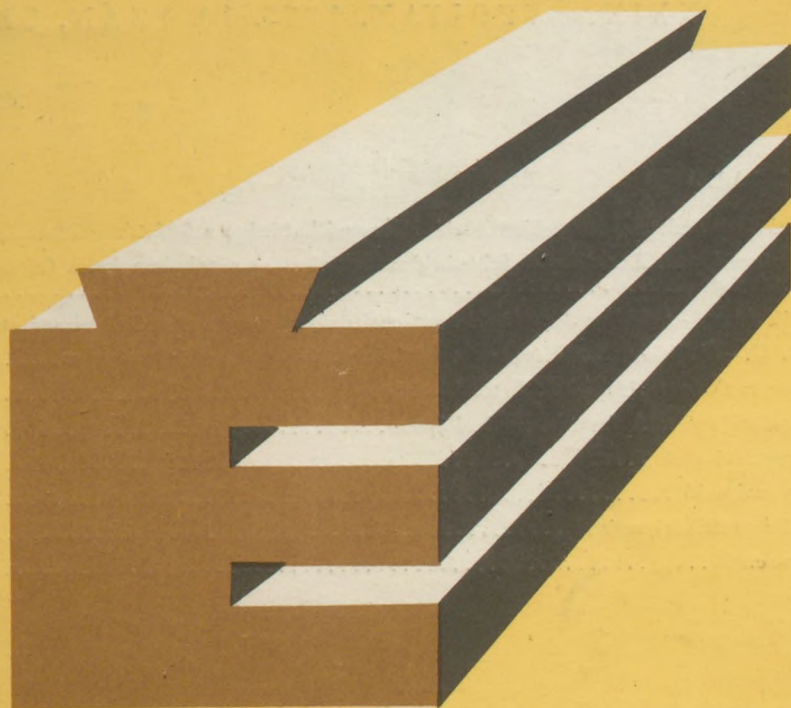


302 9351



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

10

XXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1977. OKTÓBER
EPITAA 29 (10) 401—440 (1977)

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép- és kő-kavicsipar, a szigetelőanyagok ipara tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztő bizottság

elnök:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp

Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony

Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

TARTALOM

<i>Vogel Ruprecht</i> : Új termelészközök kihasználhatósága a felfutás időszakában	401
<i>Kolostori János</i> : Az őrlhetőségi tulajdonságok hatása a golyósmalmok őrlőtestösszetételére	407
<i>Lizák József</i> – <i>Schäffer József</i> : Cementipari őrlőgolyók mechanikai vizsgálata	413
<i>Göll, G.</i> – <i>Helfricht, R.</i> : Kőzetek aprításának folyamatmodellezése	416
<i>Horovitz János</i> : Kísérletek betonfolyósítóval	428
<i>Kápolnai Iván</i> : A francia kerámiaipar	431
Egyesületi élet	406
Útibeszámoló	412
A világ szilikátiparával	430, 439
Lapszemle	440

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Фогель, Р.</i> : Исполняемость новых производственных средств в период наращивания производства	401
<i>Колостори, Я.</i> : Влияние размолоспособности измельчаемого материала на состав мелющей загрузки шаровых мельниц	407
<i>Лизак, Й.</i> – <i>Шэффер, Й.</i> : Механическое испытание мелющих шаров мельниц цементной промышленности	413
<i>Гель, Г.</i> – <i>Хельфрихт, Р.</i> : Моделирование процесса измельчения пород	416
<i>Хоровиц, Я.</i> : Эксперименты с разжижителями бетона	428
<i>Каполнаи, И.</i> : Французская промышленность строительной керамики	431

INHALT

<i>Vogel, Ruprecht</i> : Ausnützung neuer Produktionsanlagen in der Anlaufperiode	401
<i>Kolostori, János</i> : Auswirkungen der Mahlbarkeitseigenschaften auf die Mahlkörperzusammensetzung von Kugelmühen	407
<i>Lizák, József</i> – <i>Schäffer, József</i> : Mechanische Untersuchung von Mahlkugeln in der Zementindustrie	413
<i>Göll, G.</i> – <i>Helfricht, R.</i> : Prozeßmodelle für die Zerkleinerung von Gesteinen	416
<i>Horovitz, János</i> : Versuche mit Betonverflüssiger	428
<i>Kápolnai, Iván</i> : Die französische baukeramische Industrie	431

CONTENTS

<i>Vogel, Ruprecht</i> : Exploitation of New Production Equipment in the Stage of Starting-Up	401
<i>Kolostori, János</i> : Effect of Grindability upon the Grinding Media Composition of Ball Mills	407
<i>Lizák, József</i> – <i>Schäffer, József</i> : Mechanical Testing of Grinding Balls	413
<i>Göll, G.</i> – <i>Helfricht, R.</i> : Process Modeling of Rock Comminution	416
<i>Horovitz, János</i> : Experiments with Concrete Plasticizer	428
<i>Kápolnai, Iván</i> : The French Structural Clay Products Industry	431

Új termelőeszközök kihasználhatósága a felfutás időszakában

VOGEL RUPRECHT

Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar

1. Bevezetés

Új berendezések reális termelési tervének előírása sok gondot okoz az üzembehelyezést megelőzően, sőt az üzemvitel kezdeti szakaszában is.

Kiindulásul általában a szállító cég garanciális adatai szolgálnak. Ezek azonban a berendezés kihasználhatóságára vagy egyáltalán nem, vagy csak sok kibúvót tartalmazóan térnek ki arra való hivatkozással, hogy ez nagy mértékben az üzemeltetéstől függ. E kérdés mindkét fél szempontjából vitatható.

A következő megfontolások egy klinkerégető forgókemence példáján kívánják bemutatni, hogy milyen feltételek mellett bír jelentőséggel a garanciális érték a termelés tervezése szempontjából, illetve milyen feltételek mellett adhat útmutatást a garancialevél a berendezés lehetséges kihasználhatóságára.

2. Az évi termelés meghatározása

Alapvető tervezési érték, figyelemmel még a minőségi követelményekre M_p , az adott berendezés

évi termelése. Ez a következő képlettel határozható meg:

$$M_p = t_B \bar{M}_p \quad (1)$$

ahol t_B a várható üzemidő és \bar{M}_p a közepes termelési tömegáram (órateljesítmény). Előnyös, ha a t_B üzemidőt a t'_B lehetséges üzemidővel és a t_K naptári időalappal fejezzük ki:

$$t_B = t_K \frac{t_B}{t_K} = t_K \cdot \frac{t_B}{t'_B} \cdot \frac{t'_B}{t_K} = t_K \cdot \tau \varepsilon \quad (2)$$

A t_B/t_K hányados a berendezés időbeli kihasználhatósági tényezője. A lehetséges üzemidő alatt a t_B tényleges üzemidő és a meghibásodások miatti $t_{st,s}$ összegét értjük. Ez esetben $\tau = t_B/t'_B$ a berendezés tényleges kihasználhatósága és $\varepsilon = t'_B/t_K$ a megtervezett üzemállás (pl. kétműszakos üzemvitel esetén).

Az \bar{M}_p átlagos termelési tömegáram és az átadás-átvételi kísérlet alkalmával kimutatott \bar{M}_p közötti összefüggés bizonyára nem véletlen. A kettő kényszerűen persze nem egyező.

Felírható:

$$\bar{M} = \dot{M}_P^* \frac{\bar{M}_P}{\dot{M}_P^*} = \dot{M}_P^* \psi \quad (3)$$

ahol ψ az átlagos és garanciális tömegáram viszonya.

(2) és (3) figyelembevételével (1) így írható:

$$M_P = \varepsilon \cdot \tau \cdot \psi \cdot t_K \dot{M}_P \quad (4)$$

Az $\varepsilon = 1$ elérése gazdaságpolitikai célkitűzés. Egy, illetve kétműszakos üzemvitel esetén ε értéke 0,26 illetve 0,52 körüli.

Ha az időbeli kihasználást felosztjuk a kihasználhatóságra és az üzemjellemzőre, akkor a τ tényleges kihasználhatósági tényező mentes minden olyan „elrendelt” állásidőtől, amely nem a gép- és készülékrendszernek tudható be, hanem üzemi sajátosságokat fejez ki. A τ kihasználhatóság tehát a gépek és készülékek meghibásodása következtében fellépő állásidők egyértelmű mértéke. Másrészt lehetővé teszi az ε üzemi mutató külön kimutatását üzemi tartalékok feltárására.

A berendezés τ kihasználhatósága függ a kapcsolt gépek és készülékek számától és bonyolultságától, másrészt az üzemeltetők kiképzési fokától. Ismert tény, hogy nem lehet bármennyi gépet üzemképes rendszerré összekapcsolni. Egy adott, technológiailag meghatározott anyagáram esetén ezért kitérőket, vagy puffereket kell közbeiktatni. Ily módon a géprendszerek elhatárolhatók, vagy összekapcsolhatók.

Így pl. a cementgyártásnál ilyen határoló pufferek a nyersanyagtároló, a nyersliszt homogénizáló és tároló, a klinkertároló és a cementsiló.

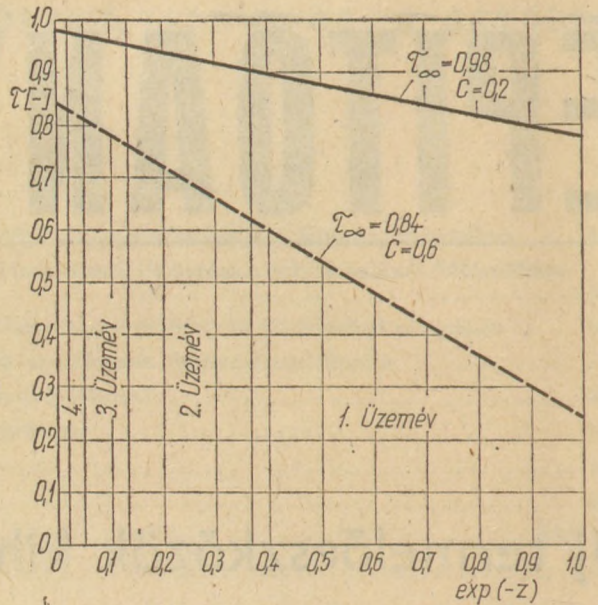
Ha tehát a kihasználhatóság szempontjából a kapcsolt gépek száma és bonyolultsága mértékadó, akkor a választott gyártástechnológia (PT) és a hozzátartozó gépek jellegzetessége határozza meg a kihasználhatóságot. De ugyancsak jelentős befolyása van az üzemi személyzet folyamatosan megszerzett növekvő tapasztalatának (Q) is. E felismerés alapján célszerű e két tényező befolyását matematikailag leírni:

$$\tau(t) = \tau(PT, Q) \quad (5)$$

ahol t az üzem megindítása óta eltelt időt jelenti.

Bel- és külföldi klinkerégető forgókemencéken végzett széles körű üzemi elemzések alapján ez az összefüggés a következő alakú exponenciális függvénnyel írható le:

$$\tau = \tau_\infty - C \cdot \exp(-t'_B/t_{K,1}) \quad (6)$$



1. ábra. τ kihasználhatóság a z dimenzió nélküli üzemidő függvényében (ún. felfutási görbe)

A $t'_B/t_{K,1}$ kitevő a z üzemévek számát jelenti, a $t_{K,1}$ időtartam pedig egy naptári évnek felel meg. A (6) egyenlet értelmében a kihasználhatóság τ_∞ határértéke csak $z = \infty$ üzemidő után érhető el. Az 1. ábrán látható kiértékelés szerint azonban ez a formális megállapítás lényegesen leszűkíthető. Ha tudomásul vesszük az üzemi mérések mintegy 3%-os hibahatárát, akkor látjuk, hogy τ határértéke a C állandó gyakorlati értékei mellett már 3–4 év alatt elérhető. A felfutási görbe ezt követő lapos szakasza jelentőségét már elveszti, ennyi idő elteltével már a generáljavítások és rekonstrukciók megtervezett időtartamai (ε tényező) válnak meghatározóvá, a kihasználhatóság leromlásának megelőzésének célkitűzésével.

Az 1. ábra felrajzolásának alapjául szolgáló gyakorlati értékek az 1. és 2. táblázatban találhatóak, klinkerégető kemencék mellett kerámiai gepsorokra is megadva.

Bizonyos tervezési időtartamot, pl. 1 évet vizsgálva a kihasználhatóság átlagértékeit áttekinthető alakban kapjuk. A (6) függvény integrálása $z = x$ és y határok között így alakul:

$$\tau_{x\dots y} = \frac{\int_x^y [\tau_\infty - C \cdot \exp(-z)] dz}{y - x} \quad (7)$$

és $y - x = 1$ évre vonatkoztatva

$$\bar{\tau} = \tau_\infty - C \cdot \int_x^y \exp(-z) dz \quad (8)$$

1. táblázat

 τ_{∞} tapasztalati értékei

	Termelési technológia	Fő berendezés	τ_{∞}
CEMENT	Nedves eljárás	hosszú forgókemence	0,92...0,98
	Száras eljárás	Hosszú forgókemence Rövid forgókemence lebegtető hőcserélővel	0,90...0,96 (0,86)
		Rövid forgókemence rostélyos hőcserélővel	0,84...0,92
KERÁMIA	Tányérgyártó-sor	Automatikus polirozógéppel automatikus polirozógép nélkül	0,94...0,98 0,86...0,92
	Téglagyártó-sor	Kollerjárat-extruder univerzális automata	0,86...0,90

2. táblázat

C tapasztalati értékei

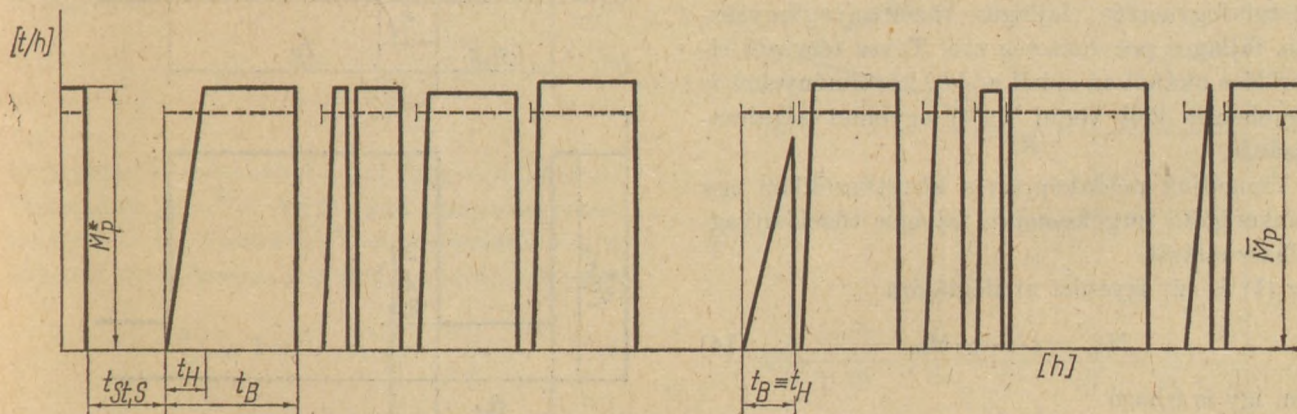
Paraméterek	C
Egy változatlan berendezéstípus alkalmazása a mű kiegészítéseként (bevált gépek és készülékek, gyakorlott üzemi személyzet)	$\approx 0,2$
Tovább fejlesztett gépek és készülékek a fő termelési folyamatban	0,25...0,4 0,35...0,6
gyakorlott üzemi személyzettel nem kielégítő szakképzettség esetén	

Az integrál értéke az egymást követő évekre:

Üzemév első második harmadik negyedik

$\int \exp(-z) dz$	0,632	0,233	0,085	0,031
--------------------	-------	-------	-------	-------

A (6) illetve (8) egyenletekből, összevetve a 2. táblázatban szereplő üzemi adatokkal, következik, hogy a legkedvezőbb felfutás változatlan típusú berendezésekkel való bővítés útján érhető el.



2. ábra Egy cementégető forgókemence 24 napos időtartamra vonatkoztatott eszményi termelési folyamata
kihasználhatóság $\tau = 0,73$
Termelésesökkenés $\psi = 0,9$

Másrészt természetesen a kevésbé bonyolult berendezések (pl. nedves forgókemencék) biztosítanak kedvező viszonyokat (1. táblázat).

τ_{∞} meghatározása jelenlegi ismereteink szerint csak tapasztalati úton és hosszadalmas eljárással lehetséges. Támponot szolgáltathat, ha a berendezést a garanciaigazolással kapcsolatban a szállítócég hosszabb üzemperiódusban vizsgálta. A szállító vállalat a teljesítményigazolást természetesen magasan kvalifikált szakemberekre bízta, így olyan állásidők, melyeket szakszerűtlen kezelés, vagy hibák késői felismerése okoz, nem jönnek számításba. Ilyenkor tehát – rövid időtartamra – elérhető a τ_{∞} -nek megfelelő kihasználhatóság. Forgókemencékkel szerzett tapasztalatok arra utalnak, hogy 30 nap elegendő egy ilyen üzemperiódushoz. Ha a szállítócég nem tud kihasználhatósági értéket garantálni, a 30 napos üzemvitel τ_{30} értéke τ_{∞} -ként elfogadható.

Termelésesökkenés mindenekelőtt a berendezés hibája, pl. géptörés esetén áll elő, ezt közelebbről nem tárgyaljuk.

Üzemállást követő felfutások ugyancsak termelésesökkenést okoznak. Ennek meghatározására induljunk ki a 2. ábra szerinti ideális folyamatból. A termelés növekedése itt arányos a t_H indítási idővel. Kellő tartamú mérés esetén az össztermelés így alakul:

$$M_P = \dot{M}_P^* \left(t_B - \frac{t_H}{2} \right) = t_B \bar{M}_P \quad (9), (1)$$

és a termelésesökkenés mérve

$$\frac{t_B - t_H/2}{t_B} = 1 - \frac{t_H}{2t_B} = 1 - \frac{1}{2\tau} \cdot \frac{t_H}{t'_B} \quad (10)$$

A következőkben két szélsőséges esetet tárgyalunk:

- A mérlegfelvétel időtartama alatt a termelésben egyetlen megszakítás lépett fel. Ha

eltekintünk az első üzembehelyezéstől, forgókemencéknél 5 napos felfutási (felfűtési) idővel kell számolni. Ekkor még csekély kihasználhatóság mellett is ψ értéke (10) szerint 1-hez közelít.

- A mérlegfelvétel időtartama alatt számos egymástól független állásidő lépett fel, amelyek viszonylag rövidek és így a felfutás az állásidőtől függ. Tapasztalati szabály szerint ekkor

$$t_H = t_{st,s}/2 \quad (11)$$

vagyis

$$\frac{t_H}{t'_B} = \frac{t_{st,s}}{2t'_B} = \frac{t'_B - t_B}{2t'_B} = \frac{1}{2}(1 - \tau) \quad (12)$$

végül

$$\psi = 1 - \frac{1 - \tau}{4\tau} \quad (13)$$

A (10) egyenletből tehát azt a következtetést vonhatjuk le, hogy előrelátó megelőző karbantartás, tervezett állásidők és minimális számú felfutások esetén $\psi \approx 1$ -et eredményez, irányíthatatlan állásidők esetén pedig a termelésesökkenés a kihasználhatóság függvénye. A jelenlegi üzemi gyakorlat sajnos a második esethez áll közel, a tervezés (4) egyenlete τ és $\psi(\tau)$ vonatkozásában egyaránt bizonytalansággal terhelt. E szempontból is a fentebb tárgyalt 30 napos τ_∞ garanciális mérésérték figyelembevételét kell javasolni.

3. A tömegáthaladásra vonatkoztatott szavatossági értékek

A garanciális feltételek, főként az itt tárgyalt anyagátalakító berendezések tekintetében az \dot{M}_P tömegáramon kívül további fajlagos mutatókat is tartalmaznak. Ilyenek pl. a fajlagos villamosenergiafogyasztás, fajlagos tüzelőanyagfogyasztás, fajlagos porvesztés stb. Téves tervezés elkerülése okából az ebből adódó körülményeket is figyelembe kell venni a (4) egyenlet alkalmazásánál.

Vizsgáljuk példaképpen a következőkben egy klinkerégető forgókemence fajlagos tüzelőanyagfelhasználását.

Az (1) és (2) egyenlet analógiájára

$$\dot{M}_{Br} = \varepsilon \cdot \tau \cdot t_K \cdot \bar{\dot{M}}_{Br} \quad (14)$$

ami így is írható

$$q = H_u \frac{\dot{M}_{Br}}{\dot{M}_P} \quad (15)$$

ahol \dot{M}_{Br} a tüzelőanyagfogyasztás, $\bar{\dot{M}}_{Br}$ annak óránkénti átlagértéke, H_u a tüzelőanyag fűtőértéke és q a fajlagos hőfogyasztás.

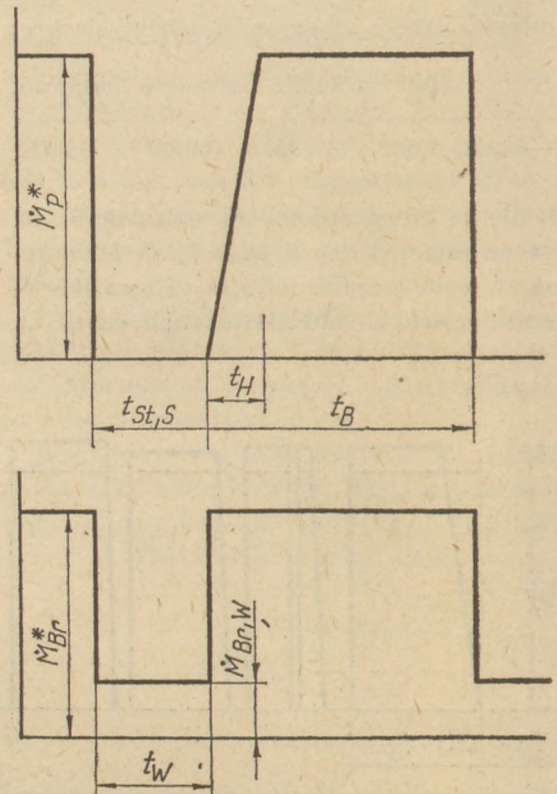
Tovább átalakítva

$$\dot{M}_{Br} = \varepsilon \cdot \tau \cdot t_K \cdot \frac{\bar{\dot{M}}_{Br}}{\dot{M}_P} \cdot \dot{M}_P = \varepsilon \cdot \tau \cdot t_K \dot{M}_P \cdot \frac{\bar{q}}{H_u} = \dot{M}_P \cdot \frac{\bar{q}}{H_u} \quad (16)$$

és

$$\dot{M}_{Br} = \dot{M}_P \cdot \frac{q^*}{H_u} \cdot \frac{\bar{q}}{q^*} \quad (17)$$

(17) szerint az ideális tüzelőanyag felhasználás az \dot{M}_P termelt mennyiségtől, a q garantált fajlagos hőfogyasztástól és a tüzelőanyag szállítási szerződésben rögzített fűtőértékétől függ. A \bar{q} közepes fajlagos hőfelhasználás és a q garantált hőfelhasználás hányadosának meghatározása céljából a már előbb is tárgyalt ideális termelési folyamathoz a 3. ábra szerinti ideális hőfogyasztási függvényt rendeljük. Mivel itt is ugyanúgy, mint már $\psi(\tau)$ levezetésénél láttuk, a berendezés rövid időn belül fellépő, közvetlenül nem tervezhető állásidői a vizsgálatok előterébe kerültek, a berendezés melegentartását $\dot{M}_P = 0$ mellett figyelembe kell venni. A t_w melegentartási idők tehát azonosak a $t_{st,s}$ állásidőkkel. Cementgyárakban szerzett



3. ábra. Egy forgókemence egymástól függő eszményi termelési folyamata és tüzelőanyagfelhasználása

gyakorlati megfigyeléseink alapján jogosultnak tűnik egy melegentartási mutatószám bevezetése

$$\alpha = \frac{\dot{M}_{Br, w}}{\dot{M}_{Br}^*} \quad (18)$$

Ily módon a 3. ábra alapján felírható

$$M_{Br} = \dot{M}_{Br}^*(t_B + \alpha t_w) \quad (19)$$

és miután $t_w = t_{St, s}$

$$M_{Br} = \dot{M}_{Br}^* t_B [\tau + \alpha(1 - \tau)] \quad (20)$$

vagy az (1) egyenlet analógiájára

$$M_{Br} = t_B \bar{M}_{Br} \quad (21)$$

A (20) és (21) egyenletek egybevetéséből

$$\frac{\bar{M}_{Br}}{\dot{M}_{Br}^*} = \frac{1}{\tau} [\tau + \alpha(1 - \tau)] = 1 + \alpha \frac{1 - \tau}{\tau} \quad (22)$$

(15) és (13) figyelembevételével végül

$$\frac{\bar{M}_{Br}}{\bar{M}_P} \cdot \frac{\bar{M}_P}{\dot{M}_P^*} \cdot \frac{\dot{M}_P^*}{\dot{M}_{Br}^*} = \frac{\bar{q}}{q^*} \cdot \psi = 1 + \alpha \frac{1 - \tau}{\tau} \quad (23)$$

vagyis

$$\frac{\bar{q}}{q^*} = \frac{1 + \alpha \frac{1 - \tau}{\tau}}{1 - \frac{1 - \tau}{4\tau}} \quad (24)$$

Ez az összefüggés nyilván \bar{q}/q^* legnagyobb értékét adja. Alsó határértékeket akkor kapunk, ha hosszabb állásidőket kell figyelembe venni (pl. falazatjavítások idejét). Ez esetben

$$t_w \rightarrow 0 \quad \text{és ezzel} \quad \frac{\bar{M}_{Br}}{\dot{M}_{Br}^*} \rightarrow 1,0$$

és legvégül

$$\frac{\bar{q}}{q^*} \rightarrow \frac{1}{1 - \frac{1 - \tau}{4\tau}} \quad (25)$$

Gyakorlati szempontból a két függvény közé eső tartomány jelentős. A (24) jelű tangensegyenlet, amely $\tau = 1$ mellett a $\bar{q}/q^* = 1$ feltételt kielégíti, ehhez a megállapításhoz igen közel áll, és pedig

$$\frac{\bar{q}}{q^*} = 1 + (1 - \tau) \cdot \left(\alpha + \frac{1}{4} \right) \quad (26)$$

A (26) formális matematikai megoldástól függetlenül a (24) és (25) képletek világosan mutatják

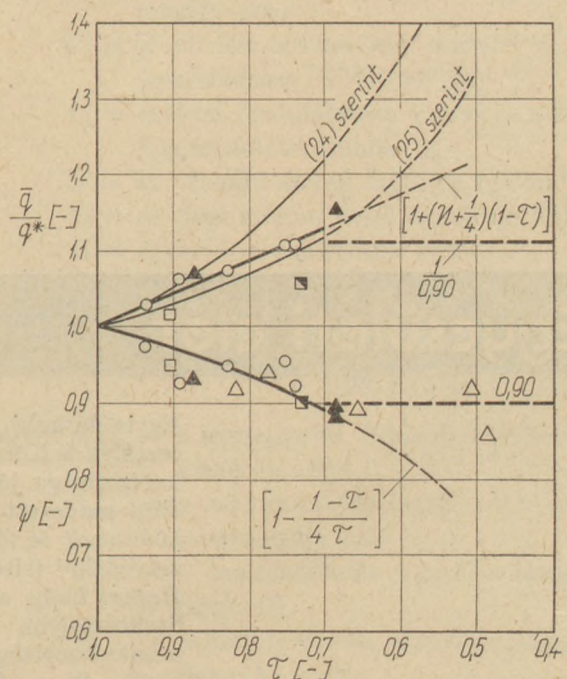
a kihasználhatóság döntő befolyását a forgóke-mence fajlagos hőfogyasztására és ezzel a megelőző karbantartás kiemelkedő jelentőségét.

4. Következtetések

Üzemi vizsgálatok és üzembehelyezési jegyzőkönyvek kiértékelése során lehetőségünk nyílt arra, hogy a termelés-csökkenés és a hőfelhasználás növekedésének levezetett összefüggéseit ellenőrizzük. A 4. ábrából kitűnik, hogy a (13) és (26) képlet a gyakorlatilag jelentős $\tau \cong 0,7$ tartományban használható értékeket ad, midőn a (26) egyenletbe a $\alpha = 1/5$ gyakorlati értéket helyettesítettük.

$\tau < 0,7$ esetére már nem várható az elmélet és az üzemi eredmény egyezése, mert a (13) egyenlet levezetésénél alapulvett feltevés, miszerint a fel-futási idő az állásidőtől függ, már nem áll fenn, vagyis $\tau < 0,7$ -nél a ψ termelés-csökkenés a berendezés felfutásánál τ -tól független. Üzemi eredmények alapján ψ_{\min} 0,90-re tehető, illetve azimptotája $\psi \approx 0,9$ -hez tart. Ha ezt elfogadjuk, a (25) egyenletből következően \bar{q}/q^* azimptotikus értéke kényszerűen 1/0,90.

A (4) és (17) egyenletekből arra lehet következtetni, hogy a garanciális értékek, vagy a garanciális mérésnél megállapított értékek használhatók a termelés megtervezésére, ha a τ kihasználhatósági tényezőt megfelelőképpen figyelembe vesszük.



4. ábra. A kemenceégető forgókemence kihasználhatóságának (τ) befolyása a teljesítmény τ és a fajlagos hőfogyasztás (q/q^*) dimenzió nélküli együtthatóira ($\alpha = 1/5$).

Így pl. $\tau = 0,84$ esetében a termeléseszköken kb. 5% ($\psi = 0,95$) és a fajlagos hőfogyasztás növekedése kerekén 7% ($\bar{q}/q^* = 1,07$).

Összefoglalás

Új termelőberendezés garanciális kapacitása a berendezés bonyolultságától és a személyzet képzettségétől függően csak az üzembévételtől számított idő exponenciális függvényével leírható mértékben használható ki. Tapasztalati állandók számításba vételével klinkerégetésnél ez 3–4 év alatt az egységhez közelít.

Az anyagáramra vonatkoztatott mutatószámok, így pl. klinkerégetés esetén a fajlagos hőfogyasztás a kihasználhatósági tényező függvényei. Rosszabb időkihasználás esetén ezek értéke is kedvezőtlenül alakul.

Alkalmazott jelölések

C a kihasználhatóság felfutásának együtthatója

H_u fűtőérték, kcal/kg vagy kJ/kg

M_{Br} tüzelőanyag felhasználás, t

\dot{M}_{Br} tüzelőanyag fogyasztás, t/h

\dot{M}_{Br}^* garantált tüzelőanyag fogyasztás, t/h

$\dot{M}_{Br, w}$ melegentartási tüzelőanyag fogyasztás, t/h

M_P termelt mennyiség, t

\dot{M}_P termelési tömegáram, t/h

\bar{M}_P átlagos termelési tömegáram, t/h

\dot{M}_P^* garanciális termelési tömegáram, t/h

PT a technológiai bonyolultságának jellemzője

Q a személyzet begyakorlottságának jellemzője

q fajlagos hőfogyasztás, kcal/kg vagy kJ/kg

\bar{q} mért átlagos fajlagos hőfogyasztás, kcal/kg vagy kJ/kg

q^* garantált fajlagos hőfogyasztás, kcal/kg vagy kJ/kg

t az üzem megindítása óta eltelt idő, év

t_B várható üzemidő, h

t'_B lehetséges üzemidő, h

t_H felfűtési (indítási) idő, h

t_K naptári időalap, h

$t_{st, s}$ meghibásodások miatti üzemállás, h

t_w melegentartási idő, h

z üzemévek száma

$\varepsilon = t'_B/t_K$ a megtervezett állásidőhányad

\varkappa melegentartási mutatószám

$\tau = t_B/t'_B$ a tényleges kihasználhatóság

$\psi = \bar{M}_P/\dot{M}_P^*$ az átlagos és garanciális tömegáram viszonya

Фогель, Р.: Использование новых производственных средств в период наращивания производства

Vogel, Ruprecht: Ausnützung neuer Produktionsanlagen in der Anlaufperiode

Vogel, Ruprecht: Exploitation of New Production Equipment in the Stage of Starting-Up

Egyesületi élet

Egyesületünk Kő-Kavics Szakosztálya és Környezetvédelmi Munkabizottsága június 7-én vitadéludánt rendezett a „Kőbányák működésének és létesítésének környezetvédelmi feltételei” témakörben. Hajnal Lajos vázolta a Kő-Kavics Szakosztályon belül létrehozott munkabizottság ezirányú tevékenységét. Sircz János ismertette a SZIKKTI-ben kidolgozott témaje-

lentést, mely a meglévő és létesítendő kőbányák környezetvédelmével, a bányaművelési, feldolgozási technológia várható fejlődésével, valamint ezek környezetvédelmi következményeivel foglalkozik. Hajnal Lajos ismertette a Bizottság javaslatát, amit élénk vita követett. A javaslatok a hozzászólások alapján kiegészítve kerülnek az illetékes szervekhez.

S. J.

Az őrlhetőségi tulajdonságok hatása golyósmalmok őrlőtest-összetételére*

KOLOSTORI JÁNOS

Cement és Mézsművek, Vác

Bevezetés

Az őrlendő anyag őrlhetőségi tulajdonságainak figyelembe vétele a körfolyamatos golyósmalmok őrlőtest összetételének megállapításánál a szakirodalomban általában kevésbé érintett téma. A legnagyobb őrlőgolyó átmérőjének meghatározására vannak különböző képletek, de ezek használhatóságát a bennük szereplő őrlhetőség megállapítási módszerekkel nyerhető állandók megbízhatósága adja meg. Az általánosan ismert őrlhetőség vizsgálati módszerek laboratóriumi készülékeket alkalmaznak, az ipari méretű malmokra való átvitelük csak bizonyos határok között lehetséges. Az utóbbi időben megjelentek olyan munkák, amelyek a legnagyobb őrlőgolyók átmérőjének meghatározásán túl az őrlőtest összetétel meghatározásával is foglalkoznak. Ezek is csak halvány utalásokat tartalmaznak az ajánlott őrlőtestösszetétel meghatározási módnak az őrlhetőséggel való összefüggésével kapcsolatban. A következőkben vázlatosan, a teljességre nem törekedve, bemutatjuk az eddig közzétett módszereket és ismertetünk néhány új megfontolást, amelyek segítségével figyelembe lehet venni a különböző anyagok őrlhetőségi tulajdonságainak változását is az őrlési folyamat különböző fázisaiban. A javasolt módszer is egyelőre csak laboratóriumi méréseken alapul, a figyelembe vett tendenciák azonban üzemi méretű őrlőberendezésekben lejátszódó folyamatokra is igaznak bizonyultak.

Szokásos módszerek a legnagyobb őrlőgolyó átmérő és az őrlőtest összetétel megállapítására golyósmalmoknál

1) A legnagyobb őrlőgolyó átmérő meghatározására szolgáló módszerek

A legnagyobb őrlőgolyó átmérőjének meghatározására a következő képletek használatosak: (1), (2)

a) a Bond formula

$$B = \sqrt{\frac{F \cdot W_i}{K \cdot C_s}} \sqrt{\frac{S}{D}} \quad (1)$$

ahol: B = legnagyobb golyóátmérő (inch)

F = a malomfeladás 80%-os áthullási átmérője (μm)

W_i = Bond féle őrlhetőségi mutató a malomfeladásra (KWh/907 kg)

C_s = malom fordulatszám viszonya a kritikus fordulatszámhoz (%)

S = az őrlendő anyag fajsúlya (gr/cm³)

D = az üres malom belső átmérője (láb)

K = állandó, acélgolyókra = 200

b) a Kaszatkín formula:

$$d_{k \min} = d_{\max} \sqrt{\frac{\sigma^2}{1,28 \cdot E \cdot k \cdot D}} \quad (2)$$

ahol: d_{k min} = a legnagyobb őrlőgolyó minimális átmérője (cm)

d_{max} = a malomfeladás legnagyobb szemcseátmérője (cm)

σ = a malomfeladás nyomószilárdsága (kp/cm²)

E = a malomfeladás elasztikussági indexe (kp/cm²)

K = Az őrlőgolyók fajsúlya (gr/cm³)

D = az üres malom belső átmérője (cm)

* A „14. Aprítási és osztályozási vitanapok” (1977. Berlin) előadás anyaga

c) a Papadakis formula

Ez a számítási mód laboratóriumi malomban meghatározott maximális golyóátmérő üzemi méretű malomra történő átszámításán alapul, és abból indul ki, hogy feltételezi azt, hogy az őrlőgolyók kinetikus energiájának viszonya az őrlendő anyag legnagyobb szemcséjének keresztmetszetéhez állandó, azaz

$$\frac{d_1^3 \cdot D_1}{K_1^2} = \frac{d_2^3 \cdot D_2}{K_2^2} = k = \text{állandó} \quad (3)$$

ahol: d = golyóátmérők a laboratóriumi és üzemi malomban

D = a golyók esési magassága, amely közel arányos a malomátmérővel

K = az őrlendő anyag legnagyobb szemcséjének átmérője

az üzemi malom legnagyobb őrlőgolyó átmérője:

$$d_2 = \left(\frac{d_1^3 \cdot D_1}{K_1^2} \right)^{1/3} \cdot \frac{K_2^{2/3}}{D_2^{1/3}} = k \frac{K_2^{2/3}}{D_2^{1/3}} \quad (4)$$

ahol:

$$k = \left(\frac{d_1^3 \cdot D_1}{K_1^2} \right)^{1/3} = \text{áll.} \quad (4/a)$$

2) Az őrlőtest összetétel meghatározására szolgáló módszerek

a) az őrlőtest összetétel meghatározására *Kemman (3)* a következőket ajánlja (3)

10 mm-es lépcsőkben táblázatokat állított össze az őrlőgolyó eloszlásokról, amelyeknek három fajtáját ajánlja. Minden őrlőtest méretre felírja annak súlyát (G) és felületét (O), majd azok őrlési hatásosságára három kulcsszámot ad meg.

A) súlyozás $\frac{G}{O}$ szerint

B) súlyozás $\frac{O}{G}$ szerint

C) súlyozás a következő kisebb mérethez adódó $\Delta \frac{G}{O}$ különbség szerint

A különböző felosztási kulcsokat összehasonlítva a következőket kapjuk, ha $\sum \frac{G}{O} = 100\%$, ill. $\sum \frac{O}{G} = 100\%$

Az (A) felosztási kulcsra jellemző, hogy minden golyó frakciónak azonos a felülete, a súly/felület viszony csökkenő, kezdetben az erő nagyobb felületen hat. Nagyobb átmérőknél, durva szemcsés és kemény anyagok őrlésére alkalmas.

kulcs	súly	darabszám	felület
A	$\frac{G}{O} = \frac{G}{\sum O}$	$\frac{1}{G} \frac{O}{\sum O} = \frac{1}{O}$	$\frac{1}{\sum O} = 1$
B	$\frac{O}{G} = \frac{O}{\sum G}$	$\frac{1}{G} \frac{O}{\sum O} = \frac{O}{G^2}$	$\frac{O^2}{G^2} \frac{1}{\sum O} = \frac{O^2}{G^2}$

C az A és B sorozat közötti értékeket ad. Golyóátmérőként a $\frac{G}{O}$ fokozatosan csökken, a $\Delta \frac{G}{O}$ arányában.

A (B) felosztási kulcsnál a súly/felület viszony növekvő, erősödő felület hatású, ezért az előaprított anyagok finomórlésére alkalmas.

A (C) felosztási kulcsnál a két hatás keveredik, és ez a közepes finomságra őrlő körfolyamatos rendszernek felel meg, s lehetővé teszi az őrlendő anyag gyorsabb áthaladását.

b) *Schramm és Gaitsch (4)* modell kísérletek alapján a szemcseméretnek a malomhossz mentén való exponenciális csökkenését figyelték meg (a szemcseméret logaritmikus léptékben való ábrázolása esetén egyenest kaptak) ebből pedig a golyóméretet számítva, ugyancsak exponenciális függvény adódik:

$$d = d_k \cdot e^{-gl} \quad (6)$$

ahol: d_k = a fiktív kezdő golyóátmérő, a Bond féle képlet szerint számolva (cm)

l = őrlőpálya hossz (m)

g = felosztási állandó $\left(\frac{1}{m} \right)$

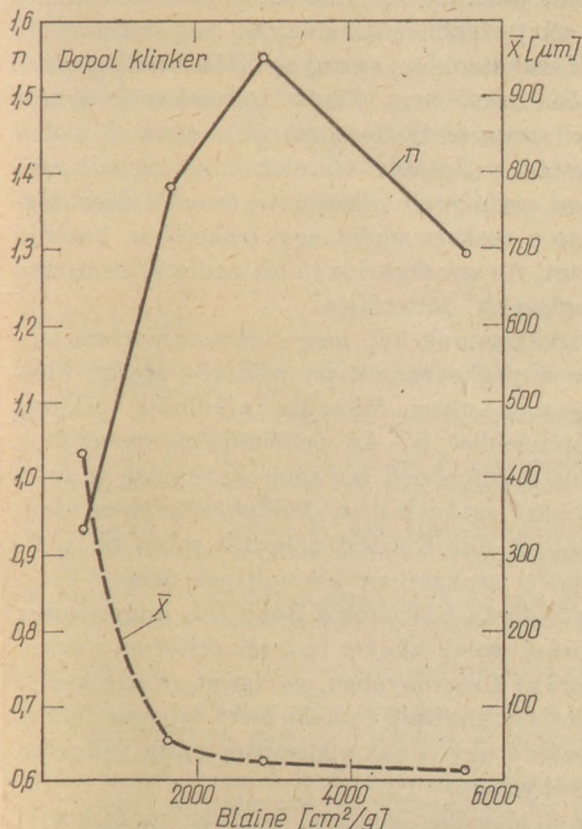
A legkisebb golyóméret és a (g) állandó választását a konstrukciós adottságok határozzák meg. Az egyes választott golyóméretekből betöltendő súly a malomhossz menti egyenletes töltetsúly terhelés egyszerűsítő feltételezésével a teljes töltetsúly malomhossz szakaszok szerinti felosztásával számítható. Ez a módszer osztályozó páncélozással ellátott finomórló malmoknál előnyös.

A vázlatosan ismertetett irodalmi ajánlásokat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy egységes állásfoglalás még nem alakult ki az őrlőgolyónagy- és összetétel meghatározása területén.

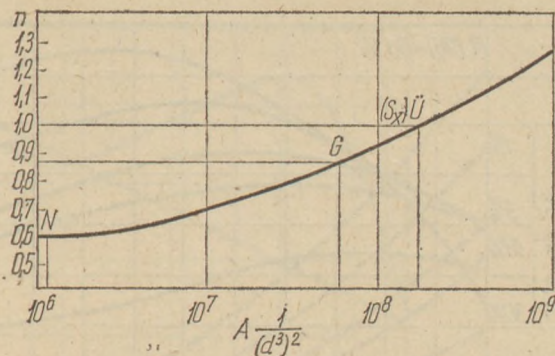
Az őrlendő anyag őrlhetőségi tulajdonságainak változása az őrlés különböző szakaszaiban és ennek figyelembe vétele az őrlőtest összetétel meghatározásánál

Beke Béla korábbi munkáiból (5) ismeretes, hogy a különböző anyagok azonos őrlési eljárással történő aprításánál keletkező őrlemények szemszerkezetének (n) egyenletességi tényezője 10%-os 4900-as szita maradéknál jellemző ezen anyagok őrlhetőségi tulajdonságaira, amennyiben ennél a finomságnál még nem kezdődik meg az agglomeráció. Kisebb egyenletességi tényező (azaz nagyobb eloszlási szórás) jobb őrlhetőséget, de egyben agglomerációra való hajlamot is jelent.

Opoczky és Mrákoviczné (6), (7) laboratóriumi golyósmalomban szakaszos őrlés esetén vizsgálta a különböző anyagok – elsősorban klinkerek – őrlési folyamatait. Megállapították, hogy a különböző anyagok finomodása során az anyagok őrlési sebessége különböző, és az őrlemény egyenletességi tényezője az őrlés kezdeti szakaszában erősen emelkedik, majd anyagtól függően enyhébben emelkedő, változatlan, vagy csökkenő tendenciát mutat. Ilyen jellegzetes görbét mutat az 1. ábra.



1. ábra. Klinker őrlemény átlagos szemcseméretének (\bar{x}) és szemszerkezet egyenletességi tényezőjének (n) változása laboratóriumi malomban történő őrlés folyamán



2. ábra. Különböző őrlőtest összetételekkel elérhető szemszerkezet egyenletességi tényező (n) forgókemence klinker őrlése esetén

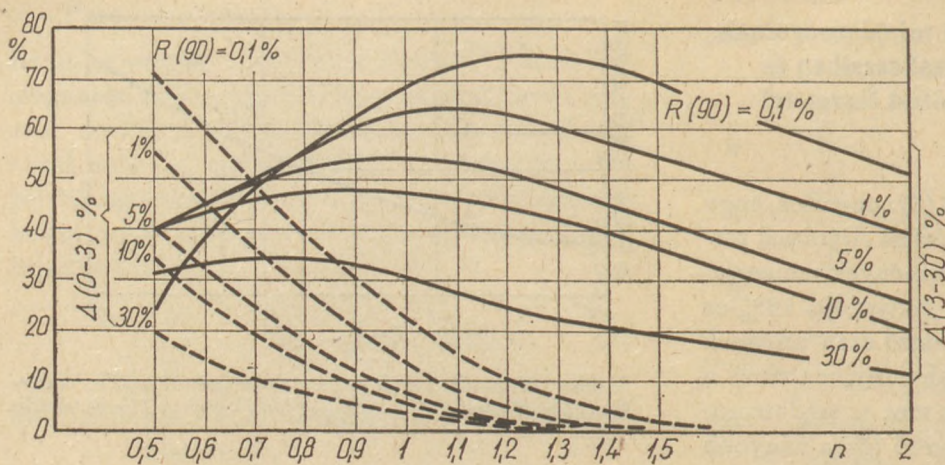
Szerző korábbi munkájában (8) kimutatta, hogy golyósmalmoknál azonos őrlendő anyag és malom esetén az őrlemények egyenletességi tényezője (n) elég széles határok között befolyásolható. A 2. ábrán bemutatjuk az egyenletességi tényező változtatásának lehetőségét, annak feltételezésével, hogy egy szokásos töltettel (ez megfelel kb. a Kemman féle B kulcs szerinti töltetnek) $n = 1$ értéket értünk egy adott klinker őrlésénél. Az ábrából látható, hogy egy frakciónkénti azonos darabszámú töltettel $n = 0,6$ értéket, egy frakciónkénti azonos súlyú töltettel $n = 0,865$ értéket lehet előállítani.

Az ábrán (d) a töltet közepes átmérőjét jelenti, (A) a hivatkozott (8) munka szerint számítható állandó.

Beke Béla szerint (9) a 3–30 és 0–3 μm -es frakció mennyiségeinek nagysága az egyenletességi tényező függvényében a 3. ábra szerint változik. Az ábrából láthatjuk, hogy a végszilárdság szempontjából lényeges 3–30 μm -es frakció mennyiségének maximális értéke az őrlemény szitamaradékának növekedtével balra tolódik el, és a kezdőszilárdságra jellemző 0–3 μm -es frakció mennyisége is nő bal felé haladva egy adott szitamaradéknál.

Az ábrából az a következtetés vonható le, hogy nyíltfolyamatos őrlésnél helyes az $n = 1 - 1,3$ értékre való törekvés, hiszen itt van az elérhető maximum, de a körfolyamatos őrlésnél az $n = 1$ -nél kisebb értékek esetén érhető el a 3–30 μm -es frakcióból a legnagyobb mennyiség. A körfolyamatos őrlésnél szokásos $R(90) n = 30\%$ érték mellett az $n = 0,6 - 0,8$ értékek az előnyösebbek.

Az előzőekben bemutatottak alapján, amennyiben ismert az őrlendő anyag viselkedése az őrlés különböző szakaszaiban, az őrlőtest összetételek megfelelő megválasztásával a legkedvezőbb mennyiségeket állíthatjuk elő a körfolyamatos őrlésnél. Ezt megtehetjük a következőképpen:



3. ábra. A $\Delta(3-30)$ és a $\Delta(0-3)$ μm -es frakció mennyisége az egyenletességi tényező (n) függvényében

Laboratóriumi malomban a szokásos töltettel való őrléssel felvesszük az 1. ábrán bemutatott görbéket. Ezután olyan őrlőtest összetételeket választunk az őrlés különböző szakaszait reprezentáló őrlőkamrák számára, hogy $R(90) n = 30\%$ esetén ezekkel az $n = 0,6-0,8$ körüli szemszerkezeti egyenletességi tényező (n) legyen elérhető. A legjobb őrlőtest összetétel számítással történő tájékoztató jellegű meghatározásához jól felhasználhatók a szerző korábban említett (8) munkájában közölt számítási eljárások és ada-

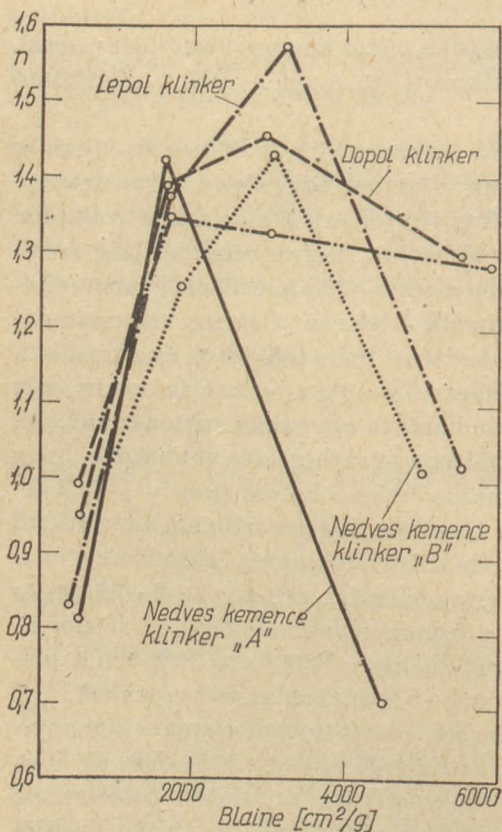
tok. A 4. ábrán különböző hazai cementgyárakból származó klinkerek laboratóriumi őrlése alapján felvett diagramok láthatók.

Körfolyamatos őrlés esetén a malomból távozó őrlemény ritkán éri el a 2000 Blaine körüli finomságot, ezért a malomdiagram felvételeknél nyert minták egyenletességi tényezője eléggé szűk tartományban változik. A közölt diagram az őrlés szélesebb tartományára (nyíltfolyamatú őrlésre is) terjed ki, így főleg a tendenciák jobb érzékelése alkalmas. Azt mindenesetre megállapíthatjuk, hogy a durva őrlési tartományban a „laza” töltetek (azonos frakciónkénti darabszám, azonos súly stb.) alkalmazása előnyös, még a finomabb őrlési szakaszokban az anyag őrlési viselkedésétől függően „laza” vagy „tömör” töltetek szükségesek. A Schramm és Gaitsch (4) által javasolt töltet összetétel a „lazább” töltetek közé tartozik, mivel az osztályozó páncélozás önműködően biztosítja a szakaszonként egy frakcióhoz hasonló töltetet. Az egy frakciós töltet pedig közismerten a „leglazább” töltetfajta.

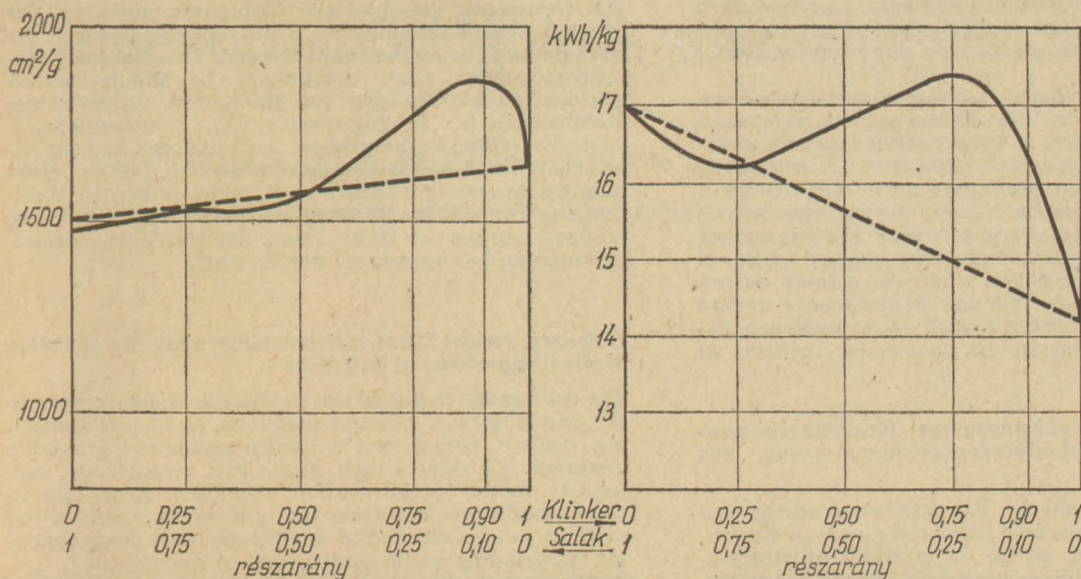
Foglalkoznunk kell még a cementiparban szokásos anyagkeverékek pl. mészkő + agyag, klinker + salak + gipsz őrléséhez ajánlható őrlőtest összetételekkel is. Az őrlhetőségi vizsgálatok szerint a különböző anyagok keverékei az őrlés különböző szakaszaiban különbözőképpen viselkednek. A durva őrlést nehezítő salak pl. a finomőrlési szakaszban könnyíti az őrlést.

Az 5. ábrán láthatjuk a Bond féle munkaindex változását salak-klinker keverék őrlésénél a keverési arány függvényében, valamint az egyensúlyi állapotban kiszitált frakció mért fajlagos felület változását ugyancsak a keverési arány változása függvényében.

Az a látszólag meglepő jelenség mutatkozik, hogy a rosszabban őrlődő keverékek adják a nagyobb fajlagos felületet. A magyarázat abban áll,



4. ábra. Különböző klinkerek szemszerkezet egyenletességi tényezőjének (n) változása laboratóriumi malomban való őrlés esetén



5. ábra. Lepol klinker és kohósalak együttörlése. A Bondféle munkaindex (jobb oldal) és az egyensúlyi állapotban kiszűrt frakció fajlagos felülete (bal oldal) a keverési arány függvényében

hogy a mintegy 30%-os áthullásban a könnyebben őrlődő klinker túlsúlya szabja meg a felületet. Így pl. a klinkerbe kevert kis mennyiségű kohósalak az ábrák jobb oldalán rontja az őrlhetőséget, de éppen ezért a nagyobb energiaráfordítás a klinker alkotót jobban megőrli. Hasonlóképpen (az ábrák bal oldalán) a kohósalakhoz adott kevés klinker bár javítja az őrlhetőséget, épp a kisebb energiaráfordítás miatt kisebb felülethányadot ad.

Az ismertettek alapján a nehezebb őrlhetőségi tulajdonságokat mutató keverékek őrlésére a kisebb egyenletességi tényezőt eredményező töltet összetételek ajánlhatók, de csak az őrlés azon szakaszában, ahol ez a nehezebb őrlhetőség fennáll.

Kolostori János: Az őrlhetőségi tulajdonságok hatása golyósmalmok őrlőtestösszetételére

Ismeretes, hogy a különböző anyagok azonos őrlési eljárással történő aprításánál keletkező őrlemények szemszerkezetének egyenletességi tényezője jellemző az anyagok őrlhetőségi tulajdonságaira. A nehezebben aprítható anyagok őrleményének egyenletességi tényezője nagyobb, a könnyebben őrlhetőké kisebb, természetesen mindez csak az őrlés agglomeráció mentes szakaszára érvényes.

Szerző korábbi munkájában kimutatta, hogy golyósmalmoknál azonos őrlendő anyag esetén az őrlemények egyenletességi tényezője a malom őrlőtest összetételének változtatásával elég széles határok között befolyásolható.

Ismeretetre kerülnek azok a megfontolások, amelyek segítségével a körfolyamatos golyósmalmok őrlőtest összetételének megállapításánál figyelembe lehet venni az őrlendő anyagok őrlési tulajdonságait. Ezek alapján megállapítható, hogy nem lehet azonos alapelv (azonos darabszám, azonos frakciósúly stb.) szerint meghatározni az egyazon őrlőmalom egyazon anyagot őrlő egymás után következő őrlőkamráinak töltetét sem, különösen különböző anyagok keverékét őrlő rendszereknél. Az őrlhetőségi vizsgálatok szerint az őrlés durva, közepes és finom szakaszában a különböző őrlhetőségű anyagok (pl. mészkő + agyag, klinker + salak + gipsz) keverékeinél az egyes anyagok őrlhetőségi tulajdonságai különbözőképpen dominálnak, pl. a durva őrlést nehezítő salak a finomőrlési szakaszban könnyíti az őrlést, mert gátolja az agglomerációt, ezért ezt is figyelembe kell venni az őrlőtest összetétel megállapításánál.

Колостори, Я.: Влияние размолоспособности измельчаемого материала на состав мелющей загрузки шаровых мельниц

Известно, что коэффициент равномерности зернового состава продуктов помола, получаемых при измельчении различных материалов одинаковым методом измельчения, является характерной особенностью размолоспособности этих материалов.

Более трудно размалываемые материалы дают продукты помола с более высоким коэффициентом равномерности зернового состава, а более легко размалываемые с меньшим коэффициентом равномерности зернового состава. Естественно, что это является действительным только для периода помола, происходящего без агломерации.

Автор в более ранних работах показал, что коэффициент равномерности зернового состава продуктов по-

IRODALOM

- [1] Walter H. Duda: Cement Data Book. 1976. Bauverlag GnbH Wiesbaden 1976.
- [2] Bond, F. C.: Grinding Ball Size Selection. Mining Engineering 1958; 592.
- [3] Kemman, W.: Richtlinien für die Zusammenstellung einer Mahlkörperfüllung für eine Rohrmühle. Aufbereitungstechnik. 1972; 313 - 318.
- [4] Schramm, R. - Gaitsch, E.: Eine quantitative Methode zur Gattierung in Kugelmühlen. Zement-Kalk-Gips 1974; 330 - 332.
- [5] Beke, B.: Die Gleichmässigkeit der Kornverteilung des Mahlgutes. Zement-Kalk-Gips 1970; 401 - 406.
- [6] Opoczky L.: Fine Grinding and Agglomeration of Silicates Powder Technology. Vol. 17. No. 1. pp 1 - 7.
- [7] Mrákovicsné: Összefüggés a különböző égetésű, illetve hűtésű klinkerek szerkezeti felépítése és őrlhetősége között. SZIKKTI jelentés 1976.
- [8] Kolostori J.: Verschiedene Mahlkörperzusammensetzungen der Kugelmühle und ihre Wirkung auf den Kornaufbau des Mahlproduktes. Aufbereitungs-Technik 1976; 511 - 514.
- [9] Beke B.: A finomőrlés folyamata ВМЕТІ-4969 Вр. 1975.

мола материалов аналогичного качества, полученных в шаровых мельницах, может быть широко использован для регулирования и изменения шаровой загрузки мельницы.

Описываются заключения, на основе которых можно принять во внимание свойства измельчаемого материала при определении состава мелющих тел в шаровых мельницах замкнутого цикла. На основе этих выводов автор показывает, что нельзя подбирать на основе одного и того же принципа/одинаковое число кусков, одинаковый вес фракций и т. д.) мелющую загрузку для различных камер одной и той же мельницы при размоле одного и того же материала, особенно в случае помола смесей нескольких материалов, так как в различные стадии помола — грубой, средней и тонкой — свойства измельчаемых материалов оказывают различное влияние на процесс помола.

Kolostori, János: Auswirkungen der Mahlbarkeitseigenschaften auf die Mahlkörperzusammensetzung von Kugelmühlen

Die Gleichmäßigkeitszahl der Korngrößenverteilung von Mahlprodukten verschiedener, aber mit gleichem Verfahren vermahlter Stoffe, ist für deren Mahlbarkeitseigenschaften bekanntlich charakteristisch. Die Gleichmäßigkeitszahl der schwerer vermahlbaren Stoffe ist größer, jene der leichter vermahlbaren kleiner, doch gilt diese Feststellung bloß für den agglomerationsfreien Bereich des Mahlprozesses

Es wurde bereits früher ausgewiesen, daß die Gleichmäßigkeitszahl der Mahlprodukte von Kugelmühlen, bei gleichem Mahlgut, durch die Mahlkörperzusammensetzung der Mühle zwischen ziemlich weiten Grenzen einfließt werden kann.

Es werden Überlegungen erörtert, mit deren Hilfe bei der Wahl der Mahlkörperzusammensetzung von Kreislauf-Kugelmühlen, die Mahlbarkeitseigenschaften der Mahlgüter in Betracht gezogen werden können. Demnach kann bei der Vermahlung ein und desselben Mahlgutes in der gleichen Mühle, selbst die Füllung der nacheinander folgenden Mahlkammern, besonders bei der Vermahlung

von Gemischen verschiedener Mahlgüter, nicht auf der gleichen Grundlage (gleicher Stückzahl, gleichem Fraktionsgewicht, usw.) bestimmt werden. Den Mahlbarkeitseigenschaften nach dominieren die Mahlbarkeitseigenschaften der Gemische von Mahlgütern verschiedener Mahlbarkeit (z. B. Kalkstein + Ton, Zementklinker + Schlacke + Gips) in der groben, der mittleren und der feinen Stufe des Mahlprozesses unterschiedlich. Die Grobmahlung erschwerend Schlacke z. B. erleichtert den Mahlvorgang in der Feinmahlstufe, da sie die Agglomeration hindert, was bei der Bestimmung der Mahlkörperzusammensetzung berücksichtigt werden muß.

Kolostori, János: Effect of Grindability upon the Grinding Media Composition of Ball Mills

The uniformity factor of the product is characteristic to the grindability of different materials, an identical grinding method presupposed: hardly and easily grindable materials will show a high, and a low, respectively, uniformity factor (agglomeration excluded). According to the author's previous tests the uniformity factor of the product can be affected in a relatively wide range changing the grinding media composition of the mill too.

In this paper conjectures are given to include the grindability of the parent rock into the determination of optimum grinding media composition. It is concluded that no simple basic principle (e.g. identical particle number, identical fraction weight) is sufficient to determine the optimum grinding media composition of successive chambers of ball mills, grinding even the same material; the task becomes even more complicated if mixtures are to be ground. Practical tests showed that in mixtures of materials of different grindabilities (e.g. limestone + clay, clinker + slag + gypsum) the grindabilities of individual components affect gross grindability in a different way in the successive steps of grinding. An example: slag deteriorates coarse grinding, but improves it in the fine stage by hindering agglomeration. All these factors ought to be taken into consideration when designing the grinding media composition of ball mills.

ÚTIBESZÁMOLÓ

az 1977. július 4-8-án Prágában megtartott XI. Nemzetközi Üvegipari Kongresszusról

A Kongresszuson egyesületünk küldetésében hárman vettek részt: *Déry Attila* (Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet), *László Attila* (Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt.) és *Katona László* (Üvegipari Művek, Központ).

A Kongresszus előadásai két főcsoportban: elméleti és technológiai témakörben, négy előadótérben folytak. Mindkét főcsoport 10–10 alcsoportra tagozódva, alcsoportonként változó számú, 4–32 előadással. Minden alcsoporton belül egy-két egyórás összefoglaló előadást és változó számú, 15–20 perces előadást hallgattunk.

Az előadások angol, német, francia, orosz és cseh nyelven, tolmácsolással folytak. Az előadások 70–80 százalékanak színvonala átlagon felüli volt, ami igen jó minősítés. A kongresszus előadásanyagának kb. 75%-át teljes szöveggel kaptuk kézhez, a többit csak összefoglalás formájában. Az előadások megoszlása 50%-ban elméleti, 50%-ban technológiai, illetve vizsgálati jellegű volt. Legnagyobb látogatottsága a technológiai jellegű előadásoknak volt. A szám szerint 24 összefoglaló előadás igen színvonalasan foglalta keretbe a tárgyaló tudományos és ipari kérdéskomplexumot.

A rendelkezésünkre bocsátott kongresszusi anyag 3860 oldal, mely az elkövetkező időszakban hasznos bázisa lesz mind a technológiai fejlesztésnek, mind az elméleti kutatásnak. Elsősorban tájékoztat és útmutatást ad irodalmi dokumentálásra és főleg igen komoly ismeretanyag tárházának tekinthető.

Magyar részről a következő három előadás hangzott el:

Kocsis G. – Szabó J.: Különböző módon granulált üvegkeverékek olvasztási viselkedése,

Vojnárovits J. – Fodor M.: Iparilag gyártott bazaltszálak mikroszerkezetének vizsgálata,

Lócsei B. – Pádár J.: Egy celzián típusú vitrokerámiai anyag dielektromos tulajdonságai a kristályosodás függvényében.

Az egyidejűleg megtartott ICG közgyűlésen *Dr. Lócsei Béla* és *Déry Attila* vett részt. A régi vezetőség beszámolt három éves munkájáról és megválasztották az új vezetőséget. *Dr. Lócsei Bélát* beválasztották az ICG Vezető Bizottságába.

A 11. Albizottság Vezetőségében *P. Gilard* úrral megbeszélést folytattam a kiadandó angol – német – magyar szakszótárról. Az új, javított angol – német – francia szótárt a jövő év első felében adják ki.

Déry Attila

Cementipari őrlőgolyók mechanikai vizsgálata

LIZÁK JÓZSEF-SCHÄFFER JÓZSEF

Nehézipari Műszaki Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

A cementipari őrlőmalmokban (golyós-malmokban) évente többszáz tonna súlyú, különböző átmérőjű acélgolyót használnak fel. A bizonyos méret alá kopott acélgolyók már nem biztosítják az őrlés optimális feltételeit, ezért meghatározott időnként a golyókat ellenőrizni, válogatni kell. A két ellenőrzés közötti idő az acélgolyók élettartamának is függvénye.

Az őrlőmalmokban felhasználásra kerülő acélgolyók élettartama tehát igen lényeges tényező a gyártás gazdaságossága szempontjából. A golyók élettartamának növelése egyrészt csökkenti az 1 t cement gyártásához elhasznált acél mennyiségét, tehát közvetlenül csökkenti az önköltséget, másrészt csökkenti a műszakilag indokolt ellenőrzések, válogatások számát, s ezen keresztül is önköltség csökkentő hatása van.

Az őrlőgolyók élettartamát alapvetően a súrlódásból származó kopás, s ütközésekből származó térfogati terhelés határozza meg. Egy meghatározott malom-átmérő és adott technológiai paraméterek esetén az őrlőgolyókban ébredő térfogati igénybevétel számítható, ill. jól becsülhető. Az őrlőtestek kopása, tehát felületi igénybevétele alapvetően az őrlőtesteknek az őrlendő anyaghoz viszonyított keménységétől függ. E két, egyidejűleg ható igénybevételnek olyan anyagminőségű golyók felelnek meg, amelyek megfelelő felületi keménységgel, s elégséges szívóssággal rendelkeznek. Az ilyen követelményeket leggazdaságosabban a megfelelő ötvöztetésű, s célszerűen hőkezelt vasötvözetekkel lehet kielégíteni.

A vasötvözetek keménységét martensites szövetszerkezettel, vagy megfelelő karbid-szilárdoldattal szerkezettel biztosíthatjuk. A martensit legfontosabb tulajdonsága a nagy keménysége ($HV = 400 - 800 \text{ kp/mm}^2$), s a gyakorlatilag nulla szívóssága. A martensitesre hőkezelt acélgolyók

ezért az ütésszerű igénybevétel hatására eltörnek. A karbid-szilárdoldat szerkezetű, leggyakrabban karbid-ferrit elegyek keménysége és szívóssága a nagy keménységű ($HV = 800 - 3000 \text{ kp/mm}^2$), rideg karbid-fázis minőségétől, mennyiségétől, alakjától, eloszlásától, s a mátrix (az ágyazati ferrit) mechanikai tulajdonságaitól függ, s ötvöztetéssel és hőkezeléssel egyaránt széles határok között változtatható. A karbid-ferrit elegy az austenitesítési hőmérsékletről való megfelelő hűtéssel (perlit, bainit) vagy a martensites edzést követő megeresztéssel (szferoidit) biztosítható.

A vizsgálataink különböző karbid-ferrit elegyű acélgolyókra terjedtek ki. Tekintve, hogy az egyenletes, alakhű kopás (a gömb gömb maradjon kopás után is) fontos technológiai követelmény, vizsgáltuk a keménység eloszlását is a felület mentén. Az is reálisan előírható műszaki követelmény, hogy a megengedett átmérő-csökkenésig közel egyenletes legyen a kopásmérték, s ezért megnéztük, az egyes golyók keménységét sugárirányban is.

A szívósságra jellemző karbid mennyiséget, alakot, eloszlást adott ötvözet esetén (adott karbid minőség) mikroszkópos vizsgálattal hasonlítottuk össze. A vizsgálatba bevont őrlőgolyók adatait az 1. táblázat tartalmazza. Az 1. táblázatban feltüntetett anyagminőségek kémiai összetételét a 2. táblázat mutatja.

Minden egyes golyóból egy negyed gömbcikket munkáltunk ki. Megfelelően előkészített felületeken a következőképpen végeztük a keménységmérést:

- mindkét vágási felületen a félkörívek mentén a golyók felszínétől 1 mm-re, 10 mm-es osztásközzel.
- a negyed gömbcikk élének felezőpontjából (a gömb középpontjából) kiindulva három egy-

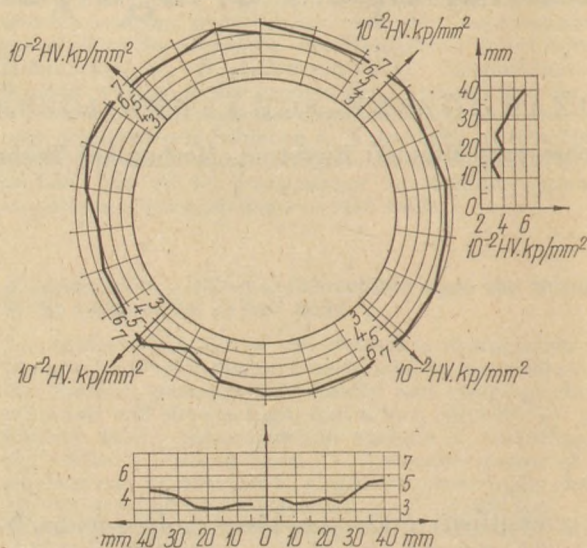
másra merőleges irányban, az éllel párhuzamosan és rá merőlegesen a két vágásfelületen, 5 mm-es osztásközzel.

A keménységmérést Vickers eljárással végeztük, az MSZ 105/12 lap szerint, 30 kp terhelőerővel.

A mérési eredményeket a negyed gömbcikk két vágásfelületének síkba terített tükörképén ábrázoltuk. Példaként a 4 jelű golyóra ilymódon megszerkesztett diagramokat az 1. ábrán mutatjuk be.

Annak érdekében, hogy a keménységmérés eredményeiből az egyes golyókat jellemző adatokhoz jussunk, meghatároztuk a következő számértékeket:

4. sz. golyón mért keménységek



1. ábra. A keménységmérési eredmények ábrázolása

1. táblázat

A vizsgált örlőgolyók adatai

Azonosítási jel	Anyagminőség	Gyártástechnológia	Átmérő mm
1	B 60 B	kovácsolt, hőkezelt	60
2	MSZ 500 - 66		60
3			90
4			88
5	A 70	kovácsolt	52
6	MSZ 500 - 66		52
7	H Cr Mo	kovácsolt, hőkezelt	92
8			92
9			60
10	41 Cr 4	sajtolt, hőkezelt	60
11	DIN 17 200		90
12			90
13			92
14	BC 13	öntött, hőkezelt	92

- a félkörívek mentén mért keménységek átlagát; ez a számérték az egyes golyók felületének keménységére jellemző,
- a sugárirányban mért keménységi adatok felhasználásával 60 mm golyóátmérő felett \varnothing 30 mm-es magban, 60 mm golyóátmérő alatt \varnothing 20 mm-es magban az átlagkeménységet; ez a számérték az egyes golyók magjának keménységére jellemző,
- külön a felületen és külön a magban a keménységmérési adatok terjedelmét; e számértékek a keménység ingadozását jellemzik a felületen, ill. a magban.

A jó áttekinthetőség érdekében az így nyert adatokat diagramban ábrázoltuk, a 2. ábrán bemutatott módon. A kis kör az átlagértéket jelzi, a vonal pedig a min. és max. keménység közötti intervallumot, külön a felületre és külön a magra. Az adatokat a golyóátmérő, ezen belül az ötvözöttség mértéke szerint csoportosítottuk.

A mikroszkópos vizsgálathoz a próbatetek egyik vágási felületét készítettük elő. Elsősorban a felület és a mag szövetszerkezetét vizsgáltuk.

Az 2. ábrából látszik, hogy a vizsgált golyók közül a legkisebb keménységgel az A 70 minőségű, kovácsolt golyók (5,6) rendelkeznek, és így a kopásállásuk is a leggyengébb.

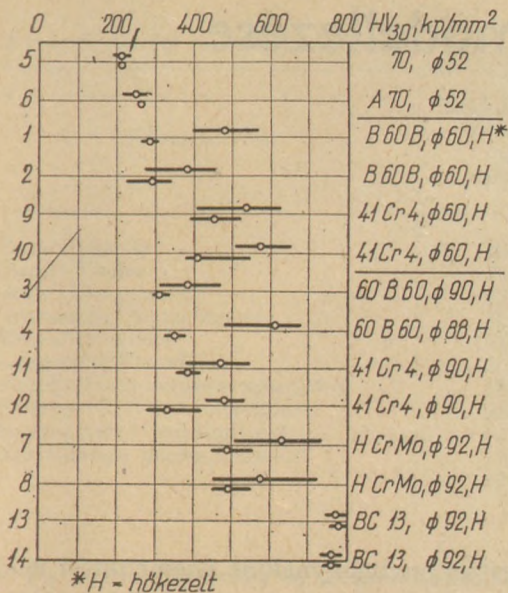
A melegalakítással gyártott és hőkezelt, egyforma átmérőjű golyók felületi keménysége a szénttartalom növekedésével, míg magkeménysége - a jobb átédzhetőség következtében - az ötvözöttség mértékével növekedett. A nagyobb felületi keménység nagyobb kezdeti kopásállóságot, míg a jobb átédzhetőség - a sugárirányban egyenletesebb keménységeloszlás miatt - egyenletes sugárirányú kopást eredményez.

Az 1. táblázatban feltüntetett anyagminőségek kémiai összetétele

Anyagminőség	C	Mn	Si	Cr	Mo	S	P
						max	
B 60 B	0,38 - 0,49	0,5 - 0,8	0,15 - 0,35	-	-	0,055	0,045
41 Cr 4	0,38 - 0,44	0,5 - 0,8	0,15 - 0,35	0,9 - 1,2	-	0,035	0,035
A 70			nincs előírás			0,06	0,05
H Cr Mo	0,6 - 0,75	0,4 - 0,8	max. 0,45	0,8 - 1,2	0,25 - 0,4	0,045	0,045
BC 13*	2,1	1,0	0,7	12,0	0,3	0,036	0,072

* Tájékoztató adatok

2. táblázat

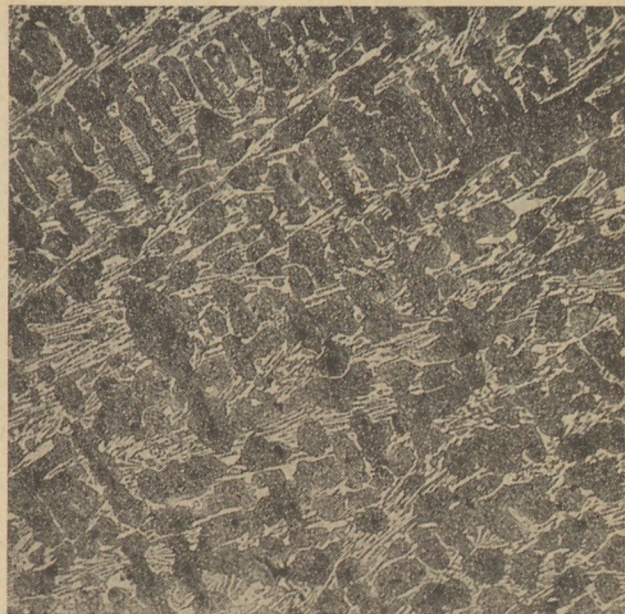


2. ábra. Az őrőlgolyókra jellemző keménységi adatok összesítő ábrázolása

A legnagyobb és sugárirányban legegyszerűsebb keménység az erősen ötvözött, eutektoidos karbidokat tartalmazó (3. ábra) 13 és 14 jelű golyóknál mutatkozott. A kopásállóság ill. az egyenletes sugárirányú kopás várhatóan ennél a csoportnál a legkedvezőbb.

A mikroszkópos vizsgálat eredménye alapján megállapítható volt, hogy a hőkezelést kétféle módon végezték, edzést vagy edzést + megeresztést, alkalmaztak. Bár az utóbbi hőkezelés költsége, azonos keménység mellett a másik eljárás-hoz képest nagyobb szívósság adódik.

A 2. ábrát tekintve az is megállapítható, hogy a hőkezelés egyenletessége úgy egy-egy golyót tekintve mint a golyókat egymással vetve össze kívánivalókat hagy maga után. Ez veszélyezteti az alaktartó, ill. az egyenletes kopást. Emiatt, de az optimális tulajdonságok biztosítása érdekében is kifizetődőnek látszik megfelelő hőkezelő beren-



3. ábra. A 13 és 14 jelű golyók szövetszerkezete (Alk. HNO₃, 200x).

dezések alkalmazása a golyók hőkezelésénél, szemben a jelenlegi, a golyók alárendelt szerepére apelláló hőkezelési gyakorlattal.

Az anyagminőség, a golyóátmérő és hőkezelési technológia megfelelő összehangolásával, egyenletes minőség biztosításával a golyók élettartamának növelése, a termelés kiesések csökkentése révén jelentős megtakarítások érhetők el.

A golyók tényleges élettartamát csak konkrét üzemi körülmények között lehet meghatározni. A laboratóriumi anyagvizsgálatok eredményeit ezért célszerű összevetni az üzemi tapasztalatokkal.

Лузак, Й.—Шэффер, Й.: Механическое испытание мельющих шаров мельниц цементной промышленности

Lizák, József — Schäffer, József: Mechanische Untersuchung von Mahlkugeln in der Zementindustrie

Lizák, József — Schäffer, József: Mechanical Testing of Grinding Balls

Közetek aprításának folyamatmodellezése

GÖLL, GERD

Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg, NDK

HELFRICHT, ROLF

Bergakademie Freiberg, NDK

1. Bevezetés

Az aprítás a legfontosabb nyersanyag feldolgozási műveletek egyike, amely számos iparágban játszik jelentős szerepet. Az iparilag fejlett államokban az évi villamosenergiatermelés mintegy 3–4%-át használják fel különböző aprítási folyamatokhoz. Az aprítási eljárások tudományos alapismeretei az utóbbi évtizedek folyamán lényegesen bővültek. A kutatások többek között az az aprítás részműveleteinek felderítésére, elsősorban az igénybevételi jellemzők és a töret szerkezeti tulajdonságai közötti törvényszerű összefüggések meghatározására irányultak. A vizsgálatok kiterjedtek az aprítási folyamatok matematikai leírására is, amelyek a modellezés és optimalizálás céljait szolgálják.

2. Közetaprítási folyamatmodellezés

A közetaprítás jellemzésére a statisztika folyamatmodellek alkalmasak (1. ábra) [1]. A független és függőváltozók közötti összefüggést az értékpárok-ból a legkisebb hibanégyzetösszegek módszere segítségével lehet meghatározni.

A matematikai modell felállításának előfeltételé képezi a leírandó folyamatot bizonyos tartományon belül jellemző változó-értékpárok kísérleteken és gyakorlati tapasztalatokon alapuló ismerete.

1964 óta számos kutató [1] – [6] végzett széleskörű vizsgálatot zúzó- és osztályozóberendezések folyamatmodellje együttható-matrixainak matematikai meghatározása céljából. Így például a *Hentzschel-Lange* féle folyamatmodell lehetővé teszi a zúzóüzem optimalizálását.

Az aprítási eredménynek az üzemeltetési mód célirányos változtatása útján való befolyásolásával szintén többen foglalkoztak. Ezzel szemben csak kevés, részben egymásnak ellentmondó adattal rendelkezünk arra nézve, hogy a feladásra kerülő anyag tulajdonságai milyen hatással vannak a pofástörőben vagy lapos kúpostörőben végzett aprítási folyamatra [7].

Következőekben az elsődlegesen nyomóigénybevétel mellett végbemenő aprítási folyamatok modellezésével a közetek szilárdsági tulajdonságainak hatására kívánunk összefüggéseket levezetni.

Ehhez több közetfajta aprítási tulajdonságaira végeztünk adatgyűjtést. A vizsgált közetek szilárdsági értékeit az 1. táblázatban tüntettük fel.

A törőtérben egyidejűleg többféle igénybevételi módozat lép fel, ezért a vizsgálatok súlypontja a halmazaprításra helyeződik. Laboratóriumi eljárás-ként a halmazszétmorzsolódási vizsgálatot [1] alkalmaztuk. A szemesehalmaz állapota ennél a vizsgálati eljárásnál közelíti meg legjobban a pofás- és kúpostörőben végbemenő művelet tényleges körülményeit. Meghatároztuk azt is, hogy az egyes független változók milyen nagyságrendben befolyásolják az aprítási eredményt. A kísérletek körülményeit – így a frakciókat, a szemesehalmazok szemeloszlását, a szemalakot, a terhelést, illetve a törőrést, a közetet – ezért rendszeresen változtattuk. Az anyagtulajdonságoknak a meghatározott üzem és közetelőfordulás matematikai modelljébe való bevonása csak akkor indokolt, ha a kiinduló modellnek az anyagáram üzemre jellemző ingadozásai, továbbá a mérési eltérések, valamint a gépek beállításánál felmerülő hibák okozta szórás ezzel csökkenthető. Ennek eldöntésére az idealizált feltételek mellett végzendő kisméretű kísérletek során nyílhat lehetőség.

Kőzet/lelőhely	Kocka nyomószilárdság σ_{WD} (kp/cm ²)	Egyedi szemcsék nyomószilárdsága σ_{ED} (kp/cm ²)	f szilárdsági érték	Kopásállóság σ_{AB} (tömeg - %)	Ütőszilárdság σ_{KS} (tömeg - %)
Bazalt/Osritz	2083	260	10,3	14,0	18,8
Bazalt/Vacha	2642	306	9,0	10,6	18,4
Gránit/Saupersdorf	2263	285	4,3	21,1	29,0
Grauwacke/Koschenberg	3198	349	12,0	7,5	13,8
Mészkö/Walbeck	1150	162	3,4	30,2	33,0
Lamprofil/Ebersbach	2695	338	9,8	8,9	12,1
Fonolit/Hammerunterwiesenthal	1658	251	6,5	18,5	23,3
Kvarcporfir/Dornreichenbach	2385	331	7,6	8,2	17,5
Kvarcporfir/Großsteinberg	1470	237	4,8	24,0	23,5
Kétesillámos gneisz/Görsdorf	1743				
	1268 -	242	3,9	23,1	25,0

3. Az egyedi szemcsék és szemesehalmazok kőzetjellemezőinek vizsgálata

3.1. Az egyedi szemcsék nyomószilárdsága

A 12,5/18, a 18/25 és a 25/35,5 mm szemnagyságú frakciókból kőzetfajtánként 30–30 zömök alakú szemcséből álló mintát vettünk. Az egyedi szem nyomószilárdsága a törőerő és a szem térfogatával azonos térfogatú képzelt kockaalakú szem felületének a hányadosa:

$$Q_{ED} = \frac{F}{3 \sqrt{\left(\frac{\bar{m}}{\rho_R}\right)^2}} \quad (\text{kp/cm}^2)$$

ahol F = törőerő [kp]

\bar{m} = a szem tömege [g]

ρ_R = a szem testsűrűsége [g/cm³]

A szemcsék egytengelyű nyomóigénybevételére két keményfémből készült lemez között került

sor. A szemcsét az első törés bekövetkezte után tehermentesítettük. Valamely szemcsét akkor tekintettük tönkrementnek, ha eredeti tömegének legalább 20%-át elvesztette.

3.2. Protodjakonov féle f szilárdsági érték [8], [9]

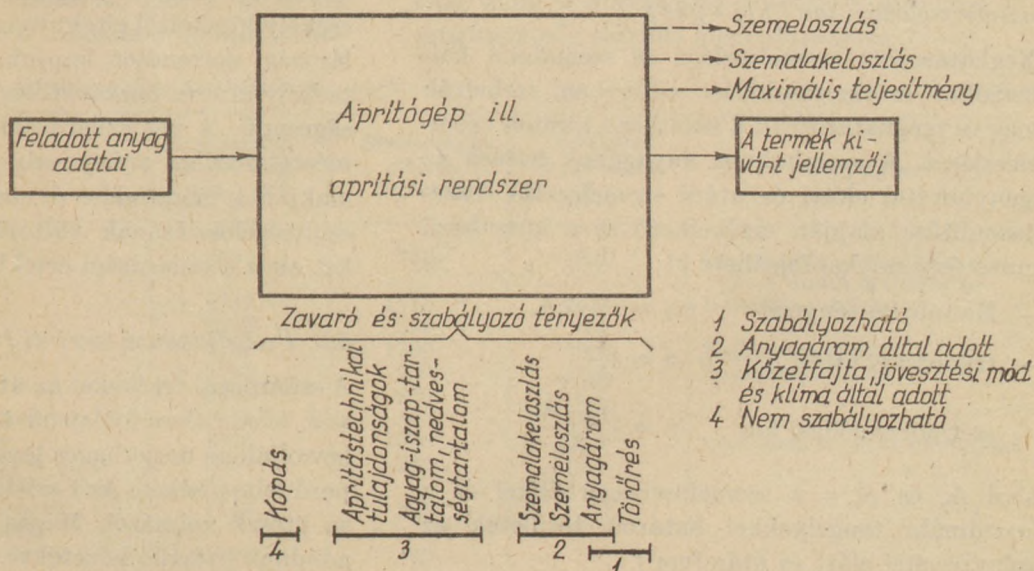
A Protodjakonov által kidolgozott értékelés a kőzeteket 10 szilárdsági osztályba sorolja. Az f értéke 0,3 és 20 között változhat. Az f szilárdsági értéket a következőképpen számítjuk ki:

$$f = \frac{20n_f}{l_f}$$

ahol n_f = az ütések száma

l_f = a szétmorzsolódott anyag magassága az előírt mérőhengerben [mm]

A hányados a szétmorzsolódott anyag egységni térfogatára eső ütőmunka, amelynek kpcm/cm³ dimenziója formálisan egyezik a szilárdság



1. ábra. Zavaró és szabályozó tényezők pofás- és kúpostörőben való aprításnál

kp/cm² dimenziójával. Mégsem indokolt az f szilárdsági értékre ennek a dimenzióknak alkalmazása, mivel az ütőmunka mértéke és a szétmorzsolódott térfogat az alkalmazott vizsgálati feltételek függvénye. A Protodjakonov féle vizsgálat abból a feltételezésből indul ki, hogy a keletkező 0,5 mm-nél kisebb szemnagyságú morzsalék az ütések számával arányosan növekszik és nem függ a mintadarabok alakjától és nagyságától.

3.3. Kockanyomószilárdság [10]

Kőzetfajtánként öt-öt kockaalakú próbatest készült. A durvaszemcsés kőzetszerkezetre (pl. kvareporfir) tekintettel a kockák élhosszúságát 60 mm-ben határoztuk meg. A légszáraz próbatesteken a méréseket – a kétsillámos gneisz kivételével – a természetes rétegződésre, padosodásra, vagy palásodásra merőleges irányban végeztük.

3.4. Kopásállóság [11]

Szemcsehalmazok kopásállóságán a 2 mm-es lyukbőségű szitán áteső tömeghányadot értjük, örlőtestfeltöltés melletti forgódobos igénybevétel után. A vizsgálati anyagmennyiség 5 000 g (± 50 g) volt. A vizsgálatot zömök alakú 18/25 mm-es frakción végeztük el.

3.5. Ütőszilárdság [12]

Szemcsehalmazok ütőszilárdsága a 8 mm lyukbőségű szitán áteső tömeghányad ütőigénybevétel után. A vizsgálatokat a kopásállóság vizsgálattal azonos mennyiségű és szemnagyságú frakción végeztük.

3.6. Mannheim-tényező, szilárdsági érték és szétmorzsolódási fok [13] – [24]

Meghatározott szemeloszlású és szemalakú halmazokat szétmorzsolódási edényben terheltük meg és meghatároztuk a keletkező töretek szemeloszlását. A szemhalmaz anyagának hatása az igénybevétel előtti és utáni szemeloszlás összehasonlítása alapján érzékelhető és a következő mutatószámokkal fejezhető ki:

$$\begin{aligned} \text{– Mannheim-tényező} & \quad m_k = A_v - A_n \\ \text{– szilárdsági érték} & \quad \alpha = \frac{A_v}{A_n} \\ \text{– szétmorzsolódási fok} & \quad z = \frac{A_v - A_n}{A_v} \end{aligned}$$

ahol A_v és A_n = a szemeloszlásgörbékkel és a koordináta tengelyekkel határolt területek az igénybevétel előtt és után [cm²].

Az alkalmazott szétmorzsolódási edény a TGL 24 336 szabvány 14. lapjában rögzítettnek felelt meg. A terhelést 180 sec. alatt 40 Mp nyomóerőre fokoztuk 15 mm/min terhelési sebesség mellett. Ezt közvetlenül követte a tehermentesítés.

A szétmorzsolódási eredmények az egyes szemcsék véletlen elhelyezkedése és egyedi szilárdsága következtében statisztikai jellegűek. A vizsgálati módszer akkor megbízható, ha hibái kisebbek mint az anyagtulajdonság változásaiból eredő jellemző változások. A vizsgálati eljárás hibaforrásaihoz mindenek előtt a szétmorzsolódási edény feltöltési körülményeit kell számítanunk. [1], [25], [29].

4. Kőzetek aprítástechnikai tulajdonságai

4.1. Az egyedi szemcsék nyomószilárdsága

A különböző frakciók egyes szemcséinek igénybevételénél változó igénybevételi sebességek mellett kialakuló szemeloszlásokat a walbecki mészköre a 2. ábra tünteti fel [1].

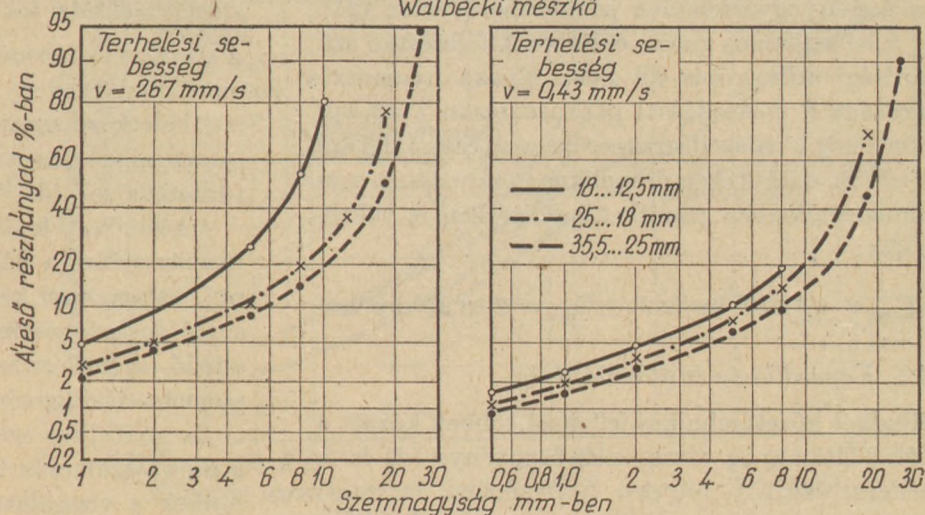
A logaritmikus valószínűségi koordinátarendszerben ívelt görbéket kapunk, amelyek alakja egyezik az olyan anyagok, mint kősó, üveg és cementklinker ismert alakjával. Eszerint nem mutatkoznak lényeges eltérések a természetes és mesterséges anyagok aprítási tulajdonságai között. Minél nagyobb az igénybevételi sebesség, annál nagyobb az egyébként változatlan feltételek mellett bizonyos szitaértéknél áteső mennyiség. Az aprított anyag szemeloszlása finomul. Valamely szemcse nyomószilárdságát tehát az igénybevételi sebesség is befolyásolja.

Az egyedi szemcsék nyomószilárdságának a kocka nyomószilárdsággal való összevetése során csekély kivételtől eltekintve a kőzetek azonos szilárdsági sorrendjét kapjuk. Az értékek közötti csekély eltérés hozzávetőleg tízes hatvány nagyságrendű. A két szilárdsági jellemző között természetszerűleg arányosság áll fenn. A szemcse alakjának módosulása és ezzel a szemcse belső feszültségeloszlásának változása jelentős eltéréseket okoz a szilárdsági értékben.

4.2. Protodjakonov szerinti f szilárdsági érték

A szilárdsági értékeket az ütésszám függvényében a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az eredmények igazolják az összefüggés levezetésének alapját képező feltevéseket. Az f szilárdsági érték független az ütések számától. Magas f szilárdsági értékek adódnak ütészálló kőzetekre.

Logaritmusos koordináta-rendszer
Walbecki mészkő



2. ábra. Az egyedi szemcsék szilárdságvizsgálatánál keletkező szemeloszlás

2. táblázat

Az f szilárdsági érték az ütések n_i számának függvényében 18/25 mm-es eredeti frakció esetén

Kőzet/lelőhely	n_i ütések száma		
	5	10	15
Bazalt Ostritz	10,6	10,3	10,4
Grauwacke/Koschenberg	12,1	12,0	11,9
Kvarcporfir/Großsteinberg	4,6	4,8	4,5
Kétesillámos gneisz/Görsdorf	3,8	3,9	3,6

4.3. Kockanyomószilárdság

A mért σ_{WD} kockaszilárdsági értékeket,

$R/R = \sigma_{WD \max} - \sigma_{WD \min}$ legnagyobb szilárdsági eltéréseket, és a

$V/V = \frac{s}{\sigma_{WD}}$ variációs koefficienseket kemény

kőzetekre a 3. táblázat tartalmazza, ahol s a szórás értéke, σ_{WD} a kockanyomószilárdság átlaga.

A nagy szilárdsági eltérések, illetve variációs koefficiensek különböző okoknak tulajdonítha-

tók. Így például különös érdeklődésre tarthat számot a kocka nyomószilárdság meghatározás módszerének hiányossága [1], [26].

A vizsgálógépben a nyomóigénybevétel hatására elvileg minden próbatest alakváltozást szenved. Ennek az alakváltozásnak mértéke kőzetfajtánként változó. Nagy nyomószilárdságú kőzeteknél (pl. grauwacke, lamprofir esetében) a terhelés folyamán csak **kismérvű** lepattozkodás **jelentkezik**, majd a maximálisan felvehető igénybevételnél a kőzetminta nagy zajjal és a töredarabok nagy kinetikai energiája mellett hirtelen szétpattan. Más a helyzet a plasztikusabb anyagoknál (mészkő), illetve a porfiros (durvaszemcsés) szerkezetű (gránit), vagy hasadozott kőzeteknél (bazalt). Ezeknél folyamatosan változik a kiindulási keresztmetszet és a kockanyomószilárdság számítása kérdésessé válik. Az egyedi szemcsék szilárdsági vizsgálatához hasonlóan ezeknél a vizsgálatoknál is mérlegelés tárgyává kellene tenni a kőzetkocka törésének bizonyos tömegveszteség szerinti meghatározását.

Kőzetminták kocka nyomószilárdsága, szórása és variációs koefficiense

3. táblázat

Kőzet/lelőhely	Kockanyomószilárdság (kp/cm ²)	Szilárdsági eltérés (kp/cm ²)	Variációs koefficiens (%)	Megjegyzés
Bazalt/Ostritz	2083	740	15,9	szabálytalan repedések, 2-5 cm-es távolságban
Bazalt/Vacha	2642	1710	26,2	hajszálrepedések
Gránit/Saupersdorf	2236	360	6,8	
Grauwacke/Roschenberg	3198	1300	25,8	hajszálrepedések
Mészkő/Walbeck	1160	760	22,8	hajszálrepedések
Lamprofir/Ebesbach	2695	200	4,7	
Fonolit/Hammerunterwiesenthal	1658	840	19,5	
Kvarcporfir/Großsteinberg	1470	1090	29,4	
Kvarcporfir/Dornreichenbach	2385	940	14,5	
Kétesillámos gneisz/Görsdorf (palásodással párhuzamosan)	1743	150		repedések mállott tünetekkel
Kétesillámos gneisz/Görsdorf (palásodásra merőlegesen)	1268	40		

A törésvalószínűségi függvény felvételével a szilárdság egyértelműen jellemezhető volna (24).

A kétsillámos gneisz esetében kifejezetten szilárdsági anizotrópia áll fenn. Kocka nyomószilárdsága a palásodással párhuzamosan 1743 kp/cm², míg a palásodásra merőlegesen csak 1268 kp/cm². Ez a jelenség a dinamikus rugalmassági modulus értékeiben jelentkező eltérésben is tükröződik:

$$\| E_{\text{dyn}} = 4,61 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2; \perp E_{\text{dyn}} = 2,94 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$$

4.4. Kopásállóság és ütőszilárdság

Mindkét kőzettechnikai jellemző többek között a vizsgálati anyag tömegének függvénye (4. és 5. táblázat) [26].

4. táblázat

Kopásállóság (%) a vizsgálati anyagtömeg függvényében 25/35,5 mm-es frakció esetén

Kőzet/lelőhely	Vizsgálati anyagtömeg (g)	
	1500	5000
Bazalt/Vacha	15,1	9,3
Grauwacke/Koschenberg	15,9	9,1
Mészkö/Walbeck	51,0	32,3
Kétsillámos gneisz/Görsdorf	31,6	22,7

A vizsgálati anyag tömegének csökkentése esetén az őrlőtestek azonos feltöltési foka mellett, a szemcsék igénybevétele fokozódik. Ennek következtében növekszik a 2 mm alatti letöredezett, lekopott anyag tömeghányada.

5. táblázat

Ütőszilárdság (%) a vizsgálati anyagtömeg függvényében 25 35,5 mm-es frakció esetén

Kőzet/lelőhely	Vizsgálati anyagtömeg (g)	
	1500	5000
Bazalt/Vacha	11,7	10,3
Grauwacke/Koschenberg	12,4	8,2
Mészkö/Walbeck	26,7	25,1
Kétsillámos gneisz/Görsdorf	16,7	15,3

A kopásállósággal ellentétben, az ütőszilárdság kevésbé függ a vizsgálati anyag tömegétől. Amíg az ütőszilárdság meghatározása során a szemcsehalmazt mint egészet vizsgáljuk és így egy halmazjellemzőt kapunk, addig a kopásállóság meghatározásánál az egyedi szemek szilárdságát vizsgáljuk. Ennek a körülménynek, valamint az eltérő igénybevételi módnak tulajdoníthatók a kopásállóságban mutatkozó nagyobb különbségek. Megállapítható, hogy a vizsgálati értékek eltérése a kopásállóságnál (max. 8%) nagyobb mint az ütőszilárdságnál (max. 4%).

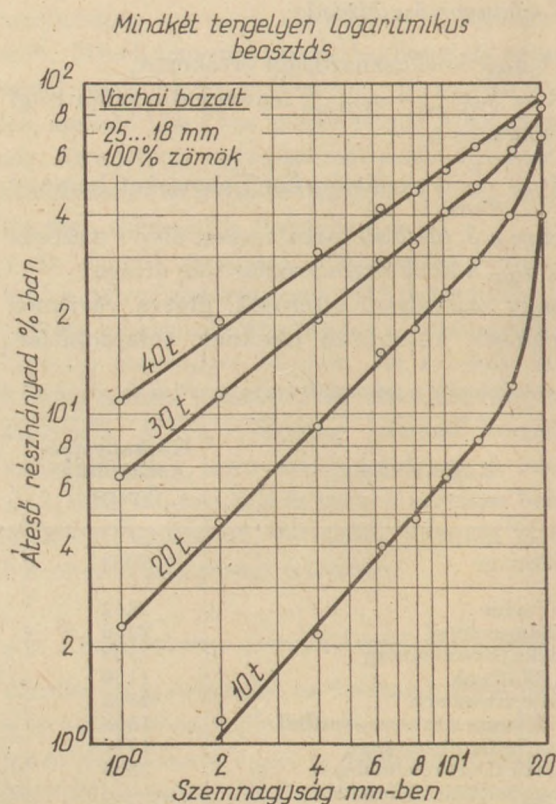
4.5. Mannheim-tényező, szilárdsági érték és szétmorzsolódási fok

A 18/25 mm szemnagyságú vachai bazalt szétmorzsolódási edényben különböző terhelések mellett keletkező szemeloszlásait mindkét tengelyen logaritmikus beosztású koordináta-rendszerben tüntettük fel. (3. ábra) [1], [25], [26].

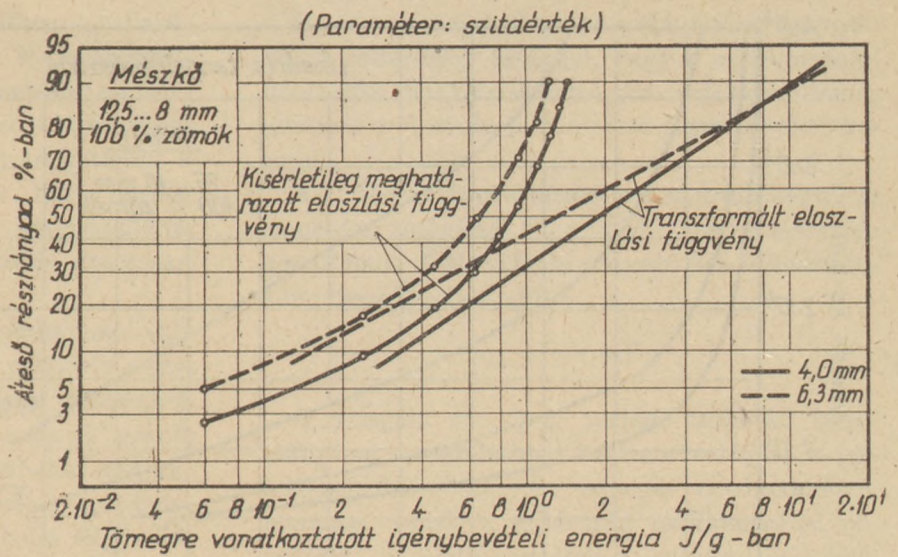
A különböző koordináta-rendszerekben való ábrázolás során, a kőzetteni összetételtől függetlenül, valamennyi kemény kőzetre lényegében hasonló futású szemeloszlás-görbéket kapunk. Az adódó szemeloszlások egyik ismert analitikus szemeloszlásfüggvénynek sem felelnek meg.

Az analitikus szemeloszlásfüggvényektől főleg a durva szemcsék tartományában mutatkozó eltérések a vizsgálati frakciókkal magyarázhatók. Kis morzsolódás esetén a szétmorzsolódott anyag szemeloszlását a vizsgálati anyag eredeti szemeloszlása minden esetben érzékelhetően befolyásolja. Ez a hatás az igénybevétel fokozásával egyre jobban háttérbe szorul. Bazalt esetén a szemeloszlás-görbe 40 Mp igénybevétel mellett például a hatványeloszlásnak megfelelően alakul. (3. ábra)

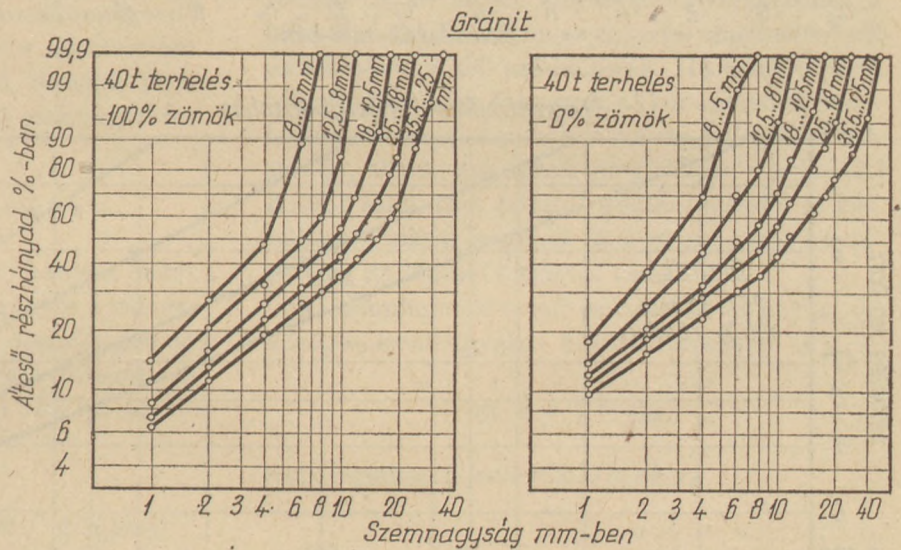
A nyomó és nyíró erők egyidejű fellépése a szemcsehalmazban csekély igénybevétel mellett szétmorzsolódást és koptatást idéz elő, amelyek szuperponálása a 3. ábrán feltüntetett szemeloszlás-görbék kialakulására vezet. Az igénybevétel fo-



3. ábra. Szétmorzsolódási vizsgálatnál keletkező szemeloszlás különböző terhelések mellett



4. ábra. Áteső részhányad a tömeg szerinti fajlagos energia függvényében



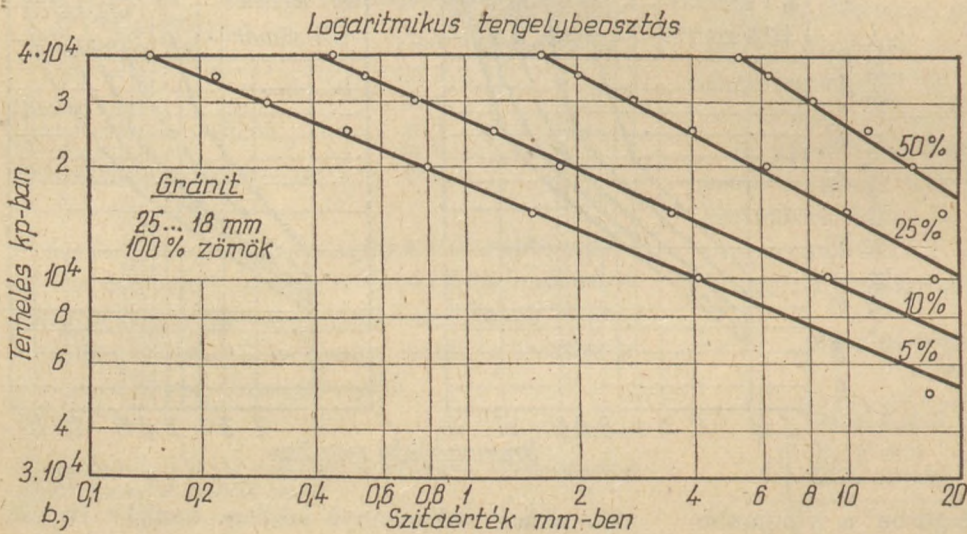
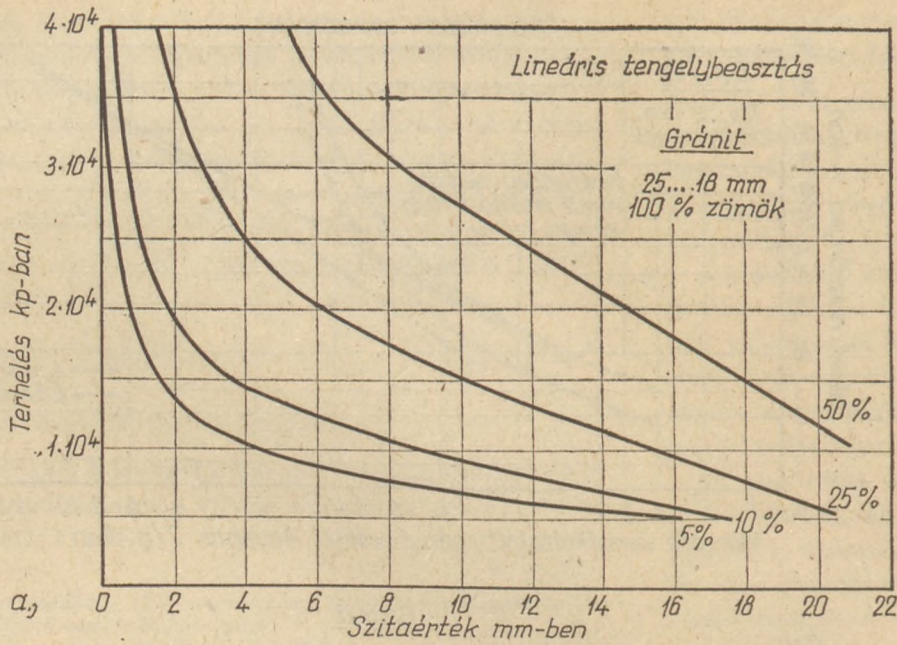
5. ábra. Szétmorzsolódási vizsgálatnál keletkező szemeloszlás, különböző eredeti frakciók esetén (RRSB-koordinátarendszer)

kozódásával a szemeloszlásgörbe a finomabb szemcsék tartománya felé tolódik, ami a szétmorzsolódás hányadának a koptatóhatással szembeni fokozódására utal. Hangsúlyozni kell, hogy nagy igénybevétel mellett is előfordulhatnak az eredeti szemmagyság felső határát megközelítő szemcsék. Ez egyrészt a szemcsék különböző szilárdságával, másrészt azzal magyarázható, hogy a finom szemcsék a durvább szemcsékre nézve védőhatást fejtenek ki. Szemcsehalmazok morzsolása során a törési mozzanatok egész sora megy végbe, ezért a folyamat egyes szemcsék törési valószínűsége szerinti vizsgálata nem jöhet tekintetbe. Az aprítás jellemzésére ezért a szemeloszlásgörbe szolgál. Mivel valamennyi szemcse ki lehet téve az igénybevételnek, a szemeloszlásgörbe egyben a törési függvénynek is megfelel.

Ha logaritmusos valószínűségi koordinátarendszerben az áteső hányadot a tömegre vonatkoztatott igénybevételi energia függvényében hordjuk

fel, akkor valamennyi kőzetre konkáv ívelésű folytonos görbéket kapunk. A 4. ábra ilyen módon tünteti fel a 8/12,5 mm frakciójú walbecki mészkő szemeloszlását a szétmorzsolódás után. A görbék futása a szemcsehalmaz felső szilárdsági határának létezésére utal. Ez azzal magyarázható, hogy csekély igénybevételi energia mellett csupán néhány szemcse szétmorzsolódására kerül sor, míg bizonyos fajlagos terhelésen felül valamennyi szemcse morzsolódik. Ha ezt az szemeloszlást háromparaméteres logaritmusos normáeloszlásként kezeljük és megfelelő transzformációkkal ugyanilyen kétparaméteres eloszlássá alakítjuk át, akkor a 4. ábrába berajzolt egyeneseket kapjuk, amelyek a következők szerint írhatók le [27], [28]:

$$\Phi(z'_w/d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_0^{z'_w} e^{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}} d \ln t$$



6. ábra. Adott áteső részhányad eléréséhez szükséges terhelés a szitaérték függvényében

$$\text{ha } z'_w = q \frac{z}{q-z}$$

$$\text{és } 0 < z_w < q \text{ ill. } 0 < z'_w < \infty$$

ahol z_w és z'_w = valószínűségi értékek
 z = szétmorzsolódási fok

Ily módon lehetővé válik a szemcsehalmaz q felső szilárdsági határának meghatározása.

Az 5. ábra a saupersdorfi gránit különböző eredeti frakcióinak szétmorzsolódás utáni szemeloszlásgörbéit tünteti fel. Az ismertetett megállapítások értelemszerűen itt is érvényesek. A szemhalmazban a szétmorzsolódás után is találunk az eredeti szem nagyságnak megfelelő durva szemeket. A durvább frakciók görbéi egyenes szakaszának emelkedése csökken, a szemeloszlásgörbék

a durva tartományban széthúzódnak. Ugyanakkor a finomszemcsék tartományában összefutnak a görbék. Az igénybevétel módja nagy terhelés mellett a feladott szem nagyságtól függetlenül hasonló viszonyokat eredményez, ami a finomszemcse tartomány szemeloszlásának hasonlóságával magyarázható.

Az eredeti anyag szemalakjának a szétmorzsolódott anyag szemeloszlására gyakorolt hatása ugyancsak az 5. ábrából tűnik ki. Megállapítható, hogy a szemalak változásával a görbe futása lényegében változatlan marad. Lemezes alakú szemek esetében azonban a szemeloszlásgörbéknek – a zömök alakú szemek görbéjéhez képest – a finomszemcsék tartománya felé való eltolódása figyelhető meg. Az aprított anyag szemeloszlása szűkebb határok közé kerül. Ez a megállapítás valamennyi kőzetfajtára és eredeti frakcióra ér-

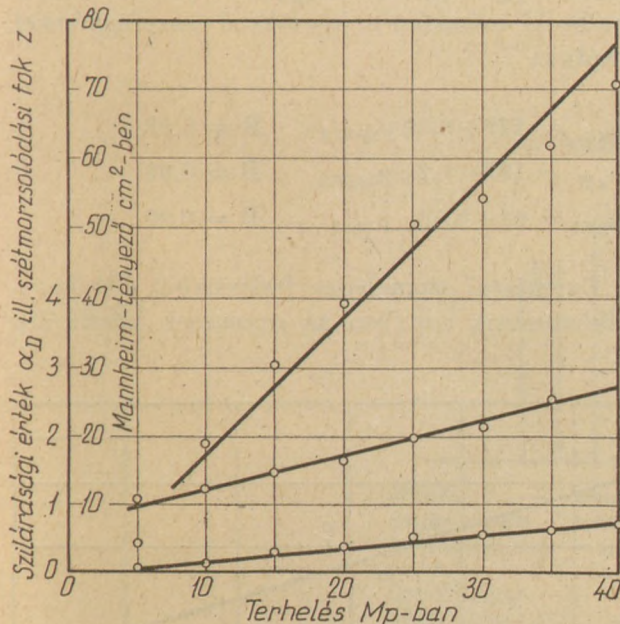
vényes. A változások mértékét főleg a szilárdság befolyásolja. Amíg a kisebb nyomószilárdságú görsdorfi kétsillámú gneisz esetében a 4 mm-es szemnagyságnál lemezes frakció esetén áteső részhányad a frakciós nagyságtól függetlenül a zömök frakcióra vonatkoztatva hozzávetőleg 122%-ra fokozódik, addig a nagy nyomószilárdságú vachai bazaltnál ez a növekedés átlagosan 145%.

Ha az eredeti frakció d_0 felső szemhalmazhatárától indulunk ki és vizsgáljuk a valamely s szitaértéknél kívánt áteső részhányad eléréséhez szükséges terhelést, akkor saupersdorfi gránit esetében a 6. ábrán feltüntetett görbéket kapjuk. Az áteső részhányad növekedésével és a szitaérték csökkenésével a szükséges terhelés nagymértékben fokozódik. Ha ezeket a görbéket mindkét tengelyen logaritmikus beosztású koordinátarendszerben ábrázoljuk, akkor negatív emelkedésű egyeneseket kapunk (6. ábra). A terhelés és a szitaérték összefüggése a következő viszonytal fejezhető ki:

$$\log F_{D, d_0} = -b_{21} \cdot \log s + \log a_{21}$$

A valamely meghatározott áteső hányad eléréséhez szükséges terhelés fordítva arányos a választott szitaérték hatványával. Az összefüggésben a_{21} és b_{21} állandók, amelyek értéke a vizsgált D áteső részhányadtól és az eredeti frakció szemnagyságától függ.

Eredeti szemnagysághfrakció: 8/12,5 mm



7. ábra. Mannheim-tényező, szilárdsági érték és szétmorzsolódási fok a terhelés függvényében, kétsillámos gneisz esetében

Ha az aprítási eredményt a Mannheim-tényezővel, a szilárdsági értékkel, vagy a szétmorzsolódási fokkal írjuk le, akkor a görsdorfi kétsillámos gneiszre a 7. ábrán feltüntetett függvényeket kapunk.

A 7. ábra változói között a kőzetminőségtől és az eredeti frakciótól függetlenül lineáris összefüggés áll fenn. A Mannheim-tényező és a terhelés közötti összefüggés alakja:

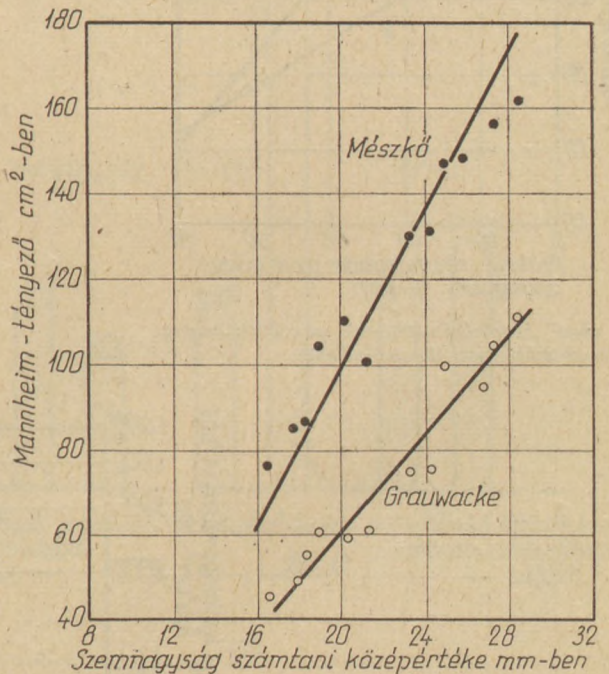
$$m_k = a_1 + b_1 F$$

A vizsgált 40 Mp-ig terjedő terhelési tartományban a szemhalmaz szétmorzsolódása a terheléssel fokozódik. Az egyenes emelkedésének mértéke, amely a szilárdság csökkenésével növekszik, a szétmorzsolódási munka mértékéül szolgál. A 40 Mp-ot meghaladó nyomóerőnél, a falhatás következtében az egyenes emelkedésének csökkenésével kell számolnunk. Ha a nyomóerőt túlzott mértékben fokozzuk, akkor az eredeti szemhalmaz elveszíti ömlesztett anyag jellegét és összeálló, tömör anyagnak megfelelően viselkedik. Kisebbszilárdságú kőzetek például mészkő és kétsillámos gneisz esetében ez a jelenség már hozzávetőleg 35 Mp-nál kezdetét veszi.

A Mannheim-tényező és az eredeti anyag d_m közepes szemnagysága közötti kapcsolat az

$$m_k = a_1 + b_1 \cdot d_m$$

összefüggéssel fejezhető ki (8. ábra)



8. ábra. Mannheim-tényező az eredeti anyag átlagos szemnagysága függvényében (kettős keverék)

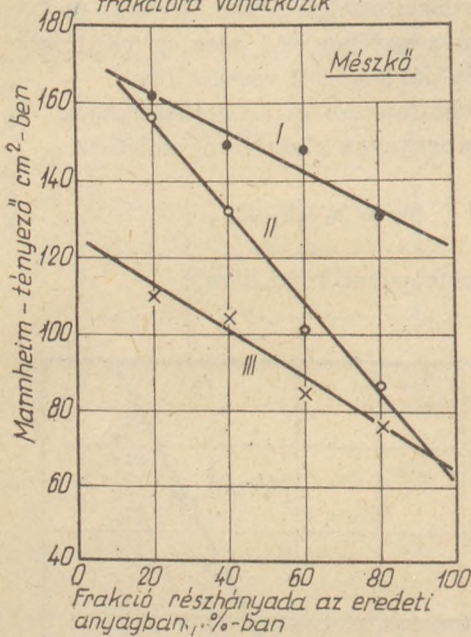
A walbecki mészkő kivételével közel azonos emelkedésű egyeneseket kaptunk. A szemcsehalmoz halmazszilárdsági tulajdonságai az egyenes helyzetében jutnak kifejezésre. Minél nagyobb a szemcsehalmoz törőszilárdsága, annál mélyebben helyezkedik el az egyenes.

A szélsőséges tulajdonságú walbecki mészkőre és a koschenbergi grauwackera (8. ábra) a kiegyenlítő számítás a következő összefüggéseket adta:

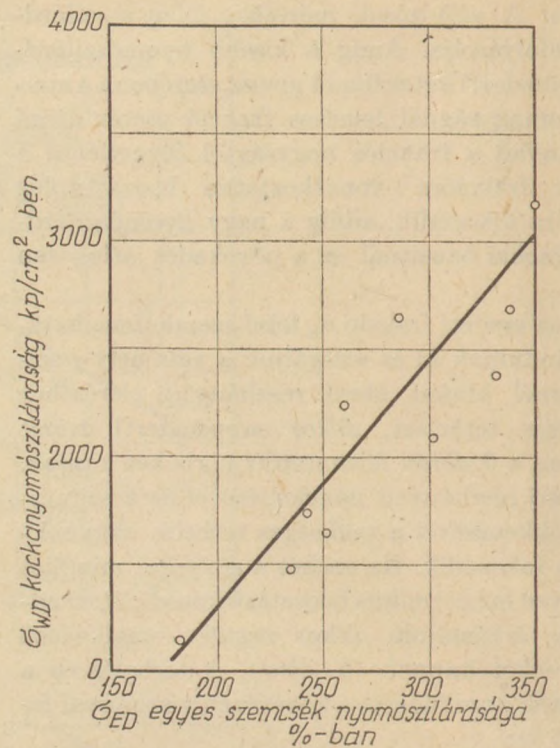
Kőzet	$m_k = f(d_m)$	Meghatározottsági fok B
mészkő	$m_k = -87,7 + 9,3 \cdot d_m$	B = 0,97
grauwacke	$m_k = -56,6 + 5,9 \cdot d_m$	B = 0,97

Szemnagysághányad	I.	II.	III.
18...12,5		x ¹⁾	x ¹⁾
25...18	x ¹⁾		x
35,5...25	x	x	

1) Abszcisszán megjelölt szemnagysághányad erre a szemnagysághányadra vonatkozik



9. ábra. Mannheim-tényező az eredeti anyag szemeloszlásának függvényében



10. ábra. Kockanyomószilárdság az egyes szemcsék nyomószilárdságának függvényében

A lineáris tag együtthatója ebben a szétmorzsolódás mértékének kifejezője. Közepes szilárdságú kőzeteknél ez az együttható 6,5 és 7,5 közötti értékeket ér el.

A 9. ábra a Mannheim-tényező értékét tünteti fel a két frakciójú keverékek százalékos összetételének függvényében. Kiegyenlítő számítással a walbecki mészkőre a következő összefüggéseket kaptuk:

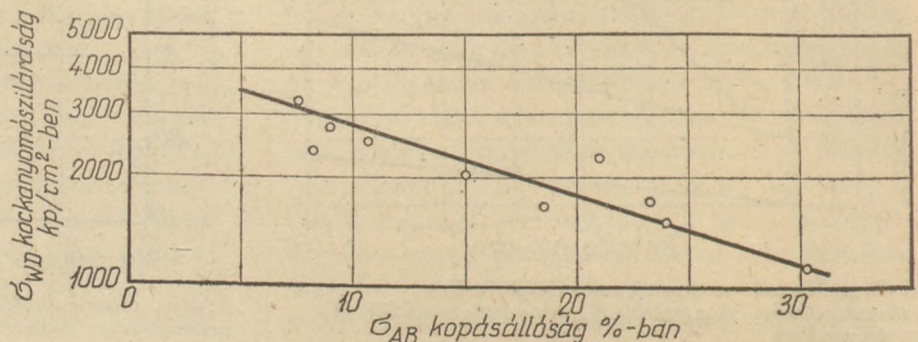
$$m_{kI} = 122 + 0,51 p_{25/35,5} \quad B = 0,98$$

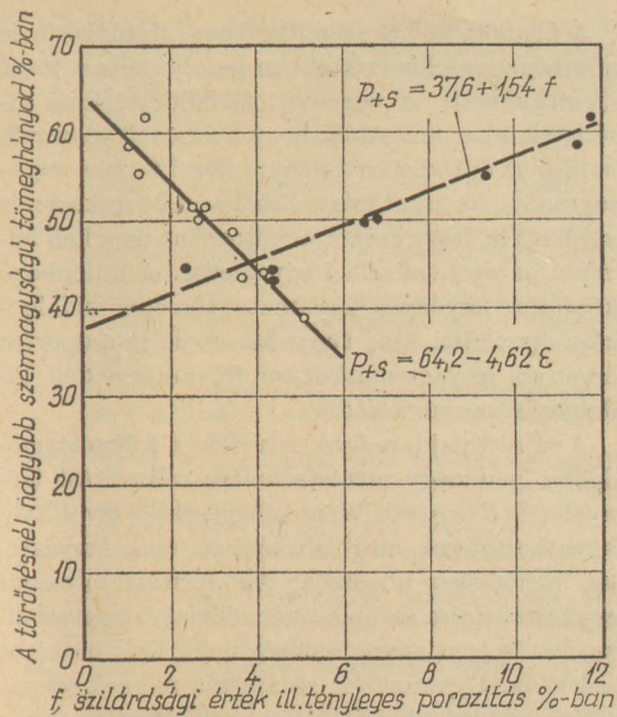
$$m_{kII} = 188 - 1,2 p_{12,5/18} \quad B = 0,99$$

$$m_{kIII} = 63 + 0,62 p_{18/25} \quad B = 0,99$$

Egymással szomszédos frakciókból álló keverékhalmazok esetében az egyenesek közelítőleg

11. ábra. Kockanyomószilárdság a kopásállóság függvényében





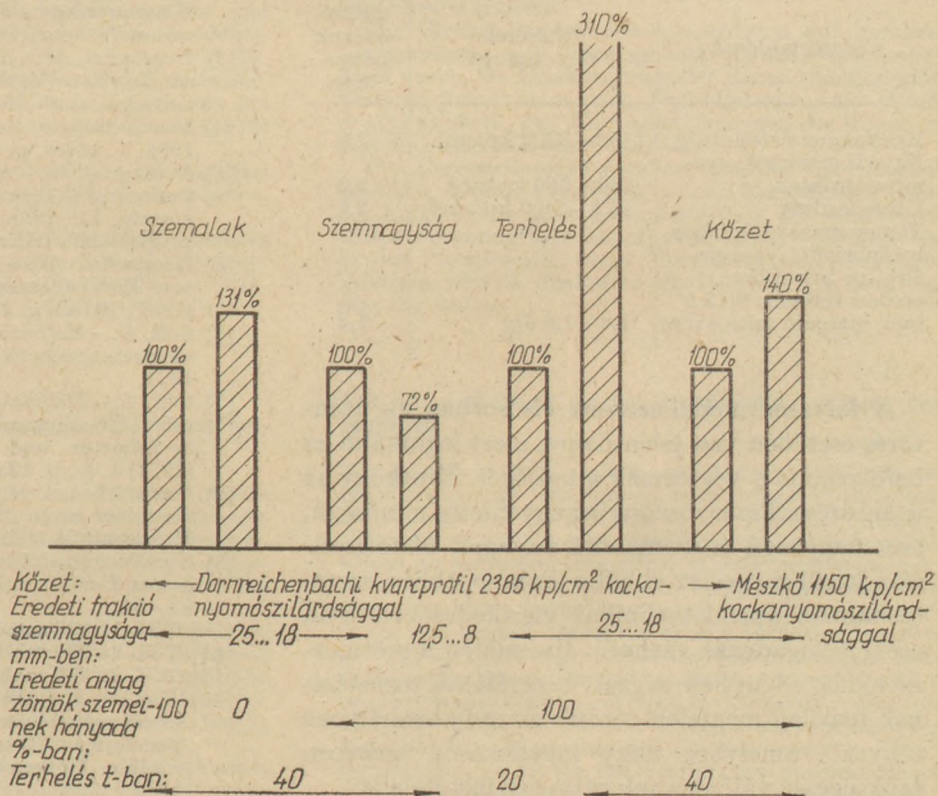
12. ábra. Az f szilárdsági érték ill. a tényleges porozitás kihatása a törérsnél nagyobb szemmagyságú tömeghányadra

párhuzamosak. A várakozásnak megfelelően az eredetileg durvább szemcsehalmazok m_k értékei nagyobbak és jobban is morzsolódnak. Lépesős szemeloszlású keverékhalmazokra viszont lényegesen meredekebb egyenesek adódnak.

A 10. ábra a vizsgált kemény kőzetek kocka nyomószilárdsága és az egyedi szemcsék nyomószilárdsága közötti összefüggést tünteti fel. A két szilárdsági jellemző között arányosság áll fenn.

A kocka nyomószilárdság és a kopásállóság között fennálló összefüggést a 11. ábra szemlélteti. A kopás növekedésével például nagyobb felületi mállottságú kőzetek esetében a nyomószilárdság csökken. Határozott összefüggések állapíthatók meg valamely szemcsehalmaz kopásállósága, illetve ütőszilárdsága és a Protodjakonov szerinti f szilárdsági érték között is. A Protodjakonov féle f szilárdsági érték és az egyes szemcsék nyomószilárdsága már kielégíti az egyszerű és gazdaságos vizsgálati eljárások iránti követelményt. Ezért ezek a jellemzők alkalmasak a statikus és dinamikus szilárdság előzetes megítélésére. Az ilyen paraméterekkel kifejezett anyagtulajdonságok az aprítási folyamatra rendszerint jelentős befolyást gyakorolnak.

12. ábra a Protodjakonov féle f szilárdsági érték és a kőzet porozitásának a törérsnél nagyobb szemmagyságú termék tömeghányadára gyakorolt hatását szemlélteti. Ez a két paraméter jelentős mértékben befolyásolja a töret szemeloszlását. Amíg az eredeti anyag szilárdságának növekedésével egyre durvuló szemeloszlású töret keletkezik, addig a porozitás fokozódásával a törérszt meghaladó méretű szemmagyságú töret tömeghányada csökken.



13. ábra. Az aprítási eredményt befolyásoló különböző tényezők összehasonlítása

6. Következtetések az aprítási folyamatmodellezéshez

A töret szemeloszlása lényegében a feladott anyag szemeloszlásától és szemalakjától, a terheléstől és a közet minőségétől függ. (13. ábra.)

Az 5 mm-es, illetve 10 mm-es szitanyíláson át-eső hányadot a 8/12,5-mm-es, illetve a 18/25 mm-es frakciónál első sorban a szemcsehalmaz igénybevétele határozza meg. Ha a terhelés 20 Mp-ról 40 Mp-ra emelkedik, akkor az áteső részhányad kőzetfajták szerint változóan 2,6–3,3-szorosára növekszik. Az anyagtulajdonságok, a szemcsenagyság és a szemalak változásának hatása ennél lényegesen kisebb.

Megállapítható, hogy jelentős eltérések mutatkoznak a szabályos próbatestek, a szabálytalan alakú egyedi szemcsék és a szemcsehalmazok aprítási viselkedésében (6. táblázat). A szemcsehalmaz esetén az egyedi szemek tulajdonságai kiegyenlítődnek. Így például a tömegegységre jutó igénybevételi energia 90%-os kvantilisre mészkő szemcsehalmaz esetében 1,4 J/g, míg grauwacke szemcsehalmaznál 1,8 J/g. Ezeknek az energiameennyiségeknek a hányadosa csak 1,3, ezzel szemben a megfelelő kockanyomószilárdsági értékek közötti különbség lényegesen nagyobb.

6. táblázat

Különbségek a szabályos alakú próbatestek, szabálytalan alakú egyedi szemcsék és szemcsehalmazok szilárdságában

Kőzettulajdonság	Eltérések tartománya	Szélső értékek hányadosa
Kockanyomószilárdság	1150 – 3200 kp/cm ²	2,8
Egyedi szemcsék nyomószilárdsága	160 – 350 kp/cm ²	2,2
Útőszilárdság	13,8 – 29,0 kp/cm ²	2,1
Tömeg szerinti fajlagos igénybevételi energia 90%-os kvantilisre, eredeti frakció: 8/12,5 mm, vizsgáló szita 4 mm	1,4 – 1,8 J/g	1,3

A folyamatmodellezésnek elsősorban az utántörés esetében van jelentősége, mert leginkább az befolyásolja a végtermék minőségét. Minthogy az utántörésnél már viszonylag egyenletes minőségű, szemnagyságú és szemalakú anyagok feldolgozására kerül sor, ezért ebből a szempontból a szemcsehalmaz aprítástechnikai viselkedésében csak csekély ingadozás várható. Így módon a szétmorzsolódási edényben végzett vizsgálatok terhelésének iparilag megfelelő törörés marad a szabályozó tényező, amelyhez nagy ingadozások esetében szükségessé válhat a teljesítmény felvétele is.

A feladott anyag szemnagysága, szemalakja és minősége csak kis mértékben befolyásolja a töret szemeloszlását. A végrehajtott laboratóriumi kísérletek is azt mutatták, hogy a felsorolt tényezők hatása az aprítási eredményre közel azonos nagyságrendű. Az utántörésre ebből az a következtetés vonható le, hogy ezeket a változókat nem kell felvenni az optimalizálási egyenletbe. A különböző kőzetekre érvényes folyamat egyenletek kidolgozása ilymódon két, vagy három kőzetcsoportha érvényes anyagvonatkozású folyamatmodell kidolgozására redukálódik.

A kőzettulajdonságok felvétele a folyamatmodellbe igen nagy mérés-technikai ráfordítást igényelne és a regressziós összefüggésekből levonható következtetések megbízhatóságát csak lényegesen mértékben növelnék. Az aprítási folyamat együttes leírása során a technológiai és géptechnikai hatások az anyagminőség befolyását háttérbe szorítják. Ugyanakkor az aprítás mikrofolyamatának matematikai-fizikai modelljeiben az anyag befolyása feltételezhetően jelentős szerepet játszik.

IRODALOM

- [1] Göll, G.: Modellierung des Zerkleinerungsprozesses bei vorherrschender Druckbeanspruchung unter besonderer Berücksichtigung des Stoffeinflusses. Bergakademie Freiberg, Sektion Verfahrenstechnik und Silikatechnik. Doktori értekezés 1975.
- [2] Lange, R.: Beitrag zur mathematisch-statistischen Erfassung und Optimierung von Zerkleinerungs- und Klassieranlagen. Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Doktori értekezés 1968.
- [3] Hentzschel, W. – Lange, R.: Die Mengenoptimierung als eine neue Methode zur Projektierung von Zerkleinerungs- und Klassieranlagen. Tagungsberichte 3. Internationale Baustoff- und Silikattagung Weimar, 1968. 1. kötet, p. 51 – 60.
- [4] Hentzschel, W. – Lange, R.: Programmierung und Optimierung in Schotter- und Splittwerken. Baustoffindustrie, 11 (1968), 5. sz. p. 166 – 171 (I. rész), 6. sz. p. 202 – 205 (II. rész).
- [5] Hentzschel, W. – Lange, R.: Verfahrenslogarithmen von Zerkleinerungsstammäumen. Bergakademie 19 (1967) 10. sz. p. 614 – 618.
- [6] Göll, G. – Helfricht, R.: „Gesteinsparameter für Zerkleinerungsalgorithmen” 1. és 2. részjelentés 1970/1971.
- [7] Göll, G. – Helfricht, R.: Einige Betrachtungen zu den rohstoffbedingten Einflußgrößen bei der Zerkleinerung in Schotter- und Splittwerken. Baustoffindustrie 14 (1971) 4. sz. p. 133 – 138.
- [8] Protodjakonov, M. M.: Bestimmung der Festigkeit der Gesteine nach Proben unregelmäßiger Form. Ugol, Msozkva 374 (1957) 4. sz. p. 13 – 17.
- [9] Everling, G.: Richtlinien für Festigkeitsuntersuchungen an Gesteinen Bergbau-Archiv 25 (1964), 1/2. sz. p. 85 – 91.
- [10] TGL 11 336 szabvány 3. lap.
- [11] TGL 24 336 szabvány 15. lap.
- [12] TGL 24 336 szabvány 13. lap.
- [13] Kunath, H.: Die Beurteilung des Widerstandes von Straßengesteinen gegenüber dynamischen Beanspruchungen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden (1963) 6. sz. p. 1773 – 1780.

- [14] *Kunath, H.*: Probleme der Prüfung und Beurteilung der Festigkeiten von Gesteinsbaustoffen für den Straßenbau. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Hechschule für Architektur und Bauwesen Weimar*, 13 (1966) 3. sz. p. 397–402.
- [15] *Kunath, H.*: Die Beurteilung von Festigkeit von Splitt für den Straßenbau. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, 13 (1964), 4. sz. p. 1071–1077.
- [16] *Haller, P.*: Die Prüfung der Festigkeitseigenschaften von Splitt und Schotter. *Straße und Verkehr* (1959), 8. sz. 401–406.
- [17] *Lange, P.*: Zur Untersuchungsmethodik von Grauwacken und zu ihrem Einsatz in der Baustoffindustrie. *Zeitschrift für angewandte Geologie* 19 (1973), 1. sz. p. 40–49.
- [18] *Brand, W. – Zichner, G.*: Über die Festigkeitsprüfung von Gesteinssplittern. *Straße und Autobahn* (1966), 2. sz. p. 50–55.
- [19] *Wieden, P.*: Erfassung von Gesteinseigenschaften durch Schlag-Zertrümmerungswert und Los-Angeles-Test. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte Leoben*, 114 (1969), 10. sz. p. 310–315.
- [20] *Hegner, B.*: Untersuchungen zur Kennzeichnung der Widerstandsfähigkeit scherer Zuschlagstoffe gegen statische und Dynamische Beanspruchung. Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Diplomamunka, 1967.
- [21] *Zertrümmerungswert. Straßenbau-Technik* 25 (1972) 4. sz. p. 35–36.
- [22] *Gragger, F. – Fey, K.*: Ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung des Zertrümmerungswertes von Splitt. *Straßen- und Tiefbau* 24 (1970), 3. sz. p. 117–183.
- [23] *Kunath, H.*: Die Beurteilung der Festigkeit von Schotter für den Straßenbau. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden* (1961) 6. sz. p. 1357–1366.
- [24] *Loos, H.*: Gesetzmäßigkeiten der Kornzerkleinerung bei der Beanspruchung von Splittkörnungen durch Schlag-, Druck- und Scherkräften im Laboratorium. Technische Hochschule Darmstadt. *Doktori értekezés* 1969.
- [25] *Göll, G. – Helfricht, R.*: Über das Bruchverhalten von Körnerkollektiven bei der Druckbeanspruchung. *Neue Bergbautechnik* 3 (1973), 9. sz. p. 693–697.
- [26] *Göll, G. – Helfricht, R.*: Festigkeitskenngrößen von Hartgesteinen und deren Einfluß bei der Zerkleinerung. *Baustoffindustrie* 19. (1976) 4. sz. p. 18–24.
- [27] *Baumgart, S. – Buss, B. – May, P.*: Die Bruchwahrscheinlichkeit von Zementklinker und Kalkstein bei der Einzelkornzerkleinerung. *Silikattechnik* 24 (1973) 4. sz. p. 127–131.
- [28] *Binder, F.*: Die logarithmisch-normale Häufigkeitsverteilung. *Radex-Rundschau* (1962) 2. sz. p. 98–105.
- [29] *Göll, G.*: Modellierung des Zerkleinerungsprozesses bei vorherrschender Druckbeanspruchung unter besonderer Berücksichtigung des Stoffeinflusses. *Freiberger Forschungsheft A 560*, (1976) p. 107–184.

Göll, G. – Helfricht, R.: Kőzetek aprításának folyamatmodellezése

A folyamatmodell az aprítás független változói, tehát a technológiai, gépészeti tulajdonságok, a kőzetminőségek, és a függőváltozók, tehát a töret szemszerkezeti jellemzői, a berendezések átbocsátási teljesítménye közötti összefüggéseket írja le az optimalizálás céljából matematikai eszközökkel.

A kőzetminőség hatása az elsődlegesen nyomóigénybevétel mellett végbemenő aprítási folyamatokra az egyedi szemecék nyomószilárdságának, a Protodjakonov-féle szilárdsági értéknek, a kockanyomószilárdságnak, a kopásállóságnak, az ütőszilárdságnak, a Mannheim tényezőnek tanulmányozásával határozható meg.

A vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a feladott kőzet minősége, szemeloszlása, szemalakja csak kis mértékben

befolyásolja a töret szemeloszlását és ezért szerepeltetésük a folyamatmodellben szükségtelen. Meghatározható tényező az aprítógép törőrésnyílása és a teljesítmény.

Гёль, Г. — Хельфрихт, Р.: Моделирование процесса измельчения пород

Модель процесса описывает зависимости-между независимыми изменяющимися процесса измельчения, а именно, технологическими свойствами, качеством пород и машиностроительными особенностями, и зависимыми изменяющимися, а именно, гранулометрическими характеристиками продукта измельчения, производительностью оборудования, — с помощью математических средств с целью оптимизации процесса. Влияние качества породы на процессы измельчения, протекающие при первичном сжимающем механическом влиянии, может определяться на основе изучения прочности при сжатии отдельных частиц, прочностным значениям по Протодьяконову, прочностью при сжатии кубов, износостойкостью, ударной вязкостью, а также факторов Манухейма.

Проведенные испытания показали, что качество породы, подаваемой на дробление, распределение зернового состава, форма зерна оказывают на распределение зернового состава продукта дробления только незначительное влияние, и поэтому включение этих параметров в модель процесса излишне. Определяющими факторами являются размеры щели дробилки и производительность.

Göll, G. – Helfricht, R.: Prozeßmodelle für die Zerkleinerung von Gesteinen

Zur Optimierung technischer Zerkleinerungsprozesse dienen Prozeßmodelle, die durch mathematische Beschreibung die Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Veränderlichen des Zerkleinerungsprozesses, also den technologischen, den maschinentechnischen, sowie den Gesteinseigenschaften einerseits, und den abhängigen Veränderlichen, also der Korngrößen- und der Kornformverteilung des zerkleinerten Gutes, sowie dem Durchsatz der Anlage andererseits erfassen.

Der Einfluß der Gesteinseigenschaften auf Zerkleinerungsprozesse mit vorwiegender Druckbeanspruchung kann durch die Untersuchung der Einzeldruckfestigkeit, des Festigkeitswertes nach Protodjakonov, der Würfel-druckfestigkeit, der Abriebfestigkeit und des Mannheim-Koeffizienten bestimmt werden.

Die Untersuchungen ergaben, daß die Gesteinseigenschaften, sowie die Korngrößen- und Kornformverteilung der Aufgabe, die Korngrößenverteilung des zerkleinerten Gutes nur geringfügig beeinflussen und ihre Einbeziehung in das Prozeßmodell somit überflüssig ist. Bestimmende Faktoren sind die Spaltweite des Brechers und der Durchsatz der Anlage.

Göll, G. – Helfricht, R.: Process Modeling of Rock Comminution

The process model describes connexions between independent (technology, machinery, rock property) and dependent (grain size distribution of the product, equipment throughput) variables by mathematical means in order to attain an optimum. The effect of rock properties can be determined, in case of primarily compression-loaded comminution, by studying the compressive-, Protodjakonov-, cube- and impact strengths of the individual particles, as well as their wear resistance and Mannheim factor. Such studies showed that the grain size distribution of the product is only slightly affected by the quality, grain size and grain shape-distribution of the parent rock, thus their inclusion into the process model is not necessary. The determinative factors are the crushing gap and the capacity of the comminution equipment.

Kísérletek betonfolyósítóval

HOROVITZ JÁNOS

Építéstudományi Intézet, Budapest

Bevezetés

Korunk betontechnológiája az anyag- és energiatakarékossági törekvések figyelembevételével olyan beton szerkezetek megvalósítása felé irányult, amelyek közül számos a nagyképlékenységgű, önthető betonok biztonságos előállításának, szállításának, bedolgozásának korszerű megvalósítását igényli. A nagyképlékenységgű betonok előállításának egyik lehetősége a betonfolyósítók felhasználása.

Betonfolyósítóknak azokat az adalékszerkezet nevezzük, amelyek cement súlyra vonatkoztatott 1,0–5%-os adagolással az eredetileg 40 ± 2 cm területű beton konzisztenciájának mérőszámát legalább 10 cm-rel megnövelik úgy, hogy a keveréstől számított 30 percen belül mérőszám csökkenés nem léphet fel.

A betonfolyósítók vegyi összetételét a többi adalékszerkezethez hasonlóan a gyártó cégek nem közlik, de rendszerbe sorolásukhoz található némi információ.

P. Hewlett és R. Rixon [1] a betonfolyósítókat három nagy csoportba sorolja:

1. Melamin-formaldehid kondenzátum szulfonált származékai
2. Szulfonált naftalin-formaldehid kondenzátumok
3. Tisztított modifikált ligninszulfonátok

A betonfolyósítók alkalmazási körét alapvetően két területre lehet felosztani:

1. A szokásos vízadagolás csökkentése nélkül alkalmazva a konzisztencia lényegesen képlékenyebb lesz, a keverék önthetővé válik.

Az így nyert nagyképlékenységgű beton előnyösen alkalmazható sűrű vasalású szerkezetek betonozásakor, erősen tagolt szerkezeteknél, nehezen hozzáférhető, biztonságosan nem vibrál-

ható szerkezeteknél, a tömörítési idő csökkentésénél, nagykiterjedésű szerkezeti elemeknél, szivattyús betonfeladásnál, tölcéses betonozásnál. A betonfolyósítók alkalmazásának eredményeként az önthető konzisztencia ellenére sem jelentkeznek a magas vízcementtényezőnél egyébként felmerülő hibák: a keverék nem osztályozódik szét, nincs jelentős kivérzés, nem nő nagymértékben a zsugorodás, alacsony a légpórustartalom.

2. A beton készítéséhez felhasználható keverővíz nagymértékben csökkenthető (20–30%), de ennek ellenére is biztosított a keverék eredeti képlékenysége.

A keverővíz csökkentésének lehetőségét hőérlelésnél a ciklusidő csökkentésére, monolit szerkezeteknél a korábbi kizsaluzás biztosítására, tagolt szerkezeteknél a feszítőerő korábbi ráengedésére, vízszintes gyártásnál a felületsimítást megelőző pihentetési idő csökkentésére lehet előnyösen felhasználni.

Amennyiben a felhasználás ez utóbbi formában valósul meg, tulajdonképpen az alacsonyabb vízcementtényezőhöz tartozó nagyobb szilárdulási ütemet és a magasabb korai szilárdságot használják ki.

A Melment-L-10 betonfolyósító alkalmazási lehetősége

Az Építéstudományi Intézet Betontechnológiai Osztályán kísérleteket folytattunk a betonfolyósítók hatékonyságának és alkalmazási lehetőségeinek megállapítása céljából az ÉVM Műszaki Fejlesztési Főosztály megbízásából. A vizsgált anyagok között szerepelt a Melment-L-10 betonfolyósító is, amely az SKG Trostberg cég gyártmánya. [2]

A Melment-L-10 kémiailag a melamin-formaldehid típushoz tartozik. Hatásmechanizmusát A. Aignesberger vizsgálta. A kísérletek során elektronmikroszkópos felvételeket készítettek és ezek segítségével vizsgálták a gyanta molekulák elhelyezkedését. A kísérletek alátámasztották azt a feltételezést, hogy vízben oldható melamin gyanták hálószerű képződményt hoznak létre. Beburkolják a hidratációs terméket, ezáltal a kontaktfelületek tapadószilárdságának növekedését eredményezik. Másrészt a gyanták diszpergáló hatásaként egyenletes eloszlású szövetszerkezet keletkezik. Ez magyarázza a korai szilárdság jelentős növekedését is. [3]

A Melment hatásmechanizmusára jellemző, hogy nem csökkenti a keverővíz felületi feszültségét. Vizsgálataink során a felületi feszültség-cseppszám összefüggését mértük [4]. Az 1. ábra ligninszulfonsav típusú, a 2. ábra a Melment betonfolyósító adagolása és a felületi feszültség (cseppszám) összefüggését ábrázolja.

Megvizsgáltuk kísérleteink során a Melment hatását a kötési folyamatra. Tatabányai 450 K; beremendi 350–10 ppc váci 350–20 kspc felhasználásával készített cementpép szabvány szerinti kötésidő vizsgálatát végeztük el VICAT készülék segítségével. A kötéskezdet és kötésvég értékeit a vegyszeradagolás függvényében az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

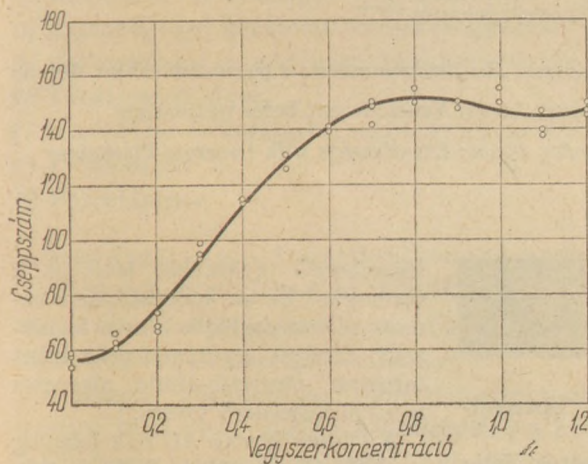
Minta	Keverővíz	Kötéskezdet	Kötésvég
Tatabányai 450 K Etalon	24,5%	4 ¹⁰	5 ¹⁵
1% Melment		3 ⁴⁰	5 ⁰⁵
2% Melment		3 ³⁵	4 ⁵⁰
Váci 350–20 KSPC Etalon	26,5%	4 ²⁵	5 ⁴⁰
1% Melment		4 ⁰⁵	5 ²⁵
2% Melment		4 ¹⁰	5 ²⁰
Beremendi 350–10 ppc Etalon	24,5%	4 ⁰⁰	5 ¹⁵
1% Melment		3 ³⁵	5 ⁰⁵
2% Melment		3 ²⁰	4 ⁴⁰

A képlékenyítő hatást szabvány összetételű, MSZ 523, Tonindustrie keverőgépen kevert cementhabarcs terülés mérésével vizsgáltuk meg. Vizsgálatainkat állandó (0,5) és csökkentett (0,45–0,40) vízcementtényezővel végeztük, Hägermann típusú terülmérő rázóasztalon.

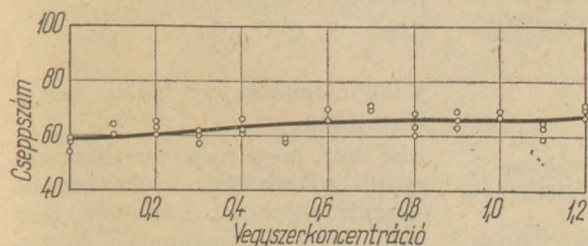
Cementhabarcs területe (mm), a Melment adagolás és a v/c függvényében

2. táblázat

Cementminőség	Tatabányai 450 K	Váci 350–20 kspc
Etalon	157	147
1% Melment, v/c 0,5	184	170
2% Melment, v/c 0,5	225	210
2% Melment, v/c 0,45	181	177
2% Melment, v/c 0,40	163	159



1. ábra. A cseppszám változása ligninszulfonsav típusú plasztifikátor adagolása függvényében



2. ábra. A cseppszám változása melamin-formaldehid típusú betonfolyósító adagolása függvényében

Laboratóriumi betonkísérleteink folyamán $D_{max} = 16$ mm szem nagyságú AB középgörbének megfelelő adalékanyaggal, A:C:V = 5,94:1:0,45 receptúrával dolgoztunk.

A betonfolyósítót hígítás nélkül adagoltuk a már megkevert betonhoz (30 sec átkeveréssel). A betonkeverék konzisztenciáját vizsgáltuk, nyomószilárdsági és zsugorodási próbatesteket készítettünk. A vizsgálatokat tatabányai 450 K és beremendi 350–10 ppc cementek felhasználásával végeztük.

A kísérleteket állandó v/c és állandó konzisztencia mellett folytattuk le.

A Melment tartalmú beton szilárdulása a cementminőség és a v/c függvényében.

Minta	v/c	Nyomószilárdság, kp/cm ²			Terü- lés cm
		7 nap	14 nap	28 nap	
Etalon	0,45	252	313	420	37
Tatabányai Etalon					
Beremendi	0,45	284	348	378	34,5
Tatai					
2% Melment	0,45	270	340	432	63
Beremendi					
2% Melment	0,45	294	330	395	59
Tatai					
2% Melment	0,38	353	417	541	36,0
Beremendi					
2% Melment	0,38	370	405	481	34,0
Beremendi					

Üzemi körülmények között, gőzöléses érlelés mellett is folytak kísérletek [5]. Ezek a gőzölés és Melment felhasználás hatékonyságának vizsgálatára irányultak. 3 frakcióból összeállított B-32 görbének megfelelő szemeloszlású adalékanyaggal, és 340 kg/m³ Váci 350-20 kspe cementadagolással dolgoztak. A gőzölés hőfoka 80 °C volt.

A Melment tartalmú gőzölt beton szilárdulása

4. táblázat

v/c	Nyomószilárdság, kp/cm ²		
	4 óra	5 óra	6 óra
	gőzölés után		
0,5	109	127	142
0,5	185	206	251

Összefoglalás

A kísérletek szerint a Melment-L-10 betonfolyósító a vizsgált hazai cementekhez is felhasználható. A vegyszer a kötéskezdetre, kötésvégre nem hatott kedvezőtlenül, késleltetést nem eredményezett. A képlékenyítő főhatás úgy a habarcs, mint a beton vizsgálatoknál megmutatkozott. Az irodalomból megismert kb. 20% vízmegettakarítást az üzemi kísérletnél elértük a laboratóriumi kísérleteknél megközelíteni sikerült.

A zsugorodási eredmények sehol nem haladták meg a vizsgált etalon zsugorodási értékét. A nyomószilárdság azonos v/c esetén az önthető konzisztencia ellenére is magasabb volt, mint az etalon megfelelő értéke. Ezek alapján mind a gőzöléses beton technológiánál, mind természetes érlelésnél javasolható a Melment-L-10 folyósító hazai alkalmazása.

I R O D A L O M

- [1] Hewlett, P. - R. Rixon: Superplasticised Concrete 1976. szeptember
- [2] Horovitz, J.: Szuperplasztifikátorok összehasonlító vizsgálata. ÉTI Kut. Jelentés 1977.
- [3] Aignesberger, A.: Elektronenmikroskopische Studien der Erhärtungsvorgänge von Melaminharzen Zement Kalk Gips 22/1969.
- [4] Reuter, O. - Horovitz, J.: Plasztifikátorok reológiai rendellenességének vizsgálata
- [5] Koller, B.: Szuperplasztifikátor alkalmazása a 43. ÁÉV 2. Házgyárában Kísérleti Jelentés 1976.

Хорошум, Я.: Эксперименты с разжижителями бетона

Horovitz, János: Versuche mit Betonverflüssiger

Horovitz, János: Experiments with Concrete Plasticizer

A világ szilikátiparából

Csehszlovák—szovjet azbesztpari együttműködés

Csehszlovákia beruházási hozzájárulással vesz részt a szovjet azbesztkitermelő és dúsítóipar kiépítésében. Cserébe a Szovjetunió 1980-ban 7 et, 1981-ben 12 et, 1982-1991 között évenként 14 et azbeszt szállítását biztosítja.

(Közgazdasági Szemle, 1977. május)

Venezuela cementhelyzete

A növekvő igények fedezésére 1977-ben Venezuela 700 et ömlesztett cementet és 700 et klinkert, továbbá kismennyiségű csomagolt cementet

szándékozik importálni Spanyolországból.

Ugyanakkor tervbe vették Zalia államban a Cementos Catatumbo cég 450 t/nap teljesítményű cement üzemének felépítését a Lafarge Consultants Ltd, Montreal fővállalkozásában, a montreáli cég 10%-os tőkerészesedésével.

(Rock Products, 1977. 3.)

Tűzálló termékekkel továbbra is problémák vannak az NSZK-ban

A Didier-Werke AG Wiesbaden, mely Európa legnagyobb tűzállóipari vállalata, a Meklen-i és az

Eisenberg-i gyárában leállítja a termelést. Ez az acéliparban a samott-záróanyagok és a nem formázott tűzálló gyártmányok iránt tartósan megnyilvánuló alacsony igényre vezethető vissza.

A Didier Werke AG-nak jelenleg az NSZK-ban 4000 alkalmazottja van. Az említett gyárleállások 120 embert érintenek. Valószínű, hogy többségüket a többi Didier üzemben fogják foglalkoztatni.

(Gießerei, 1977. jún.)

Kaolint találtak az indiai Assam körzetében

Első eset, hogy ezen a vidéken nagyobb kiterjedésű kaolinvagyont sikerült felkutatni. A kaolin mellett szillimanit- és üveghomok- és rézkészletet is találtak.

(Industrial Minerals, 1977. 3. sz.)

A francia kerámiaipar

KÁPOLNAI IVÁN

Központi Statisztikai Hivatal, Budapest

A francia kerámiaipart átfogó szakmai szervezet (Confédération des industries céramiques de France) jelenleg 12 termelési ágat foglal magába. Ide tartozik mindenekelőtt a kerámiaipar (és részben az üvegipar) által felhasznált ásványi nyersanyagokat kitermelő kaolin-, földpát- és egyéb ásványbányászat, valamint a kerámiai massa- és mázgyártás. Ezenkívül az alábbi termelési szakágakat tömöríti magába a Francia Kerámiaipari Szövetség:

- a) Téglá- és cserépipar
- b) Kerámiai burkolólapok gyártása
- c) Egészségügyi kerámiai termékek gyártása
- d) Csatornázási és vegyipari kőagyaggyártás
- e) Tűzállóanyagipar
- f) Háztartási és kertészeti agyagáru-gyártás
- g) Fajanszipar
- h) Porcelánipar

Ezek közül az a) – d) alatti gyártási ágak túlnyomórészt építési rendeltetésű termékeket állítanak elő, az e) – h) alattiak pedig ipari és háztartási felhasználás céljaira szolgáló cikkeket.*

A francia kerámiaipar főbb termékcsoportok szerinti bontásban végülis szerkezetileg a következőképpen tagolódik az 1974. évi adatok alapján:

Termékcsoport jellege	Vállalat		Létszám		Értékesítés	
	szám	%	ezer fő	%	millió fr.	%
Építési rendeltetésű	368	58,1	31,3	57,6	2400	57,8
Ipari, háztart. rendeltetésű	183	28,9	20,5	37,7	1501	36,2
Nyersanyagok, félkészáru	82	13,0	2,5	4,7	248	6,0
Kerámiaipar összesen	6303	100,0	54,3	100,0	4149	100,0

Az építési rendeltetésű termékeket előállító gyártási ágak 1974-ben az egész kerámia ipar 58%-át – a korábbi években ennél is magasabb hányadát – képviselték a vállalatok száma, a foglalkoztatott létszám és értékesítési forgalom tekintetében egyaránt. Ezen belül legjelentősebb a téglá- és cserépipar, amely – legalábbis ezideig – egymaga több személyt foglalkoztatott és nagyobb értékű árut termelt, illetve értékesített, mint a többi építési kerámiai szakág együttvéve.

A kerámiai burkolólapok és egészségügyi kerámiai termékek gyártása azonban sokkal dinamikusabban fejlődik, mint a téglá- és cserépipar, s ennek eredményeképpen a két finomkerámiaipari jellegű gyártási ág az 1970-es évek derekán már több személyt foglalkoztatott, mint a durva-kerámia-ipar csupán mérsékelt ütemben növekvő téglá- és cserépgyártási ága.

Az építési kerámia-iparhoz tartozik még a csatornázási kőagyagcsőgyártás, melynek teljesítménye – bár az előzőekben felsorolt szakágakhoz viszonyítva korábban sem volt jelentős – az utóbbi években nagymértékben összezsugorodott.

A következőekben e négy építési kerámiai szakág helyzetéről és várható fejlődéséről kívánunk vázlatos képet nyújtani.

1. Téglá- és cserépipar

Szervezeti keretek

Téglá- és cserépgyártásra alkalmas agyag Franciaország majdnem egész területén található, így téglá- és cserépipari üzemek az ország minden ré-

* (A „Francia porcelánipar”-ról lásd az Építőanyag 1976. 9. számában megjelent cikket.)

gíójában létesültek. A téglá- és cserépgyárak egy-egy területi – összesen 12 – iparkamarához tartoznak és az egész iparágat a Francia Téglá- és Cserépgyárak Szövetsége fogja össze.

A francia téglá- és cserépiparban a II. világháború után jelentős *korszerűsítési* folyamat indult meg, s ez az 1960-as években – mikor a vállalatok fokozni kezdték beruházási tevékenységüket – különösen meggyorsult. Csupán 1962–1968 között mintegy 150 gyár tűnt el és kb. 100 teljesen korszerű üzem létesült. Az erőteljes korszerűsítési folyamat az üzemek és vállalatok számának állandó további fogyatkozásával járt.

1970–1974 között a vállalatok száma 336-ról 277-re – az üzemeké pedig 404-ről 314-re – csökkent, 1975. év végére pedig már csak 267 vállalat működött 297 üzemegységgel – csupán a fele a téglá- és cserépipar 10 évvel ezelőtti és alig hatoda a két évtizeddel korábbi termelő egységei számának! A *koncentrációs* folyamat eredményeképpen 1974-ben az iparág létszámának már több mint fele 100 személynél többet foglalkoztató vállalatoknál dolgozott; az 500–1000 fős kategóriába tartozó két legnagyobb vállalat pedig az összes foglalkoztatott több mint 8%-át tömörítette.

A koncentráció mértékét jelzi az is, hogy az 1975. évi 1224 millió frank értékesítési forgalomnak mintegy 20%-át az iparág 3 legnagyobb csoportosulása adta, további 20%-át 6 másik vállalat, illetve csoportosulás, és ha ehhez még 18 vállalat tevékenységét vesszük, a téglá- és cserépipar összes értékesítési forgalmának 70%-át kapjuk.

Termelés és felhasználás

Az iparág *nagyszámú* terméket állít elő, túlnyomórészt magasépítési célokra, de jó lehetőségei vannak egyéb – pl. útépitési – célokra való felhasználásuknak is. Különösen az elmúlt másfél évtizedben bővült számos új építési rendeltetésű termékkel a választék (így pl. expandált agyag és pala, stb.).

A téglá- és cserépipar *főbb termékcsoportonkénti felhasználása* az országon belül többé-kevésbé kötődik bizonyos régiókhoz. A hagyományos tömör falazó téglát például főleg Észak-Franciaországban használják és (kisebb mértékben) Párizs körzetében. A tömör téglát mind jobban kiszorító üreges téglá és a „*hourdis*”-nak nevezett üreges betéttest az ország nyugati és középső részén, továbbá a lyoni régióban terjedt el. A tetőfedő cserép fontosabb körzetei az ország északi, középső

és keleti része, valamint Nyugat-Franciaországban Charente tartomány. A perforált téglablokk leginkább Elzász vidékére koncentrálódik.

A *téglá- és cserépgyártás tonnasúlyban* mért volumene a háború előtti, 1938. évi (4150 ezer tonna) mennyiségi szintet 1950–51-ben érte el, illetve szárnyalta túl. A téglatermelésen belül 1955-ig bezárólag a hagyományos *tömör téglá* dominált, 1956. év volt a fordulópont, amikor az üreges téglá tonnamennyisége meghaladta a tömör tégláét. 1955 óta a tömör téglá termelése nemcsak az üreges téglához viszonyítva, hanem abszolút mértékben is csökken. Kisméretű tömör falazó téglából az 1950-es évek derekán még 2 millió tonna körüli mennyiséget gyártottak, 1965-ben már csak 1,4 millió tonnát, majd 1975-ben csupán 0,6 millió tonna alatti mennyiséget. A tömör téglá aránya az összes falazó téglá termelésben más nyugat-európai országokkal összevetve is meglehetősen alacsony Franciaországban. 1973. évi nemzetközi összehasonlító adatok szerint a térfogatmennyiségben (m³-ben) kifejezett összes termelésnek a Benelux-államokban nagyobb része tömör téglá volt, a Német Szövetségi Köztársaságban a tömör téglá aránya 28,3%, Finnországban 23,4%, Ausztriában 16,7%, Olaszországban 13,8%, Svédországban 12,8%, ezzel szemben Franciaországban csupán 7,1% volt.

Némileg ellensúlyozta a *kisméretű* tömör téglafajták nagymérvű termeléseszkökének a tömör téglából készült *blokkok* gyártásának emelkedő irányzata. Az 1950-es évek végén még mindössze 100 ezer tonna körüli mennyiséggel szemben 1974–75-ben már 500–600 ezer tonna téglablokkot gyártottak, megközelítve ezzel a kisméretű tömörtéglá termelését.

Az *üreges* téglafajták termelése az 1950-es évek elejétől (1951: 1,1 millió tonna) az 1960-as évek közepéig (1965: 4,3 millió tonna) szinte töretlenül, erőteljesen növekedett, csak az 1960-as évek második felében (1966–68. években) mutatkozott kisebb, átmeneti, majd 1975-ben nagymérvű visszaesés: a termelés ekkor az 1965. évi színvonal alá zuhant.

Az üreges betéttest („*hourdis*”) termelése több mint egy évtizede 0,7–0,9 millió tonna között mozog. Az 1960-as évek elején lassú csökkenésbe hajlott, és ez az irányzat folytatódott a VI. tervidőszakban is.

Tetőfedő cserépből a háború előtti utolsó évben 900 ezer tonnát gyártottak Franciaországban, és a termelés az 1960-as évtized első felében is alig haladta meg ezt a szintet (1964: 1009 ezer tonna). Utána azonban a cserépgyártás fokozatos növe-

kedésnek indult és 1973–74-ben 1,7 millió tonna fölé emelkedett. A töretlen fölfelé ívelést az 1975. évi recesszió is csak viszonylag kis mértékben akasztotta meg. Miként élen jár nemzetközi viszonylatban Franciaország az üreges falazótégla termelésének és felhasználásának magas arányát tekintve, még inkább kiemelkedik a tetőfedő cseréptermeles és felhasználás összmenyisége és egy lakosra jutó kvótája tekintetében. Tetőfelületben (m²-ben) kifejezve Franciaország tetőcserép-termelése – 1973. évi adatok szerint – több mint kétszerese a Német Szövetségi Köztársaság termelésének és 2,7-szerese Olaszországnak. Az 1000 lakosra jutó cseréptermeles meghaladja a 800 m²-t, ami több mint kétszerese a sorban utána következő svájci fejkvótának (370 m²); a Német Szövetségi Köztársaságban és Olaszországban 280–290 m² cseréptermeles jutott 1973-ban 1000 lakosra, Hollandiában alig több, mint 200 m², Belgiumban, Dániában és Svédországban 100–200 m² közötti mennyiség, Norvégiában és Nagy-Britanniában pedig 20–30 m².

A téglá- és cserépipar egyéb termékeinek a mennyisége 1965–1975 között 200–250 ezer tonna között mozgott, a kezdeti emelkedő tendencia után a stagnálás (vagy már a hanyatlás?) jeleivel.

A téglá- és cserépipar termelésének alakulásáról főbb termékcsoportonkénti megoszlásban az alábbi adatsor nyújt összefoglaló képet:

	Tömör téglá	Üreges téglá	Cserép	Egyéb	Összesen
<i>1000 tonna</i>					
1938	3100		900	150	4150
1950	1979	1164	802	113	4058
1955	2152	1946	999	681	5778
1960	1825	2412	915	801	5953
1965	1792	4257	1135	1112	8296
1970	1355	4383	1450	1139	8327
1974	1279	5064	1755	1072	9170
1975	1078	4252	1668	887	7885
%-os megoszlás					
1938	74,7		21,7	3,6	100,0
1950	48,8	28,7	19,7	2,8	100,0
1955	37,2	33,7	17,3	11,8	100,0
1960	30,7	40,5	15,3	13,5	100,0
1965	21,6	51,3	13,7	13,4	100,0
1970	16,3	52,6	17,4	13,7	100,0
1974	13,9	55,2	19,2	11,7	100,0
1975	13,7	53,9	21,2	11,2	100,0

Az égetett téglatermeléssel kapcsolatban szólhatunk az ugyancsak falazóanyagként szolgáló, de nem kerámiái technológiával előállított egyéb téglaféleségekről. Ezekből a termelés az 1950-es évek elejére erőteljesen felfutott – az 1938. évi

24 millió db salaktéglával szemben 1953-ban 67 millió db-ot gyártottak, de utána a termelés fokozatosan hanyatlott, és az 1960-as években ez a gyártási ág csaknem teljesen elsovadt (1968-ban az összes salak- és mészhomoktégla termelés már alig haladta meg a 10 millió db-ot.)

A téglá- és cserépipari termékek iránt a VII. tervidőszakban várható kereslet meghatározására különböző szervek több számítást is végeztek. Ezek egyrészt globális módszerekkel, műszaki együttműködés segítségével közelítették a szükségletet (megbecsülve az új lakások, a karbantartási munkák és az egyéb – nem lakásjellegű – új épületek téglá- és cserépigényét). Készültek ezenkívül termékcsoportonkénti szükséglet-bebecslések is, melyek az alábbi következtetésekre jutottak:

A hagyományos tömör téglá termelésének csökkenése tovább folytatódik, de viszonylag kedvező kilátások vannak az ún. burkoló téglá termelésére (amely jelenleg a súlyban mért tömörtégla-termelés mintegy felét képviseli). A perforált téglablokk termelési perspektívái nagy mértékben függenek a Német Szövetségi Köztársaság építőipari konjunktúrájától, amely fontos importőrje ennek a terméknek.

Az üreges téglafajták termelésének növekedési üteme kissé lassul az előző évekhez képest. A gazdaság választékú termékcsoportokon belül egyes szokványos téglaféleségek kevésbé gyors termelés-emelkedésével szemben kárpótlást nyújt többek között egy újfajta termék – a jó hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkező ún. „G”-tégla – erőteljes termelésfelfutása.

Figyelembe véve az égetett cserép versenyképességét más tetőfedő anyagokkal (pl. a beton-cseréppel, palával és azbesztcement anyagokkal), az 1975–80. évekre készült prognózisok – kedvező esetben – a termelés növekedésének az 1970–74. években tapasztalt évi 5% körüli ütemét jelzik. A kedvezőtlenebb változat ugyanakkor évi 2,8%-os ütemmel számol!

Végül is az egyes termékcsoportok termelésének tény- és tervszámait az alábbi adatok illusztrálják (1000 tonnában):

	1970	1974	1975	1980
Tömör téglá	919	669	575	490 – 540
Perforált téglablokk	436	611	503	610 – 680
Üreges téglá	4383	5063	4252	4600 – 5200
Üreges téglatest	887	820	686	620 – 700
Cserép	1450	1755	1668	1900 – 2150
Egyéb	252	252	201	220 – 250
	8327	9170	7885	8440 – 9520

A téгла- és cserépipari termékek külkereskedelmi forgalma a termeléshez, illetve a felhasználáshoz viszonyítva nem számottevő. A *behozatal* az elmúlt több mint 10 év átlagában évi 60 ezer tonna körül mozog; ez mindössze $\frac{1}{2}\%$ -a az összes felhasználásnak. Az *import* hányad – a háború utáni 1–2 évtől eltekintve – sohasem érte el az 1% -ot. *Kivitelre* az 1972–75. években 190 ezer tonna körüli mennyiség – a termelésnek mintegy 2% -a – került. A korábbi évekhez képest ez – mind abszolút mennyiségét, mind a termeléshez viszonyított arányát tekintve – magas exportnak számít.

Az iparág *külkereskedelmi mérlege* – tonnában mérve – rendszerint kiviteli többlettel zárul. (Az 1960-as évek második felében és 2–3 korábbi évben mutatkozott csupán behozatali többlet.) Az export túlnyomó része *téglatermék*, az importban azonban jelentős súlyt foglal el – olykor az összes behozatal nagyobb részét képviseli – a *cserépáru*. A téglatermékek külkereskedelmi mérlegének rendszeres exporttöbbletével szemben a cserépárúnál 1964 óta – a korábbi kiviteli többlet átfordulásával – importtöbblet mutatkozik. Ekkor indult erősebb ütemű fejlődésnek a cseréptermeles is, de a cserép iránt állandóan fokozódó igények kielégítése a növekvő termelésnek importból való kiegészítését is szükségessé tette.

Az 1975–80. évi tervidőszakra vonatkozó prognózisok általában a külkereskedelmi forgalom hanyatló tendenciáját jelzik – kivéve a tömör téglából várható emelkedő irányzatú exportot.

Az import főleg Belgiumból származik, tömör téglát kis mértékben a Német Szövetségi Köztársaságból és Hollandiából hoznak be; üreges téglát főleg Belgiumból és Spanyolországból, cserépet a Német Szövetségi Köztársaságból és Svájcbanól.

A tömör téгла exportja elsősorban az NSZK-ba és Belgiumba, az üreges tégláé az NSZK-ba, a cserépé pedig Belgiumba és kisebb mértékben az NSZK-ba irányul. Jelentősebb változás sem a forgalom volumenében, sem az országonkénti viszonylatokban nem várható a VII. tervidőszakban.

Beruházások

A francia téгла- és cserépiparban végbe ment nagyarányú modernizálás mértékét és – fokozatosan *csökkenő* – ütemét jelzi, hogy a beruházásoknak az értékesítési forgalomhoz viszonyított aránya 1964-ben $20,4\%$, 1966-ban $18,5\%$, 1968-ban pedig $17,1\%$ volt. Az 1970-es években

a beruházási hányad tovább csökkent: 1970–74. években átlagosan $11,9\%$ -ra.

Az eddigiekben végrehajtott korszerűsítések és fejlesztések eredményeképpen jelenleg a téгла- és cseréptermelesnek közel 80% -át tízévesnél nem régebbi üzemek adják. Vállalatonkénti részletességgel készült analitikus felmérések szerint 1980-ig 260 millió frankot fordítanak új üzemek létesítésére (ebből 180 millió frankot új cserépgyárakra), és ezeknek a termelése 1980-ban meghaladja az 1 millió tonnát.

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a téгла- és cserépipari termelés ilyen mértékben emelkedik, mert több új gyárat elavult régi üzemek pótlására létesítenek. A beruházások fontos célja ugyanis a *termelőkenység emelése*, valamint azoknak a munkafolyamatoknak a kiiktatása, melyek nehéz és fárasztó fizikai erőfeszítéssel járnak (így pl. alagútkemence létesítése forgókemencék helyett, a termék kemencébe rakásának és kiszedésének automatizálása stb.). Ha a tervezett beruházási program 1980-ig megvalósul, Franciaország teljesen korszerűsített téгла- és cserépiparral fog rendelkezni.

Ezekhez a beruházásokhoz még jelentős (120 millió frank értékű) *szinttartó* és különböző *szociális* – a munkafeltételek javítására irányuló, egészségügyi, biztonsági stb. – beruházások járnak (az utóbbiak mintegy 80 millió frank költséggel).

Együttvéve ily módon az új ötéves tervidőszakban 460 millió frank értékű termelő beruházással lehet számolni, s ennek mintegy 20% -ára (90 millió frankra) tehető a „*nagyjavítások*” költsége. Ilyen számítások szerint a téгла- és cserépipari beruházások összesen 550 millió frankra rúgnak. Ezek figyelembe vételével a VII. Tervben a beruházások felső határaként 700 millió frank, alsó határaként pedig 450 millió frank szerepel.

A beruházások *pénzügyi forrásaként* kb. $\frac{1}{3}$ arányban lehet önfelfinanszírozással számolni, $\frac{2}{3}$ részben pedig bankhitelek igénybe vételével.

Munkaerő

A téгла- és cserépiparban az 1960-as évek során intenzívebbé vált modernizálási folyamat eredményeképpen a foglalkoztatottak száma egy évtized alatt több mint 30% -kal *csökkent*. 1965-ben a 8,3 millió tonna termelést még 24 100 fő állította elő, de 1970-ben a létszám már 19 600-ra, 1974-ben pedig – miközben az össztermelés 1965-höz képest több mint 10% -kal emelkedett – 16 600-ra esett. Minthogy az iparág modernizáltsági foka kb. 80% -osnak mondható, a követ-

kező években ilyen mértékű létszámcsökkenésre már nem lehet számítani. A Terv 1980-ra 13 500 főnyi létszámot jelez, melyből 11 500 a munkások száma. Így tehát, míg a VI. tervidőszakban az iparág létszáma 4300 fővel fogyatkozott, a VII. Terv időszakában a csökkenés 1800 főre becsülhető.

A létszámon belül — bár pontos felmérések nincsenek, de megállapítható, hogy — a legalacsonyabb képzettségű foglalkoztatottak száma csökkenőben van, a legmagasabb képzettségűeké pedig eléggé stabil. Gyarapszik a technikusok és munkavezetők állománya, és némileg emelkedik az adminisztratív és kereskedelmi alkalmazottak száma is.

* A heti munkaidő a tégl- és cserépiparban 1971. május 1-től 47 órára, ugyanazon év november 1-től 46 órára, 1972. május 1-től pedig 45 órára csökkent. A Tégl- és Cserépiparosok Szövetsége, valamint négy szakszervezet (CGT, CGT-FO, CFTG és CGC) között 1975. december 12-én megállapodás született a munkaidő további fokozatos csökkentésére. A megállapodás szerinti heti átlagos munkaidő 1976-ban 44 óra 15 perc, 1977-ben pedig 43 óra 15 perc. A kormányzati programban országos átlagban 1980-ig előirányzott 40 órás munkahéttel szemben a tégl- és cserépiparban — figyelemmel a folyamatos üzemeltetésű berendezésekre — a heti munkaidő valószínűleg csak 42 óra körül fog kialakulni.

2. Kőagyagtermékek gyártása

A kőagyaggyártás túlnyomórészt csatornázási csövek, ezen kívül kisebb részben vegyipari kőagyagtermékek előállításával foglalkozik. Korábban két külön szakágat képviselt a kerámiaipar szervezeti tagolódásában, az utóbbi években — 1969 óta — azonban összevontan szerepel a nomenklatúrában, és így is a legjelentéktelenebb súlyú az egész ágazatban: 1972 óta mindössze 3 vállalatot foglal magába, melyekben 1974-ben 180 fő dolgozott és az összes értékesítési forgalom 8 millió frank körül mozgott. A kőagyaggyártás hanyatlása az 1960-as évtized második felében indult és évtizedünkben meggyorsult — különösen a csatornázási csövek gyártása terén. A nem-építési rendeltetésű vegyipari kőagyagcikkék termelésének csökkenése több évtizede tart: az 1930-as évek végi 13 ezer tonna termelési szintet a világháború utáni időszak már meg sem közelítette, az 1948. évi 9,7 ezer tonnával szemben az 1950-es években és az 1960-as évek elején már csak 6

ezer tonna körüli mennyiséget állítottak elő, egy évtizede pedig már csak évi 2–3 ezer tonnát. Csatornázási csövekből 1938-ban 38 ezer tonnát gyártottak, majd a háború utáni évek termelése — kezdeti hullámváz után — az 1950-es évek második felében 50 ezer tonna fölé emelkedett, az 1960-as évtized első felében 60–62 ezer tonna körül kulminált; az 1960-as évek második felének átlagában azonban már 50 ezer tonna körüli szintre csökkent, 1973 után pedig 15 ezer tonna alá zuhant a termelés. A kőagyaggyártó ipar hanyatlását az utóbbi 10 év adatai az alábbiakban szemléltetik:

	1965	1968	1970	1972	1974
Vállalatok száma	17 ¹	12 ²	6	3	3
Foglalkoztatottak száma	823 ¹	609 ²	586	228	180
Termelés, millió frank	30	20	*20	12	8
Termelés, ezer tonna	66,2	49,6	47,8	25,2	16,1
Ebből:					
kőagyagcső	62,1	48,1	45,3	23,4	(14)

¹ Ebből: kőagyagcső-gyártás 11 vállalat, 691 fő foglalkoztatott

² Ebből: kőagyagcső-gyártás 10 vállalat, 423 fő foglalkoztatott

A kerámiaiparnak az 1976–80. évi időszakra — meglehetősen nagy részletességgel — kidolgozott terve a kőagyagcső-gyártásról meg sem emlékezik. Ebből a termelési ág további sorvadására következtethetünk. Meg kell említenünk ezzel kapcsolatban, hogy a csatornázási célokra szolgáló kerámiai csövek és egyéb durva-kőagyagtermékek gyártása több más nyugat-európai országban is — ha nem is oly rohamos gyorsasággal, mint Franciaországban — visszaesett. A Német Szövetségi Köztársaságban például (melynek kőagyagipara kiemelkedően fejlett) az 1960-as évek derekán 900 ezer tonna fölötti terméket állított elő, 1974–75-ben pedig már ennek felét sem érte el a termelés.

3. Kerámiai burkolólapok gyártása

Szervezeti keretek

A burkolólapok gyártása átmenetet képez a durvakerámiaiból a finomkerámia iparba. 1969 óta szerepel külön szakágként, korábban tevékenységének egy része a kőagyaggyártó ipar, másik része pedig a fajanszipar keretei között kapott helyet. A burkolólapokat gyártó üzemek szakmai Kamarájához 1974-ben 18 vállalat 27 termelő egysége tartozott. (Gyártanak azonban burkolólapokat a Kamara keretein kívüli vállalatok is.)

Az iparág *forgalmának* (1975: 660 millió frank) közel $\frac{3}{4}$ része 6 vállalat tevékenységéből származik. A koncentráció mértékéről részletesebben az alábbi adatok tanúskodnak:

- 3 legnagyobb vállalat adja az összes forgalom 55%-át
- 3 következő vállalat adja az összes forgalom 19%-át
- 5 további vállalat adja az összes forgalom 17%-át
- 7 legkisebb vállalat adja az összes forgalom 9%-át.

Hasonló fokú koncentrációról tanúskodnak az iparági *létszám* vállalati nagyságcsoportok szerint részletezett adatai is: az 1000 – 2000 fős létszámú kategóriába tartozó 3 legnagyobb vállalat tömöríti az összes foglalkoztatottak több mint felét, s ha ehhez hozzávesszük az 500 – 1000 fős nagyságkategóriájú 3 további vállalatot, akkor az összes létszámnak $\frac{3}{4}$ részét kapjuk.

Termelés, felhasználás, külkereskedelmi forgalom

Franciaország kerámiai burkolólap-termelésének korábban túlnyomó része *mázatlan* (külső homlokzati és padlóburkolásra szolgáló) kőagyaglap volt. 1938. évi 156 ezer tonna összes termelésből mindössze 2,1 ezer tonna, sőt – két évtized múlva – az 1957. évi 220 ezer tonnából (kb. 8,6 millió m²) mindössze 25 ezer tonna (kb. 1,8 millió m²) volt a főleg belső falburkolásra szolgáló *mázás* fajanszcsempe mennyisége. A fajanszlapok termelése az 1950-es évek vége felé indult gyorsabb fejlődésnek, de még az 1970-es évek derekán is a mázatlan lapok az összes burkolólap értékesítési forgalmának 54%-át, termelésének pedig 60%-át képviselik, a mázas lapok 46, illetve 40%-os arányával szemben. A burkolólapok megosztásával kapcsolatban említést érdemel még a mozaiklapok növekvő aránya, amely már meghaladja az összes termelés harmadát; ezen belül a kőagyaglapoknak mintegy 2/3-a mozaik, a mázas fajanszcsempének még csak jóval kisebb hányada.

A kerámiai burkolólapok *termelése* a II. világháború előtti színvonalat viszonylag későn, 1953 – 1954-ben érte el, de utána – többek között a nagyarányú lakásépítésekkel összefüggésben – lendületet vett és ez az 1960-as években még meg is gyorsult: az 1962 – 70. évi időszakban átlagosan 5,3%-kal, 1970 – 74-ben pedig 3,6%-kal növekedett a mázas és mázatlan csempegyártás. Ezzel egyidejűleg azonban a *felhasználás* lényegesen nagyobb mértékben: évi 9,3; illetve 6,7%-kal emelkedett. A belföldi szükséglet kielégítésére

nagyarányú importra volt szükség – amire egyébként kedvező lehetőség kínálkozott a rendkívül olcsó olasz mázas csempe behozatalával. Az ország összes burkolólap-felhasználásának 1974-ben végülis több mint fele – sőt a mázas csempe felhasználásának több mint 70%-a – importból eredt!

A burkolólapok *importjának* több mint 90%-a a Közös Piac országaiból származik: a mázatlan lapok több mint felét a Német Szövetségi Köztársaság szállítja, ezenkívül Olaszország és Belgium a nagyobb szállítók. Az importált mázas csempe mintegy 60%-a származik Olaszország termeléséből, utána a Német Szövetségi Köztársaság következik. Rajtuk kívül Spanyolország érdemel még említést a szállítók közül. Figyelemre méltó, hogy mázas csempe behozatalában mind nagyobb hányadot képviselnek a nem fajanszból, hanem kőagyagból, valamint közönséges agyagból készült és különböző egyéb burkolólapok. A mázatlan lapok importjának több mint a fele kőagyaglap és jelentős ezenkívül a mozaik behozatal.

A burkolólapok *exportjában* – bár alacsonyabb arányban – szintén a Közös Piac országainak részesedése a legnagyobb. Számottevő azonban az egykori francia gyarmatbirodalom területén létesült országokba irányuló kivitel is. A francia mázas csempe rendszeres átvevői közül Svájc érdemel még említést.

Az igényeknek a termelést meghaladó ütemű növekedése azonban csupán a mázas lapokra vonatkozik, a mázatlan lapok felhasználásának mennyisége az 1970-es évek első felében stagnált.

A termelés és főleg a felhasználás évenkénti alakulásában egyébként – követve az építkezési konjunktúra mozgását – elég nagy hullámzás tapasztalható.

A két termékcsoport termelését és felhasználását, valamint külkereskedelmi forgalmát 1970 – 74 között az alábbi adatok jellemzik (millió m²-ben):

		Mázás	Mázatlan	Együtt
Termelés	1970	10,6	18,0	28,6
	1974	13	20	33
Felhasználás	1970	24	22,6	46,6
	1974	37,7	22,8	60,5
Import	1970	14,5	5,7	20,2
	1974	27	5	32
Export	1970	1,1	1,1	2,2
	1974	2,3	2,2	4,5
Import a felhasználás %-ában	1970	60	25	43
	1974	71	22	52,8

1975. évben a termelésben és felhasználásban, valamint az importban egyaránt 10%-os, az exportban 8%-os visszaesés következett be.

A VII. Terv évi 510–550 ezer lakás építését, illetve a magasépítési tevékenység 3,2–4,9%-os átlagos növekedését feltételezve, a burkolólapok felhasználásának évi 3,5–5%-os, termelésének pedig 3,3–4,9%-os emelkedését irányozza elő, de az általában szokásos kétváltozatú előrejelzésen kívül harmadik variánst is kimunkált, „nagyon kedvezőtlen” viszonyokra is számítva. Ez utóbbi évi 480 ezer lakás építést jelent, a burkolólapok felhasználásában és termelésében pedig 2, illetve 1,6%-os fejlődési ütemet. Az új tervidőszakban – a korábbi évek növekvő behozatalával ellentétben – a termelés együtt halad a felhasználás növekedésével. A Terv sem a behozatalnak, sem a kivitelnek – az eddig elért szinthez képest – számottevő változását nem irányozza elő.

Végül is az 1975. évi bázisból kiindulva 1980-ra a három tervváltozat az alábbi mennyiségeket jelzi kerámiai burkolólapokból összesen (millió m²-ben):

	1975	1980		
		a.	b.	c.
		változat		
Termelés	30	32,5	35,3	38,1
Import	28,8	32	34,4	37
Export	4,1	4,1	4,7	5,3
Felhasználás	54,7	60,4	65,0	69,8

Beruházás

Az 1970–75. évi tervidőszakban a beruházások változatlan áron számított nagyságrendje kb. megfelelt az előző ötéves időszakénak, és egyenlő arányban irányult a termelő alapok fejlesztésére (kapacitások bővítésére), valamint a termelékenység és munkafeltételek javítására. A fejlesztések egyik fő iránya volt az egyes gyártási szakaszok (anyagelőkészítés, sajtolás, mázolás, égetés) automatizálása, új gépi berendezések (elsősorban atomizerek) beállításával. A VII. tervidőszakra előirányzott beruházási tevékenység – kedvező esetben – némileg meghaladja az előző időszakét, kedvezőtlen viszonyokra jelzett prognózis szerint pedig kissé alatta marad annak. A legfőbb törekvés azonban mindkét esetben a francia kerámiai burkolólap-gyártás versenyképességének fokozása.

Munkaerő, bérek és árak

A burkolólapok termelésének növekedésével egyidejűleg – bár lassúbb ütemben, de – emelke-

dett a *foglalkoztatottak* száma is. Így csupán 1970–74. között évi 2,7% volt a létszámnövekedés, a termelés évi 3,6%-os ütemével szemben. 1975-ben a termeléssel együtt a foglalkoztatottak száma is visszaesett és a következő öt évre szóló terv nem számol az 1975. évi létszám-színvonal (8300 fő, ebből 6800 munkás) emelkedésével, sőt a kedvezőtlenebb viszonyokra szóló prognózis kb. évi 1%-os létszámcsökkenést jelez (1980: 7800 fő). Az összes foglalkoztatottakon belül a munkások aránya – más iparágakhoz hasonlóan a burkolólapok gyártásában is – csökkenő tendenciát mutat (1966: 88%, 1970: 84,6%, 1974: 79,8%).

A kerámiai burkolólapok előállítására eléggé munkaigényes gyártási ág, s a *munkabérek* erőteljes növekedése következtében a bérhányad szerepe a termék önköltségében (más iparágakhoz viszonyítva) mind jelentősebb – a közismerten elég súlyos energiafelhasználási költségek mellett. Az új ötéves tervben kifejezésre juttatott szakmai vélemény szerint a burkolólapok meglehetősen kötött *árviszonyai* eléggé bénító hatást gyakorolnak a termelő vállalatok tevékenységére; elsősorban új beruházások kezdeményezésére, figyelembe véve a csökkenő önfinanszírozási lehetőségeket és a növekvő eladósodást. Az árak szabadabbá tételére lenne szükség a belföldi és külföldi kereskedelmi lehetőségekhez való rugalmasabb alkalmazkodás érdekében egyaránt.

Az árviszonyoknak a burkolólapok gyártására gyakorolt másik kedvezőtlen hatása, hogy a társadalmi támogatással épülő új lakásokban a padlózat árát oly alacson színvonalon állapították meg, hogy az szinte teljesen kizárja a kerámiai burkolólapok alkalmazását ezeknél az építkezéseknél.

4. Egészségügyi kerámiai termékek gyártása

Szervezeti viszonyok, koncentráció

Az iparág keretében 1975. év végén 8 vállalat 18 üzemében összesen 6100 személy dolgozott (ebből 4800 volt a munkások száma). Az évi értékesítési forgalom az 1970. évi 230 millió frankról 1974-ben 476 millió frankra emelkedett. A szervezeti koncentráció mértékét jelzi, hogy a forgalom közel 2/3-a – kb. egyenlő részben – 3 vállalat között oszlik meg és 4 cég ellenőrzése alatt áll az egészségügyi kerámiai termékek franciaországi piacának mintegy 3/4 része. Az iparág több vállalata *nemzetközi keretekben* fejti ki tevékenységét, együttműködve NSZK-beli, angolai, belgiumi, spanyolországi stb. cégekkel.

A vállalatok nagy részének tevékenysége nem korlátozódik az egészségügyi kerámiai termékek gyártására, hanem *egyéb áruk* előállítására is kiterjed. Így például gyártanak csapszerelvényeket, zománcozott egészségügyi cikkeket, radiátorokat központi (etázs) fűtéshez, tűzálló termékeket, kerámiai burkolólapokat.

Termelés, felhasználás, külkereskedelmi forgalom

Franciaország a második világháború előtt 28 ezer tonna egészségügyi árut állított elő. Az iparág a háború után gyorsan regenerálódott és ezt a mennyiséget már az 1940-es évek vége felé elérte, illetve meghaladta. A termelés az 1960-as évek elején 80 ezer tonna fölé emelkedett, 1964-ben meghaladta a 100 ezer tonnát és az évtized második felében 110 ezer tonna körül mozgott.

Az 1950-es évek végéig Franciaország *termelési feleslegekkel* rendelkezett egészségügyi kerámiai termékekből: az 50-es évtized átlagában 9 ezer tonnát meghaladó mennyiség került exportra, az import viszont oly minimális volt, hogy csak az évtized derekán érte el az ezer tonnás nagyságrendet. A behozatal erőteljes emelkedésével azonban 1960-ban a külkereskedelmi mérleg *import-többletre* fordult át. Az import 1969-ben kulminált 35 ezer tonnával, miközben az export 8 ezer tonna alatti mélypontra süllyedt.

Az 1970–74. években az import 30 ezer tonna körüli szintre csökkent, az export pedig föllendült (1973–74: 18–19 ezer tonna), ugyanakkor a termelés erőteljesen tovább növekedett és 1974-ben már 150 ezer tonnát ért el.

1975-ben csökkent mind a termelés, mind az import, s minthogy az export szintjében változás nem volt, a felhasználás a termelésnél is nagyobb mértékben (11%-kal) visszaesett. A termelés, külkereskedelmi forgalom és ebből – a készletváltozás figyelmen kívül hagyásával – becsült felhasználás mennyiségét az alábbi összeállítás szemlélteti (ezer tonnában):

	Termelés	Import	Export	Külker. forg. egyenlege	Felhasználás
1938	28	0,7	3,0	-2,3	25,7
1950	30	0,4	8,3	-7,9	22,1
1955	59	1,5	7,8	-6,3	52,7
1960	82	15,1	13,4	+1,7	83,7
1965	111,5	32,1	8,4	+23,7	135,2
1970	117,5	30,1	10,1	+20,0	137,5
1974	150,2	30,3	17,9	+12,4	162,4
1975	140,0	23,3	18,7	+4,6	144,6

A belföldi felhasználásra kerülő egészségügyi kerámiai termékek 40–45%-át új épületek, főleg lakások felszerelésére, 55–60%-át pedig karbantartási, pótlási célokra fordítják. Az 1976–80. évekre szóló *VII. Terv* a lakásépítések 480 és 550 ezer között várható számából indult ki, valamint abból, hogy ugyanakkor az épületkarbantartási munkák évi növekedése 6–8% lesz. Néhány éven belül fokozatosan fel kell ugyanis újítani a közvetlenül a második világháború után épített lakótömbök belső felszerelését és berendezéseit. Ilyen fejlődési perspektívában az egészségügyi termékek felhasználását a Terv 1980-ra 168–187 ezer tonnában, a termelést pedig 158–177 ezer tonnában prognosztizálta.

A VII. tervidőszakot – az előzőkhöz hasonlóan – az *import* csökkenése jellemzi: az 1980. évi behozatal várhatóan kissé alatta marad az 1974. évinek. Származási helye továbbra is főleg a Saar-vidék, kisebb mértékben pedig a Benelux-államok és Olaszország. Számolni lehet ezenkívül némi importtal más országokból, így pl. Spanyolországból is.

A Terv az *export* 1974–75-ben elért szintjének további növekedésére nem számít: a legtöbb európai országban ugyanis fölös kapacitások vannak és a piacok telítettek, ezenkívül a különböző – így pl. az afrikai – országok piacain fokozott mértékben meg kell küzdeni azzal a versennyel, melyet egyes kelet-európai államokból származó import-szállítmányok jelentenek.

Beruházások

A VI. tervidőszakot – a korábbi évekkel szemben – erőteljes beruházási tevékenység jellemezte, amely elsősorban a termelési berendezések fejlesztésére, új üzemek létesítésére irányult. Három új termelő egységet helyeztek üzembe ebben az időszakban.

Az új Terv – még a legkedvezőbb változatban is – a beruházási tevékenység *lassúbbodását* jelzi. A jelenleg rendelkezésre álló termelési kapacitások ugyanis nem teszik szükségessé annak számottevő bővítését. A tervidőszakban megvalósuló beruházások célja elsősorban a termelékenységek javítása és a szinttartás.

Ily módon a beruházások változatlan áron számított összege legjobb esetben is legfeljebb azonos lesz az előző tervidőszakban beruházásokra fordított összeggel, de az alacsonyabb tervvariáns szerint alatta marad annak.

Az 1970-es évtized első négy évében a munkaerő létszám évente 5,5%-kal növekedett: az 1970. évi 5043 főről 1974-ben 6256 főre. Az 1975. évi létszám visszaesett 6100-ra és a VII. Terv „rózsaszínű” hipotézise is legfeljebb ennek a szintnek stabilizálását (vagy esetleg csökkenését) jelzi.

Az összes foglalkoztatottak számán belül a munkások aránya — amely 1966-ban még 87,4% volt — 1970-ben 80,5%-ra, 1974-ben pedig 80%-ra esett. Ennek az arálynak további csökkenésére lehet számítani, a kvalifikált szakkaderek arányának fokozatos növekedésével összekapcsolva. Előreláthatólag csökken a külföldi munkások aránya is, amely pedig az egészségügyi kerámiai termékek gyártásában viszonylag magas (átlagosan 25%).

A heti munkaidő 1970-ben 45 óra 30 perc volt, 1974-ben pedig 43 óra 30 perc. Az 1975. évi recesszió miatt a munkaidő az üzemek nagyrésztében ennél alacsonyabb volt és olykor még 40 óra alá is esett (így egyes üzemekben 34–36 órára).

- [1] Matériaux et Produits pour la Construction Rapport du groupe sectoriel d'analyse et de prévision. Préparation du 7^e Plan. — Commissariat General du Plan; Ministère de l'Industrie et de la Recherche 1976. 174. p.
- [2] Annuaire Statistique de la France (Francia Statisztikai Évkönyvek)
- [3] Annuaire de Statistique Industrielle (Francia Iparstatisztikai Évkönyvek)
- [4] Bulletin Mensuel de Statistique (Havi Statisztikai Közlemények)
- [5] Bulletin Mensuel de Statistique Industrielle (Havi Iparstatisztikai Közlemények)
- [6] Kvartalsbulletin for Industriproduktionen (EUROSTAT) (Negyedéves Közlemények az Ipari Termelésről; Európai Gazdasági Közösség Statisztikai Hivatala)
- [7] Sprechsaal für Keramik, Glas, Baustoffe 1974. 19.
- [8] Österreichische Keramische Rundschau 1975. 1–2.

Каполнаи, И.: Французская промышленность строительной керамики

Kápolnai, Iván: Die französische baukeramische Industrie

Kápolnai, Iván: The French Structural Clay Products Industry

* * *

A szemcsés anyag égetése — gazdaságosabb út, nagyobb teljesítmények elérésére

A Prerovské strojírný Gépgyár kemenceüzemét aknaelőmelegítő, rövid forgókemence és aknahűtő alkotja.

- Lágy- és keményégetésű levegőn kötő més; — hidraulikus més; — tűzálló anyag

égetésére alkalmas és további anyagokhoz 8–60 mm beömlő szemcse nagysággal, egy, vagy több frakcióban, a nyersanyag tulajdonságainak és a termék kívánt jóságának megfelelően.

Levegőn kötő més égetéséhez ajánljuk a 150, 300, 450, 600 és 1000 t/nap teljesítményű égető kemenceüzemeket.

A forgókemencékkel ellentétben a hőfogyasztás jelentős csökkentése egészen 1050 kcal/mész-kg-ig — mindig a berendezés nagyságának és a termék kívánt jóságának megfelelően — lényeges előnyt jelent.

Régi forgókemencék rekonstrukcióját is vállaljuk. Aknaelőmelegítő ill. aknahűtő beiktatásával, a Prerovské strojírný rendszer segítségével a hőfogyasztás jelentékeny csökkentése és a termék minőségének javítása érhető el.

Gyártó:



PREROVSKÉ
STROJÍRNÝ

Exportőr:

pragoinvest

Külkereskedelmi Vállalat

180 56 — Praha — CSSR



A világ szilikátiparából

Változatlanul tart a cementipar fejlődése

A csehszlovákiai Prachovice mellett 2 milliárd KC költséggel (= 108 millió £) 1 200 000 t/év kapacitású cementüzem épül, melynek beruházási munkáit 1978-ra fejezik be. A nyersanyagkészlet 50 évi üzemeltetéshez elég. A körzetben jelenleg több kisebb üzem működik, 800 000 t/év összkapacitással.

A marokkói Mzondia-ban a 170 millió marokkói dínár (= 37,7 millió \$) költséggel épült 550 000 t/év kapacitású cementüzem megkezdte üzemét.

A malaysiai Perak-ban 500 000 t/év teljesítményű cementmű épül 150 millió malaysiai \$ (= 35,25 millió £) beruházási költséggel. (Industrial Minerals, 1977. április)

Tömörített keverék és tömörített légszűrőpor használata az üvegyiparban

A por és laza keverékek tömörítésével javul a hőátadás, csökken a porzás, kisebbek az energiaköltségek. A tömörítéssel a sűrűség 90%-

át is elérő testsűrűségek nyerhetők. Kötőanyagot nem használnak, a szemcséket csak a Van-der-Waal erőik tartják össze. Az eljárás lehetővé teszi olcsó anyagok és hulladékok (porleválasztókkal, visszatérő por) feldolgozását, jobb üveghomogenitás elérését és az olvasztási idő 15%-os lerövidítését. (Glastechnische Berichte 1977. 50.)

Szilíciumnitrid gázturbinákhoz

A svéd ASEA cégnek állítólag sikerült gyakorlatilag pórusmentes szilíciumnitridet előállítania. Az 1400 °C hőmérsékletig nagy mechanikai szilárdságú anyag alkalmas gázturbinák alkatrészeinek gyártására. A nyers formatestek 200 MPa nyomáson és 1700 °C-on nyerik el végleges tulajdonságaikat. (Handelsblatt, 1977. 17. sz.)

Boroszilikátüveg szigetelőtárcsák részecskegyorsítóhoz

Egy nagyméretű Van-de-Graaff tandemgyorsító szigetelő tartószlopot $\varnothing 127 \text{ mm} \times 22 \text{ mm}$ boroszili-

kátüveglapokból alakították ki. A választás azért esett erre az anyagra, mert az összes kipróbált szerkezeti anyagok (kerámia, műanyagok, lágyabb üvegek) közül a legjobb vilamos jellemzőkkel rendelkezett. 30 MV feszültségnél jelentős áramlökéseket bír ki. További előnyei a boroszilikátüvegnek a nagy korrózióállóság és kis hőtágulás.

A gyémátszerszámmal kivágott, majd csiszolt, tűzifényezett és precíziósan csiszolt üveglapok simaságának tűrrese 0,012 mm. (Glastechnische Berichte, 1977. 6. sz.)

Üveg olajpalából

A Kaliforniai Egyetem eljárást dolgozott ki olajpala és olajpalahulladék üvegyipari és kerámiai alapanyaggá történő feldolgozására.

Az olajpalát, ill. hulladékait 1200 °C-on megolvasztják és az alapanyag megmaradt olajtartalma elegendő az olvadásig történő felmelegítésre. Energiapótlás nem szükséges. A kapott olvadék hőlökésálló üvegek és üvegkerámia előállítására is hasznosítható. Az eljárás gyakorlati megvalósításának feltétele, hogy elegendő olajelőállításból visszamaradó palahulladék álljon rendelkezésre. (Glastechnische Berichte, 1977. 6. sz.)

rezgés a munkahelyen viszonylag kicsi. Egy 20 ezer m³ teljesítményű ilyen berendezés építési költsége 60 ezer rubel volt.

Mendel'szon, D. I. — Topcsiev, E. A. — Szabbina, Ju. A.: *Szulfátálló szűrőbeton*. 37–39. old.

Mezőgazdasági dréncsovek készítésére a leghatékonyabb anyag a nagy-pórusú beton, a talajvíz nagy szulfáttartalma miatt azonban fennáll a korrózió veszélye. Kimutatták, hogy a szulfátálló kohósalakportlandcement alapú, gránitúzalék adalékanyaggal készített, optimális összetételű beton (v/c = 0,45; a homoktartalom az adalékanyag tömegének 10–15%-a) az 5000 mg/lit. szulfátiont tartalmazó, legfeljebb 4 °H keménységi fokú talajvizekkel szemben kielégítő szulfátállósággal rendelkezik. A vizsgálatokhoz kifejlesztett berendezés ismertetése.

Lapszemle

BETON I ZSELEZOBETON, Moszkva 1977. 5. sz.

Volzsenszkij, A. V. — Gol'denberg, L. B. — Voevoda, G. F.: *Pernyétartalmú homokbetonok fagyállósága*. 29–30. old.

A legalább 3000 cm²/g fajlagos felületű pernyét a sovány betonba keverve (a cement tömegére számított 50, ill. 100%-ban) gyakorlatilag azonos szilárdságú betonok állíthatók elő. A pernyében levő nem kiégetett szén azonban a nedvességtartalom változásával duzzadást, ill. zsugorodást okoz, így károsan hat a beton fagyállóságára. A gőzölt beton (2+7+2 óras gőzölés 85 °C mellett) mintegy 100 fagyasztási ciklusig a pernye adagolás esetében nagyobb, 100 ciklus felett vi-

szont már kisebb szilárdságot mutat, mint a pernye adagolás nélküli beton.

Kuzin, V. N. — Borovüih, V. I.: *Lemez betontermékek formázása sablonkosiban*. 34–35. oldal.

Födém- és térhatároló elemek formázására kidolgoztak egy berendezést, melynek lényege, hogy egy betonkeverékkel telt bunkerből adagolószalaggal egy tölcserbe juttatják a keveréket és onnan a tölcser alatt egy sínen futó kocsin elhelyezett sablonba kerül. A fixen elhelyezett vibrálófej alatt való elhaladás közben a keverék a sablonban kellő mértékben tömörödik. Mivel a vibrátor a sablonnal nem közvetlenül érintkezik, a zaj és a

CEMENT, WAPNO, GIPS,
Krakkó, 1977. 4. sz.

Cichon, K.: *A klinker kristályszerkezetének hatása a cement tulajdonságaira.* 90–92. old.

A klinker kristályszerkezete közvetlen hatással van a klinker fizikai tulajdonságaira. Ez a szerkezet az őrlési időt, a cement szemcseméret-eloszlását szabja meg, amely a fázisösszetétellel együtt a habarcs tulajdonságait döntő mértékben befolyásolja. A vizsgált klinkerek kristályszerkezete, fázisösszetétele, őrlési tulajdonságai és szilárdsági mutatói.

Wieia, C.: *Bázikus tűzállóanyagok korróziója cementipari kemencékben.* 92–95. old.

A bázikus tűzállóanyagok fizikai tulajdonságai kémiai összetétele, igénybevétele. A tűzállófalazat és az égetett termék kölcsönhatásai, a lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok.

OGNEUPORŰ, Moszkva, 1977. 4. sz.

Petrin, N. V. — Gulob, V. Ja.: *Cirkon tűzállóanyagok gyártása üvegolvasztó kemencékhez.* 5–7. old.

Üvegolvasztó kemencék fenék-béléséhez alkalmazott cirkon tűzállóanyagok gyártástechnológiája. A kiinduló anyag őrlött cirkon-koncentrátum. Előkészítés, nedvesítés szulfitszennylúgos folyadékkal görgőjáratban, keverés, briketkezés, szárítás, égetés stb. A brikettek masszává, terméké történő feldolgozása. A késztermék tulajdonságai (porozitás, szilárdság, cirkondioxid tartalom stb.). Alkalmazással kapcsolatos megállapítások.

Scsedrov, Sz. A. — Volkov, A. V.: *Forgókemence üzeme különböző gázégők alkalmazásánál.* 7–10. old.

4,5 m átmérőjű, 170 m hosszú forgókemence hőrendszerének kutatása 0–40 mm frakciójú nyersmagnezit égetésénél, különböző típusú (cső-, diffúziós szabályozott GRC, diffúziós nagysebességű GDG-1) égők alkalmazása mellett. Vizsgálati szempontok: kemence terhelhetősége, égetőzóna hőmérséklete, fajlagos tüzelőanyag felhasználás stb. Hőmérleg különböző égők alkalmazásánál. Legjobb eredmény a nagysebességű égővel érhető el.

Babics, G. I.: *A gázok tisztítása tűzállóanyagok gyártásánál.* 13–14. old.

Anyagot samottá égető forgókemencék mögött elhelyezett elektrofilterek porleválasztási mértékének növelésével kapcsolatos üzemi vizsgálat. Az alkalmazott elektrofilter hiányosságai, ezek kiküszöbölési lehetőségei. Jelenleg a kombinát mindkét üzemében szerelik és üzembeállítják a gázáram NH₄CL-os kondicionálását lehetővé tevő berendezéseket. Ezek alkalmazásával növekszik a porleválasztás (97,4%-ról 99,2%-ig). A leválasztott por felhasználása (briketkezés útján).

Pjatikop, P. D. — Sapovalov, V. Sz.: *Magnezit-spinell tűzállóanyagok használat utáni vizsgálata.* 26–33. old.

Martin-kemencék boltozatában alkalmazott magnezit-spinell tűzállóanyagok használatuk utáni makro- és mikroszkópos vizsgálata és üzemelés közbeni vizuális megfigyelése. A tűzállóanyagok eredeti és használat utáni paraméterei, tulajdonságai (égetési hőmérséklet, porozitás, hőállóság, kémiai összetétel, zónák szerint ásványi összetétel stb.). Használat közben jól

elkülönülő zóna képződik. A 20–30% olvasztott spinell tartalmazó magnezit-spinell tűzálló-termék kopása a munkafelület megolvadásával megy végbe; a megolvadt réteg tulajdonságai (szerkezet, ásványi összetétel) különböznek az alaptestétől.

Subin, V. I. — Nikonorov, V. I.: *Forgókemencék szinterező-zónájában a tűzállóbélés kopásának vizsgálata radioaktív indikátoros módszerrel.* 33–37. old.

A tűzzóna bélésállapotát a kemencetest infravörös sugárzási szintjének regisztrálásával stb. ellenőrzik jelenleg. A tűzálló bélés vastagságának folyamatos ellenőrzési módszere, melyet 185 m hosszú és 5 m átmérőjű cementgyári forgókemencén mutatnak be. A módszer alapja: előzetesen neutronok sugárzásának kitett tűzálló téglák (mint jelző elemek) falazatba való beépítése. A vastagság változásra besugárzott etalon téglá dózisa alapján következtetnek. A besugárzott téglák elhelyezése a kemence bélésében.

Zaharenkov, V. K. — Gurvics, L. G.: *A szilíciumkarbid szemcseösszetételének hatása a fűtőtestek tulajdonságaira.* 45–61. old.

Különböző vállalatok által kibocsátott szabványszerű zöld szilíciumkarbid porokban a fő frakciók mennyiségének ingadozása oka az elektromos fűtőtestek tulajdonság-szórásának (porozitás, pórusszerkezet, szilárdság, oxidációval szembeni ellenállóképesség). Az elektromos fűtőtestek tulajdonságainak javítása elérhető a fő frakció mennyiségének stabilizálásával és növelésével (80%). A kísérleti fűtőtestek villamos ellenállásának függése a hőmérséklettől, azok porozitása, pórustérfogata stb.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368 Budapest VI., Anker köz 1–3.

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest VII., Lenin krt. 9–11.

Telefon: 221-285. Levélcím: 1906. Postafiók 223.

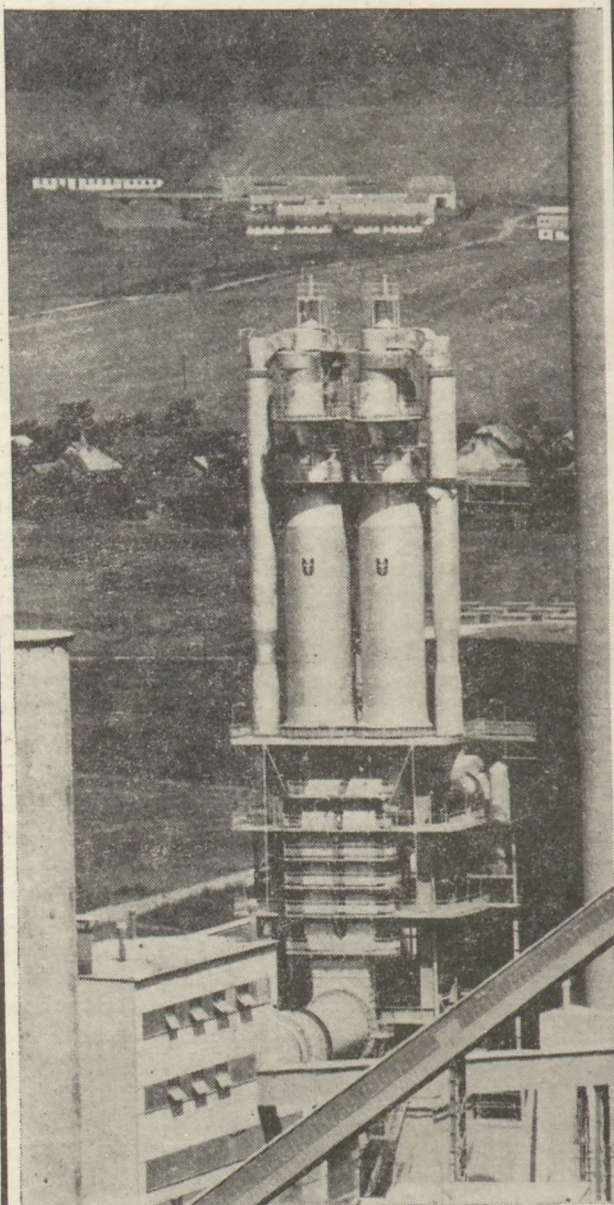
77/5049 Franklin Nyomda, Budapest
Felelős: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. 1900 Budapest, V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215–96 162 postaforgalmi jelzőszámára. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P.O.B. 140. Budapest, 62. Előfizetési díj: negyedévre: 22,50 Ft, félévre: 45,— Ft, egyes számok ára: 7,50 Ft.

Index: 25 250

**CÉLSZERŰSÉG
EGYSZERŰSÉG
ÜZEMBIZTONSÁG
NAGY HATÁSFOK**



— ezek az előnyei azon cementgyárak
technológiai berendezéseinek, amelyeket
a "Prerovské strojirny,, gyártóüzem tervez,
konstruál, épít, szerel fel és helyez üzembe

Gyártó:



**PREROVSKÉ
STROJIRNY**

Exportőr:

pragoinvest

KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT

180 56 PRAHA — CSSR