

302935

# ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ  
TÉGLA, KERÁMIA  
ÜVEG ÉS KŐIPAR

**5.** SZÁM

A mész- és cementipar,  
az üvegipar, a finom-  
kerámia-, a téglá-, 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

Grofesik János

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

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>Talabér József:</i> Az aluminátcementek és azok kötésénél és szilárdulásánál lejátszódó fiziko-kémiai folyamatok .. .. .	161
<i>Korányi György:</i> Rádióaktív izotópok alkalmazása az építőanyagiparban .. .. .	174
<i>Rejtő György:</i> A minőségvizsgálat statisztikai módszerei .. .. .	180
<i>Baritz Árpád:</i> Energiatakarékosság — hulladékenergiafelhasználás az üvegiparban .. .. .	190
Egyesületi hírek .. .. .	193
Fiatal mérnökök és technikusok ankétja .. .. .	194
A Silikattechnik 1956. 4. számának tartalmából .. .. .	196
A Stavivo 1956. 3. számának tartalmából .. .. .	196

### СОДЕРЖАНИЕ

	сторона
<i>Йозеф Талабер:</i> Алюминатные цементы и физико-химические процессы их схватывания и твердения .. .. .	161
<i>Дьердь Корани:</i> Применение радиоактивных изотопов в промышленности строительных материалов .. .. .	174
<i>Дьердь Рейте:</i> Статистические методы испытания качества .. .. .	180
<i>Арпад Баритц:</i> Экономное использование энергии — использование утильной энергии в стекольной промышленности .. .. .	190
В Обществе работников промышленности строительных материалов .. .. .	193
Анкета молодых инженеров и техников .. .. .	194
Из содержания журнала „Силикаттехник“ (№ 4., 1956 г.) .. .. .	196

### INHALT

	Seite
<i>Josef Talabér:</i> Die Aluminatzemente und die physikalisch-chemischen Vorgänge bei Abbinden und Erhärtung .. .. .	161
<i>Georg Korányi:</i> Die Verwendung von radioaktiven Isotopen in der Baumaterialindustrie .. .. .	174
<i>Georg Rejtő:</i> Die statistische Methoden der Qualitätskontrolle .. .. .	180
<i>Árpád Baritz:</i> Energieersparnis — Verwendung von Energieabfällen in der Glasindustrie .. .. .	190
Vereinsnachrichten .. .. .	193
Zusammenkunft von jungen Ingenieure und Techniker .. .. .	194
Aus dem Inhalt der Silikattechnik, Heft No. 4. April, 1956. .. .. .	196

Címképünk: Kőemelöberendezés mészüzemben

# ÉPÍTŐANYAG

8. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

## Az aluminátcementek és azok kötésénél és szilárdulásánál lejátszódó fiziko-kémiai folyamatok\*

TALABÉR JÓZSEF

### I. Az aluminátcementekről általában

A portlandcementek összetételének és ezen keresztül minőségének megváltoztatása a portlandcementgyártással egyidős. E törekvés annál is inkább érthető, mert már régóta ismeretes volt, hogy a portlandcement szilárdulását biztosító kalciumszilikátokon kívül a kalciumaluminátok is hidraulikus tulajdonságúak.

Immár több, mint száz éve annak, hogy Vicat megfogalmazta klasszikus tételét: Ha sikerül olyan kötőanyagot előállítani, melynek „hidraulikus indexe”, azaz a

$$\frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO}}$$

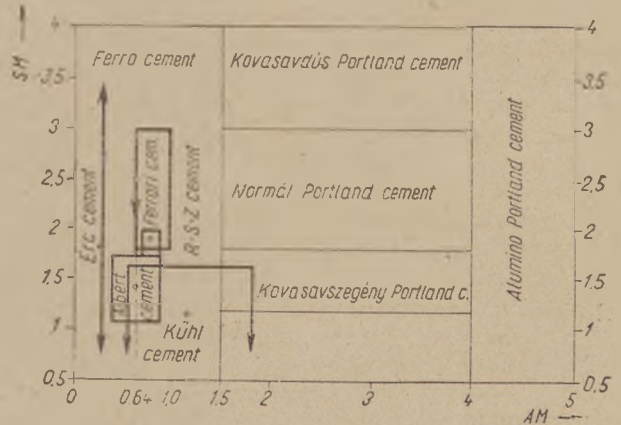
hányados értéke nagyobb, mint egy, ez a kötőanyag ellen fog állni a tengervíz és más agresszív sóoldatok korrodáló hatásának. Elég egy pillantást vetni a Vicat féle hidraulikus indexre, a molekuláris viszonyok alapján nyilvánvaló, hogy Vicat csak a magasabb  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú kötőanyagokra utalhatott (1).

Frémy 1865-ben foglalkozott a monokalcium-aluminát ( $\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ ) szilárdulásával és megállapította, hogy ha a monokalciumaluminátot vízzel elkeverjük, az igen gyorsan megszilárdul. Schott megállapította, hogy a  $\text{H}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3$  rendszerben előállított aluminát gélek igen rövid idő alatt tekintélyes szilárdságokat érnek el (2).

E felismerések alapján igen sok kutató foglalkozott a portlandcementek összetételének az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban gazdagabb területek felé való eltolásával. Ez alkalommal nem volna helyes e törekvésekre részletesen kitérni, ellenben szükséges a bennünket különösen érdeklő oxidoknak, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -nak és a  $\text{SiO}_2$ -nek határeseteit megvizsgálni.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mennyisége és ezen oxidok aránya a portlandcementgyártásnál elsőrendű szerepet játszik. Ezek az oxidok a portlandcementben nem képeznek ugyan különleges hidraulikus tulajdonságú klinkerásványokat, de igen fontos szerepet játszanak a folyékony fázis képzésénél, a klinkerásványok kialakításánál és általában

olyan égetési hőmérsékletet biztosítanak, amely a gazdaságos égetést lehetővé teszi. Ezért hálás témája az  $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$  viszony már régóta a cementkutatóknak. E kutatások eredményeinek igen szemléltető képét mutatja az 1. ábra (3).



1. ábra

Az abszcisszára az alumíniummodulust, az ordinátára a szilikátmodulust rakva fel, a gyakorlatban előforduló majdnem valamennyi portlandcementet ábrázolhatjuk. Az alumíniummodulus két határesetje közül az alacsony, 0,64—1,00 alumíniummodulusú cementek a vasban dús portlandcementek területét ölelik fel. Nem pontos meghatározással az ide tartozó cementeket gyűjtőnéven Ferrari típusú cementeknek nevezhetjük. Ebbe a mezőbe esnek a Kühl cement, Albert cement, a Ferrari cement néven ismert alacsony alumíniummodulusú, tehát magas vastartalmú portlandcementek.

Az alumíniummodulus másik határesete — még a portlandcement mezőben — a magas, 5,00—10,00 modulusú cementek területe. A gyakorlatban szokásos portlandcement féleségektől ez már lényegesen különbözik. Az e csoportba tartozó cementek reprezentáló képviselője a fehér-cement. A fehér-cement gyártás azonban éppen a szokásos „folyósító” anyagok hiánya miatt több súlyos nehézségbe ütközik és a klinkerásványok

\*Talabér József kandidátusi értekezéséből.

kialakítása csak folyósító anyagoknak külön adagolásával lehetséges.

A portlandcement összetétele megváltoztatásának harmadik határesetete a  $\text{SiO}_2$  egészben vagy részbeni helyettesítése  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -al. E helyettesítéssel azonban a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  hármas rendszerben, a Rankin diagrammban elhagyjuk a portlandcement mezőt és átmenyünk olyan területre, amelynek karakterisztikus vegyületei már nem a portlandcementeire jellemző a portlandcementek hidraulikus szilárdulását biztosító kalciumszilikátok, hanem a kalciumaluminátok. E helyettesítés önként adódik akkor, ha a portlandcement egyik fő nyersanyagkomponensét, a  $\text{SiO}_2$  túlnyomó részét tartalmazó anyagot (márgát, palát, mészmárgát)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t nagy mennyiségben tartalmazó ásványokkal (bauxit) cseréljük fel. A formailag magától értetődő helyettesítés azonban döntő módon megváltoztatja az eredeti portlandcement tulajdonságait: a helyettesítés révén új hidraulikus kötőanyag keletkezik, melyet gyűjtőnéven alumínátcementnek nevezünk.

Az alumínátcementek tartományában még egy határesetet említhetünk meg, a vasmentes fehér portlandcementhez hasonlóan a vasmentes, vagy minimális vasoxidot tartalmazó fehér bauxitcementeket. A fehér bauxitcementet azért szükséges itt megemlíteni, mivel a szilárdulás mechanizmusában sokan különleges szerepet tulajdonítanak a vasvegyületeknek, melyek itt gyakorlatilag teljesen hiányoznak. E kérdésnek jelentősége elsősorban a redukáló atmoszférában égetett, de sokkal inkább a redukáló módon olvasztott, vasban egészen szegény alumínátsalakoknál van. Erre egyébként később még részletesen vissza fogunk térni.

A cementösszetétel megváltoztatására irányuló fenti törekvések és lehetőségek ismertetése után térjünk újból vissza az alumínátokhoz. Azokat a tudományos megállapításokat, melyeket a kalciumaluminátok hidraulikus szilárdulása terén hosszú időn keresztül tettek, a francia cementipar arra használta fel, hogy megkísérelje a kalciumaluminátok szilárdulására alapozott hidraulikus kötőanyagok előállítását. A Lafarge francia cég megbízásából J. Bied végezte el ezt a munkát, melyet laboratóriumi méretekben 1908-ban, nagyüzemben 1913-ban fejezett be oly módon, hogy bauxitot  $1600^\circ$ -on mésszel összeolvasztott. E munkásságának köszönhető a portlandcementhez viselkedésében hasonló, attól azonban igen sok tulajdonságában, nevezetesen petrográfiai összetételében, a kötés és szilárdulás mechanizmusában, továbbá a szilárdulási folyamat kifejlődésében, korróziós hatásokkal szembeni ellenállásban a portlandcementtől erősen eltérő új kötőanyag.

A Lafarge cég „ciment fondu“ néven ismert olvasztott cementje az első világháború alatt akkor lett ismeretes, mikor a francia nehéztüzérség részére épített beton alapokat a betonozás után 48 órával már használatba vették.

A francia cementipar volt hosszú éveken át az alumínátcementek kizárólagos gyártója. Ezt a vezető szerepét azért tudta a francia cementipar sokáig megtartani, mert abban az időben még

csak Franciaországban termelték ki nagyobb mennyiségben ezen ipar legfontosabb nyersanyagát, a bauxitércet. Egyébként J. Bied kutatásai elsősorban olyan cement előállítására irányultak, melyek szulfáttartalmú talajvizeknek a portlandcementnél jobban ellenállnak. A portlandcementek kis ellenállóképessége a szulfátkorrózióval szemben ugyanis akkor már teljes mértékben ismert volt, és éppen Franciaország egyes vidékein a portlandcementbetonból készült vasútvonalak műtárgyai, felépítmények alapjai, alaputak a gipsztartalmú talajban igen hamar tönkrementek. Bied megállapította, hogy a kalciumaluminátok a gipsztartalmú vizeknek jobban ellenállnak, mint a portlandcement. Innen már csak egy lépés volt a kalciumaluminátok előállítása bauxit és mészkő összeolvasztásával.

Az alumínátcementek kiváló tulajdonságai hamarosan ismertté és becsültté lettek. Franciaország után előbb Angliában és Amerikában, majd Német- és Olaszországban fejlődött ki a bauxitcement ipar. Igen értékes melléktermékként állították elő az alumínátcementet alumínátsalak formájában azon országokban, ahol magas  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú eleggyel jártatták a kohókat, akár a nyersanyag, akár a nyersvas jobb tulajdonságai miatt.

Az első világháború után Magyarországon a Vértes és Bakony hegységben nagymennyiségű kiváló minőségű bauxitércet tártak fel. Magyarország rendkívül gazdag bauxitvagyonra hasznosításának jóformán első eredménye a bauxitcementgyártás volt. 1928-ban épült meg Felsőgallán a bauxitcementgyár, mely a francia olvasztásos eljárás helyett kismérvű zsugorítással oldotta meg a bauxitklinker előállítását. A bauxitcement magyarországi előállításánál az volt az irányadó, hogy olyan módszerrel történjék a gyártás, mely magyar szenekkel (helyszínen volt) megoldható. Az éveken át tartó kísérletek során kidolgozott gyártási eljárás teljesen eltért az eddig ismert eljárásoktól. A körkermencében hazai szenek felhasználásával zsugorításig égetett klinker minősége egyenletességében, szilárdságában, hidraulikus tulajdonságaiban elérte a külföldön gyártott alumínátcementek minőségét.

Igy indult meg Magyarországon a bauxitcementgyártás, amely azonban a bauxit felhasználása terén hamarosan nagy vetélytársat kapott a rohamosan fejlődő timföld-, illetve alumíniumipart. Ettől kezdve a bauxitcementgyártás csak a Bayer féle timföldgyártási eljáráshoz akkoriban még gazdaságosan nem használható és igen magasnak talált 5--8%  $\text{SiO}_2$  tartalmú bauxitot dolgozta fel bauxitcementté.

A bauxitcementgyártás élete a bauxitcement kiváló tulajdonságai ellenére is meglepően rövidnek bizonyult. Hogy ebben mely okok játszottak közre, arról cikkemben bőségesen lesz szó.

## II. A bauxitcement nyersanyagai

A bauxitcement nyersanyagai általában a bauxit és a mészkő. Hazánkban a bauxiton kívül más  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú nyersanyagot bauxitcement-

gyártásra nem használtak. Külföldön is csak szükségmegoldásként, a háborús korlátozások alatt használták fel az  $Al_2O_3$ -ban gazdagabb agyagféleségek előzetes kiégetése után nyert „mesterséges bauxitokat”, vagy a nefelinek bomlástermékeit, esetleg  $Al_2O_3$ -ban szegény ásványok fémalumíniummal feljavított termékeit. Ezek a nyersanyagok azonban drágaságuk miatt, a rájuk épített technológiai eljárások nehézsége miatt, a belőlük nyert cement kevésbé értékes tulajdonságai miatt nem válhattak általánosan használt bauxitcementnyersanyagokká s így széles körben nem is terjedtek el.

A bauxitcement nyersanyagai között kell megemlékeznünk azokról a magas  $Al_2O_3$  tartalmú vas- és fémkohászati salakokról, melyek önmagukban legtöbbször nem, de megfelelő kiegészítésekkel bauxitcementként kitűnően felhasználhatók. Ezek között említhetők meg egyes ferromangán- és ferrokrómsalakok vagy hányóanyagok. Az ömlesztett korundgyártás hulladéka pedig mint kiegészítő anyag szerepelhet.

Az aluminátsalakokat, amennyiben azok a hidraulikus kötőanyagokkal szemben támasztott követelményeknek megfelelnek és egyenletes összetételüket akár a kohósítás során, akár utólagos homogenizálással biztosítani lehet, késztermékeknek és nem nyersanyagoknak tekintem.

*Bauxit (4).*

Kolloidméretű ásványszemcsékből álló kőzet. Egyes esetekben kemény, tömör kőszerű, máskor lágy, agyagszerű anyag. Színe legtöbbször jellegzetes barnászörös, annak minden árnyalatában, a benne lévő vasoxidoktól függően. Előfordul azonban sárgás, sárgászöld, szürkésfehér, néha fehér színben is.

A bauxit főalkotórésze az alumíniumhidroxid, a keletkezés körülményeitől függően több-kevesebb vashidroxid és kaolinit tartalommal, titándioxid, kovasav, vanádium, foszfor, mangán stb. szennyezéssel.

Ásványai: a *böhmít* ( $\gamma-O(OH)Al$  vagy  $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ). Rombos rendszerű, színtelen vagy fehér pikkelyekben fordul elő a bauxitban. A *diaszpor* ( $\alpha-O(OH)Al$  vagy  $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ) a böhmittel azonos kémiai összetételű, rombos rendszerű, prizmás, szubmikroszkopikus kristálykák alakjában fordul elő a bauxitokban. Keménysége 6,57, sűrűsége 3,3–3,5. Optikailag pozitív. A két, azonos kémiai összetételű ásvány röntgenográfiailag biztosan megkülönböztethető (5). A *hidrargillit* ( $\gamma-O(OH)_3Al$  vagy  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) monoklin, táblás-lemezes szubmikroszkopikus kristályokat alkot, amelyek csillámszerűen hasadnak. Keménysége 2,5–3, sűrűsége 2,3–2,4. Színe fehér, szürke, zöldesszürke. A *bayerit* ( $\alpha-O(OH)_3Al$  vagy  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) a hidrargillit módosulata. Természetes ásványként nem fordul elő (5).

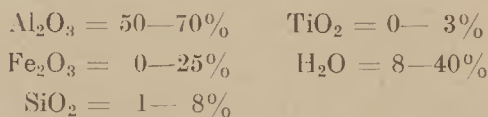
A három főásványon kívül a bauxit kaolint, piroluzitot, hematitet, limonitot, goethitet, lepidokrokitot, ritkábban kvareitot, chamositot, szideritet, kalcitot tartalmaz. A bauxit képződése során eredetileg adszorbeáló képességű volt és

titán, vanádium, foszfor, esetleg berillium vegyületeket is adszorbeált.

A bauxit-érc. A bauxit-érc jellege a timföld és a kovasav viszonyából adódik; a bauxit jelleget az alumíniumásványok hidroxid, illetve oxihidroxid jellege szabja meg. Ezekből következik, hogy a kémiai összetétel szokásos kritériumai, az  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O$  százalékos súlyarányának megadása mellett a mikroszkópi, termikus és röntgenográfiai vizsgálatokat is figyelembe kell venni. A röntgenvizsgálatok mellett különösen fontosak a differenciál termikus analízisre épített elemző vizsgálatok, melyek nélkül az alumíniumásványok pontos megkülönböztetése majdnem lehetetlen.

A bauxit kémiai összetétele, mely a bauxitminőség legfontosabb jellemzője és a bauxit használhatóságának legjobb fokmérője, rendkívül változatos képet mutat.

A gyakorlatban — akár timföldgyártásra, akár bauxitcementgyártásra — felhasználható bauxitok kémiai összetételének szélső értékei:



$MgO$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$ ,  $V_2O_5$  kis mennyiségben.

Számunkra a legfontosabb főalkotórésze az alumíniumoxid =  $Al_2O_3$  = timföld, illetve az előfordulási formája szerint alumíniumhidroxid, vagy alumíniumoxihidroxid, kristályos vagy kolloid alakban fordul elő.

Míg a timföldgyártás szempontjából az  $Al_2O_3$ -n kívül a bauxit valamennyi alkotórésze szennyezést jelent, melytől való megtisztítása rendkívül nehéz és költséges, addig az  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$  ha az aluminátcementekben nem is alkotnak lényeges hidraulikus tulajdonságú vegyületeket, mégsem tekinthetők felesleges alkotórészeknek, mert a klinkerizáció elősegítésében, az égetési hőmérséklet csökkentésében igen fontos szerepük van.

A hazai bauxitok vasásványai a legutóbbi időkig nem voltak tisztázva. Ezen a téren Nemetz Ernő (6) végzett úttörő munkásságot, aki a vas- és alumíniumoxid, illetve oxihidroxidos ásványok összefüggéseit tisztázta. A vasásványok megkülönböztetése ugyanis azért okozott különös

1. táblázat

Vasásvány		Alumíniumásvány	
Goethit ..	$\alpha-O(OH)Fe$	Diaszpor	$\alpha-O(OH)Al$
Lepidokrokit	$\gamma-O(OH)Fe$ $\beta-O(OH)Fe$ $-Fe_2O_3 \cdot H_2O$	Böhmít	$\gamma-O(OH)Al$
Wüstit ...	$FeO$		
Hematit ..	$\alpha-Fe_2O_3$	Korund	$\alpha-Al_2O_3$
Maghemit	$\gamma-Fe_2O_3$	$\gamma$ -timföld	$\gamma-Al_2O_3$
Magnetit ..	$FeO-Fe_2O_3$		

nehézséget, mert minden vasoxid vagy vasoxid-hidroxidos ásványnak megvan a neki megfelelő felépítésben, szerkezetileg vele teljesen egyező alumíniumoxid, illetve oxihidroxid ásványa (1. táblázat), amelyek röntgenvizsgálatoknál jóformán teljesen azonos vonalsorozatot adnak.

Leküzdve az apparatív nehézségeket, Nemetz megállapította, hogy a vas minden bauxitban önálló kristályos ásvány alakjában, leggyakrabban mint hematit van jelen. A hematit mellett hidrargillites-böhmities bauxitokban előfordul a goethit. Lepidokrokitot azonban a bauxitok nem tartalmaznak. A vas egy aránylag kis része a szilikátokhoz is kötődhet (pl. a bauxitokban előforduló montmorillonit-hoz), esetleg beépül az alumíniumásványok, elsősorban a böhmít rács-szerkezetébe. A fenti ásványokhoz nem kötött vas valószínűleg kolloid állapotban fordul elő a bauxitokban, bár a legutóbbi években ezen kolloid összetevőkben is kimutatták a rendkívül finoman eloszlott, rendkívül kisszemcséjű goethit jelenlétét.

A limonit gyűjtőfogalom. Az e néven összefoglalt ásványok (barnavasérc, minett, babérc) átlagos összetétele  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -nak adódik. Röntgenvizsgálatokkal kimutatták azonban, hogy a limonit túlnyomórészt goethitből áll és ennek összetételéhez képest adódó víztöbblet adszorpciós hatásokból ered (5).

A kovasav ( $\text{SiO}_2$ ) legtöbbször alumínium-hidroszilikát (kaolinit, montmorillonit) formájában fordul elő a bauxitban. Mindig szennyezésnek számít és különösen a Bayer féle timföldgyártásnál rendkívül kellemetlen alkotórész. Ritkábban fordul elő szabad kovasav formájában, akár mint kovasav gél, akár amorf állapotban.

A titándioxid ( $\text{TiO}_2$ ) is majdnem minden bauxitnak velejárója. A magyarországi bauxitok kivétel nélkül tartalmazzak  $\text{TiO}_2$ -t, amely szabadon, perovszkit ( $\text{CaOTiO}_2$ ), vagy (ritkábban) hidroxid alakban van jelen.

A mész legtöbbször mészkő, kalciumkarbonát ( $\text{CaCO}_3$ ), vagy dolomit, kalcium-magnéziumkarbonát ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) alakjában fordul elő.

A hazai bauxitok egyik figyelemre méltó komponense a vanádium, amely kisebb-nagyobb mennyiségben minden bauxitunkban megtalálható, legtöbbször  $\text{V}_2\text{O}_5$  alakban. Mennyisége az egyes előfordulásoktól függően 0,05–0,1%.

Nátrium, kálium, cirkon, kén, foszfor, króm, berillium és a különböző egyéb fémek mennyisége elhanyagolható, ezért e helyen ezekkel a kísérő elemekkel nem foglalkozom.

A bauxit kémiai összetétele a bauxit használhatóságának legfontosabb kritériuma. Ezt a kritériumot ma már a cementgyártásnál ismert modulus értékével fejezzük ki, amely a  $105^\circ$ -on szárított bauxit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  tartalmának hányadosából áll az alábbi formula szerint:

$$M = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{SiO}_2\%}$$

A timföldgyártásra használható bauxit  $M$  értéke tíz körül, de inkább tíz fölött van.

Elsősorban a timföldgyártás, de az aluminátcementgyártás nyersanyag szempontjából is a bauxit használhatóságát az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom mellett az  $\text{SiO}_2$  tartalom befolyásolja, de az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -al szemben negatív irányban. A köztudatban, sőt irodalmi utalásokban is eddig úgy szerepelt, hogy bauxitcementgyártásra a magas  $\text{SiO}_2$  tartalmú bauxitokat használják. Kétségtelen, hogy a bauxitcementgyártás nem oly érzékeny a bauxit összetételére, mint a timföldgyártás. Sohasem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy a kovasav a klinkerképződés során olyan ásványokat képez, amelyek a bauxitcement szilárdsága szempontjából értéktelenek, vagy amelyek szerepe a bauxitcementben alárendelt jelentőségű. Az előbbihez tartozik a gehlenit ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), utóbbiakhoz a dikalciumszilikát ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ).

A kémiai összetétellel kapcsolatban kell megemlíteni a bauxit víztartalmát. Beszéltünk már a bauxit hidroxid és oxihidroxid jellegű felépítéséről. Ebből következik, hogy a víz jelentékeny része kémiailag van lekötve, lényegileg tehát szerkezetű víz. A bauxit összetételéről már elmondottak alapján érthető tehát az a nagy ingadozás is, amely az egyes bauxitfélések víztartalmában jelentkezik. A különböző bauxitfajták víztartalma 10–30% között változik, az egyes ásványi összetevőktől függően. A diaszpor és böhmít víztartalma ugyanis 15% körül van, míg a hidrargillit 30% vizet tartalmaz.

A magyarországi bauxitok izzítási vesztesége 14–20% között mozog.

A bauxit gyakorlati feldolgozása szempontjából fontos a víztartalom. Akár timföldgyártásra dolgozzuk fel, akár bauxitcementet gyártunk belőle a bauxitot előzetesen igen finomra kell megőrlni. Őrlni csak száraz anyagot lehet, ezért fontos ismernünk a vízleadás mechanizmusát.

A bauxit hevítés során fokozatosan adja le víztartalmát. A szárítás során  $105^\circ$ -ig semmi érdekeset nem tapasztalunk. A szárítás itt a hőkezeléssel arányosan lineárisan történik. Ha a bauxitot izzítjuk,

250 $^\circ\text{C}$ -ig elveszíti víztartalmának	2–4%-át
265 $^\circ\text{C}$ körül .....	25%-át
270–600 $^\circ\text{C}$ között .....	26%-át
650–750 $^\circ\text{C}$ között .....	96%-át (4)

A vízleadás fenti hőfokhatárai az őrlést megelőző szárítóberendezések méretezésénél bírnak jelentőséggel, de megkönnyítik a bauxit hidroxid ásványainak meghatározását is. A dehidratálási görbék alapján ugyanis ismerjük, hogy a különböző aluminát- és vashidrátok, illetve oxihidrátok dehidratálása elég pontosan meghatározható hőmérsékleti intervallumokban megy végbe. A differenciál termikus elemzési módszer ezt a tulajdonságot használja. Ha a bauxitot differenciál termikus analízisnek vetjük alá, akkor ezek a hőmérséklet-határok élesen kiugranak, lehetőséget adva a bauxit ásványi összetételének pontos meghatározására.

A hazai bauxitok ásványtani összetételének differenciális termikus analízis útján való meg-

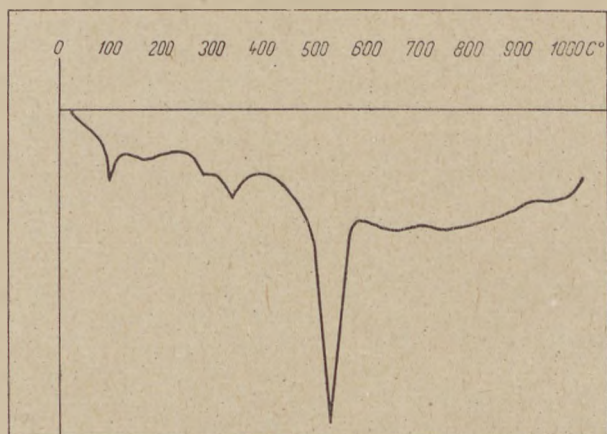
határozása terén Földvári Aladárné végzett úttörő munkát. E téren igen értékes még Gedeon Tihamér munkássága.

Az ő adataik alapján (7, 8, 9) a 2. táblázat tartalmazza a bauxit különböző ásványainak DTA módszerrel megállapított hőbomlási pontjait (7).

2. táblázat

Ásvány	Hőfok határ C°
Hidrgillit . . . . .	330—370
Böhmít . . . . .	550—580
Diaszpor . . . . .	540—590
Kaolinit . . . . .	590—610
Alunit . . . . .	530—540
Goethit . . . . .	390—420

E vizsgálatok eredményeképpen állapították meg, hogy a gánti bauxitban hidrgillit és böhmít alakjában vannak jelen az  $Al_2O_3$  tartalmú ásványok. A diaszpor tartalmú bauxitok elterjedése lényegesen kisebb (pl. Nagyarsány).



2. ábra

A 2. ábrán látható a tatabányai bauxit-cementgyárban éveken keresztül használt gánti bauxit DTA görbéje, amely a fenti megállapításokat teljes mértékben igazolja. A hidrgillit és a böhmít jelenléte kétségtelen.

A böhmít és a diaszpor DTA görbéi azonban majdnem teljesen fedik egymást. Kétséget kizáró módon csak röntgenvizsgálatokkal határozhatók meg a bauxit ásványos alkotórészei. A röntgenvizsgálatok és a DTA vizsgálatok tehát szervesen kiegészítik egymást.

A bauxitcement másik alapvető nyersanyaga a mészkő. Cementtel foglalkozók számára a mészkőről a bauxit-hoz hasonló részletességgel beszélni felesleges. A mészkővel szemben támasztott követelmények az elmondottakból már világosan láthatók. Minél tisztább, minél magasabb  $CaCO_3$  tartalmú a mészkő, annál alkalmasabb a bauxit-cementgyártásra.  $SiO_2$  szennyezések (agyagos komponensek), mint általában, itt is rontják a mészkő használhatóságát.

A mészkővel kapcsolatban egy komponensről kell csupán megemlékeznünk, a magnéziumoxid-

ról. Az  $MgO$  kérdése annál inkább megérdemli a figyelmet, mert Tatabányán, ahol a bauxit-cementet gyártottuk, a mészkő sohasem mentes a dolomit szennyezéstől és mindig több százalék  $MgO$ -t tartalmaz. Már előljáróban meg kell jelezni, hogy az  $MgO$  szerepe nincs még teljesen tisztázva a bauxitcementben. Bármilyen vegyületet is alkot azonban az  $MgO$  a bauxitcement-gyártás nyersanyagai és az alkalmazott hőmérséklet által determinált körülmények között, ezek a vegyületek a bauxitcement hidraulikus tulajdonságát nem javítják, jelenlétük tehát nem előnyös. Az elmondottakból adódik, hogy bauxitcement gyártására minél tisztább mészkövet kell használni. Ezért válogattuk a dolomittal szennyezett mészkövet kézzel, ami természetesen erősen drágítja a felhasznált mészkő, tehát a termelt bauxitcement önköltségét.

Az aluminátcement alapon gyártott fehér-cement nyersanyagai, a bauxit is, a mészkő is — természetesen vasat nem, vagy csak szennyezésként tartalmazhat. A minimális  $Fe_2O_3$ -t tartalmazó fehér bauxit alkalmas e célra.

### III. Az aluminátcementek szerkezete

Az aluminátcementek felépítésével számos kutató foglalkozott. E helyen elég, ha B. S. Beljankin, J. Bied, K. Biehl, P. P. Budnikov, E. Cändlot, F. N. Filonenko, K. Koyangi, H. Kühl, H. Lafuma, K. Lagerquist, J. V. Lavrov, S. Nagai, F. Löblein, H. F. Mc. Murdie, T. W. Parker, A. Rebuffat, H. Richter, Séailles, S. Solacolu, N. Sondius, B. Tavasci, N. H. Toropov, A. Westgren idevonatkozó munkásságára utalunk.

A felsorolt kiváló kutatók sokoldalú munkássága ellenére az aluminátcementek területe koránt sincs úgy felderítve, mint a portland-cementé és sok helyen még alapvető kérdésekben is számos tisztázandó kérdés van.

Az aluminátcement-klinker felépítésével kapcsolatos szerkezeti kérdéseknél nem kívánok a hidraulikus kötőanyagok általános problémáival foglalkozni. Mellőzöm a portland-cement-klinker tárgyalása során részletesen feltárt cementszerkezeti kérdések taglalását és csak pár fontos, a későbbi tárgyalásokhoz szükséges alapvető ismeret felelevenítésére térek ki.

Az aluminátcementek jellemző vegyületei, klinkerásványai, a hidraulikus kötés és szilárdulás letéteményesei a kalciumaluminátok, melyek hidraulikus tulajdonságai évtizedekkel az aluminátcementek kikísérletezése előtt ismertek voltak.

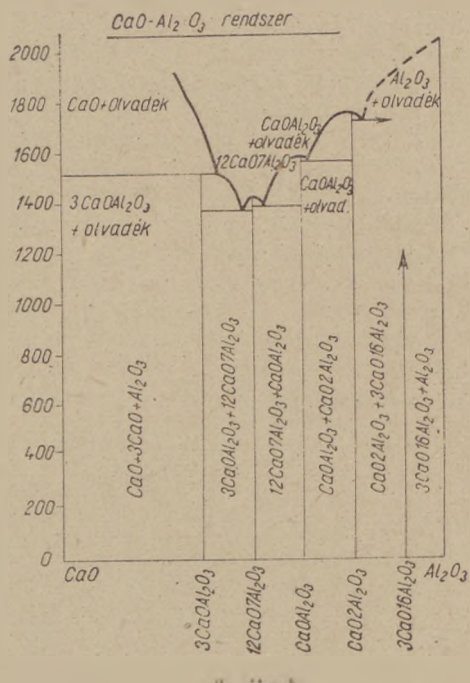
A kalciumaluminátokkal a biner  $CaO - Al_2O_3$  rendszerben ismerkedhetünk meg legjobban.

#### $CaO - Al_2O_3$ rendszer

A  $CaO - Al_2O_3$  rendszerrel igen sok kutató foglalkozott. A rendszer első állapotábráját Shepherd, Rankin és Wright állították össze. Az ő nyomdokaikon haladó kutatók: Nagai és Saito, Yamauchi, Koyangi, Büssem és Eitel, Mc. Murdie, Thorwaldson, Lagerquist, Tavasci, Toropov, Wallmark, Westgren kiegészítették a rendszert, új aluminátok jelenlétét ismerték fel, ezeket szinte-

tizálták is; egyes aluminátok összetételét pontosabban megállapították és több területen tisztázták a stabilitási kérdéseket is.

A 3. ábrán láthatjuk a CaO — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer átdolgozott állapotábráját. Az ebbe a rendszerbe tartozó kalciumaluminátok igen széles körben elterjedtek. Fontos alkotórészei a portland- és bauxitcement-klinkereknek, előfordulnak az ömlesztett korundban és egyes különleges tűzállóanyagokban.



3. ábra

A szerteágazó vizsgálatok ellenére is fel kell tennünk a kérdést: mely aluminátok képződése biztos a CaO — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszerben.

E kérdés igen indokolt. Ennek alapján vizsgáljuk meg a CaO — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer vegyületeit.

3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (trikalciumaluminát), 62,3% CaO és 37,7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalommal. A trikalciumaluminát 1539 °C-nál inkongruensen olvad. Az olvadáspont hőmérsékletén CaO-ra és olvadéokra bomlik szét. Az olvadékból való kristályosodáskor primer kiválásként 50—59% CaO tartalommal keletkezik. A 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a portlandcement-klinker egyik jellegzetes klinkerásványa a kötési mechanizmus kialakításában igen fontos szerepet játszik, mert vízzel erős hőfejlődés közben rendkívül gyorsan reagál és itt részletesen nem tárgyalható módon a portlandcement gyors kötésének egyik főokozója lehet. Az aluminátcementekben a 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nem fordul elő.

A trikalciumaluminát a szabályos rendszerbe tartozó, üvegszerűen fénylő kristályokat alkot. Fajsúlya 3,04, a kristályok keménysége 6. Röntgenvizsgálatok alapján a 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ásványtani tulajdonságai ma már teljesen tisztázottak. Az elemi cella (kocka) élhosszúsága 15,27 Å (10). Röntgenvizsgálati adatait (*d<sub>hkl</sub> kx*) a 3. táblázat tartalmazza.

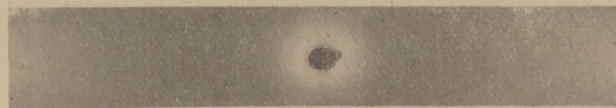
3. táblázat

Yannaquis (11)	Mc Murdie (11)	Brownmilller és Bogue (12)	Harrington (13)	Saját kísérletek*		
<i>d<sub>hkl</sub> kx</i>						
6,831	1,802	4,08	3,80	1,360	4,10	5,26
6,241	1,740	3,34	3,37	1,354	3,30	4,952
5,401	1,731	2,70	3,03	1,315	3,04	4,796
5,091	1,688	2,39	2,870	1,262	2,70	4,163
4,605	1,668	2,258	2,780	1,231	2,41	4,012
4,235	1,648	2,200	2,736	1,204	2,20	3,737
4,083	1,629	2,039	2,610	1,165	2,04	3,281
3,822	1,620	1,984	2,540	1,155	1,905	3,165
3,708	1,559	1,951	2,440	1,099	1,830	2,938
3,504	1,529	1,907	2,400	1,053	1,732	2,696
3,333	1,514	1,826	2,278	1,034	1,555	2,425
3,055	1,483	1,556	2,172	1,017	1,345	2,177
2,998	1,476	1,346	2,080	0,998	1,312	2,086
2,837	1,456	1,206	2,085	0,966	1,235	2,027
2,789	1,412	1,106	2,033	0,897	1,204	1,905
2,700	1,360	1,023	1,981	0,850	1,163	1,896
2,584	1,350		1,947	0,811	1,122	1,832
2,480	1,272		1,905	0,777	1,100	1,755
2,415	1,264		1,821	0,746	1,057	1,714
2,359			1,785	0,726	1,038	1,654
2,205			1,731	0,694	1,019	1,596
2,184			1,693	0,652		1,551
2,098			1,669	0,620		1,483
2,041			1,640			1,391
1,989			1,611			1,345
1,955			1,554			1,328
1,909			1,512			1,291
1,895			1,486			1,262
1,868			1,449			1,233
1,840			1,426			1,205
1,825			1,404			

\* A röntgenvizsgálatokat a veszprémi Nehézipari Kutató Intézetben Vágó Elek végezte.

A 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra legjellemzőbb interferencia-vonalak: a 2,70 és 1,56 *kx*-nél található. A 2,70-es vonal Brownmillernél és Bogue-nál kissé eltolódik.

Nem tisztázott azonban stabilitási területe. A 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olvadáspontja körüli hőmérsékleten Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub> és valószínűleg más vegyületek hatására alacsonyabb mésztartalmú aluminátokra bomlik. Csak az lehet a magyarázata annak a feltételezésnek, amelynek Kühl is hangot adott, hogy a 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> esetleg alacsonyabb mésztartalmú vegyületek (elsősorban 12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) és CaO szilárd oldatának tekinthető (14).



4. ábra

A 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> röntgenképét a 4. ábrán mutatom be.

12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15). Igen sok szakkönyvben még mindig mint 5CaO·3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> szerepel. Egyszerűség okából még Bogue is ezzel a formulával számol, bár ő elismeri a Büssem és Eitel által

4. táblázat

Bromant	Solacolu	Brownmiller és Bogue	Yan-naquis	Saját vizsgálálatok	
$d_{hkl} kx$					
3,70	3,23	3,70	5,979	1,945	5,331
3,40	2,97	3,40	5,571	1,927	4,901
3,31	2,49	3,31	4,931	1,916	4,69
3,18	2,38	3,18	4,675	1,836	3,778
2,96	2,32	2,96	4,050	1,752	3,252
2,83	2,18	2,85	3,717	1,717	2,978
2,68	2,01	2,68	3,427	1,683	2,85
2,52	1,911	2,52	3,310	1,659	2,649
2,41	1,834	2,41	3,203	1,606	2,542
2,33	1,749	2,335	3,167	1,581	2,435
2,19	1,673	2,195	3,067	1,559	2,201
2,14	1,642	2,140	2,976	1,528	2,148
2,08	1,604	2,080	2,968	1,509	2,032
2,025	1,571	2,025	2,915	1,496	1,949
1,963	1,544	1,963	2,879	1,451	1,851
1,925	1,520	1,925	2,857		1,780
1,835	1,477	1,835	2,705		1,736
1,750	1,451	1,750	2,686		1,670
1,681	1,407	1,681	2,541		1,611
1,656	1,366	1,656	2,520		1,535
1,605	1,328	1,605	2,445		1,487
1,578	1,308	1,578	2,423		1,465
1,523	1,252	1,523	2,407		1,398
1,481	1,227	1,481	2,388		1,347
1,456	1,204	1,461	2,299		1,316
1,410	1,180	1,450	2,271		1,299
1,363	1,155	1,410	2,198		1,269
1,341	1,126	1,363	2,177		1,215
1,295	1,115	1,341	2,138		1,185
1,278	1,099	1,295	2,086		1,162
1,255	1,068	1,278	1,965		1,146
	1,051	1,255			1,116
	1,035	1,181			
	1,019	1,153			
	1,001	1,069			

felállított és Thorvaldson által megerősített összetételt. 48,5% CaO-ból és 51,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ból áll. Két polimorf módosulata van. A stabil α módosulat 1455°-on kristályosodik ki az olvadékból. Szabályos rendszerbe tartozik. Fajsúlya 2,70, keménysége 5.

Az instabil α' módosulat gyorsan hűtött olvadékból képződik halványzöld, túalakú kristályok alakjában. Sűrűsége nagyobb, mint az α módosulaté. Hhevítés során a stabil módosulatba megy át.

Aluminátcementekben mindig az instabil α' módosulat fordul elő. Tú- és páleikaalakú kristályai aránylag könnyen felismerhetők pleochroizmusukról. Egyik irányban zöld-sötétzöld, másik irányban kék-sárgáskék színűek. Optikai állandói gyakran igen lényeges eltéréseket mutatnak. Erre keresték a magyarázatot. Az instabil módosulat érdekelte különösen a kutatókat. A stockholmi cement-kongresszuson Sundius foglalkozott vele részletesen. Munkáját Parker fejlesztette tovább (17). Bebizonyította, hogy az instabil 12CaO7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nem azonos a 12CaO7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vegyülettel és inkább 5CaO3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak tekinthető. Aluminátcementekben azonban ez az ásvány sohasem fordul elő tisztán. Mindig tartalmaz CaO-t, FeO-t, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t, SiO<sub>2</sub>-t. Az FeO-t MgO helyettesítheti.

Ezekből a járulékos alkotórészekből nagyobb mennyiséget vehet fel az instabil 5CaO3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ekkor természetesen már nem beszélhetünk biner rendszerről. A hármas, sőt a négyes rendszerben alkotott vegyületeket később még részletesen tárgyaljuk.

A 12CaO7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pontosabban az instabil 5CaO3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vízzel gyorsan reagál. Ezért okozója az aluminátcementek gyors kötésének, sok esetben hirtelen „meghúzásának“.

CaOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 35,5% CaO-t és 64,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at tartalmaz. 1600°-on kongruens módon olvad. Ásványtani adatait a kristályok igen kicsiny mérete és a bonyolult ikerképződés miatt csak a legutóbbi időkben sikerült tisztázni (18). Ezek szerint a CaOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> monoklin. A cellaméretek: a = 8,837, b = 8,055, c = 15,250 Å. β = 90°36'. Rácsa hasonlít a tridimit rácsához, amelynek SiO<sub>4</sub> elemi tetraéderében az Si-t Al helyettesíti. A Ca atomok az O atomokhoz vannak koordinálva.

A CaOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> az aluminátcementek legfontosabb klinkerásványa. Az aluminátcementek nagy kezdőszilárdságát elsősorban ez a klinkerásvány biztosítja. Ha primer kiválásként keletkezik, szintelen, prizmatikus kristályokat képez a klinkerben. Ha azonban eutektikusan merevedik meg, igen finom szemszerkezetű szövetet ad, az eutektikus kristályosodásban őt legtöbbször kísérő gehlenittel, vagy CaOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al.

A kristályok optikai tulajdonságai az üzemi klinkereknél sohasem azonosak. Ez is azt bizonyítja, hogy a járulékos alkotórészeknek milyen nagy a szerepük. Ezekből a kísérő alkotórészekből kisebb-nagyobb mennyiséget — többek között mintegy 15% CaOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t is — fel tud venni a rácsába. A CaOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a CaOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al szilárd oldatot alkot. Ugyancsak szilárd oldatot képez az esetleg jelenlevő CaOCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al is.

Röntgenvizsgálati adatait a 4. táblázat tartalmazza. Legjellemzőbb vonala a d = 2,97 Å síkhálótávolságnak megfelelő interferenciavonal, melyet az 5. ábrán mutatok be.



5. ábra

CaO2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 21,6% CaO-ból és 78,4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ból áll. Hogy összetétele pontosan megfelel-e a CaO2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> összetételnek, még vitás. Tavasci petrográfiai vizsgálatai alapján elfogadja ezt az összetételt. Vizsgálatait Eitel is megerősíti. A Rankin és Wright, Solacolu által 3CaO5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nak feltételezett vegyület helyett ezért a későbbiekben CaO2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-al számolunk. 1720 °C-on inkongruens módon olvad.

Két módosulata van. A stabil módosulat Lagerquist röntgenográfiai vizsgálatai szerint monoklin. Keménysége 6,5. Ásványtani adatai tisztázottak. Az elemi cella méretei: a = 12,82, b = 8,84, c = 5,42 Å. β = 107°50'.

Az instabil módosulat a gyorsan hűtött olva-

dékban fordul elő. Keménysége 5,5—6. Magasabb hőmérsékleten stabil módosulatba megy át.

Lemezes elrendeződésű, nagyobb kristályok alakjában fordul elő, mely kis mennyiségben képes  $\text{CaOFe}_2\text{O}_3$ -t oldani.

Vízzel sokkal kevésbé hevesen reagál, mint a korábban ismertett aluminátok. Érthető tehát, hogy a  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ -t nagyobb mennyiségben tar-



6. ábra

talmazó aluminátcementek szilárdulása lassúbb és szilárdsága is elmarad azon aluminátcementekétől, melyeknek uralkodó klinkerásványa a  $\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ .

A  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ -t megkísérletem elektrokemencében\* előállítani. A gyorsan hűtött termék rönt-

genképét a 6. ábrán, a lassan hűtött preparátumét a 7. ábrán mutatom be. A hűtési sebesség hatása a röntgenképen, illetve az interferenciavonalak elhelyezkedésében lényegtelen változást okoz.

Nem állt módomban az általunk előállított preparátum röntgenképét összehasonlítani más kutatók eredményeivel, mert erre vonatkozó irodalmi adat nem áll rendelkezésemre, jóllehet



7. ábra

Filonenko és Lavrov részletesen vizsgálták a  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ -t.

A  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ , illetve a  $3\text{CaO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$  röntgenvizsgálati adatait az 5. táblázaton mutatom be.

A  $3\text{CaO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$  röntgenképét a 8. ábrán láthatjuk.



8. ábra

5. táblázat

$\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$			$3\text{CaO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$		
Gyorsan hűtött	Lassan hűtött	Brownmiller és Bogue	Solacolu	Saját vizsgálatok	
$d_{hkl} \text{ \AA}$					
4,764	4,776	3,62	1,134	5,37	1,055
4,535	4,546	3,50	1,025	4,83	1,031
4,354	3,823	3,09	0,962	4,31	1,017
3,915	3,547	2,97	0,897	3,81	
3,808	3,357	2,87	0,893	3,53	
3,556	3,052	2,75	0,870	3,27	
3,454	2,848	2,72		2,98	
3,047	2,711	2,59		2,68	
2,850	2,578	2,52		2,54	
2,711	2,514	2,43		2,44	
2,576	2,462	2,32		2,35	
2,514	2,408	2,27		2,06	
2,466	2,307	2,185		1,948	
2,413	2,265	2,125		1,911	
2,305	2,171	2,055		1,728	
2,167	2,094	1,998		1,670	
2,094	2,026	1,960		1,635	
2,042	1,996	1,923		1,604	
1,994	1,951	1,900		1,559	
1,950	1,892	1,866		1,502	
1,887	1,860	1,836		1,477	
1,860	1,792	1,800		1,391	
1,792	1,755	1,759		1,345	
1,754	1,684	1,679		1,308	
1,682	1,619	1,624		1,291	
1,615	1,552	1,553		1,279	
1,567	1,529	1,533		1,261	
1,549	1,508	1,479		1,237	
1,529	1,476	1,451		1,206	
1,507	1,447	1,368		1,174	
1,474	1,388	1,332		1,141	
1,448	1,369	1,306		1,111	
1,385	1,331	1,284		1,101	
1,369	1,310	1,252		1,087	
1,329	1,280	1,178		1,081	
1,308	1,257	1,153		1,065	
					5,423
					4,870
					4,436
					4,019
					3,846
					3,480
					3,075
					2,885
					2,752
					2,618
					2,542
					2,469
					2,374
					2,289
					2,192
					2,102
					2,083
					2,003
					1,905
					1,799
					1,761
					1,738
					1,689
					1,600
					1,571
					1,526
					1,512
					1,452
					1,402
					1,389
					1,373
					1,339
					1,309
					1,239
					1,228
					1,187
					1,179

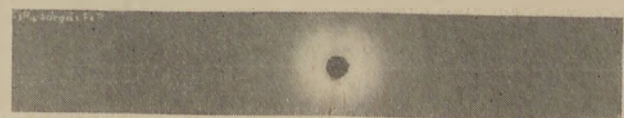
\* A preparátumokat ívfényes elektrokemencében olvastva Gyarmathy Gyula készítette.

A  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$  preparátumok röntgenvizsgálatánál röntgenberendezésünk fogyatékságai miatt nyitva maradt egy kérdés. Nem tekinthető-e a  $\text{CaO}_2\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{CaOAl}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szilárd oldatának esetleg e kettő keverékének? A kérdést két oldalról is fel lehet vetni: 1. Ha a  $\text{CaOAl}_2\text{O}_3$  rácsába fel tud venni nagyobb mennyiségű  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -at, sokkal könnyebben fel tudja venni az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t. 2. A  $\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ -nál kevésbé bázikus olvadákokat savval kezelve, mindig marad oldhatatlan maradék amely jelentékeny részben  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból áll.

E kérdés tisztázása rendkívül fontos, a  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  biner rendszer felépítése szempontjából, a Rankin diagramm szempontjából, továbbá az aluminátcementek ásványi összetételének kialakítása szempontjából. E kérdésekre a további kutatásoknak kell a választ megadniok.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban gazdagabb aluminátoknál még több tisztázatlan kérdés van és az előbb elmondottak itt még inkább érvényesek lehetnek.

$\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$  (Toropov szerint),  $3\text{CaO} \cdot 16\text{Al}_2\text{O}_3$  (Lagerquist szerint) 8, illetve 9,35%  $\text{CaO}$ -ból, 92, illetve 91,65%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból áll. Hexagonális kristályokat alkot. Sűrűsége 3,42—3,51. Olvadáspontja, stabilitási területe, bomlásra való igen nagy hajlama miatt, nem ismeretes. Tisztázatlanok még ásványtani adatai is. Az ömlesztett korund-



9. ábra

ban fordul elő, de ennek olvadási hőmérsékletén felbomlik. Állítólag kimutatták jelenlétét a magas  $Al_2O_3$  tartalmú alumínátcementekben is.

Azonosítása terén szovjet kutatók végeztek úttörő munkát. A legnevezetesebbek: N. A. Toropov, H. J. Filonenko, M. M. Sztakalova, F. Galatov (15).

A  $CaO2Al_2O_3$ -nál elmondott feltételezések szem előtt tartásával bocsatom közre a  $3CaO \cdot 16Al_2O_3$  sztöchiometrikus összetételű keverék megolvasztása révén előállított preparátum röntgenfelvételét (9. ábra) és a felvétel értékelését (6. táblázat).

A  $CaOAl_2O_3$  rendszer kristályos fázisait s azok tulajdonságait a 7. táblázatban foglaljuk össze.

A  $CaOAl_2O_3$  rendszer állapotábrájának teljes megismeréséhez

6. táblázat

3CaO	16Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<i>d<sub>hkl</sub> kr</i>	
5,398	1,907
4,805	1,797
4,378	1,761
3,811	1,731
3,455	1,683
3,049	1,596
2,860	1,570
2,781	1,530
2,723	1,508
2,603	1,452
2,535	1,401
2,464	1,386
2,367	1,370
2,285	1,330
2,186	1,309
2,097	1,237
2,076	1,225
1,998	1,187

még meg kell emlékeznünk az egyes alumínátok által alkotott eutektikumokról is.

A  $3CaOAl_2O_3$  és a  $12CaO7Al_2O_3$  50% CaO és 50%  $Al_2O_3$  tartalom mellett 1395 C°-on jól definiálható eutektikumot képez.

A  $12CaO7Al_2O_3$  a  $CaOAl_2O_3$ -al 47% CaO és 53%  $Al_2O_3$  koncentrációnál 1400 C°-on olvadó eutektikumot alkot.

A  $CaOAl_2O_3$  a'  $CaO2Al_2O_3$ -al 33% CaO és 67%  $Al_2O_3$  tartalom mellett 1590 C°-on olvadó eutektikumot ad.

A  $CaO2Al_2O_3$  és a  $3CaO16Al_2O_3$

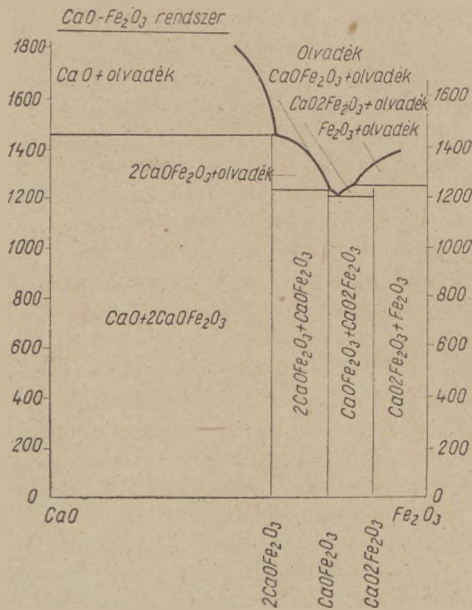
7. táblázat

V e g y ü l e t	Törés- mutató	Fajsúly	Ke- ménység	Kristály- rendszer	Habitus	Szín	Stabilitási tartomány	Előfordulás
$3CaOAl_2O_3$ .....	$n = 1,700$	3,04	6,0	Szabályos	Apró szemecék	Szintelen	1539°-on CaO-ra és olvadékra bomlik	Portlandcement
$12CaO7Al_2O_3$ .....	$n = 1,608$	2,70	5,0	Szabályos	Kagylós törésű szemecék	Szintelen	1455°-on olvad	Portland és bauxit-
$\alpha'$ instabil .....	$\alpha = 1,687$	3,10	5,0	Rombos	Szögletes szferulitok	Zöld kékeszöld	Nincs stabilitási tartomány	cement
$5CaO3Al_2O_3$ .....	$\beta = 1,692$							
$CaOAl_2O_3$ .....	$\alpha = 1,643$ $\beta = 1,655$ $\gamma = 1,663$	2,98	6,5	Monoklin	Szemecék lemezek	—	1580°-on olvad	Bauxitcement
stabil .....	$\alpha = 1,617$ $\gamma = 1,652$	2,90	6,5	Monoklin	Prizmás szemecés	Üveges fény	1765°-on olvad	Bauxitcement
instabil .....	$\alpha = 1,662$ $\beta = 1,671$ $\gamma = 1,774$	3,05	5,5—6,0	Rombos (?)	Rostos	Üveges fény	Nincs stabilitási tartomány	Bauxitcement
$CaO6Al_2O_3(3CaO16Al_2O_3)$ .....	$n = 1,702$	3,5	—	Hexagonális	?	?	?	Ömlesztett korund esetleg magas $Al_2O_3$ tartalmú alumínátcement

között kb. 22% CaO és 78% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom mellett 1700 C° körül olvadó eutektikum pontos helyét még tisztázni kell.

A CaO—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer.

Michaelis, Le Chatelier, Zulkowsky, Kohlmeier, zur Strassen kutatómunkája alapján Sosmann, Merwin (1916), Tavasci (1936) és Swayze (1946) dolgozták ki a CaO—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszer állapot-ábrájának ma ismert alakját, melyet a 10. ábrán láthatunk.



10. ábra

A rendszerben az alábbi vegyületek fordulnak elő:

2 CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (dikalciumferrit). Összetétele: 41,3% CaO, 58,7% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 1435 C°-on inkongruens módon felbomlik CaO olvasadék keletkezése közben. Kristályai ráeső fényben feketék, áteső fényben sárgásbarna színűek.

CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (monokalciumferrit). Összetétele: 26,0% CaO és 74,0% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 1216 C°-on inkongruens módon felbomlik 2CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és olvasadék keletkezése közben. Jól kifejtett fekete vagy sötétvörös kristályokat képez. Fajsúlya 4,7. Röntgenfelvételét a 11. ábrán mutatom be.



11. ábra

CaO<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (monokalciumdiferrit) 15% CaO-t és 85% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t tartalmaz. 1225—1230 C° között inkongruens módon Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ra és olvasékra bomlik fel. Barnásvörös kristályok alakjában fordul elő. Röntgenképét a 12. ábrán láthatjuk.

A három ismert kalciumferriten kívül feltelezik egy negyedik, a kalciumaluminátok analógiájára 3CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> összetételű vegyület létezését is, amelynek stabilitási viszonyai azonban még nem ismeretesek.



12. ábra

A rendszer egyetlen eutektikuma a CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és CaO<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> között 1203 C°-nál van.

A valóságos kép azonban CaO—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszerben sem ilyen tiszta. Ha a rendszer 60 mol% feletti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-t tartalmaz, a kikristályosodó vegyületek hatására mindig keletkezik Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mennyisége a hőmérséklet és az időtartam növekedésével szaporodik. A CaO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszerben feltevésként megemlített szilárd oldat lehetősége tehát itt is fennáll.

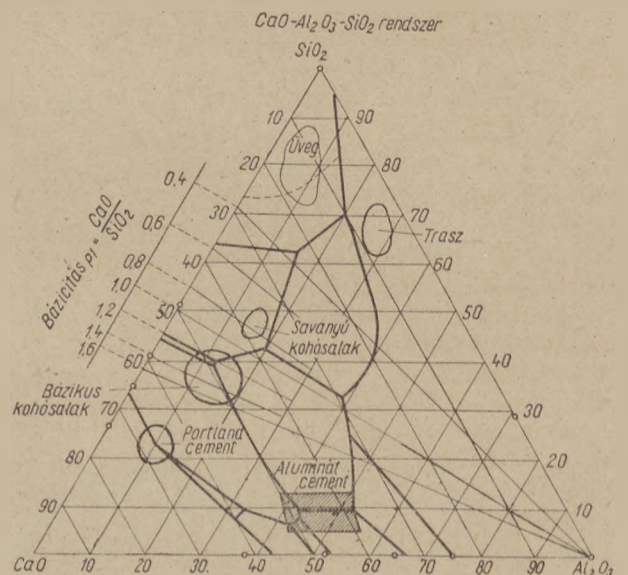
Az aluminátcementek összetételében alárndeltebb jelentőségű a CaO—SiO<sub>2</sub> rendszer és még kevésbé fontos az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> rendszer.

Ternär rendszerek

CaO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> rendszer

A szilikátkémiában általában Rankin féle diagramnak nevezett háromkomponensű állapotábrára kidolgozása Rankin és Wright (1915) nevéhez fűződik. Ezt kiegészítette Greig (1927) a folyékony fázisban korlátolt oldhatóságú, SiO<sub>2</sub>-ben gazdag területek feldolgozásával.

A CaO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> rendszernek a hidraulikus kötőanyagok tanulmányozásánál döntő jelentősége van. E három komponens főalkotórésze több mint 90%-a a portlandcementeknek, a savanyú és bázikus kohósalakoknak, az aluminátcementeknek és az aluminátsalakoknak, valamint igen sok tűzállóanyagoknak. Ha eltekintenénk a



13. ábra

járulékos alkotórészekről, a három komponensből már felépíthetnénk a legkülönbözőbb cementféléseket, bár az aránylag magas zsugorodási, vagy kezdődő olvadási hőmérséklet miatt technológiailag igen sok nehézséggel kellene megküzdenünk.

A 13. ábrán látható a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszer állapotábrájának mai alakja.

A  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszer egyik legismertebb, az aluminátcementekben kisebb-nagyobb mennyiségben mindig előforduló vegyülete a *gehlenit* ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ). Összetétele: 40,9%  $\text{CaO}$ , 37,2%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 21,9%  $\text{SiO}_2$ . 1590  $^\circ\text{C}$ -on kongruens módon olvad. Fajsúlya 3,04. A tetragonális rendszerbe tartozik, szemcsék, táblák alakjában kristályosodik.

8. táblázat

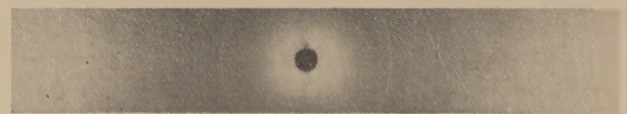
G e h l e n i t	
$d_{hkl} \text{Å}$	
4,935	1,808
4,077	1,747
3,674	1,714
3,363	1,668
3,126	1,617
3,038	1,510
2,815	1,470
2,627	1,428
2,516	1,401
2,396	1,371
2,278	1,357
2,106	1,314
2,027	1,278
1,920	1,264
1,855	1,249

A kristályok színe gyengén sárgás. Keménysége 6. Fajsúlya 3 körül van.

Mivel aluminátcementekben gehlenittel mindig számolhatunk, szükségesnek tartottam a gehlenit megvizsgálását. A gehlenit preparátum előállítását a kongruens olvadáspont megkönnyíti

A gehlenit röntgenvizsgálati adatait a 8. táblázat tartalmazza. Röntgenképét a 14. ábrán mutatom be. A gehlenitre legjellemzőbb a 2,815-ös interferenciavonal.

Ismert sajátossága a gehlenitnek, hogy az ackermanittal ( $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ) a szilárd oldatok folytonos sorát képezi s mint ilyen, a kohósalakok kémiájában játszik fontos szerepet.



14. ábra

Az *anortit* ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) is jólismert vegyülete a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszernek. 20,2%  $\text{CaO}$ -ból, 36,6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból és 43,2%  $\text{SiO}_2$ -ből áll. 1550  $^\circ\text{C}$ -on kongruens módon olvad. Fajsúlya 2,76. A triklin rendszerbe tartozó pálcák vagy lemezek alakjában kristályosodik.

A gehlenit és anortit mellett nincs állandósági tartománya a *grosszulárnak* ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ ) és a  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  összetételű hármas vegyületnek, alacsony bomláshőmérsékletük miatt.

A grosszulár összetétele: 37,4%  $\text{CaO}$ , 22,6%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 40,0%  $\text{SiO}_2$ . Atmoszférikus nyomáson inkongruens módon 1125–1150  $^\circ\text{C}$ -on bomlás közben olvad.

A  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  50,9%  $\text{CaO}$ -ból, 30,9%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból és 18,2%  $\text{SiO}_2$ -ből áll. Csak szintetikusán állítható elő. A grosszulárhoz hasonlóan 1325  $^\circ\text{C}$ -on

inkongruens módon dikalciumszilikátra ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) és monokalciumaluminátra ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) bomlik a következő egyenlet alapján:



A  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszert, a benne előforduló vegyületeket, kristályosodási irányokat, eutektikumokat a különböző szakkönyvek részletesen tárgyalják s itt elég Kühltre és Eitelre hivatkoznom.

Az aluminátcementek a  $\text{SiO}_2$  csúccsal szemben, attól a lehető legnagyobb távolságra a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  háromszögoldal közelében helyezkednek el, összetételüktől függően a  $\text{C}_{12}\text{A}_7$ ,  $\text{CA}$ ,  $\text{CA}_2$ , esetleg  $\text{C}_2\text{AS}$  (gehlenit) és  $\text{C}_2\text{S}$  (dikalciumszilikát) területen.

Redukáló atmoszférában olvasztott vagy égetett bauxitcementeknél a vasoxid részben fémvassá alakul. A vas a jelenlévő  $\text{SiO}_2$ -vel ferrosziliциumot képezhet s mint ilyen, a hármas rendszer vegyületeitől erősen eltérő komponensbe megy át, viszont az olvadék összetétele és kristályosodási viszonyai ily módon közelebb kerülnek a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszer körülményeihez. Ezzel az esettel találkozunk egyébként azoknál az aluminát-salakoknál is, amelyeket bauxittartalmú elegyek kohósításánál nyerünk. Az alacsony vasoxid-tartalom az aluminát-salakokat igen közel viszi a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  rendszerhez.

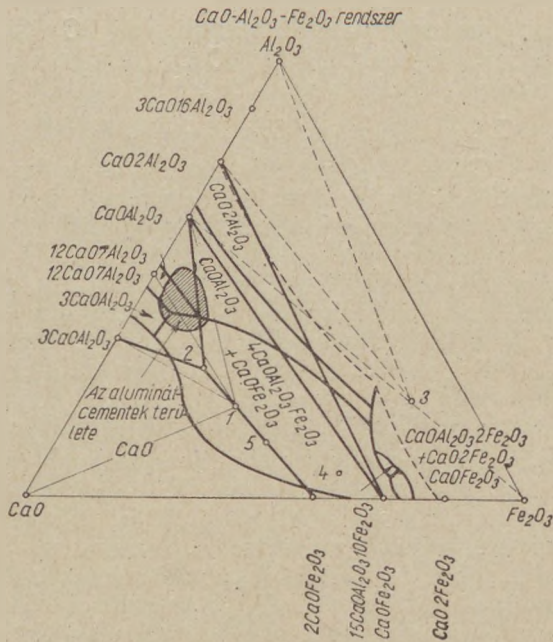
Oxidáló atmoszférában a nyersanyag vasoxid tartalma vagy brownmillerit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), vagy kalciumferrit ( $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) alakul. A kristályosodási viszonyok ebben az esetben azonban csak a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  négyes rendszerben, részleges vasredukció esetén a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO} - \text{SiO}_2$  ötös rendszerben tanulmányozhatók. Ezt megelőzően azonban vizsgáljuk meg a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$  hármas rendszert.

$\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$  rendszer (15. ábra)

Mai alakjának kialakítása Hansen, Brownmiller és Bogue nevéhez fűződik (1928). A hármas rendszer biner összetevőit ismerjük. Itt találkozunk azonban a hidraulikus kötőanyagok technológiájának egyik legismertebb hármas vegyületével, a  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  összetételű brownmillerittel, melynek összetétele: 46,1%  $\text{CaO}$ , 21,0%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 32,9%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

1415  $^\circ\text{C}$ -on kongruens módon olvad. Pleochromizmusra hajló prizmatikus kristályokat képez. A hidraulikus kötőanyagok előállításánál nagy jelentősége van, mert az aránylag alacsony hőmérsékleten olvadó vegyület, különösen pedig azon tulajdonsága révén, hogy a  $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ -al szilárd oldatok teljes sorát alkotja, nagymértékben járul hozzá a technológiai folyamatok elősegítéséhez, különösen pedig az égetési hőmérséklet csökkenéséhez.

Jellemző tulajdonsága a brownmilleritnek, hogy rácsába nagyobb mennyiségben képes felvenni idegen oxidokat, többek között trikalcium-aluminátot és  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ -t. Az előbbi a brownmillerit rács tágulását, az utóbbi a rács összenyomódását segíti elő.



15. ábra

A  $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$  mint olvadék felveszi az MgO jelentékeny részét is és gyors lehűtés esetén megakadályozza a perikláz kristályosodását (MgO).

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy aluminátcementekben — ahol a szilárd oldat képzésének és az idegen anyagok felvételének minden lehetősége megvan — tiszta brownmilleritet nem igen fogunk találni.

Előállítottam brownmilleritet, melynek röntgenvizsgálati adatait a 9. táblázatba foglaltam, míg röntgenképét a 16. ábrán mutatom be.

9. táblázat

$4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$		
$d_{hkl}$ kx		
5,482	2,191	1,528
4,701	2,143	1,493
3,580	2,109	1,448
3,328	2,032	1,414
3,022	1,984	1,383
2,880	1,923	1,362
2,743	1,852	1,329
2,631	1,801	1,315
2,549	1,724	1,209
2,487	1,686	1,152
2,413	1,645	1,126
2,361	1,593	1,100
2,335	1,569	1,074

A brownmilleritre legjellemzőbb interferencia-vonal a  $d = 2,631$  kx-nél van.

A  $CaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$  rendszernek jóval kevésbé ismert vegyületei még a következők:

$6CaO2Al_2O_3Fe_2O_3$ ,  
 48,1% CaO-ból, 29,1%  $Al_2O_3$ -ből és 22,8%  $Fe_2O_3$ -ből áll. Bár ezen vegyület fizikai, kémiai és optikai tulajdonságai még nincsenek teljesen felderítve, annyit tudunk róla,

hogy tulajdonságai igen közel állnak a brownmillerit tulajdonságaihoz. Ez természetes is, mert tagja annak a szilárd oldatokból álló folytonos sornak, melyet a  $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ -nál megemlítettünk. Olvadáspontja  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  körül van (20).



16. ábra

A szilárd oldatokból álló folytonos sort egyébként a sor fontosabb összetevői rácsméreteinek változása szemléltetően jellemzi. Ezt a 10. táblázatban mutatom be (21).

10. táblázat

Összetétel	$a_0$	$b_0$	$c_0$
$2CaOFe_2O_3$ .....	5,32	14,63	5,58
$4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ ...	5,26	14,42	5,51
$6CaO2Al_2O_3Fe_2O_3$	5,22	14,35	5,48

$CaOAl_2O_32Fe_2O_3$  11,7% CaO-ból, 21,4%  $Al_2O_3$  ból és 66,9%  $Fe_2O_3$ -ből áll.  $1400\text{ }^\circ\text{C}$ -on inkongruens módon olvad (20).

Még kevésbé ismert vegyület a  $15CaOAl_2O_310Fe_2O_3$  33,1% CaO, 4%  $Al_2O_3$  és 62,9%  $Fe_2O_3$  tartalommal, illetve a Tavasci által  $16CaOAl_2O_311Fe_2O_3$  összetételűnek jelzett vegyület (21).

A  $CaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$  rendszert ábrázoló 15. ábrán az 1. pont a  $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ -t, a 2. pont a  $6CaO2Al_2O_3Fe_2O_3$  helyét jelöli meg. Egyensúly esetén a  $2CaOFe_2O_3 - 6CaO2Al_2O_3Fe_2O_3$  pontokat összekötő konjugációs vonal mentén kristályosodnak ki a fentiekben már említett szilárd oldatok, melyek közül mint jellegzetes összetételűt a  $6CaOAl_2O_32Fe_2O_3$ -t kell megemlíteni (5. pont). Aluminátcementeknél azonban ez a háromkomponensű tiszta kép sohasem fordul elő.

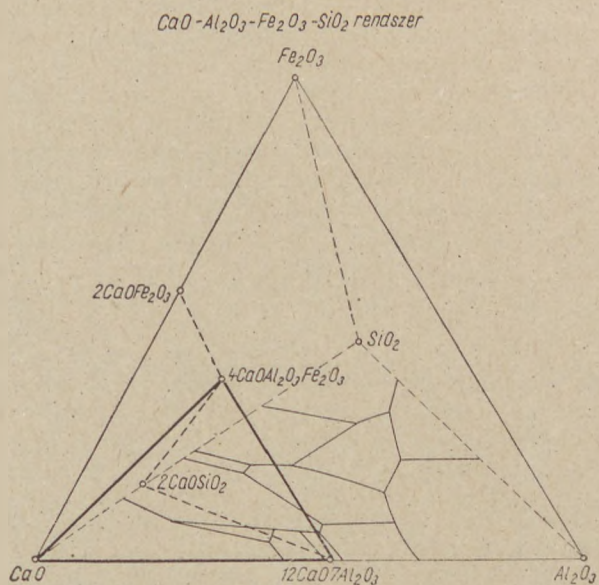
Négyösszetevős rendszerek

A gyakorlati cementösszetételek mellett — még akkor is, ha a főalkotórészek az összetétel túliyomó részét igénybeveszik — a háromösszetevős rendszerek nem fejezik ki a tényleges helyzetet. Legszembetűnőbb példája ennek a vasoxidnak a gyakorlatban előforduló kisebb mennyisége is már jelentősen megváltoztatja az olvadás, illetve a kristályosodás menetét, a keletkezett kristályok felépítését; sőt új vegyületek keletkezhetnek, amelyeket már nem lehet a Rankin diagrammban ábrázolni. Hasonló a szerepe az MgO-nak is. A Rankin diagrammot ki kell tehát bővíteni s máris eljutottunk a négy-, esetleg többkomponensű rendszerekhez.

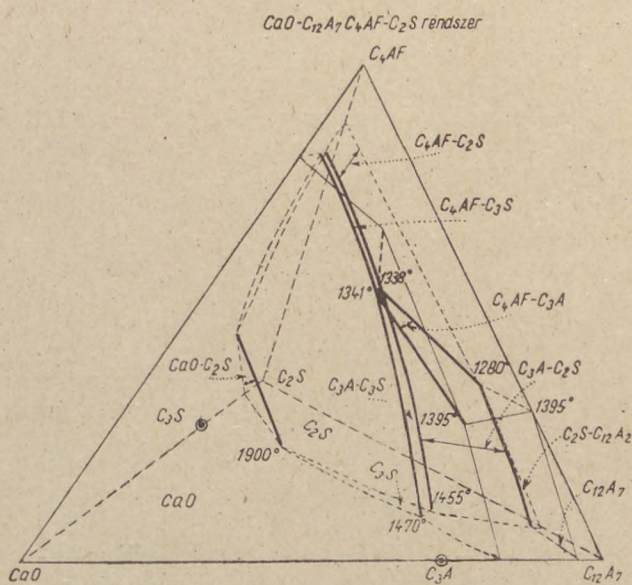
A négyösszetevős rendszerekben való ábrázolás rendkívül nehéz, akár elemi tetraéderekből építjük fel, akár a háromösszetevős rendszerekből vezetjük le.

A portlandcement égetésénél lejátszódó fiziko-kémiai folyamatok tisztázására mintegy két évtizedes kutatás után Lea és Parker 1934-ben építette fel először a  $CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - Fe_2O_3$  négyösszetevős rendszert, melynek állapotábráját a 17. ábrán láthatjuk (23). A rendszer bonyolult egyensúlyi viszonyai miatt vizsgálataik elsősorban a  $CaO - 12CaO7Al_2O_3 - 2CaOSiO_2 - 4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$  tetraéderre szorítkoztak (19) (18. ábra).

Ezek a kutatások elsősorban a  $3CaOSiO_2$ -nek a négyes rendszerben való elhelyezkedését, kristályosodási és stabilitási viszonyait tárták fel.



17. ábra



18. ábra

A diagrammok jelentősége abban áll, hogy segítségével — egyensúly esetén — következtetni lehet az ismert összetételű olvadékból vagy nyersanyagból az égetés hőmérsékletén képződő vegyületekre.

Az ábrázolás lehetővé teszi azt is, hogy bármely hőmérsékleten megállapítsuk a folyékony fázis és a vele egyensúlyban levő szilárd fázis mennyiségének arányát.

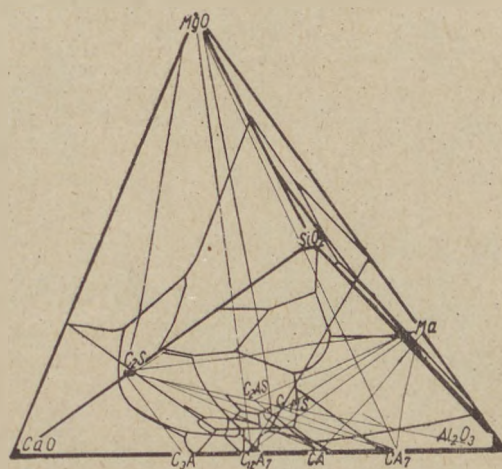
A hidraulikus kötőanyagok előállításánál azonban vagy szilárd állapotban végbemenő reakciókkal van dolgunk, vagy rendkívül nagy viszkozitású olvadékokkal kell számolnunk. Ezekben a rendszerekben egyensúly a legritkább esetben áll be, a resorpció sohasem lehet tökéletes, ezért a diagramm által vázolt helyzet, amely csak egyensúlyi állapotra érvényes, sohasem tartható.

A kristályosodási folyamatok bonyolult ismertetését éppen ezért mellőztem. A négyes rendszer ismertetését is csak azért tartottam szükségesnek, hogy segítségével az aluinátcementek felépítését és szerkezetét tárgyalhassam és az aluinátcementek ásványtani felépítésében résztvevő vegyületeket ismertethessem.

A  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$  négyes rendszer későbbi kutatói közül ki kell emelni a szovjet kutatókat. A negyvenes évek elején Toropov, Zsuravlev, Sisakov a rendszer legalacsonyabb hőmérsékleten olvadó eutektikus pontja összetételének (54,8%  $\text{CaO}$ , 22,7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 6%  $\text{SiO}_2$ , 16,5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), olvadáspontjának (1338 °C) és viszkozitási viszonyainak tanulmányozásával, az  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$  arálynak a folyékony fázis képződésére gyakorolt hatásnak tisztázásával, a mineralizátorok ( $\text{CaF}_2$ ) és a különböző járulékos anyagok ( $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) olvadáspont, illetve viszkozitáscsökkentő szerepének vizsgálatával Lea és Parker rendszerét továbbfejlesztették és a portlandcement területre kibővítették.

Meg kell említeni még Swayze munkásságát, aki a  $\text{CaO} - 2\text{CaOSiO}_2 - 12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{CaO}$

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  rendszer egyensúlyi viszonyainak tanulmányozásával (1946), később a  $\text{CaO} - 2\text{CaOSiO}_2 - 3\text{CaOSiO}_2 - 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - 6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  rendszer kidolgozásával és végül 5%  $\text{MgO}$ -nak a négyalkotós rendszerbe való bevitelével lényegében legújabb ismereteinket formálta meg fázisdiagrammban.



19. ábra

Az aluinátcementek ásványi összetételének későbbi tárgyalásához a 19. ábrán ismertetem a  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{MgO}$  rendszer állapotábráját (17) és már itt megjegyzem, hogy bizonyos esetekben az  $\text{MgO}$  helyettesíthető az  $\text{FeO}$ -val. E helyettesítésre az aluinátcementek gyártási technológiája, valamint az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{FeO}$  együttes jelenléte miatt majdnem mindig sor kerülhet.

Ilyen esetekben azonban már elhagyjuk a négyes rendszereket és átmegyünk a többkomponensű rendszerek területére. Ezek ismertetése már nem tartozik e tanulmány keretébe.

E részletekbe menő kutatások legtöbbször célja a portlandcement felépítésénél és előállításánál lejátszódó folyamatoknak a kristályosodás menetének és a végső összetétel kialakulásának

tisztázására volt. Az alumínátcementek problémáival ilyen részletekbe menően nem foglalkoztak. A legújabb időkg Solacolu 1933-ban kidolgozott klasszikus munkája (24) volt jóformán az egyetlen, amely az alumínátcementek szerkezetével elméleti alapon foglalkozott. Az alumínátcementek szerkezetének tisztázása terén széles körben bővítette ismereteinket T. W. Parkernek a londoni cementkongresszuson 1952-ben ismertetett tanul-

mánya (17), amely a legkorszerűbb vizsgálati módszerek segítségével próbálta megközelíteni az alumínátcement problémát.

Mindezen vizsgálatok ellenére az alumínátcementek és az alumínátsalakok felépítése, ásványtani összetétele, elhelyezkedése a négyes rendszerekben még koránt sincs teljesen felderítve. Még igen sok szép elméleti feladat kidolgozása, a legfontosabb metszetek felvétele várja a kutatókat.

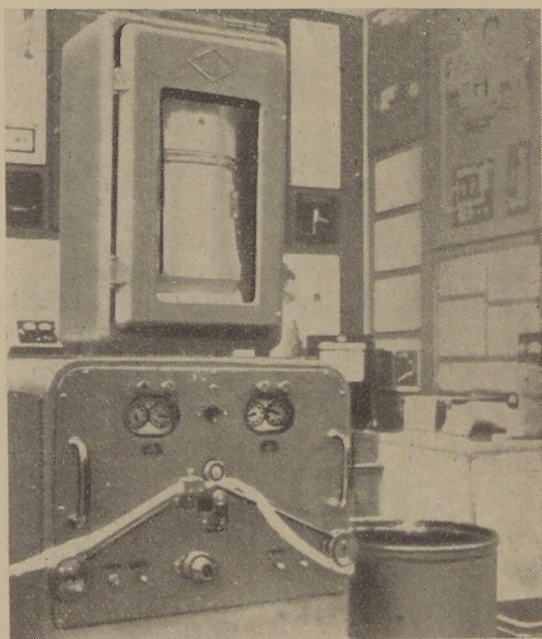
## Rádioaktív izotópok alkalmazása az építőanyagiparban\*

KORÁNYI GYÖGY

(Folytatás)

### 2) Abszorpciós mérések

Az abszorpciós radiológiai mérés célja általában az, hogy valamely fizikai jellemzőt annak alapján határozzon meg, hogy az illető objektum milyen mértékben nyeli el vagy engedi át a radioaktív sugárzást. Az abszorpciós mérések szintmeghatározásra, vastagságmeghatározásra és mennyiségmérésre alkalmazhatók.



7. ábra. Betasugárzásos szorjvet gyártmányú vastagságmérő berendezés az 1955. évi genji nemzetközi atomkiállításán

a) Vastagságmérésre ezidőszert beta sugárzó készítményeket alkalmaznak a papír-, acél- és textiliparban főleg szalagszerűen áramló anyagok abszorpciójának mérésével. A preparátumot a szalag fölé vagy alá helyezik el és a szalag másik oldalára számlálócsövet illetve a preparátummal szemben, azonos anyagi minőség esetén az abszorpció a mérendő anyag vastagságától függ.

\* Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület Mérnöki Továbbképző előadása.

A számlálócső érzékenyen és gyorsan követi az áramló anyag vastagságváltozásait.

Az építőanyagipar terén betasugárzásos abszorpciómérésre vastagságmérésnél elsősorban a táblaüvegyártás terén van lehetőség. A vertikális húzással előállított táblaüveg vastagságát folyamatosan lehet mérni ilyen berendezéssel, sőt, a mérés eredményét mutató műszer elhelyezhető a kemencét és a gépeket jellemző műszerek mellett a vezérlőteremben. A táblaüveg folyamatos vastagságmérése megkönnyíti a gépek kezelését, a helyes húzási sebesség folyamatos ellenőrzését és esetleg automatikus szabályozását.

A betasugár abszorpcióképesség állandó vastagság esetén az áramló anyag abszorpcióképességének változásával érzékenyen változik. Ez a jelenség arra használható fel, hogy például a csigasajtók és vákuumcsigasajtók által előállított massa nedvességtartalmát és homogenitását mérje. A csigasajtók szájnnyílása után elhelyezett betasugárzó készítmény sugarai irányítottan áthaladnak az előtte vagy alatta elvonuló masszán. A massa nedvességtartalmának változása érzékenyen befolyásolja az abszorpcióképességet, tehát a számlálócső által jelzett érték ennek változását jelzi. Eddig nem sikerült megoldani a massa nedvességtartalmának folyamatos mérését elektromos vagy elektronikus módszerrel, de a betasugárzásos módszer kilátásos és alkalmasnak látszik esetleg a csigaprés előtti nedvességadagolás automatikus szabályozásának vezérlésére is.

Az aszbesztcementgyártmányok minőségellenőrzésének néhány kérdése ugyancsak megoldható a fentemlített módszerek valamelyikével.

Az abszorpciómérések egyik válfaja az anyagok és félkésztermékek fizikai tulajdonságainak meghatározására szolgál. Számos szárítási folyamat pontosabban ellenőrizhető a szárított anyag abszorpcióképességének változásával, mint a hőmérséklettel, hiszen az közvetlenül a nedvességtartalom változását jelzi.

Az abszorpcióképesség és a sugárzásintenzitás teljesen független a hőmérséklettől, ezért lehetőség nyílik meleg anyagok közvetlen és rendkívül gyors mérésére.

A betasugárzásos vastagság- és abszorpcióméréseknél azonban gyakran szóródás állhat

elő, ami mérési hibákat okozhat, ezért minden esetben részleteiben kikísérletezett alapgörbékkel kell meghatározni.

b) Az abszorpciós mérések másik fajtája a szintjelzés rádióaktív izotópokkal. Ezidőszereint a szintjelzést a vegyiparban alkalmazzák elsősorban olyan magasnyomású tartányoknál, ahol a tartányban lévő folyadék nehezen hozzáférhető és a közönséges szintjelző armaturák felszerelése nehézkes és korrózió szempontjából kevésbé ellenálló. A szintjelzés részben oly módon oldódik meg, hogy a tartány külső falán elhelyeznek valamely sugárzó preparátumot megfelelő árnyékolással és a vele átellenes oldalon pedig a számlálóműszert. A szint csökkenése esetén a sugárzás csupán levegőben vagy gázban hatol át a tartányon, ekkor a műszer nagy kitérést jelez. Ha a folyadék a sugárzás szintjét eléri, az intenzitás ugrásszerűen csökken, ami érzékeny automatikus adagolási vezérlést tesz lehetővé. A szintjelzés megoldható folyamatos mérés formájában is oly módon, hogy a sugárzás váltakozó mennyiségű folyadékmennyiségben hatol át. Ilyen esetben a sugárforrást pl. a tartány tetejére helyezik és a számlálóső annak alján helyezkedik el. Az intenzitás változása fordítottan arányos a folyadék szintmagasságával.

A szintjelzés építőanyagipari vonatkozásban is felhasználható néhány területen, különösen szilárd anyagokat tartalmazó tartányoknál. Az eddigi szintjelzés porszerű szilárd anyagoknál nem megoldott. Cementszilóknál vagy betongyárak adalékanyagtartályainál a mechanikus berendezések könnyen tönkremennek és egyáltalán nem alkalmasak pl. a porszerű anyagok felszínének pontos indikálására, mert a rézsűsöveget nem veszik figyelembe. Automatikus betongyárak anyagtartályainál a szintjelzést legpontosabban izotópos módszerrel lehet megoldani (8. ábra). A mérőműszer mindaddig, amíg az anyagfelszín alatt helyezkedik el, minimális értéket mutat, ami lehetővé teszi a tartányban még jelenlévő anyag mennyiségének pontos meghatározását. A szintjelzés felhasználható automatikus jelzésre is; ha a tartányban az anyag szintje bizonyos érték alá csökken, jelzőberendezés lép működésbe és az irányító megindítja az adagoló elevátort vagy más berendezést. A bunker tetején elhelyezett másik sugárzó jelzőberendezés alkalmas arra, hogy jelezze a tartány teli állapotát.

A szintjelzésnél alkalmazott sugárzó anyag teljesen veszélytelen és lényegében zárt készit-

ménynek tekinthető, mert ólomburkolata és rekeszei csupán a tartány belseje felé engedik ki a sugarakat, ugyanakkor meglehetősen gyenge kényszerítőerők is alkalmazhatók, hiszen a számlálósőnek kizárólag akkor kell észlelhető értéket jeleznie, ha a sugárzás nagyrészt levegőn keresztül éri el. A tartány belsejébe természetesen csak akkor szabad belépni, ha a sugárzó anyagot munkahelyéről eltávolítják. A számlálósővek igen hosszú (többezerórás) élettartamúak lehetnek, mert az igénybevétel igen alacsony. A műszereket ellenben pormentes helyen, célszerűen a vezérlőteremben kell elhelyezni. A felső szintet jelző műszer helyett elegendő jelzőlámpa alkalmazása is.

c) Abszorpciómérések segítségével olyan mennyiségek mérése is lehetővé válik, melyek eddig az üzemi gyakorlatban többé-kevésbé megfoghatatlanok voltak. Erre vonatkozólag a portlandcement-klinkerégető kemencék szénporbefűvátásának mennyiségi ellenőrzése szerepeljen ezen a helyen, részletesebben tárgyalt példaként.

A szénpor mennyisége a befűvátásnál nemcsak a befűvó ventilátor által létrehozott nyomástól és a szekrényes adagolószervezet mozgási diagramjától függ, hanem a szénpor nedvességétől és a szemcészerkezettől is. A ventilátor fordulatszámja és üzemi adatai ismeretesek, az adagoló változtatható és kézbe tartható, de precíziós tüzelésnél már a nedvességtartalom és szemcészerkezeti változások is befolyásolják a tüzelés intenzitását és helyes beállítását. A befűvott szénpor mennyiségének közvetlen és folyamatos mérésére eddig nem volt módszer.

Betasugárzó rádióaktív preparátumnak a befűvócső palástján való elhelyezésével megoldható, hogy a sugárzás a befűvócsővön átlós irányban hatoljon át. Az átellenes oldalon számlálóberendezés észlelőszervét elhelyezve, a csőfal és a benne áramló aerosol mindenkori abszorpciója mérhető.

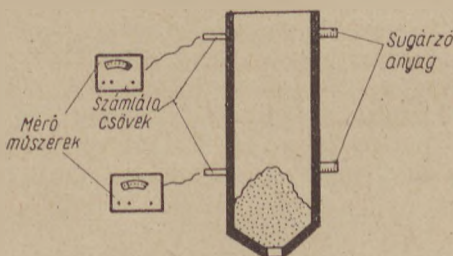
Önmagában a módszer egyszerűnek látszik, megvalósításához azonban számos vizsgálatot kell elvégezni. A vizsgálatok gyakorlati menete a következő:

1. Számítások elvégzése az adagolócső falának és az aerosolnak abszorpciós viszonyaira vonatkozólag. Az aerosol koncentrációváltozásának hatása az abszorpcióváltozásra vonatkozólag. A számítások kísérleti ellenőrzése. Toleranciaszámítások és a mérési pontosság előzetes számítása. A szükséges sugárzási intenzitás kiszámítása a maximális mérési pontosság elérése céljából.

2. A szükséges sugárzási intenzitásnak megfelelő sugárzó izotóp kiválasztása és mennyiségének meghatározása. Az izotóp elhelyezéséhez szükséges tartály megtervezése a külső sugárvesztély minimálisra csökkentése figyelembevételével.

3. A mérőberendezés kiválasztása az abszorpció folyamatos mérésére, esetleg regisztrálására. A mérőberendezés észlelőszerve elhelyezésére szolgáló berendezés megtervezése.

4. A berendezések megépítése és kísérleti felhelyezése. A berendezések bekapcsolása és a



8. ábra. Automatikus betongyár cement vagy adalékanyagbunkerének szintmérő berendezése sugárzó izotópokkal

környezeti sugárzásszint ellenőrzése hordozható dózismérőkkel. Kísérleti üzemeltetés és a mérési toleranciára vonatkozó számítások ellenőrzése.

Ezeket a műveleteket természetesen egyedül a cementgyár nem végezheti. A kísérleti meg-alapozás, a tervezés a kutató intézetre, a tervező irodára hárul, a kísérleti üzemeltetésnél azonban nagy szükség van már a gyári műszakiak segítségére.

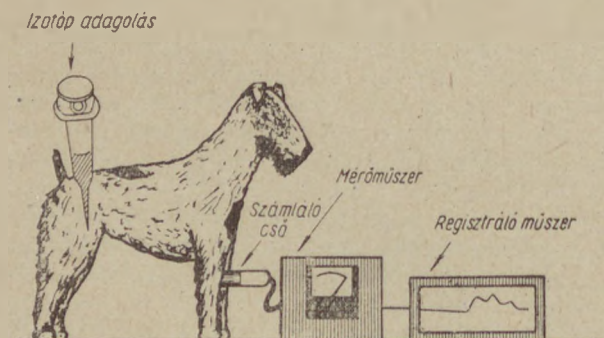
Egyáltalán nem tekinthető bizonyosnak, hogy az abszorpciós áramlásmérés először gyakorlatilag a szénpormennyiség folyamatos meghatározásánál valósul meg. A rádióaktív izotópok alkalmazási lehetőségének példájául és a követendő eljárás sémájaként azonban ez a példa megfelelőnek látszik.

Nem is lehetséges a rádióizotópok üzemi alkalmazására előzetesen elméletileg javaslatot tenni, hiszen az alkalmazási területeket legjobban az üzemi szakemberek ismerik. Az abszorpciós mérőműszerek bevezetésére a padlócsompegyártásban, a fajszi falburkolócsompe gyártásban vagy az aszbesztcement gyártásban a gyakorlati lehetőségeket elsősorban azoknak a műszakiaknak kell kijelölniök, akik a gyártástechnológia legkisebb részletkérdéseivel is tisztában vannak és akik ismerik azokat a gyártási nehézségeket, melyek ezidőszert pontos mérésekkel nem tartathatók kézben és melyek mérésére a rádióizotópok alkalmasnak látszanak.

### 3. Mérések a jelzett atomok módszerével (jelzéses módszer)

A rádióaktív izotópok legrégebbi felhasználása a jelzett atomok módszere volt, melyet nyomjelzéses módszernek is neveznek. Már régebben elterjedt a biológiai mérések területén, ahol az élő szervezetek anyagcseréjének felderítése értékes szolgáltatokat tett a kutatásnak.

A jelzett atomok módszere (tracer-method) lényegében áramlások mérésére szolgál oly módon, hogy az áramló anyag egyik helyére kismennyiségű rádióaktív anyagot helyezünk és radiológiai indikációs módszerekkel megfigyelhető az anyag vándorlása az áramlás közben. A jelzett atomok módszere, vagy röviden a jelzéses módszer azért jelentős, mert a jelzésre szolgáló rendkívül kismennyiségű anyag semmilyen befolyást nem gyakorol az áramlás kialakulására, ugyanakkor az áramlási mérésekre topológiai választ szolgáltat.



9. ábra. Biológiai jelzési kísérlet Bradford szerint

A jelzéses módszer egyik egyszerű példája a biológiai kutatásban például a vérkeringési vizsgálat, mikor a kísérleti állattal megetetik vagy injekció formájában beadják a sugárzó izotópot tartalmazó oldatot természetesen olyan kis aktivitással, mely legalábbis a kísérlet folyamán életműködését egyáltalán nem befolyásolja. A vérkeringési vizsgálat céljából a számlálócsövet például az állat lábához helyezik és a műszer kilengésének időpontját jegyzik. A beadás és a műszerkilengés közötti időtartam volt szükséges ahhoz, hogy az izotóp a kettő között levő utat megtegye (9. ábra).

Jelzéses módszerrel áramlásos anyageloszlás is vizsgálható, ha a mérések alkalmával a sugárzási intenzitást figyelembe veszik.

Ipari jelzéses vizsgálatoknál az áramlások természetesen lényegesen hosszabb időket vesznek igénybe, ezért nagyobb aktivitású anyagokkal kell dolgozni, vagy sokkal érzékenyebb berendezés szükséges az észleléshez. Figyelembe kell venni továbbá a felezési időt is; a kísérletek megtervezése tehát sok lényeges számítással jár.

A jelzéses módszerek alkalmazásánál két alapvető egyenletet kell számításba venni, különösen azok tervezési stádiumában.

Az egyik kifejezi az aktivitásnak időbeli függvényét

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (1)$$

ahol  $N$  valamely adott izotóp atomjainak száma,  $t$  az idő és  $\lambda$  annak a valószínűsége, hogy egyetlen atom időegység alatt elbomlik. A képletben szereplő differenciálhányados azonos a közlemény első részében ismertetett tps (transzmutáció per sec) egységben mért értékekkel,  $\lambda$  pedig a bomlási együttható.

A második egyenlet az észlelésre vonatkozik és azt az összefüggést fejezi ki, hogy a számlálócső tevékenysége és az aktivitás között arányosság áll fenn

$$I = Y \frac{dN}{dt} \quad (2)$$

ahol  $I$  az impulzusszám vagy impulzusintenzitás és  $Y$  arányossági tényező a megfelelő egységekben kifejezve, például osztályrész/tps vagy impulzus/ $\mu\text{C}$ .

A jelzéses kísérletek célszerűen az alábbi példán tanulmányozhatók:

Feladat legyen az, hogy megvizsgálandó valamely portlandcementklinker őrlő malomban az átfutási idő. Egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a malom szellőzésmentesen működik.

A malomba  $x_1$  kezdeti, pl. mC vagy  $\mu\text{C}$  egységekben mért aktivitású anyagot adagolunk, melynek térfogata  $v_1$ . A kísérlet megkezdésekor tehát a térfogategységre eső fajlagos aktivitás

$$\frac{x_1}{v_1} = a_1$$

A malomba való helyezés után időközönként mintát kell venni a cementből és mérni kell annak aktivitását. A kísérlet kezdetén, az adagolás kez-

detektor természetesen a minták nem aktívak, később az aktivitás emelkedik, majd bizonyos értéket elér. Ha a minták térfogata állandóan  $v_2$  és az állandó értékű aktivitás  $x_2$ , a kísérlet folyamán a fajlagos aktivitás a mintákban 0-ról

$$\frac{x_2}{v_2} = a_2$$

értékre nő meg. Ugyanakkor ismeretes, hogy a malomból távozó anyagból kivett összes minták aktivitása egyenlő a malomba adagolt minta  $x_1$  aktivitásával, tehát

$$x_1 = a_1 \cdot v_1 = a_2 \cdot \Sigma v_2 = a_2 \cdot V$$

ahol  $V$  a malom által termelt összes anyag térfogata azon időtartam alatt, amíg a kivett cementminták aktivitást mutattak. Fenti számítás természetesen csak rendkívül hosszú felezési idejű radioizotópokra érvényesek, melyeknél a malmon keresztül való áthaladás ideje alatt az aktivitás érzékelhetően nem változik. Ilyen izotópot azonban nem szabad használni, mert a termelt cement is aktívvá válik, ami egészségügyi szempontból veszélyessé válhat. A felezési időt, tehát az anyag aktivitásának csökkenését az alábbi módszerrel lehet figyelembevenni.

Ha az izotóp kezdeti aktivitása  $x_1$  és felezési ideje  $t'$ , a malmon való áthaladás ideje pedig az egyes mintáknál  $t_1, t_2, \dots$  tehát középtételekben  $\bar{t}$ , az (1) egyenlet átalakításából

$$x_2 = x_1 \cdot e^{-\frac{0.693}{t'} \bar{t}}$$

és

$$a_2 = \frac{x_1}{v_2} \cdot e^{-\frac{0.693}{t'} \bar{t}}$$

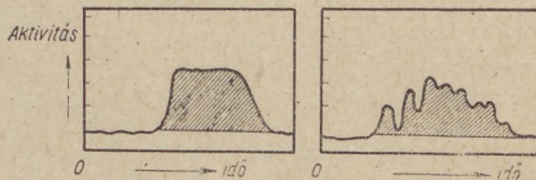
ahol  $t'$  a kísérlet közepes időtartama. Ebből természetesen netto aktivitásmérleg nem számítható ki, hiszen a kísérlet végén az összes aktivitás ( $x$ ) kisebb, mint  $x_1$ .

A kísérletek megtervezésénél mindenkor  $x$  mennyiségéből kell kiindulni, ami függ a rendelkezésre álló műszerek minőségétől és számától. A mérések pontossága és érzékenysége ugyanis növelhető a mérési időtartam növelésével. mC nagyságrendű minták mérése néhány perc alatt könnyen elvégezhető, de ehhez az szükséges, hogy  $x_1$ -t magasan válasszuk meg, ami nehézséget okoz a készítmény kezelésénél, adagolásánál, különösen az építőanyagipari áramlások esetében előforduló jelentős átfutási idők esetén. Ha viszont  $x$   $\mu$ C nagyságrendű, pontos mérésekhez esetleg órák is szükségesek. Ha pedig a minták vétele öt vagy tíz percenként szükséges, vagy indokolt, sok mérőberendezés egyidőben való üzembehelyezésére van szükség.

A jelzéses módszereknél még számos kompromisszumra van szükség. A rendelkezésre bocsátható izotópoknál ugyanis a fajlagos aktivitás és a felezési idő nem választható meg tetszés szerint. Ugyanígy nem választható meg  $Y$ , tehát a mérési érzékenység sem még jelenlegi körü-

ményeink között, úgyhogy még nem lehet azt állítani, hogy gyakorlatilag bármely áramlás mérése ezidőszert radioizotópokkal megoldható lenne.

Ugyanakkor, ha fenti példa szerinti kísérlet megvalósítható, abból további következtetések is vonhatók a malom működésére vonatkozólag. A kivett minták aktivitása a kísérlet végén csaknem biztosan nem mutatja az elméletileg megkövetelt görbét (10. á.), hanem attól sok szempontban különbözik (11. á.). A különbségek a következőkre adnak felvilágosítást.



10. ábra. Elméleti aktivitás alakulás jelzéses módszernél kivett hígított mintákon

11. ábra. Tényleges aktivitás alakulás jelzéses módszernél hígított mintákon

A gyakorlati görbén az átfutási idő rövidebbnek vagy hosszabbnak adódhat, mint az elméletin. Ennek mértékéből következtetni lehet az áramlások alkalmával bekövetkező előrecsúszásra, vagy lemaradásra. A gyakorlati görbe hullámos kialakulása az elkeveredés, homogenizálás terén fellépő egyenetlenségekre ad felvilágosítást. A gyakorlati és elméleti görbék által határolt terület (az ábrákon vonalkázott rész) egymástól különböző. A területek különbsége ugyancsak tájékoztat az anyag inhomogenitásáról.

A jelzéses módszerrel az építőanyagiparban szilárd, cseppfolyós és gáznemű testek áramlási körülményei deríthetők fel.

a) Szilárd anyagok áramlásainak vizsgálata radioizotópokkal.

A szilárd anyagok áramlási mérései főleg a cementiparban indokoltak. A fentiekben részletezett malomáramlás vizsgálata csak példaként szolgált. Ugyanilyen elven mérhető például az anyag átfutási ideje nedves vagy száraz eljárások portlandcementklinker gyártásánál akár forgó, akár aknakemencés üzembről van szó. Megfelelő felezési idejű és fajlagos aktivitású készítmény megválasztásánál az anyag követhető a malmoktól vagy az iszaptartányoktól kezdve a klinkerig vagy kész cementig, hiszen a sugárzási viszonyok teljesen függetlenek a hőmérséklettől.

Az aknakemencés gyártásnál vagy üveg-olvasztó kádkemencénél a jelzéses módszer alkalmas a kemence tűzállóanyag belésének állapotjelzésére is. A kemencébe ugyanis a tűzálló anyagba radioizotópból készült drótot beépítve folyamatosan követhető a klinker vagy mész aktivitásmérésével a téglabélés kopása. A nagyolvasztóknál alkalmazott módszerhez hasonlóan a tűzálló anyagból készült bélésbe különböző mélységekbe helyezhetők el a radioaktív készítmények és a bélés fokozatos kopása esetén előbb a belső felszínhez

közelebbi, majd a felszíntől távolabbi készítmények kerülnek be az anyagáramlásba. Forgókemencéknél az „ansatz“-képződés ilyen méréseket nem tesz lehetővé.

b) Folyadékok és olvadékok áramlásainak vizsgálata rádióaktív izotópokkal.

Elsősorban üvegolvasztó kemencékben végbemenő áramlások tanulmányozására alkalmazható. Az eddigi hazai viszonyokra vonatkozólag elévített számítások arra mutattak, hogy maximum 100–150 tonna ürtartalmú üvegolvasztó kádak esetén van lehetősége az izotópos áramlásvizsgálatnak.

Az áramlásvizsgálat Na-24 izotóp segítségével történik. Már előzőleg említés történt, hogy az izotópot, melynek felezési ideje 14,9 nap, karbonát formájában adagolják a keverékbe. A mérést az olvasztó, tisztuló-, és kidolgozókat egyes részeiből kivett mintákon való számlálással lehet megvalósítani. Kisebb kádakon általában háztartási öblösüveget gyártanak, ezért figyelembe kell venni, hogy a késztermék aktivitása ne haladja meg az egészségre ártalmas dózishatárt; valószínű, hogy a kísérlet időtartama alatt gyártott késztermékeket, például befőttesüvegeket külön kell kezelni.

Üvegolvasztó kemencék áramlásvizsgálata sok olyan kérdésre adhat választ, mely jelenleg ismeretlen és nehézséget okoz kádkemencék tervezésénél és üzemvitelénél. A késztermék aktivitási szintjének meghatározásával felderítheti például azt, hogy az olvadék hányadrésze áramlik a kádkemencében, illetőleg hányadrésze stagnál, hogy milyen mértékű az áramló és stagnáló rész közötti kölcsönös diffúzió mértéke, hogy milyen útvonalat ír le a beadagolt keverékből megolvasztott üveg, ha az adagolás helye vagy üteme különböző stb.

Az építőanyagipar más folyadékmalazható technológiai áramlásainál (pl. sliker, nyersizap stb.) rádióizotópos jelzéses módszerrel hasonló kérdések megoldhatók, sőt az olvadékvizsgálatnál könnyebb körülmények között, mert a mintavétel egyszerűbb és az átfutási idő is lényegesen rövidebbre szabható meg.

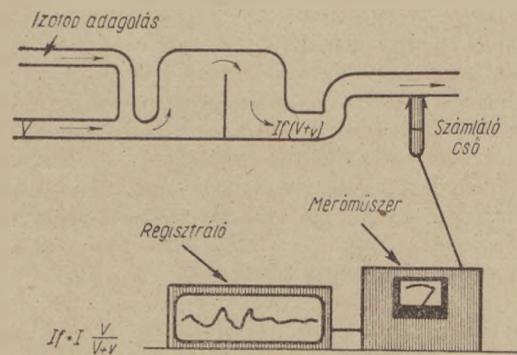
### c) Gázok áramlásainak vizsgálata rádióizotópokkal

Építőanyagipari szempontból a jelzéses módszer alkalmazása legjelentősebb tüzeléstechnikai kérdések megoldásánál. A gázáramlások pontos meghatározásának lehetősége, a gázok származási helyének felismerése, a füstgázok széndioxid-tartalmának megoszlása, a gázok átfutási idejének megismerése értékes adatokat szolgáltat a kemencék napi üzemviteli és szabályozási kérdéseiben.

Égőberendezések és keverőkamrák keverési hatásfokának vizsgálatára szolgáló berendezés vázlatát mutatja a 12. ábra. Az egyik  $v$  térfogatú gázba  $I$  intenzitású rádióaktív gázállapotú izotópot adagolunk a gáz térfogatához viszonyítva elhanyagolható mennyiségben. A  $V$  térfogatú másik gázzal összekeveredve fajlagos intenzitás csökkenés következik be és a keverék aktivitása

$I_1$  lesz. A berendezés annak vizsgálatára alkalmas, hogy adott keverőkamra és összeömlőnyílás konstrukció esetén milyen a gázarány teljesen azonos vegyi összetételű gázok esetén is.

A jelzéses módszer alkalmas továbbá annak eldöntésére is, hogy mészegető aknakemence füstgázában a  $\text{CO}_2$  tartalom hanyadrésze származik a generátorgázból. Ennek megállapítása céljából a generátorgázhoz hozzá kell keverni a megfelelő izotópot és a füstgáz aktivitásának mérése megadja a kívánt hígítási tényező kiszámításához szükséges adatokat. Ugyanilyen módszerrel tanulmányozható az üvegolvasztó kemencék füstgázainak összetétele. Ezeket a méréseket megnehezíti az, hogy a rádióaktív C-14 felezési ideje rendkívül hosszú, 5700 év, tehát gyakorlatilag aktivitáscsökkenéssel nem lehet számolni és a mérési szintet  $\mu\text{C}$  nagyságrenden kell tartani. A rádiokarbon egyike a legveszélyesebb rádióizotópoknak, éppen hosszú felezési ideje miatt.



12. ábra. Gázkeveredés tanulmányozására szolgáló jelzéses berendezés vázlatja

Sokkal kilátásosabbak azok a mérések, melyek az építőanyagipari kemencékben a kéntartalmú gázok szerepét, viselkedését és áramlását kívánják felderíteni.

A S-35 felezési ideje ugyanis 87,1 nap és főleg beta sugárzó kénizotóppal meghatározhatók például a gázgenerátorok kézbentartásához szükséges adatok. Szilárd izotópot tartalmazó ként beadagolva, mérhető a gáz és a salak aktivitása. A gáz és a salak kéntartalmának meghatározása mennyiségi megoszlás felderítését is lehetővé teszi.

A kének a mészegetésnél, továbbá az üvegolvasztásnál, főleg az üvegepe képződésénél végbemenő folyamatai is tanulmányozhatók kénizotóppal. Gáztüzelésű mészegető aknakemencéknél megállapítható például, hogy a generátorba aktív ként adagolva, milyen mértékben szennyeződik kénnel a méz. Rádióaktív kéngázokat tartalmazó generátorgázzal olvasztott üveg felületén keletkező üvegepe aktivitását mérve, pontosan meghatározható a gáz kéntartalmának részesedése az üvegepe kiválásánál. Ilyen jellegű mérésekre kidolgozható viszonylag egyszerű módszer, ami lehetővé teszi különböző tüzelési viszonyok között sorozatos mérések végrehajtását.

S-35 vagy J-131 rádióizotóp segítségével egész kemencerendszerek tüzeléstechnikai viszo-

nyai is tanulmányozhatók. A J—131 felezési ideje 8,04 nap, ami lehetővé teszi, hogy viszonylag magas aktivitási szinten induló méréseknél a füstgázokkal távozó aktivitás igen gyorsan csökken az egészségre és a környezetre káros értékek alá.

A jelzéses módszerekre való berendezkedés még sokáig nem lehet feladata egyes üzemi laboratóriumoknak, mert ehhez a módszerhez szükségesek a legjelentősebb felszerelések. Az egyes iparágak központi laboratóriumi vagy a központi kutató intézeti radiológiai laboratóriuma egész építőanyagipari vonatkozásban a jelzéses módszerek bevezetésére alkalmassá tehetők. Az iparági-központi laboratóriumokban olyan helyiségeket kell ezért létrehozni, melyek alkalmasak izotóp tárolására, olyan berendezéseket (drybox, távpipetták, fülkék, tartánygarnitúrák, mérőműszerek, mintavevőberendezések), melyek segítségével az Izotópkalkalmazási Bizottság által rendelkezésre bocsátott készítmények biztonságosan kezelhetők, átcsomagolhatók az elszállítás céljára. Az iparági vagy központi izotóplaboratóriumok megfelelő bázist képezhetnek valamennyi ipari jelzéses módszer lebonyolítására.

Becslés szerint ilyen jellegű központi laboratórium felállításának beruházási költsége, illetőleg laboratóriumi átalakítási költsége, a szükséges berendezések és felszerelések beszerzési költsége nem haladja meg a 400 000 Ft-t, ismételtlen megjegyezve azt, hogy a defektoszkópiai mérések és abszorpciós mérések lényegesen kisebb költséggel is megvalósíthatók. Bizonyosra vehető, hogy éppen tüzeléstechnikai szempontból ilyen laboratórium megvalósítására a második öt éves terv folyamán az építőanyagiparban is sor kerül.

Helytelen lenne arra gondolni, hogy a fentiekben felsorolt rádióaktív izotóp alkalmazások az építőanyagipar területén a közeljövőben mind megvalósulnak. Ennek elsősorban akadálya az, hogy nem rendelkezünk a megfelelően képzett és kellő radiológiai szakismeretekkel rendelkező műszakiakkal. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a Magyar Tudományos Akadémia rendelkezésünkre tudja bocsátani legnagyobbbrészt a szükséges műszereket és a szovjet eredetű rádióizotóp készítményeket.

Szükséges ezért, hogy az építőanyagiparban dolgozó műszakiak megismerkedjenek a korszerű technika ezen a téren elért eredményeivel és felkészüljenek a rádióizotópos méréseknek az építőanyagipar területén való elterjesztésére.

A rádióizotópok építőanyagipari felhasználásáról szóló beszámoló elkészítésében értékes segítséget nyújtott számomra Vargha Károly, a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Intézetének tudományos munkatársa és György László, az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet tudományos munkatársa, akiknek ezen a helyen is köszönetet mondok.

#### IRODALOM

1. *Bozóki*: MTA Központi Fizikai Kutató Intézetének Radiológiai Osztályán 1954. júniusában megtartott izotóptanfolyam elméleti előadásának anyaga. (Jegyzet).

2. *Bradford*: Radioisotopes in Industry. Reinhold Publishing Corporation, New-York, 1953.
3. *Moore, D. G., Pitts, J. W. és Harrison W. N.*: Role of Nickel-Dip in Enameling of Sheet Steel. J. Amer. Ceram. Soc. 37 (1954) S. 363—369.
4. — Ausnutzung von Radioisotopen im Bauwesen (Institut für Betonbau an der Hochschule für Bauwesen, Brno. Inpress. Tschechoslowakisches Nachrichtenbulletin (Praha, 1955.) Nr. 56. S. 11.
5. *C. F. Griffith és W. B. Price*: The examination of fusion-cast refractory by gamma-radiography. Journ. Soc. Glass Technology Vol. 38. No. 181 (1954) ápr. p. 50.
6. *Neumann, M. B.*: Die Verwendung radioaktiver Isotope in der analytischen Chemie. Fortschr. Physik. 2. 42—66. 1954. Ref. Chem. Zblatt 127 Jg. Nr. 1. 1956. 205. p.
7. *Wada, M.*: The application of radioisotopes in mineral dressing. Bull. Research. Inst. Mineral Dressing and Met. (Japan) 10. 93—104 (1954). Ref.: Chem. Abstr. Vol. 49. No. 22. 1955.
8. *Schweitzer G., és Whitney I.*: Radioactive tracer techniques. D. van Nostrand Co. 1949. New-York.
9. *Huth, Simm, Glawitsch*: Zur Kinetik und Thermodynamik der Zehrmahlungsorgänge. Monatshefte für Chemie. 85 (1954) 1124—32. (5).
10. *Spinks J. W. T.—Thorvaldson T.—Baldwin H. W.—Briss F. W.*: Études sur le ciment avec traceurs radioactifs. Revue des Matériaux. 1955 No. 476. 138—144 p.
11. *Hahn, O.*: Die Emaniermethode als Hilfsmittel bei chemischen und physikalisch chemischen Untersuchungen. Naturwiss. 17 (1929) S. 295—296.
12. *Hahn, O.*: J. Chem. Soc. Suppl. (1949) Nr. 2. S. 259—274.
13. *Wahl, A. C. és Bonner, N. A.*: Radioactivity Applied to Chemistry. New-York, 1951.
14. *Fleischmann, R.*: Anwendungen der radioaktiven und stabilen Isotope. Angew. Chem. 61 (1949) S. 277—285.
15. *Schacht, M.*: Verwendung von Radioelementen und stabilen Isotopen für Indikatormethoden in der nichtbiologischen Chemie. Angew. Chem. 61 (1949) S. 277—285.
16. *Meyer—Schützmeister, L.*: Die physikalischen Voraussetzungen für das Arbeiten mit künstlich radioaktiven Substanzen. Naturwiss. 37 (1950) S. 501—517.
17. *Putman, J. L.*: Industrial Uses of Radioisotopes. Research 5 (1952) S. 368 bis 376.
18. *Frommhold, E. A.*: Radioaktivität und Röntgenstrahlen in Wissenschaft und Technik. Technik 7 (1952) S. 545—550.
19. *Zimen, K. E.*: Angewandte Radioaktivität. Springer 1952.
20. *Hecker, M.*: Radiochemische Oberflächenbestimmung an Glas. Glastechn. Ber. 12 (1934) S. 156—172.
21. *Aberg, N.*: Application of the Emanation Method to Glass Research. Glass Ind. 30 (1949) S. 31—33.
22. *Lindroth, S.*: Study of Glass Batch Melting by Radioactive Tracing. J. Amer. Ceram. Soc. 32 (1949) S. 198—201.
23. *Blau, H. H. és Johnson, J. R.*: Investigation of the Glass Structure Using Radioactive Tracers. Glass Ind. 30. (1949) S. 303—394.
24. *Blau, H. H. és Johnson J. R.*: Untersuchungen des glasigen Zustandes der Materie mittels radioaktiver Indikatoren. Glastechn. Ber. 23. (1950) S. 181—183.
25. *Johnson, J. R.*: Nuclear Physics and the Ceramic Industry. Amer. Ceram. Soc. Bull. 27 (1948) S. 263—267.
26. *Johnson, J. R.*: Radioactive Tracer Methods. Applicable to Ceramic Research. Amer. Ceram. Soc. Bull. 29. (1950) S. 16—29.
27. *Johnson, J. R., Bristow, R. H. és Blau, H. H.*: Diffusion of Ions in Some Simple Glasses. J. Amer. Ceram. Soc. 34 (1951) S. 165—172.
28. *Johnson, J. R.*: Photo-density Method of Determination the relativ Penetration of Diffused 24

- Sodium-Tracer into Glass. *J. Appl. Phys.* 20 (1949) S. 129—131.
29. *Hensley, J. W., Long, A. O. és Willard, J. E.*: Reactions of Ions in Aqueous Solution with Glass and Metal Surfaces. *J. Amer. Chem. Soc.* 70 (1948) S. 3146.
30. *Hensley, J. W., Long, A. O. és Willard, J. E.*: Reactions of Ions in Aqueous Solution with Glass and Metal Surfaces. *Ind. Eng. Chem.* 41 (1949) S. 1415—1421.
31. *Willard, J. E.*: Applications of Radioactive Tracers to Physical Chemistry Problems. *Record. Chem. Progress* 12 (1951) S. 163—175.
32. *Long, A. O. és Willard, J. E.*: Reactions of Ions in Aqueous Solutions with Glass. *Ind. Eng. Chem.* 44 (1952) S. 916—920.
33. *Fitzgerald, J. W.*: Determination of Efficiency of Delcalization of Glass Surfaces by Radioactive Sodium. *Glass Ind.* 30 (1949) S. 259—261.
34. *Brune, U. és Lindner, R.*: Anwendung von radioaktiven Indikatoren zur Untersuchung von Pulverreaktionen in Silikatsystemen. *Arkiv Kemi* 5 (1953) S. 277—282.
35. *Peychés, J.*: Quelques applications des traceurs radioactifs aux problèmes verrières. *Silic. Ind.* 30 (1949) p. 241—246.
36. *Cox, S. F. és Laing, K. M.*: Some Uses of Radioactive Tracers in Glass Technology. *Glass Ind.* 35 (1954) p. 183, 184, 222.
37. *Muth, H.*: Anwendung der Radioaktivität in der Glastechnik. *Glastechn. Ber.* 27 (1954) S. 248—255.
38. *Zoellner, H.*: Die Ermittlung der Raumgewichtes mittels radioaktiver Strahlung. *Glas-Email-Keram. Techn.* 4 (1953) S. 318—320.
39. *Svarzman, L. A., Pecsenev, D. A. és Grusin P. L.*: Radioaktiv indikátorok módszerének alkalmazása tűzálló anyagok diffúziós folyamatainak tanulmányozására. *Ogneuporü* (1952) 465—469.
40. *Laing, K. M., Jones, R. E., Emigher, D. E. és Fitzgerald, J. V.*: The location of sodium by nuclear activation in glass-corroded tank block refractories. *J. Amer. Ceram. Soc.* 34 (1951) S. 157—161.
41. *Colbeck, E. W.*: Aspect of Nuclear Fission of Interest to Foundrymen and Metallurgists. *Metallurgia* 48 (1953) Nr. 285 S. 33—40; *Ref. Erzmetall* 7 (1954) S. 563.
42. *Voice, E. W.*: Radioactive Indicators for Blast-Furnace Refractory Wear. *J. Iron Steel Inst.* (London) 167 (1951) S. 157—161.
43. DBP. 802 323 Ref: *Chem. Zblatt* 1951. II. S. 289.
44. *Harrison, W. N., Richmond, J. C., Pitts, J. W. és Benner, S. G.*: A Radioisotope Study of Cobalt in Porcelain Enamel. *J. Amer. Ceram. Soc.* 35 (1952) p. 113—120.
45. *Guest, G. H.* Radioisotopes. *Industrial Applications.* London, 1951.
46. *Wahl, A. C. és N. A. Bonner*: Radioactivity Applied to Chemistry. New-York 1951.
47. *Hardung-Hardung H.*: Die industrielle Anwendung radioaktiver Isotopen. Wien 1953.
48. *Stäger, H.*: Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit künstlichen radioaktiven Isotopen. *Techn. Mitt. Hs. d. Techn. Bd. 45* (1952) S. 41—57. — *Z. Schweisstech.* Bd. 42 (1952) S. 193—201, 219—29 és 238—44.
49. *Montens, A.*: Die Auswertung von Durchflussmessungen mit radioaktiven Isotopen. *Wasserwirtsch. Bd. 44* (1953) S. 63—66.
50. *Müller, E. A. W.*: Die Anwendung künstlich radioaktiver Isotope zur zerstörungsfreien Materialprüfung. *Werkst. u. Betr. Bd. 86* (1953) S. 301—04.
51. *Berthold, R. és A. Trost*: Füllstand—Messung und Steuerung mit radioaktiven Präparaten und Zählrohren. *Chemiker Ztg. Bd. 78* (1954) S. 729—33 u. 759/62.
52. *Sauerwein, K.*: Die Anwendung von Radioisotopen in der techn. *Techn. Mitt. Bd. 47* (1954) S. 262—67.
53. *Kaindl, K.*: Ein Querschnitt durch die technisch-wirtschaftliche Anwendung radioaktiver Isotope. *Z. österr. Ing. u. Arch.-Ver.* (1954) S. 109.
54. *Bosch, J.*: Radioaktive Isotope in der industriellen Messtechnik. *Arch. techn. Messen u. industrielle Messtechnik* (1955) L. 235. S: 57—64.
55. *Whitehouse—Putman*: Radioaktív izotópok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1956.

## A minőségvizsgálat statisztikai módszerei

REJTŐ GYÖRGY

### 1. Bevezető

Népgazdaságunk jelenlegi helyzetében fokozott kötelességet jelent számunkra a műszaki színvonal emelése. Valamely iparág vagy vállalat műszaki színvonalán feltétlenül az előállított gyártmányok minőségét is értjük. Igen fontos célunk a mennyiségi termelés növelése mellett a minőség jelentős megjavítása és a selejt csökkentése. Állandóan kutatunk olyan új módszerek után, amelyek a gyártás irányítását megkönnyítik, megjavítják és az üzem belüli szervezettséget növelik.

A megjelölt feladatok teljesítéséhez bizonyos tapasztalati, ma még kezdetleges módszerek az egyes szakmákban, az egyes vállalatoknál kialakultak, de ezek legtöbb esetben nélkülözik a tudományos megalapozottságot. Számos vállalatnál megtalálható minőségvizsgálati módszerek azonban többségükben arra sem alkalmasak,

hogy az adott vállalat vezetősége által a minőség megjavítása érdekében megtett intézkedéseket bizonylatilag is megalapozottnak tekinthessük.

A minőségellenőrzésnek az utóbbi időben kialakult statisztikai módszerei tudományos alapon nyugszanak és a matematika eszközeit veszik igénybe. Bevezetésük az üzemekben bizonyos alapismeretek elsajátítása után nem okoz nehézséget. Nagy előnyük, hogy véghezvitelük és ehhez kapcsolódóan költségkihatásaik szerények és éppen ezért a lehetőségek széles skáláját nyújtják. Megvalósításuk az erre kijelölt személyek minimális oktatása után a legegyszerűbb eszközökkel végrehajtható. A statisztikai módszerek alkalmazásának lehetőségei igen nagyok. Így például a szélesebbkörű ellenőrzés gépi adatfeldolgozási módszerekkel is véghez vihető. A tapasztalat azt mutatja, hogy az ellenőrző vizsgálatok költségei sokszorosán visszatérülnek az általuk elérhető eredményekből.

## 2. A reprezentatív statisztikai megfigyelés módszere

Gyakran olyan nagyszámú tagból álló sokaságot kell valamely szempontból megfigyelnünk, hogy éppen az elemek nagy száma miatt vagy egyéb okokból nem vagyunk képesek a sokaság minden egyes tagját megvizsgálni. Úgynevezett teljeskörű, a sokaság minden tagjára kiterjedő megfigyelés ilyen esetben nem lehetséges. Ilyenkor a reprezentatív vagy képviselői megfigyelés módszereit alkalmazzuk.

A reprezentatív (képviseleti) megfigyelés módszerének lényege az, hogy a vizsgálandó sokaság egésze helyett csak egy kiválasztott részét figyeljük meg és az így végzett vizsgálat alapján nyert adatokat az egész sokaságra jellemzőnek tekintjük.

Ebből a meghatározásból nyilvánvaló, hogy

a) a kiválasztás végrehajtásánál arra kell törekednünk, hogy a kiválasztott egyedek valóban jellemzőek legyenek az egész tömegre, az egész sokaságra.

b) az adatfelvétel eredményeit kiterjeszthetően, általánosítva alkalmazzuk.

## 3. Reprezentatív statisztikai módszer alkalmazása az iparban

Az iparban különösen a minőségellenőrzés területén számos esetben nagy tömegekkel kell dolgoznunk. Gyakran áll előttünk olyan feladat, hogy igen nagyszámú sokaság tulajdonságait kell megismernünk. Nyilvánvaló, hogy ez nemcsak a végtermék minőségi ellenőrzését jellemzi, hanem a gyártásközi ellenőrzést is.

Ilyen esetekben olyan ellenőrzési módszerek bevezetésére kell megoldást keresnünk, amelyekkel reprezentatív — részleges — ellenőrzés alapján is kellő biztonsággal megállapíthatjuk az elkészült vagy készülő gyártmányok teljes mennyiségének minőségileg megfelelő vagy alkalmatlan voltát.

Az iparban ennek a kérdésnek azért van különleges jelentősége, mert számos esetben csak olyan vizsgálati módszerrel győződhetünk meg teljes biztonsággal a gyártmány minőségileg megfelelő voltáról, amely a terméket tönkreteszti vagy roncsolja. Gondoljunk például az izzólámpa minőségi feltételeire. Ezek közül az egyik legfontosabb az élettartam, vagyis annak az időnek a megállapítása, ameddig az izzó világítani képes. Ezt csak úgy lehetne minden izzóra megállapítani, ha eladás előtt valamennyit ilyen tartampróbának vetnék alá, de ebben a próbában természetesen valamennyi izzó tönkre is menne. Más példa: a téglá nyomáspróbája, amelynek során a téglát eltörik. Nyilvánvaló, hogy ha ezt a próbát minden téglával elvégeznők, úgy egyetlen darab ép téglánk sem maradna.

Ezeknél az eseteknél, tehát csakis reprezentatív módszerekről lehet szó, amelyek kidolgozásánál a matematikai statisztikára lehet és kell támaszkodnunk. A matematikai statisztika voltaképpen alkalmazott matematika, amely módszerében

statisztikai észleléseket használ fel. Alapítói világszerte ismert matematikusok voltak, mint Bernoulli, Laplace, Poisson, Csebisev, Ljapunov, Gauss és sokan mások.

A statisztika kezdeti formájában csak a társadalomra és az államra vonatkozó feljegyzésekből állt. Idővel azonban a különféle természet-tudományi és egyéb tudományágak is igénybe vették a statisztikai észleléseket. Ezekből a megfigyelt jelenségekre, folyamatokra vonatkozóan fontos következtetéseket tudtak levonni.

Az ipar is ebből az elvből kiindulva alkalmazza a matematikai statisztikát a gyártási folyamat és a gyártmányok minőségi ellenőrzésének területén. A minőségellenőrzés statisztikai módszerei azokban az államokban a legfejlettebbek, amelyekben a tömeggyártás a legkorábban és a legnagyobb méretekben kifejlődött. Így Angliában, az Észak-amerikai Egyesült Államokban és a Szovjetunióban a szocialista iparosítás kezdeti időszakától fogva.

## 4. Hol alkalmazható a statisztikai minőségellenőrzés?

A vállalatnál a minőségi ellenőrzést akkor mondhatjuk kielégítőnek, ha a nyers- vagy alapanyag minőségét, a gyártási folyamatot, illetve a félkésztermékek gyártásközi állapotát rendszeresen megfigyelik minden olyan helyen, minden olyan művelet közben, ahol a végtermék minősége vagy használhatósága szempontjából jelentős hiba léphet fel, és ahol a technológia lehetőségei az ellenőrzést megvalósíthatóvá teszik. — Az ellenőrzés kiterjed a szabványban vagy a megrendelésben körülírt feltételek teljesítésére a késztermék minőségének vizsgálatánál.

A dolog természeténél fogva az összes műveletekre, illetve a termékek ilyen teljeskörű, 100%-os megfigyeléséről sok esetben egyáltalán nem lehet szó. Ezért szükséges a reprezentatív megfigyelés módszeréhez folyamodni.

Ilyen esetek:

a) beérkező, illetve a gyártásba veendő nyersanyagok, alapanyagok vizsgálata (rendszerint nagy tömegű anyagról van szó, lehetetlenség a teljeskörű átvizsgálás);

b) hasonló a helyzet a tüzelőanyagoknál; előbbutóbb el kell érünk oda, hogy a nagyobb tüzelőanyagfogyasztó vállalatok egyrészt saját energia-gazdálkodásuk helyes irányítása, másrészt az elszámolások helyességének megítélése céljából, a beérkező tüzelőanyagküldeményeket minőségi, vagy legalábbis fűtőérték meghatározási vizsgálatnak vessék alá. Ennek jelentősége igen fontos, amióta a kalóriaparitáson mozgó szénár-rendszert vezették be.

A minőségek, méretek, összetétel stb. gyártásközi ellenőrzése fontos a technológia minden olyan fázisában, ahol és amikor ez lehetséges. Iparunkban ennek a leginkább elhanyagolt területnek — a gyártásközi minőségellenőrzésnek — különleges jelentősége van, mert a hibák menetközbeni feltárása — egyes esetekben — gyors intézkedéssel megoldást nyújt a végtermék minőségének megjavítására.

Hasonló fontossággal bírnak a végtermék méreteire, összetételére, egyes egyéb tulajdonságaira vonatkozó vizsgálatok.

Mindezeknek a céloknek az elérésére az építőanyagiparban — véleményem szerint — nincs más lehetőség, mint a reprezentatív módszer. Eddig is — ahol egyáltalán komolyabb formában megvalósult a minőségi ellenőrzés — ilyen módszerekkel találkoztunk. Ezek a módszerek azonban nem támaszkodtak megbízható elméleti alapokra és hiányzott a megfelelő bizonylatolásuk is. Az ellenőrzések inkább regisztrálásra szorítottak, semmint operatív intézkedésekre adtak volna lehetőséget.

Arra a kérdésre, hogy a részletes ellenőrző vizsgálatokat milyen módon, milyen arányban, milyen időközökben, milyen elvek alapján végezhajtuk el a legcélravezetőbben, a matematikai statisztika igénybevétele ad választ. Feltétlenül szükséges tehát, hogy műszaki vezetőink megismerkedjenek ennek a rendszernek alapelveivel és a végrehajtás, a megvalósítás módszereivel.

Előnye a minőségellenőrzés statisztikai módszereinek, hogy csak az irányítóktól kíván meg bizonyos elméleti ismereteket. A végrehajtó szervek (MEO, MECs) csekély ismeretekkel is képesek lesznek arra, hogy az ellenőrzést jól és hatékonyan végezzék. Komolyabb matematikai és statisztikai ismeretek csak a rendszer megszervezésekor, annak beindításakor szükségesek. Az irányító személyeknek, akik ellenőrző szervek jelentései alapján operatív intézkedésekre jogosultak, természetesen mélyebben kell ismerniök a módszer elméleti alapjait. Előfordulhat, hogy menet közben olyan alapvető kérdések merülnek fel, amelyekben csak a matematika és a statisztika idevágó ismereteinek birtokában lehetséges állást foglalni.

## 5. A reprezentatív megfigyelés feltételei

A reprezentatív megfigyelés akkor alkalmazható, ha tömeges jelenségek megfigyelésére van szükség és a vizsgálat célja az, hogy a szóbanforgó jelenség közös, tipikus tulajdonságát vagy tulajdonságait állapítsuk meg.

Matematikai szempontból még azt a követelményt is támasztjuk, hogy a vizsgált sokaság megközelítőleg normális eloszlást mutasson. Normális eloszlás kialakulására akkor számíthatunk, ha a vizsgált tulajdonság vagy ismérv kialakításában minél nagyobb számú tényező működik közre és az egyes tényezők átlagos hatásfoka az összes többi tényező kialakítására viszonylag alacsony. Nagyszámú tényezők közreműködése azonban a normális eloszláshoz nem elengedhetetlenül szükséges.

## 6. A mintasokaság kiválasztása

A kiválasztás helyességének első követelménye, hogy a vizsgált tömeg minden egyes tagjának egyforma lehetősége legyen arra, hogy a mintavételezésbe kerüljön. Feltétlenül helytelen tehát, hogy bizonyos tulajdonságokkal bíró elemeket szándékosan kiválogatunk. Hasonlóan helytelen

az az eljárás is, amely bizonyos tulajdonságokkal bíró elemeket a mintavételezésnél kihagy.

A kiválasztás bizonyos rendszerek, bizonyos alapelvek szerint végzendő el. Az alapelvek lerögzítése után azonban a minta vételezésénél semmiféle válogatás nem érvényesülhet, mert különben a mintavétel eredményeit meghamisítanánk.

A mintavétel alapelveinek, rendszereinek ismertetése előtt szükséges a mintavételezés, illetve általában a minőségellenőrzés kérdéséhez kapcsolódó alapvető matematikai tudnivalók rögzítése.

## 7. Átlagok

Valamely sokaság közös jellemzését átlagokkal fejezzük ki. Az átlagok legegyszerűbb és leginkább használt formája: a *számtani átlag*. Két fajtáját ismerjük: az egyszerű és a súlyozott számtani átlagot.

Például: van 20 téglánk, amelyek nem egyforma súlyúak és ezek átlagos súlyát kívánjuk kifejezni. Ez esetben úgy járunk el, hogy a 20 mérés különböző eredményeit összeadjuk és elosztjuk a vizsgált elemek számával (20). Az egyes mérési eredményeket, vagyis a sokaság tagjait  $x_1, x_2, x_3, \dots$  számokkal jelöljük. Az elemek számát  $N$ -el jelölve, az  $x$  jellel ábrázolt számtani átlag számítási képlete a következő lesz:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20}}{N} \quad (1)$$

Az egyes tagok összegét a  $\Sigma$  (szumma) jellel szoktuk jelölni. Így tehát

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} \quad (1a)$$

Ezt a formulát egyszerű számtani átlagnak nevezzük.

Vegyük azt az esetet, amikor a 20 téglák súlyát megmérve azt állapítjuk meg, hogy ezek közül 2 db 3,2 kg, 11 db 3,3 kg és 7 db 3,4 kg súlyú. Ennek a 20 db téglának az átlagsúlyát a fenti módszerrel is kiszámíthatjuk. A lemért súlyok — szemben az előző példával — nem húszféle, hanem csak 3 féle értéket adnak és így az átlagot egyszerűbben is kifejezhetjük, a következő számítás szerint:

$$\bar{x} = \frac{(2 \cdot 3,2) + (11 \cdot 3,3) + (7 \cdot 3,4)}{20}$$

illetve általánosító kifejezésekkel — melynek során az egyes elemek súlyát, előfordulását  $s$ -el jelöljük:

$$\bar{x} = \frac{s_1 x_1 + s_2 x_2 + s_3 x_3}{N} \quad (2)$$

illetve

$$\bar{x} = \frac{\Sigma s x}{N} \quad (2a)$$

Az átlagnak ezt a formáját súlyozott vagy mérlegelt számtani átlagnak nevezzük. Súlyozott átlagot számítunk, ha az átlagolandó adatok között több azonos értéket találunk, amelyek azonban különböző súlyokkal jelentkeznek.

A számtani átlagot befolyásolja az átlagolt tagok értéke és ezenfelül — súlyozott átlagnál — a súlyok aránya, a súlyok abszolút nagysága is.

A matematikai statisztika ismeri még a mértani és a harmonikus átlag fogalmát, ezek ismeretétől azonban itt eltekintünk, mert a minőségvizsgálatoknál ritkán kerül sor használatukra.

Az átlagok kétségkívül jellemzést adnak a képviselt sokaságról, de az értéksorozat szemléltetésére szolgáló számtól egyes esetekben azt kívánjuk meg, hogy ténylegesebben jellemezze az értéksorozatot. Az átlagok kiszámított értékek. Lehet, hogy a számtani átlagnak megfelelő súlyú téglá a vizsgált 20 darabban elő sem fordul. Az átlag azonban az eredeti értékekkel való határozott matematikai kapcsolata révén jellemzi a vizsgált sokaságot.

A vizsgált sokaságra jellemző értéként szoktuk meghatározni a helyzeti középértékeket, és pedig a mediánt és a móduszt. Ezek a sorozatot a benne elfoglalt helyzetüknél fogva jellemzik.

### 8. Medián

A megfigyelt sokaság tagjainak nagyságrendi sorolásával meghatározhatjuk a középen levő tagot, amelyet mediánnak nevezünk. Az értékek fele a mediánnál kisebb, a másik fele ennél nagyobb. Ha páratlan a tagok száma, a medián simán meghatározható, ha páros, akkor a két középső tag egyszerű számtani átlagát tekintjük mediánnak.

A medián használata kerülendő, ha a vizsgált tagok száma nagyon kevés vagy pedig a tagok nem folyamatosan, hanem csoportosan, rétegesen következnek egymás után. Például: 8 db 400-as és 4 db 600-as cementminta szilárdsági értékeit mediánnal nem ábrázolhatjuk, mert a minták egymástól távol levő csoportból származnak, tehát a sorozatban nem folyamatosan, hanem rétegesen következnek egymásután.

### 9. Módusz

A módusz a sorozatban leggyakrabban előforduló érték. Általában eltér a számtani átlagtól, de a sorozatot mégis bizonyos értelemben jellemzi, hogy leggyakrabban a módusznak megfelelő nagyságú vagy tulajdonságú egyedekkel találkozunk.

### 10. Quartilisek

Magyarul: negyedelő értékek. Háromféle quartilist különböztetünk meg. Az első-quartilis ( $Q_1$ ) — a sorozat azon tagjának értéke, amelynél nagyobb (vagy nem kisebb) tag háromszor annyi van a sorozatban, mint kisebb. A középső quartilis azonos a mediánnal ( $Q_2 = M$ ), a harmadik — quartilis ( $Q_3$ ) — pedig a sorozat azon tagja, amelynél kisebb tag háromszor annyi van a sorozatban, mint nála nagyobb. A quartilisek tehát elosztják a sorozat tagjait, és pedig

$Q_1$  1 : 3 arányban,

$Q_2$  1 : 1 arányban,

$Q_3$  3 : 1 arányban.

### 11. Szóródás

Az eddig tárgyalt jellemzők annál jobban visszatükrözik az észlelési sorozatot, minél inkább tömörülnek körük az észlelési adatok, a vizsgált sokaság egyes tagjai, vagyis minél kisebb az észlelések szóródása. Szóródás alatt értjük az egyes tagoknak az átlag körüli elhelyezkedését.

A szóródás mérésére alkalmazott mutatószámok a következők:

a) *Variációs köz* (más néven: range).

Ez a mutató a szóródás terjedelmét jellemzi és nem más, mint a legmagasabb és legalacsonyabb érték közötti abszolút különbség. Ez a szám tehát az ingadozást mutatja. Egyéb vonatkozásban kevéssé jellemzi a sokaságot, mert széles variációs köz állhat elő egy-két szélsőséges adat miatt akkor is, ha egyébként az észlelések az átlag körül csoportosulnak.

b) *Átlagos eltérés*.

Az előbbieken meghatározott számtani átlagtól való eltérések egyszerű átlaga.

c) *Középel térés*.

Az egyes adatok mediántól mért eltérések számaiból képzett átlag.

Míg az átlagos eltérés a sokaság számtani átlagától, a középel térés a középer téktől — a mediántól — mért eltérést mutatja.

d) *Átlagos négyzetes eltérés*.

Ez a mérőszám a leginkább alkalmas a szóródás mérésére. Nevezik standard eltérésnek is. Általában elfogadott jelölése a  $\sigma$  (szigma). Számítási módszere: kiszámítjuk a számtani átlagtól egyedenként mért eltéréseket. Az eltéréseket négyzetre emeljük. A négyzetekből kiszámítjuk azok átlagát és ebből négyzetgyököt vonunk.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}} \quad (3)$$

A négyzetreemelés célja az, hogy egyrészt kiküszöbölje az átlagtól fel- és lefelé való eltérések különböző előjeleit, másrészt növeli a mutató érzékenységét, mert hiszen az erősen kiugró, eltérő értékek négyzetesen jelentkeznek és erősebb súlyt kapnak a négyzetek átlagában is.

e) *Szóródási együttható*.

Más néven: variációs koeficiens.

Erre a mutatóra azért van szükség, mert az eddigiek önmagukban kevésbé érdekes számokat jelentenek csak, de nem teremtenek kapcsolatot az átlag és a szóródás között.

A szóródási együttható az átlagos négyzetes eltérésnek az átlaghoz való százalékos viszonyát mutatja.

Általános jele:  $v$ . Számítása

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4)$$

### 12. Az értékek rendezése

A rendelkezésünkre álló értékeket, a sokaság egyes tagjainak adatait — akár vételezett mintákról, akár másról van szó — további felhasználás előtt rendeznünk kell. A rendezés keretében az észlelt értékeket bizonyos szempontok szerint sorba állítjuk. A leggyakrabban használt rendezési módszerek: a rangsor és a gyakorisági sor készítése.

Jobb érthetőség kedvéért az értékek rendezését egy példán ábrázoljuk. Tegyük fel, hogy a téglá szélességét 100 darab mintán megvizsgáltuk és a következő értékeket találtuk:

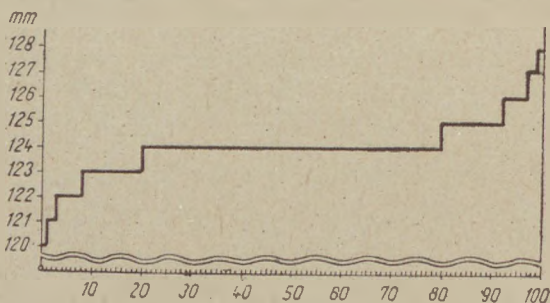
60 db szélessége	.....	124 mm
12 „ „	.....	125 „
12 „ „	.....	123 „
5 „ „	.....	122 „
5 „ „	.....	126 „
2 db szélessége	.....	121 mm
2 „ „	.....	127 mm
1 „ „	.....	120 „
1 „ „	.....	128 „

#### a) Rangsor

Rangsort képezünk akkor, ha az értékeket nagyságrendben állítjuk egymás után. Ez a sor tehát a sokaság legkisebb értékű tagjával kezdődik és a legmagasabb értékkel fejeződik be.

A fenti példában az értékek rangsora a következő lesz: 120, 121, 121, 122, 122, 122, 122, 122, 123, 123, ... 126, 127, 127, 128.

A rangsort grafikusán is ábrázolhatjuk.



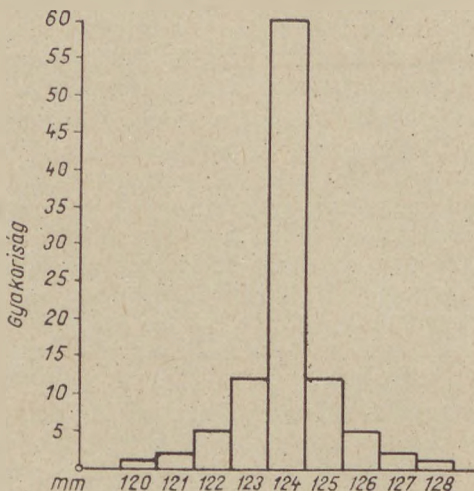
1. ábra. Rangsor

#### b) Gyakorisági sor

Az értéksorozat leírásának másik fontos módja az, hogy megállapítunk bizonyos értékhatárcsoportokat, fokozatokat és megadjuk, hogy a vizsgált és észlelt adatokból hány esik az egyes fokozatokba. Példánkban:

fokozat mm	gyakoriság
120	1
121	2
122	5
123	12
124	60
125	12
126	5
127	2
128	1

Grafikusan ábrázolva a következő képet kapjuk erről a gyakorisági sorról:

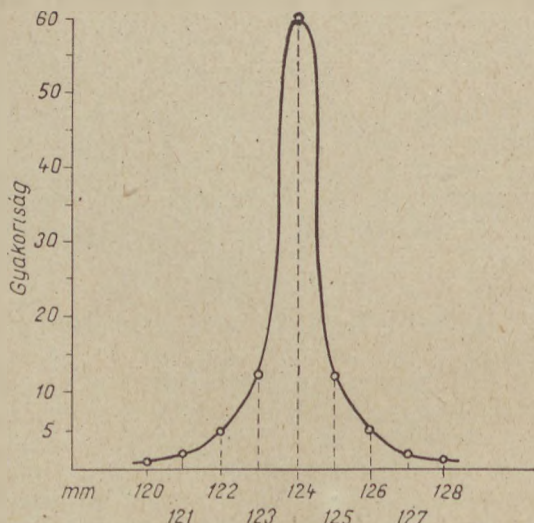


2. ábra. Gyakorisági sor

A gyakorisági sor készítése lényegesen könnyebb. Nagy előnye az, hogy grafikus ábrázolásra ez a sor alkalmasabb a rangsornál.

### 13. Eloszlási görbe

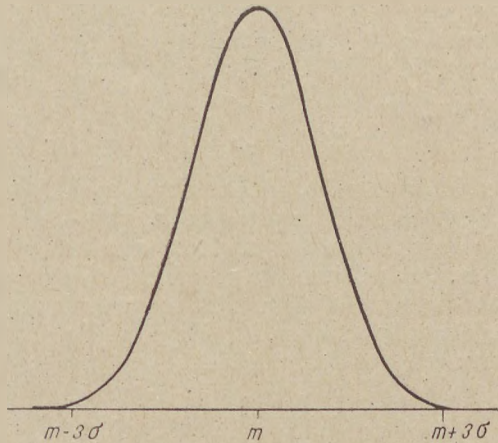
Ha a gyakorisági sort ábrázoló, koordinátarendszerben felépített diagramon az egyes fokozatok gyakoriságát jelző pontokat görbével összekötjük, eloszlási görbét kapunk. Az ábrán visszatükröződik, hogy a vizsgált sokaság elemei (vagyis az ipari minőségellenőrzés területén: a vételezett minta egyes tagjai, bizonyos tulajdonságuk szerint) miképpen oszlanak meg a rangsorolásán belül az egyes nagyságfokozatokra. Példánk eloszlási görbéjét az alábbi ábra mutatja.



3. ábra. Eloszlási görbe

Az ábrán kijelölhető: az átlag, a medián, a módusz és az előírt vagy elérendő értékek. Például: valamely gyártmány egyik mérete vagy valamely más fontos, vizsgált tulajdonsága.

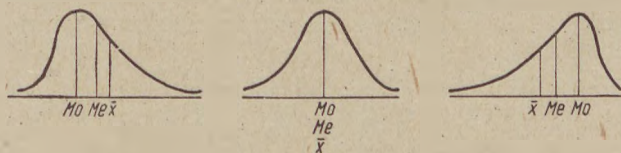
Az átlag körül csoportosuló, nem nagy szó-ródást, illetve eltérést mutató görbe szabályos harangalakot fog kapni. Ezt nevezzük a normális eloszlás görbéjének, vagy Gauss-féle görbének. A normális eloszlás szabályos esetében a görbe alakja a 4. ábra szerint alakul.



4. ábra. Gauss-görbe

### 14. Szimmetria

Valamely sokaság szimmetrikus eloszlásáról akkor beszélhetünk, ha a gyakoriságot ábrázoló görbének olyan tengelye van, amely körül a sokaságot ábrázoló vonal szimmetrikusan húzódik. Ilyen esetben a számtani átlag, a medián és a módusz egybeesik. Minden egyéb esetben aszimmetrikus eloszlással van dolgunk. A görbe elhajlása szerint beszélhetünk jobb- és baloldali aszimmetriáról.



5. ábra. Szimmetria és aszimmetria

A szimmetria mérésére a következő formulát használjuk :

$$\frac{\bar{x} - M_0}{\sigma} \tag{5}$$

ahol  $\bar{x}$  = számtani átlag,  $M_0$  = modusz,  $\sigma$  = átlagos négyzetes eltérés.

Ennek a hányadosnak akkor zérus az értéke, ha szimmetrikus az eloszlás : pozitív szám, ha baloldali- és negatív szám, ha jobboldali aszimmetriáról van szó.

### 15. Valószínűség

A minőségvizsgálat területén határozott szabályok szerint vett mintákon végrehajtott megfigyelésekből következtetünk. Ezek a megfigyelések — tömeggyártás esetén — akárhányszor megismételhetők. Az ilyen jelenségeket tömegjelenségeknek nevezzük. A jelenségeket az is

jellemzi, hogy többféle kimenetelük lehet. A jelenség vagy kísérlet kimenetelét eseménynek hívjuk. Mivel nem tudjuk előre megmondani, hogy a lehetséges események közül melyik fog bekövetkezni, az ilyen jelenségeket véletlen jelenségeknek nevezzük. A véletlen szóval azt fejezzük ki, hogy a kérdéses jelenséget előidéző okok sokrétűsége és áttekinthetelensége nem teszi lehetővé, hogy előre meghatározzuk, melyik fog bekövetkezni a lehetséges kimenetek közül.

A valószínűségszámítás ezekkel a véletlen tömegjelenségekkel foglalkozik. Azt a számot, amely körül egy véletlen jelenséggel kapcsolatos esemény relatív gyakorisága ingadozik, a kérdéses esemény valószínűségének nevezzük.

A valószínűségszámításnak az a feladata, hogy egyszerű események valószínűségének ismeretében következtetni tudjon összetettebb események valószínűségére, amelyekkel kapcsolatban a kísérletek végrehajtása — vagy a próbák lefolytatása — leküzdhetetlen akadályokba ütközik.

Tételezzük fel, hogy egy 12 darabból álló sokaságból 2 darab mintát kívánunk kiválasztani. A sokaság egyes darabjait betűkkel jelöljük. Milyen lehetőségek vannak arra, hogy a 12 darab mindegyike belekerül a 2 darabból álló mintába?

Az a—l betűjelekkel megjelölt darabokból a következő minták összeállítása lehetséges :

- ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al
- bc, bd, be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl
- cd, ce, cf, cg, ch, ci, cj, ck, cl
- de, df, dg, dh, di, dj, dk, dl
- ef, eg, eh, ei, ej, ek, el
- fg, fh, fi, fj, fk, fl
- gh, gi, gj, gk, gl
- hi, hj, hk, hl
- ij, ik, il
- jk, jl
- kl

Ez összesen 66 variációt jelent. Ezek közül például az „a” jellel jelölt darab 11 variációban szerepel.

Ha csak 1 mintát vennénk, akkor 12 lehetőségünk van, amelyből az „a” darab egy esetben volna érintve. Ez esetben annak valószínűsége, hogy „a” darab belekerül a mintába :  $\frac{1}{12}$ .

A fent leírt kettős minta vétele esetében a valószínűség :

$$\frac{11}{66} = \frac{1}{6}$$

Ha három tagú mintát választanánk, úgy 220 variáció volna lehetséges, amelyből 55 esetben fordul elő az „a”. A valószínűség tehát ez esetben :

$$\frac{55}{220} = \frac{1}{4}$$

Ebből levonhatjuk, hogy valamely esemény bekövetkezésének valószínűségét az

$$\frac{n}{N} \quad (6)$$

képlettel számíthatjuk ki, ahol  $n$  = az események (a vett minták) száma,  $N$  pedig = a sokaság összes tagjainak számával.

A valószínűségszámításon alapuló számítások révén — melyek részletes ismertetése azonban a most rendelkezésre álló kereteket meghaladná — a valószínűsíthető eloszlást is kiszámíthatjuk.

## 16. Mintavételi módszerek

A mintavétel módszerét illetően a következő főbb rendszereket ismerjük:

- a) egyszerű véletlen kiválasztás,
- b) mechanikus kiválasztás,
- c) réteges kiválasztás,
- d) típusok szerinti kiválasztás.

Az eddigiek a mintavételezés módszerére vonatkoztak. A mintavétel ettől függetlenül lehet:

- e) ismétléses vagy
  - f) ismétlés nélküli,
- továbbá időszakosságát tekintve
- g) egyszeri
  - h) kétszeres vagy
  - i) folyamatos.

### *Egyszerű véletlen kiválasztás*

A vizsgálandó darabokat az egész sokaságból találmra, sorsolással választjuk ki.

### *Mechanikus kiválasztás*

A sokaságból meghatározó mechanikus rendszer szerint választjuk ki a mintadarabokat.

Például: minden századik vagy minden huszadik darabot.

### *Réteges kiválasztás*

Ha a megfigyelendő sokaságon belül bizonyos rétegeket lehet elkülöníteni, úgy egy-egy rétegből külön veszünk mintát, akár az egyszerű véletlen kiválasztás, akár pedig a mechanikus kiválasztás módszerei szerint.

### *Típusok szerinti kiválasztás*

Ha a sokaság bizonyos csoportokba sorolható, típusokra bontható, úgy e csoportokon belül hajtunk végre mechanikus vagy véletlen kiválasztást.

Természetesen előfordulhat ezeknek kombinációja is olyan értelemben, hogy a tömeggyártásnál minden 10 percben kiveszünk egy mintát vizsgálat céljára, ezenfelül további 5 darabot találmra veszünk ki a már kész darabok közül.

### *Ismétléses mintavétel*

Ennél a módszernél a már egyszer megvizsgált darab visszakerül az alapsokaságba és a továbbiak során ismét résztvesz a kiválasztásban.

### *Ismétlés nélküli mintavétel*

Ha a mintának kivett darabot nem tesszük vissza a vizsgálandó sokaságba, akkor ismétlés nélküli mintavételről beszélünk.

A gyakorlatban leginkább az ismétlés nélküli kiválasztást alkalmazzák. Ennek során a már egyszer kiválasztott vagy megvizsgált mintadarab nem kerül vissza az alapsokaságba, tehát a kiválasztás lehetősége erre a darabra nézve újból már nem áll fenn.

### *Egyszeri mintavétel*

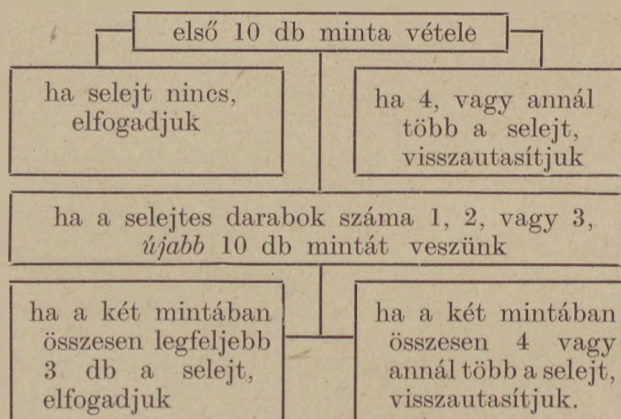
Az időszakosság tekintetében ez a legegyszerűbb módszer. Lényege az, hogy — bármely fentebb meghatározott módszer szerint — a vett mintát megvizsgáljuk. Ha megfelelő, elfogadjuk a gyártott és vizsgált tételt, ha nem felel meg az előírt követelményeknek, akkor pedig a vizsgált mennyiséget leminősítjük.

### *Kétszeres mintavétel*

A kétszeres mintavétel rendszere esetén az első minta nem feltétlenül döntő. A minta eredménye alapján történő elfogadás vagy visszavetés mellett fennáll az a lehetőség, hogy egy második mintát veszünk és annak eredményétől tesszük függővé a döntést.

A kétszeres mintavétel elve a következő lehet például:

Egy vizsgálandó sokaságból vegyünk 10 darabból álló mintát. Ha hibás darab nincs, elfogadjuk a szállítmányt. Ha 4 vagy annál több selejtes darabot találunk, visszautasítjuk. Amikor a selejtes darabok száma 1, 2 vagy 3, úgy újabb tízdarabos mintát veszünk. Ha a kétszer 10 darabos mintában a selejtes darabok száma 4 vagy annál több, az egész szállítmány csökkent értékűnek minősítendő vagy visszautasítandó, egyébként átvehető. — Ennek sémája a következő:



Természetesen a kettős mintavétel nagyobb reprezentációt jelent, ennek megfelelően nagyobb biztonságot is nyújt arra, hogy a minta a vizsgált sokaság tényleges megoszlását tükrözi vissza.

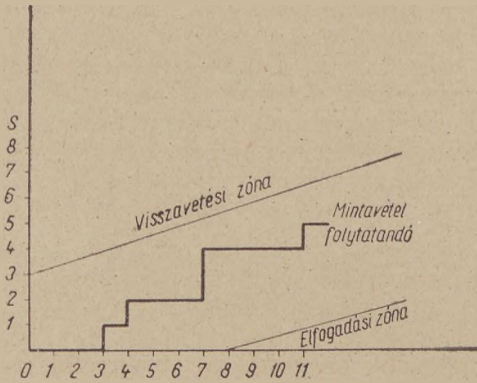
### *Folyamatos mintavétel*

A folyamatos (szekvenciális) mintavételezés a kétszeres mintavételezés logikus kiterjesztése. Lényege az, hogy minden mintavétel után eldönt-

jük, hogy elfogadjuk vagy visszautasítjuk-e a tételt, vagy pedig — és ez a lényege a folyamatos, egymásután következő mintavételezésnek — további mintát veszünk.

A folyamatos mintavételezés elvét legjobban grafikus ábrázolás alapján érthetjük meg. (Lásd 6. ábra). A koordináta két tengelye a jó (J) és selejtes (S) darabokat jelképezi. A jó darabokat vízszintes, a selejtes darabokat függőleges vonalakkal jelöljük. Ennek folytán a

J, J, J, S, J, S, J, J, J, S, S, J, J, J, J, S, J, sorozatot a következőképp ábrázolhatjuk:



6. ábra. Folyamatos mintavétel sémája

Ha az a feltételezésünk, hogy valamely meghatározott számból álló mintasorozatot vizsgálunk és az első vett mintát visszavetjük, ha az első 10 darabból több mint 3 darab selejtes, viszont elfogadjuk a tételt, ha az első 8 darab jó, úgy a 10 darabból álló minta alapján

a) visszavetjük a szállítmányt, az alakulás például

J, J, J, S, J, S, S, J, S, S,

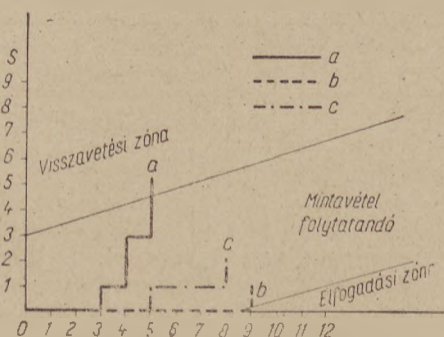
b) viszont elfogadjuk például a következő esetben.

J, J, J, J, J, J, J, J, S, J,

c) míg újabb mintát veszünk

J, J, J, J, J, S, J, J, S, J

esetben.



7. ábra. Folyamatos mintavétel alternatívái

A mintavétel megismétlésére utaló zóna megalkotása okoz ebben az esetben különösebb nehézséget a grafikonon, amelynek a toleranciahatárokat is tükröznie kell. A jó darabokat vízszintes, és a selejtéseket függőleges vonallal jelöl-

jük, akkor a sáv fölötti rész az elfogadást, a sáv alatti rész pedig a visszavetést jelzi.

A folyamatos mintavételezés esetén a leginkább valószínű, hogy a vizsgált minták valóban reprezentálják a sokaságot. Ez esetben nagyszámú és inkább kevés tagból álló mintát veszünk. Alkalmazása mégsem elterjedt, mert igen kis százalékban ugyan, de fennáll a lehetősége annak, hogy nem normális eloszlási sorrendben, vegyesen következnek egymásután a jó és a selejtes darabok. Így az is elképzelhető, hogy a 100 darabból álló minta első 10 darabja jó vagy selejtes, ami a folyamatos mintavétel szabályai szerint eldöntené a tétel sorsát. Ezt úgy lehet kiküszöbölni, hogy

a) nem párhuzamosan jelöljük ki a mintavétel továbbfolytatását előíró sávot, hanem kezdetben szélesebb lehetőséget adunk arra, hogy további mintavétel történjék,

b) bizonyos számú kezdeti mintavételt előírunk függetlenül attól, hogy a sávot milyen irányban hagyják el a bejegyzések és csak akkor döntünk, amikor több mintavétel alapján a grafikus feljegyzések alakulásának irányát meg tudjuk ítélni.

### 17. A képviselői megfigyelés pontossága

A megfigyelt sokaságból a képviselői, reprezentatív elemek kiválasztása után kerül sor a mintadarabok megvizsgálására és az észlelt eredmények rögzítésére. Az így megállapított eredményekből következtetünk a teljes sokaság bizonyos tulajdonságaira.

Ekkor felmerül az a kérdés, hogy a minta-csoportból kapott átlagot az alapsokaság — végeredményben előttünk ismeretlen — átlagával azonosíthatjuk-e? Mondhatjuk-e azt, hogy a megvizsgált, tegyük fel 3%-os minta tulajdonságai valóban azonosak-e a teljes, 100%-os vizsgált tömeg tulajdonságaival?

Nyilvánvaló, hogy amiatt, hogy nem vizsgáltuk meg a tétel minden egyes darabját, hanem a sokaság minden eleme helyett csupán azok egy részét, bizonyos hibát követtünk el. A hibának a nagysága, vagyis a pontosság kérdése a reprezentatív vizsgálati módszer egyik döntő kérdése.

Amikor a reprezentatív megfigyelés során elkövetett hibáról beszélünk, itt olyan véletlen hibára gondolunk, amely éppen a megfigyelésnek abból a sajátosságából származik, hogy a sokaságnak csak egyes kiválasztott elemeit tesszük megfigyelés tárgyává. A véletlen hibákat élesen meg kell különböztetnünk az ún. rendszeres hibáktól. Az ellenőrzés során elkövetett mérési hiba, vagy valamely eljárás (például nyomószilárdságvizsgálat) lefolytatásánál elkövetett téves alkalmazás rendszeres hiba. Ugyanilyen az is, ha pl. csak selejtes, vagy szándékosan csak a legszebb darabokat választjuk ki a mintavétel alkalmával. Ezekkel a kérdésekkel nem kell foglalkoznunk, mert nyilvánvaló, hogy ilyen esetekben meghamisítjuk a képet és olyan eredményre jutunk, amelyből semmiképp nem lehet a vizsgált sokaság tulajdonságaira következtetni.

A véletlen hibák azonban előfordulnak akkor is, ha a legnagyobb gondossággal járunk el a

vizsgálatok és a minta vétele során. Minket tehát a véletlen hiba kiszámításának módszere érdekel. A véletlen hiba mérésére két mutatószámot használunk, és pedig

a hibahatárt és

a megfigyelés átlagos véletlen hibáját.

Ezeket a fogalmakat röviden a következőkkel magyarázhatjuk.

A hibahatár az alapsokaság és a mintacsoport átlaga különbségének felső határa. Mikor felső határról beszélünk, nyilvánvaló, hogy a hibahatár olyan szám, amely fölül a két átlag különbsége nem mehet, hanem annál csak kisebb lehet.

Ha a sokaság átlagát  $x$ -szel, a mintacsoport átlagát  $\bar{x}$ -szel jelöljük, akkor ezt a viszonyt a következőképp ábrázolhatjuk:

$$(x - \bar{x}) = \Delta \quad (7)$$

A különbség tehát egyenlő vagy kisebb, mint  $\Delta$  (delta).

Nyilvánvaló, hogy a  $\Delta$  értékét kiszámítani nem tudjuk, mert ehhez ismernünk kellene az egész sokaság átlagát, holott éppen ez az, amit keresünk. Ebből azonban megítélhető, hogy a legalkalmasabb mérőszám a megfigyelés pontosságának meghatározására.

A reprezentatív módszer pontosságával kapcsolatos másik mutatószám: a megfigyelés átlagos véletlen hibáját tükröző szám. Ezt  $\mu$  (mú) betűvel jelöljük. Értéke két tényezőtől függ, és pedig:

a mintacsoport elemeinek számától és

az egyes értékeknek az átlag körüli szóródásától.

A szóródás jellemzésére a már megismert  $\sigma =$  átlagos négyzetes eltérést használjuk.

A hiba annál kisebb lesz, minél több egyed vonunk a mintába és az azt követő vizsgálatba (tehát minél nagyobb hányadát vizsgáljuk meg az alapsokaságnak). Annál nagyobb lesz viszont, minél nagyobb szóródást mutatnak a vizsgálati eredmények, minél nagyobb mértékben térnek el az egyes értékek az átlagtól. Megfelelő matematikai levezetés alapján a  $\mu$  értékének meghatározására a következő képletet használjuk:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Ebben a formulában

$\mu =$  a megfigyelés átlagos véletlen hibája,

$\sigma =$  a mintacsoport átlagos négyzetes eltérése

$n =$  a mintacsoport elemeinek száma.

A képletben eredetileg nem a mintacsoport, hanem az egész sokaság szóródási jellemzője szerepel de jó közelítéssel becsülhetjük meg a  $\mu$  értékét, ha helyette a mintából számított szóródási mutatót használjuk. A mutatóban ez nem más, mint az átlagos négyzetes eltérés. Vagyis: ha egymásután sok azonos terjedelmű mintát vennénk és kiszámítanánk ezek átlagát, az így kapott átlagok az alapsokaság átlaga körül ingadoznának. Éppen e szóródás és a mintacsoport elemeinek szóródása közötti összefüggést fejezi ki a fenti formula.

Ez a képlet konkrétan az átlag véletlen hibájának kiszámítására szolgál, mégpedig ismétléses mintavétel esetén.

Alapkérdésünk a következő volt: Milyen valószínűséggel állíthatjuk, hogy adott feltételek mellett az alapsokaság és a mintasokaság átlagának eltérése kisebb lesz egy előre meghatározott hibahatárnál?

Támasztunk tehát egy pontossági követelményt (például a téglaméretei  $\pm 5\%$  ingással bizonyos méreteket mutassanak). Ekkor a  $\mu$  ismeretében megmondhatjuk, hogy a mintavétel alapján meghatározandó átlagérték mennyire fogja az egész sokaság ilyen értékét megközelíteni, illetve attól eltérni.

Válasszuk ugyanis hibahatárnak  $\mu$  egy tetszés szerinti többszörösét, vagyis

$$\Delta = t \cdot \mu \quad (9)$$

mely formulában a  $t$  bármely pozitív szám lehet. Az így meghatározott  $t$  szám és a hibahatár átlépésének valószínűsége között fontos kapcsolat áll fenn. A normális eloszlás függvényének  $-t$  és  $+t$  határok közötti integrálásával ugyanis  $t$  minden szóba jöhető értékéhez meg tudjuk adni a hibahatár átlépése valószínűségének konkrét értékeit. Így néhány  $t$  értékhez az alábbi valószínűségek tartoznak:

$t$ értéke	valószínűség (= $P$ )
0,5	0,383
1,0	0,683
1,5	0,866
2,0	0,954
2,5	0,988
3,0	0,997
3,5	0,9995

Tételezzük fel például azt, hogy a már korábban kiszámított  $\mu$  értékének kétszeresét választjuk hibahatárnak. Ez esetben

$$\Delta = 2\mu \quad (9a)$$

A fenti táblázat szerint 0,954 vagy százalékos formában kifejezve 95,4% a valószínűsége annak, hogyha az adott sokaságból nagyszámú és azonos terjedelmű mintákat vennénk, úgy 1000 mintából átlag 954 olyan minta lenne, amelynek kiszámított átlaga eleget tesz a következőképp kifejezhető viszonyt (egyenlőtlenségnek):

$$\bar{x} - 2\mu \leq x \leq \bar{x} + 2\mu \quad (9b)$$

Tehát az adott  $t$  értékhez tartozó  $P$  valószínűség biztosítja, hogy az alapsokaság átlaga a hibahatárnak megfelelő pontossággal közelíti meg az általunk ismert mintacsoport-átlagot.

## 18. A mintasokaság terjedelme

A reprezentatív statisztikai megfigyelés másik alapvető kérdése, hogy mekkora legyen a mintasokaság terjedelme. Másképp: hány egységet kell megvizsgálunk ahhoz, hogy előre meghatározott pontossággal és valószínűséggel kapjunk eredményt? Például valamely napi termelés milyen részét, hány százalékát kell megvizsgálunk, hogy az egész napi termelés minőségét jellemezhesük?

A valószínűségszámítás feltárta a normális eloszlás törvényszerűségeit, kidolgozta azokat a számítási módszereket, amelyek segítségével meg-

állapíthatjuk, hogy a sokaságnak milyen része esik bizonyos határok közé. Ezeknek a számításoknak, képleteknek alkalmazásával meghatározható a mintasokaság nagysága, illetve hogy az eredeti sokaságnak hányadrészét kell kiválasztani ahhoz, hogy a megfigyelés eredménye kielégítsen bizonyos előre megszabott pontossági követelményeket.

Ennek érdekében induljunk ki az átlagos véletlen hiba most már ismert képletéből, amely szerint

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

A képlet ebben a formában még nem alkalmas arra, hogy a minta nagyságára következtethessünk, mert nem szerepel benne a pontossági és a valószínűségi előírás, vagyis jelöléseink szerint a  $\Delta$  és a  $t$ . Azonban a

$$\Delta = t \cdot \mu$$

összefüggésből adódik, hogy

$$\mu = \frac{\Delta}{t} \quad (11)$$

ezt a fenti képletbe behelyettesítve

$$\frac{\Delta}{t} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (11a)$$

ha pedig ezt az egyenlőséget  $n$ -re megoldjuk, az alábbi formulát kapjuk:

$$n = \left( \frac{t \cdot \sigma}{\Delta} \right)^2 \quad (11b)$$

Annak érdekében, hogy a mintasokaság elemeinek számát megállapíthassuk, a következő értékek ismeretére van szükségünk:

- a pontossági követelmény (hibahatár),
- a valószínűségi követelmény és
- a négyzetes eltérés.

Az első kettő általában ismert vagy könnyen meghatározható. Nem ismerjük általában az egész sokaság négyzetes eltérését. A mintasokaság nagyságának megállapításához alkalmazandó formula céljára tehát elsősorban a sokaság szóródási jellemzőire kell tájékozódni. Ennek a legegyszerűbb módszere, hogy mintákat veszünk a sokaságból. Tapasztalat szerint ilyenkor ajánlatos viszonylag nagyobb számú mintákkal dolgozni. Majd tanulmányozzuk a minták eloszlását és kiszámítjuk a négyzetes eltérést. Ezután már sor kerülhet a pontossági és valószínűségi követelmények figyelembevételével a mintavétel végleges nagyságának rögzítésére.

(Megjegyzendő, hogy a 11/b formula az egyszerű véletlen kiválasztásra vonatkozik, ismétléses mintavétel esetére. Minden mintavételi módszerre ismertek a mintasokaság nagyságának megállapítását célzó formulák, amelyek közül ez a legegyszerűbb.)

## 19. A minőségellenőrzés formái

A minőségellenőrzésnek általában két formáját használják üzemekben:

az ún. futóellenőrzést, melynek során a gépről lekerült munkadarabokat közvetlenül gyártás közben ellenőrzik, és

a végellenőrzést, amelynek a célja a már kész végtermék minőségi ellenőrzése.

Ez a kettősség alkalmazható a statisztikai módszerekkel szervezett minőségi ellenőrzésnél is. A gyártásközi ellenőrzés módszere az ún. kontrollkártyákkal, ellenőrző diagramokkal való ellenőrzés. A végellenőrzés a matematikai statisztika segítségével kidolgozott alátámasztott mintavételes ellenőrzés. Az első módszert gyártásellenőrzésnek, a másodikat gyártmányellenőrzésnek is nevezzük.

A gyártásellenőrzés a minőség ellenőrzésének sokkal fejlettebb formája, mint a gyártmányellenőrzés. Nagyon lényeges, hogy a végső átvétel a reprezentatív statisztika matematikailag alátámasztott módszerei szerint történjék és megnyugtató biztosítékot adjon arra, hogy a mintából szűk hibahatárok között következtethessünk a teljes gyártott mennyiség minőségére. Ennek az ellenőrzési formának azonban a gyártásra már nem lehet befolyása. A gyártásellenőrzés, amely a gyártás során elkészülő darabot azonnal ellenőrzi, eszközt ad a hibák azonnali észleléséhez és alapot ahhoz, hogy a továbbiakban elkészülő darabok minőségének megjavítására intézkedés történhessen. Ez a gyártmányellenőrzésnél sokkal aktívabb, hasznosabb megelőzési, ellenőrzési forma.

## 20. Ellenőrzés tömeggyártásnál

A tömeggyártás vagy nagysorozatgyártás az egyes gyártmányokat azonos műveletek ismétlésével állítja elő. Gyakorlati tény azonban az, hogy sohasem lehet akárcsak két tökéletesen egyforma gyártmánydarabot találni. Minden darabnak van valami egyedi sajátossága; az előírások mérettől vagy tulajdonságtól különböző mértékben tér el. Minél pontosabban mérünk, annál kevesebb egyező darabot találunk. Ez pedig igen lényeges kérdés, mert a sorozat- és tömeggyártás fő gazdasági és műszaki előnye épp abban áll, hogy hatalmas tömegben, ugyanazon előírás szerint készíti termékeit. Ez gazdaságilag költségmegtakarítást, önköltségsökkentést, műszakilag pedig a szabványok nyújtotta biztonságot és sok más előnyt, így pl. alkatrészeknél a cserélhetőséget jelenti. Ezeket a követelményeket azonban úgy tudjuk csak kielégíteni, ha a megengedett tűrési határokon belül minél egységesebb gyártmánytömeget hozunk létre. Az előírt méretektől vagy más követelményektől való eltérések különbözők lehetnek attól függően, hogy mi okozza őket.

(Folytatása következik)

## Energiatakarékosság — hulladékenergia felhasználása az üvegyiparban\*

B A R I T Z Á R P Á D

Népgazdaságunk rohamos fejlődésével mindinkább előtérbe kerül az energia gazdaságos felhasználása. Mind nagyobb mennyiségben van szükség energiára, amit csak úgy tudunk biztosítani, ha a legjobb kihasználási módot alkalmazzuk. Egyes műszakiak még mindig csak a termeléssel foglalkoznak anélkül, hogy mérlegelés tárgyává tennék a termelés biztosításához felhasznált energiát. Régi örökségként maradt rájuk nem egy rosszul kihasznált, rossz hatásfokkal dolgozó gépi berendezés, olvasztókemence, egyéb energiahordozó, amelyek még mindig a régi módon üzemelnek. Itt az ideje, hogy körülnézzünk üzeminkben és megvizsgáljuk berendezéseink energiafelhasználását és megnézzük annak lehetőségét, hogy milyen módon lehetne berendezéseinket korszerűsíteni, hatásfokukat emelni, azaz az energiát jobban kihasználni, ill. milyen módon lehetne az esetleges elvesző hulladék-energiát felhasználni. Ez nem könnyű dolog, sok nehézséget kell leküzdeni, míg munkánkkal eredményt érünk el, de ezt el kell kezdeni.

Az üvegyiparban legjelentősebb energiahordozók az üvegolvasztó kemencék. Ezért jelenleg a legjobb kemencetípusok kiválasztásával és alkalmazásával, továbbá az olvasztókemencék, és az egyéb kemencék hulladék-hőjének felhasználásával foglalkozom.

Az üvegolvasztó kemencéknél — a szakirodalomból ismert hőgazdálkodási mérleg szerint — a hasznosított meleg kb. 10—15% között van; általában 13%, tehát 87% hőenergia elvész. Az elvesztett hőenergia legnagyobb része a kemence-olvasztótér sugárzási vesztesége, kb. 40%, utána következik a füstgázzal eltávozó meleg, amely kb. 26%. Ezek a számok mutatják meg a tennivalót: növelni a 13% hasznos meleget, csökkenteni vagy valami módon hasznosítani a 87% veszteséget.

Ezeknek a számoknak a pontos megismeréséhez szükséges, hogy minden üzem saját kemencéin megfelelő méréseket végezzen az energiafelhasználását és hasznosítását illetően, azaz elkészítse a kemence hőmérlegét. Itt jelentkezik azonban az első nehézség, ahol az üzemek műszaki megtorpannak. Ugyanis a mérésekhez megfelelő műszerekre van szükség, amelyeket megfelelően kell beépíteni. A kapott mérési eredményeket pedig számításokkal, szükség esetén megfelelő korrekciókkal helyesen kell kiértékelni és felhasználni. A műszereket azonban nehéz beszerezni és műszakiaink egy része nem is ismeri gyorsan fejlődő műszeriparunk termékeit. Ezért nem egyszer nem megfelelő műszert vásárolnak és a beszerzett műszereket sem alkalmazzák helyesen. Ezt a nehézséget keresztül lehet hidalni, ha az üzemek

egymást segítik, az egyes műszereket, a műszerekkel kapcsolatos tapasztalatokat és helyes alkalmazási módjukat egymásnak átadják.

A hőmérlegek kiértékelése nagy jelentőséggel bír és fontos, hogy ne egy pillanatnyi helyzet eredményeit tárgyalja, hanem több alkalommal — az általános üzemi feltételek figyelembevételével — történt méréseket értékelje ki a berendezések normális üzemmenete alapján.

Az üvegyiparban tavaly kezdtük el a hőmérleg készítést a Sajószentpéteri Üvegyárban. A Hőtechnikai Kutató Intézet 1955 szeptemberében végezte el a méréseket a generátorüzemben és a II. sz. kemencén. A mérések kiértékelését pedig március végére készítik el. Szükséges, hogy a hőmérlegkészítés összes üzeminkben gyorsabb ütemben elkezdődjék és kiértékelése megtörténjék. A méréseknél, melyeket a Hőtechnikai Kutató Intézet végzett, egy pillanatnyi üzemi helyzetet rögzítettek. Feltehető a kérdés, hogy az általános üzemmenetnek megfelelő értékeket mérték-e, vagy éppen akkor az üzemmenet a normálstól eltérő volt és így az eredmények nem az általános üzemmenetet tükrözik vissza? A mérések sok bizonytalanságot rejtnek magukba és ezáltal a kiértékelésük is. Ezért előnyösebb lenne többször, különböző időkben mérni és azok kiértékelhető átlagát venni figyelembe.

Feltehető a kérdés, hogyan lehetne egy üzemben az üzemmenetnek megfelelő jó hőmérleget készíteni? Véleményem szerint a vállalat főmérnöke — aki legjobban ismeri a hőfelhasználó berendezéseket — kell legyen a hőmérlegkészítés irányítója az illető üzemrész vezetőjével együtt. A munkát egy brigád kell elvégezze, amely áll egy vezető mérnökökből, aki ismeri a szükséges műszereket, azok beépítését helyesen végre tudja hajtani, a szükséges méréseket meg tudja szervezni, táblázatok formájában össze tudja gyűjteni és a kiértékelésnél a számításokat el tudja végeztetni, az eredményeket ki tudja értékelni. Továbbá a brigádnak tagja legyen még egy technikus és a mérések ideje alatt a mérőhelyekre beosztottak, akik a műszerek leolvasását végzik. A kiértékelésnél szükség van egy kalkulátorra és egy gépiróra is. A fenti módon összeállított brigád 5—6 mérés-sorozat alapján értékes, gyors kiértékelést tud végezni, ami a főmérnöknek, az üzem vezetésében és a gazdaságos energiafelhasználás elérésében komoly támpontokat adhat. Intézkedésének helyességét a felhasznált energia fajlagos értékei, a berendezések megnövekedett hatásfokai mutatják majd meg. Minden komolyabb intézkedés után az egyes mérések elvégzendők és a kiértékelés alapján az intézkedés eredménye kielemezhető. Ha a fentiekhez hasonló segítséget kap a főmérnök az üzemvezetésnél, akkor a vállalat energiagazdálkodásában komoly javulás állhat be.

A hőmérlegek kiértékelése alapján — meg-

\* Elhangzott az Építőanyagipari Tudományos Egyesület Üvegszakosztálya 1956. február 17-én megtartott klubestjén.

ismerve az egyes berendezések hőfelhasználását — vizsgálendő meg annak lehetősége, hogy hogyan növelhető a berendezés hatásfoka vagy a kihasználatlan kalória csökkentése által, vagy a hulladékmeleg hasznosításával.

Az olvasztókemencéknél a hatásfok növelhető, ha az üzemben lévő legjobb kemencerendszereket és kemenceszerkezeteket kiválasztjuk és alkalmazzuk, továbbá egyéb intézkedésekkel is. Végigvizsgálva az egyes üvegyárak üvegolvasztó és egyéb kemencéit az alábbiakat állapíthatjuk meg:

A Salgótarjáni Üvegyárban lévő II. sz. zöld kádkemence jelenlegi szerkezete elavult, nagy a hőfogyasztása, túlzottan tagolt. Az olvasztótér regeneratív rendszerű, a kézi kidolgozás és automatagépek egy-egy rekuperátorral vannak ellátva. Nagyok a kisugárzási felületek. Ezzel szemben a III. sz. zöldkemence rendszere sokkal előnyösebb. E rendszer alkalmazásával a II. sz. kemencénél kb. 16 t. szén takarítható meg naponta.

Ugy szintén az I. sz. zöld kádkemence égőfejének kiképzése sem megfelelő, amiért a kemence hőfelhasználása nem gazdaságos. Az égőfejeknek a III. sz. zöld kádkemence égőfejéhez hasonló módon való átépítése esetén komoly szénmegtakarítást érhetünk el.

A Salgótarjáni Üvegyár I. sz. fehér 12 fazekas körkemencéje régi szerkezetű. Fajlagos hőfelhasználása összehasonlítva az Ajkai Üvegyár 12 fazekas ovális kemencéjével nem kedvező, emellett a kemence élettartama is sokkal rövidebb az ajkai kemencéhez képest. Szükséges összehasonlító tanulmány készítése, amelynek alapján a salgótarjáni kemence helyes átépítése szénmegtakarítást, továbbá a kemence jelenlegi üzemidejének meghosszabbítását jelentené.

A Tokodi Üvegyárban a Monish automata-gép kemencéjén a munkakád és olvasztókád külön fűtéssel volt ellátva, mely többlethő felhasználást jelentett. Megépítésre került egy olyan kemenceegység, melynél csak az olvasztótér van fűtéssel ellátva, a kidolgozótér hőmérséklet biztosítása sugárzással történik.

A Tokodi Üvegyár Imag-rendszerű kemencéjénél az olvasztó és kidolgozótér arányainak helyes kialakításával a kemencék hatásfoka növelhető, a Salgótarjáni Üvegyár IV. sz. Imag-kemencéjéhez hasonlóan, ahol a belső boltozat hosszát megnövelték.

A Nagykanizsai Üvegyár „D” kemencéjének fajlagos hőfelhasználása magas, mivel szerkezete nem megfelelő. A kemence módosításával a fajlagos hőfelhasználásban megtakarítást lehetne elérni és ezzel egyúttal az üveg minőségét is javítani. Ugyanitt az „A”, „B”, „C” kis nappali olvasztó kádkemencéket megnagyobbítva és szovjet tapasztalatok szerint átalakítva, fajlagos hőfelhasználásuk csökkenthető lenne.

Az üvegyiparban üzemeltetett kis kádkemencék működésének vizsgálata alapján megállapítható, hogy a kiskemence típusok hőfelhasználása nem gazdaságos, ezért ahol lehetőség nyílik, ott a kiskemencék összevonandók. Így a Salgótarjáni Üvegyár VI—VII. kádkemencéi helyett egy

nagyobb kemence megépítése lenne előnyösebb, kb. 6 m<sup>3</sup> olvasztófelülettel. Ezáltal a fenti két kemence fajlagos hőfelhasználása lényegesen csökkenne.

A Parádi Üvegyárban 4 db két fazekas kemence üzemel, melyeknek kalóriafelhasználása nagyobb, mint a kis kádkemencéé. A Tokodi Üvegyárban fehér kristályüveg olvasztásához sikeresen alkalmaztak kisméretű kádkemencét. A termeléstől függően lehetőség van az egyik két-fazekas kemencének kádkemencévé való átalakítására a tokodi kádkemence mintájára.

A 12 fazekas kemencék hőfelhasználása sokkal nagyobb, mint egy ugyanolyan mennyiségű üveg kinyerésére épített kádkemencéé. A Tokodi Üvegyár tapasztalatai alapján megállapítást nyert, hogy kádkemencében is olvasható jó minőségű kristályüveg. Ezért a termeléstől függően az Ajkai Üvegyár kemence-kapacitásának bővítésénél egy harmadik 12 fazekas kemence helyett előnyösebb egy megfelelő kádkemence megépítése, amelynek az olvasztási felülete kb. 6 m<sup>2</sup>. A kádkemence megépítése importanyag-megtakarítást is jelent, míg továbbá a fazekas-kemencéknél a kidolgozás csak egy műszakban — addig a kádkemencékben két vagy három műszakban is lehetséges.

A Sajószentpéteri Üvegyár kemencéjével kapcsolatban tisztázandó, hogy melyik tüzelési rendszer előnyösebb, a keresztlángú, vagy az „U”-lángú tüzelés, továbbá, hogy van-e valamilyen felső határ a kemence méreteit illetően.

Az olvasztókemencéknél jobb hatásfokot lehet elérni az alacsony boltozatú kemencékkel. Kemencéinknél eddig elég magas boltozatokat alkalmaztunk a szokásos kemence-szerkezetek miatt. A Sajószentpéteri Üvegyár II. sz. kemencéjének boltozat-magasságát sikerült kellő mértékben csökkenteni az égőnyílások magasságának csökkentésével az égőnyílások keresztmetszetének megtartása mellett.

A Zagyvapálfalvi Üvegyár régi galériás rendszerű, regeneratív tüzelésű kádkemence lünettái elég hamar kiégnek és ilyenkor hőfelhasználása emelkedik. Továbbá, mivel a boltozat össze van építve a galériákkal, a kemence feltemperálás hosszú ideig tart, kb. 26—28 napig. Aknás szerkezet alkalmazása az égőfejeknél a galériák elhagyásával a gázfelhasználást nagymértékben csökkentené és a tűzvezetést egyenletesebbé tenné. Felújításnál pedig a le- és feltemperálás rövidebb idő alatt történhetne meg.

A Miskolci Üvegyárban az olvasztókemence regeneratív tüzelésű, szakaszos üvegkidolgozású, elavult szerkezetű, melynek kidolgozó tere külön rekuperátorral van ellátva. Egy folyamatos öntöttüvegyártó, regeneratív kereszt-tüzelésű átfolyós kemence megépítésével komoly fajlagos hőmegtakarítás érhető el.

A regeneratív tüzelésnél jobb hatásfok elérése érdekében megvizsgálendő a Knoblauch-rendszerű váltószerkezet alkalmazása. Az eléggé komplikált berendezés esetleg hogyan egyszerűsíthető és milyen kemencéknél érdemes alkal-

mazni anélkül, hogy az üzem vezetésében nehézséget okozna.

A kemence hatásfoka szigeteléssel is fokozható. A boltozat szigetelésével kb. 8% gázmegtakarítás érhető el. Természetesen ügyelni kell a kivitelezésnél, hogy a szilikaboltozatnál tiszta alumíniumoxid-mentes szilikahabares legyen alkalmazva. A szigetelés vastagsága kb. 15 cm. A regeneratív kamrák oldalfalainak, az égők felmenő aknáinak és a boltozat szigetelése kb. 6% gázmegtakarítást jelent. A kemencék szigetelésével kapcsolatos előnyöket és a szigetelés kivitelezésének követelményeit részletesen tárgyalja Jeremdy Károly főmérnök által 1951-ben összeállított füzet, ezért erre nem térek ki.

Hőmegtakarítást jelent az olvasztókemencék-nél a kádhűtés csökkentése oly mértékben, hogy a kádkő hűtés csak az üvegszintnél történne és csak akkor, ha valóban szükséges. A kádkő anyagtól, illetve hővezetésétől függően sok esetben nincs szükség mindjárt a kemence felújítása után a hűtésre, vagy olymértékű hűtésre, amit jelenleg sokszor alkalmaznak. Az alkalmazott hűtőlevegőnél fontos, hogy megfelelően válasszuk meg a levegő mennyiséget és nyomását. Érdeemes ezen a vonalon is tanulmányt készíttetni és meghatározni az optimális értékeket.

A regeneratív kamráknál is van még tennivaló. A kamrák méreteinek hőtechnikai ellenőrzése, helyes méretek alkalmazása, továbbá az eddig alkalmazott samott ráctéglák helyett nagyobb hőkapacitású tűzállóanyag alkalmazása mind olyan feladatok, amelyeknek megoldásával lényegesen javíthatók lennének kemencénk hatásfokai.

A nyersanyagkeverék megfelelő gépesített vagy automatikus adagolása és brikettezése nagymértékben csökkentené a külső hideg levegőnek a kemencébe való beáramlását, továbbá a nyersanyag porzását, ami a kemence huzatviszonyait és hőszükségletét nagymértékben befolyásolja, a kemence tűzállóanyagait pedig megtámadja. Tehát a gépesített adagolás és brikettezés hőmegtakarítást jelent.

Az olvasztókemencék mellett még komoly hőmegtakarítás érhető el a temperkemencék hatásfokának növelésével. A temperkemencék — melyekben különböző samott-testek (úszók, csónakok, fazekak, samottlapok stb.) kerülnek kiegészítésre és melegentartásra — általában rossz szerkezetűek. Előnyös lenne a temperkemencék hőfelhasználását egyenként felülvizsgálni és egy optimális típuskemencét kialakítani, ahol pl. a füstgázak részben előmelegítik a temperkemence alsó felületét és párhuzamosan felmelegítik a tüzelésnél alkalmazott levegőt is.

A hűtőszalagoknál is van még tennivaló. Itt is meg kell határozni a legmegfelelőbb hűtőszalag adatait és azok alkalmazását típusként kötelezővé tenni. A falazott hűtők megszüntetendők és folyamatos üzemű lemezes hűtőket kell alkalmazni. Azonban a tűzállóanyagok (samott, karbon-dum, szilíciumkarbid) beépítése egyes helyeken nem megfelelő. A fajlagos hőfelhasználás

nagymértékben javulna, ha a Tokodi Üvegyár 1,80 m széles lemezes hűtő befalazásához hasonlóan történne meg mindenütt a jóminőségű szilíciumkarbid sugárzólapok beépítése, megfelelő nagyságú felületen és helyes méretezéssel. Továbbá a füstcsatornában fontos, hogy megfelelő tűzállóanyagok helyesen legyenek beépítve. Ügyszintén a hűtőszalagok gázégőinél is van javítanivaló. Túlzottan sok levegőfelesleggel mennek. A gázégőknél szintén kiválasztandó a tüzelőanyagtól függően a legjobban bevált égőtípus, vagy ha ilyen nincs, akkor tudományosan kell a megfelelő típust kialakítani. A hűtőszalag nem megfelelő méretei szintén rontják annak hatásfokát. Szükséges a jól bevált hossz méret alkalmazása az összes hűtőknél.

Az olvasztókemencék hatásfoknövelésének másik módja a hulladékmeleg hasznosítása. A hasznosítható hőmennyiség a füstgázok hőfokának csökkentéséből adódik. Az átlag 350—500 °C hőfokú füstgázokat kb. 150—200 °C hőfokra javasoltják a tanulmányok csökkenteni. Az így nyert hőmennyiséget különböző módon akarják felhasználni áramfejlesztésre, fürdővízmelegítésre, fűtésre, generátorgáz felmelegítésére, a jelenleg generátorgázzal fűtött kazánok kiküszöbölésére és gázgenerátorok aláfűvő levegőjének felmelegítésére, helytelenül beállított tüzelésnél füstgáz visszakeveréssel légfesleg csökkentésére.

Itt két kérdés tevődik fel akaratlanul is. Az egyik, hogy az új hulladékmeleg-hasznosító berendezések nem fogják-e megzavarni a technológiai folyamatot, a kemencék üzem-menetét, nem nehezítik-e meg annak helyes vezetését? A másik kérdés, hogy a hulladékmeleg-hasznosító berendezések fent említett fajtái elfogadhatók-e, nincs-e ezeknél jobb megoldás? Nem egyszerűbb-e a kemencék hővisszanyerő regenerátor és rekuperátor berendezéseit módosítani úgy, hogy még itt nyerjük vissza azt a meleget is, ami feleslegesen kimegy a kéményen? Ehhez kapcsolódik természetesen a regenerátor és rekuperátor rendszerek optimális üzem-menetéhez szükséges feltételek meghatározása. Ezekre a kérdésekre a tanulmányok nem adnak választ, ezért véleményem szerint kellő óvatosság és körültekintés szükséges, amikor egy hővisszanyerő berendezést meg akarunk valósítani. Általános választ adni nem lehet, külön kell megvizsgálni a fenti szempontok alapján az egyes kemencéket és annak alapján kell elkezdeni a kivitelezést. Az elektromos áram fejlesztésénél még külön felvetődik a kérdés, hogy érdemes-e a hulladékmeleget kis egységgel erre a célra felhasználni akkor, amikor az országos hálózaton keresztül valószínű, hogy gazdaságosabban előállított elektromos energiát kapunk.

A hulladékmeleg felhasználásáról elmondottakat összefoglalva véleményem szerint ez komoly probléma, mellyel foglalkozni kell, azonban kellő műszaki adatok birtokában a már elkészített tanulmányok alapján megfelelő tervek elkészítése esetén lehet csak a kivitelezéshez hozzákezdeni.

Az energiatakarékosság az újítási tervfeladatoknak is tárgyát képezi. Sajnos azonban elég

gyéren igyekeznek újítóink ezen a vonalon eredményt elérni és azoknak az újításoknak a kivitelezése, amelyet javasoltak, nagyon vontatottan vagy egyáltalán nem valósul meg. Átnézve az üvegyipar újításait találunk azok között javaslatot hűtőkemencék égőihöz vezetett levegő és generátorok alá fűvott levegő füstgázzal való előmelegítésére, gázgenerátorok hűtőköpenyeinek és olvasztókemencék falának szigetelésére. Az első javaslatok kivitelezése még mindig nem történt meg, az utóbbiak egyes gyárakban megvalósultak, azonban még vannak üzemek, ahol megvalósíthatók

lennének. Szükséges, hogy az újítási mozgalom az eddiginél nagyobb súlyt fektessen az energiamegtakarításra és jobban mozgósítsa a dolgozókat.

Az elmondottakban fel kívántam hívni a figyelmet az energiamegtakarítás problémáira, és egyúttal megadni az irányelveket is, amelyeknek alapján komoly energiamegtakarítást lehet elérni.

Szükségesnek tartom, hogy a népgazdasági érdekre való tekintettel az üzemek komolyan foglalkozzanak ezen problémákkal és lehetőleg minél előbb eredményesen valósítsák meg azokat.

## Egyesületi hírek

*A magyar-szovjet barátsági hónap egyesületi rendezvényei.* A barátsági hónapot bevezető előadástól, melyet Király György elvtárs tartott meg „Beszámoló a Szovjetunióban tett tanulmányútról” címmel, — már f. évi 3. számunkban hírt adtunk.

Március 16-án Egyesületünk klubnapot tartott, melyen *Mátyus Béla* „Szilikátkémiai felsőoktatás a Szovjetunióban és a szovjet tűzállóanyaggyártás” címmel tartott előadást. Az előadó vázolta a Dnyepropetrovszkban levő Műszaki Egyetem Szilikátipari tagozatának tanmenetét. Elmondotta, hogy a tűzállóipar számára képeznek ki mérnököket és a kiképzésben az elméleti és gyakorlati tantárgyak megfelelő egyensúlyban vannak. A hallgatóknak a nyári gyakorlatok idején módjukban van megismerkedni a legnagyobb tűzállóanyagipari üzemek munkájával és azok technológiájával. Beszámolt arról, hogy három egymásután következő nyári gyakorlaton jártasságra tett szert az anyagelőkészítés, sajtolás és égetés legkorszerűbb, nagyrészt automatizált technológiájának vezetésében. Diplomafeladatával kapcsolatban önállóan kidolgozta a sajtolás egyes részletproblémáinak üzemi megoldását.

A hallgatóság sok kérdést tett fel, különösen a szovjet tűzállóanyagipari üzemek automatizálására és műszerezésére, valamint a nyersanyagok és késztermékek minőségellenőrzésére vonatkozólag. Ezzel kapcsolatban néhány könnyen megvalósítható gyakorlati minőségellenőrzési módszer vált ismeretessé a résztvevők előtt.

*Zöld István* az Ujlaki Téglagyárban március 22-én és a Békéscsabai Téglagyárban március 29-én előadást tartott: „Tégláégető kemencék termelékenységeinek növelése hűtéssel szovjet tapasztalatok alapján” címmel. A tégláégető körkemencék termelékenységeinek növelésére alkalmazható, különösen a Duvanov-féle rakásmód segítségével a tűzsebesség növelése. A nagyobb tűzsebesség azonban fokozza a kemence hőszugárzási veszteségeit, melyeket a rakomány gyorsabb hűlése sem tud ellensúlyozni. Szovjet tapasztalatok alapján javasolható ezért az égetett termékek elszívóventillátorral való mesterséges hűtése. Viszonylagosan rövid kemencéknél azonban ez az intézkedés sem esőkenti kellő mértékben a kihordás alatt levő kamrák hőmérsékletét, ezért a Szovjetunióban a hűlő kamrák boltozatát vízpermetezéssel hűtik. Az eljárást Békéscsabán, az elmúlt év őszen jó eredménnyel kipróbálták. Az előadó végezetül hangsúlyozta, hogy a hűtés megvalósítható a szórólyukakon leboesátott esőkígyóval is, a felmelegedett víz célszerűen felhasználható gúyurma készítéshez.

*Richter Vladimír* Budapesten március 23-án és a Pécsi Porcelángyárban március 29-én tartott előadást: „Beszámoló a Lengyelországban megtett tanulmányútról” címmel. Előadásában vázolta a lengyel porcelángyárakban megismert technológiai megoldásokat és hangsúlyozta, hogy a lengyel porcelánipar jelentős segítséget kap a Szovjetuniótól. Javaslatokat tett a nyert tapasztalatok alapján nagyszigetelő gépi mázolásának, újabb díszítési technológiáknak és félporelángyártásának bevezetésére.

*Beke Béla* „A szovjet cementipar fejlődése” címmel tartott előadást március 23-án a Tatabányai Mész- és Cementműveknél. Elmondotta, hogy a szovjet cementiparban elsősorban a nagy, 150 m hosszú kemencéket alkalmazzák különleges kiszolgáló berendezésekkel. A szovjet gyárakban a mechanizálás kiterjedt, ami megkönnyíti a legnehezebb fizikai munkákat és lényeges munkaerőmegtakarítással jár. Jelentősen fejlett a szovjet cementkutatás, mely az újfajta cementek egész sorát állította már elő. Javaslatot tett, hogy a hazai kutatás a szovjet mintára miképpen tudja fokozottabban szolgálni az ipar érdekeit.

*Korányi György* az Egyesület miskolci csoportjában „Rádioizotópok alkalmazása az építőanyagiparban” címmel ismertette a radioizotópok általános tulajdonságait, eddigi szilikátipari alkalmazásukat. Vázolta a hazailag eddig elvégzett ilyen irányú kísérleti munkákat és elmondotta, hogy a cement és üvegyiparban milyen üzemi problémák megoldásánál lehet a Szovjetunióból származó sugárzó anyagokat felhasználni. Javaslatot tett a miskolci-környéki üzemek műszaki dolgozóinak, hogy a kérdéssel foglalkozzanak.

*Schlész Jenő* március 20-án a Zagyvapálfalvai Üvegyárban, március 23-án a Sajószentpéteri Üvegyárban tartott előadást külföldi tanulmányútajáról. A beszámoló foglalkozott a lengyel üvegyipar fejlődésével és azzal a segítségnyújtással, melyet a Szovjetunió a lengyel üvegyipari műszakiak számára folyamatosan nyújt. Ismertette többek között a kemencék gyors felfűtésére, a korszerű előkészítő berendezések technológiájára és az anyagmozgatásra vonatkozó szovjet és lengyel tapasztalatokat.

Az Egyesület magyar-szovjet barátsági hónap alatt megtartott rendezvényein összesen mintegy 600 mérnök és technikus vett részt. Az előadásokat és referátumokat rendszerint élénk vita követte, ami abból is kitűnik, hogy az összes hozzászólók száma megközelítette a százat.

## Fiatal mérnökök és technikusok ankétja

Az Építésügyi Minisztérium, az Építőipari Dolgozók Szakszervezete és az Építőanyagipari Tudományos Egyesület 1956. április 21-ére meghívta az építőanyagiparban dolgozó és 1950 óta végzett fiatal mérnököket és technikusokat az Építők Szakszervezetének Központi Székházába. A megbeszélés célja annak megvizsgálása volt, hogy a fiatal műszakiak hogyan tudtak bekapcsolódni az építőanyagipari termelő munkába, milyen továbbfejlesztési lehetőségek vannak és hogy az egyetemi és technikai oktatás hogyan készítette őket elő gyakorlati feladataik megvalósítására.

Az ankétot *Brutyó János* az Építők Szakszervezetének elnöke nyitotta meg és vázolta az ankét legfontosabb célkitűzéseit.

*Szokup Lajos* É. M. miniszterhelyettes tartotta meg a vitaindító beszámolót, melyben többek között a következőket mondotta:

„A fiatal mérnököknek az iparágak műszaki fejlesztési munkájába való fokozottabb bevonását ma már parancsolóan követelik azok a rendkívüli feladatok, amelyeket a második ötéves tervben el kell érni mind a termelés, mind a műszaki haladás, a technikai színvonal emelése terén.

Az építőanyagiparban a termelés előzetes számítások szerint a második ötéves terv végére mintegy *másfélszerese* lesz az 1955. évi termelésnek. Ugyanakkor jelentős önköltségesökkenést és a termelékenység nagyarányú növelését kell biztosítani. Mindezt első sorban meglévő tartalékaink fokozottabb kihasználásával, a technológiai fegyelem biztosításával, a korszerű eljárások fokozottabb alkalmazásával kell elérni. Másodszorban biztosítani kell számos új *létesítmények* a termelésbe, határidőre való belépését, ami ugyancsak nagy feladat elé állítja szakembereinket. A termelésnek e nagymértékű emelése mellett gondoskodnunk kell gyártmányaink korszerűsítéséről, hogy azok maradéktalanul kielégítsék az építőipar, a belföldi fogyasztók, valamint az export igényeit.

Az építőipar fejlesztésének fő iránya a nagyipari módszerek bevezetése, az előregyártott szerkezetek fokozottabb alkalmazása, amely lehetővé teszi, hogy az építőipar szerelvényeire alakuljon át. Enélkül a fejlődés nélkül nem képes megvalósítani azokat a beruházásokat, lakásépítkezéseket, amelyeket a szocializmus építésének üteme megkövetel. Ez a fejlődés az építőanyagiparban számos új építőanyag gyártását teszi szükségessé. Nagyméretű könnyű falazóelemekre van szükség, fokozni kell az üreges téglafélék gyártását. Az építkezéseknél az előregyártás alkalmazása következtében nő a *beton részaránya*, ami a cementgyártás növelésén túlmonden új cementfajták gyártását írja elő (mint pl. a nagy kezdőszilárdságú cementeket).

A beton részarányának növekedése megköveteli továbbá a kaveskitermelés fokozását, az osztályozás módszereinek tökéletesítését, mely első sorban a kitermelő helyen elvégzendő gépesített osztályozás segítségével érhető el.

A betonszerkezetek könnyítésére új adalékanyagok felhasználhatóságát kell kikísérletezni. Gondoskodnunk kell új kerámi díszítő és burkolóelemek bevezetéséről. A fogyasztási cikkek gyártása terén meg kell oldani az ország szükségleteinek teljes kielégítését, jelentősen növelni kell az áruk választékát és biztosítani kell a minőséget. Az építőanyagipar jelentős *exportszállításokat* is végez. E terén az eddigénél jóval nagyobb figyelmet kell fordítanunk arra, hogy árunk a külföldi piacon versenyképesek legyenek. Sok esetben előfordult, hogy egy külföldi piacot elveszítettünk azért, mert elmaradtunk egy gyártmány fejlesztésével, vagy túlzottan magas árkiegymenést kell fizetni, mert a technikai haladást nem vettük figyelembe. Ily módon más országok jóval olcsóbban állítanak elő egyes termékeket, ami a világpiacon áratok csökkent, mi viszont a régi önköltséggel gyártunk, de kénytelenek vagyunk olcsóbban eladni.

Az építőanyagiparban rendkívül nagy jelentősége van a *nehéz testi munkák gépesítésének*, részben azért,

hogy a dolgozókat a nehéz fizikai munkától megszabadítsuk, de azért is, mert a második ötéves tervben előírt termelés-növekedést a jelenlegivel közel azonos létszámmal kell megoldanunk. Mivel az építőanyagipar igen nagy anyagmennyiségeket mozgat és dolgoz fel, elsősorban a rakodás és a belső anyagmozgatás problémái kerülnek előtérbe. Az eddig e téren elért eredmények arról tanúskodnak, hogy ezek a kérdések is megoldhatók. . . .”

Szokup miniszterhelyettes elvtárs ezután rátért a fiatal mérnökök munkájának kérdéseire.

„Az építőanyagiparban mintegy 120–130 fiatal mérnök dolgozik. Közülük igen sokan komoly funkcióit töltenek be: vállalati főmérnökök, műszaki osztályvezetők, üzemvezetők és munkájukat igen jól látják el, mint például *Szönyeg János elvtárs, Zana elvtárs, Farkas Ödön elvtárs, Grófesik Elemér elvtárs, Deák László elvtárs, Szabó Mihály elvtárs* és még sokan mások. Vannak azonban olyanok is szép számmal, akik különböző okok miatt még nem tudtak bekapcsolódni a munkába. Az építőanyagiparban dolgozó fiatal mérnököknek a termelő munkába való bekapcsolódása során felmerülő kérdéseket vizsgálva megállapítható, hogy számos általános érvényű probléma mellett sok az olyan, ami egyik vagy másik iparág sajátosságaival függ össze.

Az általános érvényű problémák között első a *megfelelő munkakör biztosítása*. Ezen a téren sok a hiányosság. Személyzeti szerveink, minisztériumi és vállalati vezetőink még nem fektetnek elég súlyt arra, hogy az egyetemről kikerülő, az iparban elhelyezkedő mérnökök részére biztosítottak legyenek azok a munkakörülmények, melyek fejlődésüket elősegítik. Gyakoriak még azok az esetek, amikor a kellő üzemi gyakorlattal nem rendelkező fiatal mérnököknek olyan beosztást adnak, olyan feladatokkal bízják meg, melyek ellátása meghaladja képességeiket. Ilyen esetben nemcsak az ipar, a vállalat károsodik a rosszul végzett munka következtében, hanem egy megfelelő tapasztalatszerzés után kitudó szakemberré váló fiatal mérnöknek munkakérdését szegjük, ambícióját törjük le, fejlődését gátoljuk.

Bár a tapasztalatok azt mutatják, hogy ez a ritkábban előforduló eset, sajnos gyakoribb az, amikor az új mérnökökről való gondoskodás csak addig terjed, hogy biztosítva legyen fizetés és névleges beosztása. Függetlenül attól, hogy az a feladat, amelyet rábízunk, mennyiben segíti elő a szakma gyakorlati részének elsajátítását, sokszor a mérnökök adminisztratív jellegű munkakörbe kerülnek, amilhez nem szükséges egyetemi végzettség. Az ilyen esetek száma egyre kevesebb. A vállalatoknál és a minisztériumban mindinkább azt látjuk, hogy a növekvő műszaki feladatokat csak jól képzett szakemberek bevonásával lehet végrehajtani. Ennek pedig legjobb és legbiztosabb útja, hogy fiatal szakembereinket segítjük, hogy a lehető legrövidebb idő alatt tudják a szakma gyakorlati részét elsajátítani.

Helytelen, de sajnos gyakori eset az is, amikor az egyetemről egyenesen a tervező vagy kutató intézetekbe irányítják az új diplomásokat. Az is előfordul azonban, hogy egyesek maguk kéri ilyen munkakörbe helyezésüket. Az ilyen munka nagy gyakorlati tapasztalatot igényel, amely nélkül sem jó kutató, sem jó tervező senki sem lehet. Iparunkba másrészt sok olyan mérnök került, aki úgy érzi, hogy az egyetemi diploma mindjárt főmérnöki, vagy legalábbis műszaki osztályvezetői funkcióra jogosít. Be kell látniuk, hogy megfelelő ipari gyakorlat nélkül vezetni nem lehet és ne vesztse el a kedvét, aki beosztott munkakörben kezd. Örüljön, hogy módja van alaposan megismerni üzemét, gyakorolni az egyetemen szerzett tudását. Minden fiatal mérnök előtt nyitva áll az út vezető állások betöltésére — iparunkban bőséggben vannak az olyan gyárak, ahol egyetlen mérnök sines — a vezető állást azonban ki kell érdemelni megfelelő eredményekkel, szorgalommal, tapasztalatokkal, jó munkával.

Csekély kivételtől eltekintve az iparban dolgozó fiatal mérnökök és technikusok elhanyagolják *továbbképzésüket*, holott a technika gyorsütemű fejlődése megköveteli a mérnöktől az állandó, rendszeres továbbtanulást. A fiatalok erre túlyomórészt azt válaszolják, hogy az építőanyagipari továbbképzés rendszeretlen, tematikája nem kelti fel az érdeklődést és az előadások vidékiek számára nem érhetőek el. Ezek az állítások túlyomórészt nem helytállóak. Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület által rendezett mérnöki továbbképző előadások tematikája jó, hasznos minden az iparban dolgozó mérnök részére és az előadók az ipar legkiválóbb szakemberei közül kerülnek ki. A továbbképzés terén inkább a *nemtörődömség* az uralkodó tényező. Példa erre a téglaiipar, ahol 20 megkérdezett fiatal mérnök közül szakmai továbbképzésen egy sem vesz részt. A Téglaiipari Igazgatóság tapasztalata az, hogy sok vállalatnál ki sem bontják a szakirodalomból fordított és megküldött cikkeket.

A nemtörődömséget bizonyítja az is, hogy az Építőanyagipari Tudományos Egyesület munkájában rendkívül kevés fiatal műszaki vesz részt, holott tudnak az Egyesület létezéséről, sőt legtöbben tagjai is papíron az Egyesületnek; csak éppen sajnálják a fáradságot és nem mennek el az Egyesületbe, nem kapcsolódnak be munkájába. Az egyesületi munka is egyik formája a továbbképzésnek. Ismeretes, hogy vidéki dolgozóink előtt sok akadály toronyosul a nagy távolságok miatt, azonban fenti hanyagságot ez nem menti. Vannak olyan fiatal vidéki mérnökeink, akik előadásokat tartanak, cikkeket írnak az Egyesület lapjába és a mérnöktoábbképzésen is résztvesznek. Ebben a kérdésben sem lehet azonban egyedül a fiatal mérnököket elmarasztalni. Ahol a minisztérium foglalkozik ezzel, ott van javulás is ezen a téren.

Helyes a Cementipari Igazgatóság azon kezdeményezése, hogy az iparba kerülő fiatal mérnökök részére *konkrét műszaki feladatokat ad ki*, mérlegelve egyénileg az illető képességeit és állandó konzultáció mellett az Igazgatóságon kell az elvégzett munkáról beszámolót tartatniuk. Alkalmazta ezt a módszert az Üvegipari Igazgatóság is. Érdekes tapasztalat az, hogy akinek gyakorlati munkája jó, jól végozte el a kiadott feladatot is. Vállalataink igazgatói, főmérnökei *gyárukon belül* is alkalmazhatják ezt a módszert.

Ott, ahol a vezetők támogatták az oda került műszakiakat, azokból hamarosan jó üzemezetők, laboratóriumvezetők, műszaki osztályvezetők stb. lettek s túlynyomó többségükben jól megállják helyüket.

Szukup elvtárs befejezésül hangoztatta, hogy az építőanyagiparnak olyan műszakiakra van szüksége, akik helyesen képesek tájékozódni politikai és gazdasági kérdésekben egyaránt, akik képesek szakkérdésekben és a politikában egyaránt élenjárni.

A vitához elsőnek *Györky Zoltán* technikus (Somogy megyei Téglagyári ES.) szólt hozzá és javasolta az Építőanyagipari Technikum tematikájának bizonyos mértékű megváltoztatását. *Szönyeg János* (Lábatlani Cement- és Mészmu) elmondotta, hogy a műszaki munkában jelentős segítségét nyújt az üzemi műszakiakkal a fejlesztés kérdéseiről rendszeresen tartott megbeszélés. *Popp Károly* (Pannafakgyár V.) javasolta, hogy a mérnöki továbbképzés tematikájáról az Egyesület körlevél formájában kérje ki a műszakiak véleményét. Megemlítette továbbá, hogy egyes idősebb mérnökök szakmai kérdésekben a tekintélyre helyezkednek, a fiatal mérnököket elbátortalanítják, így azok műszaki tudományos kérdésekben a ledorongoló bírálatot elkerülendő, inkább nem nyilatkoznak. *Horváth József* (Kőbányai Téglagyár) hiányolta, hogy a fiatal mérnököknek nincs módja a fejlett külföldi iparok személyes tanulmányozására, valamint javaslatokat tett a kutatóintézetek és az üzemek kapcsolatainak szorosabbá tételére. *Kakassy Gyula* (Kerámia Téglagyár) változtatta azokat a nehézségeket, melyek a fiatal mérnökök előtt a téglaiiparban toronyosulnak. Különösen súlyos a kérdés a gépészmérnököknél, akik az egyetemről kikerülve csalódással szemlélik a téglaiiparban felmerülő gépészeti problémák jellegét. Javasolta, hogy a gépészmérnöki oktatásnál ilyen szempontokat is vegyenek figyelembe, valamint hogy

a kutató intézetek foglalkozzanak gépészeti kérdésekkel is. Hiányolta azt, hogy a Téglaiipari Igazgatóság a távlati kérdések tervezéséhez nem közli az ipari fejlesztés legfőbb konkrét célkitűzéseit, valamint nem foglalkozik személyileg a fiatal műszakiak munkájának értékelésével. *Felek Béla* (Kőbányai Porcelángyár) hiányolta az egyetemi gépészeti oktatás mélységét a vegyészeti szakokon. A továbbképzést a jelenlegi terhelés mellett nem tartja lehetségesnek, mert este az otthonába hazatérő mérnök inkább szépirodalmat vesz elő, mint szakmait. *Angyal László* (Műkő és Kőipari V.) javasolta a tapasztalateselőtagatások kiszélesítését az épület-elemgyárakkal. *Simó József* (ÉM. Pinomkerámiai Iparigazgatóság) véleménye szerint a külföldi látogatások előtt helyes lenne a hazai gyárak technológiáját minden részletében megismerni. Felhívta a fiatal műszakiak figyelmét a szerénységre, a pártszervezetekkel és a dolgozókkal való kapcsolatok kiépítésére. Szükséges, hogy a fiatal mérnökök és technikusok fokozottabb figyelmet fordítsanak a munkavédelemmel kapcsolatos műszaki intézkedésekre és javaslatokra. *Deli Sándor* (Bélapátfalvai Cementgyár) a mérnöki továbbképző tanfolyammal kapcsolatban tett javaslatokat. *Bereczky Endre* professor (Veszprém) hangsúlyozta, hogy a fiatal műszakiak első feladata, hogy az üzemet, annak technológiáját minden részletében megismerjék. Az egyetemi tanterv megfelelő előkészítést ad ennek a célnak elérésére, de a tantervet is állandóan kell javítani. Bírálta a Minisztérium személyzeti tevékenységét, mert nem közli megfelelő időben az Egyetemmel az egyes ipari ágazatok létszám-szükségleteit és így fordul elő a kiképzés jellegének nem megfelelő elhelyezés. Ez rendszerint nagy csalódást okoz a fiatal műszakiaknak. *Letenyei Lajos* (Kőbányai Téglagyár) felhívta a műszakiak figyelmét az idős művezetők nagy szakképzettségére és tapasztalataira, akikről a fiatal műszakiak igen sokat tanulhatnak. *Décsi Lajos* (Mályi Téglagyár) elmondotta, hogy képzettségének nem megfelelő beosztásban dolgozik, emellett munkáját helytelen bérügyi intézkedések is megnehezítik. Hiányolta azt, hogy a kötelező két gyakorlati év lezárásával a Téglaiipari Igazgatóság nem törődött vele, munkáját nem értékelte. Javasolta a továbbképzés rendszeressé tételét és vizsgával való lezárását. *Földiák Gáborné* (Budapesti Porcelángyár) hiányosnak tartja az üzemi pártszervezet tevékenységét az ideológiai képzéssel kapcsolatban. *Szabó Lajos* (Salgótarjáni Üveggyár) az üzemi laboratórium jelentőségét fejtegette a műszaki fejlesztési munka terén. Nagyobb gondot kell fordítani az üzemi laboratóriumok és az üzemek szakkönyvtárájának fejlesztésére. Az egyetemi oktatásról szólva elmondotta, hogy keveset hallottak az alkalmazott tüzeléstechnikáról és különösen a gázgenerátorok üzemviteléről, ami a minőségi termelés szempontjából jelentős. Mindezen nehézségek ellenére, a külföldi szakirodalom tanulmányozása és az üzem főmérnökének aktív irányítása segítségével sikeresen oldotta meg a savazó fénysütés technológiáját. *Primász Ferenc* (Lábatlani Cementgyár) hangsúlyozta az önképzés gyakorlati jelentőségét, valamint azt, hogy az üzemi berendezések alapos megismeréséhez a fiatal mérnököknek is fel kell venni a munkaruhát gyakran, a fehér köpeny helyett. *Németh Sándor* (Építőköfejtő V.) arról a sikeres munkáról számolt be, melyet új réselő tönbféjtőgép prototípusának kialakítása terén végzett. *Deák Mihály* (Tokodi Üveggyár) elmondotta, hogy az üzem fiatal mérnökei feljuttatás formájában javaslatot dolgoznak ki a huta levegőjének megjavítására és a kénés gázoktól való megtisztítására. Kérte a minisztérium segítségét az üzemkísérletekhez szükséges berendezések megépítése terén. *Nagy Károly* (Budapesti Porcelángyár) elmondotta, hogy fiatal mérnökként eddig pályáján nagy nehézségeket kellett leküzdenie és különösen megtisztelőnek tartja, hogy mint vállalati igazgató működhet. Ismeri a fiatal mérnökök problémáit és igyekszik számukra segítséget nyújtani. Javasolta, hogy az egyetemi szakosított oktatást még gyakorlatiasabbá kell tenni a mérnöki továbbképzésre a munkaidőn belül kell lehetőséget biztosítani. Felhívta fiatal mérnöktársainak figyelmét arra, hogy milyen jelentősége van a mate-

matika, fizika, üzempépszet alapos elsajátításának és az idegen nyelvek tanulásának.

A felszólalásokra Szokup miniszterhelyettes elvtárs adott választ, és hangsúlyozta, hogy az ankét anyaga igen tanulságos. Felhívta a minisztérium jelenlévő iparigazgatóit és iparági főmérnökeit, hogy a fiatal mérnökökkel és technikusokkal való személyes foglalkozást tekintsek még fokozottabban feladatuknak. Biztosította az ankét résztvevőit, hogy az elhangzott javaslatok megvalósítására a minisztérium egyes szervei gondot fordítanak.

Az ankétot *Korányi György* az Építőanyagipari

Tudományos Egyesület főtitkára zárta be azzal, hogy a referátum és a felszólalások igen hasznosak voltak mind a minisztérium, mind a szakszervezet, mind az Egyesület számára. Kérte az iparban dolgozó fiatal mérnököket, hogy nagyobb öntevékenységgel irányítsák továbbképzésüket, műszaki fejlesztésre irányuló rendkívül értékes munkájukat és használják ki a szakszervezet érdekképviseleti, az Egyesület társadalmi mozgósító munkáját feladataikhoz való segítségnyújtásra.

Az ankét vendégeit az Építőipari Dolgozók Szakszervezete Elnöksége ezután díszében vendégül látta.

## A Silikattechnik 1956. 4., áprilisi számának tartalmából

*Grunze H.*: Alkotórészek papírkromatográfiás meghatározása nátriumpolifoszfát üvegekben.

Papírkromatográfia segítségével szerzőnek sikerült követnie a trifoszfátüvegek képződését, az üveg-telenedés lefolyását. A módszer alkalmas a polifoszfát üvegek egyes komponenseinek meghatározására is.

*Ledderboege O.*: A nagyméretű téglablokkokkal való építkezés jelentősége.

*Achenbach H.*: A blokképítkezés építőanyagbázisa.

*Kwederawitsch J.*: Pikkelyes mázak kialakítása és felhasználása.

A mázak lopattogzása a finomkerámiai iparban nem szívesen látott jelenség. A magas felületi feszültség következtében előálló mázhiba épületkerámiai elemek felületének díszítésére alkalmassá tehető. A mázvastagság és a színezés megfelelő kombinációjával az erre a célra kifejlesztett mázagnál egyszerű módszerekkel megfelelő díszítő hatás érhető el.

*Budnyikov P. P.*: Mineralizátorok hatása porcelánok mechanikus, termikus és dielektromos tulajdonságaira.

Szerző megállapította, hogy porcelánmasszák égésénél  $ZnO$ ,  $TiO_2$  vagy bizonyos összetételű nagyolvasztósalakok hozzáadásával a mullitképződés fokozódik. Ezzel párhuzamosan a szilárd-sági és hőmérsékletváltozásokkal szembeni ellenállási értékek kedvezően megváltoznak.

*Hallen V.*: Zománé porozításának meghatározása.

A szerző által javasolt eljárás szerint a vizsgálandó zománéfelületre különleges papírból készült burkolatot helyeznek el és a cikkben pontosan leírt berendezéssel ezen a papíron elektromos szikrák segítségével lyukakat létesítenek. A lyukak nagysága arányos az egyes pórusnyílások nagyságával.

*Rolke H.*: Kerámiai öntőmasszák előállítása melegített vízzel.

Előszárított és nehezen feltárható anyagok mintegy  $40\text{ }^\circ\text{C}$ -ra előmelegített víz segítségével viszonylag rövid idő alatt keverőberendezésben feltárhatókká válnak.

*Wibrenko P. M.*: Tapasztalatok KEMA gyártmányú vákuumesigajasajtóval a Konstantinovka Samott-gyárban.

Szerző a KEMA vákuumesigajasajtókon alkalmazott szerkezeti változtatást ír le, melynek segítségével sikerült megakadályozni a massa behatolását a vákuumkamrába.

*Pätzold W.*: Egy kazánhiba és a belőle levonható tanulságok.

Egyik téglagyárban egy lángesőves kazán működése szünetelt négy héten át, ami mintegy 300 ezer nyerstégla kiesést eredményezett. A cikk elemzi az üzemi hiba okait.

*Lommatzsch A.*: Ömlesztett és darabos termékek nedvességtartalmának gyors meghatározása az elektromos ellenállás mérésével.

A cikk módszert közül kötőanyagok, formahomok és más termékek nedvességtartalmának gyors mérésére. A nedvességtartalom változását az elektromos ellenállással méri, a mérőműszer skáláját pedig közvetlenül nedvességtartalomra kalibrálták.

*Förster H.*: Poranit, porózus anhidrit építőanyag.

A hirschfeldi crómú barnaszénszállóhamujával elkészített porózus anhidrit olyan hajlítási, nyomási és húzási szilárdsággal rendelkezik, mely alkalmassá teszi szárazvakolat és közfalak gyártására. Az anyagnál elért térfogatsúlyok arra engednek következtetni, hogy hang- és hőszigetelő anyagokként való alkalmazása is kilátásos.

## A Stavivo 1956. 3., márciusi számának tartalmából

*Fajta S.*: Kerámiai födémek előfeszített tartókkal.

A cikk ismerteti az alkalmazott I és T tartótípusokat, valamint a födémgerendák közé kerülő kitöltőelemek típusait, ezek vizsgálati módszerét és egy teljes födém tervét. Ismerteti azokat a gazdaságossági számításokat, melyek a jelenleg gyártott vasbetontartók és a kerámiai tartók közötti összehasonlítást tesznek lehetővé.

*Benda L.—Pokorny J.*: Félautomatikus mázolószalag prototípusa.

*Trantina L.*: Áttérés teljes tégláról üreges és könnyű falazóanyagokra nagyobb beruházások nélkül.

Üreges és könnyű téglák gyártására való áttérés fokozza a téglagyártó berendezések kapacitását és csökkenti az építkezések önköltségét. Az ilyen téglafélék gyártásának bevezetése azonban sok nehézséggel jár. Szerző javasolja a kutatás és üzemi gyakorlat hatékonyabb kapcsolata érdeké-

ben a téglagyártmányok kikísérletezésére alkalmas félüzemi kísérleti berendezés létesítését.

*Šmerák J.*: Az építőipar és építőművészet igényeit kielégítő épületkerámia és építőkövek.

*Nováček V.*: Téli üzem a déleghországi téglagyárakban.

Szerző ismerteti azokat az intézkedéseket, melyeket a szezonüzemről való áttéréssel kapcsolatban tettek a téglagyárakban. Összefoglalja a téli üzemeltetés legfontosabb módszereit.

*Macek V.*: Kalcium polarografikus meghatározása

kerámiai nyersanyagokban és késztermékekben. A kalcium kerámiai nyersanyagokban és késztermékekben pikrolonsav segítségével gyorsan meghatározható, a zavaró ionok  $MgO$  szuszpenzió segítségével kiküszöbölhetők. A cikk ismerteti a polarografiai és lingfotometrikus mérések összehasonlító eredményeit.

### É P Í T Ő A N Y A G

Felelős szerkesztő: Egyed Zoltán — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon: 113-150.

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 730 példányban.

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

Előfizetési díj: 72.— Ft. (egész évre), egyes szám ára: 8.— Ft. Csekkszámányszám 61.282.

34988-689/2 - Révai nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Nyáry D.)

## FELHÍVÁS

### „A műszaki irodalom, mint az újítások forrása“

A Műszaki Könyvkiadó 1955-ben a fenti címmel pályázatot írt ki. A beküldött pályamunkák arról tanúskodtak, hogy a műszaki irodalom alapján számos újítás született, amely sok millió forint megtakarítást eredményezett a népgazdaságnak. Nyilvánosságra került az is, hogy a pályázók több tízezer forint jutalomhoz jutottak a műszaki irodalom tanulmányozása révén.

Az 1955. évi pályázat sikere alapján a Műszaki Könyvkiadó az 1956. évi Műszaki Könyvnapok alkalmával az alábbi feltételek mellett felhívást intéz az ipar és a közlekedés területén a szakirodalomból (könyvből, vagy folyóiratból) vett újítások népszerűsítésére.

A felhívás szól bárkihez, akinek a szakirodalomból vett ötlet alapján elfogadott újítása van.

A pályamunkának a következőket kell tartalmaznia:

1. Az újítás rövid műszaki leírása.
2. A felhasznált műszaki irodalom pontos megjelölése (hogyan segítette a műszaki irodalom újításának létrejöttét).
3. Az újítással egy éven belül elért, vagy elérni remélt gazdasági eredmény forintösszege.
4. Az újítást milyen területen alkalmazzák jelenleg is és milyen eredménnyel.
5. A felvett jutalom összege.
6. Az újítás száma, a pályázó neve, szakképzettsége, munkahelye, beosztása, lakáscíme, esetleg telefonszáma.

A bírálóbizottság a beérkezett pályamunkák elbírálásakor figyelembe veszi a felhasznált irodalom pontos megjelölését, az újítás gazdasági jelentőségét.

A pályamunkát zárt borítékban az alábbi címre kell beküldeni:

Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy Zsilinszky út 22.

A beérkezett tíz legjobb pályamunkát vásárlási utalványban, a következő tízet pedig könyvjutalomban részesítjük.

I. díj .....	1500,— Ft	értékű	vásárlási	utalvány
II. díj .....	1000,— Ft	„	„	„
III. díj .....	700,— Ft	„	„	„
IV—V. díj .....	500,— Ft	„	„	„
VI—X. díj .....	300,— Ft	„	„	„

A további legjobb tíz pályamunkát 100—100 Ft értékű könyvvel jutalmazzuk.

A pályamunka beküldésének határideje: 1956. augusztus 31.

Az eredmény kihirdetésének időpontja: 1956. november 1.

Az eredményt a közlönyökben és értesítőkbekben közzétesszük, és a díjnyerteseket külön is értesítjük.

Budapest, 1956. április hó.

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ



## M E G J E L E N T

SZIJJ—GYIMES—TÓTH:

### **Tervszerű megelőző karbantartás az építőiparban I.**

Az Építésügyi Minisztérium kötelezővé tette az építőanyagipari üzemekben a TMK bevezetését, illetve a TMK szervezetek felállítását. A gyakorlat megmutatta, hogy — az új szervek ügybuzgalma ellenére — még nagyon sok a tennivaló ezen a téren, amíg eljutunk a TMK valóban korszerű színvonalára. Ehhez kíván segítséget nyújtani a most megjelent átfogó tartalmú kiadvány, amely kiterjed az építőanyagipar minden területére. Az első kötet a TMK szervezésével, az általánosan használt gépelemekkel és gépekkel, a téglá- és cserépipari TMK-val, valamint gépekkel, végül a betonipari gépek tervszerű megelőző karbantartásával foglalkozik.

610 oldal

116 ábra

Ára kötve: 56.— Ft

M. B. GOERMANN—A. N. RUSZAKOV:

### **Munkanormák és munkabér az építőiparban**

A magyar építőipar szocialista bérezési rendszerének kialakításában, alkalmazásában és továbbfejlesztésében eddig is jelentékeny szerepet játszottak a szovjet tapasztalatok és segített a szovjet szakirodalom. Ezek felhasználásával tértünk át az ösztönző normákon alapuló darabbérrendszerre és ezek alapján dolgoztuk ki bérezési és premizálási rendszereinket. A most megjelent mű felbecsülhetetlen segítséget nyújt bérrendszerünk fejlesztéséhez, a még jobb műszaki normák kialakításához. Igen értékes tapasztalatokat ismertet az építőipari műszaki normák készítése és a gyakorlatba való bevezetése terén. Részletesen tárgyalja a műszaki normák készítésének módját, egyben rámutat arra is, hogyan válhatnak a jó műszaki normák a termelés elemeinek fontos eszközeivé. Foglalkozik a normakészítés egyszerűsítésével, az egyösszegű utalványozással kapcsolatos problémákkal, a bérezéssel, az adminisztráció helyes kialakításával és még számos olyan kérdéssel, amely mind norma- és bérrendszerünk helyes irányú fejlesztését segíti elő. A szerzők ismertetik a téli építési és szerelési munkák bérezését, a progresszív bérek alkalmazását, a normázást a teherfuvarozásban stb. A könyv különösen hasznos segédeszköze a minisztérium és a vállalatok munkaügyi dolgozóinak, a normairodák normásainak és normatechnológusainak.

279 oldal

25 ábra

Ára kötve: 37.— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

**Állami Könyvterjesztő Vállalat Könyvesboltjaiban**

Szakkönyvesbolt:

**Műszaki Könyvesbolt, (Bp. VII., Lenin krt 7 és 17.)**