

302935 ✓

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

12. SZÁM

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

★

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

| | Old. |
|---|------|
| <i>Dolezsai Károly:</i> A mélyfúrési cement előállítására | 441 |
| <i>Grofcsik Elemér:</i> Kerámiai kondenzátorok | 459 |
| <i>Ozora Gyula:</i> Mélyépítési kőbányászatunk műszaki fejlesztése .. | 465 |
| <i>Benedek Dénes:</i> Magas sziklahomok fejtése | 471 |
| <i>Szabó László:</i> Építőanyagipari műszerezési ankét | 475 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | сторона |
|---|---------|
| <i>Кароль Долежай:</i> Производство тампонажного цемента | 441 |
| <i>Элемер Грофчик:</i> Конденсаторы керамической промышленности .. | 459 |
| <i>Дюла Озораи:</i> Техническое развитие карьерных работ по строи- тельству подземных сооружений, дорог и мостов | 465 |
| <i>Денеш Бенедек:</i> Разработка скального песка на высоких месторож- дениях | 471 |
| <i>Ласло Сабо:</i> Анкета по прибороснабжению в промышленности строительных материалов | 475 |

CONTENU

| | Nos. Pages |
|--|------------|
| <i>K. Dolezsai:</i> La production des ciments pour sondages | 441 |
| <i>E. Grofcsika:</i> Condensateurs céramiques | 459 |
| <i>Gy. Ozorai:</i> Le développement technique de nos carrières de pierre de travaux | 465 |
| <i>D. Benedek:</i> L'extraction des sables de roche situés en haut | 471 |
| <i>L. Szabó:</i> Enquête sur l'équipement en instruments de l'industrie des matériaux de construction | 475 |

ÉPÍTŐANYAG

7. ÉVFOLYAM 12. SZÁM

A mélyfúrési cement előállítás*

DOLEZSAI KÁROLY

Az olajkutak fúrása során egyik legnehezebb, de legfontosabb munka, hogy a földben lévő különböző rétegeket, különösen a vizet, gázt és olajat tartalmazó rétegeket elválasszák egymástól. A víz ugyanis, ha behatol a fúrólyukba és ennek közvetítésével a termelő rétegekbe, az mind a fúrólyukra, mind az egész lelőhelyre súlyos következtételekkel jár.

Fenti káros hatások elkerülésére a fúrás által átszelt rétegeket elkülönítik egymástól úgy, hogy a beléscső és a fúrólyuk fala közé cementiszapot nyomnak be. A cementiszap eloszlik a rendelkezésre álló térben, kitölti a kőzet repedéseit, porúsos üregeit, megköt és ezáltal a fúrólyuk környezetében összefüggő szilárd réteget alkot.

A mélyfúrásnál a cementezés egészen más feltételek között történik, mint az építőiparban. Több nehezebb követelményt támasztanak ezen cementel szemben, melyek a következők:

1. Az elkészített cementiszapnak csővezetékben keresztül nagy, több kilométer mélységbe kell lejutnia. Ennek feltétele, hogy viszkozitása elég alacsony legyen, ami megkönnyíti a szivattyúhatóságot.

2. A mélység növekedésével a fúrólyukak hőmérséklete a geometrikus gradiens következtében emelkedik. A cementiszap tehát magas hőmérsékleten se változtassa viszkozitását és szivattyúható maradjon.

3. A cementiszap rendeltetési helyére érve (rendszerint magas hőmérsékleten) gyorsan megkőssön és szilárduljon.

4. A megkötött cement tapadjon mind a fúrólyuk falához, mind a beléscsőhöz és szilárd összeköttetést létesítsen közöttük.

5. A megkötött cementnek vízállónak, olajjal és sós vízzel szemben ellenállónak kell lennie.

6. A megkeményedett cementnek a fúrás folytatásakor fellépő mechanikai igénybevételeket ki kell bírnia. (9, 10).

A felsorolt követelmények kielégítésére a cementiszapnak a következő tulajdonságokkal kell rendelkezni:

alacsony viszkozitás, magas hőmérséklet és nyomás mellett,
megfelelő kötési idő,
megfelelő szilárdság,
megfelelő víztartás (4, 9).

Mélyfúrési cementszabványok

A mélyfúrési cementtel szemben támasztott követelmények számszerű értékeit a szabványok rögzítik. A vizsgálatokhoz csak a nagy olajtermelő népi demokratikus országok szabványai (Szovjetunió, Románia, Magyarország) álltak rendelkezésre, azonban már ebből a csekélyszámú szabványból is megállapítható, hogy a mélyfúrési cementre nincsenek egységes előírások.

Az első és legszembetűnőbb különbség, hogy míg a Szovjetunió más követelményeket támaszt a hideg és mást a melegkutak cementezésére használatos anyaggal szemben, Románia és Magyarország egyféle cementtel dolgozik.

Ezenkívül más különbségek is vannak. Míg a szovjet és magyar szabványt a cement kötési idejét a Vicat készülék alkalmazásával határozza meg, a román szabvány külön méri a kötési időt Vicat készülékkel és külön az idő függvényében bekövetkező viszkozitás változást egy szabványosított sonda behatolási mélységével. A szovjet és magyar szabvány 0,5, a román szabvány 0,6-os víz-cement tényezővel írja elő a vizsgálatok végzését.

Hogy az egyes országok mélyfúrési cementjeiről közelebbi tájékoztatást kapjunk, az alábbiakban ismertetjük ezen szabványok fontosabb előírásait.

A Szovjetunió mélyfúrési cementszabványa a GOSZT 1581-42 nem tartalmaz kikötést, hogy a cement kiegészítőanyagmentes portlandcement legyen.

A cementpép folyékonyságának vizsgálatára 36 mm felső átmérőjű 64 mm alsó átmérőjű és 60 mm magas csonkakúpot használ. A kúpot megtölti cementpéppel, majd óvatosan felemelve méri a szétfolyt cementpép átmérőjét. A számszerű követelmény, hogy a cementpéplepény átmérője legalább 16 cm legyen.

A cement őrlésfinomságát a 90. sz. szitán történő átszitálással méri. A szitán a cementnek legalább 80%-a hulljon át.

* A vizsgálatok 1954. évben a Tatabányai Cement- és Mészművek Budapesti Laboratóriumában készültek.

A kémiai összetételre vonatkozóan csak az SO_3 -tartalmat köti meg, melynek maximális értéke 3,5% lehet.

A hideg kutakhoz használt cement szilárdsága és kötés ideje az alábbi:

| | | Szilárdság | |
|----------|-------|---|--|
| | | kg/cm ² | |
| Víz | | | |
| Édes | ..... | 27 | |
| Tenger | ..... | 32 | |
| Kötésidő | | | |
| Víz | | Kötés kezdete | Kötés vége |
| Édes | ..... | 7 óránál nem korábban és 7 óra 30 percnél nem később az elkészítés után | 3 óránál nem később a kötés kezdete után |
| Tenger | ..... | 3 óránál nem korábban és 6 óránál nem később az elkészítés után | 3 óránál nem később a kötés kezdete után |

A meleg kutakhoz használt cement szilárdsága és kötés ideje az alábbi:

| | | Szilárdság | |
|-----------------------|-------|---|--|
| Víz | | 75 ± 3 C° | kg/cm ² |
| Édes | ..... | 62 | 22 ± 2 C° |
| Tenger | ..... | 62 | kg/cm ² |
| | | | 18 |
| | | | 22 |
| Kötésidő 75 ± 3 C°-on | | | |
| Víz | | kötés kezdete | kötés vége |
| Édes és tenger | ..... | 1 óra 45 percnél nem korábban és 165 percnél nem később az előkészítés után | 1 óra 30 percnél nem később a kötés kezdete után |

A kötésidőt Vicat-készülékkel, a szilárdságot 4 × 4 × 16 cm-es hasábalakú próbatesteken méri kétnapos korban. A vizsgálatokhoz minden esetben 0,5-os víz-cement tényezővel készült cementpépet használ.

A magyar mélyfúrási cementszabvány, az MNOSZ 4704-54 R kizárólag portlandcementet engedélyez, melyhez gipszen kívül más adalékot adni nem szabad.

A cementpép folyékonyságának vizsgálatára a szovjet szabvány módszerét alkalmazza. A cementiszaplepleny minimális átmérője itt is 16 cm legyen.

Az őrlésfinomságot az MNOSZ 695 szerinti 0,09 huzalszövetű (4900-as) szitán történő átszitálással méri. A szitán fennmaradt anyag legfeljebb 10 súly-% lehet.

A cement fajsúlya 3,0—3,2.

A kémiai összetételre vonatkozó előírások: SO_3 -tartalom legfeljebb 3%, sósavban oldhatatlan maradék legfeljebb 2% lehet,

a hidraulikus modulus 1,8-től 2,4.

Kötésidő: a cement súlyára vonatkoztatott 50% vízzel készült cementpép kötése 75 ± 3 C° hőmérsékletű vízfürdőben nem kezdődhet korábban, mint 105 perc és nem később, mint 165 perc. A kötés vége a kötés kezdetétől számított 90 perccen belül következnie kell.

Hajlítószilárdság: a cement súlyára vonatkoztatott 50% vizet tartalmazó cementpépből készült hasáb hajlítószilárdsága 18—22 C°-on tárolva, 48 óra korábban legalább 27 kg/cm² legyen.

A kötésidőt Vicat-készüléken, a szilárdságot 4 × 4 × 16 cm-es hasábalakú próbatesten méri.

A román mélyfúrási cementszabvány, STAS 1544-50 portlandcement alkalmazását írja elő, melyhez kötés-siettető anyagokat adni nem szabad.

A cementpép folyékonyságát azzal a mélységgel fejezi ki, ameddig a 2,8 mm felső \varnothing , 1,5 mm alsó \varnothing , 280 mm hosszú szonda a 0,6 víz-cementtényezővel készült 60 C°-on tartott pépbe behatol. A szonda behatolási mélysége a különböző időtartamok elteltével legalább az alábbi értékeket érje el:

| A pép készítésétől eltelt idő percben | Behatolási mélység mm |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 20 | 220 |
| 40 | 101 |
| 60 | 51 |
| 80 | 24 |
| 100 | 11 |

Az őrlési finomságot a STAS 1077-50 szerinti 0,09 huzalszövetű szitán történő átszitálással méri. A szitán fennmaradt anyag legfeljebb 15% lehet.

A kémiai összetételre vonatkozó előírások:

| | | |
|----------------------------------|-------|------|
| MgO legfeljebb | ..... | 2,5% |
| SO_3 legfeljebb | ..... | 3,0% |
| Izzítási veszteség, legfeljebb | ..... | 5,0% |
| Sósavban oldhatatlan, legfeljebb | ..... | 5,0% |

Kötésidő: a 0,6 víz-cementtényezővel készült cementpép kötése 60 C°-on nem kezdődhet 120 percnél korábban.

Hajlítószilárdság. A 0,6 víz-cementtényezővel készült cementpép hajlítóhúzószilárdsága 60 C°-on történő tárolás mellett az alábbi legyen:

| | | |
|---------------------------|-------|-----------------------|
| 1 nap elteltével legalább | ..... | 45 kg/cm ² |
| 3 nap elteltével legalább | ..... | 55 kg/cm ² |

A cement kötéseidőjének szabályozása

A megfelelő tulajdonsággal bíró cement előállításához ismernünk kell azokat a tényezőket, melyek a cement tulajdonságait befolyásolják és ismernünk kell ezen befolyások irányát is.

Kiindulási alapként a magyar mélyfúrási cementszabvány előírásait vettük alapul és igyekeztünk megállapítani, hogy a cement egyes ásványi alkotórészei és fizikai állapota hogyan befolyásolja a szabványban lefektetett tulajdonságokat.

A magyar mélyfúrási cementszakemberek szerint a cement leglényegesebb tulajdonsága a kötési idő és elsősorban ennek alapján ítélik meg, hogy használható-e mélyfúrási célokra, vagy sem.

Az irodalom a kötési idővel aránylag keveset foglalkozik. Szurovi dr. (10) is arról ír könyvében, hogy a cementfajták közül olyant kell kiválasztani, amely emelkedő hőmérséklet mellett szivattyúzhatóságot több órán át megtartja és azután nagy kezdőszilárdságot ér el. A kötési időt nem is említi. A szabványok kivételével mindenütt csak általánosságokat találunk. Sacov professzor (9) annyit említ, hideg kutakban gyorsítani, meleg kutakban lassítani kell a kötést.

Az Amerikai Petroleum Intézet irányelvei szerint (10) a megszilárdulás legkorábban 45 perccel a Vicat-készülék alkalmazása után kezdődhet. A megszilárdulásnak 10 órával később be kell fejeződnie.

Ludvig (7) szerint a cementiszapnak több órán át folyékonyan kell maradnia 140—200 Fahrenheit-fok közötti hőmérsékleten.

Dr. Aliquander (11) szerint a cement kötése kezdete 22 C° hőmérsékleten 2,3—3,2 óra, a kötési vége 4,1—7,5 óra.

A kötési idő nem lehet teljesen mértékadó a cement megítélésére elsősorban azért, mert a meghatározás módja nem pontos, igen sok függ szubjektív tényezőktől.

Kötéseidőnek önkényesen választottuk azt az időpontot, mikor a Vicat-készülék tűje már nem hatol át teljesen a pépen és a kötési végét az jelenti, hogy a tű már nem hatol be a pépbe. Ha a Vicat-készülék méretéből és súlyából kiszámítjuk a fellépő súrlódási erőt, az adódik, hogy a kötési kezdete az az időpont, mikor a pépbe kerülő tű súrlódása 0,242 kg/cm² értéket túllépi. A kötési vége pedig az az időpont, amikor a megszilárdult cement a 30 kg/cm² nyomószilárdságot elérte.

Mindkét érték olyan, hogy előre nem következtethetünk a pép szivattyúzhatóságára, ami pedig lényeges, hogy a cement rendeltetési helyére juthasson. A kísérletek végzése során éppen olyan tapasztalatokhoz jutottunk, hogy az a cement, amelynek kötése kezdete Vicat-készüléken mérve a leghosszabb volt, a vízzel történt elkeverés után fellépő tixotropia következtében gyengén megmerevedett, sűrűn folyóvá vált, ami a szivattyúzhatóság szempontjából nem kívánatos jelenség.

Ahhoz, hogy a cementeket mélyfúrási célokra alkalmassá tegyük, illetve kötéseidőjüket megfelelően beállítsuk, három út kínálkozik. Az első

a cement kémiai összetételének megváltoztatásával elsődlegesen olyan cementet előállítani, amely különleges, a megkívánt tulajdonságokkal rendelkezik. (Ezek a lassankötő cementek.)

A második út: meglévő cementjeinket olyan adalékokkal keverni, melyek a kötési reakciókat késleltetik. (Késleltetett kötési mélyfúrási cementek.)

A harmadik út a két módszer kombinálása.

Az első módszer alkalmazásához nézzük meg, milyen portlandcement-összetételek elégitik ki az irodalom szerint a mélyfúrási cement minőségi követelményeit, hogy ennek alapján kiválaszthassuk a megfelelő hazai típust és az olajipar rendelkezésére bocsáthassuk.

Hansen közleménye alapján (14) a vasoxid és alumíniumoxid arányának olyannak kell lenni, hogy a klinkerben C₃A ne képződhessen, az összes alumíniumoxid C₄AF alakban legyen jelen és az esetleg jelenlevő maradék vasoxid C₂F-t adjon.

Ferrari szabadalmaztatott először ilyen típusú lassankötő cementet.

Sacov professzor szerint (9) magas aktivitású portlandcementet használnak mélyfúrási célokra, mely a közönséges portlandcementtől abban különbözik, hogy mechanikai erőhatásokkal szemben sokkal nagyobb a szilárdsága és azt sokkal rövidebb idő alatt éri el. Ezenkívül tömörebb és kevesebb vízre van szüksége, hogy belőle normális sűrűségű cementpép legyen előállítható. A száraz cement fajsúlya 3,05—3,2 között változik, átlagban 3,15.

Sacov professzor ezenkívül ismerteti néhány szovjet mélyfúrási cement összetételét:

| | Voljszki | Novorosziji | Kaszpi | Bakui |
|--|----------|-------------|--------|-------|
| Izzítási veszteség | 1,26 | 1,50 | 1,7 | 1,69 |
| Savban oldhatatlan | 2,46 | 2,52 | 1,2 | — |
| SiO ₂ | 18,68 | 19,64 | 19,42 | 20,70 |
| Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ | 9,32 | 7,48 | 9,12 | 13,58 |
| CaO | 64,56 | 66,36 | 66,02 | 62,67 |
| MgO | 0,72 | 0,64 | 1,26 | 0,47 |
| SO ₃ | 2,13 | 1,78 | 1,24 | 0,76 |
| Hidraulikus modulus | 2,31 | 2,43 | 2,31 | 1,82 |
| Szilikátmodulus | 2,0 | 2,53 | 2,14 | 1,52 |

A leírás szerint a voljszki, novorosziji és kaszpi cementek hideg kutakban kötésegyorsítók, meleg kutakban pedig kötéselassítók alkalmazásával használhatók. Egyedül a nagy vasoxid-tartalmú bakui cement lassankötő, amelyhez kötése lassító szerek alkalmazására nincs szükség.

Dr. Aliquander (11) szerint mélyfúrási célokra olyan nagyszilárdságú cementet alkalmaznak, melyeknek kémiai összetétele:

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Savban oldhatatlan | 0,8—1,0% |
| SiO ₂ | 18,0—22,0% |
| Al ₂ O ₃ | 5,9—7,7% |
| Fe ₂ O ₃ | 1,9—3,5% |
| CaO | 64,0—67,0% |
| MgO | 0,5—1,7% |
| SO ₃ | 1,2—1,9% |

Ezen cementek kötésekedete 2,3—3,2 óra, kötés vége 4,1—7,5 óra. Fajsúlya 3,75 (valószínűleg érték). A kötészvizsgálat hőmérséklete 22 fok C.

Dr. Szurovi (10) közleménye szerint az Amerikai Petróleum Intézet mélyfűrési cement-iránymutatói a következők:

| | |
|---------------------|----------|
| Hidraulikus modulus | 2,0—2,15 |
| Szilikátmodulus | 1,6—3,2 |
| MgO legfeljebb | 3,0% |
| SO ₃ | 2,0% |
| Fajsúly legalább | 3,1 |

Szitapróba:

| | |
|---|------|
| 80 kötész szitán (0,177 mm) hulljon át | 100% |
| 100 kötész szitán (0,149 mm) hulljon át | 97% |
| 200 kötész szitán (0,047 mm) hulljon át | 84% |

A leírás még a következőket jegyzi meg ezen cementekről:

A mélyfűrési célokra használt cementek a közönséges portlandcementtől abban különböznek, hogy finomabban őrltek és hosszabb ideig égetik őket. A finomabb őrlés gyorsabb megszilárdulást és nagyobb kezdeti szilárdságot eredményez.

A különleges mélyfűrési cementek közül dr. Szurovi (10) megemlíti, a bauxitcementet, mely 24 óra alatt igen nagy kezdeti szilárdságot ér el és a kötészkor felszabaduló nagy hőmennyiség lehetővé teszi, hogy —10 fokon is használják.

Dr. Wittekindt (3) szerint a portlandcement összetétele:

| | |
|--------------------------------|--------|
| SiO ₂ | 18—21% |
| Al ₂ O ₃ | 7—10% |
| Fe ₂ O ₃ | 7—10% |
| CaO | 65% |

A kötészidő és szilárdulás bizonyos mértékben befolyásolható az összetétel megváltoztatásával és őrlésfinomsággal.

Lutzenko és Godsowskaja (1) szerint a 8% vasoxidot tartalmazó klinkerek alkalmasak mélyfűrési célokra.

Nakaidse (1) szerint 0,85 mésztelítettségű 1,2—1,23 alumíniummodulusú, 2,0 szilikátmodulusú klinkercement a megfelelő. Feltűnő megjegyzése, hogy a klinker felhasználás előtt 10 napot tároljon. A cement a csomagolás után 15 nap múlva nagyon jó minőségű.

Solacolu (2) szerint a román mélyfűrési cementtípusok a következők:

„U” cement

| | |
|------------------|-----------|
| Alumíniummodulus | 2,3 —2,16 |
| Szilikátmodulus | 2,01—2,02 |

Ez a cement 0,6 víz-cementtényező mellett lekötés után nagy szilárdságot ad.

„A” cement

| | |
|------------------|------|
| Alumíniummodulus | 1,75 |
| Szilikátmodulus | 2,7 |

Ez a cement 0,6 víz-cementtényező mellett lassúköti.

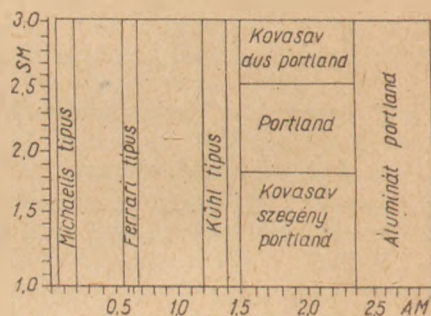
Kühl professzor (12) szerint mélyfűrési célokra különösen alkalmasak azok a cementek, melyek alumíniummodulusa 1,8—2,5 szilikátmodulusa 1,5—2,4 között van.

A felsorolt adatokat összefoglalva, az

| | |
|--------------------------------|------------|
| SiO ₂ | 18,0—22,0% |
| Al ₂ O ₃ | 5,9—10,0% |
| Fe ₂ O ₃ | 1,9—10,0% |
| CaO | 62,0—67,0% |
| Szilikátmodulus | 1,6—3,2 |
| Alumíniummodulus | 1,2—2,16 |
| Hidraulikusmodulus | 1,82—2,43 |

határok közötti ingadozása olyan óriási, hogy ezt csaknem minden magyar cementtípus kielégíti. Kritikával kell tehát fogadni a leírt összetételeket, hogy ezzel biztosíthatók a szabványban lefektetett követelmények, de ugyanakkor kritikával kell fogadni a szabványelőírásokat is, hogy csak az ott lefektetett követelményeknek megfelelő cement alkalmas mélyfűrési célokra.

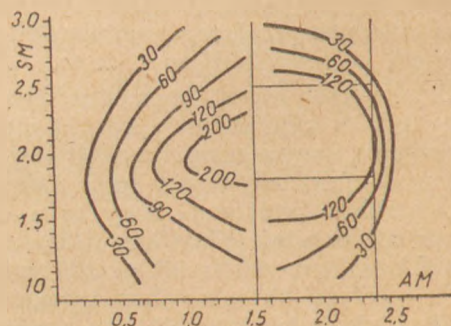
A cementek szobahőmérsékleten történő kötészének szisztematikus vizsgálatát Solacolu (2) végezte el. Vizsgálatához a cementeket alumínium- és szilikát modulusok alapján az alábbi rendszerben csoportosította:



1. ábra

Laboratóriumi kemencében különböző összetételű cementeket égetett, ezeknek normalkonzisztenciájú pépjén mérte a kötészidőt.

Az alábbi ábra ezen cementek kötészvégeinek görbéit adja az alumínium- és szilikátmodulus függvényében:



2. ábra

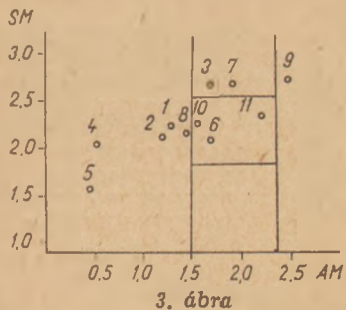
Az ábrán feltüntetett adatok nem jelentenek abszolút értékeket, hanem csak irányokat, hogy

a cement kémiai összetételének megváltozásával milyen irányban tolódik el a kötésidő.

A diagram szerint a cementek kötésideje főleg az alumínium-modulus függvényében változik és általánosságban alacsony és magas alumínium-modulus mellett, gyorsabban kötnek, mint közepes értéknél. A leghosszabb a kötésidő az 1—2 alumíniummodulus-értékek között. A szilikátmodulus függvényében ugyancsak maximumot ad a kötésidő, mely 1,7—2,3 érték közt következik be.

A kötésidő magas hőmérsékleten történő változásának és annak megállapítására, hogy a cementek magas hőmérsékleten is követik-e a Solacolu által felvett görbéket, vizsgálat alá vettük a különböző gyárak klinkeréből készült portlandcementeket.

A vizsgált cementek összetételük szerint a Solacolu-diagram alábbi pontjain helyezkednek el:



3. ábra
1. „B” 500-as portlandcement
 2. „B” 500-as portlandcement
 3. „B” 500-as portlandcement
 4. S. 54 jelű 500-as portlandcement
 5. S. 54 jelű 500-as portlandcement
 6. „A” 600-as portlandcement
 7. „A” 600-as portlandcement
 8. „E” 500-as portlandcement
 9. „E” 500-as portlandcement
 10. „C” 500-as portlandcement
 11. „C” 500-as portlandcement

A vizsgálat alá vett cementek kémiai és ásványi összetétele a következő:

| | | | |
|--------------------------------------|---------|---|--------|
| 1. „B” 500-as portlandcement: | | | |
| Izzitási vesz. | 1,26% | 3 CaO SiO ₂ | 55,03% |
| SiO ₂ | 20,42% | 2 CaO SiO ₂ | 17,10% |
| Al ₂ O ₃ | 5,23% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 7,06% |
| Fe ₂ O ₃ | 4,02% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 12,22% |
| CaO | 63,70% | | |
| SO ₃ | 2,82% | | |
| MgO | 2,50% | | |
| Összesen | 99,95% | | |
| Szilikátmodulus | 2,21 | | |
| Alumínium-modulus | 1,30 | | |
| Mésztelítettség | 0,90 | | |
| 2. „B” 500-as portlandcement: | | | |
| Izzitási vesz. | 1,71% | 3 CaO SiO ₂ | 50,26% |
| SiO ₂ | 20,65% | 2 CaO SiO ₂ | 21,36% |
| Al ₂ O ₃ | 5,53% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 7,42% |
| Fe ₂ O ₃ | 4,27% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 12,98% |
| CaO | 63,15% | | |
| SO ₃ | 2,25% | | |
| MgO | 2,30% | | |
| Összesen | 99,86% | | |
| Szilikátmodulus | 2,11 | | |
| Alumínium-modulus | 1,22 | | |
| Mésztelítettség | 0,88 | | |
| 3. „B” 500-as portlandcement: | | | |
| Izzitási vesz. | 1,53% | 3 CaO SiO ₂ | 61,00% |
| SiO ₂ | 20,71% | 2 CaO SiO ₂ | 13,42% |
| Al ₂ O ₃ | 4,98% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 8,24% |
| Fe ₂ O ₃ | 2,93% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 8,90% |
| CaO | 64,98% | | |
| SO ₃ | 2,92% | | |
| MgO | 2,14% | | |
| Összesen | 100,19% | | |
| Szilikátmodulus | 2,61 | | |
| Alumínium-modulus | 1,69 | | |
| Mésztelítettség | 0,93 | | |
| 4. S. 54. jelű portlandcement: | | | |
| Izzitási vesz. | 1,66% | 3 CaO SiO ₂ | 61,09% |
| SiO ₂ | 20,27% | 2 CaO SiO ₂ | 12,09% |
| Al ₂ O ₃ | 3,30% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | — |
| Fe ₂ O ₃ | 6,75% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 15,89% |
| CaO | 63,10% | 2 CaO Fe ₂ O ₃ | 2,71% |
| SO ₃ | 2,60% | | |
| MgO | 2,31% | | |
| Összesen | 99,99% | | |
| Szilikátmodulus | 2,02 | | |
| Alumínium-modulus | 0,49 | | |
| Mésztelítettség | 0,93 | | |

5. S. 54. jelű portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|---------|--|--------|
| Izzítási veszteség | 2,14% | 3 CaO SiO ₂ | 67,19% |
| SiO ₂ | 17,97% | 2 CaO SiO ₂ | 2,41% |
| Al ₂ O ₃ | 3,61% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | — |
| Fe ₂ O ₃ | 8,35% | 4 CaO Al ₂ Fe ₂ O ₃ | 17,17% |
| CaO | 63,57% | 2 CaO Fe ₂ O ₃ | 4,61% |
| SO ₃ | 3,05% | | |
| MgO | 1,48% | | |
| Összesen | 100,18% | | |
| Szilikátmodulus | 1,54 | | |
| Alumínium-modulus | 0,43 | | |
| Mészlelítetttség | 0,98 | | |

6. „A“ 600-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|--------|---|--------|
| Izzítási veszteség | 1,39% | 3 CaO SiO ₂ | 54,53% |
| SiO ₂ | 20,11% | 2 CaO SiO ₂ | 16,59% |
| Al ₂ O ₃ | 6,05% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 9,94% |
| Fe ₂ O ₃ | 3,60% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 10,94% |
| CaO | 63,75% | | |
| SO ₃ | 2,17% | | |
| MgO | 2,13% | | |
| Összesen | 99,20% | | |
| Szilikátmodulus | 2,08 | | |
| Alumínium-modulus | 1,68 | | |
| Mészlelítetttség | 0,91 | | |

7. „A“ 600-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|---------|---|---------|
| Izzítási veszteség | 1,161% | 3 CaO SiO ₂ | 58,851% |
| SiO ₂ | 20,661% | 2 CaO SiO ₂ | 14,901% |
| Al ₂ O ₃ | 5,171% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 9,061% |
| Fe ₂ O ₃ | 2,741% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 8,32% |
| CaO | 64,261% | | |
| SO ₃ | 2,441% | | |
| MgO | 3,231% | | |
| Összesen | 99,667% | | |
| Szilikátmodulus | 2,61 | | |
| Alumínium-modulus | 1,88 | | |
| Mészlelítetttség | 0,92 | | |

8. „E“ 500-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|---------|---|--------|
| Izzítási veszteség | 1,74% | 3 CaO SiO ₂ | 44,89% |
| SiO ₂ | 21,45% | 2 CaO SiO ₂ | 27,70% |
| Al ₂ O ₃ | 5,97% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 8,98% |
| Fe ₂ O ₃ | 4,03% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 12,25% |
| CaO | 63,85% | | |
| SO ₃ | 2,11% | | |
| MgO | 1,84% | | |
| Összesen | 100,99% | | |
| Szilikátmodulus | 2,14 | | |
| Alumínium-modulus | 1,48 | | |
| Mészlelítetttség | 0,85 | | |

9. „E“ 500-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|---------|---|---------|
| Izzítási veszteség | 2,021% | 3 CaO SiO ₂ | 39,351% |
| SiO ₂ | 22,141% | 2 CaO SiO ₂ | 33,861% |
| Al ₂ O ₃ | 5,911% | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 11,661% |
| Fe ₂ O ₃ | 2,361% | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 7,171% |
| CaO | 63,151% | | |
| SO ₃ | 2,181% | | |
| MgO | 1,681% | | |
| Összesen | 99,447% | | |
| Szilikátmodulus | 2,67 | | |
| Alumínium-modulus | 2,50% | | |
| Mészlelítetttség | 0,82 | | |

10. „C” 500-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Izzítási vesztl. | 1,75 ^o _o | 3 CaO SiO ₂ | 38,71 ^o _o |
| SiO ₂ | 21,86 ^o _o | 2 CaO SiO ₂ | 33,17 ^o _o |
| Al ₂ O ₃ | 6,05 ^o _o | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 9,51 ^o _o |
| Fe ₂ O ₃ | 3,85 ^o _o | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 11,70 ^o _o |
| CaO | 62,63 ^o _o | | |
| SO ₃ | 1,88 ^o _o | | |
| MgO | 1,72 ^o _o | | |
| Összesen | 99,76 ^o _o | | |

| | |
|-------------------------|------|
| Szilikátmodulus | 2,21 |
| Alumínium-modulus | 1,57 |
| Mésztelítettség | 0,82 |

11. „C” 500-as portlandcement:

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| Izzítási vesztl. | 1,891 ^o _o | 3 CaO SiO ₂ | 27,631 ^o _o |
| SiO ₂ | 21,771 ^o _o | 2 CaO SiO ₂ | 41,631 ^o _o |
| Al ₂ O ₃ | 6,521 ^o _o | 3 CaO Al ₂ O ₃ | 12,241 ^o _o |
| Fe ₂ O ₃ | 2,971 ^o _o | 4 CaO Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | 9,021 ^o _o |
| CaO | 61,441 ^o _o | | |
| SO ₃ | 3,121 ^o _o | | |
| MgO | 2,411 ^o _o | | |
| Összesen | 100,127 ^o _o | | |

| | |
|-------------------------|------|
| Szilikátmodulus | 2,29 |
| Alumínium-modulus | 2,19 |
| Mésztelítettség | 0,78 |

Fenti cementekkel kapott vizsgálati eredmények:

| Megnevezés | Kötésidő percben | | Széttérülés cm Ø | Szilárdság kg/cm ² | Sztatamaradék % 900 és 4900 szítán | Fajlagos felület cm ² /g |
|-----------------------|------------------|------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| | kezdeté | vége | | | | |
| 1. „B” 500-as pc. | 109 | 124 | 10 | 22,0 | 0,07 1,48 | 2932 |
| 2. „B” 500-as pc. | 108 | 123 | 17 | 19,0 | 0,09 1,52 | 3001 |
| 3. „B” 500-as pc. | 77 | 97 | 10 | 23,6 | 0,1 1,6 | 3073 |
| 4. S. 54. pc. | 149 | 165 | 11 | 28,3 | 0,17 1,85 | 3697* |
| 5. S. 54. pc. | 165 | 195 | 10 | 19,9 | 0,3 1,9 | 2787 |
| 6. „A” 600-as pc. | 115 | 136 | 18 | 33,6 | 0,2 3,0 | 2681 |
| 7. „A” 600-as pc. | 101 | 122 | 15 | 32,5 | 0,4 4,5 | 2644 |
| 8. „E” 500-as pc. | 90 | 103 | 20 | 18,13 | 9,9 11,9 | 3044* |
| 9. „E” 500-as pc. | 75 | 100 | 17 | 19,4 | 1,5 10,7 | 2429 |
| 10. „C” 500-as pc. | 81 | 97 | 20 | 17,86 | 0,2 3,4 | 3176 |
| 11. „C” 500-as pc. | 85 | 110 | 15 | 26,3 | 0,2 3,6 | 3109 |

* A megjelölt fajlagos felületértékek valószínűtlenek, ezért a további értékelés során nem vesszük figyelembe.

A kötésidőt 75 ± 3 C°-on az MNOSZ 4704 szabványban leírt módszerrel vizsgáltuk.

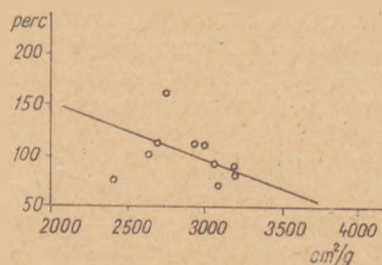
A kapott értékeket a fajlagos felület függvényében a 4-es ábra mutatja. Az abszcissa a fajlagos felületet cm²/g-ban, az ordináta a kötéskezdetet percben ábrázolja.

Mint látható, a kötésidő a fajlagos felület növekedésével csökken, azaz a kettő között fordított arányosság áll fenn. Az S. 54. cement értékénél azonban erős kiugrást találunk a cementek által elfoglalt sorból olyan irányban, hogy a kötésidő megnövekedett. Ézen cement kémiai összetétele annyiban tér el a többi cementétől, hogy vasoxid-tartalma magas, azaz alumínium-modulusa alacsony. A vasoxidtartalom tehát a kötés folyamataira lassítólag hat, még hozzá elég nagy mértékben, mint az S 54 cement példája mutatja. Az „E” cement alacsony fajlagos felülete mellett is gyorskötést mutat. Ezt a nagymértékű gyorskötést indokolni nem tudjuk, mert kémiai összetétele alapján nem ad erre okot.

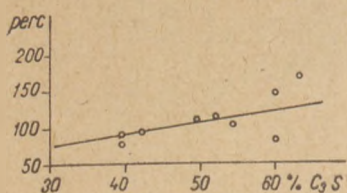
A kötéskezdeteket a klinkerásványok mennyiségének függvényében is ábráztoltuk. Mint látható, a trikalciumszilikát mennyiségének növekedésével a kötésidő meghosszabbodik. Az S 54 kezdete kiugrik a sorból. Itt is a vasoxidtartalommal magyarázható viselkedésük.

A trikalciualuminát, mint látható, gyorsítólag hat a kötésre.

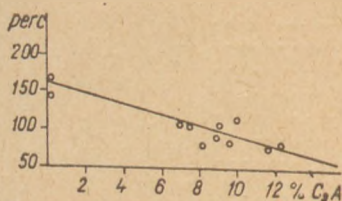
A tetrakalciumaluminát-ferrit (C₄AF) mennyiségének növekedésével a kötésidő meghosszabbodik.



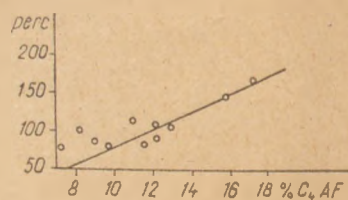
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

A diagramok alapján látható, hogy amennyiben lassan kötő cementet kívánunk előállítani, úgy a cement tetrakalciumaluminátferrit tartalmát emelni (vasoxid hozzáadásával), trikalciumaluminát-tartalmát pedig csökkenteni kell.

A tetrakalciumaluminátferritre vonatkozó megállapítás egyezik a mélyfűrési cementirodalom egyhangú megállapításaival. Wittekind (3) 7–10% Fe_2O_3 -at, Lutzenko és Godsovszkaja (1) 8%-on felüli Fe_2O_3 -at, Nekaidse (1) 1,2–1,23 alumíniummodulust, Ludvig (7) az alumíniumoxid C_4AF alakban történő lekötésre vasoxid-adagolást ajánl, amelyek a cementet alkalmassá teszik mélyfűrési célokra.

Ezeket az értékeket a magyar cementek közül az S 54-cement közelíti meg leginkább s a vasoxid-tartalom tényleges befolyását bizonyítja ezen cement lassú kötése magas hőmérsékleten annak ellenére, hogy a Solacolu-diagram alapján éppen gyorskötőnek kellene lennie.

A trikalciumaluminát-tartalomra már nem ilyen egységes az állásfoglalás. Míg Wittekind (3) szerint a C_3S -tartalom csökkentésével késleltetjük a kötést, Nakaidse (1) szerint a trikalciumaluminát-tartalom növelése a kérdéses cement szilárdságát csökkenti anélkül, hogy a kötésidőt befolyásolná. Saját vizsgálataink Wittekind (3) felfogását igazolják, vagyis a C_3S mennyiségének csökkentése késlelteti a kötést.

A kötésidőt a klinkerásványok mennyiségének függvényében ábrázoló diagramok Solacoluéhoz hasonlóan nem tekinthetők abszolút értékűnek. Az egyes ásványok hatásának iránya leolvasható belőlük, azonban azt megmondani, hogy egy-egy ásvány mennyiségének növekedése milyen kötésidőváltozást okoz, nem lehet. A kötésidőváltozást nemcsak ezek a tényezők, hanem sok más is befolyásolja; őrlésfinomság, égetés foka, hűtés sebessége stb. Ezenkívül az egyes ásványok mennyisége nem teljesen független egymástól, mert pl. az S 54-cementek magas vastartalma kizárja a trikalciumaluminát képződését s így ez a C_3A és C_4AF -diagramban ugyanazt a hatást mutatja. Nem mondhatjuk ki biztosan, hogy a kedvező hatást a trikalciumaluminát hiánya, vagy a tetrakalciumaluminátferrit nagyobb mértékű jelenléte okozza-e. Valószínűbb a trikalciumalumináthiány. Tényként mondható ki, ha magas hőmérsékleten lassú kötést akarunk elérni, úgy magas vasoxidtartalmú cementet kell gyártanunk, melynek Fe_2O_3 -tartalma 7–8% körül van, de az Fe_2O_3 mindenesetre mülja felül az Al_2O_3 mennyiséget.

Ez az összetétel, mely Magyarországon egy az S 54-cementnél van meg, biztosítja a kötésidőt és annak ingadozása esetén is meghaladja a 105 perces minimális kötéskezdetet.

Ennek a cementfajtának mint később látni fogjuk, nagy hibája tixotrópiára való hajlama, mely nyersanyagokból származó sajátosság.

Portlandcementeknél kedvező körülmények között keletkezik olyan cement, melynek kötésidője megfelelő, azonban ezt az állapotot rögzíteni nem sikerült. Általános tapasztalat, hogy az „A” cementeknél az alacsonyabb szilárdságúak a hosszabb kötéskezdetűek, ezek a cementek azonban nem feleltek meg a szilárdsági követelményeknek.

Az összetétel alapján dolgozó első útról tehát azt a következtetést vonhatjuk le, hogy kötésidő szempontjából a magas vasoxid-tartalmú S 54 típusú cementek felelnek meg. Egyéb tulajdonságaik azonban alkalmatlanná teszik az S 54-es cementet mélyfűrési célra.

Az „A” üzem nyersanyagából előállított S 54-cement, mivel ez nem lenne hajlamos tixotrópiára, valószínűleg megfelelő mélyfűrési cementet adna. Ezt a cementet azonban az „A” üzemen nem lehet előállítani, mert nem választható szét gyártása a portlandcement gyártásától, másrészt a gyár nyersanyaga hajlamos lévén a tapadásra — S 54-cement égetésekor olyan nehézségeket okozna, mely alig volna leküzdhető.

Ezzel a módszerrel tehát a magyarországi cementek tulajdonságainak és üzemi berendezéseinek ismeretében nem oldható meg a magyar előírásoknak megfelelő mélyfűrési cement előállítása. Ezt állíthatjuk azért is, mert az irodalom szerint is alig találunk közlést, mely szerint cementet kötésidő és plaszticitás szabályozó anyag nélkül használnának.

Mielőtt a második és harmadik előállítási módszerre rátérnénk, meg kell vizsgálnunk, hogy a cementek fizikai állapota, őrlésfinomsága a hozzáadagolt gipsz mennyisége, a tárolás, a hűtés mennyiben befolyásolják a kötésidőt.

A finomságra vonatkozó kívánságok is nagyon különbözőek. Dr. Szurovi (10) szerint a fűrőüzem céljaira előállított különleges cementek a közönséges portlandcementtől abban különböznek, hogy finomabban őröltek és hosszabb ideig égetik őket. A finomabb őrlemény gyorsabb szilárdulást és nagyobb kezdeti szilárdságot eredményez.

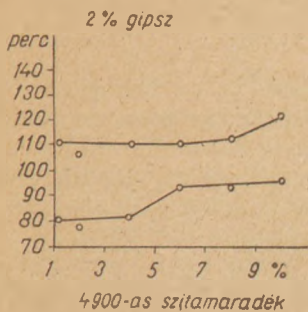
Wittekind (3) sem tartja alkalmasnak a durván őrölt cementeket, mert gyors ülepedésre hajlamosak (lásd cementpépek ülepedése fejezet) és csekély a szilárdságuk.

Ezzel szemben Ludvig (7) 1200—1400^{cm}²/g fajlagos felületet állapít meg ezen cementek részére, ami által a hidratáció folyamata könnyebben szabályozható.

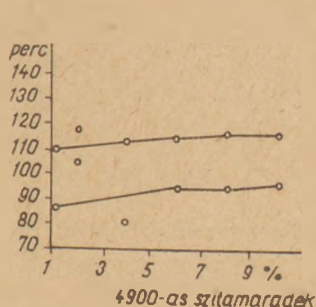
Mi a valódi helyzet az őrlésfinomsággal? Hogy tiszta képet nyerhessünk, ugyanazon „A” klinkert laboratóriumi malomban különböző finomságúra megőröltük és különböző gipszadagolások mellett mértük a kötésidőt.

A kapott eredményeket a következő táblázatban és diagramsorozatban láthatjuk.

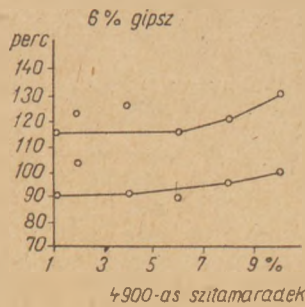
| Gipsz % | 4900-as szita-maradék | Kötés kezdete | Kötés vége | Szétterülés cm |
|---------|-----------------------|---------------|------------|----------------|
| | | perc | | |
| 2% | 1% | 80 | 110 | 15,5 |
| | 2% | 76 | 106 | 13,8 |
| | 4% | 81 | 109 | 17,5 |
| | 6% | 93 | 110 | 18,1 |
| | 8% | 92 | 112 | 18,0 |
| | 10% | 96 | 121 | 18,5 |
| 4% | 1% | 87 | 109 | 16,0 |
| | 2% | 103 | 118 | 15,0 |
| | 4% | 80 | 112 | 18,5 |
| | 6% | 93 | 112 | 17,5 |
| | 8% | 92 | 114 | 18,5 |
| | 10% | 97 | 116 | 19,0 |
| 6% | 1% | 90 | 115 | 16,5 |
| | 2% | 103 | 122 | 17,0 |
| | 4% | 90 | 127 | 17,5 |
| | 6% | 89 | 114 | 18,3 |
| | 8% | 95 | 120 | 19,8 |
| | 10% | 99 | 130 | 18,0 |
| 8% | 1% | 91 | 116 | 18,0 |
| | 2% | 100 | 130 | 17,0 |
| | 4% | 92 | 126 | 18,5 |
| | 6% | 94 | 113 | 17,5 |
| | 8% | 95 | 114 | 20,0 |
| | 10% | 102 | 136 | 19,0 |
| 10% | 1% | 91 | 118 | 16,0 |
| | 2% | 105 | 123 | 16,0 |
| | 4% | 97 | 128 | 18,0 |
| | 6% | 89 | 112 | 18,0 |
| | 8% | 102 | 126 | 18,0 |
| | 10% | 105 | 135 | 19,0 |



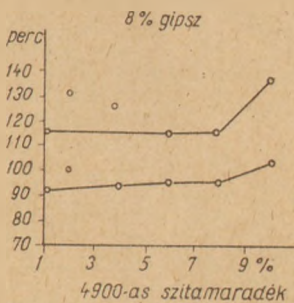
8. ábra



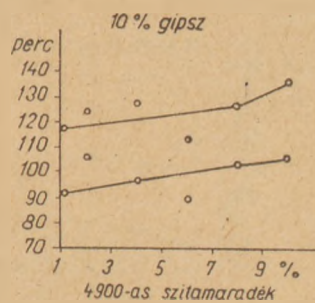
9. ábra



10. ábra



11. ábra



12. ábra

Látható, hogy alacsony 2% gipsztartalom mellett a kötés gyors. A cement durvább őrlése némileg ellensúlyozni tudja a gyorsabb kötést és kb. 6% 4900-as szita-maradéknál eléri azt az értéket, amit a durvább őrlmények felé haladva megtart.

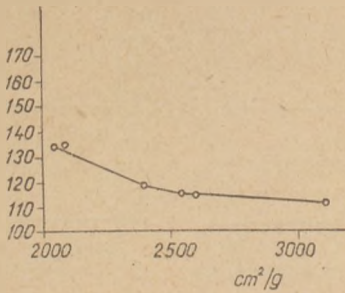
Az őrlésfinomság behatásának további vizsgálatára S 54-cementből is különböző szita-maradékú sorozatot készítettünk és 4% gipsz hozzáadásával meghatároztuk a kötésidőket.

| 4900-as szita-maradék | Kötésidő percben | | Szétterülés cm Ø | Szilárd-ság kg/cm ² | Fajl. felület cm ² /g |
|-----------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | kezdete | vége | | | |
| 1,6 | 110 | 126 | 19,5 | 24,1 | 3115 |
| 3,5 | 115 | 135 | 19,5 | 24,5 | 2601 |
| 3,6 | 115 | 135 | 19,5 | 21,8 | 2551 |
| 3,5 | 117 | 137 | 19,5 | 23,9 | 2397 |
| 8,0 | 133 | 156 | 20,0 | 19,2 | 2086 |
| 9,4 | 134 | 150 | 17,0 | 21,8 | 2050 |

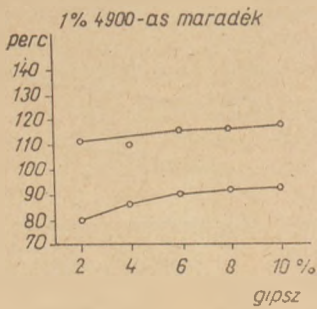
Ha ezen adatokat is ábrázoljuk, a fajlagos felület, illetve 4900-as szita-maradék függvényében levonhatjuk a következtetést, hogy az őrlés durvulása a kötésidő meghosszabbodását vonja maga után. Éspedig portlandcementeknél a 4900-as szita-maradéknak 1%-ról 10%-ra történő emelése kb. 10 perc kötéshosszabbodást, az S 54-cement 1,6%-ról 9,4%-ra történő emelkedése kb. 24 perc kötéshosszabbodást jelent. Mint látható tehát, a durvább őrlés ott hoz nagyobb eredményt, ahol a vastartalom miatt erre nincs is szükség. A portlandcementnél tehát nincs gyakorlati értelme az őrlésfinomság 1 v. 2%-os megváltoztatásának, mert nem hoz érdemes eredményt.

A gipszadagolás befolyását vizsgálva az alábbi képet kapjuk:

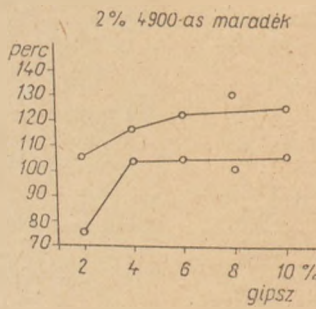
Az egészen finom 1%-os szita-maradékú cementnél a gipszmennyiség növekedésével fokozatosan lassul a kötésidő. A 2—6% maradékú ce-



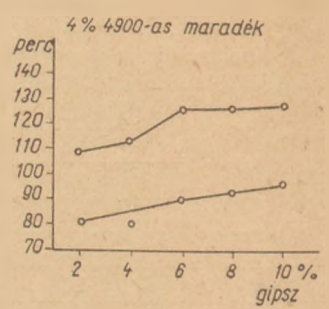
13. ábra



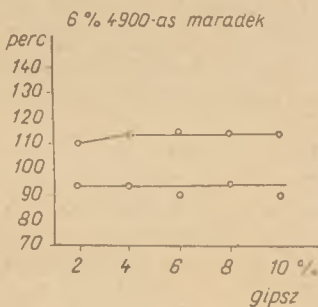
14. ábra



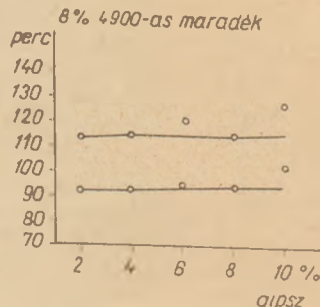
15. ábra



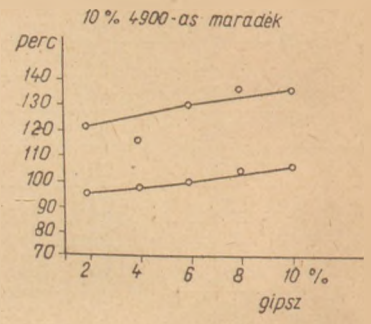
16. ábra



17. ábra



18. ábra



19. ábra

mentek 2% gipsz-adagolásra gyorskötők, a 6%-nál elért kötési időt a gipszmenyiség növelése gyakorlatilag nem befolyásolja.

Mélyfűrési cement céljára tehát 4% körüli 4900-as szitamareadék és 4% gipszadagolás ajánlatos. Durvább cement a kötést nem lassítja lényegesen, a szilárdságra csökkentő hatással van és ülepedésre hajlamos.

A 4%-nál magasabb gipszadagolás részletesebb vizsgálatának nincs célja, mert a cement duzzadása miatt ez gyakorlatilag nem alkalmazható.

Nakaidse (1) szerint — már említettük — a cement pihentetése kedvező hatással van a mélyfűrési cement tulajdonságaira. Ennek ellenőrzésére egy 600-as cementet 28 napig pihentettünk és különböző időpontban mértük kötési idejét és szilárdságát. A vizsgálat eredményei a következők:

| | 1 nap | 7 nap | 14 nap | 21 nap | 28 nap |
|---------------------|-----------------------|-------|--------|--------|-----------------------|
| Kötés kezdete . . . | 75 | 90 | 105 | 105 | 100 |
| Kötés vége . . . | 100 | 115 | 130 | 135 | 130 |
| Hajlító szil. . . | 30 kg/cm ² | — | — | — | 26 kg/cm ² |

Mint látható, a cement pihentetése kedvező hatással van a kötési időre kb. 14 napig, ami egyezik Nakaidse (1) megállapításával is.

A pihentetésnek azonban hátránya, hogy közben a szilárdság visszaesik.

A mélyfűrési céljára szállított cementet tehát két hétig ajánlatos pihentetni zsákokban — mert silókban a nagy tömeg miatt a levegő behatása nem érvényesül.

Az égetett klinker hűtési sebessége elméleti megfontolások alapján nem hoz lényegesebb változást a kötési időben. Ennek ellenére próbát végez-

tünk a gyorskötés hatásának vizsgálatára. Ugyanazon kemencéből egy időpontban vettünk mintát a klinkerhűtő végéről és a kemencéből kijövő izzó klinkerből, melyet vízbe ejtettünk. A klinkereket 4%-os 4900-as szitamareadékig őrlöttük 4% gipsz hozzáadásával s vizsgáltuk a kötési időt és szilárdságot.

| | Gyorsan hűtött | | Lassan hűtött | |
|-----------|----------------|------------|---------------|------------|
| | kötés kezdete | kötés vége | kötés kezdete | kötés vége |
| | perc | | | |
| I. minta | 100 | 115 | 165 | 190 |
| II. minta | 70 | 105 | 105 | 135 |

Mint látható, az eredmény meglepő s éppen a gyorsan hűtött anyag ad rövidebb kötési időt.

A második és harmadik módszerrel összevetve vizsgáljuk és mindjárt megnézzük, hogy az egyes kémikáliák, illetve kiegészítő anyagok milyen befolyást gyakorolnak a kötési időre.

A kötési időt szabályozó anyagok a legkülönbözőbbek lehetnek. Közülük az irodalom többet felsorol.

| | |
|-----------------------------|---|
| Sacov (9) | 0,5% mésztejet 0,5% agyagos iszapot dinatriumhidrofoszfátot |
| Hirig (1) | 2% különböző 1,25 cm-ig terjedő szálhossúságú rostos anyagot |
| Burnak (1) | kalciumkloridot |
| Sawdon (1) | 1—4% bentonitot |
| Lutzenko (1) | 2% 1—1,5 mm hosszú rostok és 2% klórkalciumot |
| Vines és Voronca (1) | 2% rostos anyagot |
| Platzmann (1) | triathanolaminsavas nátriumot lignitszulfátot |
| Endell (6) | 1—4% bentonitot |
| Wittekindt (3) | bórsavat foszforsavat és ezek sóit |
| Bereczky (4) | 0,1% ligninszulfósav kalciumsóját 0,1% szulfonnafténsav nátrium és triathanolamin sóját 0,1—0,2% naftalin szulfosavat 2—8% bentonitot 0,5% plasztimentet 1—1,5% klórkalciumot |
| Steinour (14) | Carborátot oxikloridokat |
| Weiler (14) | természetes gumit bórvegyületeket 60% bórsav + 30% bórax + 10% gumiarabikumot |
| Diekens (14) | borkősavat kalciumtartarátot |
| Pontoppidan (14) | borkősavat és hasonló oxisavakat |
| Dunn (14) | nátriumfoszfátokat nátriumhexametáfoszfátot |
| Brown (14) | szodabikarbonát borkősavat tartarátokat |
| Cannon és Foster (14) | tannint gallus, humusz, queristannic stb. savak nátriumhidroxidos oldatát |
| Andes és Ludwig (14) | oxidált és didrolizált keményítőt |
| Ludvig (14) | carboximethycellulózot |

ajánl.

A szovjet irodalom (8) hasonló célra szulfitszennylűgöt ajánl.

Hansen szerint (14) késleltetett kötésű cementek előállítására alapcementként az ASTM: C 150-53 I. és II. típusú cementjei a legalkalmasabbak, melyekhez a kötésidő szabályozó anyagokat keverik.

Az I. típusú általános betonépítési célokra szolgál, összetételére különleges előírás nincs.

A II. típus általános betonépítési célokra szolgál ott, ahol mérsékelt szulfáthatással kell számolni, vagy ahol mérsékelt hidratációs hőre van szükség. Ezen cement különleges előírásai:

| | |
|--|---------------|
| SiO ₂ tartalom | minimum 21,0% |
| Al ₂ O ₃ tartalom | maximum 6,0% |
| Fe ₂ O ₃ tartalom | maximum 6,0% |
| 3 CaO ₂ SiO ₂ tartalom .. | maximum 50,0% |
| 3 CaO Al ₂ O ₃ tartalom .. | maximum 8,0% |

A rendelkezésünkre álló anyagok hatását 3 féle különböző összetételű cementen vizsgáltuk. a cementtáblázatban (446. old.) szereplő 3-as „B” 500-as portland, 5. sz. S 54 és 7. sz. „A” 600-as portlandcementen.

Mésztej

A három cementhez 1/2% mésztejet adagoltunk s mértük a kötésidőt.

| | Kötéskezdet perc | Kötés vége perc |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| „B” 500-as pc. | 88 | 113 |
| S. 54 | 240 | — |
| „A” 600-as pc. | 92 | 121 |

A mésztej tehát a portlandcementekre nem gyakorol lényeges befolyást, az S 54-cement kötését ellenben lényegesen megnyújtja. Céjaink elérésére tehát nem felel meg.

Bórsav

Bórsavból 0,5, 0,1, 0,05, 0,03 és 0,01%-ot adagoltunk.

| | Kötéskezdet perc | | | Kötés vége perc | | |
|------------------------|---------------------|------|-------|--------------------|------|-------|
| | 0,5% | 0,1% | 0,05% | 0,5% | 0,1% | 0,05% |
| „B” 500-as pc. | 270 | 130 | 103 | — | 160 | 133 |
| S. 54. ... | 270 | 240 | 250 | — | — | — |
| „A” 600-as pc. | 176 | 128 | 126 | 206 | 158 | 156 |

| | Kötéskezdet perc | | Kötés vége perc | |
|---------------------|---------------------|-------|--------------------|-------|
| | 0,03% | 0,01% | 0,03% | 0,01% |
| „B“ 500-as pc. | 94 | 97 | 124 | 127 |
| S. 54 | — | — | — | — |
| „A“ 600-as pc. | 91 | 98 | 121 | 132 |

A bórsav késleltető hatása igen jelentős. Ez is elsősorban az S. 54-cementre hat. Portlandcementekhez adagolva elérhetjük vele a kívánt kötésidőt. 0,05—0,1% közötti adagolása, melyet cement súlyra számítva a vízhez adunk, biztosítja mind az „A“, mind a „B“ cement részére a szabvány által előírt kötésidőt.

Trinátriumfoszfát

Trinátriumfoszfátból 0,5%-ot adagoltunk.

| | Kötéskezdet perc | Kötés vége perc |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| „B“ 500-as pc. | 90 | 115 |
| S. 54 | 243 | 268 |
| „A“ 600-as pc. | 90 | 125 |

A trinátriumfoszfát késleltető hatása nem elég nagy, túlnagy mennyiséget kellene belőle adagolni és az alkáliák bevitele egyébként sem kívánatos.

Szulfitszennylug

A szulfitszennylug hatásának vizsgálatát a szovjet irodalom javaslatára végeztük el 0,05 és 0,03%-os adagolással.

| | Kötéskezdet perc | | Kötés vége perc | |
|---------------------|---------------------|-------|--------------------|-------|
| | 0,05% | 0,03% | 0,05% | 0,03% |
| „B“ 500-as pc. | 114 | 92 | 144 | 127 |
| S. 54 | — | — | — | — |
| „A“ 600-as pc. | 107 | 90 | 137 | 123 |

A szulfitluga a papírgyártás mellékterméke, az ipar részére nem hasznosított nyersanyag. Mennyiségét száraz anyagban cement súlyra számítottuk és a vízhez kevertük hozzá. A szulfitluga 10% száraz anyagot tartalmazott.

Mint látható, 0,05% mennyiségben adagolva a kötésidőt kellő mértékben meghosszabbítja, ezenkívül olcsó, hulladékanyag lévén, mint szabályozó anyag elsősorban jöhet tekintetbe mélyfúrási célokra.

Bentonit

A bentonit az irodalomból ismert és gyakran használt szabályozó anyag mélyfúrási cement részére. A magyar bentonit mint egyéb építőipari alkalmazásánál is kitűnt, nem viselkedik kedvezően cementtel keverve. Megvizsgáltuk mind az eredeti kalcium, mind az aktivált nátriumbentonit hatását és az alábbi eredményeket kaptuk.

Aktiválatlan bentonit

| | Kötéskezdet perc | | | Kötés vége perc | | |
|----------------|---------------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|
| | 1% | 2% | 3% | 1% | 2% | 3% |
| „B“ 500-as pc. | 68 | 65 | 61 | 120 | 118 | 116 |
| S. 54 | 182 | 181 | 193 | 230 | 237 | 249 |
| „A“ 600-as pc. | 85 | 68 | 55 | 135 | 123 | 112 |

Aktivált bentonit

| | | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| „B“ 500-as pc. | 70 | 73 | 72 | 135 | 130 | 125 |
| S. 54 | 186 | 189 | 196 | 233 | 287 | 242 |
| „A“ 600-as pc. | 81 | 78 | 80 | 133 | 128 | 125 |

A bentonitok, mint látható, nem hozták meg a kívánt eredményt s mint később látni fogjuk, vízigényük is nagyobb, mint a tiszta cementeké. Nagyobb vízadagolás esetén természetesen a kötésidő is meghosszabbodik. Külföldön is több vízzel használják, mint amit a magyar szabvány előír.

A magas nyomás, mely a nagy mélységben a cementpépre hat, Mayer (1) megállapítása szerint nem gyakorol lényeges befolyást a cement kötésidőjére. Mivel magasnyomású vizsgálóberendezéssel nem rendelkezünk, ezen megállapítást ellenőrizni nem tudtuk.

A cementpép plaszticitása

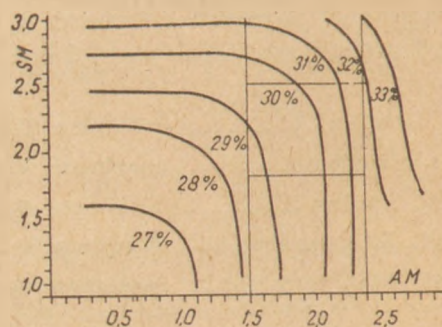
A cementpép szivattyúzhatóságának megállapítása a szovjet és a magyar szabvány szerint a szobahőmérsékleten történő szétterülés mérésével egyéb irodalmi adatok alapján a cementpép viszkozitásának mérése alapján történik. Wittekindt (3), Nicolaescu (1), Core (5).

A szabvány szerinti szétterülés mérése nem ad felvilágosítást a cement magasabb hőmérsékleten való viselkedésére, jóllehet ez jellemző a mélyfúrási cementekre.

A cementnek minél alacsonyabb vízadagolás mellett kell nagy képlékenységet elérnie, hogy a vízfelesleg ne okozzon szilárdságcsökkenést.

Azonos képlékenységgű pépek (normálkonzisztenciájú) nyereséhez szükséges vízmennyiség függ a cement kémiai összetételétől és fizikai állapotától.

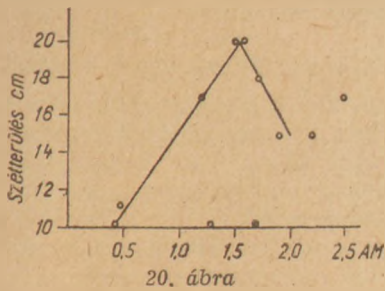
A kémiai összetétel befolyását ugyancsak Solacolu (2) vizsgálta és vizsgálatának eredményeit az alábbi ábra tünteti fel.



19. ábra

Látható, hogy minél alacsonyabb a szilikát-és alumíniummodulus, annál kisebb a szükséges vízmennyiség, amellyel a normálkonzisztenciát el-

érhetjük. Hazai cementjeinket is megvizsgáltuk az alumíniummodulus függvényében a szétterülés mérésével.



A cementek, mint látható, egészen eltérő viselkedést tanusítanak. Hasonló alumíniummodulus mellett egészen kicsi és nagy szétterülést mutatnak. A diagram szerint 1,5 körüli alumíniummodulusnál szétterülés-maximumot kapunk. Ez valószínű véletlen érték, mint az eltérő pontok mennyiségéből látható.

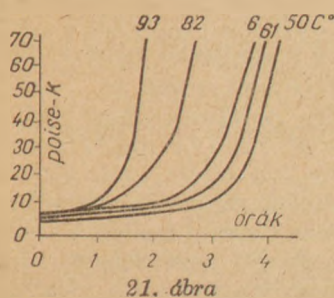
A szétterülés mérése a viszkozitásmérést van hivatva pótolni, mint könnyebben kivitelezhető mérismód. Helyes és a valóságos viselkedésnek megfelelő képet csak viszkozitásméréssel nyerhetünk, aminek folyamatosan, több órán keresztül kell történni.

Próbálkoztunk mind a Stormer-féle, mind a Marschalkó-féle rotációs viszkoziméterrel, azonban a cementpép sajátos viselkedése miatt egyik sem használható. Külföldön erre a célra a Haliburton-féle viszkozimétert használják, azonban ehhez nem tudunk hozzájutni s így a leglényegesebb mérések elvégzésére, mely jobban definiálja a cementpépet, mint a kötésidő és szétterülés, nem volt mód.

A viszkozitásnak a beszivattyúzási idő alatt nem szabad változnia, hogy ne növelje a szivattyú igénybevételét, valamint ha cementezés közben üzemzavar történik, a csőben megállt pép az üzemzavar megszűntével újra szivattyúzható legyen. Azután rendeltetési helyére érve, viszkozitása rohamosan emelkedjék, a kötés és megszilárdulás minél előbb következzen be. Az olyan cementek, melyek a hőmérséklet hatására lassan növelik viszkozitásukat, nem felelnek meg kutak cementezésére.

Wittekindt (3) szerint a cementpépnek 10 poise körüli viszkozitással kell rendelkeznie és ezt meg kell tartania a szivattyúzás alatt. A szivattyúzhatóság felső határa 100 poise.

A cementpépek viszkozitásának Wittekindt szerint különböző hőmérsékleten az alábbi karakterisztikákkal kell rendelkezni.



A viszkozításra befolyással vannak az anyagok, mint amelyeket a kötésidőnél említettünk. Ezekkel az anyagokkal elvégeztük a szétterülés mérését is ugyanazon cementeket választva alapul, mint a kötésidővizsgálatnál.

Bórsav

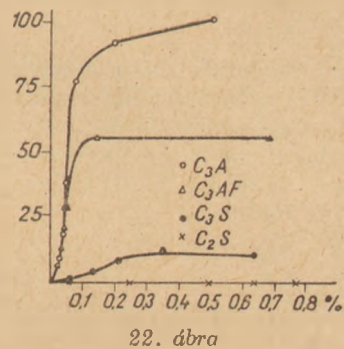
Vizsgálatok 0,5, 0,1, 0,05, 0,03 és 0,01% adagolással készültek.

| | Szétterülés cm | | | | |
|-------------|----------------|------|-------|-------|-------|
| | 0,5% | 0,1% | 0,05% | 0,03% | 0,01% |
| „B” 500 pc. | 14 | 15,5 | 15 | 10,5 | 10 |
| S. 54 | 14 | 13,5 | 13 | 14,5 | 10 |
| „A” 600 pc. | 17 | 18,5 | 17 | 15,0 | 15 |

A bórsav, mint látható, a cementpép plaszticitásának növelésére kisebb hatással van, mint a kötésidőre és a „B” cementek a kötésidő lényeges meghosszabbodása mellett sem érik el a szabvány szerinti szétterülést.

Szulfitszennylug

A használt anyagok közül a szulfitszennylug hatását ismerjük részletesebben Sesztoperov és társai (8) cikke alapján. A szerző a szulfitszennylug abszorpcióját tanulmányozta az egyes klinkerásványokon és azt találták, hogy a trikálcium-aluminát abszorpciója a legnagyobb.



Az abszorpciós-képesség viszont fordított arányban áll a plasztifikátor hatással.

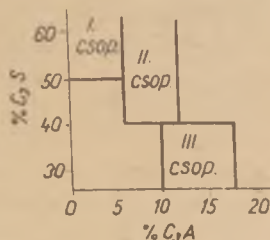
Az egyes klinkerásványokból azonos konzisztenciájú pépeket készítettek és megállapították, hogy a szulfitszennylug mennyiben csökkenti az ugyanolyan konzisztenciájú pép elérésére szükséges vízmennyiséget.

| Á s v á n y | Víz-ásványtényező | | Víz-cement arány változása % |
|---|--------------------------|----------------------|------------------------------|
| | szulfit szennylug nélkül | szulfit szennyluggal | |
| Trikalciumszilikát (C ₃ S) | 0,50 | 0,41 | -18 |
| Dikalciumszilikát (C ₂ S) | 0,47 | 0,40 | -15 |
| Tetrakalciumaluminát-ferrit (C ₄ AF) | 0,34 | 0,31 | -11 |
| Trikalciumaluminát (C ₃ A) | 0,85 | 1,05 | +25 |

A cementek négy fő ásványi alkotórésze közül csupán a trikálciumaluminát csökkenti a képlékenységet. 2-3% szulfitszennylug adagolásával

ennél is elérhető képlékenység növekedés, azonban ilyen mennyiségű szennylug oly mértékben csökkenti a szilárdságot, hogy alkalmazása nem ajánlatos.

A szulfitszennylug hatása alapján a cementeket 3 csoportba osztották. Hatására az első csoportban 8—12% növekedés, a második csoportban 5—6% növekedés és a harmadik csoportban szilárdságcsökkenés is bekövetkezhet.



23. ábra

Az egyes csoportba sorolt cementek között természetesen nincs éles határ.

A három cement-fajta szétterülését megvizsgáltuk 0,05 és 0,03% szulfittlúg-adagolással.

Szétterülés cm

| | 0,05% | 0,03% |
|---------------------|-------|-------|
| „B” 500-as pc. | 20,0 | 14 |
| „S. 54” | 18,5 | 15 |
| „A” 600-as pc. | 20,0 | 20 |

Mint látható tehát, a szulfitszennylug a megfelelő kötési idő mellett megfelelő szétterülést, azaz folyékonyságot ad a cementnek s az S. 54-cementet, mely makacsul ellenállt a kísérletek során e folyósító anyagok hatásának, 0,05%-os adagolással használhatóvá tette.

Bentonit

A kötési idő vizsgálatához hasonlóan 1 2 és 3%-os adagolással vizsgáltuk.

Aktívalatlan bentonit
Szétterülés cm

| | 1% | 2% | 3% |
|--------------------|------|------|------|
| „B” 500-as pc. .. | 12,5 | 10,5 | 9,5 |
| „S. 54” | 14,0 | 14,5 | 11,5 |
| „A” 600-as pc. ... | 20,0 | 17,0 | 16,0 |

Aktívált bentonit
Szétterülés cm

| | | | |
|--------------------|------|------|------|
| „B” 500-as pc. ... | 16,5 | 18,5 | 16,5 |
| „S. 54” | 14,0 | 15,5 | 15,0 |
| „A” 600-as pc. ... | 19,0 | 19,5 | 19,0 |

50%-os vízadagolás mellett a bentonitok sem tudják kedvező értékre megváltoztatni a szétterülési értékeket.

Örlésfinomság befolyása

Az S. 54-cementből, melyből különböző finomságú őrleményeket készítettünk, elkészítettük a szétterülési vizsgálatokat is. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a 4900-as szitamaradékoknak 1,6—9,4-ig történő növelése nem jelent lényeges

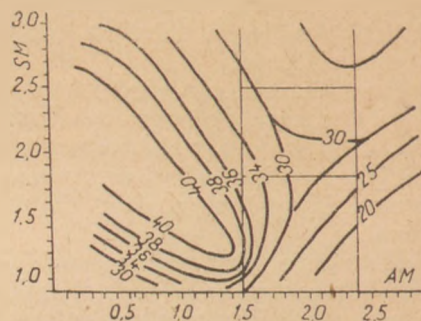
szétterülés-változást, az értékek a kísérleti hibák határán belül állandók. Ez azt jelenti, hogy az őrlésfinomság a cementpép szivattyúzhatóságára nincs lényeges befolyással.

A cementpépek szilárdsága és vízerzékenysége

A cementek a kötés és szilárdulás alkalmával a hozzáadott vízmennyiségből csak a súlyuknak megfelelő kb. 20—25%-ot használják fel, a szivattyúzhatóság miatt azonban ennél jóval nagyobb 50% vízmennyiséget is hozzá kell keverni. Ez a felesleges víz azután fellazítja a szerkezetet, ami a szilárdság csökkenéséhez vezet.

A hajlítószilárdság és a vízerzékenység cementösszetételével való változását Solacolu (2) munkájából ismerjük.

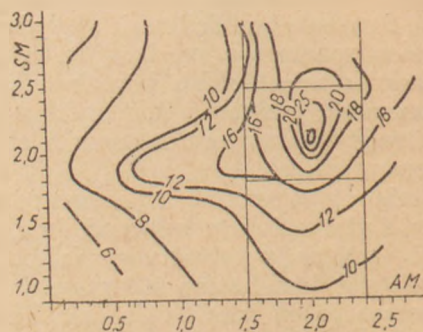
0,3 víz-cementtényező mellett a szilárdságokat az alábbi ábra mutatja:



24. ábra

A portlandcement mezőben a maximális szilárdságot a kovasavdús portlandcement felé hajló terület, a vasdús portlandcementeknél alacsony alumíniummodulus esetén magas szilikátmodulusú, magasabb alumíniummodulus esetén alacsonyabb szilikátmodulusú cementek adják.

0,5 víz-cementtényező melletti szilárdságokat a következő ábrán láthatjuk:



25. ábra

A portlandcement mezőben a szilárdság maximuma 2,0—2,1 szilikátmodulus és 2,0 alumíniummodulus területére tevődik át.

A vasdús portlandcementeknél a szilárdság maximumot az 1,8—1,9 szilikátmodulus-értéknél találjuk.

Érdekes tény, hogy míg alacsony vízadagolás (0,3 víz-cementtényező) mellett a vasdús portlandcementek nagyobb szilárdságot adnak, mint a portlandcementek, magasabb vízadagolásnál (0,5

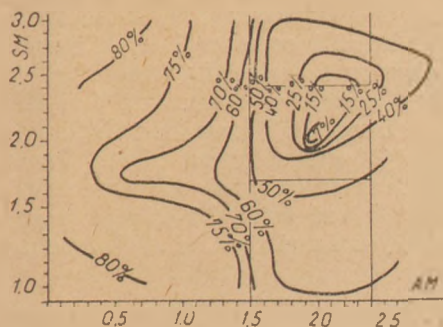
víz-cementtényező) a helyzet megfordul és a portlandcementnél kapunk nagyobb szilárdságot.

A kétféle vízcementtényezővel kapott szilárdsági értékekből kiszámíthatjuk a vízerzékenységet a következő képlet alapján:

$$V\% = \frac{S_{z_{0,3}} - S_{z_{0,5}}}{S_{z_{0,3}}} \cdot 100$$

ahol V = szilárdságsökkenés %-ban,
 S_z = a melléje írt víz-cementtényezőnek megfelelő szilárdság.

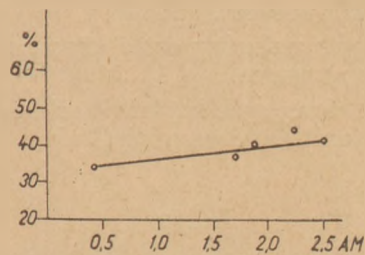
A szilárdságsökkenési értékeket grafikusan ábrázolhatjuk:



26. ábra

s a következőket olvashatjuk le:

a vasdús portlandcementek a vízfeleslegre igen érzékenyek. A portlandcementek érzékenysége már sokkal kisebb és végül legkevésbé érzékenyek azok, melyeknek szilikátmodulusa 2,0—2,1, alumíniummodulusa 2,0. Ez utóbbiaknál a szilárdságsökkenés alig 4—5%-ot tesz ki.



27. ábra

Hazai cementjeinknek is megvizsgáltuk vízerzékenységét a Solacolu-féle módszerrel, azonban a bedolgozhatóság miatt 0,4, 0,5 és 0,6 víz-cementtényezőt alkalmaztunk. A vizsgálatot kiterjesztettük nemcsak a homogén cementsorozat 3, 5, 7, 9 és 11-es cementjére, hanem a heterogén cementekre is.

| Cementfajta | 0,4 $\frac{V}{c}$ | | 0,5 $\frac{V}{c}$ | | 0,6 $\frac{V}{c}$ | |
|----------------------------|--------------------|-----|--------------------|-------|--------------------|------|
| | kg/cm ² | % | kg/cm ² | % | kg/cm ² | % |
| „B” 500-as pc. | 42,9 | 100 | 23,6 | 55,0 | 16,1 | 37,6 |
| S. 54 | 33,9 | 100 | 19,9 | 58,7 | 11,5 | 34,0 |
| „A” 600-as pc. | 41,0 | 100 | 32,5 | 79,5 | 15,7 | 38,4 |
| „E” 500-as pc. | 24,4 | 100 | 19,4 | 79,5 | 10,3 | 41,2 |
| „C” 500-as pc. | 29,3 | 100 | 26,3 | 89,7 | 13,1 | 44,7 |
| „B” 500-as traszpc. | 40,1 | 100 | 22,3 | 55,7 | 13,9 | 34,7 |
| „A” 500-as traszpc. | 32,2 | 100 | 24,0 | 74,5 | 13,7 | 42,5 |
| „D” 400-as kohós. pc. | 9,6 | 100 | 6,7 | 70,0 | 4,9 | 51,0 |
| „D” 300-as kohós. pc. | 9,6 | 100 | 7,6 | 79,0 | 5,7 | 59,5 |
| „F” 400-as trasz. pc. | 16,8 | 100 | 17,7 | 105,3 | 7,2 | 43,0 |

A homogén cementek 0,6 víz-cementtényező melletti szilárdságát — 100 %-nak véve a 0,4 vízcementtényező melletti szilárdságértéket — ábrázoljuk az alumíniummodulus függvényében.

Látható, hogy az alacsony alumíniummodulusú cementek nagyobb vízadagolásra érzékenyebbek, mint a magasabb modulusúak. Ez egyezik a Solacolu-féle megállapításokkal, azonban a szilárdságsökkenés sokkal nagyobb mérvű, mint amit Solacolu megállapít. A heterogén cementek közül a kohósalak portlandcementek mutatják a legkedvezőbb értéket, a vízmennyiség emelésével ezek tartják meg legjobban a szilárdságukat s e tulajdonságban felülmúlják a homogén cementeket is. Hibájuk, hogy a szilárdság abszolút értéke igen alacsony.

Hő hatására történő szilárdulás

A cementpép nagy mélységbe lejutva állandóan emelkedő hőmérséklettel találkozik s ezt maga is felveszi. A magas hőmérséklet hatására a szilárdság is egészen más képet mutat, mint szobahőmérsékleten. A cementeknek ezt a tulaj-

donságát vizsgálja a szovjet szabvány, amikor az 50% vízzel készült próbatesteket 48 óráig 75 C° hőmérsékleten tartja.

A vízerzékenység vizsgálatához használt cementek 48 órán át 75 C°-on tartva az alábbi szilárdsági értékeket adják:

| | 75 C° hajlító- szilárdság kg/cm ² | 20 C° hajlító- szilárdság kg/cm ² | Meleg- szilárdság ° |
|-------------------------------|---|---|---------------------------|
| „B” 500-as pc. ... | 56,8 | 34,4 | 164,5 |
| S. 54 | 31,2 | 21,3 | 146,5 |
| „A” 600-as pc. ... | 48,8 | 29,0 | 168,0 |
| „C” 500-as pc. ... | 37,8 | 22,1 | 171,0 |
| „E” 500-as pc. ... | 33,2 | 15,7 | 210,2 |
| „B” 500-as trasz pc. | 46,2 | 26,2 | 176,5 |
| „F” 400-as trasz pc. | 37,2 | 10,5 | 354 |
| „D” 400-as kohós. pc. | 27,6 | 8,6 | 322 |
| „D” 300-as kohós. pc. | 22,8 | 8,6 | 265 |
| „A” 500-as kohós. pc. | 55,6 | 24,4 | 228 |

A portlandcementek 150—170%-os szilárdságot érnek el a szobahőmérsékleten nyert értékhez képest. Valamivel jobb az „E” 500-as portlandcement, mely 210%-ot ért el. Sokkal jobb képet mutatnak a heterogén cementek, melyek hőhatásra alapszilárdságuknak 230—350%-át érik el.

Egyik fajta cement sem éri el a szovjet szabvány által 75 °C hőmérsékletre megkövetelt 62 kg/cm²-es szilárdságot.

A magyar szabvány ezt a követelményt nem állítja fel a cementre.

Az adalékanyagok hatását a szilárdságra bórsav és bentonit esetében vizsgáltuk.

Bórsav

A vizsgálat 0,05% bórsavadagolással történt.

Hajlítószilárdság kg/cm²

| | |
|---------------------|------|
| „B” 500-as pc. | 18,6 |
| S 54. | 21,4 |
| „A” 600-as pc. | 26,4 |

Látható tehát, hogy a bórsav a szilárdságra erősen csökkentő hatással van.

Bentonit

Aktívatlan bentonit

Hajlítószilárdság kg/cm²

| | 1% | 2% | 3% |
|--------------------|------|------|------|
| „B” 500-as pc. ... | 12,6 | 13,5 | 13,8 |
| S. 54. | 23,3 | 23,2 | 24,0 |
| „A” 600-as pc. ... | 17,9 | 18,4 | 16,8 |

Aktívált bentonit

Hajlítható szilárdság kg/cm²

| | | | |
|--------------------|------|------|------|
| „B” 500-as pc. ... | 13,8 | 13,2 | 12,7 |
| S. 54. | 16,6 | 23,8 | 23,5 |
| „A” 600-as pc. ... | 14,0 | 13,3 | 11,5 |

A bentonitadagolás a szilárdságokat egészen alacsony értékre szállítja le. Sem ezért, sem egyéb már kimutatott hatásaiért a cementpépet nem teszi arra megfelelővé, hogy a szabvány előírásait kielégítse.

Cementpépek ülepedése

A cementek kötésejének lassítására az a módszer, hogy az anyagot durvára őrlik, nem alkalmazható, mert az ilyen cement ülepedésre hajlamosabb, ennek következtében egyenetlenebb szilárdsággal rendelkező zónákat eredményez (3). Ezenkívül, mint láttuk, a kötési idő kielégítő szabályozására olyan durván kellene őrölni, ami sem szilárdsági, sem egyéb szempontból nem engedhető meg. Hasonló okból félnek a fűrési szakemberek a heterogén cementek alkalmazásától és felhasználása ellen a legelősebben tiltakoznak.

A külföldi szakirodalomban sok helyen találunk példát heterogén cementek felhasználására, mely részben a cement kötési idejét, részben tömörségét és vízzáróságát kedvezően befolyásolja. Hátrányuk viszont, hogy az adalékanyag a szilárdságot csökkenti.

Wellinger (13) leírásában ismertetőt találunk a kohósalakcementekről s megjegyzi, hogy ezeknek kérdése még nincs teljesen tisztázva s előnyei messze túlhaladják hátrányait.

Az egyéb adalékanyagok közül meg kell említeni a szálas anyagokat, melyeknek alkalmazásáról a kötési idő szabályozásánál már beszéltünk. Lutzenko és Godsovskaja (1) által 25% habkőadalékkal készült cementről írt közlemény megemlíti, hogy ez a cementfajta nem vált be, Matschinski (1) kísérletei szerint 20% 0,38 mm-nél kisebb szemmagyságú kvarchomokkal készült cement igen jó eredményeket adott. Vines és Voronca (1) traszadagolással kísérleteztek, mely a cementet tömörre teszi, kötési idejét meghosszabbítja, szilárdságát viszont az első napokban csökkenti.

Jóllehet az MNOSZ 4704 csak homogén portlandcement használatát engedi meg, megvizsgáltuk a magyar heterogén cementeket is, mennyiben tesznek eleget a szabványelőírásoknak.

| | Kötési idő percben | | Széttérülés | Szilárdság |
|---------------------------|--------------------|------|-------------|------------|
| | kezdet | vége | | |
| „B” 500-as trasz pc. | 71 | 91 | 10,0 | 22,3 |
| 400-as trasz pc. ... | 87 | 103 | 10,5 | — |
| „A” 500-as trasz pc. | 97 | 128 | 13,0 | 24,0 |
| „A” 500-as trasz pc. | 161 | 185 | 19,0 | — |
| „D” 300-as kohósalak pc. | 270 | 300 | 19,0 | 7,6 |
| „D” kohósalak pc. | 222 | 247 | 17,6 | — |
| „D” 400-as kohósalak pc. | 172 | 225 | 20,0 | 6,7 |
| „D” 400-as kohósalak pc. | 192 | 209 | 18,5 | — |
| „F” 400-as trasz pc. | 80 | 95 | 12,0 | 17,7 |
| „F” 400-as trasz pc. | 57 | 79 | 10,0 | — |

A táblázatból látható, hogy a „D” 300-as és 400-as kohósalak-portlandcementek éppen lassú kötésükkel tűnnek ki, ezért pl. különlegesen forró kutak cementezésére lennének alkalmasak. A kohósalakcementek, mint egyéb betonvizsgálatokból tudjuk, igen kedvezően szilárdíthatók gőzöléssel. ezenkívül a kellő széttérülési mértékkel is rendelkeznek.

A külföldi mélyfűrési cementek vizsgálatára sikerült kapnunk két kismennyiségű olasz mélyfűrési cementmintát, melyek 1000 és 2000 jelzéssel érkeztek. A jelzés valószínűleg azt a mélységet jelenti, ameddig a cement használható.

Mindkét cement heterogén cement és az elemzések szerint kb. 30—32% kvarcadalékot tartalmaz.

A cementek fizikai jellemzői a következők voltak:

1000 jelzésű

| | | | |
|--|-------------------------|---------|---------------|
| 900-as szitamaradék | 0,05% | 2 nap | 28 nap |
| 4900-as szitamaradék | 3,0 % | | |
| MNOSZ 4702 szerinti | nyomó szilárdság | 262 | 550 |
| | húzó | 23,0 | 28,0 |
| MNOSZ 4704 szerinti kötési idő 75 C°-n ... | kezdet | 90 perc | vége 125 perc |
| Hajlítószilárdság 2 napos | 16,4 kg/cm ² | | |

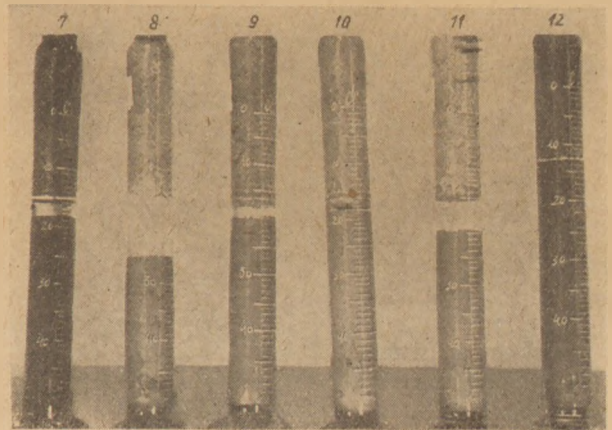
2000 jelzésű

| | | | |
|--|-------------------------|----------|--------------|
| 900-as szitamaradék | 0,05% | 2 nap | 28 nap |
| 4900-as szitamaradék | 3,6 % | | |
| MNOSZ 4702 szerint | nyomó szilárdság | 218 | 534 |
| | húzó | 22 | 31 |
| MNOSZ 4704 szerinti kötési idő 75 C°-n ... | kezdet | 165 perc | vége 45 perc |
| Hajlítószilárdság 2 napos | 11,7 kg/cm ² | | |

Látható tehát, hogy a cementek csaknem azonos kémiai összetétel mellett különböző kötési idővel rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy a 2000 jelzésű kötési lassítószert tartalmaz. Ugyanakkor a hajlító-húzószilárdság igen alacsony a magyar szabvány 28 kg/cm² értékéhez képest.

A heterogén cementek alkalmazhatóságának tisztázása végett megvizsgáltuk, hogy mennyire hajlamosak ezek a cementek az ülepedésre és ugyanakkor megnéztük, hogy a portlandcementek különböző őrlésfinomság mellett milyen mértékű ülepedést mutatnak.

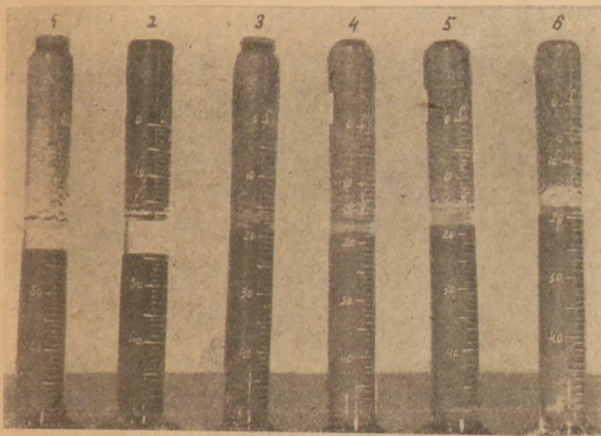
A vizsgálatot úgy végeztük, hogy 50 gramm cementet ugyanilyen mennyiségű vízzel rázóhengerben összeráztuk (vízcementtényező 1) és félórai ülepedés után mértük a különváló víz térfogatát. Az eredmények a következő fényképfelvételeken láthatók:



29. ábra

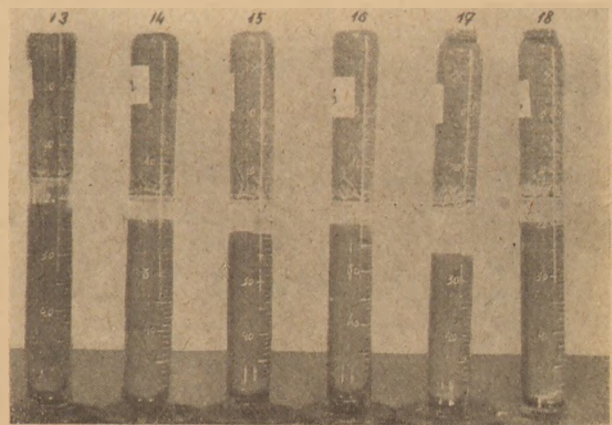
Az ülepedési kísérletek tehát azt mutatják, hogy a heterogén cementek ülepedése semmivel sem nagyobb, mint a portlandcementeké, sőt éppen a durva őrlésű portlandcement („E”) adja a legnagyobb szétválást.

Az őrlésfinomság befolyását mutatja az alábbi fényképfelvétel, ahol ugyanazon különböző finomságúra őrlött „A” klinker eredményét láthatjuk.



28. ábra

| | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| 1. „A” 600-as portlandcement .. | Vízleadás | 6 cm ³ |
| 2. „A” 500-as trasz pe. | Vízleadás | 7 cm ³ |
| 3. „B” S. 54 jelű pe. | Vízleadás | 3 cm ³ |
| 4. „B” 500-as pe. | Vízleadás | 4 cm ³ |
| 5. „B” 400-as trasz pe. | Vízleadás | 4 cm ³ |
| 6. „B” 500-as pe. | Vízleadás | 4 cm ³ |
| 7. „F” 400-as trasz pe. | Vízleadás | 4 cm ³ |
| 8. „E” 500-as pe. | Vízleadás | 10 cm ³ |
| 9. „C” 500-as pe. | Vízleadás | 4 cm ³ |
| 10. „D” 300-as kohósalak pe. | Vízleadás | 3 cm ³ |
| 11. „D” 400-as kohósalak pe. | Vízleadás | 5 cm ³ |
| 12. „F” klinker | Vízleadás | 1 cm ³ |



30. ábra

| | |
|---------|----------------------|
| 13/1 % | 4900-as maradék |
| 14/2 % | 4900-as szitamaradék |
| 15/4 % | 4900-as szitamaradék |
| 16/6 % | 4900-as szitamaradék |
| 17/8 % | 4900-as szitamaradék |
| 18/10 % | 4900-as szitamaradék |

A sorozatból látható, hogy őrlésfinomság befolyással van az ülepedésre s a 4900-as szita-maradékknak 1—8-ra való emelkedése a feladott vízmennyiség kétszeresére emelkedését jelenti. Ez is figyelmeztetés a túl durva őrlés elkerülésére.

Összefoglalás

A mélyfúrási cement előállítása nem egyszerű probléma, már csak azért sem, mert nincsenek egységes előírások arra vonatkozóan, hogy a cementnek milyen tulajdonsággal kell bírnia. Mint láttuk, a legellentétebb követelmények, összetételek, kiegészítő- és adalékanyagok szerepelnek az irodalomban, ami a cementtel szemben támasztott kívánások kiforrottságát támasztja alá. A cementipar tehát, ha mélyfúrási cementet akar előállítani, a hazai olajipari szakemberek kívánásainak kielégítésére kell, hogy törekedjék.

Ezen az alapon vizsgáltuk hazai cementjeinket is. Megvizsgáltuk az egyes tulajdonságokat, milyen módon, vagy mivel tudjuk szabályozni, hogy a magyar szabvány előírásainak megfeleljenek. Így végigvizsgáltuk a kötésidőt, plaszticitást, szilárdságot, vízerzékenységet, gőzölhetőséget, ülepedést és ezekből az alábbi következtetéseket vonjuk le.

Alig van cement, mely adalékanyag nélkül használható mélyfúrási célokra. A magas vasoxid-tartalmú cementek azok, melyek magas hőmérsékleten megfelelő hosszú kötésidőt mutatnak.

A magyar cementek közül csak az S. 54-cement felel meg a kötésidő előírásoknak. Ez a cement azonban vízzel keverve nem mutat elég nagy plaszticitást, vízerzékenysége túl nagy s 50% vízzel szilárdsága sem éri el a kívánt 27 kg/cm²-t.

A megfelelő kötésidő az ezen cementfajtákból hiányzó trikaliumaluminium-tartalomnak köszönhető.

Az őrlésfinomság változtatásával történő kötésidőszabályozás nem vezet kellő eredményre s a cement egyéb tulajdonságait is rontja.

A jelenleg előállított magyar cementnek a mélyfúrási cementszabvány követelményeit nem elégítik ki minden körülmények között.

Mélyfúrási cement előállítható lenne olyan úton, hogy nagyszilárdságú 600-as minőségű ce-

mentet, melynek alumíniummodulusa 1,2—2 közt van s 50% vízzel keverve meghaladja az előírt 27 kg/cm² kétnapos szilárdságot — becsomagolva 10 napig pihentetnek, majd felhasználáskor a vízbe a cementsúlyra számított 0,05% szilárd szulfiditlúgnak megfelelő szulfiditlúgoldatot adnak, mely megnyújtja a kötésidőt és növeli a pép plaszticitását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) *Platzmann*: Zement, 1948. február.
- (2) *Solacolu*: Zement, 1939. március
- (3) *Wittekindt*: Erdöl und Kohle, 1954/3—4.
- (4) *Bereczky*: Magyar Kémikusok Lapja, 1947. 17. sz.
- (5) *Carrol B. Coret*: Rock Products, 1951 október
- (6) *Endell*: Erdöl und Kohle, 1950/3
- (7) — — Rock Products, 1949/V.
- (8) *Sesztoperov—Ivanov—Ljubimova*: Cement (szovjet) 1952/6
- (9) *Sacov*: Olajkutak fúrása, 1951.
- (10) *Dr. Szurovi*: A korszerű forgó (rotary) fúrás, 1949.
- (11) *Dr. Aliquander*: Olajkutak fúrása, 1951.
- (12) *Kühl*: Zementchemie II.
- (13) *Vellinger*: Third World Petroleum Congress, The Hague, 1951.
- (14) *Hansen*: Symposium of the Chemistry of Cement 1952. Oil well cement.

EGYÉB IRODALOM

- Mazalan*: Bányászati és Kohászati Lapok, 1939.
Forsch: Auf Geb. d. Ingenieurwesens, 1935/1.
H. Schmidt: Dissertation, Hannover, 1937.
 I. G. Farbenindustrie: Szabadalmak.
 Kennedy, Ind. Eng. Chem. 1936.
L. S. Brown: Ind. Eng. Chem. 1936.
 Drilling Mud, 1934/2.
 EMPA-jelentések, 79, 141.
 Zement, 1942.
 Petrol Ind. Aserbaidshan, 1936. 11.
 Zement, 1936.
 Oil-Gas J., 35. Nr. 1. 1936.
 Rock Products, 39. Nr. 12. 1936.
 J. Instn. Petrol Technologists, 22, 1936.
 Ciment so Beton 4. 5. 1937.
 Petrol, Engr. 9. 1938.
 Cement (szovjet) 1938/5.
 Petrol, Engr. 10. 1939.
 Petrol Wirtsch. (szovjet) 20. 1939.
 Oil Weckly, 94, 1939.
 Ind. Baumater (szovjet) 1940/7.
 An. Nihelor (román) 23, 1940.
Garadnai: Mélyfúrási cement, 1954.

Újra előfizethető az

É P Í T Ő A N Y A G

Előfizetéseket felvesz

a Posta Központi Hírlap Iroda, Budapest, V. kerület, József nádor tér 1.

Telefon: 180—850. Csekk számlaszám: 61,251

Előfizetési díj: egy évre 72.—, félévre 36.—, negyedévre 18.— Ft

Kerámiai kondenzátorok

GROFCSIK ELEMÉR

A híradástechnikai ipar gyorsütemű fejlődésével egyidejűleg és egyenlő mértékben kell fejlődnie a dielektrikumok minőségi és mennyiségi gyártásának is.

A finomkerámia iparnak fel kell készülnie arra, hogy a kerámiai anyagú kondenzátor dielektrikumok gyártásának területén olyan előrehaladás történjen, mely megfelel a híradástechnikai ipar fejlődésének.

E cikk rövid áttekintést nyújt a kerámiai kondenzátorokról.

A kondenzátor olyan rendszer, mely két, vagy több — általában fémlemez — vezetőből és az ezeket elválasztó dielektrikumból áll.

A híradástechnikai iparban, például a rádiótechnikában a rezgő-körök kondenzátor dielektrikumaként használatosak kerámiai anyagok.

A kerámiai kondenzátorok típusainak egy részét kis feszültségre és kis teljesítményre veszik igénybe. Ezek legjellemzőbb fajtái a cső, tárcsa, harangalakú és az ún. beállító (trimmer) kondenzátorok. A beállító kondenzátorokkal állandó hőmérséklet tényező mellett a rezgőkör kapacitását tudjuk szabályozni, vagy állandó kapacitás mellett a dielektromos állandó hőfoktényezőjét változtathatjuk meg.

A kerámiai kondenzátorok másik nagy csoportját alkotják a főleg adókészülékekben alkalmazott nagyalakú peremes tárcsa és hengeres vagy fazékalakú formák.

A kondenzátor dielektrikumok főbb elektromos jellemzői:

dielektromos állandó,

dielektromos állandó hőmérsékleti koefficiense.

vezetőképesség,

dielektromos veszteségi tényező,

elektromos átütési szilárdság.

A *dielektromos állandó* értéke azt fejezi ki, hogy az adott dielektrikumú kondenzátornak hányszor nagyobb a kapacitása, mintha a vezetők közötti tér légüres lenne. A kondenzátor kapacitása egyenes arányban áll a dielektromos állandó értékével és a fegyverzetek felületével, a falvastagsággal pedig a viszony fordított, síkkondenzátor esetén az alábbi összefüggés szerint:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot F}{3,6 \cdot \pi d} (pF)$$

ahol a C = kapacitás, ε = dielektromos állandó, F = fegyverzetek felülete cm^2 -ben, d = a dielektrikum vastagsága cm -ben.

A dielektrikumok lehetnek nem polárosak, vagy polárosak aszerint, hogy a molekulák pozitív és negatív töltéseinek középpontjai egybeesnek vagy nem. A nem poláros anyagok villamos erőtér hatására polarizálódnak. Polarizáció hatására a molekula saját erőteret létesít maga körül, mely a külső elektromos teret gyengíti. Az egy-egynyi térfogatban lévő molekulák száma és pola-

rizálhatósága egyenes arányban befolyásolja a dielektromos állandó nagyságát.

Poláros dielektrikumok dipólusainak rendezetlen irányítása az elektromos erőtér hatására rendeződni, a dipólusok az erőtér irányában állni igyekeznek. Ennek tudható be a poláros anyagok nagyobb dielektromos állandója és erősebb hőmérséklet függősége szemben a nem poláros anyagokkal.

A hőmérséklet változása általában befolyásolja a dielektrikum dielektromos állandóját. A dielektrikumként használt anyag tulajdonságainak megfelelően a változás lehet pozitív és negatív. A *dielektromos állandó hőmérsékleti koefficiensének* mértékét az 1° -ra eső kapacitásváltozásnak az eredeti kapacitáshoz viszonyított értékével fejezzük ki.

Tekintve, hogy abszolút szigetelőanyag nem létezik, a dielektrikumokat igen nagy ellenállású vezetőknek tekinthetjük. A vezetés ionos és így a hőmérséklettől erősen függ. Ellentétben a fémes vezetéssel, a szigetelőanyagok *vezetőképessége* a hőmérséklet emelkedésével nő. Magas hőmérsékleten különösen az alkálidús szigetelőanyagok válnak vezetőkke.

A vezetés és az említett polarizációs veszteségek képezik a dielektromos veszteséget. A dielektromos veszteségek a frekvenciával nőnek. A keletkező hőmennyiség a kondenzátort felmelegíti. Ha a környezet felé sugárzott hő kisebb mint a veszteségek folytán keletkező, akkor olyan mértékben melegedhet fel a kondenzátor, hogy törés, átütés keletkezik. A dielektromos veszteségi értéket a *veszteségi tényező* fejezi ki. Ez a kifejezési mód analóg az indukciónál használatos fáziseltolódás ($\cos \varphi$) alapján történő meghatározással. A különbség az, hogy míg az említett esetben az ideális állapot a feszültség és az áramerősség egybeeső fázisa, addig a tökéletes szigetelést az áramerősségnek a feszültséghez viszonyított 90° -os előresietése jellemzi. A 90° -os fázis eltolódás a dielektromos veszteségek nagyságával arányosan csökken. A veszteség nagyságát konvencionálisan a fáziseltolódás pótszögének tangensével fejezzük ki.

Ha a kondenzátor fegyverzetei között lévő feszültséget egy meghatározott érték fölé emeljük, bekövetkezik a töltés kiegyenlítődés „átívelés” vagy a szigetelő anyagon keresztül történő „átütés” formájában.

Az átívelési feszültség növelhető megfelelő kúszófelület kiképzésével. Az átütési feszültség a dielektrikum falvastagságának növelésével és az alkalmazott anyag helyes megválasztásával növelhető. Az *átütési szilárdság* értékét kV/mm egységekben adják meg.

Előzőekből látható, hogy a kerámiai dielektrikummal szemben igen nagyok és sokoldalúak a követelmények. Az elektromos követelmények-

hez járulnak még sok esetben a mechanikai követelmények is.

A dielektrikumként alkalmazott anyagok túlnyomórésze nem tudott megfelelni minden egyes követelménynek. Az elektromos igényekhez járulnak még sok esetben a mechanikaiak is. A csillám pl., mely jó átütési szilárdságú tulajdonságokkal rendelkezik és veszteségi tényezője is megfelelően alacsony értékű, kerámiai anyagokkal szemben sok területen nem versenyképes, mert dielektromos állandója alacsony, hőefficiense állandó értékű és formaképzésre nem alkalmas.

Különböző massaösszetételek esetén kerámiai anyagokkal meglehetősen sokoldalú elektromos igények elégíthetők ki.

A nyersanyag megválasztásánál általában elsődleges szempont a minél nagyobb dielektromos állandó. Ezt az igényt a titándioxid elégíti ki legjobban. Előfordulási formái közül a tetragonális rendszerben kristályosodó rutil a legmegfelelőbb. Ennek dielektromos állandója a kristálytengellyel párhuzamos irányban 173, polikristályos állapotban pedig 114. A titándioxid másik két módosulatának már lényegesen alacsonyabb a dielektromos állandója. A brookité 78, az anatazé 31. Ezek a módosulatok kondenzátor kerámia céljára nem előnyösek a massa megmunkálhatóságára gyakorolt káros hatásuk következtében. Egyébként függetlenül attól, hogy melyik módosulatból indulunk ki, hevítés alkalmával mindkét metastabil módosulatból rutil képződik.

A híradástechnikai ipar gyártmányainál egyik fontosabb törekvés a miniatürizálás, amit kondenzátorok vonalán úgy lehet elősegíteni, hogy minél kisebb méretben minél nagyobb kapacitást biztosítsunk. A titándioxid különösen nagy dielektromos állandója ezt a törekvést elősegíti. A dielektromos állandó nagysága elsősorban az anyag térfogategységében levő titándioxid, illetőleg rutil-kristályok mennyiségétől függ (1. ábra). A tiszta titándioxid veszteségi tényezője alacsony, általában egy MHz frekvencián mérve $5-10 \cdot 10^{-4}$ értéket mutat, azonban a gyárthatóság érdekében adalékanyagokkal kell dolgoznunk.

Az adalékanyagok célja egyrészt a massa plasztikusságának növelése, másrészt a tömörre égési hőmérséklet leszállítása. A plasztikusság növelése kizárólag képlékeny anyagok adagolásával nem oldható meg, mert ezek erősen gátolják az egységes szöveti szerkezet kialakulását, ezáltal rontják az elektromos tulajdonságokat. Kis mennyiségű

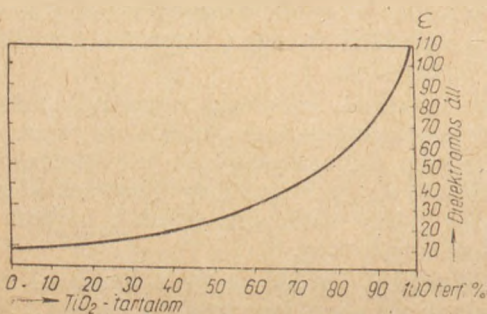
nyiségű agyag alkalmazása mellett a plasztikus-ságot elsősorban szerves kolloidokkal lehet biztosítani. A tömörre égés hőfokának leszállítására Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Pb oxidjai vagy titanátjai alkalmazhatók. Egyes anyagok a titándioxiddal kémiai reakcióba lépve sokkal alacsonyabb dielektromos állandót eredményeznek, ezért a járulékos alkotórészek megválasztásánál elsőrendű szempontként szerepel, hogy vegyi reakció ne jöhessen létre a titándioxid és ezen kísérő alkotórészek között. A massaösszetételt úgy kell megállapítani, hogy a tömörre égési és olvadási hőmérséklet intervalluma minél nagyobb legyen, figyelembevéve a kerámiai ipar égetőkemencéinél a finomabb hőmérséklet szabályozással kapcsolatos nehézségeket. Magát a nagyüzemi gyártást a legnagyobb körülmények mellett szinte „laboratóriumi” körülmények között kell végezni. Nagyon fontos a nyersanyagok megfelelő tárolása és előkészítése, az állandó egyenetlen tulajdonságok biztosításával. Általában hasonló a gyártásmenet a kerámiai gyártás szokásos technológiájához. A nyersanyagok recept szerinti bemérése után golyós malomban kerülnek őrlésre, majd szűrőszajtolás és vácuumsajtolás után a gyártmányok egy részénél hidraulikus üzemi préssel szájnnyíláson átsajtolva történik a forma-képzés. Az anyagelőkészítésnél nagy súlyt kell helyezni az adalékanyagok, különösen az agyag tisztaságára. Egyes technológiák szerint vácuumsajtolás után célszerű a masszát néhány hónapig pihentetni, mely idő alatt az Al_2O_3 , CaO, MgO, és az ezekhez hasonló oxidok hidrolízise végbemegy és kolloid állapotú hidroxidok képződnek, melyek a megmunkálhatóságot előnyösen befolyásolják.

A plasztikus formaképzés mellett egyes kondenzátortípusok kialakításánál, illetőleg nem plasztikus masszák alkalmazása esetén, a présformába való félszáraz sajtolás, és az előégetett tömbökből való mechanikai megmunkálást alkalmaznak.

Az égetésnél rendkívül fontos az oxidáló jellegű atmoszféra. Erre különösen az égetés utolsó szakaszában kell gondot fordítani. Redukáló atmoszférában a TiO_2 alacsonyabb oxidokká redukálódik, és félvezető tulajdonságot vesz fel.

Megfelelő kristálynövekedést gátló adalékanyagok alkalmazásával el kell kerülni, hogy durva nagykristályos szöveti szerkezet alakuljon ki, mert ez rontja a dielektrikum tulajdonságait. Nagyon fontos a pórusmentes tökéletes tömörödésig történő kiegészítés, mert a pórusos dielektrikum hajlamos nedvesség felvételére és ennek következtében vesztesége megnő, szigetelési ellenállása csökken. A massa összeállításánál az ásványi eredetű üvegeképző anyagok mennyiségét figyelembe kell venni, mert a dielektrikumban fellépő veszteségeket elsősorban ezek okozzák. Az ásványi eredetű üvegyanagok rádiófrekvenciákon végzett vizsgálatai a következő eredményekre vezettek: (G. A. Zsirov: Rádiótechnikai kondenzátorok. Moszkva 1950.)

1. Az üvegeképző oxidok (B_2O_3 , SiO_2) tiszta állapotban kis veszteségűek és veszteségeik a magasabb hőmérsékleteken sem nőnek meg.



1. ábra

2. Az alkáli fémek (Li, Na, K) oxidjaiból képzett üvegek hozzáadására a veszteségi szög hirtelen megnő. A legnagyobb hatást a kisméretű ionok okozzák. A veszteségek növekedése az ionkoncentráció függvényében nagyjából exponenciálisan folyik le. Az alkáli üvegek veszteségei rohamosan nőnek a hőmérséklettel.

3. A nehézfémek és az alkáli földfémek (Ba, Ca, Pb, Mg) oxidjainak hozzáadagolásakor a tiszta üvegek veszteségei csak jelentéktelenül nőnek meg, ellenben a bázikus oxidokat tartalmazó üvegek veszteségei hirtelen csökkennek.

Eszerint világos, hogy a kondenzátorok dielektrikumához szükséges kerámiaanyag összeállításakor kerülni kell az alkáli fémeket tartalmazó üvegek képző oxidokat. Ha technológiai okból ezek az oxidok elkerülhetetlenek, akkor káros hatásuk csökkentésére a masszához nehéz fémek, vagy alkáli földfémek oxidjait is hozzá kell keverni.

A titándioxid tartalmú kerámiai masszák nagy dielektromos állandójuk következtében elterjedtek ugyan, azonban nagy hátrányuk az erős hőmérsékletfüggőség negatív hőfok-tényező mellett. A hőmérséklet emelkedésekor a dielektromos állandó értéke nagymértékben csökken (2. ábra). A hőmérsékleti együttható: $-700 \dots -800 \cdot 10^{-6}$ pF/pF °C°. A hőfok függéseken kívül a rutilbázisú anyag nagymértékben frekvencia függő is. A veszteségi tényező értéke nagymértékben változik a frekvenciával. A frekvenciafüggőség csökkentése céljából adalékanyagul a TiO_2 egyrésze ZrO_2 -al — ami egyébként a veszteségi tényező értékét is javítja — vagy PbO_2 -al helyettesíthető.

A titándioxid (rutil) alapanyagú kerámiai kondenzátor anyagok dielektromos állandójának erős hőfüggése és negatív tényezője szükségessé tette olyan kerámiai dielektikumok létrehozását, melyeknél fenti hiányosságok kevésbé állnak fenn.

A kísérletek olyan masszák kidolgozásához vezettek, melyek a titándioxidot titanát alakjában tartalmazták. Különösen az alkáli földfém titanátok a magnézium és a báriumtitanát váltak be. A $MgO-TiO_2$ rendszerek hőmérsékleti állapotgörbéje szolgáltatja az alapot a magnézium-titanát bázisú kondenzátorok előállításához (3. ábra). Az összetételtől függően három kristályos vegyü-

let keletkezhet :

magnézium ortotitanát ($2 MgO \cdot TiO_2$),

magnézium metatitanát ($MgO \cdot TiO_2$),

magnézium dititanát ($MgO \cdot 2TiO_2$).

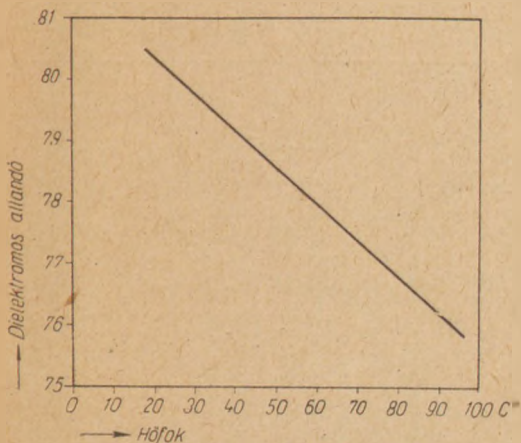
Legvalószínűbb az ortotitanát képződése. Röntgenvizsgálatokkal megállapítható, hogy ez a folyamat még akkor is végbemegy, ha a molekuláris összetétel nem felel meg az ortotitanátnak. A veszteségi tényező nagyjából megegyezik a rutilbázisú anyaggal, a dielektromos állandó hőkoefficiense azonban már pozitív tényezőjű és lényegesen alacsonyabb $50 \dots 100 \cdot 10^{-6}$. Nagy hátránya ezen anyagoknak az alacsony dielektromos állandó (11–17), mely a miniatürizálás akadályát képezi. A nagyüzemi gyártástechnológiánál problémátikus a megmunkálhatóságot elősegítő adalékanyagok megválasztása, mivel a magnéziumtitanátos anyagok dielektromos tulajdonságait az adalékanyagok nagymértékben és rossz irányban befolyásolhatják.

Báriumtitanát alkalmazásával a dielektromos állandó javítható 40–46 értékre, a dielektromos állandó hőkoefficiense negatív előjelű és alacsony értéket vesz fel ($-30 \dots -80 \cdot 10^{-6}$). E tulajdonságai alapján már kisméretű rezgőköri kondenzátor gyártására is alkalmassá válik.

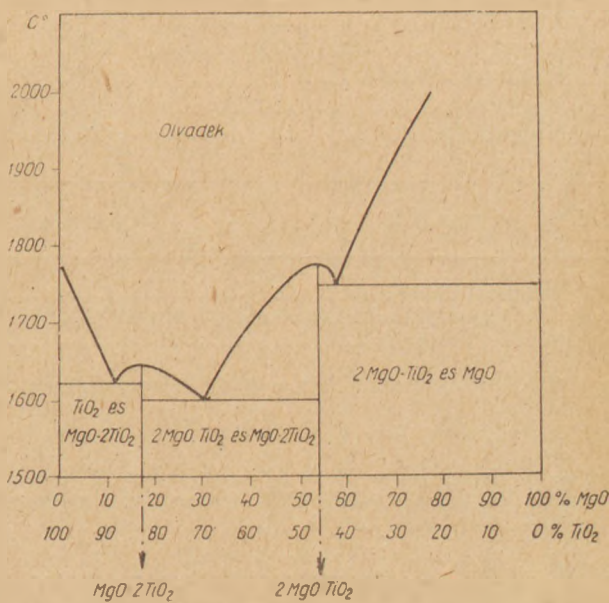
További kísérletek alkáli földfém titanátokkal arra az eredményre vezettek, hogy a tiszta titándioxidnál lényegesen magasabb dielektromos állandóval rendelkező masszákat sikerült előállítani.

Bárium-stroncium titanátokkal 10 000-es dielektromos állandó is elérhető, viszont a dielektromos állandó hőkoefficiense nagymértékben megnő ($-5000 \dots -8000 \cdot 10^{-6}$).

Azokon az alkalmazási helyeken, ahol a rendkívül magas dielektromos állandó a lényeges tulajdonság és a hőfokfüggőség elhanyagolható

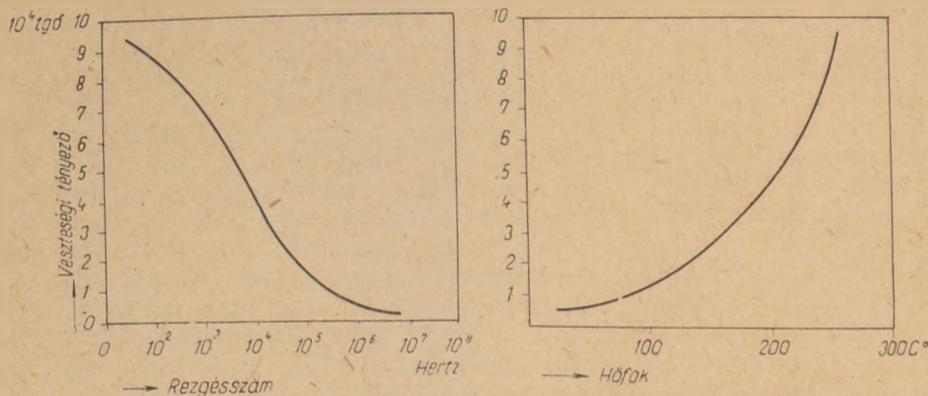


2. ábra



A MgO-TiO₂ rendszer hőfok állapotgörbéje

3. ábra



4. ábra

paraméter, jól beváltak ezen anyagból készült kondenzátorok (4. ábra).

A különböző célokat szolgáló kerámiái kondenzátorok masszáinak összetételére nézve még távolról sincs kimerítve minden lehetőség. G. A. Zsirov 1950-ben Moszkvában megjelent könyvében az alábbi szovjet kondenzátor massaösszetételeket és azok tulajdonságait közli:

Bogorogyickij és Banyejev az általuk *aluminoxidnak* elnevezett kerámiamasszát dolgozták ki. A massa α timföldből áll, ehhez olvasztóanyagként 0,5–1% kalciumoxidot (CaO) adagolnak. 1750 °C körüli hőmérsékleten végzett kiégetés után ebből a masszából eléggé jó jellemzőjű dielektrikumot kapnak. Ezen dielektrikum nagyon alkalmas nagyfrekvenciás kondenzátorokhoz, azonban technológiai nehézségek következtében az aluminoxid nem terjedhetett el. A kiégetéshez igen magas hőmérsékletre van szükség, nem eléggé plasztikus és hogy jó elektromos jellemzőket kapjunk, a belőle készített alkatrészt kiégetés közben gázt át nem bocsátó burkolatba kell helyezni.

A *tikond 80*. titándioxid, agyag és olvasztóanyagok keveréke. Összetétele a következő:

| | |
|----------------------|-----|
| Titándioxid | 85% |
| Agyag | 10% |
| Báriumkarbonát | 3% |
| Márvány | 1% |
| Magnézium | 1% |

A masszát kb. 1300 °C-on égetik ki. A kész dielektrikum dielektromos tulajdonságai: dielektromos állandója 80, átütési télerőssége 5–10 kV/mm, dielektromos állandójának hőmérsékleti együtthatója $700 \cdot 10^{-6}$, veszteségi szögének tangense $24 \cdot 10^{-4}$. A *tikond 80* dielektromos állandója 10^3 Hz-től 10^6 Hz-ig 3%-kal csökken.

A *tiglin* elnevezésű anyagot G. A. Szmolenszkij mérnök dolgozta ki, a célból, hogy segítségével olyan kondenzátorokat lehessen készíteni, amelyeknek kapacitása nagyon kis mértékben függ a hőmérséklettől. A *tiglin* a rutil és a timföld kitűnő dielektromos tulajdonságait egyesíti magában. A rutil dielektromos állandójának nagy negatív hőmérsékleti együtthatóját a *tiglin*ben a timföld pozitív hőmérsékleti együtthatója egyenlíti ki. Agyag hozzáadásával a massa elég képlékenyvé válik arra, hogy nyíláson átsajtolva csöveket lehessen belőle előállítani. A hozzáadagolt egyéb anyagok azért szükségesek, hogy az égetési hőmérséklet alacsonyabb legyen. A *tiglin* anyagok százalékos összetételét, dielektromos és mechanikai tulajdonságait az alábbi táblázatok mutatják:

| Az egyes alkotók megnevezése | S ú l y r é s z | | |
|------------------------------|-----------------|----------|----------|
| | Tiglin A | Tiglin K | Tiglin M |
| Titándioxid | 20 | 25 | 42–45 |
| Timföld | 40 | — | — |
| Agyag (képlékeny) | 20 | 20 | 20 |
| Báriumkarbonát | 10 | 10 | 5 |
| Hidrobórcit | 10 | 10 | — |
| Magnézium | — | 2–5 | 25–28 |
| Földpát | — | — | 2–3 |
| Kréta vagy márvány .. | — | — | 2 |
| Kaolin | — | 32 | — |
| Kalciumoxid | — | 2–5 | — |

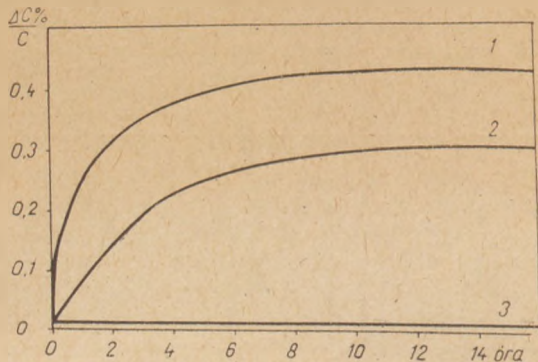
| J e l l e m z ő k | A n y a g | Tiglin A | Tiglin. M | Tiglin K |
|---|-----------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Dielektromos állandó | | 12,5 | 14 | 12 |
| A dielektromos állandó hőmérsékleti állandója 20 °C és 80 °C között | | $-20 \cdot 10^{-6}$ | $20 \cdot 10^{-6}$ | 0 |
| $\tan \delta$ 10^6 Hz frekvencián és $t = 20$ °C hőmérsékleten .. | | $(4,5-6) \cdot 10^{-4}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | $10 \cdot 10^{-4}$ |
| Átütési szilárdság $f = 50$ Hz frekvencián, kV/mm .. | | 15 | 20 | 10 |
| Fajlagos ellenállás $t = 20$ °C hőmérsékleten, Ω cm .. | | 10^{14} | 10^{14} | 10^{14} |
| Fajlagos felületi ellenállás 60% viszonylagos nedvességben | | $10^{11}-10^{12}$ | $10^{11}-10^{12}$ | 10^{12} |
| Fajsúly, g/cm ³ | | 3,1 | 3,2 | 2,7 |
| Lineáris hőtágulási együttható 20 °C és 100 °C között | | $6 \cdot 10^{-6}$ | $7 \cdot 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| Hajlítószilárdság, kg/cm ² | | 1000 | 1000 | 700 |

Híradástechnikai kerámiái szigetelő masszák alapanyagai és tulajdonságai

| A n y a g a | Kaolin + földpát + kvarc | Talkum + járulékos anyag II. oszt. | Talkum + járulékos anyag I. oszt. | Rutil (TiO ₂) jár. anyagok | δ Magnézium-titanát | Báriumtitanát + TiO ₂ | Báriumtitanát + stroncium-titanát |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Dielektromos állandó | 6—7 | 6—6,5 | 6 | 80—85 | 12—16 | 40—45 | 2000—3000 |
| Dielektromos állandó hő-koefficiense TK | +550...+600. ·10 ⁻⁶ | +100+140·10 ⁻⁶ | +120+160·10 ⁻⁶ | -650—850·10 ⁻⁶ | +50+100·10 ⁻⁶ | -30—80·10 ⁻⁶ | -5000—8000·10 ⁻⁶ |
| Dielektromos veszteségi tényező 20°-on | 50 Hz-nél 100—150·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 10—18·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 3—5·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 3—10·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 4—8·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 4—8·10 ⁻⁴ | 1 MHz-nél 25—30·10 ⁻⁴ |
| Dielektromos veszteségi tényező 80 C°-nál | 200—250·10 ⁻⁴ | 25—35·10 ⁻⁴ | 6—10·10 ⁻⁴ | 10—14·10 ⁻⁴ | 10—12·10 ⁻⁴ | 9—14·10 ⁻⁴ | 35—45·10 ⁻⁴ |
| Dielektromos veszteségi tényező nedvesítés után . | 200—250·10 ⁻⁴ | 25—35·10 ⁻⁴ | 6—10·10 ⁻⁴ | 10—18 | 15—17 | 15—18 | 50—70 |
| Átütési szilárdság KV/mm . | 25—30 | 20—25 | 30—45 | 10—15 | 10—15 | 10 | 10—12 |
| Fajsúly | 2,2—2,3 kg/dm ³ | 2,6—2,8 kg/dm ³ | 2,6—2,8 | 4—4,5 | 3,1—3,2 | 3,5—3,6 | 3—3,5 |
| Húzószilárdság kg/cm ² | 250—300 | 400—600 | 450—600 | 300—800 | 450—550 | 300—800 | 450—550 |
| Nyomószilárdság kg/cm ² ... | 3000—3500 | 6000—8000 | 9000—10 000 | 3000—7000 | 3500—4500 | 3000—9000 | 3500—4000 |
| Hajlítószilárdság kg/cm ² ... | 500—700 | 1100—1300 | 1400—1600 | 900—1300 | 600—800 | 900—1200 | 600—800 |
| Keménység (Mohs) | 7—8 | 7—8 | 7—8 | 7—8 | 7—8 | 7—8 | 7—8 |
| Olvadáspont C° | 1450—1480 | 1460 | 1460 | 1350 | 1300—1350 | 1430 | 1460 |
| Égetési hőmérséklet | 1350—1410 | 1380 | 1380 | 1450 | 1435—1460 | 1290 | 1380—1410 |

A tigliinnél a dielektromos állandó és a veszteségi tényező nagy hőmérsékleti ingadozások esetén is csak kis mértékben változik, e körülmény következtében ezt nagystabilitású rezgőköri kondenzátorok gyártásához lehet felhasználni.

1939-ben Bogorogyickij titándioxidból és magnezitből előállította a *timágnak* nevezett masszát. Ez az anyag 50% rutilból és 50% magnezitből áll. Ehhez a keverékhez adagolnak még ötrész kvarcot, egyrész földpátot és tízrész olvasztó anyagot. Az utóbbit Bogorogyickij 42% báriumkarbonáttól, 39% kvarcból, és 19% borsavból állította össze. Az ilyen keverékből készített dielektrikum dielektromos állandója 13, tg δ -ja $3 \cdot 10^{-4}$ és dielektromos állandójának hőmérsékleti együtthatója $10-20 \cdot 10^{-6}$ volt. Mint önálló dielektrikum nem nagyon terjedt el, mert technológiája nehézségekbe



5. ábra

ütközik és kiégetése csak szűk hőmérséklet határok között lehetséges. Miként azonban G. I. Szkanávi kimutatta, ha a timágot megfelelő arányban tidollal keverjük, majd ezt a keveréket kb. 1300 °C hőmérsékleten kiégetjük, olyan dielektrikumot állíthatunk elő, amelynek a hőmérsékleti együtthatója eléggé jól egyezik a számított értékkel.

Ennek oka az, hogy e két anyag kiégetés közben nem alkot vegyületeket egymással akkor sem, ha a keverési arányt tág határok között változtatjuk.

A *tidol* 60% titándioxid és 40% dolomit összekeverésével előállított anyag. Dielektromos állandója 67–75, hőmérsékleti együtthatója pedig $-10 \cdot 10^{-6}$.

Cirkonos tikond. Jó dielektromos tulajdonságai vannak a titándioxidból és cirkonból összeállított kerámiaanyagnak. Ha titánt tartalmazó keverékekben ZrO_2 SiO_2 -t adagolunk, megnő a dielektrikum átütési feszültsége és mechanikai szilárdsága. A cirkondioxid dielektromos állandója 18, hőmérsékleti együtthatója pozitív. Ennek következtében titános anyagokhoz keverve nagy dielektromos állandójú és kis ($20 \cdot 10^{-6}$) hőmérsékleti együtthatójú dielektrikumokat eredményez. A cirkondioxid kedvezően befolyásolja a titános kerámia anyagok kiégetését is. Mint már említettük, ha a kiégetés redukáló hatású környezetben történik, a TiO_2 titándioxid Ti_2O_3 oxiddá redukálódhatik, ez az oxid azonban félvezető, és így nagy veszteségeket okozhat, továbbá a kondenzátor

jellemző adatait instabillá változtathatja. A cirkondioxid megakadályozza a TiO_2 redukálását. Ha a dielektrikum kiégetése 1300 °C körüli hőmérsékleten történik, legcélszerűbb $ZrO_2 \cdot 2TiO_2$ arányt venni. Ilyen aránnyal a dielektromos állandó értéke 35–40. Kiégetéskor 40 °C hőmérsékletingadozás engedhető meg. A kiégetés után kapott termék gyakorlatilag nem porozus és mechanikailag igen szilárd.

Nagy villamos szilárdsága és viszonylag kis veszteségei következtében a rutil-cirkonos dielektrikum különösen alkalmas adó rezgőköri és leválasztó kondenzátoraihoz.

A kerámiai kondenzátorgyártásnak fontos művelete a fegyverzetek felvitelére, a kivezetések felszerelése és a nedvesség elleni védelem. Mivel e munkálatok elvégzése szintén a kerámiai üzetre hárul és jó vagy rossz megoldása lényegesen befolyásolja a kondenzátor minőségét, megemlítése e helyen is szükséges.

A fegyverzetek felvitelére sok eljárás ismert. Ezek közül legcélszerűbb finomszemcsésű ezüstből, vagy ezüstoxidból készült szuszpenzió felkenése és beégetése. A fegyverzetnek mindenütt jól kell tapadnia a dielektrikumra, mert légréteg keletkezése esetén a veszteségek lényegesen nőnek. Jelentékenyen emeli a veszteségi tényezőt a fegyverzetek ellenállása, ezért törekedni kell a vastagság beállításával és a fegyverzet anyagának megválasztásával az ellenállás értékét minimumon tartani. A kondenzátorok fegyverzetét nem szabad a kerámiai dielektrikum széléig kiképezni, mivel a néhány milliméteres perem növeli az átütő, illetve átívelő feszültséget.

A fegyverzetek összekapcsolása a kivezető huzalokkal forrasztással történik. A forrasztáshoz alacsony olvadáspontú ón vagy ónezüst ötvözetek használatosak.

A kondenzátorok nedvesség elleni védelmének kidolgozása fontos és nehéz feladat. Annak ellenére, hogy jó kiégetés esetén a dielektrikum tömör, nem nedvszívó, felületén poláris volta következtében vehet fel nedvességet, mely a szigetelési ellenállás csökkenését és a veszteségek növekedését okozza. Ennek elkerülésére a kondenzátort védőbevonattal kell ellátni.

A védőanyagoknak elsősorban tökéletes nedvségzáró tulajdonsággal kell rendelkeznie, ellenállásának és veszteségi tényezőjének igen alacsonynak kell lenni, nehogy az a kondenzátor össz veszteségét megnövelje. Szükséges a megfelelő mechanikai ellenállás biztosítása a koptatási, dörzsölési igénybevétellel szemben. Az üzemi hőmérsékletet úgy kell bírnia, hogy repedés, lágyulás, deformáció, vagy leválás ne mutakozzék. A védőanyag általában lakkhártya, de szokás egyes típusú kondenzátorokat külön kerámiai anyagból készült házba helyezni.

Ez az utóbbi módszer biztosít csak teljesen kielégítő védelmet. Lehet két lépcsőben megoldani a védőréteg kialakítását úgy, hogy alapul metil-klór-szilán gőznek a kerámia felületére történő lecsapódásával — mely ott polimerizálódik — hydrofob réteget nyerünk és erre a rétegre alkalmazzuk a mechanikai védőburkolatot.

Az 5. ábrán látható a nedvesség hatásának kitett kerámiakondenzátor kapacitásának változása az idő függvényében. Az első görbe védőréteg nélküli, a második lakkal bevont, a harmadik pedig kerámiaházban légmentesen lezárt kondenzátorra vonatkozik.

Az alábbi összehasonlító táblázatban közöljük a különböző anyagú híradástechnikai szigetelőmasszák tulajdonságait:

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Hoffmann Tibor: Dielektrikumok elmélete. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1954.
 G. I. Szkanavi: Dielektrikumok fizikája. Akadémiai Kiadó, 1953.
 H. Frölich: Theory of Dielectrics. Clarendon Press, Oxford, 1949.
 G. A. Zsivov: Kondenzátori, primenjaemüje v radio-tehnikе. Moszkva, 1950.

- Mattyasovszky L.: Finomkerámiai kézikönyv, II. Budapest, 1954.
 Dr. Dénes Péter: Korszerű híradástechnikai kerámiai anyagok és alkalmazásuk. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1954.
 Dr. Déri Márta: Különleges meghatározott összetételű alkáli földfémtitanátok dielektromos tulajdonságai. Építőanyag, 1950, 11—12.
 Dr. Albert János: Különleges összetételű kerámiai anyagok az elektrotechnikában. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1943.
 Dr. Déri Márta: A piezoelektromos kerámiai anyagok kérdéséhez. Építőanyag, 1955, 6.
 Fiat Final Report No 1459.
 BIOS Final Report No 1459.
 W. Rath: Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 28., 1951.
 Bunting, Schelton, Oreamer: Journal The American Ceramic Society 30. 1947.
 Dr. Déri Márta: A nagydielektromos állandójú anyagok problémája. Építőanyag, III. évf., 11—12.

Mélyépítési kőbányászatunk műszaki fejlesztése

OZORAI GYULA

(2. közlemény)

A szakmai tudás fejlődése

A termelőerők ezen harmadik tényezőjének fejlődését számszerűen nagyon nehéz kimutatni. A fejlődést legjobban a termelékenységi mutatók érzékelteik.

Kétségtelen, hogy úgy a munkások, mint a műszaki irányítók szaktudása és tapasztalata az elmúlt időszakban növekedett. Az üzemek közötti válaszfalak, korlátok leomlottak. Az iparág műszaki vezetői teljes áttekintést szereztek az ipar összes üzeme felett, amire a múltban lehetőségük egyáltalán nem volt. A szakmai tudásban bizonyos kiegyenlítődés következett be, a kirívó ellentétek eltűntek, bár módszerbeli különbségek egyes üzemek között még mindig vannak. A múltéhoz a begyakorlott helyi módszerhez való ragaszkodás még mindig igen erős.

Egyes üzemekben számottevően megnőtt a közvetlen termelő dolgozók napi teljesítménye. Ezt részben a felszabadult, öntudatos dolgozók szocialista munkaversenyének lehet tulajdonítani, de nem hanyagolható el a szakmai gyakorlat növekedése sem.

A munkagépek folytonos szaporodásának eredményeképpen állandóan nőtt a géppel bányászni tudó dolgozók száma is. Egyszerű falusi emberek elsajátították a kompresszorok, fúrókalapácsok, motoros vontatók, szállítószalagok, drótkötéses vagonvontatók és egyéb gépek kezelésének technikáját. Igaz, hogy ezeknek szaktudása még messze nem kielégítő és ezt a gyakori géphibásodások mutatják, mégis rá kell mutatnunk, hogy a fejlődés már megindult és dolgozóink nagyrésze gépek irányítójává vált. Illyánosság ezen a téren főképpen az, hogy szaktudásuk inkább gyakorlati, és elméleti felkészültségük sajnos nagyon csekély. Vonatkozik ez elsősorban az ún. nehézgépekkezelőkre. Az elméleti képzettség elsajátítása azonban nagy nehézségekbe ütközik, mert ehhez hónapokra ki kellene kapcsolódniuk a termelő munkából. Viszont az üzemvezetőségek erre az időre mást beállítani nem tudnak, egyrészt, mert szakmunkásokban nagy a hiány, másrészt a dupla létszámhoz szükséges létszám- és munkabérekkel nem rendelkeznek.

A műszaki közép- és felső vezetők szaktudása is fejlődött, de véleményem szerint ezen a téren nagyon le vagyunk maradva, pedig itt a fejlődésnek a munkaeszközök fejlődése előtt kellene járnia.

A műszaki vezetés elmélete főleg négy irányban fejlődött:

1. A szovjet szénbányászat munkaszervezés elméletének tanulmányozása során felismertük a kőbányászat termelési munkáján belül uralkodó törvényszerű-

ségeket és ezeket tudományosan elemzve kidolgoztuk a munkaszervezés elméletét.

2. Felismertük a zúzógépek működése és a zúzottkő szemszerkezete közötti összefüggéseket és ezek felhasználásával továbbfejlesztettük a zúzás és aprítás elméletét.

3. Továbbfejlesztettük az üzemek műszaki tervezésének elméletét és újonnan épített üzeimeinknél az egyes üzemrészek és gépcsoportok elhelyezését korszerűbben oldottuk meg. Az üzemek felépítésére vonatkozó elméleti ismereteink sokat fejlődtek.

4. A régebben csak elszigetelten alkalmazott és hosszú időn keresztül feledésbe ment nagykamrás robbantások módszerét újból elővettük, gyakorlatban kipróbáltuk és eredményesen alkalmazzuk.

Új elméleti ismereteink és megfontolásaink kiálták a gyakorlat próbáját, mégis nem tudtak eleven ható anyagi erővé válni, mert műszaki felső- és középvezetőink az új elméleteket még nem sajátították el kellőképpen. Az új elméletek többnyire még csak papíron vannak, nem hatoltak be a mindennapi gyakorlati munkába. Vonatkozik ez elsősorban a munkaszervezés elméletére és az aprítási elmélet fejlesztésére. Műszaki vezetésünknek ez a nagy hiányossága aránytalanságot idézett elő a termelőerők egyes tényezői között és mint minden aránytalanság, ez is fekézője lett a fejlődésnek.

A munkaeszközök száma és a munkaerő nagymértékben megnövekedett. Több gép és több ember dolgozik ugyanabban a bányában, mint régen. Nyilvánvaló, hogy sokkal pontosabban kell együttműködni, nagyobb jelentősége van a kooperációnak. Az egyes üzemrészek dolgozói ösztönösen nem tudhatnak kooperálni. Az üzemrészek együttműködése — felsőbb irányítás nélkül — csak folytonos torlódásokon és munkafolyamat-megszakításokon keresztül tud létrejönni és ezek a zavarok természetesen nagyon rontják a termelékenységet. Az üzemi munkát fejlődésünk jelen szakaszában tudatosan irányítani kell. Pontos munkaszervezési kooperációs utasításokat kell kidolgozni és meg kell szervezni a végrehajtás folyamatos ellenőrzését. Termelésünk még nem teljesen automatikus. Nem elegendő a gépeket megadott sebességre beállítani és csak arra figyelni, hogy a gépek meg ne hibásodjanak. Az egymáshoz kapcsolódó üzemrészek teljesítménye az ott dolgozó munkások létszámától, fegyelmzettségétől és munkaintenzitásától nagymértékben függ.

Szervezés szempontjából üzeimeink élesen két részre választhatók. Az egyik rész a bánya, ahol a termelés különböző munkaeszközzel végzett, különböző

produktivitás munkafolyamatoknak ciklikus egymástánjából áll. A másik rész a belső szállítás a bányától a vasúti kocsig, korszerű üzemekben teljesen folyamatos és csaknem automatikus. A zúzás és osztályozás szervesen be van építve ebbe a folyamatba. *F két élesen elkülönülő rész munkájának összehangolása* munkaszervezésünk alapvető problémája. Az összekapcsolásban elkövetett hibák mindkét üzemszere kihatnak. A hiba rendszerint „csillehiány” formájában jelentkezik. A belső szállításnál időnként torlódás lép fel és ilyenkor az a látszat, mintha kapacitása kevés lenne, a bányában csillehiányra panaszkodnak; máskor a belső szállítás kapacitáskihasználása egészen alacsony és a terméskő termelés elégtelenségét dokumentálja.

A terméskő termelés és a belső szállítás belső törvényszerűségeit feltártuk és kidolgoztuk a szervezés elméletét, mely ezt a hibát kiküszöböli és lehetővé teszi a berendezések eddiginél sokkal jobb kihasználását. Műszaki vezetőink azonban csak tudomásul vették, hogy a kőbánya munkának is van szervezés-elmélete, de komolyan meg sem próbálták az elméletet elsajátítani és a gyakorlatban alkalmazni. Néhány helyen, ameddig a felsőbb nyomás érvényesült, foglalkoztak a munkaszervezés tudományos módszerével és a kezdeti eredmények biztatók voltak, de a nyomás megszűntével felhagytak a további próbálkozásokkal és maradt minden a régiiben, tudományos munkaszervezés helyett ösztönös, praktikus irányítás.

Üzemeink aránylag eléggé szétszórt üzemszerekből állnak. *A tudományos munkaszervezés csak akkor hozhat komoly eredményeket, ha a végrehajtást szakadatlannal ellenőrizni lehet. Korszerű összekötő berendezés nélkül az irányító bányamester, vagy üzemszere vezető erre fizikailag nem képes.* Egy műszak alatt csak egyszer vagy kétszer tudja végiglátogatni a munkahelyeket, s így nincsen kellő áttekintése és gyors intézkedésekre lehetősége.

A badacsonyi kőbányaüzemet korszerű távirányító berendezéssel szereltük fel, hogy segítségével a munka irányítója állandóan tájékozva legyen a kb. 2 km-es körzetben szétszórt üzemszerek munkájáról és módja legyen a kooperációban bekövetkezett zavarokat gyors intézkedésekkel kiküszöbölni. A berendezés a gyakorlatban jól bevált, mégis hamarosan abbahagyták használatát, mert nem értették meg a jelentőségét. Bizonyos elégtétellel kell megállapítani, hogy minden felsőbb nyomás nélkül Badacsonyan már kezdenek rájönni arra, hogy ez a berendezés milyen nagy segítséget tud nyújtani a vezetésnek. Látják, hogy *belső szállítás szervezetelem* működik az, hogy rendelkezésre álló létszámmal nem tudnak többet termelni. Látják, hogy a kooperációhiány miatt egyes bányaudvarokban fél órát kénytelenek ülni a dolgozók. Észrevették, hogy a belső szállítás elméleti számítások alapján kell megszervezni és a tervszerű végrehajtást irányítani, ellenőrizni pedig csak a *munkatávirányító berendezéssel* képesek. Talán most meg fog törni a jég, és olyan személy kezébe adják a berendezést, akinek tudása és tekintélye van az irányításhoz és aki a tények súlyán alatt maga is belátja, hogy papiroson kidolgozott pontos szervezési utasítás nélkül nem lehet úrrá lenni a szanaszét lévő üzemszerek munkája felett.

Az 1952-ben megtartott badacsonyi bemutató alkalmával műszaki vezetőink legnagyobb része elismerve az elméleti munkaszervezés és új fejlett munkatávirányítás szükségességét, néhány helyen meg is próbálkoztak a bevezetéssel, de a berendezések technikailag tökéletlenek voltak, a szervezési utasítások nem voltak eléggé alaposak, ezért az egyébként jószándékú kísérletek is kudarcba fulladtak.

Sokszor hivatkoztak objektív nehézségekre, főként az állandóan emelkedő termelési követelményekre, mely nem adott időt és módot a termelés átszervezésére, de ez a kifogás egyáltalán nem volt helytálló, mert hiszen akkor sem foglalkoztak behatóbban a magasabbrendű munkaszervezéssel, amikor a termelési feladatok felére zsugorodtak. Nyíltan meg kell mondanunk, hogy *műszaki vezetőink nem fejlesztették szervezési tudásukat, lemaradtak a termelőerők egyéb tényezőinek fejlődésétől.*

Széles körben ismertettük a zúzottkővek szemszerkezetének vizsgálatából levonható fontos gyakorlati konzekvenciákat.

Ráműtöttünk arra, hogy a zúzottkővek szemszerkezetének vizsgálatával fel tudjuk fedezni zúzó és osztályozóberendezéseink hibáit, következtetéseket vonhatunk le energiagazdálkodásunkra. Ezen nagyjelentőségű elméleti eredményeket a gyakorlatban még annyi sem hasznosítottuk, mint a munkaszervezés elméletét. *Vállalati főmérnökeink elméleti képzettsége, műszaki színvonala nem fejlődött eléggé.*

Ugyanezt mondhatjuk bányamestereinkről és művezetőinkről is. A termeléssel összefüggő új gazdasági ismeretek (tervfelbontás stb.) elsajátítása mellett, sem idejük, sem energiájuk nem maradt műszaki tudásuk fejlesztésére. A főmérnökök próbálkozásai sok esetben éppen ezért maradtak eredménytelenek. Több éves állandó iskolázásra és gyakorlásra volt szükség, hogy a tervgazdálkodás alapelemeit elsajátítsák, itt az ideje most már, hogy a műszaki ismereteik terén fennálló nagy lemaradást mielőbb behozzák.

Az üzemek felépítésére vonatkozó elméleti ismereteinket aránylag jól megvalósítottuk a gyakorlatban, bár hibákat itt is követünk el, pl. a tállyai üzemenél. Újonnan épített, illetve korszerűsített üzemünk felépítése világviszonylatban sem elmaradt és lehetőséget ad a továbbfejlesztésre.

A szaktudás fejlődésével kapcsolatban néhány szóval meg kell emlékeznünk még a nagykamrás robbantás módszeréről is. A kőjövésztésről szólva említettük, hogy a *szállító és feldolgozó gépek kapacitásának növekedése most már parancsolólag követeli a nagyüzemi kőtermelést.* Örvedetes tény, hogy a nagykamrás robbantások terén az első kezdeményező lépéseket megtettük. Bár minden üzemben az első, nem teljesen sikeres próbálkozások bizonyos ellenhatást váltanak ki, mégis ez a módszer lassan, de biztosan tért hódít üzemünkben. Itt az ideje, hogy az eredményeket alapos vizsgálatnak vessük alá, hasonlítsuk össze külföldi adatokkal, vonjuk le a szükséges általánosításokat és foglaljuk össze az elméleti tudnivalókat.

A termelőerők három tényezőjének fejlődését áttekintve állapítsuk meg röviden, hogy fejlődésüknek mely szakaszában vannak és hogyan viszonylanak egymáshoz.

A munkaeszközökben a mennyiségi fejlődés olyan szintjét értük el, ahol termelésünk már csak a munkaeszközök minőségi változással fejleszthető tovább, mert a meglévő gépek és berendezések további szaporításához szükséges munkaerőnövelésnek nincsen meg a lehetősége.

Olyan gépeket kell alkalmazni, melyek a hiányzó munkaerőt főleg a bunkózó-pakolókat pótolni tudják.

A termelőerők második tényezője, a munkaerő, létszám szempontjából lényegesen nem növelhető, de alaposan fejleszteni kell a termelőerők harmadik tényezőjét, a szaktudást. A szaktudás lemaradása szembeötlő.

Félre kell tenni a bunkózó kalapácsot és esillét, meg kell tanulni a kotrógépek kezelését és a dumperek vezetését. Bunkózó-pakoló helyett jól képzett gépészekre van szükség. *A termelőerők harmadik tényezőjében szintén minőségi változásnak kell következni.*

A szakemberek az üzsi és nagyharsányi gépesített termelésben már látják a biztató jövőt kibontakozni, fel tudják mérni a módszerbeli változás hatalmas jelentőségét, de az egyszerűbb emberek előtt a gépesített termelésnek még nincsen átütő sikere, mert sok a géphiba. Még nem vagyunk mesterei az új szerszámoknak. Gépészeti tudásban ugrásszerűen kell fejlődniük.

Természetesen a műszaki vezetés szaktudásában is be kell következnie ennek a változásnak. Értetni kell a gépekhez és meg kell tanulni a gépesített munkaszervezés elméletét, meg kell valósítani a sokat hangoztatott T.M.K.-t. A bunkózó-pakolókat saját maguk vigyáztak testi épségükre és egészségükre, vigyáztak arra, hogy munkaképességük ne esökkenjen. A gépek kezelőiktől és felhasználóiktól kívánunk gondos ápolást, karbantartást.

Főbb vonásokban ezek a soron következő feladatok. E feladatok nem azért jelentkeznek most és ebben a formában, mert valaki kitalálta azokat, hanem azért, mert az új termelési viszonyoknak a régi termelőerők már nem felelnek meg. *Új termelési viszonyok között a termelőerők régi módon fejlődni nem tudnak.*

Az elért eredmények és a továbbfejlődés alapproblémáinak vizsgálata során röviden utaltunk már a megoldás módjára is. Következőekben részletesen fogjuk boncolni a *megoldás lehetőségeit és feladatait*.

A műszaki fejlesztés soronkövetkező feladatai

A mélyépítési kőbányászat összes munkafolyamatai közül csak a közvetlen termelés nincs még gépesítve és az itt hiányzó munkaerő miatt nincsenek kihasználva az egyéb, már teljesen gépesített termelőberendezések.

Vizsgáljuk meg közelebbről a közvetlen termelő munkáját. Egyes kisebb mellékmunkáktól eltekintve, a kőbányász a következő munkákat végzi:

1. A lerobbantott terméskőhalmazban lévő nagyobb köveket bunkózó kalapáccsal *felaprítja* úgy, hogy törőgéphez cselezhető legyen. Annál jobban kell aprítani, minél kisebb a törőgép.

2. *Szétválogatja* a követ a meddőtől és a meddő anyagot csillébe rakva kiviszi a meddőhányóra.

3. A meddőtől megtisztított követ *csillébe rakja* és a *csillét eltolja* egy bizonyos pontig, ahonnan a továbbszállítás már géppel történik.

Tanulmányozva a korszerű technika irodalmát, megállapíthatjuk, hogy *olyan munkagép, amely mind a három munkafolyamatot el tudja végezni, még nincsen*. Minden munkafolyamatot külön kell gépesíteni. A *harmadik munkafolyamat* elvégzésére alkalmasak az erős, nagyméretű hegybontóval felszerelt hernyótalpas ekskavátorokból és dumperekből álló gépesoportok. Szovjet és nyugati folyóiratok tanulsága szerint 2 m³, sőt annál nagyobb hegybontókanállal felszerelt ekskavátorok ezt a munkát kitűnően tudják végezni. Egy 1,5 m³-es ekskavátorból és négy dumperből álló gépesoport hat főnyi személyzettel, teljes kihasználás mellett, 50 bunkózópakoló-csilléző munkáját végzi el. Mi is rendelkezünk már gyakorlati tapasztalatokkal. A cementipar kőbányái ezt a gépet már évek óta használják, a mélyépítési kőbányászatban pedig több mint félv év óta rendszeresen dolgozik a termelésben három ekskavátor. Eddigi tapasztalataink teljesen igazolják a szovjet és nyugati tapasztalatoknak azt a részét, mely szerint kőbányában *másfél köbméternél kisebb hegybontót nem célszerű használni*. A terméskőrakodás nagy igénybevétel jelent, ezt a kisebb gépek sokáig nem bírják. Az Uzsabányán használt két ekskavátor csak 1,1 m³-es. Eddig aránylag jó eredménnyel használtuk fel ezeket, mégis meg kell állapítanunk, hogy végleges megoldásnak nem fogadhatók el. Hamarosan ki fognak ütközni a gyengeségből származó hibák.

A terméskő rakodással kapcsolatos másik két munkafolyamat (aprítás és meddőleválasztás) gépesítése, illetve megoldása már nem ilyen egyértelmű.

Említettük már, hogy a *bunkózási munka csökkentése* érdekében új robbantási módszert vezettünk be és szabadon felfektetett formázott töltetekkel aprítjuk a nagyobb köveket. Ez a módszer kotrógép alkalmazása esetén előnyös, mert a kotrógépet a robbantás idejére nem kell kivinni a bányából, de hátrányos azért, mert túl költséges és csak a felszínen lévő nagyobb darabok aprítására alkalmas. A kőhalmaz belsejében lévő nagyobb kődarabokba a kanál beakad és a kotrógép nem tud dolgozni. *Ideális megoldás az lenne, ha olyan falrobbantási módszert tudnának kialakítani, mely nem produkálna annál nagyobb terméskődarabokat, mint amekkorát a törőgép befogadni képes*. Ilyen módszer ma még nem ismeretes. A Szovjetunió mélyépítési kőbányászatáról nagyon hiányosak ismereteink, de úgy tudjuk, hogy ott az előaprítást szintén szabadon felfektetett robbanóanyaggal végzik. Az USA műszakilag rendkívül fejlett kőbánya iparában a batárok összetöréséhez részben formázott töltetet, részben ejtősúlyt használnak. Egyes adatok szerint az ejtősúly használata ma már igen elterjedt. Pár évvel ezelőtt még zömmel robbantottak, ma már a batárok aprítása 60%-ban ejtősúlyal történik.

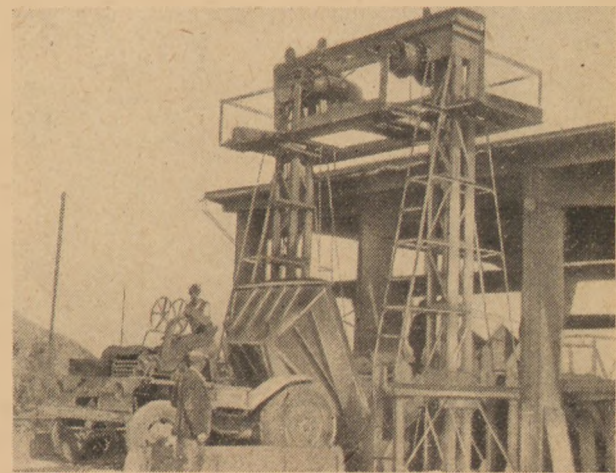
Rá kell mutatnunk arra, hogy a hernyótalpas darura szerelt ejtősúly, mely minden valószínűség szerint olcsóbb, mint a robbantás, szintén nem tökéletes megoldás, mert a felszín alatti köveket ezzel sem lehet

aprítani. Ha az ekskavátor a felső aprított réteget leszedte a terméskő halmazról, félre kell állnia, hogy az ejtősúlyos gép dolgozhasson. Jó munkaszervezéssel persze el lehet érni, hogy egyik gépnél se legyen nagyobb kiesés, mégis arra kell törekedni, hogy a *falrobbantást fejlesszük a minél jobb aprítás irányában*. Hazai viszonylatban az ejtősúlyos gép használatára valószínűleg hosszú ideig nem kerülhet sor, mert ehhez nagykapacitású fejlett gépiparra van szükség. Először ekskavátorral kell felszerelnünk az iparágat és csak aztán következhetnek a hernyótalpas ejtősúlyos mozgó daruk, addig formázott töltetekkel és a falrobbantás technikájának megjavításával kell a problémát megoldani.



12. ábra. Exkavátor terméskövet rak dumperbe

A meddőleválasztás kérdése sincsen még teljesen megoldva. Az uzsai kőbánya tervezésénél elfogadtuk azt az alapelvet, hogy *ha pontosan letakarítjuk a hasznos kőzetet, a lerobbantott terméskő minden válogatás nélkül beethető a törőgéphez*. A csekély meddőanyag az egyszerűen 0—5-ös anyaggal együtt kerül ki a meddőhányóra. Az uzsabányai tapasztalatok azt mutatták, hogy a lefedést a hasznos kő felszínének egyenletlensége miatt tökéletesen elvégezni nem lehet és sok esetben a *tökéletesen lefedett sziklafal is tartalmaz annyi meddőanyagot, nemcsak földet, hanem apróbb mállott kötőmellékelt, amennyit szétválogatás nélkül a törőgép beethetni nem lehet*. Jobb megoldás hiján rostálással oldottuk meg a meddőleválasztást. Igaz, hogy így a kisebb kődarabok is a meddőhányóra kerülnek, mert a rostálás csak méret szerinti szétválasztás, de a gyakorlat azt mutatta, hogy



13. ábra. Dumper terméskövet ürít az adagoló berendezésbe Uzsabányán

a módszer célravezető még akkor is, ha a felső meddőréteg egyáltalán nem lesz eltávolítva. A meddőleválasztás problémája műszakilag meg van oldva.

A meddőleválasztó rosta először a kotrógép mellett volt felállítva, azonban ez az elrendezés nem bizonyult elég teljesítőképességűnek. Jelenleg a törögép elé van építve, ami ebben az üzemben nem a logszerencsésebb megoldás, mert magasságkülönbség hiánya miatt külön adagoló berendezést kellett a meddőleválasztó rosták előtt létesíteni, ami természetesen újabb hibaforrást

bevált, csak a kőbányák részére sokkal erősebb kivitelben kell gyártani.

Itt is szovjet és amerikai példákra hivatkozhatunk. A mi dumpereink föld és homok szállítására alkalmasak, de *másfélköbméteres exkavátor kanálából kihulló terméskőre nincsenek méretezve.*

Rámutatunk arra, hogy az exkavátor alkalmazási feltételei között az előaprítás kérdésének megoldása a legfontosabb. A követ főleg nem azért kell aprítani, hogy az exkavátor fel tudja emelni, hanem azért, hogy a törögépbe lehessen bevetni. Az eruptív kőzetek legnagyobb részben annyira töredeztettek, hogy az exkavátor a terméskőhalmazt minden külön aprítás nélkül fel tudná szedni, de előtörőink, — a X-es törők — 35—40 cm-nél nagyobb terméskövet nem tudnak befogadni. Az ingacsapágy és az állópofoa közé beszorult nagyobb kődarab órákra megbéníthatja a termelést. Láthatjuk tehát, hogy az előaprítás problémáját két oldalról lehet és kell is megoldani. Egyrészt a falrobbantás technikájának fejlesztésével, formázott töltetekkel, vagy ejtősüllyel kell a követ még az exkavátor előtt aprítani, másrészt a törögépek méretének növelésével csökkenteni kell ezt az előaprítási szükségletet.

Eddig csak elvben foglalkoztunk a műszaki fejlesztés problémáinak megoldásával. Most rátérünk a problémák és megoldásuk konkrétebb megfogalmazására és annak megvilágítására, hogy a célkitűzésekből mennyit kell és mennyit lehet megvalósítani a második ötéves terv során.

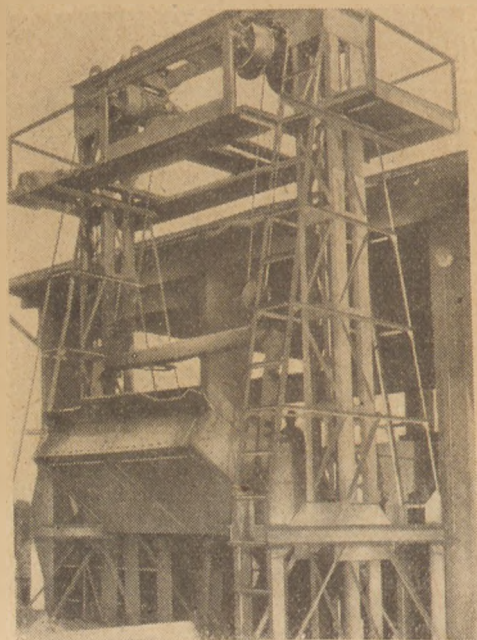
Uzsabányán mutatkozott először a bunkózópakoló munkacserélőanyag következménye a berendezéskihasználatlanság és annak minden hátrányos jelensége: terv nem teljesítése, magas önköltség, veszteség stb. A jelenlegi — még nem teljes — megoldáshoz lépésről-lépésre jutottunk el.

Logelőször a *tömeges kőjövesztést* oldottuk meg nagykamrás robbantással. Minden üzennek, mely a kotrógép használatára kíván vagy kényszerül áttérni, először meg kell oldania a *tömeges kőjövesztés problémáját.* Nem minden üzemben lehet a nagykamrás robbantást uzsaihoz hasonló eredménnyel alkalmazni. A műszaki vezetőknek gondosan tanulmányozniuk kell az uzsai gyakorlatot, az irodalmat és kísérleteket kell folytatni üzemükben. A megoldásra nem fognak rövid idő alatt rájönni. Hosszú kitartó munkára van szükség. Figyelembe kell venni a kőzet struktúráját. Hatalmas pados kőzetekben a módszer nem vezet célra, mert a kőhalmaz belsejében olyan nagyméretű sziklatömbök maradnak, aminek aprításával nem tudnak megbirkózni. Meg kell próbálkozni a sűrűn elhelyezett központosított töltetek módszerével is. A probléma megoldását megkönnyítené, ha rendelkezniénk nagykapacitású ütve működő mélyfúrókkal, azonban a következő ötéves tervben ezekre még nem lehet számítani.

A második lépés a *meddőleválasztás problémájának megoldása volt.* A megoldás egyszerű vibrorosta. Úgy látszik egyelőre ezt a megoldást kell elfogadnunk. Az igényeket — legalább is uzsabányai viszonylatban — teljesen kielégíti. A megoldás sajátossága, hogy nem egy, hanem két vibrátort alkalmaztunk egymás mellett párhuzamosan működve. Ezzel a megoldással elértük azt, hogy a vibrátorok kibírják a nagy gyorsasággal rájuk zúduló 3 m³-nyi terméskő súlyát és az összesen 2 m széles rostafelületen úgy szétterül az anyag, hogy jó hatásokkal lehet rostálni. Téli hónapokban nagyobb, 40—60 mm lyukasztást, nyáron kisebb 20—30 mm lyukasztást alkalmazunk. Mindig a bányai adottságai szabják meg, hogy kell-e meddőleválasztót alkalmazni vagy sem.

A rosták előtt egy emelő-adagolóberendezést kellett létesítenünk, mert nem volt elegendő magasságkülönbség. Ez kényszermegoldás. Az *uzsai kísérleti darab konstrukciós hibái ellenére elég jól bevált.* Sokkal jobban működne, ha a kőfolyam útjában nem lenne szűkület, de ezt nem lehetett elkerülni a vasbeton oszlopok miatt (15. ábra).

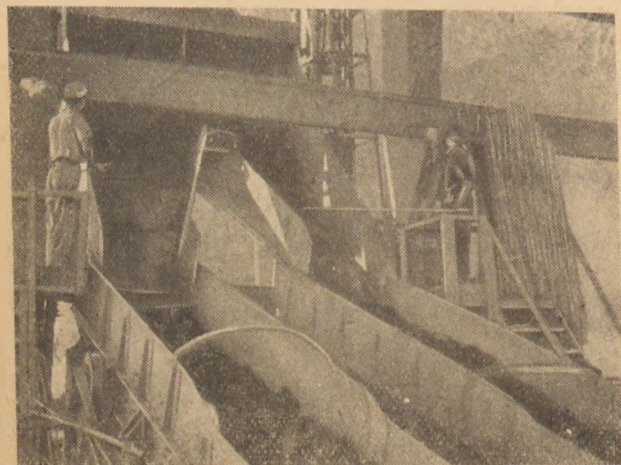
Az *előaprítás kérdése* Uzsabányán eddig nem okozott sok gondot, mert a bányának abban a részében, ahol a kotrógép dolgoznak, természetből fogva erősen töredezett a kő. A gépesítést a második ötéves tervben folytatni kívánjuk, kiterjesztve a bánya baloldalára is



14. ábra. Adagoló-emelő táca meddőleválasztó vibrátorra önti a terméskövet Uzsabányán. Nézet a bánya felől

jelent. Ennek kiküszöbölése érdekében felmerült az a gondolat is, hogy a meddőleválasztó rostát a törögép és a puffertároló közé építsük be, közvetlenül a törögép után. Ebben az esetben elmaradt volna az adagolóberendezés és az egész megoldás műszaki szempontból konstruktívabb lett volna. E megoldást mégis elvetettük azért, mert attól lehetett tartani, hogy a földdel kevert kőanyag nedves időben úgy eltömi a zúzópofák rovátkáit, hogy a zúzó lefullad.

A bunkózópakoló csillotelési munkáját dumperrel lehet helyettesíteni, gépesíteni. A dumper mint szerző



15. ábra. Adagoló-emelő táca meddőleválasztó vibrátorra önti a terméskövet Uzsabányán. Nézet a törögép felől

és itt már kénytelenek leszünk a másodlagos robbantásokhoz folyamodni.

Harmadik lépés a terméskőből kirostált meddőanyag és kötörmelék elszállításának megoldása volt. Ez nem jelentett különösebb műszaki problémát. A gumihevederes szállítószalag önként kínálkozott legjobb technikai megoldásként. A jelenlegi szállítószalag csak egy törőgép meddőanyagának elszállítására alkalmas, ahogyan fejlődik az exkavátoros rakodás és a meddőanyag gépi leválasztása, úgy kell növelni a meddőkihordó szalag kapacitását. (Lásd a címképet.)

Az elmondottakból láthatjuk, hogy az uzsi megoldás még korántsem tökéletes. *A tökéletes megoldáshoz fejlettebb, jobban aprító robbantástechnikára, nagyobb méretű előtörőgépre és erősebb dumperekre lenne szükség. Mégis a mélyépítési kőbányászat második öt éves tervben megoldandó termelési feladatai nem engedik meg, hogy megvárjuk a technikailag tökéletes megoldást, hanem el kell indulni a minőségi átalakulás útján még akkor is, ha az eleinte nem lesz tökéletes, hanem ellenkezőleg, sok gondnal, bajjal és nehézséggel fog járni. Arra nem számíthatunk, hogy az összes mélyépítési kőbányát felszerelhesük exkavátorral és megteremthessük az exkavátorral való termelés feltételeit, de Komlóra, Tállyán és Szobon át kell térni az exkavátoros rakodásra, mert enélkül e bányák továbbfejlődni nem tudnak és foglalkozni kell e kérdés megoldásával Zalahalápon is.*

Ezekben az üzemekben már most, haladék nélkül neki kell fogni a tömeges kőjövösztés legelőszervebb módszerének megkereséséhez. Előbb meg kell oldani a tömeges kőjövösztést és aprítást, utána lehet beállítani a kotrógépet és nem fordítva. Sajnos a múltban ezt a hibát elkövettük nem is egyszer. Példaképpen említetem, hogy Nagyharsányban üzemi rövidlátás és vezetési gyengeség miatt nem foglalkoztak a robbantás kérdésének megoldásával, pedig szemük előtt épült az új gépesített üzem és amikor a kotrógépet és az új zúzó üzembe kellett helyezni, a terméskő termelés műszaki megoldatlansága fékezője lett a termelésnek.

A második öt éves tervben az említett üzemekben gépesíteni kell a termelést, végre kell hajtani a munkaeszközök felszerelését, minőségi megváltoztatását. Csakis ezen az úton lehet a termelőerőket úgy fejleszteni, hogy az előírt kömennyiséget ki tudják termelni.

A második öt éves tervben nemcsak a termelés mennyiségét kell fokozni, hanem lényegesen csökkenteni kell a termelési költséget is.

Meg kell vizsgálni, hogy a műszaki fejlesztésnek az az útja, amit jónak és helyesnek tartunk a termelés fokozása céljából, mit ígér az önköltség szempontjából. *Műszaki szempontból haladónak csak azt a módszert tekinthetjük, mely az önköltséget is csökkenti.*

A közvetlen termelés exkavátoros gépesítése az egész üzemi berendezés jobb kihasználását teszi lehetővé. A jobb kihasználás már akkor is önköltségesökkenéssel jár, ha a gépesített termelés önmagában nem olcsóbb a kézi termelésnél, mert a kőbányászatban az állandó költségek kb. 50%-át képezik az összes termelési költségek.

Ilyen költségáram mellett a termelés 10%-kal való emelése 4,5% önköltségesökkenéssel jár.

Az uzsbányai példa azonban azt bizonyítja, hogy a bányai termelés gépesítése az arányos költségeket is csökkentette, ami összeadva a termelés emelkedéséből származó önköltségesökkenéssel, végül is az üzemi költség kb. 20%-os csökkentését eredményezte.

Uzsbányán pontos összehasonlító számok állnak rendelkezésünkre. Össze tudjuk hasonlítani a bánya jobboldalának termelési költségeit a gépesítés előtt és után, továbbá a baloldali — még nem gépesített — üzemszék jelenlegi költségeit a gépesített jobboldal költségeivel.

A baloldalon lerobbantott kő 10 tonnájának aprítása, felszedése, szállítása a törőig és betetése, beleértve a meddőanyag kiszállítását is, 88,— forintba kerül. Jobboldalon ugyanez a műveletsorozat 71,10 forintba. A gépesített termelés 16,90 forintal olcsóbb, emellett jelentkezik még a többi berendezés jobb kihasználásából származó önköltségesökkenés, ami további 32,20 forintot jelent. Ezekből a számokból né-

hány költség hiányzik, ami a gépesítés velejárója, de eddig még nem jelentkezett, a jövőben azonban számolni kell velük. A kotrók javítási költségei a vizsgált idő előtti termelést terhelik. Az alkatrészutánpótlás költségei még csak ezután fognak jelentkezni.

A kotrók eddig a rakodás szempontjából legkedvezőbb helyen dolgoztak, előaprításra alig volt szükség. Ha a gépesítést az egész bányára ki fogjuk terjeszteni, az előaprítás elkerülhetetlen költségei — ha nem is nagy mértékben — rontani fogják a jelenlegi önköltséget.

A tényszámok bizonyítják tehát, hogy a fejlesztés javasolt módszere nemcsak műszaki, hanem gazdasági szempontból is helyes és egyedül célravezető. Kezdetben úgy műszaki, mind gazdasági vonalon nehézségek és visszacsések jelentkeznek. Az átalakulás nem megy simán, harcra jár. A harcot két fronton kell megvívni.

Először felsőbb vezetőinket kell meggyőzni arról, hogy továbbfejlődésünket csak tervezési módszerekkel már nem lehet előmozdítani. Nem elegendő leszített termelési, termelési-technikai és önköltségi mutatókat kitűzni.

A kétségtelenül meglévő belső üzemi tartalékokat csak a termelés gépesítésével lehet felszínre hozni. *Fokozhatjuk a termelést, csökkenthetjük az önköltséget anélkül, hogy újabb üzemeket építenénk, de csak akkor, ha gépesítjük a termelést. Ez természetesen beruházást jelent, de be kell látni, hogy más út nincsen.*

Be kell látni ezt az igazságot dolgozóinknak, első sorban igazgatóinknak, főmérnökeinknek, bányamestereinknek és művezetőinknek, de az üzemi párt- és szakszervezetek vezetőinek is.

Meg kell változni a gépesítésről alkotott véleménynek. Műszaki vezető embereink, bányamestereink eddig általában úgy vélekedtek, hogy a termelés gépesítése mint gondolat nem elvetendő, de abban a bányában ahol éppen ők dolgoznak, egy sereg kiküszöbölhetetlen objektív ok miatt nem valószínűsíthető meg. Csinálják csak másutt.

Nem tagadjuk, sőt ellenkezőleg hangsúlyozzuk, hogy a műszaki vezetésnek nem lesz kényelmes, nyugodt élete, amíg a termelés gépesítésének forradalmi útját járjuk. A műszaki dolgozóknak választaniuk kell: vagy elsajátítják az új technikát és lépést tartanak a fejlődéssel, vagy végkép lemaradnak.

Előbb említettük, hogy az üzemi belső tartalékot a gépesítéssel felszínre lehet hozni. A meglévő üzemekkel is lehet többet és olcsóbban termelni, ha a bunkózás pakolási munkafolyamatot exkavátorokkal gépesítjük és egyidejűleg megoldjuk az exkavátorok beállításával kapcsolatos egyéb, már ismertett műszaki problémákat. Röviden visszatérünk ehhez a gondolathoz, mert fontosnak tartjuk ezen a téren az uralkodó nézeteknek alapos megvitatását, tisztázását.

Egyes mértékadó szakkörök azt vallják, hogy az a helyes iparfejlesztési politika, ha az ország területén arányosan elosztva néhány teljesen korszerűen berendezett nagyüzemet üzemeltetünk és a kisebb régi üzemeket megszüntetjük. Azt hiszem, hogy ennek az idején nálunk még nem jött el. Egy korszerű nagyüzem 40—60 millió beruházást igényel, felépítése a program jövő-hagyásától számítva három-négy év. Feltesszük, hogy egy ilyen üzemmel termelni lehet évente 50 ezer vagont. (Meg kell jegyezni, hogy nekünk ilyen üzemünk még nincsen.) 1000 vagont évi termelésért egymillió forintot kell beruházni. Ezzel szemben egy évi 10 000 vagont termelő közepes üzemről a termelés gépesítésével 25—30 000 vagont lehet kihozni kb. öt millió forintos beruházással. 1000 vagont évi termelésnövekedés csak 350 000 forintos beruházást igényel. Ha az üzem egyes berendezéseit fel kell újítani, ki kell bővíteni, akkor ez a költség 5—600 000 forintig emelkedhet, de még mindig gazdaságosabb, mint a teljesen új építés.

Véleményünk szerint a folyton növekvő szükségletek kielégítésére új nagy üzemeket kell majd építeni, de előbb a meglévő üzemek átszervezését kell végrehajtani. Nem helyes így feltelni a kérdést: régi gépesítése vagy új nagy üzem. *Először a meglévő üzemek átrendezése, utána — ha szükséges — új üzemek építése, ez a helyes sorrend.*

Eddig szándékosan csak a legfontosabb problémával, a közvetlen termelés gépesítésével foglalkoztunk. A mélyépítési kőbányászatnak azonban vannak egyéb problémái is. Helyszűke miatt ezek részletes tárgyalásába nem bocsátkozhatunk, de két — az alapproblémával összefüggő — kérdéssel foglalkoznunk kell. A faragott útburkolókő termeléséről és a készárutárolásról van szó.



16. ábra. Faragott útburkolókő készítés



17. ábra. Kőhasítás útburkolókőhöz

A faragottkő termelés abszolút értékben és a teljes mélyépítési kőtermeléshez viszonyítva is csökken. A régi bányák egy részében (Sághegy, Budaacsony, Somoskő, Nógrádkövesd—Szanda, Erdőbénye) csökkent a faragható kő mennyisége, az új bányákban egyáltalán nincsen faragásra alkalmas anyag (Uzsabánya, Nógrádkövesd—Bercel). Ahogyan fogyott az anyag, úgy csökkent a kővágók létszáma is. Az utánpótlás elenyésző, de ezen nem szabad megütköznünk. Nincsen vonzereje az olyan nehéz fizikai munkának, ahol a meglévő idős munkások foglalkoztatottsága nem kielégítő és amit két-három évi szorgalmas munkával lehet csak csajátítani. Az utánpótlás kérdésének tárgyalásánál döntő annak megítélése, hogy van-e fejlődési lehetősége, perspektívája ennek a szakmának? Véleményem szerint nincsen.

Azért nincsen, mert a gépesített termelés és a kővágás együtt nem folytatható. Exkavátoros termelés mellett a faragásra alkalmas követ nem lehet kiválogatni a terméskőhalmazból. Exkavátoros termelésnél az a cél, hogy a sziklát minél jobban összeromboljuk, burkolókő termelésnél ezzel szemben óvatosan, kíméletesen kell robbantani.

Ennek a problémának elméleti megoldása az lenne, hogy nyissunk egy-két burkolókőbányát, ahol kézzel

termelünk, ide összpontosítsuk a kimerülő bányákból kiszoruló kővágókat, *itt csak kézzel termeljünk* és itt gondoskodjunk a kővágóutánpótlás kiképzéséről is. Az elméletet azonban nem lehet megvalósítani a gyakorlatban, mert 10 ezer vagon faragottkő előállításához a mi kőzetviszonyaink mellett legkedvezőbb esetben is legalább 150 ezer vagon terméskövet kellene megmozgatni, feldolgozni, ehhez pedig elegendő bunkózó-pakoló (legalább 500 fő) és kőfejtő, hasító soha sem lesz.

A faragottkőtermelés előtt tehát nincsen nagy perspektíva, *de azért még hosszú évekig fogunk kockakövet termelni, egyrészt azért, mert a legtöbb bányában a közeljövőben még nem kerülhet sor a teljesen gépesített termelésre, másrészt az utépítőipar még nem tud teljesen lemondani a burkolókőről.*

Teljesség kedvéért rá kell mutatni arra a tényre is, hogy az ismert, feltárt bányákban aránylag nagyon kevés a faragásra alkalmas kőanyag. A felszabadulás óta felnyitott bányák közül egyedül Rocsken van számottevő ritanyag, de ez sem tudja ellensúlyozni a többi bányában bekövetkezett esőkkenést.

Egyes bányáink — mint Szob—Csákhegy, Duna-bogdány — kőanyaga nem is alkalmas másra, mint faragottkőre és vízépítési terméskőre. Ezekben és a régi faragottkőbányákban (Budaacsony, Somoskő, Erdőbénye stb.) még hosszú ideig fogunk burkolati követ termelni, kevesebbet vagy többet, ahogyan a feltárásokban ilyen kőre bukkanunk egészen addig, amíg az utépítés teljesen át nem tér más városi burkolatokra.

Ezen — aránylag hosszú — átmeneti idő alatt törekednünk kell minél nagyobb mennyiséget kitermelni a meglévő bányákból, minden műszaki segítséget megadva a kővágóknak, hogy termelékenységüket fokozhassák.

Utolsó probléma, melyet érintenünk kell, a készárutárolás, tárolás.

Korszerű kőbányáinkban a termelés automatikus részének utolsó munkafolyamata a vasúti rakodás. *Vasúti kocsi nélkül nem lehet termelni.* A siló és a puffertároló egy-két napos függetlenítést jelent ugyan, de tartós vasúti kocsihány teljesen megbíthatja a termelést.

Az utóbbi évek tapasztalata szerint az év bizonyos időszakában mindig lehet és kell is vasúti kocsihánytál számolni. Ez alatt az idő alatt a késztermék tárolni kell. Fedett tárolókat építeni túl költséges lenne. A zúzottkőféleségek — nemeszűzalék kivételével — lényeges minőségi romlás nélkül szabadban tárolhatók még télen is. A nagytömegű anyag lerakását többé-kevésbé megoldottuk a mozgatható szállítoszalagok segítségével, a felszedés és vasúti kocsihoz rakás gépesítése azonban még megoldásra vár. Néhány exkavátorral és dumperekkel szedtük fel a depókat. E módszer műszakilag kielégítő, de nagyon költséges, az eladási ár 40%-ába kerül, ha idegen vállalattal bér munkában kell végeztetni.

A puffertárolóhoz hasonló készárutároló automatikus és olcsó felszedést biztosít, de beruházási költsége magas. Egy 14 000 tonna tárolására és automatikus felszedésre alkalmas készárutároló beruházási költsége 2,5 millió forint, leírása évente 130 000 forint. A felszedési költség ezzel kb. 1,0 Ft/tonna. Egy exkavátorból és három dumperből álló gepesport beruházási költsége kb. 1,1 millió, leírása évente 162 000 forint, ezzel egy nyári idényben fel lehet szedni kb. 70 000—80 000 tonnát. Felszedési költség kb. 10 Ft/to.

Mielőtt a megoldás valamelyik módjára, mellett döntենénk, alaposan meg kell vizsgálni még a gazdaságosságot. Annyit azonban leszögezhetünk, hogy a nagyüzemekben — Uzsán, Tállyán, Nógrádkövesden, Szobon — sürgősen meg kell oldani a kérdést, mert évente legkevesebb 2,5 millió forint többletkiadás jelentkezik csak ebben a négy üzemben a kérdés megoldatlansága miatt, nem beszélve a termelés akadályozásából származó közvetlenül ki nem mutatható veszteségről.

ÖSSZEFOGLALÁS

1. A mélyépítési kőbányászat az első öt éves tervben nagy fejlődésen ment keresztül. A munkaeszközök kapacitása több mint kétszeresére növekedett; a növekedés mennyiségi jellegű.

2. Nagy lemaradás mutatkozik a közvetlen termelés (terméskő-termelés) munkaeszközeiben és módszereiben, összehasonlítva a Szovjetunió és a fejlett kapitalista országok technológiájával.

3. A rendkívül munkaigényes kézítermelés a szocialista termelési viszonyok között már nem fejleszthető tovább. Fokozatosan át kell térni a gépesített terméskő termelésre. A munkaeszközökben minőségi változtatást kell végrehajtani. A bunkót, lapátot és a csillét fel kell cserélni exkavátorral és dumperrel.

4. A munkaeszközök minőségi változásával egyidejűleg, sőt bizonyos mértékig azt megelőzőleg, fejleszteni kell a dolgozók szaktudását.

Egyrészt minden eszközzel szaporítani kell a jól képzett kőfejtők (fűrők, robbantók) számát, másrészt meg kell oldani a nehézgépezők (kotrógépezések és dumpervezetők) kiképzését.

A rátermett bunkózó-pakolókból fokozatosan, át-képzés útján kőfejtőket kell nevelni. A nehézgépezők mellett ők lesznek a kőbányaüzemek legfontosabb szak-

munkásai. Nekik kell ellátni jól aprított terméskővel a gépeket.

A karbantartó személyzetből ki kell válogatni a legügyesebbeket és nehézgépezői iskolára kell küldeni őket. Helyükre ipari tanulókból új szakmunkásokat kell nevelni.

5. Emelni kell a műszaki vezetés színvonalát. Ezen a téren a négy legfontosabb teendő:

a) megtanulni, kikísérletezni és bevezetni a legkorszerűbb robbantási módokat. Nagy tömegben jól aprított terméskövet jövesztetni.

b) Megtanulni a munkaszervezés elméletét és elméleti számításokkal alátámasztott szervezési utasítást kidolgozni a termelésre és a belső szállításra.

c) Korszerű munkatávirányító és teljesítmény-regisztráló berendezésekkel felszerelni az üzemet, a dolgozókat megtanítani azok használatára.

d) Minden fontosabb gépről katalógust, alkatrészjegyzéket, tervtárat felfektetni, folyamatossá és szervezetté tenni az alkatrészutánpótlást és a tervszerű karbantartást.

Magas sziklahomlok fejtése

BENEDEK DÉNES

A szocialista iparosítással együttjár a kőbányászat gépesítése is. A kőbányászat gépesítése veti fel a magas sziklahomlok fejtésének problémáját. Nagykapacitású kőbányák telepítésénél már a múltban is arra törekedtek a bánya nyitási szintjének megállapításánál, hogy minél mélyebb legyen a bányaudvar szintje. Az így adódó magas sziklahomlok problémáját úgy oldották meg, hogy a sziklahomlokot több művelési szintre osztották. A kézítermelésre készült biztonsági szabályzat 30 m-ben jelöli meg a maximálisan fejthető homlokmagasságot.

A korszerű, gépesített kőbányákban a rakodást nagyméretű exkavátorok végzik, hozzájuk csilleszállítás helyett dumper vagy billenő teherautó szállítás csatlakozik, melyek a bányaudvar szintjén elhelyezett előtörőhöz szállítják a követ. Ez a szállítási mód azt kívánja meg, hogy művelési szintje és az előtörő szintje között nagy szintkülönbség ne legyen, tehát a többszintes művelés helyett az egyszintes művelés lép előtérbe. Ennek következtében vagy csökken a bányaszinttel feltárt kővagyon, vagy növekszik a sziklafal magassága és felvetődik a magas sziklafal fejtésének kérdése.

Eddigi ismereteink alapján a magas sziklahomlok fejtésének lehetséges módzatait az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. Lépcsősen tagolt fejtési homlok

Már a kézítermelésnél is, ha a sziklafal lazább szerkezetű volt, vagy ha egyes különleges esetekben a homlok magassága a megengedett 30 m. fölé emelkedett a sziklafalat lépcsősen tagolták.

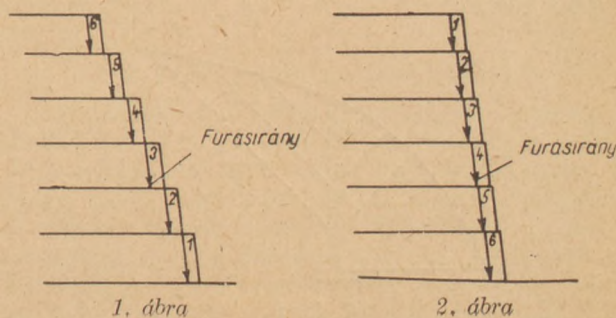
A fal tagolásának, a fűrőlyukak telepítésének módja, valamint a robbantási sorrend a szikla szerkezetétől, helyesebben a sziklát keresztülzelő kőzetrepedésektől függ. Mivel a kőzetrepedések mentén könnyebben válik szét a kőzet, azért a

szikla tagolásánál a lépcsőket lehetőség szerint ezek mentén kell kialakítani.

A lépcsősen tagolt sziklahomlok fejtésének két fő típusa van aszerint, hogy a kőzetet kisdőlésű válólapok tagolják-e (pl. Tatabánya, Lábatlan, Dorog) vagy meredek, illetve álló repedések (pl. Belpátfalva).

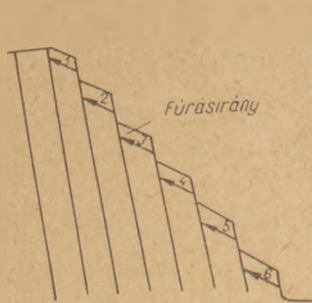
Kisdőlésű válólapokkal tagolt kőzet lépcsős fejtésmódját az 1. ábra mutatja. Ebben az esetben a robbantási sorrend az ábra számozása szerint alulról felfelé halad. Ilyenkor helyesebb, ha az egyes padok lerobbantásánál nem várják meg az előző pad anyagának kiszállítását, hanem a padokat sorban egymás után robbantják, s csak akkor kezdik felrakni az anyagot, ha a legfelső padot is lerobbantották. Eltekintve attól, hogy ez nagytömegű anyagot eredményez, a kőfejtő munka lényegesen kevesebb. Egyenként robbantva és kihordva ugyanis a kőfejtőknek minden egyes pad lerobbantása után újból és újból le kell tisztítani az összes alatta levő lépcsőn fennakadt anyagot, míg ha csak az összes pad lerobbantása után kezdenek rakodni, jól sikerült robbantások esetén ez a többszöri munka elmarad, csak a végén kell a falat rendbe tenni, s minden lépcsőt csak egyszer kell letisztítani.

Ha a sziklafal állékony, akkor a lépcsőzés el is maradhat, a padok robbantása a 2. ábra szerint

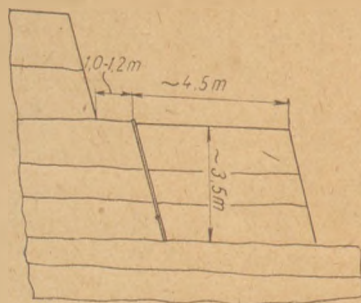


1. ábra

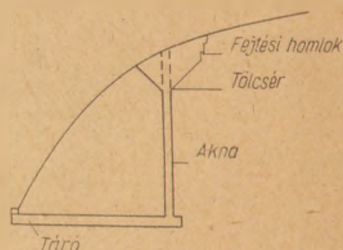
2. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

történhet. Ez a mód kb. 40 m homlokmagasságig jól alkalmazható.

Meredek vagy álló kőzetrepedésekkel tagolt kőzet lépcsős fejtésmódja a 3. ábrán látható. A lépcsők robbantási sorrendje itt felülről lefelé haladhat, mert a lépcsők felső lapja ez esetben ferdén kifelé lejt, s így az anyag jól lefolyik. A lyukakat nem a lépcsők alján, hanem a 4. ábra szerint 1.0—1.2 m magasságban telepítik. Ennek előnye, hogy a kirobbanó anyag nem csúszik az alatta levő lépcső felületén, hanem azt mintegy átugorja. Így a robbantások eredményesebbek, kevesebb anyag marad fenn. Lehetséges itt is alulról felfelé haladó sorrend, de ez esetben a következő lépcső lyukainak töltését épített deszkaállásról kell végezni, mert az alatta levő lépcső, melyen állni lehetne, a töltéskor már nincs ott. A deszkaállást a sziklafalba fúrt rövid lyukakba helyezett vaskarókra építik.

A fenti lépcsős fejtésmódokkal kb. 100 m magas homlokot is biztonsággal lehet lefejtani, mint erre Belpátfalván már példa van. A sziklahomlok karbantartási munkája a homlok emelkedésével növekszik, a kőfejtők munkája egyre nehezebb lesz, s ezért a 100 m magasságot mint felső határt tekinthetjük.

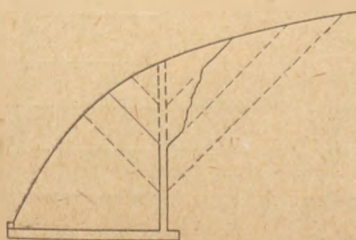
2. Tölcséres és féltölcséres művelés

A magas sziklafalak fejtésének már régi módja a tölséres művelés, miként az Belpátfalván látható.

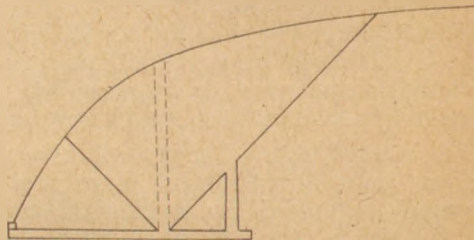
A tölséres művelésnél az 5. ábra szerint a sziklafal tövéből tárót hajtanak a hegy alá, majd abból aknát lyukasztanak ki a külszínre. A művelés az akna szájánál kezdődik. A kőzetet tölséralakban robbantják ki, hogy minden lerobbantott követ az aknába tereljenek. *Mag a fejtés aránylag alacsony fejtési homlokokon folyik.* A tölsérművelés elemei ezek szerint a táró, az akna, a tölsér és a fejtési homlok.

A tölsér dőlésszöge állandó s olyan, hogy a lerobbantott anyag lefolyjon rajta. A tölsérfelületet a rajta legördülő anyag simára koptatja. Kezdetkor csak oly mélységig mennek le, hogy a kellő magasságú fejtési homlokot megkapják. A fejtés ezután úgy folyik, hogy a tölsér csúcsától kezdve a munkahomlok egyre távolodik, miközben kialakul a tölsér, és köpenye egyre nagyobb lesz. Mikor a fejtés kéri a tölsér peremére, a fejtési homlok magasságának megfelelő mélységbe tovább mélyítik a tölsért, majd az előbbieket szerint halad tovább a fejtés úgy, hogy az újabb tölsér palástja az előbbivel párhuzamos, mint azt a 6. ábra mutatja. Mindez addig ismétlődik, míg a tölsér csúcsa eléri a tárót. Ha a tölsér elérte a tárót, a tárót a 7. ábra szerint kissé tovább hajtva egy újabb, de most már rövidebb aknával belyukasztanak az előző tölsér oldalába. A lyukasztás után természetesen egy keresztben kiképzett árokkal kell kezdetben az anyagot az újabb tölsérbe terelni, nehogy a mélyebben levő régi aknába folyjon. Ily módon a tölsérművelés féltölcséres műveléssé alakul át. Ha a tárót az eredeti irányába folytatják minden egyes alkalommal tovább, akkor egy tölsérsor alakul ki, mely végeredményben egy háromszögszelvényű árok alakját veszi fel. A táróra azonban később keresztjárókat is lehet hajtani és így oldalirányban is folytatva a művelést, nagy terület fejthető le.

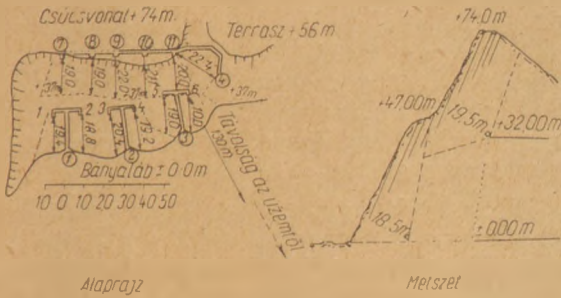
A tölséres művelés esetén alkalmazható fejtésmód nem lehet olyan, mely egyszerre nagy tömegeket választ le, mert nagy mennyiségű anyagot a tölsérbe robbantani kockázatos az átboltozódás és anyagfennakadás veszélye miatt. Különösen veszélyesek a nagy tömeg között elkerülhetetlen nagy kőtömbök, melyek teljesen elzárhatják a lefolyás útját. Ezért leginkább csak a kőzetszerkezetnek megfelelően tagolt homlokú fejtésmód jöhet szóba. Ha a fejtési homlok elég alacsony, függőlegesen fúrt lyuksorral lehet a teljes homlokot fejtetni, de nem nagy lyukszámmal.



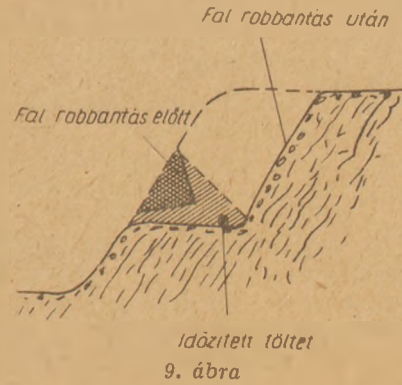
6. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Ez a tölcseres művelés hátránya is, mert a kis tömegeket robbantó fejtésmódok mindig több emberi erőt igényelnek. Mivel a fejtés homloka alatt rakódómunka nem folyik, a sziklafal gyakori vizsgálata és tisztítása elmarad, ami előny.

A tölcseres művelésnél még kisebb tömegek berobbantásánál is előfordulhat, hogy az anyag az akna felső torkolatánál, vagy az aknában megakad. A megakadt anyag megbolygatása céljából az aknára több helyen kis táróval lyukasztanak rá. Ezek vagy a külszínről, vagy az aknával párhuzamosan telepített járóaknából indulnak.

Előnye a tölcseres művelésnek, hogy a tölcser alatt folyó munka függetlenebb az időjárástól, havazások, kisebb esők, melyek külfejtés esetén a kézi rakodást zavarják, a tölcser alatt folyó munkát nem befolyásolják. Nagyobb esőzések alkalmával a tölcserbe összefutó vizek a rakodópadon folyó munkát is megzavarhatják. Hirtelen felhőszakadásokra jellemző, hogy az összefutó vizet a tölcserben levő anyag felduzzasztja. A felduzzadt víz a kövek közül az apró anyagot kimossa és így utat törve magának hirtelen zúdul le. Ilyen esetben a magával ragadott apró anyag a táro talpát valószínűleg eliszapolja, s átmenetileg a szállítást megbénítja.

Hátránya a tölcsernek, hogy esős időjárás esetén a lefutó vizekkel együtt futó iszap a köveket besározza, az anyagot szennyezi. Ennek elkerülése céljából a lefutó vizeket keresztcsörgőkkel össze lehet gyűjteni és oldalt külön vízvágon elvezetni.

A szokásos művelési módokkal szemben a tölcseres művelést terhelik az alagút és az akna kihajtásának költségei. Ezek annál kisebbek, minél nagyobb kővagyon nyerhető ki a tölcserből, azaz minél nagyobb a magasság. Tölcseres művelés tehát csak nagy sziklamagasság esetén gazdaságos. Belsőfalván 236 m magas sziklahomlokat fejtenek tölcseres műveléssel.

3. Magas fal fejtése két szinten telepített óriásaknákkal

Németországban egy 75 m magas falat óriás aknákkal robbantottak le, amikor is az aknákat a 8. ábra szerint két szinten telepítették. A robbantás nem egyidőben történt.

Először az alsó szint aknáit robbantották el, ezzel meredekebbre állítva a sziklafalat s csak ezek után következett a felső szint aknáinak elrobban-

tása. A felső aknák robbantása rendkívüli sikerrel járt s a metszeten szaggatott vonallal elhatárolt tömeget dobta le a bányaudvarra.

A cseh szlovák Jurajda is ír olyan robbantásról, melynél magas falból lépcsőt robbantottak le aknás robbantással. A 9. ábra szerint itt az aknák egymásután voltak elhelyezve és időzítve robbantották őket.

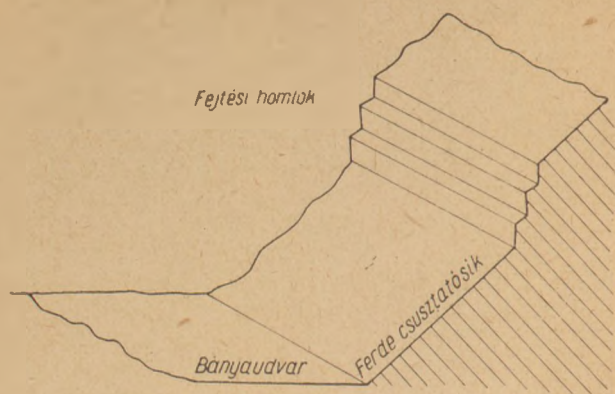
4. Palmetto eljárás

A columbiai Palmettoban alakították ki ezt a sajátos eljárást, ahol egy 60 m magas falat fejtenek. A fejtés lényegében padonként történik felülről lefelé haladó sorrendben a 2. ábrához hasonlóan, csak a padok méretei nagyobbak, tekintettel, hogy a fűrész fűrőkocsival történik és 3—6 sor 7,2 m mély lyukat fúrnak, melyeket soronként készleteltett gyújtással robbantanak el. Így 18—22 m széles padka keletkezik, melyről a fellazított követ baggerrel szórják le a bányaudvarra. A bagger a tetőn kezdi a munkát s utána padonként halad egyre lejjebb, míg végül leér a bányaudvarra. Az egyik padról a másikra saját maga dolgozza le magát, s a 7,2 m magasságkülönbséget 30 m hosszú lejtős szakaszon teszi meg, 9 m széles úton. Leérve visszafordul és felszedi az utat, melyen lejtött. Mikor a teljes fogás lehajtását a bányaszintre érve befejezte, darabokra szedik szét és egy 20 tonnás daruval vontatják fel újra a tetőre. A baggert egy buldozer is kíséri, mely segíti az anyagot összekotorni.

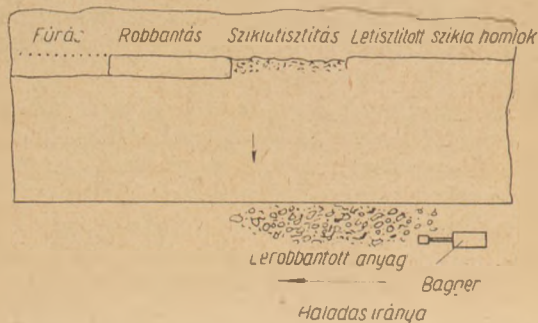
Ennek az eljárásnak a hátránya, hogy az anyagot kétszer kell baggerrel felvenni. A bagger eleinte nagy magasságban aránylag keskeny padon áll s ezért álló repedésekkel tagolt kőzetszerkezetnél, főként ha az agyagbeágyazásos, kétség merül fel a biztonság felől. Palmettoban már kb. 12 éve alkalmazzák általunk nem ismert kőzetviszonyok mellett.

5. Fejtés ferde esüztató sikkal

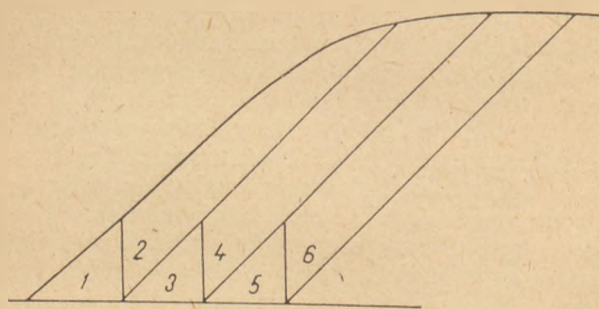
A tölcseres-művelés lehetőségeit vizsgálva merült fel az a gondolat, hogy lehetséges volna magas sziklafalat úgy fejteni, hogy a sziklafalat a fejtési front teljes hosszban ferdeire megfektetik s a fejtést magát alacsony homlokkal végezni ugyanúgy, mint a tölcseres művelésnél (10. ábra). Különbség a tölcseres műveléssel szemben itt csak az, hogy az anyag nem egy pontba fut össze, ha-



10. ábra

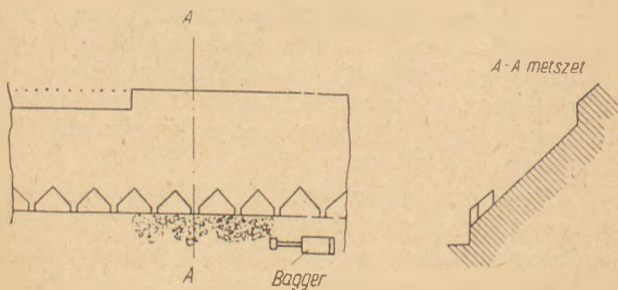


11. ábra



Fejtési sorrend: 1,2,3,4,5,6

12. ábra



13. ábra

nem a csúsztató síkon mindig a robbantás helye alá csúszik. A robbantásokat és utána a fal letisztítását a bánya egyik szélén kezdve és a másik szél felé haladva alul a rakodás bizonyos távolságban követheti. Ezáltal ciklusos körfolyamat létesíthető. A túlsó szél elérve úgy a robbantás, mint a faltisztítás, majd a rakodás visszatér az innenső szélre s a folyamat ismétlődik (11. ábra). Ez esetben tömeges robbantás is végezhető.

Ha a fejtés egy szeletje a tölcéséres műveléshez hasonlóan a felső peremet eléri, a sziklafal lábát előre kell hajtani addig, míg a kőzetviszonyoknak megfelelő magasságú fejtési homlokot nem kapunk. Ezután a fejtési homlokot állandónak tartva, az előző csúszó felülettel párhuzamosan halad fölfelé a fejtés. A 12. ábra metszetben mutatja időrendi sorrendben a lefejtésre kerülő tömegeket. Előnye ennek az eljárásnak, hogy a fejtés csak kis homlok magassággal folyik. Felmerülhet a kifogás, hogy a ferde síkon legördülő kőtömeg nagy távolságra kigördül. Ez ellen azzal lehet védekezni, hogy a felrakás alkalmával az élvonaltól bizonyos távolságra egy sáncot hagynak magából az anyagból, mely a legördülő tömeget megállítja. Másik lehetőség a ferde sziklafal alját úgy kiképezni, hogy az anyagot tölcészerűen csupán egyes helyekre terelje (13. ábra).

Ha nem akarjuk a csúsztató síkot a teljes fejtési front mentén kialakítani, lehetséges csupán néhány helyen úgy kiképezni a sziklahomlokot, hogy az anyagot csak ezekre a helyekre terelje. Ez a megoldás lényegileg már féltölcéséres művelést jelent.

A fenti fejtésmódokat és lehetőségeket vizsgálva láthatjuk, hogy vannak biztonságos módok 30 m-nél magasabb sziklahomlokok művelésére és a régi 30 m-es homlokmagasság lerögzítése felső határként nem indokolt. A fejtési homlok magasságát mindig a helyi adottságok szabják meg, elsősorban a sziklaszerkezet figyelembevételével, s esetenként külön-külön kell elbírálni. A gépesített kőbányászatnál tehát számolni kell magas sziklahomlok fejtésével a fenti fejtésmódok és a biztonsági körülmények szemmel tartásával. Kivételt képez a mélyművelés, ha a térszínnek nagyobb szintingadozása nincs s így a magas homlok elkerülhető. Hegyoldalba telepített bányáknál azonban a magas homlok fejtése legalábbis helyenként és időközönként elkerülhetetlen, pedig hazai viszonylatban a bányák úgyszólván kivétel nélkül az utóbbi típushoz tartoznak.

Építőanyagipari műszerezési ankét

Az építőanyagipari vállalatoknak műszerekkel való ellátottsága nem áll azon a szinten, amit az állandóan növekvő kapacitáskihasználás, mechanikai és hőenergia takarékoság és az ezzel összefüggő önköltségsökkentés megkívánna. Különösen az energiatakarékoság teszi szükségessé a műszerezettség növelését és a meglévő műszerek megfelelő karbantartását, használatát és a mért eredmények kiértékelését.

Az üzemi műszerezettség fejlesztése, valamint a fejlesztés által várható műszaki és gazdasági eredmények megbeszélése céljából az Építőanyagipari Tudományos Egyesület a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesülettel együtt folyó év október hó 28-án építőanyagipari műszerezési ankétot rendezett. A Tudományos Egyesületek ezzel is segítséget kívántak nyújtani az ipar műszaki dolgozói részére, hogy az ankéton, melyen a műszeripari kartársak is résztvettek és hozzászóltak. problémáikat megbeszéljék és segítséget kapjanak a műszerezés fejlesztésére.

Az elhangzott előadásokat kivonatossan közöljük.

Kerámiai ipar

Szabó László

A kerámiai ipar gyűjtőnév több iparágra vonatkozik, melyeknek közös problémái az elektromos energia felhasználással, a masszagyártással, formázással, szárítással, égetéssel kapcsolatban jelentkeznek.

1. *Elektromos energia felhasználása.* A korlátoltan rendelkezésre álló energiahordozókkal való takarékoság megkívánja, hogy az elektromos energiafelhasználás külön-külön mérhető legyen. Helytálló normák kidolgozása, azok betartásának szabatos ellenőrzése változó profilú termelés esetén — már pedig a kerámiai üzemek nagy részének profilja időszakról-időszakra eltolódásokat mutat — esakis úgy lehetséges, ha az energiafelhasználás meghatározása differenciáltan történik. Ha ugyanis a gyártási profil energiaigényesebb gyártmányok felé tolódik el, akkor differenciált energiafogyasztásbeli meghatározás hiányában nem lehet eldönteni, vajon a többletfogyasztás az energiaigényes termelésnek, vagy a kedvezőtlen gazdálkodásnak tudható-e be.

Az elektromos energia differenciált fogyasztás mérése megfelelő helyen és megfelelő számban beépített számlálók kérdése. Feltéve, hogy egy berendezésen esetenként különféle művelet játszódik le, pl. különböző finomságra való aprítás, akkor az üzemszám külön számlálóján az egyedi fogyasztás szintén megállapítható. E téren tudományos probléma nincs, műszaki probléma pedig csak a mérőhelyek helyes megválasztása.

Mivel az országos elektromos energia termelés kapacitása a fennálló igényekhez képest szűk, túl nagy teljesítményű motorokkal való hajtás rossz egyidejűséggel működő közös hajtás csak akkor deríthető fel, ha a teljesítmény tényező üzemszámként sűrűn ellenőrizhető.

Ha valamelyik gépesoportnál kedvezőtlen teljesítmény tényező adódik, akkor a hibát okozó hajtás könnyen azonosítható olyképpen, hogy az egyes motorokat rövid időre külön-külön járattuk és meghatározzuk a teljesítmény tényezőt.

Ugyanancsak az energia termelő kapacitás kedvezőbb igénybevétele szolgálja, ha a maximális igénybevétel mérése az üzem egyes részeire elvégezhető és ily módon alkalom nyílnék a csústerhelések okozóinak a pontosabb felderítésére.

2. *Masszagyártás.* Téglá és cserépgyártó üzemeknél a műszerezés szempontjából ide sorolható a nyersanyag feladás mérése, ami legegyszerűbben¹ megbízható esilekszámolás — esetleg esilemértelgelés — útján oldható meg. Utóbbi esetben az egy mérőn átfutó esiléket azonos súlyra kell kitaráznia. Ez egyben megoldja a esilék megfelelő rakomány súlyának az ellenőrzését is. Ezzel kapcsolatban fő probléma a számláló, illetve mérleg beszerzése és megfelelő helyen való beépítése.

A pernyeadagolással működő téglagyáraknál problémát jelent a pernye mechanikus bekeverése. Jelenleg megbízhatóan csak kézi erővel végezhető a bekeverés, mechanizálás megbízhatóan csakis automatikus mérle-

gelés útján végezhető, pl. a szekrényes adagoló felett működő esilebuktató berendezés egy bődönös pernyemérleggel van elektromosan reteszelve és sem pernye-ürités, sem esilebuktatás nem lehetséges egymás nélkül.

Agyag- és samottörlemények folytonos táplálását a masszagyártó aggregátumra — amire főképpen tűzálló anyagok gyártásánál, azonkívül a finomkerámiai üzemek tokgyártásánál kerül sor — automatikus szalag- vagy bődönmérlegek beállításával és elektromos reteszelésével lehet megoldani.

Szakaszos üzemű berendezéseknél — pl. Eirich keverők — a mérleg a megfelelő súlyú örlemény befogadásakor az anyag utánfolyását automatikusan lezárja, mint a cementipari berendezéseknél.

A szakaszosan működő dobmalomoknál — melyek főként a finomkerámiai iparban működnek — fontos műszerezési feladat a fordulatszámolás. A malomok őrési periódusait ugyanis helyesebb a megtett fordulatok számában, mint őrési időben rögzíteni. A fordulatszámolást célszerű a malom főtegeléről működtetni, amikor is átszámítás nélkül mutatja a tényleges fordulatok számát.

A plasztikus masszák gyártásánál — különösen a téglagyártásnál — fontos a konzisztencia kérdése. Ha túlnedves a massa, a gyártmányok deformálódnak, viszont ha túlkemény, géptörések következhetnek be. Ilyen esetekben utólagos ellenőrzésképpen a massa nedvességtartalmát szokás meghatározni, ami azonban helytelen, mert nem a nedvességtartalom az, amely a nyersidomok formaállóságát, illetve a gépek veszélyeztetését megszabja, hanem a massa konzisztenciája.

Szükség volna tehát a szájnnyílás előtt olyan konzisztencia mérő berendezés kidolgozására, ami bizonyos légyság alatt és bizonyos keménység felett veszjelzést vált ki.

Egyes vákuumsajtóknál helytelenül működik a vákuum mérése. A szivattyúhoz szolgáló vezeték könnyen eltömődik és a manométer vákuumot jelez, holott magában a vákuum-kamrában nincs megfelelő vákuum. Meg kellene tehát oldani a vákuummérést olyképpen, hogy a manométer vezetéke ne a szivattyú szívóvezetékéről ágazzék le, hanem a vákuum-kamráról.

Az üzem levegőjének portalanítását különösen a szilikagyártásnál kell biztosítani, folyamatos méréssel, lehetőleg veszjelzéssel egybekötve. A folytonos portartalom mérés — tudomásom szerint — nincs megoldva.

3. *Formázás.* Az öntőmasszáknál a fajsúly és a viszkozitás mérése megoldottnak tekinthető.

Nagyméretű elektromos szigetelők korongolásánál „csigásodás”, tűzálló és saválló anyagok formázásánál a levegőzárványok hibákat okoznak és a kiegészítés előtt való megállapításuk a selejt csökkentésére vezetne. Ezeknek a hibáknak a szárított formadarabon való megállapítására röntgen vagy radioaktív átvilágítási módszert kellene kidolgozni.

A nem automatizált hidraulikus sajtókon történő formázásnál fontos szempont a megfelelő levegőzés

ellenőrzése. E célból az egyik tűzállógyár a nyomás távjelzésén alakuló szellemes és jól működő ellenőrző berendezést készített, amelynek alkalmazását ki kellene valamennyi üzemre terjeszteni.

4. Szárítás. Kívánatos volna olyan nedvességmegtartó berendezést alkalmazni, mely közvetlenül mutatná a nedvességtartalmat. Felvetődött az elektromos vezetőképesség meghatározása, azonban ez a módszer a legtöbb esetben nem alkalmazható, mert már kis elektrolit-tartalommal eltérések is sokkal érzékenyebben befolyásolják a vezetőképességet, mint a nedvességtartalom.

Mesterséges szárításnál mérni kell a belépő szárítóközeg — többnyire levegő — hőmérsékletét és viszonylagos telítettségét, a távozó levegőnél ugyanezen adatokat, a túlnyomást, ill. huzatot és ezzel a szárító ellenállását mind a belépésnél, mind a kilépésnél, a bevezetett levegő, ill. füstgáz mennyiségét. Falazott csatornában megoldásra vár, hogy anemométerrel vagy Pitot-csővel az egyes kamrákhoz vezetőkábegekben a légsebességet üzem közben lehessen mérni.

Fontos a hőmérséklet mérése a szárító több pontján, ha nem is folyamatosan, de alkalmilag, az egyenletes hőmérséklet eloszlás biztosítására.

Gőzfűtéssel működő szárítóknál fontos a bevezetett gőz hőmérsékletének és mennyiségének a mérése. Sok kamrás szárító minden egyes kamrájában a gőz vagy a kondenzvíz vezetékben. Ugyancsak szükség van a kondenzvíz hőmérsékletének mérésére kamránként, ha nem is folytonosan, de legalább esetenként, mivel csak így ellenőrizhető, hogy a bevezetett gőz megfelelően van-e hasznosítva.

Finomkerámiai mesterséges szárítóknál szokás ablak elé állított mérlegen elhelyezett próbadarab súlyváltozásával mérni a szárítás ütemét. Kívánatos volna ezt a módszert automatikussá kifejleszteni.

Nagyterű szárítóknál be kell a hőmérséklet mérést vezetni főleg abból a célból, hogy ellenőrizni lehessen nem történik-e túlságosan meleg helyeken a friss nyersáru berukása. Emellett hasznos volna a levegőáramlást anemométerrel ellenőrizni.

A kazánüzem műszerezése tökéletesen megoldott probléma, azonban hiányzik a legtöbb kerámiai kazánüzemben. A műszeres ellenőrzés a legtöbb esetben csak a termelt gőz nyomásának és folyadékállásnak a mérésére terjed ki, de a füstgáz tüzelőanyag fogyasztás, a salakéghető és a füstgáz mérésére nem. A gőztermelés mérését a gőzvezetékbe beépített regisztráló, ill. számláló műszerrel kell végezni. Nem érhetjük be a kondenzvíz mennyiségének mérésével még akkor sem, ha elvileg az összes kondenzvizet visszatáplálják.

Mérni kell a kazántápvíz hőmérsékletét, a kazán huzatát és a tüztér hőmérsékletét.

Ahol a kazánt lágyított vízzel táplálják, ott vízvizsgálatra is be kell rendezkedni.

5. Égetés. Egyes finom- és durvakerámiai üzemek alagútkemencéinek műszerezése elég jónak mondható, a kerámiai kemencék legnagyobb részénél azonban a műszerek száma csekély.

A legfontosabb ellenőrzést, az égetési hőmérséklet ellenőrzését túlnyomóan Seger-gulákkal vagy próbatestekkel végzik. Emellett azonban feltétlenül célszerű az égetést, sőt a hűtési hőmérsékletméréssel ellenőrizni, mely célra elsősorban thermoelemek jönnek tekintetbe. Szakaszos üzemű kemencéknél a thermoelemek fix beépítésűek.

Körkemencéknél legalább az előmelegítésnél meg kell kísérelni hordozható pirométerekkel a hőmérséklet ellenőrzését, mivel ez úton igen hatásosan lehetne a vízlecsapódás ellen védekezni. Beépített pirométerrel a távozó füstház állandóan ellenőrizhető.

Alagútkemencéknél sok helyen vannak megfelelő számban beépített thermoelemek használatban, melyekkel a hőmérséklet az égetőcsatorna hosszában több helyen ellenőrizhető, sőt regisztrálható.

Valamennyi kemencénél a magasabb hőmérsékletek mérésére igen jó eszköz az optikai pirométer.

Az egyik körkemencénél regisztráló összsugárzási pirométerek voltak használatban. Szakaszos ellenőrzésre a részsugárzási pirométerek alkalmasabbak. Régebben forgalomban voltak az Optix-pirométerek, melyeknek az összehasonlító teste majdnem pontalakú és ezáltal a vizírozás és a pontos beállítás könnyű. Ilyen pirométerek előállítására és forgalombahozatala fontos érdeke a kerámiai iparnak.

A tűzzónában a mérés thermoelemmel vagy optikai pirométerrel hatásosan egészíti ki a Seger-gulával vagy próbatesttel végzett mérést, mivel ilyen módon ellenőrizhető a hőmérséklet a gúla leolvadása, ill. a próbatest zsugorodása után is.

Az égetéssel kapcsolatban fontos a huzat ellenőrzése. Körkemencéknél elterjedt volt régebben az Obel-féle regisztráló huzatmérő, mely egyben a ráadások periódusait is ellenőrzi. A műszer egyszerű kezelést igényel és az égetőnek jó tájékoztatást nyújt arról, hogy a füstgázelszívást milyen helyeken és hány helyen végezze. Sajnálatos, hogy ez a műszer a körkemence gyakorlatából majdnem teljesen eltűnt és kívánatos annak újbóli bevezetése. Körkemencéknél ugyancsak kívánatos az előmelegítő csatornákon végzett huzatmérés, melyből megfelelő meleglevégőbevezetésre lehet következtetni.

Az előmelegítéssel kapcsolatban be kellene vezetni a füstgáz harmatpont meghatározását és ennek alapján ellenőrizni, hogy mikor iktatható be egy-egy kamra a füstgáz útjába. Ezen az úton el lehetne a kondenzációt és az ezzel járó hibákat (felületi repedezés, felületi elszíneződés, kivirágzás) kerülni.

Egyéb kerámiai kemencéknél huzatmérést legcélszerűbb — eltekintve a körkemencéktől — a füstcsatorna szabályozó tolattyúja előtt végezni.

További fontos feladat a füstgázösszetétel ellenőrzése. Automatikus füstgázvizsgáló különösen a porcelánégetésnél jelentene komoly segítséget. Olyan üzemekben, ahol állandó füstgázvizsgálást nem lehet megvalósítani, időszakos Orsat-készülékkel végzendő az ellenőrzés. A füstgáz mintavétel kényes kérdés, a mintavevő helyen beépített cső megfelelő tömítéséről gondoskodni kell. A mintavevő csövet kerámiai anyagból vagy kvarcüvegből kell előállítani, mivel fémesövek az oxigén egy részét felvehetik.

Gázalagútkemencéknél a tüzelőanyag felhasználásának ellenőrzése szempontjából komoly nehézséget okoz a mennyiségmérés. Kokszolókemence gáztüzelésnél a mérés nem ütközik nehézségbe, mivel a tápvezetékbe épített mérőperemmel egybekötött gyűrűs mérleggel számlálást is lehet végezni. A nyers generátorgázzal tüzelő kemencék gázfogyasztásának mérése nincs megoldva, már pedig a gáztüzelésű kemencék legnagyobb részét nyers generátorgázzal működnek. Ez a probléma feltétlenül megoldásra vár. Hiányában a közös generátortelepről táplált kemencék egyedi fogyasztása és energianormaalapok felvétele nem állapítható meg.

A legtöbb gáztüzelésű kemencénél megoldást nyert a gáz nyomásának mérése. Ahol nincs meg, feltétlenül megvalósítandó. Célszerű a fűtőgáz fűtőértékének állandó időszakos meghatározása.

Gáztüzelésű kemencéknél célszerű az égési levegő nyomásának ellenőrzése és az előmelegített égési levegő hőmérsékletmérése. E célra thermoelemek alkalmazhatók. Kívánatos végül alagútkemencék hűtőlevegőjének hőmérsékletét, nyomását, ill. szívását és mennyiségét mérni.

Többször szóba került ugyan az alagútkemencék gáz ellátásának automatikus szabályozása, azonban ez nélkülözhető, az alagútkemencék égetőinek amúgy is figyelemmel kell kísérniök az égetés összes körülményeit és a fővezetéken való szabályozást — amire általában ritkán kerül sor — automatizmus nélkül is elvégezhetik, vagy távbeszélőn a generátorkezelőtől kérhetik a nagyobb vagy kisebb nyomásra való beállítást a szükségletnek megfelelően.

Az égetés ellenőrzéséhez kapcsolódik a generátorüzem ellenőrzése is. A generátorüzemek műszeres ellenőrzése egyéb iparágakban messzemenően meg-

oldást nyert és a kerámiai iparnak csupán át kell vennie a másutt meglevő megoldásokat.

Az elvégzendő mérési feladatok a következők: az aláfűtött levegő túlnyomásának, a gőz—levegő-keverék hőmérsékletének, a távozó gáz nyomásának és hőmérsékletének, a hűtőköppennyel egybekötött boilerben fejlődő gőz nyomásának a mérése. Emellett kívánatos a gáz összetételének megállapítása. Az aláfűtött levegő mennyiségéből a nitrogénmérleg alapján következtetni tudunk a termelt gáz mennyiségére. Ezzel azonban nem nyer megoldást az egyes fogyasztók által felhasználás útján az energiafogyasztás kérdése.

6. Egyéb mérési feladatok. Egyes téglá- és cserépgyárak a mechanikai energiát közvetlenül a gőzgépről nyerik. Ilyen esetben az egyes gépek energiafelhasználását kell meghatározni. Bár indikálás és a főtranszmisszió saját fogyasztásának a mérése alapján és az egyes egységeket magukban járattva az energiafelhasználást számítás útján meghatározhatjuk, kívánatos volna olyan mérési módszer bevezetése, amely a felhasznált energia közvetlen mérésére alkalmas. E célra regisztrálható dinamómeterre volna szükség, mely planimetrálása útján az energiafogyasztást megadja.

Míg a formadarabok megmintázása matematika-statisztikai alapon ma már kidolgozott feladat, addig nincs kielégítően megoldva az alakatlan anyagok (szén, nyersanyagok, őrlémények, masszák, mázak stb.) mechanizált átlagmintavétele.

A műszer útján végzett üzemellenőrzés csak akkor igazán hatásos, ha megfelelő nyilvántartással van egybekötve. Ezért a kezelőknek ellenőrző lapokon a mérési adatokat fel kell jegyezni. A feljegyzéseket a regisztrált adatokkal az ellenőrzés során egybe kell vetni. A kitöltött ellenőrző űrlapokat meg kell őrizni, hogy későbbi időben előálló problémák alkalmával az akkori helyzettel összehasonlításokat lehessen végezni. Az ellenőrző űrlapokat az irányító személyeknek át kell nézni.

A kerámiai ipar műszeres ellátása még kezdetleges. A műszeres ellenőrzés kiterjesztése a termelés biztonságát, jószágát és gazdaságosságát nagy mértékben előmozdítaná és ezért mindent el kell követni, hogy a közeli jövőben e téren komoly haladást érjünk el.

Üvegipar.

Mihálovits Tibor

Az üvegvlasztó kemencék üzemének kézben tartása és szabályozása feltétlenül megkívánja, hogy a fontos üzemi adatokat állandóan mérjük. A fontos üzemi adatokat az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Hőfok mérése az olvasztó és kidolgozó térben, valamint füstgáz hőfok mérése a kamrákban és a füstcsatornában.

Döntő fontosságú mérés az üvegvlasztó kemencék üzemében annak a hőfoknak a pontos megállapítása, amelyen az olvasztásnak le kell folynia. Míg a fazékekemenék üzemében +10 C°-os hőfokingadozás még aránylag elviselhető, kádikemenék üzemében már a hőfoknak ±5 C°-t meghaladó ingadozása súlyos üvegminőség zavarokat okozhat. Döntő fontosságú a mérési hely kiválasztása, mert a tüzelőtér határoló kemencefalak és az üveg hőfoka úgy egymás közt, mint a léghez viszonyítva, lényeges különbségeket mutatnak. Üvegiparunkban általában véve a fal hőfokát, vagy a boltozat alatt uralkodó hőfokot igyekeznek mérni vagy hőelemmel, vagy sugárzó pirométerrel. Hőelemmel történő mérés esetében döntő fontosságú a boltozat alatti hőfokmérésen kívül az adagolási zóna feletti hőfok mérése is. Ugyanez a fontos a munkakádban uralkodó boltozat alatti hőfok megállapítása. Tekintettel a magas hőfokértékre, platin-platin rhodium termoelemeket használnak, porcelán belső és korund vagy szilíc külső burkoló csővel. 1400 C° vagy e feletti hőfokoknál a külső védőcső élettartama kb. 2—3 hónap, míg 1200 C° körüli hőfokoknál a külső védőcső 5—6 hónapig is használható. Kéntartalmú füstgázoknál úgy a termoelemek, mint a védőcsővek gyors korrodálása következtében a termoelem által mutatott elektromos feszültség már 2—3 hét alatt 15—20 C° eszkkenést mutat.

A termoelektromos erő csökkenésének nyomon követésére izzószálas sugárzó pirométert használunk. A sugárzó pirométer nézőcsővét a védőcső legalsó végére irányítjuk. A kemence építésénél gondoskodni kell arról, hogy erre megfelelő nyílások legyenek beépítve a kemence oldalfalában. A hőcempár hideg végének, vagyis a mérő millivolt-méterre csatlakozó végeknek a hőfokváltozása legalább 20—30 C°. Feltétlenül szükséges tehát thermostát alkalmazása, mely a hőcempár hideg végeit állandó, leggyakrabban +50 C°-on tartja.

Ennek hiányában segít részben a kompenzációs mérőberendezés, amelynek alapelve az, hogy a platin-platin-rhodium termoelem forrasztási helyén ébredő elektromotoros erővel egyező nagyságú, de ellentett thermofeszültséget állít elő és ily módon a hőfokmérést a termoelem körében árammentes állapotban végzi el. A termoelem forrasztási helyének előregedéséből származó feszültség csökkenését a fentemlített külön kompenzátorral állandóan figyelemmel kísérjük. Ugyanez a műszer felhasználható az üzemi regisztráló millivolt-méterek időközbeni ellenőrzésére is. A másik hőfokmérési módszer a sugárzó pirométereken alapul, melynek két fontos típusa az izzószálas összehasonlító és a fotó (elektromos hatáson alapuló) pirométer. A sugárzó izzószálas összehasonlító pirométer kézi hordozható kivitelben elterjedt üvegvásárainkban és mérési pontossága nagy. Ezt a műszert főleg a fotó és termoelektromos pirométer ellenőrzésére használják. A fotoelektro-pirométerek felhasználhatók állandó beépítésre és hőfok regisztrálásra, azonban hátránvuk a szűk mérési határ.

A fotóelemes pirométerek jelenleg belföldön nem szerezhetőek be. Célszerű volna, ha a belföldi műszeripar is foglalkozna gyártásuk mielőbbi bevezetésével. Használata elsősorban a nem sugárzó lánggal működő tüzelőberendezéseknél indokolt. Mint már említettük, az üveg valódi hőfoka eltér a boltozatban elhelyezett termoelektromos pirométerek által mutatott hőfokértékektől. Különösen nagy az eltérés abban az esetben, ha a pirométerek külön védő burkolatban foglalnak helyet a boltozatban, vagy alig állnak ki 2 cm-t a boltozathól.

Az üveg felszínére irányított sugárzó pirométerek sem mutatják az üveg valódi hőfokát, még abban az esetben sem, ha a világító láng nem jut a sugárzó pirométer látómezéjébe. Ennek oka az, hogy az üveg a févnsugarakat részben átengedi és így az üveg által kiszugárzott fény csak részben jön az üveg felszínére, míg jelentékeny részben az üvegfelszín alatt levő rétegek is résztvesznek a sugárzásban.

Ezáltal a sugárzó pirométer a felszíni hőfokhoz képest alacsonvabb értéket mutat.

Az üveg valódi hőfokának mérésére a jelenleg ismeretes mérési módszerek közül a merülő pirométer alkalmazása mutatkozik a legmegbízhatóbbnak. Olvahn helyeken tehát, ahol az üveg kidolgozási hőfokának pontos ellenőrzése kívánatos, mint pl. vákuummal dolgozó üvegfelszívó automatáknál, vagy feedereknél, platin védőhüvelves termoelemeket kell alkalmazni, melyeknek vége kb. 20 mm-re nyúlik be az üvegbe a kád oldalfalán keresztül. Felszerelésüknél ügyelni kell a fellépő elektrolitikus hatásokra, mely a platin védőcső korrózióját megvorsítja és melynek elkerülésére a platin védőcsövet el kell szigetelni a kemence oldalfalától. Ez a hőfokmérés éppen a magas költségénél fogva csak igenves üvegfeldolgozó automaták részére szolgáló üveg hőfokának állandó ellenőrzésénél indokolt. A hőfokmérés a kamrákban annak ellenőrzésére szolgál, hogy a kemencék két oldalán az üzemi viszonyok mennvire térnek el egymástól, vagyis a gáz és levegőkamrák a kívánt előmelegítést az előírt határok között tartják-e.

Tekintettel az alacsonvabb hőfokra, mely max. 800 C°-ig terjed, vaskonstantáns hőelemek használata, kerámiai védőcsővel és tűzálló vas külső védőcsővel beépítve. Fontos, hogy ezen pirométerek legalább 70—80 cm mélyen nyúljanak be a kamrafalakon keresztül a kamratérbe és ne feküdienek fel a kamratéglákra. Célszerű regisztráló millivolt-méterekkel mérni, melyek szemléltetően ábrázolják az egyes váltási periód-

dosokon belül a gáz- és levegőkamrák előmelegítésének hőfokait és melvkeblől meg lehet ítélni, hogy a kamrák helyesen vannak-e beszabálvoza.

Ugvanezen diagram szolgál a váltási idők pontos betartásának ellenőrzésére is. A füstgáz hőfokmérése és regisztrálása fontos tájékozódást nyújt a kemence állapotára és elsősorban arra, hogy milyen mértékben használja el a kemence a tüzeléshez felhasznált gáz hőtartalmát. A növekvő füstgáz hőfok a kamrák el-tömődésére mutat, míg a füstgáz hőfok esőkkenése a hamis levegő beáramlásának lehetőségére figyelmeztet.

A füstgáz hőmérésére szolgáló thermoelem meg-egvezik a kamrák hőfokának mérésére szolgáló thermo-clemmel. Beépítési helye célszerűen a kamrák és a fő füstgázszabálvozó tolattvük közötti csatornában jel-lendő ki. A vaskonstantán thermoelemek belföldön megfelelő minőségben készülnek.

2. Tüzelőanyag mennyiség mérése.

A legtöbb üvegvárban barnaszénből fejlesztett generátorgáz szolgál a kemencék fűtésére. Ha a gene-rátorgáz nines megtisztítva, kátránvtartalmánál fogva kevésbé alkalmas arra, hogy a gáz mennyiségét folva-matosan mérhessük. Csak a mérőtárcsák naponkénti tisztításával lehet elérni a folvamos regisztrálást. A mérővezetékek tisztántartására jó segédeszköz a levegő lassú beáramoltatása vízzáron keresztvül, tü-szeleppel szabálvoza a mérővezetékekben. Az ehhez szükséges armatúrák nem kaphatók a belföldi műszer-gvártó cégeknél, szükséges volna tehát, hogy előállí-tásukra nevezett vállalatok berendezkedjenek. A mérő-tárcsa gvakori tisztogatására legcélszerűbb a mérő-tárcsa részére a gázvezetéken kívül eső tokot felszerelni, amelyben a mérőtárcsa egy esukló körvül a normális üzemhelyzetből beforgatható. Ezen helyzetében külön kaparó segítségével a mérőtárcsa ide-oda lengetéssel is tisztítható. Lénvegesen egvszerűbb a mérőtárcsával a mérés és regisztrálás azon esetben, ha a gáz kátránv és mechanikai szennveződéstől mentes. A mérőtárcsa által szolgáltatott differencia nyomás regisztrálására leginkább gvúrús mérleget vagy membrános készvü-lékeket használnak. Mindkét készvüle alkalmas a gáz-mennyiség számolására is. Belföldi műszergváraink már régebben foglalkoznak gvúrús mérleget előállítá-sával, regisztráló írókészvülekkel felszerelve, írótolli nem eléggé megbízhatóan működnek és ugvane csak kívánivalót haev maga után az alkalmazott diagram-papír minősége is és beosztása, melynek pontatlansága miatt a papír gvakran akadozik. Szükséges volna, hogy belföldi műszergváraink ezen hiányokon mielőbb segít-senek.

3. Tüzeléshez használt levegő mennyiségének mérése.

A tüzeléshez használt levegő mennyiségmérésé azonos a gáz mennyiségmérésével, azonban ez esetben a levegőt külön ventilátorral kell a kemence váltó-szerkezetébe bevonnai. Kívánatos volna, ha üveg-gváraink erre mielőbb berendezkednének, mert a pon-tos tüzeléstartás egvik legfontosabb alapfeltétele a tüzeléshez szükséges levegőmennyiség állandósítása. Ventilátor nélkül a kemence levegőszolgáltatása lénve-ges mértékben függ az atmoszferikus viszonyvoktól. A levegő mérése a légbeszívó nvilásokon anemométe-re nem kielégítő pontoságú. Közvetett meghatározása a füstgázanalízis értékeiből szintén nem pontos, mert a füstgáz oxigéntartalma nemesak a tüzelés levegő-mennyiségétől, hanem a kemencébe beáramló hamis levegőtől is függ.

4. Tüzelőtérben uralkodó nyomás mérése.

Helyesen vezetett kemencetüzelés esetében az üvegtükör szintjével egvmagasságban atmoszféra nvomásnak kell uralkodnia, mert nagyobb nvomás eseté-ben a füstgázok részben az adagolónvilásokon a sza-badba áramlanak, ha pedig szívás van a tüzelőtérben, úgy hideg levegő tödül be a kemencébe, ami által esőkken a kemence hőfoka. Mindkét esetben hőveszte-ségek lépnek fel. A kemence térvnyomása az üvegsvint fölött a magassággal állandóan növekszik. Fontos

tehát, hogy egy időben két helyen mérjük a nvomást. Ha a kemencében a hőfokviszonyvok stabilok, úgy a magasabban fekvő csatlakozáson mért nvomás érté-kéből következtetni lehet az üvegsvint felett uralkodó nyomás értékére.

A mérési hely, valamint a regisztráló műszer közötti függőlegesen mért szintkülönbség befolyásolja a műszeren ténvleg leolvasható nvomásértéket, mert az impulzus vezetékben levő gáz fajsúlyának és a gáz-oszlop magasságának szorzata adja a helyes nvomás-differenciát. Ennek a különbségnek a kiküszöbölésére célszerű, ha az alkalmazott nvomásmérő műszer egvik oldalára kapcsoljuk a tüzelőtérben uralkodó nvomás vezető vezetékét és azzal párhuzamosan egy másik impulzus vezetékét szerelünk, melynek felső vége a becsatlakozás helyével egy magasságban végeződik. Az alkalmazott mérőműszerek különleges kivitelű gvúrús mérleget kis mérési határral, vagy ferde vízmano-méterek finom beállítással.

Célszerű volna, ha ezek gyártására a hazai műszer-ipar mielőbb berendezkedne.

5. Az üvegsvint mérése.

Az üvegsvintmérő főbb típusai a következők:
1. Skálabeosztásos látómezejű távesővel meg-felvelhető valamely szilárd pont tükörképe az üveg felszínén.

2. Keramikus, vagy vízzel hűtött fém úszó testek megfelelő áttételezés útján regisztrálják az üvegsvint szabálvozását. Ezen készvüle hátránya az áttétel surló-dásából eredő pontatlanság.

3. Elektromosan vezérelt fel- és lemozgatott kont-akt esűes, melyet motor tart mozgásban, ha az üvegsvint lesvülved az érintkezés az üvegtükör és a platinakontaktus között megszakad, úgy a berakó-szerkezet megindul és adagol. Az aránvlag komplikált és drága szerkezet karbantartása nagy szakértelmet és megfelelő eszközöket kíván.

4. Aránvlag egvszerű módon lehet egy keramikus hűtött esűvel a levegőszugár által előidézett nyomás-változást felhasználni az üvegsvint mérésére.

Ezen rendszer előnye egvszerűsége és könnyvü karbantarthatósága, hátránva viszont az a körvülmény, hogy a levegőnvomás változása függ a kemence térvnyomás változásától is, tehát csak akkor működik megbízhatóan, ha a kemencetérnyomás is állandó.

6. Huzatmérés a füstcsatornában.

A modern üvegipari kemencék üzeme egvenletes szabálvozott huzatot igényvel. Szükséges, hogy a huzat 0,2—0,3 mm v. o.-n belül állandó legyen. A kemencére ható huzatot a füstcsatorna főtollattvúja előtt kell mérni, de ugvane akkor célszerű a kémény lábánál is, tehát a füstcsatorna és a kémény rókatork között is mérni a huzatot annak megállapítása végett, hogy van-e a huzatban tartalék arra az esetre, ha a kémény huzata valamely oknál fogva — pl. a szívóhuzam ventilátorok eltömődése következtében — esőkkenne.

A huzat mérésére legcélszerűbben gvúrús mérle-get használunk, mely egy regisztráló szalagra írja fel a huzat változásait.

7. Hőgéstermékek vizsgálata.

Üzemeinkben legelterjedtebben az Orsat-készvüle-ket használják, amelyekkel azonban csak egves vizs-gálatokat lehet végezni, vagy pedig hosszabb időn át leszívott keverék füstgázból lehet átlagot venni. Olvan üvegolvasztó kádák, melyek folvtonos üzemben homo-gén üveget kell szolgáltatassanak, állandó füstgáz-összetétel ellenőrzést kívánnak meg. Erre a célra szolgál-nak az elektromos füstgázelemző készvülek. A CO₂ hővezető képessége lénvegesen eltér a többi gázokétól és ha izzásban levő platinadrót mentén áramlik a füstgáz, úgy annak CO₂ tartalma befolyásolja az izzó platinaszál ellenállását. A korábbi kivitelű CO₂ regisztráló készvülek ezen az elven nem működtek megbízhatóan, mert a magyar barnaszének füstgázá-ban jelenlevő kéndioxid tartalom az izzó platinaszálat

gyorsan korrodálta. Újabb kivitelnél ezen szálát igen vékony üveg kapilláris védi a korrózióval szemben.

Célszerű volna, ha ilyen készülék előállítására a belföldi műszeripar is berendezkedne. A füstgáz oxigéntartalmának mérésére az oxigénparamagnetikus hatását használják, mert a gáz oxigéntartalmát a mágnes magához vonzza. Ha a mágneses mezőben elektromosan fűtött izzószálát teszünk és ezzel a mérendő gázt melegítjük, úgy ennek mágnesezhetősége csökken. Ily módon a mágneses vonzóerő is lecsökken és a gáz a hidegebb rétegek felé áramlik. Ily módon mágneses szél keletkezik. Ez viszont lehűti az izzó platinaszálát és ily módon ennek ellenállása megváltozik. Az ellenállás változását ellenálláshiddal lehet közvetlenül mérni. Összehasonlításképpen egy másik izzószálát használunk, mely konstans viszonyok között van. A korrózió ellen említett védelem itt is alkalmazást nyer.

Szükséges volna ugyancsak, hogy a belföldi műszeripar ilyen mérésre használható készüléket szállítson.

A füstgáz szűrőn kell keresztül vezetni, mely megvédi a mérőkamrákat a szennyeződések által okozott eldugulástól.

8. Gáznyomás mérése.

Állandó gáz- és levegőnyomás nélkül stabil kemencemet egyáltalán nem képzelhető el. Fontos tehát ezen értékek megbízható mérése, mely célra legmegbízhatóbbnak és legüzembiztosabbnak a gyűrűs mérleg szerkezetű regisztráló és mutató készülékek látszanak. A tüzelőanyag egyenletes beáramlásának biztosítására az is szükséges, hogy a tüzelőanyag fűtőértéke és fajsúlya állandó legyen. Gyűrűs mérleg és mérőperem által szolgáltatott gáz mennyiség mérési adatok kiértékelésére szükség van barométer állásmutatóra, vagy regisztrálóra és arra, hogy a gáz hőfoka $\pm 1^\circ\text{C}$ -on belül állandó legyen. A fent felsorolt feltételek legkönnyebben tisztított generátorgáz üzemnél valósíthatók meg, melynél mód van a gáz állandó hőfoktartására. Ugyancsak tisztított gáznál lehet első sorban szó arról, hogy az automatikus szabályozás valamely formáját kádkemencénkben megvalósítsuk. Az automatikus szabályozás legegyszerűbb formája a gáznyomás állandóan tartása a kemence gázlatlattyúk előtt.

A gáznyomás szabályozására legjobban bevált, legüzembiztosabb készülékek azok, amelyek a gáznyomás ingadozását olaj szervomotorral működtetett szabályozó csappantyúval egyenlítik ki. Ilyen szerkezet a közismert Askánia vagy Arca szabályozó.

Másik fontos feladat a gáz és levegő arányának automatikus szabályozása, amelyet legcélszerűbben úgy valósíthatunk meg, hogy az áramló gáz mennyiségét mérőperemmel mérjük és a mérőperemen keletkező differenciányomással vezéreltetjük a levegő szabályozó berendezést. A szabályozó szerv lényegében ugyanaz, mint a nyomásszabályozásnál, csak a nyomás ingadozásokat felvevő membrán mindkét oldalára hat a mérőperem által okozott nyomás-differencia. A gáz és a levegő viszonyának szabályozása fokozott gondot kíván és előfeltétele a nyomásszabályozás, a mérőperem helyes beépítése, valamint a berendezés állandó tisztántartása és kezelése. A regeneratív tüzelés átváltásánál a keletkező nyomáslökések miatt a membrán idő előtt tönkremegy. Célszerű tehát a váltás idejére a szabályozó berendezést rögzíteni.

A kemence tüzelőtér hőfokának állandó értéken való tartása automatikus szabályozással, jelentős nehézségekbe ütközik és a mi viszonyaink között még korainak mondható. A kemence tüzelőtérben uralkodó nyomás állandó értéken való tartása automatikus szabályozással különleges érzékenységgel gyűrűs mérlegekkel, membrános és olajszervomotoros szabályozó szerkezettel összeköttetésben gyakorlati feladatnak látszik. Jó működésének előfeltétele azonban az, hogy a szabályozó szerv a füstgázban levő szennyeződésektől ne tömődjék el. Ez a követelmény is könnyebben teljesíthető tisztított gáz esetében. A váltási idő automatikus változtatása attól függően, hogy a kádkemence mindkét oldalán egyenletes hőfokokat mutat-e vagy

sem, még komplikáltabb feladat, mint az eddig ismertetett összes feladatok. A váltási idő változtatását nem minden esetben indokolja a kamrák melegítő hatásában észlelt változtatás, sokkal célszerűbb, ha gondoskodunk a kamrák szimmetrikus melegítő hatásáról, oly módon, hogy az előmődött vagy elüvegesegett kamrabetéteket idejében kicseréljük. A kamra hőfokainak megbízható mérése ugyanis elég bonyolult és nehéz feladat és aránylag kis mérési hiba már érzékenyen befolyásolhatja a mért értékeket. A keverék beadagolás automatikus vezérlése az üveg szintmérők állásától függően igen kényes és nehéz feladat és csak nagy, 50 tonnás napi üvegkivételű, vagy ennél nagyobb kemencéknél jöhet szóba.

A tüzeléshez használt levegőhőfok állandósítása igen fontos és aránylag egyszerű eszközökkel megvalósítható, ennek mérése aránylag egyszerű elektromos ellenálláshőmérőkkel könnyen elvégezhető. Szükség volna arra, hogy ilyen elektromos hőfokmérőket, amelyek 1°C -on belüli pontossággal képesek a levegő hőfokát megállapítani és regisztrálni, a belföldi ipar mielőbb szállíthasson. A legegyszerűbb eljárás a levegő és különböző hőfokú levegő különböző arányban való keverése, pl. oly módon, hogy a levegő egy részét a szabadból, másik részét pedig a kemence közeléből szívjuk.

Az üvegolvasztó kemencék termelékenységére és selejtszökkenésére megkívánja a kemence lényeges üzemi adatainak állandó ellenőrzését. Ennek feltétele viszont az, hogy az üvegolvasztó kemencék megbízható érzékeny és nem kényes műszerekkel legyenek felszerelve, azok karbantartása biztosítva legyen és az üveglatyak jól képzett személyzettel rendelkezzenek. Csak így tudjuk elérni az üveggyártás területén azon követelményeket, amelyek a selejt csökkentésére és a termelékenység emelésére vonatkoznak.

Cementipar.

Dolezsai Károly

A cementgyártás a múltban azon iparágak közé tartozott, ahol műszereket alig alkalmaztak és a gyártás irányítása is csak a dolgozók tapasztalatától és rátermettségétől függően becslésen alapult.

A mai körülmények között, mikor maximális mennyiségi termelés mellett maximális minőséget, a gazdaságosságot kell biztosítanunk, cementgyáraink már nem lehetnek meg műszerezés nélkül.

A cementgyárak óriási anyagmennyiséggel dolgoznak. Nagyobb gyárainkban a naponta felhasznált nyers-, segéd- és üzemanyagok mennyisége meghaladja a 2000 tonnát. Az anyagmennyiség természetesen csak kis részletekben, szállítóberendezéseken érkezhet a gyárba. Ezen anyagok mennyiségének megállapítása jelenleg a szállítóberendezések edényei úrtartalmának átlagsúlya alapján vagy a folyamatos szállítóberendezések üzemidő tartama alapján történik. Amennyiben egy-egy napon szállítóberendezésenként csak néhány kg eltérés van, a napi szállítási mennyiségnél ez már vagonvételben jelentkezik. Feltétlenül fontos tehát a beérkező anyagmennyiségek pontos mérése.

A vasúton beérkező anyagok mérése vasúti híd-mérlegen történik, amelyen minden kicsit külön kell mérlegelni tele és üres állapotban, hogy a szállított anyagmennyiséget megkapjuk. A kötélpályán érkező anyagok mérésére szolgálnak a kötélpálya mérlegek, melyek automatikusak. Egy szállítópálya méréséhez két mérlegre van szükség, az egyik mérleget a kötélpálya teleoldalára kell felszerelni, ez méri a beérkező anyag + csille egvüttes súlvát, a másik mérleg az üres oldalra kerül felszerelésre és méri a kiürített csillék súlvát. A mérlegek automatikusan jegyzik a lemért csillék darabszámát és a súlyok összegét.

Szalagon az anyagszállítás mérése teljesen automatikusan történhet. A szállítószalagból kiiktatnak egy szakaszt és ide építik be a szalagmérleget, mely regisztrálja a rajta keresztül szállított anyagmennyiséget.

A nyersórlés folyamatában ajánlatos mérni a malmok teljesítményét. Tekintettel arra, hogy az őrlést nedvesen végzik, a méréshez olyan szerkezetre van szükség, amelyet nem zavar az iszap-szennyeződés.

Ezt a mérőeszközt be lehetne építeni akár minden malomhoz, akár — ahol mód van rá — csak a malmok által termelt össz-iszapmennyiség mérésére.

A kemencék egyenletes termelésének feltétele, hogy állandó, egyenletes víztartalmú iszapot kapjanak. A legtöbb gyárban a kemencébe folyó iszap mennyiségének szabályozása az iszap befolyási keresztmetszetének változtatásával történik. Ez a módszer megbízható mindaddig, míg az iszap térfogatsúlyában és viszkozitásában nem áll be változás. A változások elsősorban a víztartalom különbségek miatt lépnek fel, amelyeket sem a beömlési keresztmetszettel, sem a térfogat- vagy súlyadagolással történő adagolásnál nem tudunk kiküszöbölni.

A víztartalmat jelenleg az üzemi laboratóriumok óránként ellenőrzik. Nagy segítséget jelentene, ha olyan műszert lehetne szerkeszteni, mely a víztartalmat folyamatosan jelzi.

A szénzáritás és őrlés a cementüzemek legveszélyesebb része. Helytelen kezelés következtében tűz- és szénporrobbanás következhet be. Ennek megakadályozására mérni kell a száritóba belépő, valamint kilépő gázok hőmérsékletét, ezenkívül hang- és fényjelző berendezést is fel kell szerelni, mely a kezelőszemélyzetet figyelmezteti a megengedett maximális és minimális hőmérsékletek elérésére, hogy a baleset elkerülésére azonnal megtehesse a szükséges intézkedéseket.

Biztonsági szempontból ajánlatos a szén útján, különösen azokon a helyeken, ahol tűzfészkek keletkezhetnek, olyan jelzőberendezés felszerelése, mely a zárt rendszerben esetleg fellépő tüzet jelzi.

A kemencét tápláló szénport közös szénőrlő berendezés állítja elő. A felhasznált szénmennyiséget jelenleg csak beérkezésekor tudjuk mérni. Nem kapunk felvilágosítást sem a malmok által termelt szénmennyiségről, sem a kemencék által fogyasztott szénről.

Mivel minden cementgyárban több kemence üzemel, külön mérési problémát jelent az egyes kemencék által felhasznált szén mérése.

A szénport áramló levegő viszi folyamatosan a kemencébe. Széntakarékossági szempontból és a kemencék kézbeartása tekintetében igen nagy segítséget jelentene, ha volna olyan berendezés, mellyel a csővezetékben pneumatikusan szállított poranyagok mennyiségét mérni lehetne.

A szénelőkészítő berendezések ciklonos és zsákos portalanítókkal vannak ellátva, melyek a finom port kis mennyiségben átengedik. Szükségesnek látjuk a portalanítóból távozó gázok szénpor tartalmának mérését.

A cementgyári berendezések közül a legnagyobb jelentősége az égetőkemencék műszerezettségének van. A gyár szénfogyasztása a termelt klinker mennyiségének 40—60%-át teszi ki. Abból, hogy az egyes kemencék szénfogyasztási értéke ilyen nagy szórást mutat, látható, hogy a kemencék területén még igen sok műszerezési probléma vár megoldásra.

A forgókemencés égetés igen komoly feladatot ró az égetőre. A kemencét állandóan egyensúlyi állapotban kell tartani, mert különben eltolódik az anyag kiszáradásának zónája, nem következik be a kívánt granuliaképződés, az anyag poros lesz, gyűrűk keletkeznek a kemencében és emellett a változó kemencében a klinker égetésének mértéke sem lesz megfelelő.

A kemence az üzemnek az a berendezése, mely a nyersanyag előkészítése során elkövetett hibákra a legérzékenyebben reagál. Megérzi az anyag kémiai összetételében, az iszap víztartalmában, őrlésfinomságában, — adagolásában beálló változásokat, a szénhamú, nedvesség, őrlésfinomság változását, sőt a külső hőmérsékletre is erősen reagál. Ezeket a változó hatásokat az égető megfelelő jelzőműszerek nélkül nem tudja figyelembe venni.

A kemencébe befúvott szénpor a befúvócső végén fáklyaszerűen ég. A szénport szállító levegő (primer levegő) mennyisége és a hűtőkből jövő (szekunder levegő) előmelegített levegő mennyisége a szén minősége mellett elsősorban befolyásolja a láng hosszát és hőmérsékletét.

A lánghőmérséklet megbízható mérésére ma még nincs módszerünk. A forgalomban lévő összszugármérő és izzószálás optikai pirométer nem adnak megfelelő pontos értéket.

A hőátadás vizsgálatának következő feladata a kemence beléshőmérsékletének, valamint ezzel egyidejűleg az anyag hőmérsékletének mérése.

A kemencében képződő granuliák ellenőrzésére zárt rendszerben csak úgy nyílik lehetőség, ha a kemence falát megcsapoljuk, onnan kivesszük a granuliákat és megnézzük azoknak szilárdságát és nedvességtartalmát.

A granuliaképződésre felvilágosítás nyerhető közvetett úton úgy is, hogy mérjük a száritózóna végének hőmérsékletét. Itt különleges feladat megoldásáról van szó, mert a forgó, állandóan mozgóban levő kemencében kell a mérést elvégezni. A lábatlani Unax kemencénél ezt a problémát úgy oldották meg, hogy a kemencébe építették a thermoemleket, a kemence köpenyén kívül a köpenytől elszigetelve két elektromos vezetőgyűrűt építettek, ehhez csatlakozik a thermoemle két vége és erről a gyűrűről forgókerekes áramszedő közvetítésével vezetik a thermoáramot a leolvadó műszerhez. Ez a berendezés a kemencék üzemeltetéséhez igen hasznos támpontot ad és ezért fontosnak tartjuk az ipar többi kemencéjénél is felszerelni.

Meg kellene nézni a lehetőségét, hogy hasonló módon a zsugorítózána hőmérsékletét is mérni lehessen, — jóllehet itt nehézséget okoz az igen magas hőmérséklet, (1500—1700°C) és a zsugorított klinker meglehetősen erős mechanikai és kopató hatása. Ha ezt sikerülne megoldani, hathatós irányító eszköz jutna az égetők kezébe.

A kemence hőmérsékletének vizsgálatához fontos tudni a kemencéből kiömlő klinker hőmérsékletét. Jelenleg összszugármérő vagy izzószálás pirométerrel mérjük, azonban a módszer a mozgóanyag és az anyagszemcsék között látszó sötét hézagok miatt nem ad megbízható eredményt.

A tüzelés irányítása ma az építőanyagipar összes kemencéinél úgyszólván kizárólag a füstgáz hőmérsékletének és összetételének mérése alapján történik.

A füstgáz-hőmérséklet mérését az üzemek a kémény porkamrába épített thermoemlekekkel végzik. Ez a módszer elég megbízható eredményt adna, ha sikerülne megfelelő ellenálló thermoemleket, illetőleg thermoemle védőcsöveket készíteni.

A hosszú kemencéknél, ahol a távozó füstgáz hőfoka 200—300°C, a mérés még nem jelent túl nagy problémát, de azoknál a kemencéknél, ahol a füstgáz-hőfok 600—800°C, a mérés szinte megoldhatatlan probléma. A hőmérsékleti határok miatt a vaszkonstántán hőelem megfelel ezekre a helyekre és a thermofeszültsége is elég nagy, azonban kellő védőcső hiányában néhány hét alatt tönkremennek.

A kerámiai anyagból készült védőcsövek a hőváltózársra és mechanikai behatásra nagyon érzékenyek és tönkremenetelükhöz nagy mértékben hozzájárul a kemencében fellépő apró robbanások kihatása. A fém védőcsövek mechanikai szilárdsága megfelelő, azonban ezek nagyon rövid időn belül leégnek és a thermoemle tönkremegy bennük.

Iparunk részére egyik legfontosabb feladat volna, hogy a kemence füstgáz-hőmérséklet mérésére megbízható, hosszú élettartamú thermoemleket tudjunk kapni,

É P Í T Ő A N Y A G

Felölös szerkesztő: Egyed Zoltán — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450.

Felölös kiadó: Solt Sándor — Megjelent 620 példányban.

Elölízetés a Posta Központi Hírlap Iroda Vállalatnál, Budapest, V., József nádor-ter 1. Távb.: 180-850.

Elölízetési díj: 72.— Ft. (egész évre), egyes szám ára: 8.— Ft. Csekk számlaszám 61.282.

32520-689/2 - Révai nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felölös: Nyáry D.)

nemesak a ma forgalomban lévő, legfeljebb másfél méteres, hanem legalább két és fél méteres hosszúságban.

A thermoelemek leolvásóműszereinek hátránya, hogy igen hamar meghibásodnak. Ezek regisztráló műszerek, melyek laboratóriumi használatra kifogástalanok, az üzem épületének rázkódásait, porszenyvedéseit nem bírják elviselni. Sokkal robusztusabb kivitelben kellene készíteni azokat, mint ahogy jelenleg forgalomban vannak.

A kemencek füstgáz összetételének folyamatos vizsgálatára 40% CO₂ mérési hatású Duo-Monox készüléket használnak.

A kemence porkamrája, ahonnan a füstgáz-min-tavétel történik, közel 100 m távolságra van az égetőtől, akinek a vizsgálat eredményét látnia kellene. Olyan füstgázvizsgáló készülékre van szükség, mely vagy távadóval van ellátva, vagy olyan berendezést kell hozzá szerkeszteni, mellyel a füstgáz 100 m távolságra összetételváltozás nélkül elvezethető, hogy ott a készülék megvizsgálja.

A forgókemencek füstgázának magas a portartalma, ami a készülék porszűrő berendezésének rövid időn belüli eldugulásához vezet. Ezenkívül, amennyiben a füstgáznak magas a hőmérséklete, közvetlenül nem is vizsgálható meg.

Ezek a készülékek is túl érzékenyek a hőmérsékletre. Egyik üzemünkben a kemenceház hőmérséklet változására annyira érzékeny volt egy készülék, hogy a szivattyú higánya hőtágulás következtében kiömlött a tartó edényből.

A CO₂ tartalom mellett elengedhetetlen feltétel a füstgázok oxigén tartalmának mérése és regisztrálása. Kérjük a műszeripart, hogy ezt a problémát minél előbb oldja meg, ugyancsak távadós kivitelben.

A kemence hővesztésének jelentős részét képezi a köpenysugárzási veszteség. A köpenyhőmérséklet

változása emellett jelzi a kemence tűzállóbélés falazatának állapotát. A falazat elvékonyodása legegyszerűbben a köpenyhőmérséklet mérésével észlelhető, nem is beszélve a téglá vagy falazatrész kicséséről, amikor a kemenceköpeny átizzása mutatja a defektust.

Külföldön készítenek olyan jelzőkrétákat, sőt jelző festékeket is, melyek a hőmérséklet hatására változtatják színüket és lehűléskor újból az eredeti színre állnak vissza. A cementipar nagyon hiányolja ezeket az ún. termokolor jelzőfestékeket, melyekkel kemencejének zsugorítózóna köpenyét szeretné befesteni.

A köpenyhőmérséklet mérésének másik módja a tapintó pirométerrel való mérés volna, azonban ilyen pirométerrel sem rendelkezünk és az ezzel történő szakaszos mérés sokkal kevésbé felelne meg, mint a termokolor festék alkalmazása.

A kéményhuzat, valamint a befúvó levegő nyomásának mérésére regisztráló huzat-, illetve nyomásmérőre van szükség. A huzatmérésnek hasonlóan a füstgáz hőmérséklet és összetétel méréshez, távadással kell történnie, hogy az égető lássa a mindenkori állapotot.

Ugyancsak igen fontos mérés lenne a füstgázok portartalmának mérése, ami folyamatos mérés esetén sokszor meglepő eredményt adna.

A kemencek mérésénél a további probléma a termelt klinker mennyiségének mérése, ami a hűtők után megfelelő mérleg beépítésével elvégezhető lenne.

A cementórlés mérési problémája a malmok által termelt cement mennyiségének mérése, ami ugyancsak mérleg beépítésével elvégezhető lenne.

Nagyobb probléma a malom szellőzés levegőmennyiségének mérése, ahol a malmokból távozó meleg, pára- és portartalmú levegő mennyiségét kell mérni.

A felsorolt mérési lehetőségek biztosíthatják a cementgyártás legkedvezőbb ellenőrzését és a gyártási viszonyok állandósítását.

Pályázati hirdetés

Az Oktatásügyi Miniszter 14854—1/69/1955. XII. számú engedélye alapján pályázatot hirdetek az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karához tartozó Geodéziai Tanszéken megüresedett tanszékvezető egyetemi tanári állásra.

A kinevezendő egyetemi tanár kötelessége lesz az Oktatásügyi Miniszter megbízása alapján a tanszékvezetői feladatkört ellátni, tudományozását az Egyetem Karainak mindenkori tanterveiben és a megfelelő programokban előírt óraszámokban és terjedelemben előadni, a szükséges gyakorlatokat, vizsgákat megtartani. Feladata továbbá a tanszék oktató, nevelő és tudományos munkájának irányítása.

A betöltendő állás után a Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa 1952. évi október hó 24-én hozott határozata alapján közzétett 322—1/1952. K. M. sz. utasításban közölt megfelelő illetmények járnak.

A pályázat beadásának határideje: 1955. december 31.

A pályázatot mellékleteivel együtt az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karának dékáni hivatalában (Budapest, XI., Budafoki út 4—6. Központi épület I. emelet 8.) kell benyújtani.

A pályázatnak tartalmaznia kell:

1. A pályázó jelenlegi munkahelyét, beosztását, besorolását és fizetését.
2. Eddigi szakmai munkájának és a munka eredményeinek részletes ismertetését.
3. Tudományos és oktatómunkájának részletes ismertetését.
4. A pályázó által írt könyvek és tanulmányok pontos felsorolását, megjelölve, hogy azok mikor és hol jelentek meg.
5. A pályázó tudományos és oktatómunkájára vonatkozó jövőbeni terveit.

A pályázathoz mellékelni kell:

1. Részletes önéletrajzot 2 példányban.
2. Az oklevelek hiteles másolatát.
3. Születési anyakönyvi kivonatot.
4. A pályázattal kapcsolatban a Mérnöki Kar dékáni hivatalától beszerzett pontosan kitöltött kérdőívet.

A pályázatra vonatkozóan részletes felvilágosítást az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karának dékánja, illetve a dékáni hivatal vezetője ad munkanapokon a hivatalos órák alatt.

Budapest, 1955. december 1.

Cholnoky Tibor
rektor

Megjelent

SASVÁRI—HINSENKAMP—KIRÁLY:

Új módszerek a téglaiiparban

A magyar téglaiipar az üzemek államosítása óta igen komoly műszaki fejlődésen ment keresztül. Ezt az ipar termelésének állandóan növekvő mérőszámai bizonyítják. Az eredmény jelentős részben a téglaiipari dolgozók növekvő szakképzettségének, másrészt pedig az üzemek gépesítésének és az új technológiai eljárások bevezetésének köszönhető. A könyv célja, hogy segítsen ezeknek az eredményeknek továbbfejlesztésében és a téglaiiparban bevált új technológiai eljárásokat rendszerezve bocsássa a szakemberek rendelkezésére. A szerzők az eljárásokat olyan színvonalon tárgyalják, hogy azokat ne csak a mérnökök és technikusok, hanem gyárvezetők, üzemvezetők, művezetők, sőt brigádvezetők is megértsék. Az áttekinthetőség érdekében külön fejezetekben tárgyalják a téglagyártás technológiai szakaszait, az olvasó tehát könnyen megtalálja az őt érdeklő új módszereket a bányára, anyagelőkészítésre, formálásra, szárításra, égetésre stb. vonatkozóan. Minden technológiai szakaszon belül foglalkoznak a szállítás, illetve belső anyagmozgatás kérdésével, ami a téglaiipar egyik legnagyobb problémája. Külön fejezetet szentelnek a mészhomoktéglagyártás új módszereinek, végül áttekintést adnak a korszerűen termelékeny és gazdaságos gyártást biztosító gyárelrendezésekről.

151 oldal

57 ábra

Ára füzve 15.— Ft

SERÉNY—FAIGL—PAULOVITS:

Burkolómunka (második, átdolgozott kiadás)

Hazánkban a felszabadulás óta soha nem látott méretekben folyik az ipari épületek, lakóházak, iskolák, bérházak, középületek, kultúrházak stb. építése. A beruházási feladatok mennyisége évről évre egyre nő és mind nagyobb feladatok teljesítését követeli meg az építőiparban dolgozó szakmunkásoktól, vezetőktől. Ehhez nyújt értékes segítséget a most megjelent kiadvány, amelynek egyes fejezetei szakszerű részletességgel ismertetik a különféle burkolóanyagok felhasználási lehetőségeit, a szerzőszámokat, munkaeszközöket és gépeket, a munka helyes elvégzésének körülményeit és módját, a tervolvasást, a szintezéseket, kitézéseket, a szervezés kívánalmait, a biztonsági és balesetelhárítási előírásokat — szóval mindazt, ami értékes útmutatást nyújt a különböző burkolómunkák kifogástalan elvégzéséhez.

83 oldal

36 ábra

Ára füzve 6,50 Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesbolt:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, VII. LENIN KÖRÚT 7