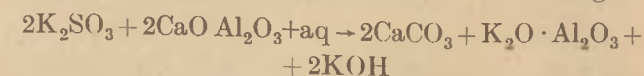
A szilárdságcsökkenés megtorpanása, — sőt némi szilárdságnövekedés valószínű. Ezzel magyarázhatók Matic jugoszláv kutató 1960-ban közölt eredményei a szilárdságról.

5. Alkáliák szerepe

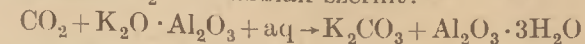
Csak a teljesség kedvéért említem meg ezt a kérdést, mert a véleményünk az alkáliák szerepét illetően több mint 20 éve azonos a francia kutatókkal.

Lafuma (1952), Rengade és l'Hopitalier (1956).

Az alkáliák szerepe különösen veszélyes CO_2 jelenlétében. Az alábbi reakciók mehetnek végbe:

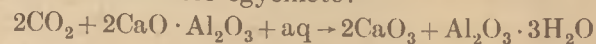


Az oldatban levő $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ -ra hat a pórusokban jelenlevő CO_2 az alábbiak szerint:



Az alkáliák így körfolyamatban maradnak, a teljes bomlásig.

A reakciók bruttó egyenlete:



A folyamat tehát a rendszer teljes felbomlásáig tart.

Kutatók és betontechnológusok ezért hangsúlyozzák ki annyira az alkálimentes adalékanyagok fontosságát.

6. Vasvegyületek szerepe

A klinker összetételének vizsgálatánál beszélünk a vasvegyületekről. Ezek összetétele pontosan nem tisztázott. A vasvegyületek hidratációja sem.

Néhány érdekes kérdés ezzel kapcsolatban:

a) A vasoxid ($\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$) mennyisége függ a gyártási technológiától. Olvasztott aluminátcementek kevesebbet, a nagyolvasztóban előállított aluminátsalak alig, a zsugorodásig, oxidáló atmoszférában előállított aluminátcement tekintélyes mennyiségű Fe_2O_3 -at tartalmaz. Sokan ezt a kérdést összefüggésbe hozták a zsugorodásig égetett aluminátcementek nem kedvező tulajdonságaival. (Citadur—Bauximent). Ismételten megállapítottuk, hogy nincs összefüggés a vastartalom és a tönkremenetel között.

b) A vasvegyületek hidratációja is igen érdekes. A C_2F -t pl. a klasszikus cementkutatások idején felváltva hol hidratizálhatónak, hol inertnek nyilvánították.

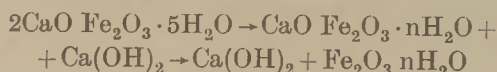
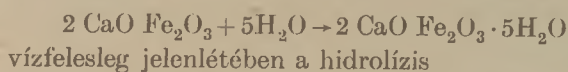
Ezen a téren is a francia kutatók (Rebuffat) mondták ki határozottan a végső szót, hidratizálhatónak minősítve a C_2F -t és azt is megállapították, hogy a hidratáció sebessége összefüggésben van a hőmérséklettel.

A vizsgálatok szerint a C_2F 20 °C alatt nem hidratizálódik,

20 °C felett megkezdődik a hidratáció, amelynek sebessége a hőmérséklet emelkedésével felgyorsul.

A hidrolízis során leváló $\text{Ca}(\text{OH})_2$ azonban a hidrolízis sebességét csökkenti.

A C_2F hidratációjánál és a hidratációt követő hidrolízisnél a következő folyamatok mennek végbe:



A folyamat itt is a rendszer teljes bomlásáig tart. Néhány — fontos — kérdést érintettünk csupán.

Szerettük volna érzékeltetni

— hogy az aluminátcementekből készült betonok és általában az alumináthidrátok mennyire labilisak,

— hogy mily sok, minden részletében még fel nem derített kérdés van előttünk,

— és hogy ezek miatt az utolsó szót még ma sem tudjuk kimondani.

Талабер, Я.: Еще несколько слов о глиноземистом цементе

Talabér, József: Einige weitere Bemerkungen zu den Aluminatzementen

Talabér, József: Some Further Comments on Aluminous Cements

Lapszemle

SILIKATTECHNIK

Berlin, 1972. 9. sz.

ETO: 666.76

Schulle, W.: Új szilikakő típusok kokszkemencék bélelésére. 312—313. old.

A nagy térfogatú kokszkemencék szilikakő tűzállóanyag bélelésével szemben támasztott követelmények. E célokra az NDK-ban két szilikakő típust dolgoztak ki: tridimitkő és krisztobalitikő. Kémiai és ásványi összetétel. Tulajdonságaik. Előállításukkal kapcsolatos követelmények: a tridimit esetében igen fontos a földpáthordozó pontos adagolása az adott alkáli tartalom határ biztosítása miatt. A tridimit külön gyártáson készíthető, hogy a nagytisztaságú szilikátermékeknek a földpáthordozóval történő szennyeződését elkerüljék. Mindezek a problémák a

krisztobalit gyártásánál nem jelentkeznek, ezért célszerű a krisztobalit gyártására koncentrálni.

ETO: 666.5/6(47)

John, K.—Brauer, B.: A porcelán-termékek termelésének, exportjának fejlődése a Szovjetunióban. 318—320. old.

A háztartási porcelán, műszaki porcelán és építészeti kerámia iránti igény az utóbbi években igen megnőtt. A háztartási edény termelés növekedés (millió db) 1955: 251,3; 1967: 437,6; 1970: 579. Az építészeti kerámia termelést döntően befolyásolja a vegyipar és kőolajfeldolgozó ipar növekvő igénye.

Padlóburkolólap (millió m²): 1965: 15,2; 1970: 19,2. Mázas burkolólap (millió m²): 1965: 12,3; 1970: 16,8. Saválló gyártmány (1000 t): 1965: 363; 1970: 435. 1975-ig a termelés je-

lentős felfutása várható. A háztartási porcelán és építészeti kerámia import 1965—69 között állandóan nőtt. Az exportról nincsenek teljes adatok.

S T R O I T E L N Ő M A T E R I A L Ő

Moszkva, 1972. 9. sz.

ETO: 666.71.047—52

Filippov, E. V.: A téglaszárítási paramétereinek automatikus szabályozása. 10—11. old.

A nyerstégla-szárítási három alapelvető paraméterének (a hőmérsékletnek, a szárításra használt hőhordozó mennyiségének és relatív nedvességtartalmának) automatikus ellenőrző-szabályozó rendszerét dolgozták ki. Az ellenőrző-szabályozó rendszer távvezérlésű; ismertetik elvi kapcsolási rajzát és a felépítéséhez használt egyes szerkezeti elemeket. Az érintésmentes egységszfitt berendezések és mechanizmusok alkalmazása a rendszer igen pontos szabályozását és üzemelési biztonságát teszi lehetővé; alkalmazásának eredményeként a szárítási selejt 23%-kal csökkent a termelés kulturáltságának növekedése mellett.

Megszilárdult portlandcement-pép korróziója kalcium-nitrát oldatok hatására

ŽIVICA, VLADIMIR

Szlovák Tudományos Akadémia Építészeti Intézete, Bratislava

Bevezetés

A kalcium-nitrát oldatok korrozív hatását kevésbé tanulmányozták mint más hasonló agresszív oldatok pl. a szulfátok korróziót okozó tulajdonságait. Az eddigi irodalmi adatok a beton kalcium-nitrát oldatokkal szembeni ellenálló képességéről meglehetősen ellentmondók. Számos szerző szerint a kalcium-nitrát gyakorlatilag nem befolyásolja a beton szilárdságát, míg más szerzők igen határozottan korróziót okozó anyagnak tekintik a kalcium-nitrátot. Ugyanez vonatkozik a nitrátok okozta korrózió feltételezett okaira vonatkozólag is. Számos szerző szerint a megszilárdult cement-pép egyes alkotórészeinek kioldódása okozza a korróziót, míg mások egy $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ összetételű só kikristályosodását tartják a korrózió okának [1, 2, 3, 4, 5]. Az ellentmondások egyik fő oka nyilván az, hogy a valóságban ritkán fordul elő beton nitrát oldatok okozta korróziója. Néhány esetben azonban, mint pl. a vegyiparban előfordulhat, hogy a beton nitrát oldatokkal, ezen belül elsősorban kalcium-nitrát oldattal érintkezik.

A cikk célja az, hogy a beton nitrát oldatok, elsősorban kalcium-nitrát hatására bekövetkező korróziójának okát és mechanizmusát tisztázza és megállapítsa a különböző cementfajták ellenállóképességét nitrát oldatokkal szemben.

Vizsgálati módszerek

Vizsgálatainkhoz $2 \times 2 \times 2$ cm-es, különböző fajta portlandcement-pépekből készült kockákat használtunk fel. Az alkalmazott cementfajták a következők voltak: két portlandcement, jelük *I* és *II*, valamint az *I* jelű portlandcement keverékei különböző hidraulikus adalékanyagokkal, mint pl. dácittufa, porszenhamu és kohósalak. Az adalékanyag mennyisége mindig 30% volt. Ezen kívül néhány esetben az *I* cementet 70% kohósalakkal

1. táblázat

A felhasznált portlandcementek és a hidraulikus anyagok kémiai összetétele

Összetétel	Portland cement <i>I</i>	Portland cement <i>II</i>	Dácittufa	Porszenhamu	Salak
Izz. veszt.	1,37	3,39	11,79	1,37	—
Oldhatatlan	2,65	1,67	—	—	—
SiO_2	19,33	18,94	65,28	56,71	53,89
Al_2O_3	4,98	4,45	11,64	22,85	24,99
Fe_2O_3	2,85	3,41	1,80	9,95	7,25
CaO	61,28	62,37	6,06	5,00	7,81
MgO	3,87	3,16	2,45	1,80	2,41
SO_3	3,07	2,57	0,45	1,27	2,32

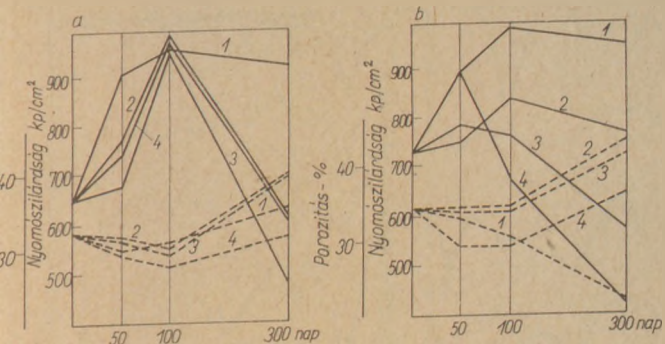
is kevertük. A felhasznált cementek összetételét az 1. táblázat adja meg.

Az előállított pépeket 28 napon keresztül szoba-hőmérsékletű csapvízben érleltük, majd különböző töménységű kalcium-nitrát oldatokban tároltuk. A kalcium-nitrát oldatok töménysége 10, 20, és 40% volt. 300 napos tárolás után a próbatestek szilárdságát és porozitását határoztuk meg. A porozitásvizsgálatok során meghatároztuk a nyílt porozitást (az oldattal telített, valamint a 105° -on súlyállandóságig kiszárított próbatestek súlya közötti különbség a próbatest térfogatának százalékában kifejezve); néhány esetben meghatároztuk a pórusméreteloszlást is 75 és 75 000 Å között higanypenetrációs poroziméter segítségével. (Az alkalmazott poroziméter Carlo Erba 65. típusú volt.)

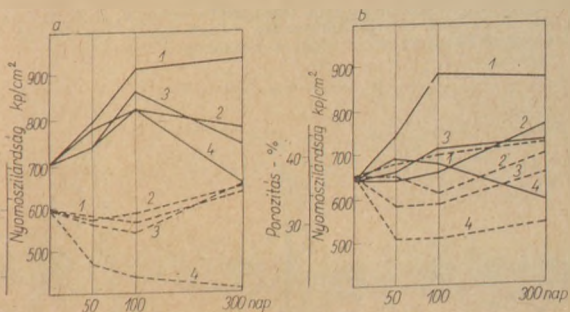
A megszilárdult cementpépek fázisösszetételét differenciális termikus elemzés és röntgendiffrakciós vizsgálat segítségével határoztuk meg.

Eredmények és azok értékelése

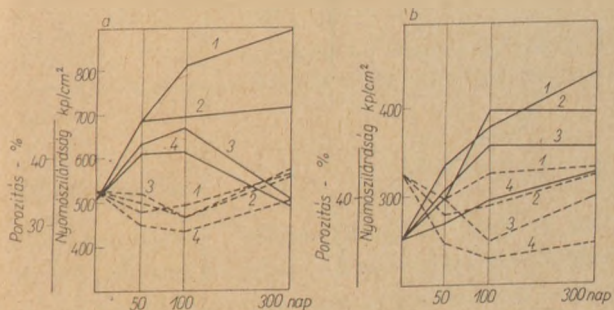
Az *I* jelű portlandcement megszilárdult pépjait kalcium-nitrát oldatokban tárolva kb. 100 napig a szilárdság egyre növekedet, majd ezután hir-



1. ábra. Az I portlandcementből és a II portlandcementből készült próbatestek nyomószilárdsága (kihúzott vonal) és nyílt porozitása (szaggatott vonal) vízben (1), 10%-os kalcium-nitrát oldatban (2), 20%-os kalcium-nitrát oldatban (3) és 40%-os kalcium-nitrát oldatban (4) való tárolás hatására. Az a) részábra az I portlandcementre, a b) részábra a II portlandcementre vonatkozik

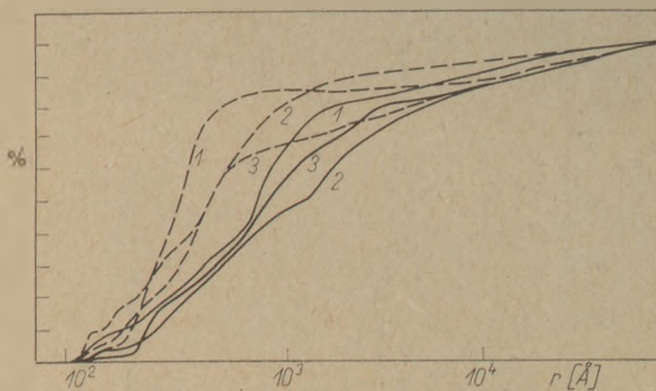


2. ábra. Mint az 1. ábra esetén. Az a) részábra a dacitufával, a b) részábra a porszénhamuval készült próbatestekre vonatkozik



3. ábra. Mint az 1. ábra. Az a) részábra a 30% salakot, a b) részábra a 70% salakot tartalmazó próbatestekre vonatkozik

telen csökkenni kezdett. A II jelű portlandcement megszilárdult pépjai ettől kissé eltérő viselkedést mutattak: a szilárdság növekedési szakasza csak 50 napig tartott, azután hirtelen szilárdságcsökkenés következett be akkor, ha 20, ill. 40%-os kalcium-nitrát oldatot használtunk. Ezek a próbatestek erősen meg is repedeztek, elsősorban a csúcsok és az élek környékén. A repedezés jellege hasonló volt a szulfát okozta repedezéshez. A legkevésbé ellenálló a tiszta portlandcement; a kevert cementek már lényegesen nagyobb ellenállást mutattak, míg végül a 70% kohósalakot tartalmazó cement a teljes 300 napos kísérleti periódus



4. ábra. A megszilárdult portlandcement-pépek pórusugár-eloszlása kalcium-nitrát oldatokban 300 napig történő tárolás hatására

A kihúzott vonalak az I portlandcement, a szaggatott vonalak a II portlandcementre vonatkoznak. A számok jelentése azonos az 1—3. ábrában feltüntetett oldattöménységekkel

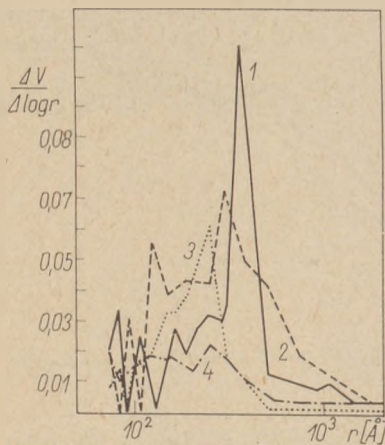
során változatlanak bizonyult. A kalcium-nitrát oldatokban tárolt megszilárdult portlandcement-pépek nyílt porozitása általában a nyomószilárdságokkal ellentétes irányban változott (1., 2., és 3. ábra). A tárolás kezdeti szakaszában kb. 50–100 napig általában csökken a porozitás, míg később általában növekedett. A nyílt porozitásnak ezek a változásai feltehetően azzal vannak kapcsolatban, hogy a megszilárdult cementpépben levő pórusok fokozatosan megtelnek a cement és a kalcium-nitrát oldat közötti reakció termékeivel. Ez okozza a nyílt porozitás kezdeti csökkenését, és egyúttal – mivel a reakciótermékek tömörítik is a cementpépet – megnövekszik a nyomószilárdság is. Később azonban a kalcium-nitrát oldatok hatására a pórusok már megteltek, ilyenkor a kristályosodási nyomás következtében a megszilárdult cementpép szétesik és ennek következtében a porozitás növekedni, a szilárdság csökkenni kezd. Teljesen hasonló ilyen szempontból a helyzet, mint a megszilárdult cementpépek magnézium-szulfát oldatban való tárolása során [7].

A penetrációs poroziméterrel nyert eredmények szerint a pórusok összterfogata 75–75 000 Å kö-

2. táblázat

300 napon keresztül különböző töménységű kalcium-nitrát oldatokban tárolt megszilárdult cement próbatestek pórusméret eloszlása

Cementfajta	Oldatkonzentráció	100 Å	1000 Å	10 000 Å	Pórusterfogat, cm ³ /g
		nél kisebb pórusok százalékos mennyisége			
I jelű portlandcement	10%	2	68	90	0,064
	20%	7	60	90	0,049
	40%	—	48	85	0,010
II. jelű portlandcement	10%	3	84	94	0,054
	20%	5	83	87	0,024
	40%	10	69	89	0,019



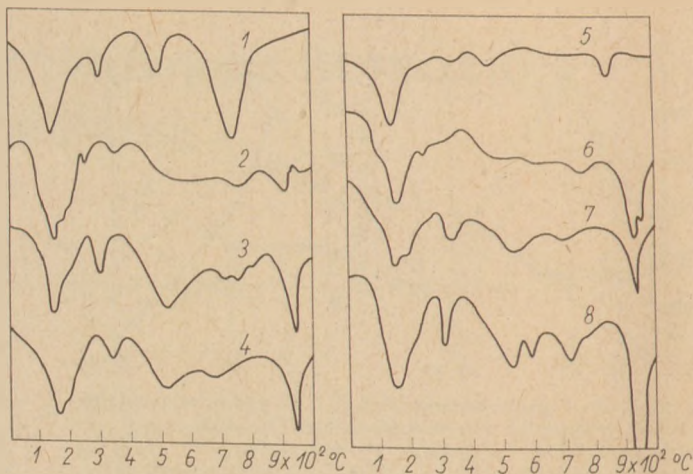
5. ábra. A II jelű portlandcementből készített próbatestek póruseloszlási görbéi, 300 napos tárolás után
A számok az oldattöménységet jelentik a korábbi ábrákhoz hasonlóan

zött általában a kalcium-nitrát oldatok töménységével együtt nő, és ugyanakkor csökken a 100–10 000 Å közötti pórusok relatív mennyisége (2. táblázat). A kalcium-nitrát oldatok töménységének növelésével a pórusméret-eloszlás görbék maximuma a kisebb méretek irányába tolódik el (5. ábra): a maximum helyzete 10%-os oldat esetében 300, 20%-os oldat esetében 250 és 40%-os oldat esetében 110 Å lesz. A tendencia jól látszik a tiszta vízben tárolt próbatestek esetében is, ahol az eloszlásgörbe maximumát 375 Å-nél találjuk.

A megszilárdult cementpép DTA-görbéin számos jellegzetes endoterm csúcs található. A csúcsok hőmérsékleti helyzete az alábbi: 150 °C, 250–330 °C, 400–600 °C, és 750–950 °C (6. ábra). A csúcsok nagysága általában az oldat koncentrációjával, valamint a tárolási idővel együtt nő. A 250–330 °C-os csúcs feltehetően a kalcium-nitroaluminát-hidrát jelenlétével magyarázható [6]. E vegyület DTA-görbéjét a 7. ábrán láthatjuk.

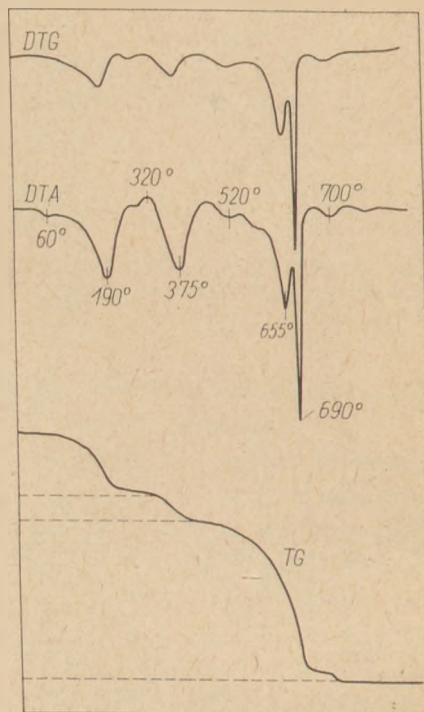
A DTA segítségével nyert eredmények a mechanikai vizsgálatok eredményeivel egybehangzóan azt mutatják, hogy a megszilárdult és különböző töménységű kalcium-nitrát oldatokban tárolt cement próbatestek tulajdonságai a kalcium-nitrát oldat koncentrációjával és a hatás időtartamával arányosan változnak, és a felhasznált cement fajtája a változásokat nagy mértékben befolyásolja. A legnagyobb mértékű változásokat itt is a tiszta portlandcement, míg a legkisebb mértékű változásokat a 70% salakot tartalmazó cement esetében találjuk.

A 8. és 9. ábrán bemutatjuk a vízben, ill. 40%-os kalcium-nitrát oldatban 300 napig tárolt megszilárdult portlandcement pépek röntgendiffraktogramjait. Jól felismerhetők az ettringit, a kalcium-hidroxid, a kalcit és a CSH(I) jelű kalcium-



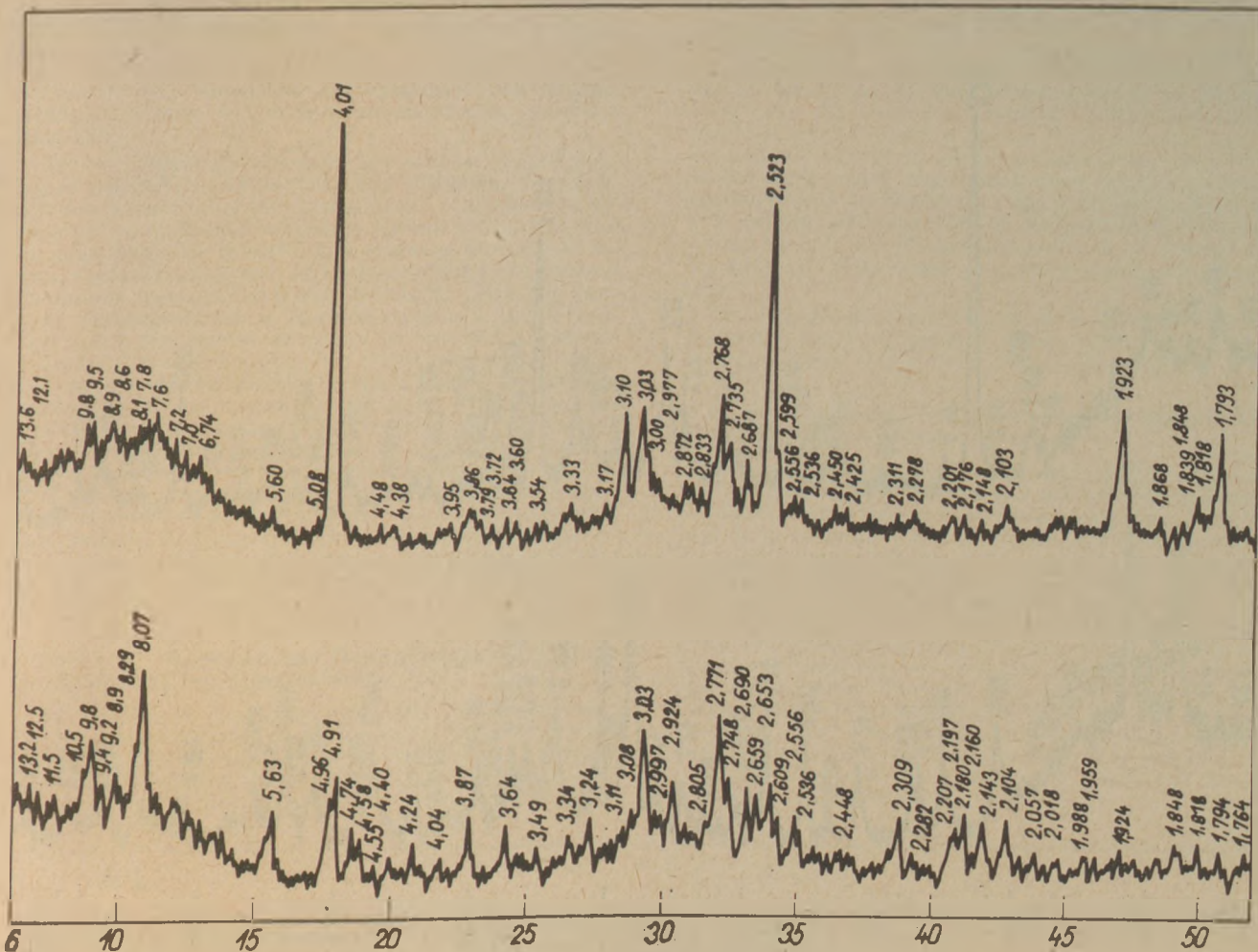
6. ábra. 40% kalcium-nitrát oldatban 300 napig tárolt próbatestek DTA-görbéi

1 — I jelű portlandcement, 2 — dácitufát tartalmazó cement, 3 — porszenhamut tartalmazó cement, 4 — 30% kohósalakot tartalmazó cement, 5 — 70% kohósalakot tartalmazó cement. A 6, 7, és a jelű görbék a II jelű portlandcementre vonatkoznak 10, 20, ill. 40% töménységű kalcium-nitrát oldatok hatására



7. ábra. A kalcium-nitro-aluminát-nitrát derivatogramja

szilikát-hidrát diffrakciós vonalai, ezen kívül a kalcium-nitro-aluminát néhány vonalát is azonosítani lehetett, ezek az alábbiak: 8,07–8,10; 4,91–4,99; 4,74; 4,24, 3,64; 3,24; 3,14; 3,04; 2,924; 2,690 és 2,309–2,311 Å. A tiszta anyag röntgendiffraktogramját a 10. ábrán mutatjuk be. A röntgendiffrakciós vonalak intenzitása alapján közelítőleg megbecsülhető a próbatestek fázisösszetétele; ennek alapján azt lehet kimondani, hogy az ettringit tartalom nőtt és ugyanakkor a kalcium-hidroxid tartalom csökkent a kalcium-nitrát oldatokban tárolt mintákban a vízben tárolt mintákhoz képest.



8. ábra. A I jelű portlandcement röntgendiffrakciós képe 300 napos tárolás után
A felső görbe a vízben, az alsó görbe a 40% töménységű kalcium-nitrát oldatban való tárolásra vonatkozik

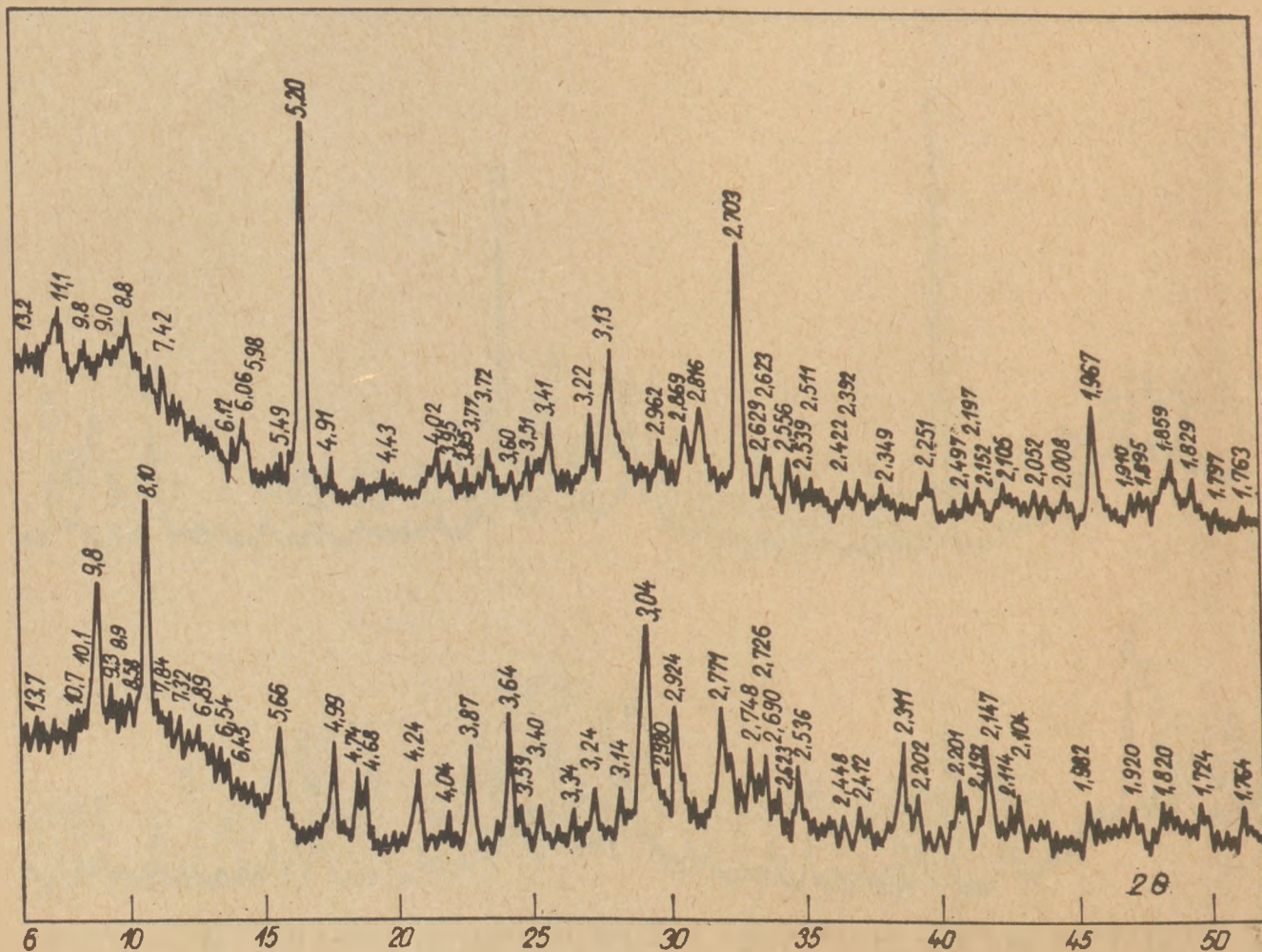
Következtetések

Vizsgálataink bebizonyították, hogy a nitrát oldatok okozta korróziót a kalcium-nitro-alumináthidrát kristályosodása és a megszilárdult cementpép pórusaiban való felhalmozódása okozza. A megszilárdult cementpép pórusait ez a reakciótermék fokozatosan eltömi, és ez a szulfátok okozta korrózióhoz hasonlóan a szilárdságot egy ideig növeli. Mihelyt azonban a kalcium-nitro-alumináthidrát bizonyos mértéken túl tölti meg a pórusokat a kristályododási nyomás következtében duzzadás lép fel és emiatt a szerkezet szétesik.

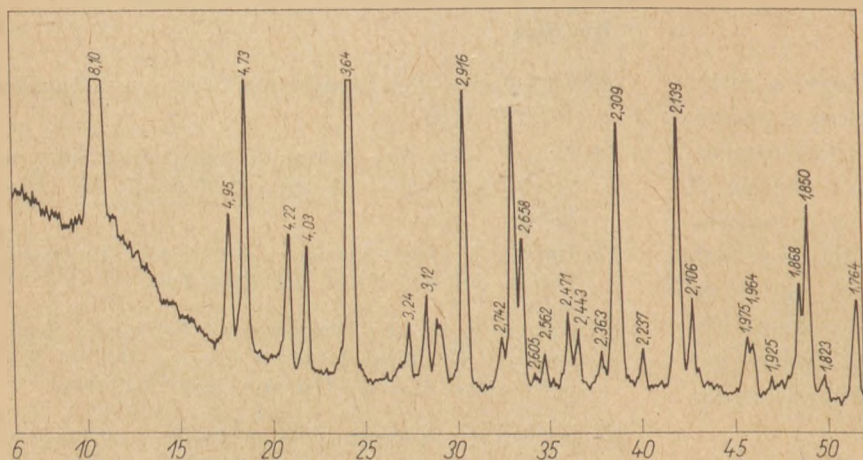
A nitrát oldatok okozta korrózió az oldat töménységétől és behatási idejétől függ, de erősen befolyásolja a korrózióállóságot a cementpép fázisösszetétele is. A tiszta portlandcement a nitrátoldatokkal szemben kevésbé ellenállóképes, mint a hidraulikus adalékanyagokat tartalmazó cement. A legjobb nitrátállóságot a 70% kohósalakot tartalmazó megszilárdult cementpép mutatta.

Irodalom

- [1] Lea, F. M.: *The Chemistry of Cement and Concrete*, London, 1956.
- [2] Lea, F. M.: The Action of Ammonium Salts on Concrete, *Magazine of Concrete Research*, 17, 115—116.
- [3] Biczók, I.: *Beton-Korrosion, Betonschutz*, Budapest, Verlag. der ung. Akad. der Wiss, 1960.
- [4] Kuening, W. H.: Resistance of Portland Cement Mortar to Chemical Attack-A Progress Report. *Res. and Develop. Lab. of PCA, Res. Bull.* 204, 1956.
- [5] Jambor, J.: Korózia malty a betonu v chemickom priemysle, *Sbornik o ochrane stavebného diela v chemickom priemysle*, II. east, DT. Bratislava, 1964. 1—21.
- [6] Živica, V.L.: Stálost zatvrdnutých cementových kasi proti roztokom chloridov a dusíenanov. *Ustav stavebnictva a architektury SAV*, Bratislava, 1967.
- [7] Živica, V.L.: The Corrosion of Mortars due to the Action of $MgSO_4$ Solutions, *Int. Symposium Durability of Concrete 1969*, Prague 1970.



9. ábra. A II jelű portlandcement röntgendiffrakciós képe 300 napos tárolás után
A felső görbe a vízben, az alsó görbe a 40% töménységű kalcium-nitrát oldatban való tárolásra vonatkozik



10. ábra. A kalcium-nitro-aluminát-hidrát röntgendiffrakciós képe

Zivica V.: Megszilárdult portlandcement-pép korróziója kalcium-nitrát oldatok hatására

Megvizsgáltuk részben tiszta cementből, részben pedig különböző hidraulikus adalékanyagokat tartalmazó cementből készült próbatestek nyomószilárdságát, porozitását és pórusméret-eloszlását 10, 20 és 40%-os kalcium-nitrát oldatban való tárolás hatására. Megállapítottuk, hogy a szilárdság a kalcium-nitrát oldatokban való tárolás hatására kezdetben nő, később gyorsan

csökkenni kezd. Ennek oka az, hogy a kalcium-nitrát oldatok hatására a cementpép pórusaiban kalcium-nitro-aluminát-hidrát kristályok rakódnak le, melyek a pórusokat részlegesen eltömik és a tömörség fokozódása révén a szilárdságot megnövelik. Egy bizonyos határ után azonban a pórusok már nagyrészt megteltek a reakciótermékkel, a kristályosodás azonban tovább folytatódik és a kristályosodási nyomás szétfeszíti a szerkezetet. Ennek következménye a szilárdság csökkenése. Az ered-

ményeket pórusméret-eloszlási görbék felvételével, valamint DTA és röntgendiffrakciós vizsgálatokkal bizonyították.

Zivica, V.: Korrozия затвердевшей портландцементной пасты под влиянием растворов азотного кальция

Были испытаны прочность при сжатии, пористость и распределение пор по размерам образцов, приготовленных частично из чистого цемента, частично из цемента с различными гидравлическими добавками, при их хранении в 10, 20 и 40%-ном растворе азотного кальция. Было установлено, что под влиянием хранения в растворах азотного кальция прочность образцов сначала увеличивается, а позднее начинает снижаться. Причиной последнего является то, что под влиянием растворов азотного кальция в порах цементной пасты откладываются кристаллы нитрата нитроалюминатов кальция, которые заполняют эти поры, и за счет повышения плотности изделия повышают его прочность. После достижения определенной границы большая часть пор заполняется продуктами реакции, а продолжающаяся кристаллизация последних приведет к возникновению напряжений в структуре. Следствием этих напряжений является снижение прочности. Сделанные выводы подтверждаются кривыми распределения пор, а также дифференциально-термическими (ДТА) и рентгенодифракционными испытаниями.

Zivica, V.: Korrosion von Portlandzementstein durch die Einwirkung von Kalziumnitrat

Es wurden die Veränderungen der Druckfestigkeit, der Porosität und der Porengrößenverteilung von Prüfkörpern, durch die Lagerung in 10, 20 und 40 prozentiger Kalziumnitratlösung untersucht, die teils aus reinem, teils aus verschiedene hydraulische Zusatzstoffe enthal-

tendem Zement hergestellt worden waren. Es wurde festgestellt, daß die Festigkeit durch die Lagerung in verschiedenen Kalziumnitratlösungen anfangs anwächst, aber nachher rasch abnimmt. Der Grund liegt darin, daß sich in den Poren des Zementsteines durch die Einwirkung der Kalziumnitratlösungen Kalziumaluminat-Nitrat-Kristalle absetzen, die die Poren teilweise ausfüllen und die Festigkeit durch die Steigerung der Dichte erhöht wird. Nach Erreichung einer gewissen Grenze werden jedoch die Poren mit dem Reaktionsprodukt bereits größtenteils ausgefüllt, die Kristallisation hält aber weiter an und der Kristallisationsdruck zersprengt die Struktur. Als Folge dieser Erscheinung sinkt die Festigkeit.

Die Ergebnisse wurden durch die Aufnahme von Porengrößenverteilungskurven, sowie durch DTA- und Röntgendiffraktions-Untersuchungen bestätigt.

Zivica, V.: Corrosion of Hardened Cement Pastes by the Action of Calcium Nitrate Solutions

Compressive strength, porosity and pore size distribution of pastes made of pure and admixture-containing portland cement were studied after curing them in 10, 20 and 40% calcium nitrate solutions. Strength increases for a time upon curing in calcium nitrate solutions, but later the samples lose strength rapidly. This is explained in a way that calcium aluminate nitrate hydrates are formed from the aluminous phases of portland cement upon the effect of calcium nitrates, which initially fill the pores consequently strength will increase due to increasing density. However later, as crystallization continues but the pores are already filled with the reaction products, the crystallization pressure will strain the structure causing a rapid deterioration. These results are confirmed by pore size distribution, DTA and X-ray diffraction examinations.

Egyesületi élet

1973. március 8-án tartotta meg a Cementszakosztály a „Műszaki és közgazdasági szakemberek munkakapcsolata” témában meghirdetett konzultációját. A konzultáció szakmai vezetésére a Szakosztály Bergida László és Dr. Farkas Ödön EVM főosztályvezető helyettes elvtársakat, valamint Dr. Kormos Aladár és Dr. Mihócs Ferenc CEMÜ vezérigazgató helyettes elvtársakat kérte fel. Közbejött akadályok és betegség miatt a felkért szakvezetők helyetteseik útján képviseltették magukat, és így Bergida László elvtárs helyett Csizmeg Lajos osztályvezető, Dr. Kormos Aladás elvtárs helyett Szabó Lajos főosztályvezető és Dr. Mihócs Ferenc elvtárs helyett Répás Sándor osztályvezető elvtársak vezették a konzultációt.

A konzultáció napirendre tűzött témájának időszerűségét mutatta a résztvevők nagy száma és az igen élénk eszmecsere. A szakosztályvezetői megnyitói rámutatott a cementipar erőteljes fejlődésére, aminek jellemzésére megemlítette, hogy alig hat év alatt három nagykapacitású, új gyárat kell üzembehelyezni, illetve felépíteni az iparban a ma is fennálló súlyos cementhiány mérésére. Ennek a hatalmas feladat-

nak a megoldásában sem a műszaki, sem pedig a közgazdasági területen dolgozó szakemberek számára nem lehet közömbös, hogy a népgazdasági szinten is legkedvezőbb megoldások valósuljanak meg.

Megítélése szerint ma még előfordulnak olyan helyzetek, amikor az egyes szakágazatokban eltérő nézetek uralkodnak, bár nem lehet kétséges, hogy mindkét terület ugyanazt a célt kívánja megközelíteni. A valóságosan fennálló, de inkább csak látszólagos ellentmondások feloldását kívánta a megrendezett konzultáció is elősegíteni.

Az igen élénk vitát megelőzően Szabó Lajos főosztályvezető et. és Répás Sándor osztályvezető et. tartottak rövid vitaindító előadást. Szabó Lajos Elvtárs ennek során négy fő témakört érintett:

1. A cementipar anyaggazdálkodásának helyzete.
2. A készletgazdálkodás, készlet-szint betartása és annak hatásai.
3. Termelési egyensúly, import cement forgalmazása.
4. Szervezési intézkedések, hatékonyság növelés.

Répás Sándor Elvtárs kapcsolódó vitaindításában öt kérdéscsoportot érintett:

1. A fejlesztési, beruházási feladatok megvalósításának feltételei. Ezek realitása.
 2. Tartalékkalkatrész gazdálkodás, ciklusidők stb.
 3. Importanyag gazdálkodás, készletszintek lehetőségai.
 4. Energiahordozókkal való gazdálkodás.
 5. Számítógépes adatfeldolgozás szempontjai.
- A konzultáció résztvevői részben kapcsolódva a vitaindító előadások témacsoportjaihoz, részben önálló tapasztalataik alapján tették meg hozzászólásaikat és kérdéseiket. Mindezekből kitűnt, hogy ma már alapvető különbségekről nem lehet beszélni a műszaki és közgazdasági szakemberek nézeteiben. Ugyanakkor az is megmutatkozott, hogy a leg-gazdaságosabbnak mutatózó megoldás nem jelenti egyben a legnagyobb műszaki biztonságot is.

Az ipar előtt álló rendkívül nagy feladatok sikeres megoldásának egyik záloga éppen az optimális utak megkeresése, ami csak akkor látszik reálisan megoldhatónak, ha a műszaki szakemberek gondolkozásmódjában kellő súllyal kap helyet a közgazdasági szemlélet is és fordítva a közgazdasági területen dolgozó szakembereknél is elengedhetetlen ma már bizonyos mértékű műszaki gondolkozásmód megvalósulása.

A konzultáció is ezt a célt kívánta szolgálni.

Dr. Székely István

Az építőanyagipar államosításának 25. évfordulója

SZENTMÁRTONY GUSZTÁV

Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium, Közgazdasági Főosztály

Éppen negyedszázada, 1948. március 26-án hozta nyilvánosságra a Kormány azt az elhatározást, hogy a 100-nál több munkavállalót foglalkoztató iparvállalatokat állami tulajdonba kívánja venni, és ennek érdekében az országgyűlés elé törvényjavaslatot terjeszt.

Az államosított termelőszervezetekhez egyidejűleg vállalatvezetőket rendeltek ki, akik átvették a vállalatok vezetését.

A Kormánynak ezen intézkedése népgazdasági síkon 140 ezer főt foglalkoztató 500 ipari vállalatot érintett. A szilikátipar területén az államosított vállalatok száma 62, foglalkoztatottainak létszáma pedig mintegy 22 ezer fő volt.

Az Országgyűlés, a Kormány intézkedését az 1948 XXV-ös törvényekkel május 11-én emelte törvényerőre.

Az államosítást követő 25 évben az építőanyagipar jelentős fejlődést ért el. Korszerűsödött szervezete, egységessé vált irányítása, jelentősen fejlődött a termelés technikai színvonala, javultak a munkakörülmények, a termelés gyors ütemben növekedett és szervezettsége fokozódott.

A megtett út eredményei igen szerteágazóak. A következőkben gazdaságpolitikai szempontból tekintjük át a fejlődés fő irányait és területeit.

Az irányítási szervezet korszerűsítése

Az államosítást követően ipari igazgatóságok látták el a vállalatok közvetlen irányítását. Az építőanyagipari vállalatok állami irányítása kedvezően segítette elő a hároméves tervben előirányzott célkitűzések teljesítését. Az irányítás határozottá vált, tükrözte az állami érdekeket, de abból a szempontból megosztott volt, hogy az építőanyagipari termelőszervezeteket több minisztérium felügyelte. Az Iparügyi Minisztériumhoz tartozott 22 mész-,

cement-, finomkerámia-, valamint tüvegipari vállalat. Az Építés- és Közmunkaügyi Minisztérium Téglá- és Cserépipari Igazgatósága 26 vállalatot irányított. A 14 kő- és kavicsbányászati vállalat irányítását a Közlekedésügyi Minisztérium Kőbányaipari Igazgatósága látta el.

Egységes felügyeleti irányítás 1951-ben valósult meg az Építőanyagipari Minisztérium szervezésével. A minisztérium 1953-ban történő megszűnésével a teljes építőanyagipart átfogó egységes irányítás feladatkörét az Építésügyi Minisztérium vette át.

Az iparszervezés fejlesztésének újabb állomására 1963-ban került sor. Az iparirányítás átszervezésével az építőanyagiparban a vezetés nagyfokú centralizáltsága valósult meg. Ezt az intézkedést a műszaki és gazdasági szempontból egyre összetettebbé váló feladatok ellátása parancsolólag követelte meg.

Az ágazati sajátosságokhoz igazodóan két eltérő típusú szervezésre került sor.

A területileg szétszórt téglá- és cserépipari, valamint kő- és kavicsipari üzemek nagy száma miatt azoknak egy szervezeti keretbe való tömörítése nem lett volna célszerű. E két iparágban ezért területi vállalatok alakultak, amelyeknek irányítását iparágilag megosztva egy-egy tröszt látta el.

A Téglá- és Cserépipari Tröszt irányítása 191 gyárat összefogó 12 vállalatra terjedt ki. Az irányítás egységessége annyiban is fokozódott, hogy a korábban tanács felügyelet alá tartozó téglagyárak is a tröszthöz tartozó vállalatok szervezetébe nyertek átsorolást.

A Kő- és Kavicsipari Tröszt 42 kő- és kavicsbánya üzemet összefogó 6 vállalat irányítását látta el.

Az irányítás centralizáltsága nagymértékben nőtt. Amíg az átszervezés előtt a téglaiiparban 20

vállalat foglalkoztatott 1000 fő alatti létszámot, az új szervezeti rendszerben ilyen nagyságrendű vállalat nem volt. A kő- és kavicsiparban a korábbi 5-ről 2-re csökkent azoknak a vállalatoknak száma, ahol a foglalkoztatottak száma nem haladta meg az 1000 főt.

A cement- és mészipar, az üvegipar, a finomkerámiaiipari, valamint a betonelemgyártó ipar területén egy-egy ipari nagyvállalat alakult, mely 8–12 gyárat tömörített egy szervezeti keretbe.

A szellemi erők nagyfokú koncentrációja kedvezően hatott az iparágak műszaki színvonalának emelésére, és eredményesen járult hozzá gazdálkodási hatékonyságuk fokozásához.

1968-ban, a gazdasági reform bevezetése, jelentősebb szervezeti változást nem igényelt. A két iparági tröszt megszüntetésével a téglá- és cserépipari, valamint a kő- és kavicsipari vállalatok közvetlen minisztériumi irányítás alá kerültek. Néhány fontosabb tevékenység centralizált ellátására egy-egy iparági egyesülés alakult.

A termelő tevékenység fejlődése

A termelő tevékenység fejlődésének számszerű jellemzésekor, bázisévként az államosítást követő első teljes évet, (1949-et) az ötéves periódusok összehasonlításakor 1950-et szoktuk alapul venni.

A termelésfejlődés üteme az államosítást követő 10–12 évben rendkívül gyorsütemű volt. 1950–1960 között a termelésnövekedés átlagos évi üteme 11,5% volt. 1960–1970 között a növekedés üteme 6,4%-ra mérséklődött.

Az utóbbi 5 évben a termelés lelassult fejlődési üteme nem tartott lépést a szükségletek növekedésével. Hatására a gazdaságosság követelményeinél nagyobb mértékben volt szükség a hazai termelést importtal kiegészíteni.

A legfontosabb építőanyagok termelése 1949–1972 között igen dinamikusan fejlődött. A cement, az égetett téglá és az azbesztcement lefolyócsó termelés 5–5,5-szeresére nőtt. Több mint 6-szorosára növekedett az azbesztcement síklemez, valamint az egészségügyi kerámia gyártás. Öntöttüvegből közel 8-szorosára, falburkoló csempéből mintegy 10-szeresére, azbesztcement nyomócsőből pedig 20-szorosára nőtt 25 év alatt a termelés.

Az államosítást követően az építőanyagipar fejlődése igen gyors volt, de a növekedés üteme termékenként erősen differenciálódott. Az 1949. évi termelési színvonal:

— égetett téglából, azbesztcement síkpalából és nyomócsőből 1 év alatt;

— azbesztcement hullámlemezről és lefolyócsóból 2 év alatt;

— cementből és falburkoló csempéből 6 év alatt;

— húzott síküvegből 12, öntött síküvegből 15, egészségügyi kerámia árukból 17 év alatt duplázódott meg.

Külön figyelmet érdemel a cementtermelés fejlődése. Az államosítást követő évben a magyar cementtermelés 552 ezer tonna volt, ami 55 kg-os fejkvótát jelentett. A rendkívül eszközigényes cementgyártás fejlesztésére a Kormányzat jelentős összeget költött. Hatására a termelés növekedési üteme az elmúlt 25 évben meghaladta az USA, az Egyesült Királyság, az NSZK, Franciaország, valamint Csehszlovákia cementgyártásának fejlődését. A kiinduló bázis alacsony volta, a gyorsütemű fejlődés ellenére sem tudta megszüntetni az e téren jelentkező komoly elmaradást. Annak ellenére, hogy 1973-ban két hónap alatt teljesül az a termelési volumen, amelyre 1949-ben a magyar cementiparnak egy teljes év kellett, a felnövekedett szükségletek kielégítése, a hazai termelés 1/3-át kitevő importkiegészítést igényel.

A többi alapvető építőanyagból 1973-ban a belső szükségletet a hazai termelés, valamint a hátrai államokból történő behozatal fedezi és minden vonatkozásában kiegyensúlyozott ellátást biztosít. Rendkívül pozitíven kell megítélni azt a körülményt, hogy a krónikus ellátási zavarok valamilyen fontosabb építőanyagból megszűntek. Anyaghiány az állami építőipar, valamint a magánosok építését nem hátráltatja.

A termelőerők fejlődése

Az elmúlt 25 év alatt a foglalkoztatottak száma jelentősen fejlődött, és szakmai összetétele lényegesen javult. A technikai színvonal gyorsütemű fejlesztése szükségessé tette a mérnökök számának jelentős növelését. Amíg 1949-ben mindössze 77 mérnök dolgozott az iparban, jelenleg a mérnökök száma 1100 fő. Ennek eredményeként jelenleg 1000 munkásra 17 irányító mérnök jut, az államosítás utáni 3 fővel szemben.

A műszaki színvonal fejlődése fokozott követelményeket támaszt a korszerű technika fogadásával szemben. Bár e téren értünk el eredményeket, a további fejlődés szempontjából, mégis ez az a terület, ahol többirányú intézkedés szükséges ahhoz, hogy a nagyteljesítményű, igen igényes kiszolgálást feltételező gépi berendezések működtetése zavartalan legyen.

A technikai színvonal fejlődése, a termelési folyamatok jobb megszervezése, az élők munkája hatékonyságnak számottevő javulását biztosította. A termelésemelkedés közel 60%-át a termelékenység javulása fedezte.

Nehéz számszerűsíteni a munkakörülmények javulásában elért azon fejlődést, amit a kézi folyamatok gépesítése, a nehéz fizikai és egészségre ártalmas munkafolyamatok kiiktatása biztosított.

A munkakörülményeket javító műszaki intézkedések mellett, számottevően javultak az ágazati munkások kereseti lehetőségei. Javárészt központi bérintézkedések hatására kiemelkedően gyors volt a kereseti színvonal fejlődési üteme. Az építőanyagipari munkások bérpozíciójának javulása tükröződik abban, hogy amíg 1949-ben az építőanyagipari munkások átlagkeresete a nehéziparban foglalkoztatott munkások átlagos bérszínvonalánál 20%-kal alacsonyabb volt, 1972-re ez az eltérés 6,5%-ra mérséklődött.

Az építőanyagipar termelő alapjainak fejlesztésére a Kormány jelentős és arányait illetően egyre növekvő mértékű pénzeszközöket fordított. Amíg 1951—1955 között a népgazdaság iparának beruházási struktúrájában az építőanyagipar állóeszköz fejlesztésének részaránya 4,5% volt, 1961—1965 között ennek aránya 6%-ra, 1966—1970 között pedig 6,5%-ra növekedett.

A termelés dinamikus fejlesztése, a meglévő termelőkapacitások bővítése és korszerűsítése mellett több, teljesen új ipartelep létesését igényelte. Ezek teljeskörű felsorolásának igénye nélkül említést érdemel: 1952-ben a Hejőcsabai Cementgyár, és a Mályi Téglagyár, 1953-ban a Dorogi Mészmű, 1963-ban a Dunai Cementmű, 1964-ben a Berentei Gázbetongyár, 1966-ban az Orosházi Síkúveggyár, 1967-ben az Alföldi Porcelángyár és végül az elmúlt évben a Beremendi Cementgyár üzembehelyezése.

A termelési folyamatok korszerűsítése átfogta az egész termelési folyamatot, mégis az e téren való előrelépés üteme termelési szakaszonként erősen differenciált volt. Az ágazat kitermelő jellegű iparágaiiban a nehéz fizikai munkát jelentő bányamunkák gépesítése lényegében befejeződött. Jelentős előrelépés történt az anyagelőkészítés és a nyersárak szárításának korszerűsítése terén. Viszonylag késve indult meg az égetési folyamatok korszerűsítése, a gazdaságos szénhidrogének fokozottabb mértékű alkalmazása. E termelési keresztmetszetnek az átbocsátóképeség növelése és a technikai színvonal fejlesztése szempontjából meghatározó szerepe van, ezért az e téren megoldandó feladatok egyre sürgetőbbek. A korszerű energiahordozók fokozottabb mértékű felhasználása ugyanis nemcsak a termelő tevékenység hatékonyságát javítja, hanem több iparágban előfeltételét képezi a

termékminőség színvonala javításának is. A korszerű energiahordozók egyre fokozódó mértékű felhasználására utal, hogy míg 1955-ben a nehézipar fűtőolaj felhasználásának 0,5%-ában részesült az építőanyagipar, az elmúlt évben részesedésének aránya mintegy 35% volt. Földgázból a nehézipar 1955. évi felhasználásának 3%-a jutott az építőanyagiparra, 1972-ben pedig részesedése megkétszerezte már a 20%-ot. A tüzelőanyag felhasználás struktúrájában belül a szénfelhasználás aránya ezzel párhuzamosan, fokozatosan mérséklődik. (1955-ben 93%, 1965-ben 78%, az elmúlt évben pedig 40% volt)

Az építőanyagipar további fejlődésének főbb irányai

Az építőanyagipari termékekkel szemben felmerülő felhasználói igények, gyorsütemű növekedése szükségessé teszi az ágazat további fejlődésének körültekintő és tervszerű előkészítését. E követelmény realizálásaként megkezdődött az építőanyagipar 1976—1980 évekre szóló tervkoncepció kidolgozása. Ezzel párhuzamosan sokirányú prognosztizációs munka folyik a hosszútávú (1990-ig szóló) fejlesztési célok meghatározására.

Az ágazat hosszútávú fejlesztésére vonatkozó ágazatpolitikai elgondolások azzal számolnak, hogy 1970—1990 között az építőanyagipari termelés több mint megháromszorozódik, és e növekedés forrását a tervidőszak utolsó 10 évében teljes egészében az élőmunka hatékonyságának javulása fogja fedezni. A termelésfejlesztési program az állóalapok további jelentős bővítését és technikai színvonaluk nagyarányú fejlesztését igényli. A termelési folyamatok egy részénél napirendre kerül az automatizáció kérdése. A termelés állóeszköz-igényességének, további gyorsütemű növekedése 20 év alatt a termelőalapok közel ötszörösére történő bővítését igényli. E program tervszerű végrehajtásához az ágazat valamennyi dolgozójának hatékony és megfelelően koordinált munkájára van szükség. Az elmúlt 25 év fejlődési eredményei, munkasikerei biztosítékai annak, hogy az ágazat továbbra is képes eleget tenni a népgazdaság által támasztott követelményeknek.

Сентмартону, Г.: 25-ая годовщина национализации промышленности строительных материалов

Szentmártony, Gusztáv: 25. Jahreswende der Verstaatlichung der Baustoffindustrie

Szentmártony, Gusztáv: 25th Anniversary of the Nationalizing of the Building Industry

Standard-minták alkalmazása a szilikátanalitikában*

TRÄGER TAMÁS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest.

MOGYORÓSI SÁNDORNÉ

Dunai Cement- és Mészmű, Vác.

A szilikátipari laboratóriumok munkájával szemben támasztott követelmények évről évre fokozódnak. Ezek az igények igen sokrétűek. A szilikátipari folyamatok automatizálása a cementiparban pl. rendkívül gyors adatszolgáltatást követel a nyersanyagok és a nyersanyagkeverékek összetételére vonatkozólag. Más esetekben nem is annyira az elemzés gyorsasága, mint egyéb szempontok, pl. az elemzési eredmények pontossága, vagy a meghatározott elemek számának növelése a fő cél. Ahhoz, hogy a szilikátipari laboratóriumok megfelelhessenek ezeknek a követelményeknek a laboratóriumi munka állandó javítása, bővítése és új vizsgálati módszerek bevezetése szükséges. Ebben a munkában igen értékes segítséget jelentenek a különböző típusú (cement, samott, üveg, dólomit stb.), pontosan ismert összetételű, ún. szilikátanalitikai standard-minták.

A szilikátanalitikai standard-minták jelentősége

Az analitikai módszerek rohamos fejlődése nagy lehetőségeket teremtett a szilikátanalitikában is. Ennek következtében az analitikusok az egyes anyagtípusok elemzésére ma már igen sokféle módszer között válogathatnak. A legmegfelelőbb módszer kiválasztása több szempont figyelembevételével történik. Ilyenek: a meghatározandó komponens minősége és várható mennyisége, az igényelt pontosság és gyorsaság, a mérések gyakorisága és nem utolsósorban a laboratórium helyi adottságai és anyagi eszközei. A gyakorlatban az analitikai kémia fejlődése nyújtotta lehetőségek korán sincsenek teljesen kimerítve. Ennek egyik fő oka az, hogy az elemzési módszerek adaptálása valamely

anyagtípusra gyakran olyan hosszadalmas kísérleti munkát igényel, amelyre az átlagos üzemi laboratóriumban nincs lehetőség. Ha rendelkezésre áll a vizsgálni kívánt anyagtípusnak megfelelő standard minta a módszer kidolgozás, illetve adaptálás időtrábló munkája leegyszerűsödik. A vizsgálati eredmények és a standard-minta összetételének ismeretében ugyanis az alkalmazott módszer gyakorlati használhatósága könnyen eldönthető.

A standard-minták kiválóan alkalmasak a laboratóriumban már bevezetett súly szerinti, térfogat és műszeres módszerek rendszeres ellenőrzésére, és ezáltal fokozzák az eredmények megbízhatóságát.

A standard-minták lehetővé teszik továbbá a laboratóriumi dolgozók munkájának objektív elbírálását is, ami viszont közvetve javítja a munka-fegyelmet.

A standard-minták segítségével a szilikátanalitikai laboratóriumok közötti vitás kérdések rövid úton eldönthetők. Ha pl. a két laboratórium ugyanazon anyag vizsgálata során különböző eredményeket kap, módszereiket megfelelő típusú standard-minta elemzésével saját maguk könnyen ellenőrizhetik. Így sokszor szükségtelenné válik harmadik, ún. döntő vizsgálatot végző laboratórium kijelölése.

Az utóbbi években a szilikátanalitikai laboratóriumokban egyre nagyobb szerephez jutnak a különböző műszeres ellenőrzési módszerek. Ilyenek pl. a fotometriás, a lángfotometriás, az atomabszorpciós, a spektrográfias, a röntgenspektrometriás és a termometriás eljárások, hogy csak a legfontosabbakat említsük. A műszerek hitelesítéséhez és működésük ellenőrzéséhez a standard minták sok esetben nélkülözhetetlenek.

* Elhangzott a VIII. Szilikátipari Anketon, Esztergom, 1972. szept. 21-én

Alkalmazási példák

A fent említett alkalmazási esetek legtöbbször közös jellemvonása, hogy a kísérleti eredményeket össze kell hasonlítani a standard-minta műbizonylatában megadott értékekkel. Ezek az adatok igen ritkán egyeznek meg egymással. Annak szabatos eldöntésére, hogy az eltérések jelentősek-e a matematikai statisztika módszereit alkalmazzuk.

Az eltérések értékeléséhez mindenekelőtt ki kell számítanunk az ún. valószínűségi változót (t):

$$t = \frac{|m - \mu|}{s} \sqrt{N}$$

Az egyenletben szereplő „ μ ” a valódi érték, „ m ” az „ N ” számú párhuzamos mérésekből (m_1, m_2, \dots, m_N) adódó átlag, „ s ” pedig a módszer szórása:

$$s = \pm \sqrt{\frac{(m - m_1)^2 + (m - m_2)^2 + \dots + (m - m_N)^2}{N - 1}}$$

1. táblázat

A Student-féle t -elosztás kritikus értékei

Szabadsági fokok száma $n = N - 1$	Jelentőségi szint	
	5%	0,27%
1	12,706	235
2	4,303	19,2
3	3,182	9,22
4	2,776	6,62
5	2,571	5,51
6	2,447	4,90
7	2,365	4,53
8	2,306	4,27
9	2,263	4,09
24	2,064	3,34
∞	1,96	3,00

Megjegyzés: A szabadsági fokok száma (n) a módszer szórásának meghatározására használt mérési eredmények számától függ. Ha a szórást sok mérési adat ($N > 30$) alapján határoztuk meg ($s \approx \sigma$), vagy ha az elméleti szórás értéke (σ) az irodalomból ismert, az eltérések értékeléséhez az $n = \infty$ szabadsági fokhoz tartozó kritikus „ t ” értékeket használjuk.

A következő lépésben a kiszámított t -értéket összehasonlítjuk az 1. táblázatban közölt $n = N - 1$ szabadsági fokhoz tartozó — ún. kritikus t -értékekkel. Jelentős az eltérés, ha a „ t ” értéke a táblázat 2. oszlopában foglalt értéknél nagyobb. Az eredmény ilyenkor tehát rossz, illetve nem egyezik meg a valódi értékkel. Ha a „ t ” értéke a 2. és a 3. oszlop értékei közé esik az eltérés gyanús, míg ha a 3. oszlop értékénél kisebb, akkor jelentéktelen. Például, ha „ s ” értékét és a „ m ” átlagot 7 mérési eredmény alapján számoltuk ki ($n = 6$) az eltérés jelentős, ha a „ t ” 4,90-nél nagyobb, gyanús, ha 2,45 és 4,90 között van, és jelentéktelen, ha 2,45-nél kisebb.

1. példa: Cementipari laboratórium atomabszorpciós módszert kíván bevezetni a kalcium-

tartalom meghatározására. A módszer gyakorlati használhatóságának eldöntésére olyan standard-mintát vizsgálunk meg, amelynek CaO tartalma 63,81%. A 9 párhuzamos mérés átlaga 63,99% CaO. A mérési eredményekből számított szórás $\pm 0,26\%$ CaO. A „ t ” értékét kiszámolva kapjuk, hogy

$$t = \frac{|63,99 - 63,81|}{0,26} \sqrt{9} = 2,08$$

Mivel $2,08 < 2,31$, a módszer pontos eredményt szolgáltat, így nyugodtan bevezethető.

2. példa: A laboratóriumi munka ellenőrzése során a vizsgálatra kiadott standard-mintából — két párhuzamos eredmény átlagaként — 53,61% Al_2O_3 tartalmat határozott meg az egyik dolgozó. A standard-minta Al_2O_3 tartalma 53,31%. Az alkalmazott módszer sok adat alapján meghatározott, szórása 50–60% Al_2O_3 tartalom esetén $\pm 0,15\%$ $n = \infty$. Pontosan dolgozott-e az illető?

$$t = \frac{|53,61 - 53,31|}{0,15} \sqrt{2} = 2,83$$

Mivel a „ t ” értéke 1,96 és 3 közé esik az eredmény gyanús. A dolgozó munkáján javítani kell.

3. példa: Termometriás SiO_2 meghatározásokat végzünk. A műszert standard-mintával ellenőrizzük. A hitelesítés eredetileg úgy történt, hogy a leolvasott érték közvetlen a SiO_2 százalékot adja. A standard-minta SiO_2 tartalma 25,62%, a módszer sok adat alapján meghatározott szórása a 25–35% SiO_2 tartományban $\pm 0,20\%$ ($n = \infty$). Kérdés, hogy milyen maximális eltérés fogadható el?

Az (1) egyenletből kifejezzük az „ m ”-et és behelyettesítjük a fenti értékeket:

$$m = 25,62 \pm \frac{1,96}{\sqrt{1}} \cdot 0,20 = 25,62 \pm 0,39\% \text{ SiO}_2$$

A standard-minta esetében a mérési eredmény legfeljebb 0,39%-kal térhet el a valódi értéktől (tehát a 25,62%-tól).

Az előbbieken említettük, hogy a standard minták jó szolgálatot tesznek a műszerek hitelesítésénél is. Az alábbi példával kapcsolatban olyan esetet tárgyalunk, amelyben a mérőgörbe lineáris.

4. példa: Fotometriás Fe_2O_3 meghatározást végzünk szulfoszalicilsavas módszerrel. Feladat a hitelesítő görbe egyenletének kiszámítása. A kísérleti munkához egy 0,25% és egy 1,10% Fe_2O_3 tartalmú standard-mintát használunk. A megadott módszer szerint végezve a vizsgálatot az első esetben (0,25% Fe_2O_3) — több mérés alapján — 0,167-nek adódott az extinkció értéke, a második esetben (1,10% Fe_2O_3) pedig a párhuzamos mérések átlaga 0,733

volt. Lineáris függvénykapcsolat esetében érvényes az alábbi egyenlet:

$$c = aE + b$$

ahol „c” az oldat koncentrációja, „E” az extinkció, „a” és „b” pedig állandók. A kísérleti adatok behelyettesítésével két egyenletet nyerünk:

$$0,25 = a \cdot 0,167 + b$$

$$1,10 = a \cdot 0,733 + b$$

Az egyenletekből adódik, hogy

$$a = \frac{1,10 - 0,25}{0,733 - 0,167} = 1,50$$

$$b = 0$$

A hitelesítő görbe egyenlete ezek alapján:

$$c = 1,50 \cdot E$$

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Szilikát-kémiai Munkabizottsága a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet és néhány üzemi laboratórium (Dunai Cement- és Mészmu, FIM Herendi Porcelángyár) bevonásával foglalkozik a standardminta kérdéssel. 1973. I. félévére cement, agyag, mészkő, dolomit, földpát és kaolin szilikátanalitikai standard készítése van tervbe véve.

Irodalom

- [1] *Nalimov, V. V.* (1963): *The Application of Mathematical Analysis*. Pergamon Press, Oxford—London—Paris—Frankfurt.
- [2] *Szepesváry P.*—*Svehla Gy.* (1960): *Magyar Kémikusok Lapja*, 15, 11.
- [3] *Tamás, F.* (Szerk. 1970): *Szilikátipari Laboratóriumi vizsgálatok*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [4] *Felix, M.*—*Bláha, K.* (1964): *Matematikai statisztika a vegyiparban*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

Träger Tamás—Mogyorósi Sándorné: Standard-min-ták alkalmazása a szilikátanalitikában

A SzIKKTI — több ipari üzem közreműködésével — gondosan homogenizált standardmintákat hozott forgalomba; ezek összetételét a rendelkezésre álló legpontosabb módszerekkel többszörösen meghatározták és

ellenőrizték. A standardminták segítségével többek közt az alábbi laboratóriumi feladatok oldhatók meg: új módszerek bevezetése esetén azok pontosságának értékelése, a laboratóriumi dolgozók munkájának objektív minősítése, műszerek hitelesítése, döntő elemzések stb. A cikk továbbá ismerteti a standardminták alkalmazása során felmerülő hibaszámítási kérdéseket is.

Träger, T.—Mogyorósi, S.-ne: Применение стандартных проб в силикатной промышленности

SzIKKTI—совместно с промышленными предприятиями—приготовил и выпустил однородные стандартные пробы, состав которых был точно определен и проверен несколько раз с помощью важнейших приборов. С помощью вышеупомянутых стандартных проб могут быть решены следующие лабораторные проблемы: оценка точности новых приборов, объективная качественная оценка работы лаборантов, калибровка приборов, арбитражные анализы и т. д. В статье дается также описание расчета ошибки, возникающей в случае применения стандартных проб.

Träger, Tamás—Mogyorósi, Sándorné: Anwendung von Etalonproben bei der Silikatanalyse

Das Zentrale Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie brachte — unter Zusammenarbeit mit mehreren Industriebetreibern — gründlich homogenisierte Etalonproben in Verkehr, deren Zusammensetzung mit den zur Verfügung stehenden genauesten Verfahren mehrfach festgelegt und kontrolliert wurde. Mit Hilfe der Etalonproben können u. a. folgende Laboraufgaben gelöst werden: die Auswertung der Genauigkeit neu eingeführter Verfahren, die objektive Wertung der Arbeit des Laborpersonals, die Eichung von Meßgeräten, entscheidende Analysen, u. s. w. Es werden weiterhin auch die Fragen der im Laufe der Anwendung der Etalonproben vorkommenden Fehlerrechnungen erörtert.

Träger, Tamás—(Mrs.) Mogyorósi, Sándorné: Application of Reference Samples in Silicate Analysis

The Central Research & Design Institute for Silicate Industry, Budapest — in collaboration with several plant laboratories — has prepared reference samples on a commercial scale. The chemical composition of the samples has been determined and controlled several times with the most accurate methods. The following tasks can be solved with the aid of these reference samples: in case of introducing a new method the determination of its accuracy, objective testing of the analytical work of the employees, calibration of instruments, decisive analyses, etc. Methods of error calculus, to be used in connection with the reference samples are presented as well.

„Autoklávozott kalcium-szilikátépítőanyagok“ szimpózium

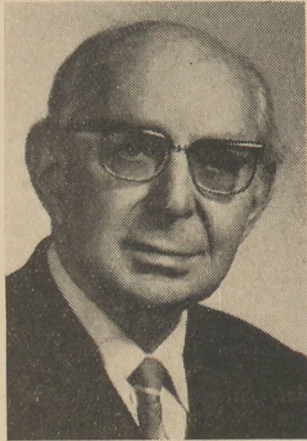
Az autoklávozott és gőzölt kalcium-szilikát építőanyagokkal foglalkozó III. nemzetközi szimpózium 1973. szeptember 25—28-án kerül megrendezésre Utrechtben (Hollandia). A szimpóziumot a hollandiai mészhomok-téglaiipar és annak kutatóintézete rendezi. A szimpóziumon a kalcium-szilikát építőanyagok gyártásával, tulajdonságaival és felhasználásával kapcsolatos előadások és vita hangzik el, és ezt a tudományos programot számos tanulmányi kirándulás, valamint szakemberek közötti kötetlen eszmecsere egészíti ki.

A konferencia hivatalos nyelvei: angol, német és holland, ezeken a nyelveken szimultán tolmácsolás folyik. Az elhangzó előadásokat a résztvevők számára a rendezőség a konferencia megnyitása előtt megküldi, hogy ezzel az előzetes információra, és az élénk szakmai vitára lehetőséget nyújtson.

Információ: ACSP-symposium

9 Nieuwe parklaan

Den Haag, Hollandia

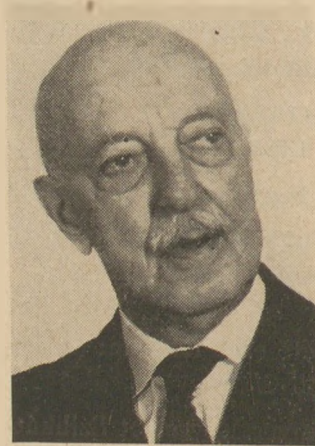


Dr. Korach Mór
akadémikus
85 éves

Egyesületünk díszelnöke, dr. Korach Mór nyugalmazott egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, folyó év februárjában töltötte be 85-ik életévét. Korach professzorban nemcsak díszelnökünket, hanem egyúttal egyik igen aktív tagunkat is köszöntjük: olyan tagunkat, aki nemcsak résztvesz az Egyesület munkájában, hanem lelkesen és tudásával, mindig újabb és újabb gondolatokkal színesíti és élénkebbé teszi.

Korach professzor élete során mindig a szilikátipar és szilikáttudomány aktív, technológiailag és tudományosan is kiemelkedő művelője. Hazánkban és a második választott hazájában, Olaszországban számos létesítmény, gyár és intézet hirdeti Korach Mór munkásságát, a világ többi országában pedig többszáz cikke, tanulmánya öregbíti hírnevét. Korach Mórban azonban nemcsak a kiváló szaktudóst, hanem az egyetemes érdeklődésű, minden iránt fogékony, igazi reneszánsz embert is tisztelhetjük. Átfogó tudása, humanista emberszeretete és egész élete is példaként áll előttünk.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület tagsága és elnöksége, az „Építőanyag” Szerkesztőbizottsága tisztelettel és szeretettel üdvözi a 85 éves Korach Mór akadémikust. Kívánjuk, hogy e szép, kerek számú évfordulót még sok további és még kerekesebb kövesse, és azt, hogy ezalatt nem lankadó fiatalos munkakedvvel és jó egészségben dolgozhasson a magyar tudomány és a szilikátipar érdekében. Mi, akik löbbé-kevesbé valamennyien tanítványai vagyunk, megtiszteltetésnek vesszük, hogy abban az Egyesületben végezhetjük társadalmi munkánkat, melynek hosszú ideig ő volt elnöke, most is aktív tagja és díszelnöke, és tudjuk, hogy a legjobb munkát akkor végezhetjük, ha azt az ő szellemében folytatjuk.

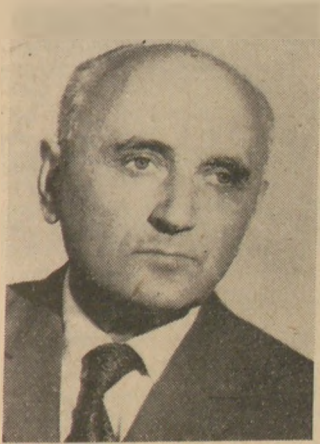


Dr. Jugovics Lajos
85 éves

1972. december 17-én ünnepelte 85. születésnapját dr. Jugovics Lajos professzor, aki mind az oktatásügy területén, mind a gyakorlati földtani kutatásban egyaránt érdemes műltra, szép eredményekre tekinthet vissza. Széleskörű szakmai és társadalmi tevékenységéből a Szilikátipari Tudományos Egyesülethez fűződő kapcsolatát legbensőségesebben az alakuló közgyűlés korelnöki tisztségétől, az egyesületi rendezvényeken való aktív részvételen át, az *É p í t ő a n y a g* hasábjain megjelent 14 tanulmánya is reprezentálja.

A „Tapolca környéki bazaltbányászat” (1949, 1950, 1951), az „Útépítő kőbányászatunk fejlődése az utóbbi években” (1951), „A vulkáni tufák mint építőközetek” (1954), „A dunántúli bazaltbányászat fejlődésének közzétani adottságai” (1957), a „Néhány építésre és falazótömb előállítására alkalmas vulkáni tufaterületünk kőzetanyagának sajátosságai és bányászatuk” (1958), az „Uzsa bazaltbánya” (1959), a „Badacsonyi bazaltbányászat áttelepítése a Balaton partjáról a vindornyaszőlősi Kovácsi hegyre” (1960), „A gulácshegyi bazaltbányászat áttelepítése a Balaton partjáról a diszeli Halyagos hegyre” (1960), „A nemesgulácsi és diszeli bazaltbányák egyesítése a diszeli Halyagos hegyen, különös tekintettel a természetvédelmi és gazdasági vonatkozásokra” (1961), a „Kőbányászatunk fejlesztése céljából 1948–1960. évek alatt végzett geológiai kutatások gyakorlati eredményei” (1962), a „Termelő bazaltbányáink anyagának közzétani-kőzetmechanikai sajátosságai” (1966), „A polgárdi mészkő földtani kutatása” (1967), „A Karancs hegy andezitjének közzétani-kőzetmechanikai vizsgálata” (1969) és a „Bazaltbányászatunk és fejlesztése a IV. ötéves

tervidőszakban" (1971) című tanulmányai igen gazdag tárházat kínálnak annak a sokoldalú tudományos és gyakorlati szakismeretnek, amellyel kora ifjúságától felvértezve, töretlen lelkesedéssel, és korát meghazudtoló céltudatos munkabírással, mindnyájunk számára közkinccsé tett.



Erdély Imre
80 éves

Ugyanitt hadd köszöntsük a 80 éves Erdély Imrét, akit méltán sorolhatunk az ipar nagy öregjei közé. Pályafutását elsősorban a gyakorlati mérnöki munka eredményei fémjelzik.

Fiatal mérnökként 1926—27-ben részt vett a zala-hápi kőbányagépesítés tervezésében és kivitelezésében, majd Erdősmecke rekonstrukciójában. Ezután jugszláv meghívásra mint szakértő irányította az akkor legnagyobb ottani üzem, a 200 000 tonnás Paragovo Trachitbánya tervezését és építését.

Hazatérte után 1931-től a háborúig az útépités területén dolgozott, mely praxis a felhasználói oldalról igen jól kiegészíti a kőbányász mérnök ismereteit.

A háborút követőleg Kecskeméten kezdett dolgozni, és pedig a földosztásban, mint a helyi mérnök-technikus szakszervezet vezetője, majd 1948-ban a Hídépítő Vállalat igazgatójává nevezték ki.

Eredeti szakmájához 1950-ben tért vissza: előbb a Kőbányaiipari NV beruházási osztályvezetője,

Életében a kiváló oktató és kutató egyéniség gazdag harmóniája tükröződik. Amikor születésnapjókívánásainkat őszinte tisztelettel s nagyrabecsülés-sel tolmácsoljuk, kívánjuk, hogy hivatástudatából és szakmaszeretetéből mindnyájan még igen sokáig meríthessünk.

majd a Kő- és Kavicsipari Beruházó Vállalat műszaki igazgatója, annak megszűnte után a Budapesti Tröszt, majd az Építőkövegyártó Vállalat főmérnöke lett.

A kő- és kavicsipar széles területén, csakúgy mint a Tudományos Egyesület munkájában kifejtett tevékenysége az alkotó mérnökről, a jó szervezőről, és tudását örömmel átadó kiválóan képzett vezetőről tanúskodik. Előadásait, szakkikkeit, élvezettel hallgatta és olvasta minden szakember, mert azok mindig mondtak valami újat, a műszaki fejlődés irányába mutattak.

Mindnyájunk örömeire szolgál, hogy Erdély Imre fiatalos lelkesedéssel dolgozik ma is a tervezés és kutatás legkülönbözőbb területein a SzIKKTI-nél.

Születésnapján azzal a reménnyel kívánunk neki jó egészséget és jószerecsét, hogy még sok évfordulót hasonló erőben és szellemi frissességben ünnepeljen meg.

SZTROITELNŰE MATERIALŰ

ETO: 693.73.691.175

Lauhin, V. J.A.: Műanyag padlók korszerű technológiái. 24—25. old.

A padlóburkolóanyagként használt polivinilklorid (PVC) linoleumokat és lapokat kalenderes vagy extrudáló technológiai vonalakon állítják elő, ahol elvégzik a keverés, a masztikálás és a formázás folyamatait. A keverés megoldható egy- vagy kétlépcsős (egy- vagy kétesigás), függőleges vagy vízszintes lapát elhelyezősű keverőkben. A Karaus—Maffei, a Werner—Pfleiderer nyugatnémet cégek gyártóvonalainak, a Bersdorf-cég vinyl-azbeszt bevonatú padlólapot gyártó technológiai sémájának, a Buss-cég pasztifikáló berendezésének ismertetése; a gyártóvonalak és néhány berendezés termelési-műszaki jellemzője.

ETO: 666.3.041.9.666.342

Golubcsin, A. G.: Kerámia égetésének elemző vizsgálata. 29—31. old.

Üreges kerámiai idom (tégla) égetési folyamatában a hőátvitel a tömör masszában hővezetéssel, az üregekben sugárzás útján valósul meg. Ezen hőcseres folyamatok elemzése alapján, nem lineáris integrál-differenciál egyenlet-rendszereket állított össze, amelyek megoldását a paraméterek változásának széles intervallumában nomogramokkal ismerteti. A hőfizikai és geometriai paramétereiből meghatározható a gyártmányok égetési, hőtartási és hűtésének ideje. A megoldást számítási példákon ismerteti, megállapítja a módszer használhatóságát különböző üregméretű idomok égetésénél.

ETO: 666.3.047

Naumov, M. M.: Téglaszáritók. 38—39. old.

Az olasz Morando, a nyugatnémet Lingl, továbbá csehszlovák, lengyel, bolgár és keletnémet cégek különböző típusú (kamrás, alagút stb.) száritót hasonlítja össze a száritási technológia alapján. Részletesen ismerteti a Morando alacsony nedveségtartalmú, vékonyfalú nagy üregtőfogatú (60—70%) nyersidom száritására alkalmas „Siens” száritót. A kamrás és alagútszáritók építésében és szerkezetében jelentkező fejlesztési tendenciák; néhány, a kapacitással, az üzemeltetéssel (elektromos energia, a száritás hőszükséglete stb.) összefüggő adat.

KOLLOIDNŰJ ZSURNAL

Moszkva, 34. k. 1972. 5. sz.

ETO: 531.75

Zselesznij, B. V.: A piknométeres testsűrűség-meghatározás hibái. 701—706. old.

Porózus testek piknométeres sűrűség-meghatározásakor a kitöltő folya-

déknak a test pórusaiban fellépő sűrűségváltozását általában elhanyagolják. Ugyancsak vonatkozik ez porok sűrűségének piknométerben való meghatározására is, holott a részecskékben adszorbeált folyadék réteg tömörebb, így a por finomságának függvényében tulajdonképpen több kitöltő folyadékra van szükség. Közlik a megfelelő számítási képleteket és megállapítják, hogy az alyagszemcsék felületén a víz jelentéktelen pozitív adszorbeiót mutat.

ETO: 666.94.015.42

Cserkynszkij, Ju. Sz.—Szlipcsenko, G. F.: Alkohollok és savak hatása a C₃A szuszpenzióra. 738—743. old.

Savas jellegű adalékok (alkohollok, savak) jelenlétében a vizes szuszpenzióból kevesebb szabályos C₃AH₆ és több hexagonális C₃AH₆, illetve C₂AH₈ és C₂AH₁₃ kristályosodik ki. Ez a hatás a savak erősségének mértékben erősödik. A szerves vegyületek hidroxil csoportjainak a hidratáció sebességére és az új hidrátok fázis összetételére gyakorolt hatása az OH-csoportok számának növekedésével erősödik.

ETO: 666.94.015.4

Vagner, G. R.—Grankovszkij, I. G.: Cementdiszperziók szerkezetkialakulása. 800—801. old.

C₃S, C₃A és C₃A+gipsz monomimerális diszperziók szerkezetkialakulását vizsgálva megállapították, hogy a hidratáció első szakaszában a cement szemcséket ettringit kristályok rétege veszi körül; a második szakaszban ezek elroncsolódnak, de kialakulnak a hidroszilikátok és végbe megy a metastabil termékek átkristályosodása. A szilárdság a harmadik szakaszban nő erősen, mikor a hidroszilikátok összenőnek és a fáziskon-taktusok kialakulnak.

CEMENT

Leningrád 1972. 6. sz.

ETO: 666.94.043.13

Rajcsurin, Ju. A.—Kalinin, Ju. P.: Epoxigyanták felhasználása a forgókemencék tűzállófalzatának rögzítéséhez. 12—12. old.

A kemence átmérőjének növekedésével az állványzat hossza és súlya nő, ami a szállításukat és felszerelésüket megnehezíti. Az állványzat nélküli módszernek is van több hátránya, mint pl. az, hogy kvalifikált villanyhegesztő szakmunkást igényelnek. A legkevésbé munkaigényes eljárás az epoxialapú massa, mint kötőanyag felhasználása a tűzállótégla-kemence testhez való rögzítésére. A kidolgozott módszerrel a forgókemence dekarbonizációs zónájában 3 m hosszan újjáépítették a falazatot, a tűzállótégla gyűrűit négyesével ragasztották a kemencetest körül.

1 m falazathoz kb. 2 kg masszát használtak fel. A kemencetest hőmérséklete +15+20 °C, ill. -2+6 °C volt, a ragasztás 1,5—2 órán belül a megfelelő szilárdságot elérte.

ETO: 621.928.9:666.94.041.57

Bavit, G. F.—Vaszilik, A. V.: A gipsztartalmú adalék hatása a kemencegázok portalanítására. 17—18. old.

Megállapították, hogy a portalanításra az aeroszolok fizikai és kémiai tulajdonságai is hatást gyakorolnak, amelyek a zsugorító nyersanyag összetételétől és a kemence szerkezetétől függenek. Gipsztartalmú adalék-ként 3% foszfor-gipszet alkalmazva a visszavonhatatlan porkiborodás 2,45-ször kisebb lett, a porban a Na₂O 6,1%-ról 4,8%-ra, a K₂O 7,4%-ról 6,0%-ra, a Cl 9,1%-ról 6%-ra csökkent, a SO₃ pedig 9%-ról 12%-ra növekedett, ezenkívül a por elektromos ellenállása 5,2·10¹⁰-ról 8,9·10⁹ ohm cm-re csökkent, amelyenél már az elektrokiterben csúcskiszülések nem jelentek meg.

ETO: 666.94.052.6

Kambulov, V. A.—Aniszimova, Je. G.: Bórgipsz — mint kötőszabályozó adalékanyag a cementörléshez. 16. old.

Az ásványi gipszkövet a kénsavgyártásánál keletkező melléktermékekkel, ún. bórgipszsel helyettesítették — sikerrel. Jelentős szállítási költséget takarítottak meg és a technológiában egyszerűsítéseket tudtak elérni, amely révén 10 fő dolgozót más munkaterületre irányíthattak. Az ipari eredetű kötőszabályozóval készült cement kötősideje és a szilárdsága jelentéktelen mértékben különbözik az ásványi gipszkövel készültől, sőt ez előbbinél — azonos körülmények mellett — 23,6%-os őrlési finomság növekedést tapasztaltak a No 008 szitán az utóbbival szemben. A gazdaságossági számítások szerint teljes áttérés az ipari eredetű gipszre a cement önköltségét 40 kopejkával csökkenti és az éves megtakarítás 250 ezer Rb-ra rúg.

Szerkesztőbizottsági közlemény!

Közöljük olvasóinkkal, hogy lapunk felelős szerkesztője Dr. Hinsenkamp Alfréd lemondott, és munkarőret Elnökségünk határozata alapján Dr. Székely Ádám vette át.

Volt felelős szerkesztőnk a Szerkesztőbizottság tagjaként fogja segíteni további munkánkat.

SZÁRAZ- ELJÁRÁS

Egyszerűen

A PM hőcserélő a szárazeljárás szerinti cementgyártásban világos elvet (ellenáramlású hőátmenet) és tudatosan egyszerű építési módot követ. Az önhordó szerkezet csökkenti a gyártási költségeket. A sima ellenáramú akna egyszerű falazatot és — a tagolt hőcserélőkkel szemben — kis hőtágulásokat jelent (tömítetlenségek nem fordulnak elő). Az egész berendezésben igen kevés a tapadásokra hajlamos hely.

Egyszerű, de NAGYTELJESÍTMÉNYŰ

az a rendszer, melyben a forró füstgázok tangenciálisan jutnak be a hőcserélő aknába, aminek következtében biztosítják az intenzív hőátmenethez szükséges jelentős örvénylést. A termikus hatásfok ennek következtében rendkívül magas, a füstgázok nyomásvesztése igen alacsony.

Nagyteljesítményű, de GAZDASÁGOS

Ilyennek bizonyul a PM hőcserélő a régi cementgyár ésszerűsítésénél. A kemenceteljesítmény 65%-kal növekszik, a tüzelőanyag-fogyasztás hozzávetőleg a felére csökken. Az itt szerzett tapasztalatok rendkívül hasznosnak bizonyulnak a 300—3300 tonna/nap teljesítménytartományba tartozó kemence- és hőcserélő sorozatban.

Egyszerűek, nagyteljesítményűek és gazdaságosak az új berendezések, bővítések és ésszerűsítések, amelyeket a PRAGOINVEST nyújt a cementipar számára. Kérjen részletes tájékoztatókat!

Gyártómű:

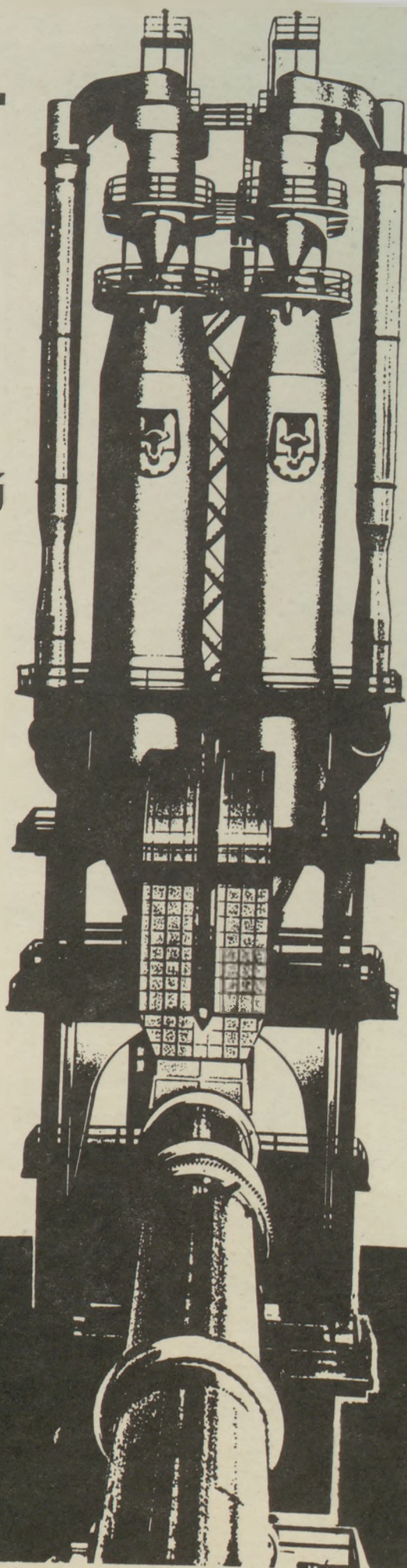
PREROV MACHINERY

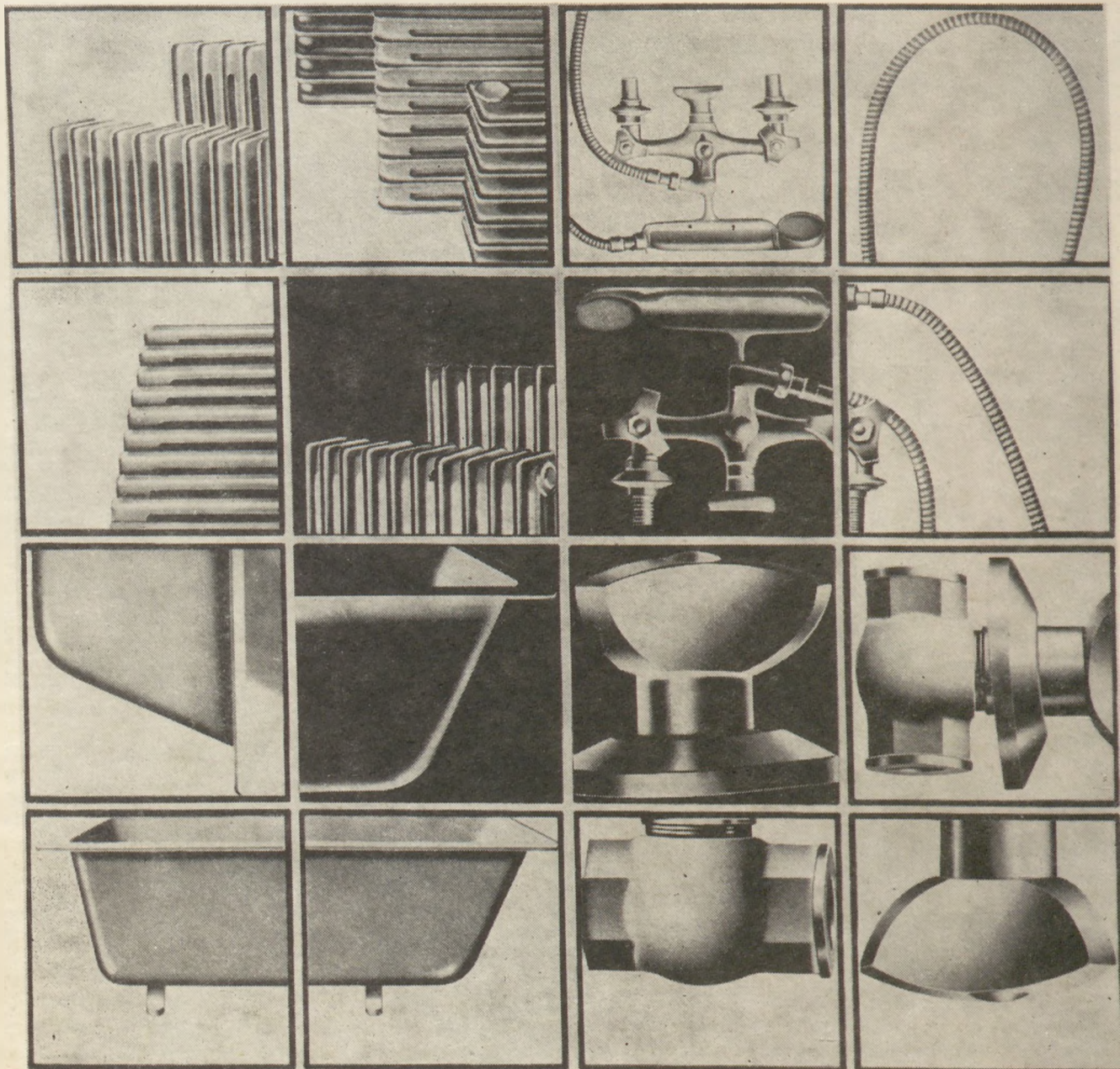


Exportőr:

pragoinvest

PRAHA 9, Českomoravská 23
Csehszlovákia





LUXUSLAKÁSOK ÉPÍTÉSÉT OLCSÓBBÁ TEHETI ROMÁNIÁBAN ELŐÁLLÍTOTT SZERELVÉNYEKKEL
CSŐCSATLAKOZÓK öntöttvasból és sárgarézből **LEFOLYÓCSÖVEK** öntöttvasból
CSATLAKOZÓK hajlékony öntöttvasból **FÜRDŐFELSZERELÉSEK** és **RADIÁTOROK** öntöttvasból
ELEGÁNSAK, TARTÓSAK, HŐÁLLÓK különféle méretben és típusban

Exportálja a



MECANOEXPORT

Külkereskedelmi Vállalat
KIVITEL – BEHOZATAL
Románia, Bukarest, 10, rue M. Eminescu
Telefon: 12. 46. 00 Telex: 269
Sürgőnycím: MECANEX

Kérésére teljes dokumentációt küldünk!

A MECANOEXPORT is kiállít az ESTIMO '73-on, amely Bukarestben 1973. május 6–13 között kerül megrendezésre
A kiállítás bemutat erdőművelő, butoripari, szállító és építő gépeket

Látogassa meg standunkat a kiállításon!