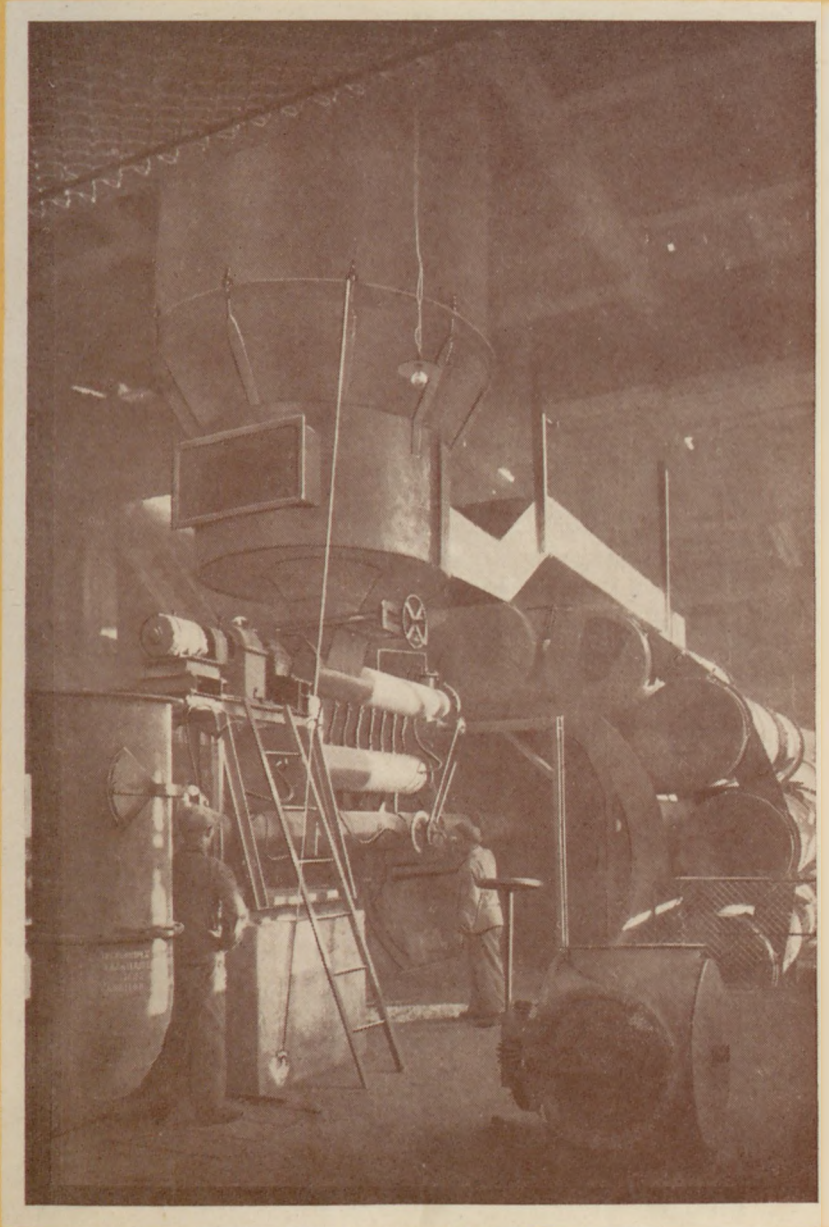


302935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

5. SZÁM

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az É. M. Építőipari

Könyv- és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.

Telefon: 384-324

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM:

	Old.
<i>Beke Béla</i> : Aprítási műveletek energiaigénye	145
<i>Szabó László</i> : A tűzálló építőanyagiparban hasznosítható mész- és cementipari tapasztalatok	157
<i>Arva István</i> : Zsugorított magnéziumoxid hidratációja	164
<i>Lázár Jenő</i> : Kőbányászati robbantások céljaira kialakított pneumatikus mélyfúróberendezés	168
<i>Arató Mátyás és Székely Gábor</i> : Energiamérési kísérletek az uzsai kőbányában	168
<i>Szentmártony Gusztáv</i> : Gazdasági tevékenység elemzése műszaki-gazdasági mutatószámok segítségével	171
<i>Megyesi József</i> : Lakóházak és középületek teherhordó vasbeton szerkezeteinek ismeretes előregyártási módszerei	176
Egyesületi hírek	180
Kérdés — felelet	183

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Беке Бела</i> : Потребная мощность операций дробления	145
<i>Сабо Ласло</i> : Опыты производства извести и цемента, используемые в промышленности огнеупорных материалов	157
<i>Арва Иштван</i> : Гидратация спеканной окиси магния	164
<i>Лазар Енэ</i> : Пневматическое буровое оборудование, приспособленное для взрывных карьерных работ	166
<i>Арато Матяш и Секей Габор</i> : Опыты по измерению энергии в Ужайском каменном карьере	168
<i>Сентмартони Густав</i> : Анализ хозяйственной деятельности при помощи технико-экономических показателей	171
<i>Меддеш Иожэф</i> : Известные способы изготовления сборных несущих железобетонных конструкций жилых и общественных зданий	176
Новости в Научном обществе работников промышленности строительных материалов	180
Вопрос — ответ	183

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>Béla Beke</i> : La demande d'énergie des procédés de concassage	145
<i>László Szabó</i> : Expériences de l'industrie de chaux et de ciment utilisables dans l'industrie des matériaux de construction réfractaires	157
<i>István Arva</i> : L'hydratation de magnésie frittée	164
<i>Jenő Lázár</i> : Installation pneumatique de forage en profondeur développée pour des travaux explosifs dans les carrières	166
<i>Mátyás Arató et Gábor Székely</i> : Essais de mesure d'énergie dans la carrière d'Uzsa	168
<i>Gusztáv Szentmártony</i> : L'analyse de l'activité économique à l'aide d'indices techniques-économiques	171
<i>József Megyesi</i> : Méthodes connues de la préfabrication des constructions portantes en béton armé des maisons d'habitation et de bâtiments publics	176
Nouvelles de l'Association	180
Questions — réponses	183



Címlevél: Cementgyári klinkerégető forgókemence tüzelőberendezése és hűtődobjai

ÉPÍTŐANYAG

6. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

Aprítási műveletek energiaigénye

BEKE BÉLA

1. A Rittinger-törvény

Az aprítás az ipar mechanikai műveleteinek egyik legnagyobb energiafogyasztója. 1937-ben a világon évente mintegy százmilliárd kWórát tett ki az aprítóműveletek energiafogyasztása [10], a magyar cementipar aprítóműveletei ez idő szerint ennek nagyságrendileg ezredrészét igénylik. Érthető, hogy az aprítás energiafogyasztásának elméleti meghatározásával már a mult század derekán kezdtek foglalkozni, azonban, mint a következőkben látni fogjuk, a probléma megnyugtató megoldása a mai napig sem ismeretes. Érthetővé válik ez, ha meggondoljuk, hogy az aprítás látszólagos egyszerűsége mellett valójában igen sok és véletlenszerű sajátság által befolyásolva megy végbe. Ily sajátságok a nagyszámú és egymástól különböző szemcsék mérete, alakja, kölcsönös elhelyezkedése, az anyag fizikai és kémiai tulajdonságai: fajsúlya, szilárdsága, rugalmassága, szívóssága, képlékenysége, tapadása, nedvessége, homogenitása, belső struktúrája stb. Épp így befolyást gyakorol az aprítóelemek mozgása, az aprítandó halmaz szemcséivel való találkozás valószínűsége és annak körülményei stb. Világos, hogy mindezen körülmények számításbavétele lehetetlen és számítási eljárásaink során számos, többé-kevésbé jogosult egyszerűsítő feltevésre van szükség.

Az aprítási műveletet első közelítésben kockalakú egyetlen testen vizsgáljuk. A művelet során a kezdetben d cm méretű szemcséből δ cm méretű szemcsék keletkeznek. Az aprítás mérvének jellemzésére az $n = \frac{d}{\delta}$ aprításifok fogalmát célszerű bevezetni. Egyetlen d méretű kockából n^3 db. δ méretű kocka áll elő és kezdeti $6d^2$ szabad felület $6n^3\delta^2 = 6nd^2$ -re növekszik. Az előállított új felület nagysága

$$\Delta F = 6d^2 (n-1) \quad (1)$$

Energetikai szempontból ezt a felületnövekedést tekintjük az aprítás eredményének. A tes-

tek részecskéit a molekuláris kötőerő (kohézió) tartja együtt. Az aprítás során legyőzött molekuláris kötőerő a szabaddá vált felülettel arányos, ezen erő munkája a molekuláris kötőerő hatótávolságának megfelelő úton megy végbe, a hatótávolság nagyságrendje 10^{-7} cm. A kifejtendő munka a szabaddá váló felület egységére vonatkoztatható, ez az ú. n. *fajlagos felületi energia* (e) dimenziója cmkg/cm^2 . Nagyságára vonatkozó szabatos mérések eredményei még nem ismeretesek, nagyságrendi értéke 10^{-4} — 10^{-3} cmkg/cm^2 , illetve 10^{-11} — 10^{-10} kWó/cm^2 . Az aprítás hasznos munkájának tehát a képezett új felület és a fajlagos felületi energia szorzata tekintendő. E felfogás szerint a test energiatartalma az aprítás során eme hasznos munkával megnő (bár az energia-többlet semmi ismert módon vissza nem nyerhető) [5]. Ezzel az aprítás hatásfokának meghatározását is megadhatjuk: az egyenlő a képezett új felület és a fajlagos felületi energia szorzata (hasznos munka), osztva a befektetett munkával. Az így definiált hatásfok értéke közkeletű aprítóműveleteinknél az 1%-ot sohasem éri el, a befektetett munka messze túlnyomó része hővé alakul.

Az aprítás energiafogyasztására vonatkozó legrégibb és ma is leginkább alkalmazott elméletet Rittinger állította fel 1867-ben. Ezen elmélet értelmében az aprítás energiafogyasztása arányos a keletkezett új felülettel. Rittinger eredeti fogalmazásában: [6]

„Két aprítási műveletnél a szükséges munka aránya

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n-1}{m-1}$$

Ha az aprítási fok igen nagy, azaz n és m nagy számok, n és m mellett 1 elhanyagolható, azaz

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n}{m}$$

Az aprítási műveletekhez szükséges munka tehát arányos az aprítási fokkal.“

(1) alatt láttuk, hogy a keletkezett új felület nagysága $\Delta F = 6d^2(n-1)$. Rittinger szerint a kifejtendő munka ezzel arányos:

$$M_1 = c_1 \Delta F = cd^2(n-1) = cd^2 \left(\frac{d}{\delta} - 1 \right)$$

A fajlagos, 1 cm³ anyag aprításához szükséges munka

$$M = \frac{1}{d^3} M_1 = c \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{d} \right) \text{ cmkg/cm}^3 \quad (2)$$

Rittinger-törvénye világosan szemlélteti azt a gyakorlati tényt, hogy az aprítás fokával, a feltárt felület növekedésével a munkaigény növekszik. A (2) alatti képlet még arra is rámutat, hogy kellő aprítási fok esetén, midőn $\frac{1}{d}$ elhanyagolható $\frac{1}{\delta}$ mellett, a kiinduló szemnagyság hatása közömbös az aprítás munkaigényére.

A Rittinger-törvény tapasztalatok szerint jól megközelíti a valóságos helyzetet nagy aprítási fok esetén, de ha az aprítási fok alacsony (pl. pofás és kúpos törők ellenőrzésénél), lényeges eltérések mutatkoznak.

Rittinger-törvénye, bár igen szemléletes és első pillanatban magától értetődőnek látszik, mechanikai megfontolások tekintetében nem állja meg a helyét. Leszámaztatásához a következő gondolatmenet vezethet: 1. Feltesszük, hogy d cm élhosszú kocka aprításához (széttöréséhez) d^2 -szeres erő szükséges, mint 1 cm-eséhez, azaz feltételezzük a feszültségek egyenletes megoszlását. 2. Feltételezzük, hogy az így meghatározott törőerő arányos az aprítási munkával.

Az első feltétel csakis homogén anyagokra lehet érvényes, több-kevesebb elhanyagolással, azaz legfeljebb statisztikai érvényességű. A második feltétel viszont csakis molekuláris méretek mellett lehet elfogadható, ha t. i. a törőerő munkája során az úthossz egyenlő a molekuláris kötőerő állandónak feltételezett hatótávolságával. Véges méretű testek esetében az aprítás végrehajtása érdekében a törőerőnek a test rugalmas nyúlásának úthosszán kell hatnia, amely úthossz a test méretétől és az aprítás módzataitól függ, de semmiképpen sem tekinthető állandónak. Bizonyos körülmények között, pl. dörzsöléssel történő finomaprításnál (cilpebsszel dolgozó csőmalmok), ezek a rugalmas alakváltozások kevésbé jönnek tekintetbe, ez magyarázza a törvény nagy aprítási fok esetén való gyakorlati alkalmazhatóságát.

2. A térfogati elmélet

A valóságos rideg, vagy közel rideg anyagok, amelyek aprítóműveleteink tárgyai, bár az alakítható anyagoktól eltérően maradós (szívós vagy képlékeny) alakváltozásra nem képesek, a törés bekövetkezése előtt a rugalmassági határig való megfeszítésük szükséges. Vannak kivételes esetek, amikor ez a feszültségi állapot külső munka nélkül is fennáll (pl. rosszul hűtött üvegél helytelen

kialakítású szürke vasöntvénynél), ilyenkor minimális erőhatás, illetve annak munkája is elegendő a töréshez. Az esetek túlnyomó többségében azonban a test tömegének teljes vagy részleges rugalmas megfeszítése szükséges, hogy azután egy végső energia-adagolással a törés bekövetkezését kiváltjuk. (Megjegyzendő, hogy az említett feszültségi állapot kalorikus úton való mesterséges előidézése lényegesen nagyobb energiát kíván, mint annak mechanikus úton való előállítás.)

A rugalmas alakváltozás folyamatát a törési határig kiterjesztve, *Kirpicsev* (1874), illetve *Kick* (1885) egymástól függetlenül felállították a Rittinger-féle „felületi“ elmélettel szemben az aprítás „térfogati“ elméletét.

E gondolatmenet szerint valamely testnek a törési határig való rugalmas megfeszítéséhez kifejtendő munka arányos a törőerő és a nyúlás szorzatával. A törőerő arányos a törésre merőleges keresztmetszet területével, azaz a lineáris méret négyzetével, a nyúlás pedig arányos a lineáris mérettel; a munka tehát arányos a lineáris méret köbével, a test térfogatával vagy súlyával. Lássuk a tételt *Kick* eredeti fogalmazásában [6]:

„1. Két, geometriailag hasonló és anyagilag egynemű test egyező alakváltozásához szükséges munka úgy aránylik, mint a két test térfogata, vagy súlya.

2. Két geometriailag hasonló és anyagilag egynemű test egyező alakváltozásához kifejtendő erő vagy nyomás úgy aránylik, mint a két test megfelelő keresztmetszete, vagy mint a nyomott testek felülete.

3. Meghatározott alakú és anyagú testek meghatározott alakváltozásához, vagy osztásához szükséges munka egy szorzatként adódik, melynek tényezői a test súlya és az azonos anyagú és geometriailag hasonló, egységnyi súlyú test egyező alakváltozásához, vagy osztásához szükséges munka.“

A térfogati elmélet szerint — a Hooke-féle törvénynek, a feszültség és nyúlás arányosságának rideg anyagokra való kiterjesztését elfogadva — 1 cm élhosszúságú kockára az aprítás munkaigénye:

$$M_1 = \int_0^{\lambda} \sigma d\lambda \text{ és mivel } \lambda = \frac{\sigma}{E}$$

$$M_1 = \frac{1}{E} \int_0^{\sigma} \sigma d\sigma = \frac{\sigma^2}{2E}$$

ahol E a rugalmassági modulus, σ a törőfeszültség és λ a fajlagos nyúlás.

d cm élhosszúságú kockánál a törőerő $P = \sigma d^2$ és a teljes nyúlás $l = d\lambda$, azaz

$$M = d^3 \frac{\sigma^2}{2E} = V \frac{\sigma^2}{2E} \quad (3)$$

ahol V az aprítandó test térfogata.

Figyelemre méltó, hogy a térfogati elmélet az aprítást kiváltó energiaigényre számszerű ered-

ményt szolgáltat, miután a törőfeszültség és rugalmassági modulus a szóbajövő anyagokra ismert, illetve könnyen meghatározható; bizonyos elhanyagolást jelent a Hooke-törvény érvényességének feltételezése. Ezzel szemben a Rittinger-féle elméletre támaszkodó (2) képlet c állandója bizonytalan, az aprítandó test anyagán kívül az aprítási eljárástól és annak gazdaságosságától függő, nehezen meghatározható érték.

A térfogati elmélet legnagyobb hiányossága, hogy nincs tekintettel az aprítás legfontosabb jellemzőjére, az aprítási fokra, csupán azt adja meg, hogy valamely test roncsolásához mennyi energia szükséges; a test azután meg nem határozott számú és méretű törmeléktestre esik szét. A térfogati elmélet továbbfejlesztői, mint az alábbiakban látni fogjuk, ezen a hiányosságon különféle feltételezésekkel igyekeztek segíteni.

3. A felületi és térfogati elmélet összehasonlítása

A kutatók évtizedeken át tartó kísérletekkel igyekeztek a felületi, illetve térfogati elmélet helytállóságát, vagy helytelen voltát bebizonyítani. A kísérletek — azok körülményeitől függően — majd az egyik, majd a másik törvény érvényességét látszottak igazolni [6]. A Szovjetunióban a közelmúltban végzett kutatások (V. A. *Bauman* 1949—50-ben végzett kísérletsorozata) szerint a nyomással vagy ütéssel végzett törési-zúzási műveletek során a térfogati elmélet — *Levenszon* alább ismertetendő módosításával — a kísérleti eredményekkel igen jól egyező értékeket szolgáltatott [7]. Ezzel szemben a felületi elmélet inkább a dörzsoléssel végbemenő finomörlésnél ad a valósághoz közeleső eredményeket.

Összefoglalólag megállapítható, hogy a Rittinger-törvény a kohézió legyőzéséhez szükséges hasznos munkát veszi alapul (amely valóban arányos a felülettel) és az elkerülhetetlenül velejáró és a hasznos munkát több nagyságrenddel meghaladó rugalmas deformációs munkát indokolatlanul a hasznos munkával arányosnak tételezi fel. A térfogati elmélet a törést kiváltó munkát mechanikailag helyesen veszi számításba, de nincs tekintettel az aprítási folyamat további haladására, ismétlődésére és a keletkező törmelék méreteire.

A két elmélet egyébként nincs egymással feltétlen ellentmondásban és az eltérés az aprítási folyamat körülményeitől függ. *Hönig* erre a következő igen tanulságos példát hozza fel [6]:

A térfogati elmélet eredeti, Kiek-féle értelmezése szerint a töret szemesei arányosak a kiinduló test méreteivel. Ha tehát két eltérő méretű, a_1 és a_2 cm élhosszú kockát aprítunk és az aprítási fok n , akkor a keletkező kockák élhossza, illetve a keletkező felületek nagysága:

$$\frac{a_1}{n} \text{ és } \frac{a_2}{n}, \text{ illetve } F_1 = 6(n-1)a_1^2$$

$$F_2 = 6(n-1)a_2^2 \text{ és } \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$$

A felületi elmélet szerint az aprításhoz szükséges munkák aránya egyezik a keletkezett felületek arányával,

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$$

A térfogati elmélet szerint pedig a munkák aránya megegyezik a kiinduló testek térfogatának arányával,

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

azaz a két elmélet ellentmondó eredményre vezet.

Tételezzük most fel, hogy a két — a_1 és a_2 élhosszú — kocka eltérő számú, de egyező δ élhosszú darabra esik szét. Ekkor az aprítási fok:

$$n_1 = \frac{a_1}{\delta} \text{ és } n_2 = \frac{a_2}{\delta}$$

$$F_1 = 6\left(\frac{a_1}{\delta} - 1\right)a_1^2 \text{ és } F_2 = 6\left(\frac{a_2}{\delta} - 1\right)a_2^2$$

és ha az aprítási fok értéke mellett 1-elhanyagolható, akkor

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{M_1}{M_2}$$

azaz a kétféle elmélet ez esetben egyező eredményt szolgáltat.

A valóságos helyzet hol az egyik, hol a másik itt feltételezett különleges esetet fogja jobban megközelíteni, de általában a két elmélet által jellemzett szélső helyzet közé fog esni.

4. A törés folyamatának végbemenetele

A különféle aprítási módok elbírálása céljából a törés végbemenetelének tanulmányozása elengedhetetlen.

Mint már szó volt róla, a rideg anyagok esakis rugalmas alakváltozásra képesek és a törést meg kell előznie a test, vagy annak egy része rugalmas megfeszítésének. A feltárt új szabad felületek energiája a testnek külső erők által véghezvitt rugalmas megfeszítése során tárolt energiataralomból származik. A törés bekövetkezik, ha a külső erők hatására a testnek legalább egy helyén a molekuláris szakítófeszültséget elérő húzóigénybevétel lép fel. A molekuláris szakítófeszültség képlete [10]

$$s = \sqrt{\frac{Ee}{r_0}} \quad (4)$$

ahol E a rugalmassági modulus, kg/cm^2 , e a már említett fajlagos felületi energia cmkg/cm^2 , és r_0 a molekuláris kötőerő hatótávolsága cm . s nagyságrendje 10^4 – 10^5 kg/cm^2 .

Ezt a rendkívül magas fajlagos igénybevételt az általában alkalmazott nagyságrendű külső erők homogén anyagnál kiváltani nem képesek. Való-

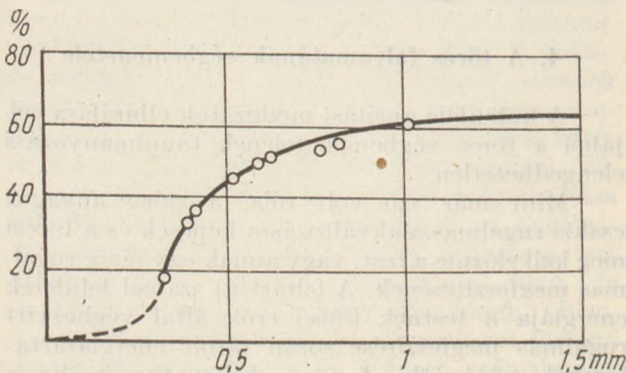
ságos anyagaink azonban nem homogének, azok belseje számos szabálytalan elhelyezkedésű kisebb-nagyobb üreget és zárványt, felülete számos repedést mutat.

Látszólag homogén anyagaink kristályai az ideális kristálytól a rácsszerkezetben mutatkozó hibahelyek, egyenetlenségek (hiányok, idegen atomok stb.) következtében eltérnek. Feltehető, hogy 10 000 az atomrácsba szabályosan beépített atomra egy hibás beépítésű jut. Ez ad magyarázatot arra, hogy a molekuláris kötőerőből számított elméleti szilárdságok a valóságostól 2—3 nagyságrenddel eltérnek.

Ezek az egyenetlenségek, hibahelyek a feszültségek egyenletes eloszlását megzavarják, a hibahelyek közelében feszültségcsúcsok keletkeznek, amelyek a törési folyamatot kiváltják. Az első „megpattanás” után a folyamat gyorsan továbbfejlődik, mert a fellépett szakadás mentén további feszültségcsúcsok keletkeznek, a tovaterjedéshez hozzájárul a rugalmasan feszített testben tárolt energiatartalom is. A tovaterjedés iránya merőleges a pillanatnyi húzófeszültségre.

A törési folyamat időbeli lefolyására vonatkozó újabb kutatások a test belsejében tovaterjedő rezgésekkel keresik a kapcsolatot. Geofizikai megállapítások szerint a kőzetekben a longitudinális rezgések terjedési sebessége (hangsebesség) 5000 m/mp körüli, a másodlagos, transzverzális rezgések terjedési sebessége ennek kb. harmada, mintegy 1600 m/mp.

Húzási kísérletnél a törési hullám a törési kezdőpont körüli koncentrikus körökben terjed tova, éspedig transzverzális rezgések formájában. Maga a törési sebesség kezdetben lassan fejlődik ki, majd a külső körülményektől függően gyorsulva



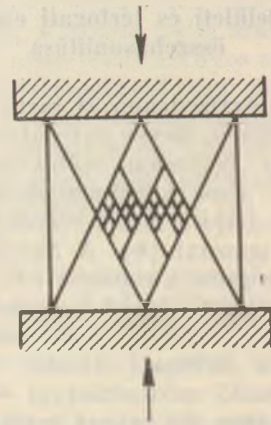
1. ábra. A törés tovaterjedési sebessége a megtett törési út függvényében, a transzverzális rezgések terjedési sebességének százalékában. A szakadozottan kihúzott szakasz extrapolálva. 6 mm \varnothing kvarcúvegrúd, 50 g/mm² sec ráterheléssel, a szakítószilárdság 3,45 kg/mm² (Smekal 1950.)

egy a külső körülményektől független, az anyagot jellemző határértékhez közeledik. Ezen határérték nagysága a transzverzális hullámok terjedési sebességének 50—60%-a. Az 1. ábra 6 mm \varnothing kvarcúrd töréstovaterjedési sebességének változását mutatja be, a lineáris deformáció függvényében, a transzverzális hullámsebesség %-ában [12].

Az itt jelentkező többezer méteres sebességek mellett a közkeletű készülékek aprítószerszámai-

nak sebessége elhanyagolhatóan kicsi: a törőknél 1 m/mp alatti, golyósmalmoknál kb. 5 m/mp és kalapácmalmoknál sem haladja meg a 60—70 m/mp értéket.

A törési folyamat végbemenetele lényeges eltéréseket mutat a külső igénybevétel módjától függően. Helyi szakadásból, repedésből kiinduló törés figyelembevételével rideg anyagokra elméletileg levezethető, hogy a nyomószilárdság kb. 10-szerese a húzószilárdságnak. Lévéen a nyúlás arányos a feszültséggel, ebből az következne, hogy húzással való aprításhoz századrész energia szükséges, mint a nyomással végbemenőhöz. A valóság ezt a megállapítást nem támasztja alá: a nyomással történő aprítás gyakorlati tapasztalatok szerint gazdaságosabb a húzással végrehajtottnál. Ennek magyarázatául szolgál, hogy húzás esetén a test első teljes szétválásakor a rugalmasan



2. ábra. Nyomott kocka aprózódásának alakulása

feszített két félttest leterhelődik, a tárolt energia haszontalanul hővé alakul. Nyomásnál ezzel szemben az első repedések tovaterjedése nem vezet a test szétválására, hanem újabb repedések keletkeznek, a repedések mentén a támaszkodás továbbra is megmarad, azaz a test rugalmas feszítettsége nem szűnik meg és az így tárolt energia jórészt hasznosan működik. Smekal kísérletileg is alátámasztott, a főfeszültségek kiszámításán alapuló elméleti megállapításai szerint homogén kocka nyomás esetén való aprózódása a 2. ábra szerinti [11].

Nyomással való aprításnál a technikai végrehajtás módozatai következtében egyenletes feszültségeloszlásra számítani nem lehet, ami a teljes térfogat egyenetlen feszítettségére, az energiaigény csökkenésére vezet.

Húzással való tömeges aprítás egyébként a nagy energiafogyasztás mellett a befogás technikai megoldhatatlansága következtében sem jöhet tekintetbe.

Vannak azonban — rendszerint nem aprítási szándékkal végrehajtott — kalorikus műveletek, ahol a test sok esetben káros aprózódása húzóigénybevétel révén megy végbe. Ilyen esetekben a test intermolekuláris hézagaiban gázok expansziója gyakorol feszítőerőt és a test szakítással

aprózódik. Ez fordul elő pl. az agyag száradásánál vagy a mészkő kalcinálásánál mutatkozó repedéseknél. Tudatosan alkalmazza ezt az eljárást a Lurgi-féle brikettezés, ahol 0–6 mm-es, kb. 50% nedvességtartalmú barnaszén 800° körüli hőmérsékletű inert gáz hatásának tesznek ki. A kiszáradás 1 mp-en belül végbemegy, a szén nedvessége az intermolekuláris hézagok zárt terében gőzzé alakul és a szén robbanásszerűen szétporlasztja. Ha az inert gáz (füstgáz) hevítését a szárítás számájára írjuk, az aprítás hatásfoka a 100%-ot megközelíti, mert a rugalmas feszítés hővesztesége ugyancsak hasznosul a szárításnál.

Hasonló módon — a gázok feszítőereje által kiváltott szakítás révén — megy végbe az aprózás folyamata az ezen tanulmányban nem tárgyalt robbantási műveleteknél is.

Ütéssel, mozgási energia hasznosításával való aprításnál a viszonyok a nyomással történőhöz hasonlítva, főleg az energia adagolhatósága tekintetében mutatnak eltérést. Ha az aprítást nem egyetlen ütéssel hajtjuk végre (és ez a szokásos), két egymást követő ütés között a rugalmas feszítés leterhelődik, ami az előbbieket szerint a hatásfok leromlását jelenti. Ezt a hatást csak részben ellensúlyozza a dinamikus hatások kedvező érvényesülése a test hibahelyeinek, repedéseinek kiterjesztése során. Ebből következik, hogy az ütéssel való aprítás energiaigénye a nyomással végmenőét meghaladja.

Nyírásnál — amennyiben ez technikailag megoldható — a hatásfok viszonylag kedvező lesz, mert kis térfogatrészek feszítésére van szükség. A nyíráshoz közelálló igénybevétel a finomörlés legáltalánosabb módja, a dörzsölés. Ily igénybevételnél a test széle a súrlódás által lefogva, csúsztatófeszültségek keltésével kerül a tömbről leválasztásra, eközben a test túlnyomó része feszültségmentes maradhat. A dörzsölés tehát energetikailag kedvező aprítási mód.

Megemlítendő még, hogy a nagy finomságra történő aprításnál az energiaigény megnő, aminek okát a hibahely-elmélet megadja. A törés kiindulási helye, mint láttuk, a leghatásosabb hibahely, kis szemcsékben pedig kisebb a valószínűsége hatásos hibahely jelenlétének. Emellett még dörzselektromos jelenségektől kísért összetapadások is jelentkeznek, az összeállt nagyobb szemcsék újbóli szét-dörzsölésére van szükség, ami ugyancsak növeli az energiafogyasztást.

Összefoglalólag megállapítható, hogy kedvező aprítási hatásfok elérésére két módszer lehetséges:

1. A rugalmas feszítettséget minél kisebb térfogatrészre korlátozni. Ennek legjobb megoldása a dörzsölés.

2. A rugalmas feszítéssel tárolt energiát maximális mértékben hasznosítani, mielőtt az hővé alakulhatna. Erre szolgáló eljárás a statikus nyomás.

Ehhez járul még a hibahelyek, repedések és azok irányának legjobb kihasználása. Erre való újabb törekvést képviselnek a hajtózúzóok. Ily irányú más lehetőséget biztosíthat a nagyszaporaságú váltakozó erőhatások (vibráció) alkalmazása is.

5. Az energiafogyasztás taglalása

Az eddigiek alapján megállapíthatjuk, hogy az aprítógépbe bevezetett energia elhasználódása során négy osztályra bomlik:

1. Hasznos munka, a felületi energia növelése. Ez arányos a keletkezett új felülettel; számszerűleg egyenlő az új felület és a fajlagos felületi energia szorzatával. $M_h = \Delta F e$.

2. A test rugalmas feszítésére fordított és abból hasznos munkára fel nem használt, hővé alakuló energia. Ha a rugalmas feszítésre felhasznált energia értéke M_r , akkor hővé alakul: M , — M_h és $M_r \gg M_h$.

3. Az aprítógép ú. n. belső súrlódása. Ezek oly súrlódási veszteségek, melyek elválaszthatatlan kapcsolatban állnak a szóbanlévő készülék működési módjával, annak szinte lényegét képezik. Ilyen pl. a golyósmalmok golyósúrlódása, a görgőjáratok relatív elcsúszást végző görgőinek súrlódása a tányéron stb. (M_b).

4. A gép ú. n. külső súrlódása. Ezek az általános gépészetből ismert súrlódási veszteségek, mint a csapágyak, hajtóművek, fogaskerekek súrlódása stb. (M_k).

Az aprítógép teljes munkafogyasztása:

$$M = M_r + M_b + M_k \quad (5)$$

és hatásfoka:

$$\eta = \frac{M_h}{M} = \frac{M_h}{M_r + M_b + M_k} \quad (6)$$

Ha a részben veszendőbe menő rugalmassági deformációs munkát, mint a folyamat elkerülhetetlen velejáróját tekintjük, a belső súrlódást pedig mint a folyamatot megvalósító eljárás tökéletlenségét, végezetül pedig számbavesszük a közönséges gépezeti veszteségeket, akkor a kalorikus gépek termikus, indikált és mechanikai hatásfokának mintájára itt is bevezethetjük a folyamathatásfok η_f , eljárási hatásfok η_e és mechanikai hatásfok η_m fogalmát. Ezeknek értéke:

$$\eta_f = \frac{M_h}{M_r} \quad (7)$$

$$\eta_e = \frac{M_r}{M_r + M_b} \quad (8)$$

és

$$\eta_m = \frac{M_r + M_b}{M_r + M_b + M_k} \quad (9)$$

végül

$$\eta = \eta_f \eta_e \eta_m \quad (10)$$

Fontos jellemzője az aprítási műveletnek az eljárási hatásfok (8) alatti értéke. Miután az aprítási műveletek nagy részére az M_r vagy M_b túlnyomó hatása jellegzetes, η_e értéke többnyire vagy 1 körüli, vagy igen kis valódi tört. Első esetben az eddig mondottak alapján inkább a térfogati elmélet fogja jobban megközelíteni a való helyzetet, és ugyanezkor η_f értéke igen alacsony lesz; a második esetben inkább a felületi törvény lesz használható, η_f viszonylag kedvezőbb értéke mellett.

6. Kísérletek általános érvényű elmélet felállítására

A felületi és térfogati elmélet közötti sok évtizedes vita kiküszöbölésére az utolsó néhány évben — főleg amerikai kutatók részéről — több javaslat hangzott el az aprítás általános érvényű alaptörvényeként való alkalmazására. Eddigi megfontolásaink szerint ez teljes exaktsággal eredményre aligha vezethet és mindenképpen szerepelnie kellene a javasolt számítási módszerekben az eljárási hatásfoknak, vagy más, a rugalmassági munka és a belső súrlódás viszonyát jellemző értéknek. Szerző tudomása szerint ily alapon nyugvó számítási eljárás az irodalomban még nem került közzétételre.

Az elmélet továbbfejlesztése során az első törekvés a mechanikai szempontból feltétlenül helytállóbb térfogati elmélet legfőbb hiányosságának kiküszöbölése céljából az aprítási foknak a képletbe való bevonása volt.

Kiindulva a fentebb idézett Kick-féle eredeti fogalmazás azon kitételéből, mely szerint az egysegnyi súlyú halmaz szemcséi kívánt fokú aprításának munkája állandó marad, függetlenül a kiinduló szemnagyságtól, feltételezhető, hogy a kívánt mérvű aprítás többszöri felezéssel megy végbe [4], [9].

Legyen a d -ről $\frac{d}{2}$ -re való aprítás energiaigénye A , akkor a keletkezett összes szemcsék $\frac{d}{2}$ -ről $\frac{d}{4}$ -re való aprításának energiaigénye ugyancsak A lesz. Ha a kívánt aprítási fok n ,

akkor az r egymást követő aprítóhatással érhető el, ahol $n = 2^r$, illetve

$$r = \frac{\log n}{\log 2}$$

és az összes aprítási munka

$$M = Ar = A \frac{\log n}{\log 2} = c \log n \tag{11}$$

A térfogati elmélet szerinti aprítási energiaigény tehát ily módon arányosnak adódik az aprítási fok logaritmusával.

Jen-Tung Wang a rugalmas jelenségek ismert törvényeinek alkalmazásával a következő számítási eljárást dolgozta ki [4]:

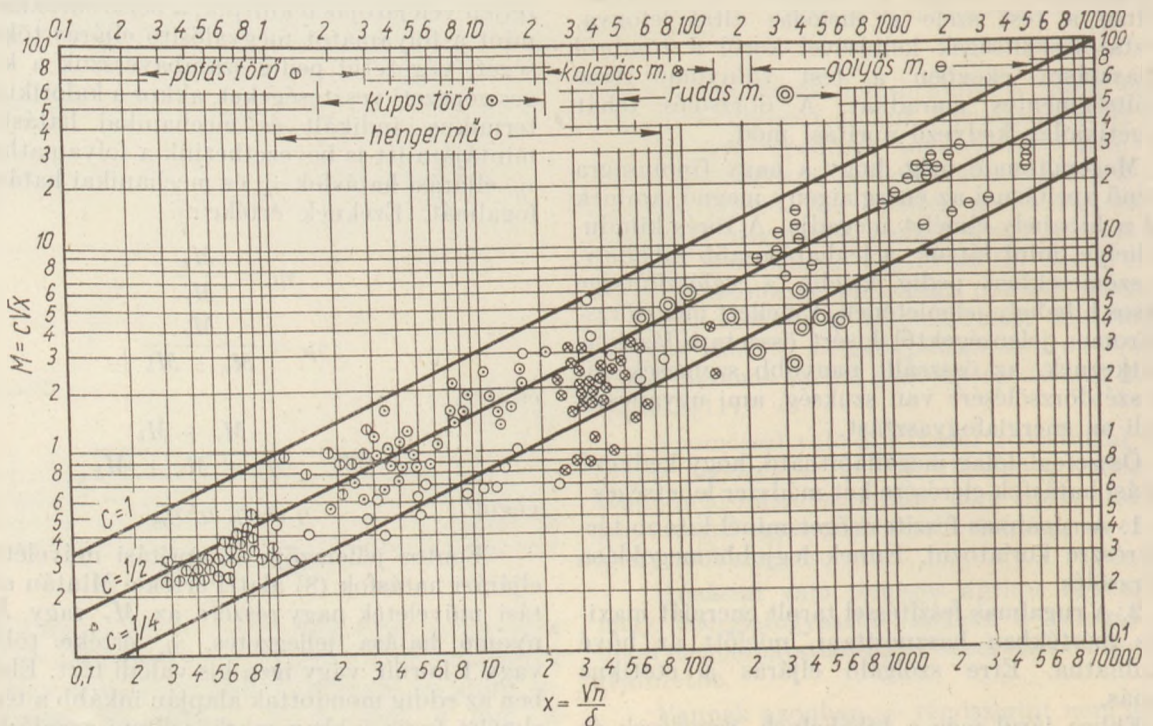
d kiinduló méretű kockát n -szeres aprításnak kívánunk alávetni, azaz n^3 darab $\delta = \frac{d}{n}$ méretű kockát előállítani. Osszuk fel (szakítás útján) a kockát $d \frac{1}{n}$ és $d \frac{n-1}{n}$ szélességű két szeletre.

Az ehhez szükséges erő $d^2\sigma$, a nyúlás $\frac{\sigma}{E} d$ és a munka $\frac{1}{2} \frac{d^3\sigma^2}{E}$.

Következő lépésként megint $\frac{d}{n}$ szélességű sze-

letet szakítunk le (és marad $d \frac{n-2}{n}$ széles habásb). A szakítóerő továbbra is $d^2\sigma$, a nyúlás $\frac{\sigma}{E} d \frac{n-1}{n}$, a munka $\frac{1}{2} \frac{d^3\sigma^2}{E} \frac{n-1}{n}$.

A szeletelés befejeződik az $(n-1)$ -ik lépés



3. ábra. Kísérleti eredmények az aprítás tonnánkénti energiaigényére. (*Jen-Tung Wang*). M : LEóra/tonna

$x = \frac{\sqrt{n}}{\delta}$, δ ang. hüvelykben. $c = 1$ kemény, $c = \frac{1}{2}$ közepes, $c = \frac{1}{4}$ lágy anyagra vonatkozik

után, melynél a) nyúlás $\frac{\sigma}{E} d; \frac{2}{n}$ és a munka $\frac{1}{2} \frac{d^3 \sigma^2}{E n}$.

Az egyirányú szeletelés teljes munkája a szám-tani haladvány összege, azaz

$$\frac{1}{4} \frac{d^3 \sigma^2}{E} \frac{(n-1)(n+2)}{n}$$

végül a háromirányú szeletelés teljes munkája

$$M = \frac{3}{4} \frac{d^3 \sigma^2}{E} \frac{(n-1)(n+2)}{n} \quad (12)$$

Ezen elmélet a (3) és (11) képletekkel jellem-zett térfogati elmélet oly módosításának tekint-hető, melynél az anyag széttöredezésének (önkényesen felvett) geometriai alakulását Rittinger számítási eljárásával egyezőnek választották.

Jen-Tung Wang teljesen empirikus úton [4] számos különféle rendszerű aprítóberendezésen és különféle anyagon végzett gyakorlati megfigye-lések alapján, melyek eredményei a 3. ábrán van-nak feltüntetve, arra a megállapításra jutott, hogy a fajlagos, tonnánkénti energiafogyasztás arányos egy x érték négyzetgyökével, ahol

$$x = \frac{\sqrt{n}}{\delta} \quad (13)$$

azaz

$$M = c \sqrt{x} = c \sqrt{\frac{\sqrt{n}}{\delta}} \quad (14)$$

F. C. Bond a felületi energia feltárásának gondolatmenetéből kiindulva megállapítja, hogy a kiinduló d méretű szemcse már eleve tartalmaz bizonyos felületi energiát, amely szükséges volt a szemcsének végtelen testméretből kiindulva tör-tént előállításához; ezt az energiát az illető szemcsenagysághoz tartozó teljes energiának ne-vezi, jelölése M_a . A teljes energiát a következő gondolatmenet szerint számítja: Rittinger sze-rint a d élhosszú kocka aprításához szükséges ener-gia d^2 -tel arányos, Kick szerint d^3 -tel, a valóságban a törvényszerűség a kettő közötti, Bond felveszi

d^2 -re. A térfogategységben $\frac{1}{d^3}$ kocka van, a tér-fogategység aprítási energiája tehát $\frac{d^2}{d^3} = \frac{1}{\sqrt{d}}$

vel arányos. Ez a Bond-féle, ú. n. harmadik el-mélet, amely kimondja, hogy a valamely szem-nagysághoz tartozó teljes energia fordítva arányos a szemnagyság négyzetgyökével [5].

Ha az aprítás d szemnagyságról δ szemnag-yásra történik, az aprítás energiafogyasztása a két szemnagysághoz tartozó teljes energia különbsége,

$$M = c \left(\frac{1}{\sqrt{\delta}} - \frac{1}{\sqrt{d}} \right) \quad (15)$$

A harmadik elmélet az egyes anyagokat az „aprítási energiaindex” fogalmával jellemzi, amely egyenlő a 100 mikron szemnagyságra vonatkozó teljes energiával:

$$M_i = c \frac{1}{\sqrt{100}}$$

Ez az anyagra vonatkozó valamely kimért aprítási művelet adatai alapján (15) figyelembe-vételével

$$\frac{M_i}{M} = \frac{\frac{1}{\sqrt{100}}}{\frac{1}{\sqrt{\delta}} - \frac{1}{\sqrt{d}}} = \quad (16)$$

$$= \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{d} - \sqrt{\delta}} \sqrt{\frac{\delta}{100}} = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n} - 1} \sqrt{\frac{\delta}{100}}$$

alakban írható. M_i ismeretében, tetszőleges aprí-tási fokra felírható:

$$M = M_i \frac{\sqrt{d} - \sqrt{\delta}}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{100}{\delta}} = \quad (17)$$

$$= M_i \frac{\sqrt{n} - 1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{100}{\delta}}$$

E számítás igen gyorsan célravezető és Bond nagyszámú saját kísérlettel és idegen forrásból vett tapasztalati adattal bizonyítja az aprítási index egyes anyagokra való állandóságát, azaz a harmadik elmélet helytállóságát.

Ha például egy tipikus rideg anyag tonnájá-nak 1600 mikron szemnagyságról 400 mikron szemnagyságra aprítása 3 kWórát kíván, akkor az 1600 mikronhoz tartozó teljes energia 3 kWó/t és az energiaindex 12.

Az eddig tárgyalt számítási módok, illetve le-vezetett képletek összefoglalása, az aprítási fok, a kiindulási és a végtermék szemcseméretének figyelembevételével a következő:

Rittinger

$$M = c \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{d} \right) = c_1 (n - 1) \quad (a)$$

Kirpicsev—Kick

$$M = \frac{\sigma^2}{2E} d^3 = cd^3 \quad (b)$$

Módosított Kick

$$M = c \log n \quad (c)$$

Jen-Tung Wang I.

$$M = \frac{3}{4} \frac{d^3 \sigma^2}{E} \frac{(n-1)(n+2)}{n} = \quad (18)$$

$$= c (n - 1) \left(1 + \frac{2}{n} \right) \quad (d)$$

Jen-Tung Wang II.

$$M = c \sqrt{\frac{\sqrt{n}}{\delta}} \quad (e)$$

Bond

$$M = M_i \frac{\sqrt{n} - 1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{100}{\delta}} = \quad (f)$$

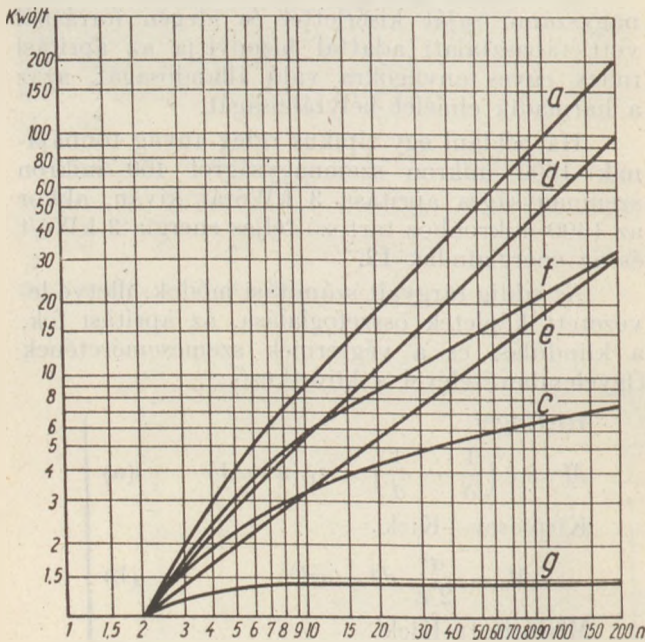
$$= c \left(\frac{1}{\sqrt{\delta}} - \frac{1}{\sqrt{d}} \right)$$

Ha az eljárások összehasonlítása céljából a képletsorozatban szereplő állandó szorzókat úgy választjuk meg, hogy $n = 2$ aprítási fok esetén a munkaigény 1 legyen, akkor különféle aprítási fokok esetén az egyes képletek az I. táblázat szerinti energiafogyasztást adják.

I. táblázat

n	a	c	d	e	f	g
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	1
5	4	2,32	2,8	1,98	3	1,28
8	7	3	4,37	2,83	4,5	1,31
50	49	5,65	25,5	11,2	15	1,33
200	199	7,64	100,5	31,5	32	1,33

A táblázat adatainak összehasonlítása nagyon kiábrándító, legfeljebb azt vehetjük ki, hogy a (c) szerinti eljárás magas aprítási fokra semmiképp sem lehet alkalmas, alacsony aprítási foknál viszont az (a) alatti ad valószínűtlen értéket. A táblázat adatait logaritmikus léptékben a 4. ábra tünteti fel.



4. ábra. Az aprítás energiafogyasztása az aprítási fok függvényében a különböző számítási eljárások szerint. (Jelölések a 18. képletsorozattal egyezően)

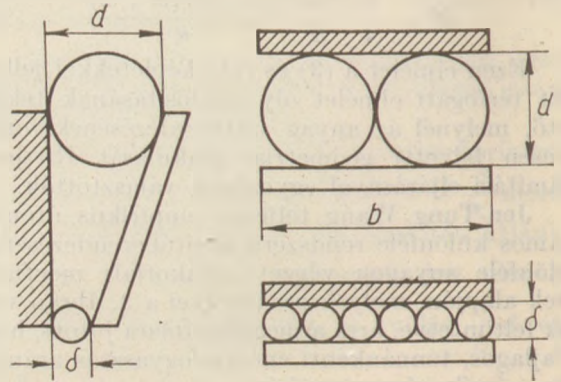
L. B. Levenszon megfontolásaiiban az eddieknél korlátozottabb — és feltétlenül helyesebb — célkitűzést választott [7]. Nem kívánt valamennyi aprítási eljárásra érvényes módszert levezetni, hanem megelégedett a nyomással törtéző aprítási műveletek energiaigényének kiszámításával. Itt a folyamat természetének megfelelően a térfogati elmélet eredeti alakjából indult ki, az energiaigényt első közelítésben a (3) alatti képlettel megadva :

$$M = \frac{\sigma^2}{2E} V$$

Figyelembe kell azonban venni az aprítás alapvető adatát, az aprítási fokot is. Ennek érdekében Levenszon három feltételt szab: az aprítási

munka 0 legyen, ha az aprítási fok 1, azaz $d = \delta$, az aprítási munkának az aprítási fok növekedésével növekednie kell és maximumot kell elérnie, ha a bekerülő anyag porrá lesz, azaz $\delta = 0$. E feltételeket kielégíti az a megoldás, ha a (3) képletben V helyébe a garatba és résbe maximálisan befogadható térfogatok különbségét, $V_d - V_\delta$ értéket állítjuk.

Pofás törőre a viszonyokat az 5. ábra tünteti fel.



5. ábra. Pofástörő energiafogyasztásának meghatározása L. B. Levenszon szerint

Legyen a garat mérete bd , a rése $b\delta$ és legyen a garat is, a rés is a maximálisan befogadható gömbökkel kitöltve. Ez esetben

$$V_d = \frac{b}{d} \frac{d^3 \pi}{6} = \frac{d^2 b \pi}{6}$$

és

$$V_\delta = \frac{\delta^2 b \pi}{6}$$

az aprítás energiaigénye pedig

$$M = \frac{\sigma^2}{2E} \frac{b\pi}{6} (d^2 - \delta^2) = \frac{\pi \sigma^2 b (d^2 - \delta^2)}{12E} \quad (19)$$

Hasonló alakú képletek vezethetők le nyomással működő egyéb gépeinkre, a kúpos és hengeres törőkre is. A (19) képlet a (18) képletsorozat kiegészítéseként a következő alakban is írható :

$$M = c \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \quad (18/g)$$

Az I. táblázat és 4. ábra az ennek megfelelő adatokkal ki van egészítve.

Ha meglévő törőtípusainkat ellenőrizzük a (19) képlettel, azt látjuk, hogy meszkő törésére számítva a törők nagyjából a számításnak megfelelő hajtómotorral vannak ellátva, balatra számítva azonban, kb. 1 : 4 arányú eltérések mutatkoznak. Mindenesetre figyelembe veendő, hogy a törők a legritkább esetben vannak folyamatosan etetve.

7. A szemeseösszetétel hatása

Minden eddigi megfontolásunknál egy oly egyszerűsítő feltevést tettünk, amelynek jogosultsága nem áll fenn, nevezetesen mindaddig feltételeztük, hogy az aprítógépek adagolása állandó, egyenletes méretű és kocka- vagy gömbalakú

szemcsékkel történik és az aprítás terméke ugyan- csak egyenletes méretű és kocka- vagy gömbalakú szemcsék halmaza. A valóságban az aprítás során oly halmazok keletkeznek, melyek szemnagyság-összetétele bizonyos törvényszerűségeket követ; maga a feladott anyag is többnyire bizonyos természetes vagy mesterséges aprózódási folyamat terméke (pl. bányászati robbantások stb.). Eddigi képleteink egyetlen feladott (d) és egyetlen töret- méretet (δ) tartalmaznak; világos, hogy képle- teink etekintetben magyarázatra, vagy kiegészí- tésre szorulnak.

Aprított halmazok szemcseméret-eloszlásának fejtegetése nem tartozik e közlemény tárgykörébe, lényeges azonban az, hogy minden ismert meg- oszlásfüggvény (Gaudin, Rosin—Rammler, Kol- mogorov—Rényi) két állandót tartalmaz, azaz egy halmaz jellemzésére legalább két adat szük- séges, az energiaigény ismertetett képletei pedig megelégszenek a halmaz egyetlen szemnagyság- méretével.

Bond és Jen-Tung Wang közleményeikben Taggart javaslatára a halmazt egyetlen szemcse- mérettel oly módon jellemzik, hogy azt a szem- nagyságot tekintik a halmazt megjelölő mérő- számnak, amely mellett a szitamaradék 20% és az áthullás 80%. Az európai irodalomban a hal- maz jellemzőjének a Rosin—Rammler megoszlás $\left(R = 100 e^{-\left(\frac{x}{\bar{x}}\right)^n}\right)$ \bar{x} paraméterét tekintik, amely a $\frac{100}{e} = 36,8\%$ szitamaradékhoz tartozó szemcse- méret és amely a képletben szereplő $n = 1$ esetén épp az átlagos szemcse nagyságot adja [3]. (R az x mérethez tartozó szitamaradék, \bar{x} és n a megoszlást jellemző paraméterek.)

A Rosin—Rammler megoszlás szokásos ábrá- zolása (ferde egyenes a $\lg x - \lg \lg \frac{100}{R}$ koordi- náta-rendszerben) világosan rámutat a halmaz egyetlen számértékkel való leírásának hibás vol- tára. Az anyagtól és az aprítási eljárástól függ az egyenes dőlését mutató n értéke és ettől függően azonos átlagos szemnagyság esetén is nagy mérték- ben eltérő lehet a halmaz szemcseösszetétele; egyáltalán nem közömbös, hogy a d átlagszem- nagyságú halmazból az aprítás során előállt δ átlagszemnagyságú halmazban a δ -nál kisebb és nagyobb szemcsék milyen mennyiségben és milyen eloszlásban vannak jelen.

Helyes volna tehát az átlagos vagy más jelleg- zetes szemcse nagyság mellett a matematikai sta- tiszti-ka módszerével a szórást is megadni, vagy méginkább a fajlagos felület értékét számításba venni. A baj csak az, hogy a fajlagos felület pontos meghatározására ez idő szerint megfelelő eljárás még nem ismeretes.

Jellegzetes példaként említhető meg, hogy ha azonos anyagot azonos 4900-as szitamaradékra többkamrás- és légárammalomban őrünk meg, a fajlagos energiafogyasztás az első esetben lehet kb. másfélszeres, ami a keletkező fajlagos felület- tel közel arányos (a Rittinger-törvénnyel egybe- hangzóan). E jelenségre a (18) alatti képletek nem

térnek ki és pl. a 3. ábra empirikus diagrammjának jobb felső része e megfontolások tükrében teljesen bizonytalan- nává válik.

A finomórlésre vonatkozó gyakorlati számítá- soknál az ipari gyakorlat tudvalevőleg a 4900-as szitán való 10%-os maradékot tekinti összehason- lítási alapnak. Ettől eltérő finomságok esetén az átszámításra legjobban használható az *Aljavgyin* által ajánlott és a fajlagos felület közelítő számí- sán alapuló

$$q = \frac{1}{\sqrt{\lg \frac{R_0}{R}}} \quad (20)$$

szorzó, ahol R_0 az adagolt halmaz, R az aprítási termék halmazának 4900-as szitamaradéka, n a Rosin—Rammler-féle eloszlás állandója [13]. A (20) képlet a Rittinger-törvény finomórlésnél való érvényességének hallgatólagos elismerésén alapszik.

A fajlagos felület meghatározásának bizony- talansága egyszersmind a hasznos munka exact megállapítását is lehetetlenné teszi, ez pedig min- den, a hatásfokra vonatkozó számítást is bizony- talanná tesz.

8. Alkalmazás aprítógépek belső folyamataira

Megállapításaink tükrében vizsgálat tárgyává tehetjük a közkeletű aprítási folyamatokat.

Vegyük elsőnek a *pojástörökét*. Az aprítás a Blake-rendszerű (kétíngás) töröknél csaknem ki- zárólag nyomóigénybevétellel megy végbe. Az egyes közetdarabok (a felfekvéstől függően) töme- gük túlnyomó részében rugalmas feszítésnek van- nak alávetve, e feszítés eloszlása azonban nem egyenletes, mindig vannak erősebben igénybe vett részek. A törőpofa mozgása során egymást követő nyomások és leterhelések periódusa (kb. 250-szer percenként) igen lassú a törési folyamat végbe- menetéhez képest.

A test belsejében lévő „hibahelyek“, repedé- sek a test teljes tömegének rugalmas feszítettsége folytán nagy biztonsággal szerephez jutnak, meg- könnyítve ezzel az aprítást. A repedések irányának kedvező kihasználása azonban kevésbé valószínű.

Ezek a körülmények azt mutatják, hogy a nyomás során fellépő rugalmas feszítettség vi- szonylag kedvező kihasználásával számolhatunk,

azaz $\eta_1 = \frac{M_k}{M_r}$ értéke a nyomóigénybevétel jel- legét figyelembevéve, viszonylag kedvező (de ter- mészetesen meg sem közelítheti a dörzsöléses igénybevétel esetét, ahol csak csekély térfogat- rész rugalmas feszítése áll elő). $\eta_2 = \frac{M_r}{M_r + M_b}$

értéke közelítőleg 1 lesz, mert M_b értéke jelenték- telen, sőt M_k is elhanyagolható M_r mellett; η tehát nem tér el lényegesen η_1 -től, különböző, bizonytalanul kiértékelt kísérletek $\eta_e \eta_m$ nagyság- rendjét 0,5—0,7-ben (50—70%) adják meg, η ér- tékét pedig 0,1% körül [8].

Ezen megfontolások azt mutatják, hogy a Blake-törővel való aprítás energiafogyasztását a

térfogati elmélet jó közelítéssel kell hogy megadja. Helyes tehát a szovjet szakirodalom gyakorlata, mikor e török energiafogyasztását a Levenszon-féle (19) képlettel számítja. E képlet, mint említettük, magas abszolút értéket, de jó arányokat eredményez. (V. A. Bauman kísérletei.) [7].

Az egyingás pofástörő és granulátor, melyeknek mozgó pofája a lengés mellett körözést is végez, a nyomás mellett dörzsölő hatást is fejt ki. Itt, bár a nyomóigénybevétel túlnyomó, M_b értéke is számbajön, η_c értéke csökken. A dörzsölőhatás következtében a szemcse felületének közelében nagyobb feszítettségű térfogatrészek állnak elő, aminek felületi leválás, apróbb részecskék keletkezése és η_f javulása a következménye.

Hasonló megfontolások érvényesek a *kúpos* és *hengeres* török aprítási folyamataira is.

Kalapáctörőknél az aprítást mozgási energiával kiváltott nyomóigénybevétellel hajtjuk végre. A rugalmas feszítés a test és a kalapács viszonylagos méreteitől függően többnyire kiterjed a test teljes tömegére. Viszont az egymást követő ütések időközében a test rugalmas leterhelődése áll elő, az első átmenő repedés a test szétesését, a tárolt rugalmas energia kárba vesztését eredményezi. Némileg javít a folyamat határfokán a dinamikus hatásoknak a test hibahelyeinél való kedvezőbb érvényesülése. η_f értéke a kalapáctörőknél végeredményben alatta marad a pofástörőknél elérhető nagyságnak.

A *hajítózúzó* (Prallbrecher, impactor) viszonyai abban különböznek a kalapáctörőkéitől, hogy a mozgási energia nem a szerszámban, hanem az aprítandó anyagban van felhalmozva és így a hibahelyek legkedvezőbb érvényesülésének lehetősége biztosítva van; M_r kisebb értéke kiváltja a törést, η_f értéke érdemlegesen javul.

A mozgási energiával végbemenő aprításnál a viszonyok igen bonyolultak és bizonytalanok, a folyamat eddigi ismereteink szerint számítással nem követhető. Ez idő szerint ilykiszülékek energiafogyasztásának számítására kialakult eljárás nincs; empirikus, az anyagtól és aprítási foktól függő fajlagos értékekkel szokás számolni (1—2 kWó/t).

A kiindulást egyébként nyilván a felhasználandó mozgási energia és a rugalmas deformáció munkájának egyenlősége kell hogy szolgáltassa. Ily számításokat V. P. Romadin ismertet [9].

Görgőjáratoknál jelentős belső súrlódás lép fel. Miután a henger alakú görgőknek a tányéron való elmozdulása csak a görgők középsíkjában eredményez csúszásmentes gördülést, a görgő külső széle előre, belső széle visszafelé csúszik, tekintélyes csúszással és az ezzel járó súrlódási munkával kell számolnunk; ehhez járul még a görgők relatív haladásának gördülési ellenállása is. Maga az aprítás túlnyomórészt dörzsöléssel (kis feszített térfogatrész), kisebbrészt elnyomással megy végbe, ez utóbbinál a kisméretű szemcséknél a rugalmas deformáció csak csekély mérvű. Ezek szerint az

$\eta_c = \frac{M_r}{M_r + M_b}$ mutatószám kis értékű valódi tört, az energiafogyasztás számításánál a gyakor-

lat igényeit kielégítően járunk el, ha csak M_b nagyságát, a görgők csúszási és gördülési ellenállását határozzuk meg, M_k értékét pedig (görgők tengelyének csapsúrlódása, függőleges főtengely csapsúrlódása, hajtómű súrlódása, terelőlapok súrlódása) az η_m mechanikai határfok bevezetésével vesszük tekintetbe.

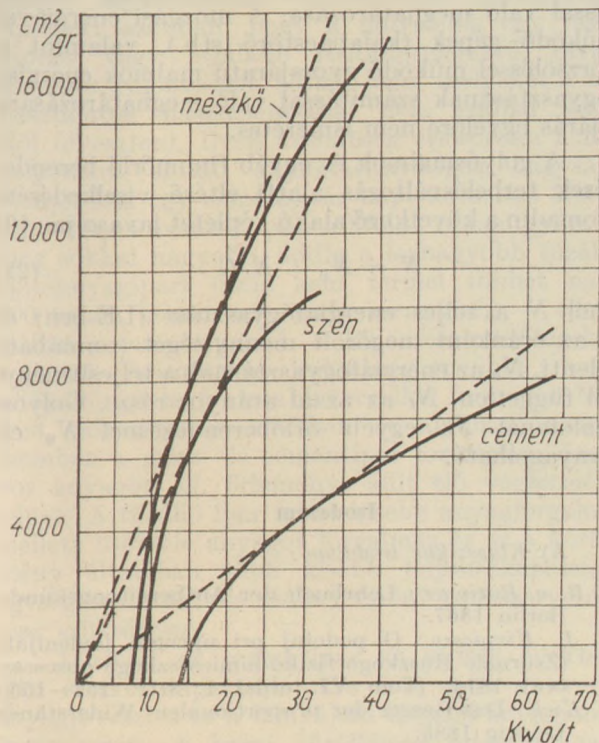
Csúszásmentes gördüléssel működő finomórló berendezések (*ingás* és *görgős* malmok) az anyag szemcséit közvetlen dörzsöléssel aprítják és emellett az anyagalmazra gyakorolt nyomás során a szemcsék egymás között is koptató, dörzsölő hatást fejtenek ki. (Kis örlemény „párna“ esetén e malmok nem működnek megfelelően.) A szemcsék kis mérete következtében a rugalmassági munka, M értéke jelentéktelen, az energiafogyasztás túlnyomó része a belső súrlódás, M_b fedezésére esik, de a görgőjáratoktól eltérően nem a géprészek, hanem a szemcsék súrlódására. Épp ezért az energiafogyasztás számszerű megállapítása rendkívül körülményes kell hogy legyen; ez idő szerint nem ismerünk eljárást ennek meghatározására, itt is meg kell elégednünk az örlemény anyagától és szemszerkezetétől függő fajlagos tapasztalati értékekkel. Az őrlési finomság figyelembevételére a (20) alatti képlet használható. η_c kis értéke, a rugalmassági munka elhanyagolható nagyságrendje az eljárást a Rittinger-törvény közelítő érvényességének tartományába utalja. (Ezért használható a (20) képlet.)

E kérdéssel szénőrlésre vonatkoztatva elméletileg részletesen V. P. Romadin foglalkozott [9]. Kiindulva a nyomással történő ismétlődő aprítás folyamatából és az 1. ábra szerinti aprózódból, megállapítja, hogy a felületi és térfogati elmélet a meghatározott szemcseszelektikára való tekintettel egyező eredményre vezet (akár a korábban említett Hönig-féle megfontolásnál). Ez esetben tehát elvileg a felületi elmélet számszerű eredményre vezethető a (3), (11) és (20) képletek megfelelő alkalmazásával. A fennálló sok bizonytalanság azonban a gyakorlatban mégis a fajlagos értékek kísérleti megállapítását teszi szükségessé.

Legfontosabb, legnagyobb energiafogyasztó aprítóberendezéseink, a *golyósmalmok* őrlési folyamatai a legösszetettebbek. Ez a megállapítás főként a többkamrás malmokra vonatkozik, amelyek többszázszoros aprítási fok mellett első kamrájukban még zúzást, második-harmadik kamrájukban egyre finomabb őrlést végeznek. A zúzás — akár a kalapáctörőkben — rugalmas deformációk keltésével, a finomórlés dörzsölés révén megy végbe, az utóbbi a legkisebb térfogatrészek feszítésével. Ebből következik, hogy a golyósmalmon belül a finomórló részfolyamatok lesznek a gazdaságosabbak, a finomórló kamrák a jobb határfokúak. Így pl. *Anselm* egy 2,2 $\varnothing \times 13$ m főméretű háromkamrás cementórlő golyósmalom egyes kamráiban sorra 0,39, 0,63 és 0,91% határfokot állapított meg, a malom átlagos határfoka 0,64%-ra adódott [2]. *Anselm* összehasonlítás céljából méréseket végzett durvaaprító-berendezéseken is és egy Titán-törő határfokát 0,09%-ban, két Symons-törőét pedig 0,15 és 0,26%-ban adja meg, az utóbbi aprít finomabbra. Ezen megállapí-

tások korábbi fejtegetéseinkkel teljes összhangban vannak.

Az egyre finomodó őrlési folyamatoknál egyébként, mint már láttuk, a rugalmassági deformációs munka mindinkább elveszti jelentőségét és egyre inkább közeledünk a Rittinger-törvény érvényességéhez. Erre vonatkozóan gyakorlati mérések alapján ugyancsak Anselm adott tájékoztató diagrammot [2] (6. ábra).



6. ábra. A Rittinger-törvény szerint számított (szakadozott vonal) és a valóságos (teljes vonal) energiafogyasztás (Anselm)

A golyósmalmok energiafogyasztásának számítással való jó megközelítésére a következő gondolatmenet vezet: az őrlési-zúzási munka ütődörzsölő folyamatait ($M_r + M_b$, $M_r \ll M_b$) az őrlőtestek (golyók, cilpebszok stb.) mozgása hajtja végre, amihez megjegyzendő, hogy M_b magában foglalja a golyók egymásközötti, az őrlés szempontjából haszontalan súrlódását is. Célszerű tehát ezen folyamatok energiaforrását, a golyók helyzeti és mozgási energiáját közvetlenül számítani, amelyből a hasznos munkára eső, 1%-nál kisebb hányadon kívüli rész meleggé alakul. A golyók helyzeti és mozgási energiájának közelítő meghatározására a golyómozgás dinamikai vizsgálata megadja a lehetőséget. Ez az eljárás a következő

$$NLE = cQ \sqrt{D} \quad (21)$$

képletet vezet (Q a golyótöltet súlya tonnában, D a malom belső átmérője méterben, c pedig a töltet térfogatsúlyától és a töltési foktól függő állandó, értéke 10 körüli).

A belső súrlódás mérvéről az utóbbi években különféle, egyelőre meglehetősen bizonytalan megállapítások kerültek közzétételre.

Smekal [10] egy ütvehatással működő, durva-őrlésű golyósmalom hatásfokát oly módon adja meg, hogy G. Martin kísérletei alapján 1 mm² felületképzéshez 910 cmg munka volt szükséges, egyszerű ejtőgolyóval viszont — Gross és Zimmerley kísérletei szerint — 57 cmg/cm² volt az energiaigény. Eszerint ily golyósmalomnál

$$\eta_e = \frac{M_r}{M_r + M_b} = \frac{57}{910} = \frac{1}{16}$$

volna.

Az Anders által ismertetett kísérletek [1] a belső súrlódás meghatározása céljából a következő eljárást követték: alumíniumhuzalra függesztett ládába helyezték az őrlendő anyagalmazt és erre egy golyót ismételtelen annyszor ejtettek rá megfelelő magasságból, míg az alumíniumhuzal nyúlási munkájának levonásával azonos energiafogyasztáshoz jutottak, mint a csőmalommal végzett párhuzamos kísérletnél. η_e értékét a két kísérlet során keletkezett felülettöbblet viszonyzáma adja és azt 0,37-nek találták, azaz Smekal-féle értékénél lényegesen magasabbnak. (Csőmalomnál jobb hatásfokot kell kapnunk, mint golyósmalomnál, de ilyfokú eltérést e körülmény nem magyaráz meg, csakis a kísérletek közelebbről nem ismert egyéb eltérései vagy pontatlanságai.)

A golyósmalmokban túlnyomórészt belső súrlódásra és jelentéktelen mérvben rugalmas alakváltozási munkára fordított energia hővé alakulva, a malomból az őrlemény melegedése, a szellőzőlevegő melegedése és a malomdob sugárzási és konvektív hőleadása által kerül elvezetésre. Anselm [2] a már említett és 2,2·13 m főméretű cementőrlő golyósmalmon végzett kísérletnél a következő energiamérleget állapította meg:

a) csapsúrlódás...	20 kW	4,3%
b) hajtómű fogyasztása	37 kW	8,0%
c) őrlemény melegedése	222 kW	47,6%
d) dob hőleadása	30 kW	6,4%
e) szellőzőlevegő melegedése ...	144 kW	31,0%
f) elméleti aprító-munka	3 kW	—,6%
g) maradéktag ...	10 kW	2,1%
Összesen...	466 kW	100,0%

Eszerint M_b f) alatt, $M_b + M_r$ (M_r elenyésző), c), d), e) és g) alatt, M_r a) és b) alatt található.

Feltűnő, hogy a hőnek csaknem felét a normálisan üzemeltetett malomnál az őrlemény viszi el. Nagyfinomságú őrlésnél kisebb az anyagátmenet, ilyenkor a hőelvitel nagyobb része esik a dob hőleadására, az túlmelegszik és indokolt annak vízzel való permetezése.

Ugyancsak kívánatos a vízpermetezés nagy átmérőjű, viszonylag rövidebb többkamrás malomnál (ahol a hosszúság a dobátmérő 3,5—4-szerese, szemben a szokásos 5,5—6-szoros helyett), mert ily malmok köbméterre számított fajlagos teljesítménye nagyobb, a golyók nagyobb esési

magassága révén; ugyanakkor a dobpalást hűlőfelülete a térfogathoz viszonyítva kisebb.

Golyósmalmok ultrafinom őrlésre (20 mikron és ennél kisebb átlagos szemmagyság) nem alkalmasak, mert a belső súrlódás a továbbőrlési energiát teljesen felemészt. Ily őrlési műveletekre szolgáló újszerű, bár nagyipari alkalmazásra még ki nem alakult berendezések a rezgőmalmok és áramlásaprítók.

A rezgőmalom a vibrációs szitához hasonló, excentrikus súllyal kis sugáron keringésben tartott dob vagy vályú, kisméretű őrlőtestekkel csaknem teljesen feltöltve. Az őrlőtestek apró, ú. n. mikrodobásoknak vannak kitéve, ezenfelül saját tengelyük körül is forognak. A golyómozgás sajátosságai révén a belső súrlódás viszonylag kedvezőbb, a golyósmalomhoz képest η_e értéke javul, a nagyfinomságú őrlés lehetővé válik.

Az áramlásaprítóknál őrlőtesteket nem alkalmazunk, nagysebességű örvénylő levegővel mozgatjuk a szemcséket, amelyek dörzsöléssel egymást aprítják. Ily módon ugyancsak elérhető η_e kedvező értéke.

9. Összefoglalás

Az aprítás végbemenetelének rendkívül összetett folyamatában rugalmas és súrlódási jelenségek játsszák a főszerepet, az aprítás eredménye új felületek feltárása, a keletkezett halmaz felületi energiájának növekedése.

Az aprítás energiafogyasztásának számítására a Rittinger-féle (felületi) és a Kirpicsev—Kick-féle (térfogati) elmélet érvényessége körüli többévtizedes vita ma már eldöntöttnek tekinthető. Miután a Rittinger-törvény a rugalmas feszítés energiaigényét mellőzi, csakis oly aprítási folyamatoknál lehet — közelítőleg — érvényes, ahol a rugalmassági munka csekély, azaz dörzsöléssel történő finomőrlésnél. A térfogati elmélet viszont, amely bár mechanikailag helyes elgondolásból indul ki, eredeti formájában nem veszi tekintetbe az aprítási fokot, ezért módosítása volt szükséges, de így is csak nyomással történő törési műveletekhez lehet alkalmas, ahol a test teljes tömegének rugalmas feszítése váltja ki a törést és a belső súrlódás elhanyagolható.

Az utóbbi években közzétett különféle, általános érvényességre törekvő empirikus és részben empirikus összefüggések (Jen-Tung Wang, Bond) általános érvényűek nem lehetnek, mert a termék szemcsézetét egyetlen jellegzetes szemcsemérettel kívánják jellemezni, holott az ismert szemszerkezeti függvények mind legalább két állandót tartalmaznak. A képletnek ezenfelül feltétlenül tartalmaznia kellene a rugalmassági és belső súrlódási energiaigény viszonyszámát is, márpedig ezek számszerűleg eddigi ismereteink szerint nem határozhatók meg.

Az aprítás határfokán a felületi energia-növekedés és a befektetett munka hányadosát kell értenünk. Bizonytalanra teszi ennek megállapítását a felületmeghatározás megoldatlansága is. A határfok értékét célszerű a folyamat,

eljárási és mechanikai határfok szorzatára bontani, ami által alakulására tájékoztatást nyerünk.

Aprítógépeink energiaigényének meghatározása céljából az egyes gépekben végbemenő jelenségeket kell részletesen tanulmányozni és ily alapon sikerült is a nyomással működő törőgépek (melyeknél elegendő a rugalmassági munka figyelembevétele); valamint a görgőjáratok és golyósmalmok (melyeknél elegendő a belső súrlódás figyelembevétele) energiafogyasztásának számítással való meghatározása. A mozgási energiával működő gépek (kalapácestörő stb.), valamint a dörzsöléssel működő gyorsjáratú malmok energiafogyasztásának számítással való meghatározására eljárás egyelőre nem ismeretes.

A golyósmalmok és egyéb finomőrő berendezések terhelésváltozás alatti eltérő viselkedésére Romadin a következő alakú képletet javasolja: [9]

$$N = N_0 + N_1 G \quad (22)$$

ahol N a teljes energiafogyasztást (LE-ben) és G az óránként megőrölt mennyiséget (tonnában) jelenti. N_0 az energiafogyasztásnak a teljesítménytől független, N_1 az azzal arányos része. Golyósmalomnál N_1 , egyéb őrlőberendezésnél N_0 elhanyagolható.

Irodalom

A) Klasszikus irodalom:

- P. R. v. Rittinger*: Lehrbuch der Aufbereitungskunde, Berlin 1867.
V. L. Kirpicsev: O podobij pri uprugih javlenijak. (Zsurnale Ruszkogo fiziko-himicseszkojgo obszesztva) 1874. (Tom VI. otdel 1. sztr. 152—155.)
F. Kick: Das Gesetz der proportionalen Widerstände Leipzig 1885.

B) Felhasznált forrásmunkák:

- [1] *Anders*: Untersuchungen an Rohrmühlen. Zement-Kalk-Gips. 1952. 260—261. o.
- [2] *W. Anselm*: Zerkleinerungstechnik und Staub, Düsseldorf 1950.
- [3] *Beke B.* A portechnika néhány elméleti kérdéséről. Magyar Energiagazdaság 1953. 259—267. o.
- [4] *F. C. Bond—Jen-Tung Wang*: A new theory of comminution. Transactions AIME, Vol. 187. — Mining Engineering 1950. 871—878. o.
- [5] *F. C. Bond*: The third theory of comminution. Mining Engineering 1952. 484—494. o.
- [6] *F. Hömig*: Grundgesetze der Zerkleinerung. Forschungsheft 378. VDI. Berlin 1936.
- [7] *L. B. Levenszon — P. M. Cigeljnij*: Aprítóosztályozó gépek és berendezések kőanyagok feldolgozásához. Építésügyi Kiadó. Budapest 1953. (Orosz eredeti Moszkva 1952.)
- [8] *C. Mittag*: Die Hartzerkleinerung. Springer Verlag. Berlin 1953.
- [9] *V. P. Romadin*: Пилеприготовленje. Goszenergoizdat Moszkva—Leningrad. 1953.
- [10] *A. Smekal*: Grundvorgänge der Hartzerkleinerung. Zeitschr. d. Vereines Deutscher Ingenieure 1937. 1321—1326. o.
- [11] *A. Smekal*: Druckzerkleinerung würfelförmiger Probekörper. V. D. I. Verfahrenstechnik, 1938. 159—170. o.
- [12] *A. Smekal*: Zur Physik des spröden Stoffverhaltens. Radex Rundschau 1953. 208—212. o.
- [13] *M. J. Szapoznyikov — I. A. Bulavin*: Szilikátipari gépek és berendezések I. Építésügyi Kiadó. Budapest 1953. (Orosz eredeti Moszkva 1950.)
- [14] *A. F. Taggart*: Elements of ore dressing. J. Wiley & S. New York 1951.

A tűzálló építőanyagiparban hasznosítható mész- és cementipari tapasztalatok*

S Z A B Ó L Á S Z L Ó

A tűzálló építőanyagipar — miként a mész- és cementipar — aprítási, szállítási, osztályozási, keverési, szárítási és égetési műveleteket végez és ezért kézenfekvő az a gondolat, hogy a két iparág tapasztalatait kölcsönösen hasznosítsa. Amellett azonban, hogy a műveletek egy része azonos vagy legalább rokontermészetű, olyan lényeges különbségek állnak fenn, melyeket a tapasztalatok hasznosításánál nem szabad szem elől tévesztetni. Ilyen különbség elsősorban a feldolgozásra kerülő anyagmennyiségek nagyságrendje. Míg egy cementgyár napi termelése 300—1500 tonna cement, sőt külföldi cementgyáraké még sokkal nagyobb, addig a legnagyobb tűzálló építőanyagipari üzem sem termel többet napi 300 tonna készárúnál, mely mennyiség — ellenében a cementiparral — különféle minőségeket képvisel. Számottevő különbség továbbá, hogy a tűzállóipar legfontosabb termékei formadarabok igen változatos méretekben és alakban, amivel szemben a mész- és cementipar formátlan, darabos anyagot, ill. őrleményt állít elő végtermék-képen. A tűzálló ipar tehát kisebb anyagforgalom mellett többféle anyagot forgalmaz és ez a körülmény általában több kisebb teljesítőképességű egység beállítását és részben eltérő üzemszervezést tesz szükségessé.

A mész- és cementipar az utóbbi években igen értékes tapasztalatokra tett szert a nyersanyagjövesztés és a bányában történő anyagmozgatás terén. A hazai tűzállóipar nyersanyagait nem maga termeli, azonban Albizottságunk most már a tűzálló ipart nyersanyaggal ellátó vegyes ásványbányászati iparág képviselőivel kiegészült és így ezek a tapasztalatok is jelen ismertetés keretébe kívánkoznak. A cementipar vezette be nálunk elsőnek kőzetek jövesztésére az ú. n. nagylyukú robbantást, melynél 100—200 mm átmérőjű, 10—20 mély fúrólyukakat telepítenek a termelés színhelyét képező kőzetfront mögött és egyszerre teljes mélységben és teljes fronthosszúságban nagymennyiségű kőzetet robbantanak le. Az eljárás jelentékeny lőszer- és munkamegtakarítással jár és feleslegessé teszi a régi 3—4 m mély rétegben való robbantás mellett szükséges állandó faltakarítást, valamint a naponkint ismétlődő falrobbantási szüneteket. Az eljárás természetesen csak ott alkalmazható, ahol a robbantásra kerülő fal teljes magasságában egynemű a kőzet. Az ezzel kapcsolatban szerzett egyik fontos tapasztalat az, hogy az esős és havas időszak alatt az ilyen jövesztés előnyeit ellensúlyozza az a hátrány, hogy a lerobbantott kőkészlet átnedvesedik és a feldolgozást ez a körülmény megnehezíti.

Hazánkban a cementipar már bevezette az aprító robbantás (batározás) terén az ú. n. irá-

nyított robbantást, mely abban áll, hogy a robbanó töltetet nem fúrólyukba, hanem az aprítandó kőzettömb felületére helyezik és irányító sapkával látják el. Ezzel a módszerrel egyrészt megtakarítják — némi lőszer-többletfogyasztás árán — a fúrást, másrészt a kőzettömb nagyobb darabokra reped szét és szilánk alig keletkezik, a tömb darabjai helyben maradnak, nem röpülnek szerteszét és így a robbantás színhelyéről nem kell a rakodó- és szállítóeszközöket robbantás előtt eltávolítani.

Lefedési munkáknál alkalmazni kezdik a vízagyút, mely a homokos, földes rétegekre nagysebességű vízsugarat lövell és ezáltal megbontja a réteget, melynek anyaga iszap formájában távozik.

Egyre jobban terjed a mész- és cementipar bányáiban a kőnek, márgának, agyagnak kanalas kotróval való rakodása. Ilyen rakodási mód mellett legcélszerűbb a szállítást dömperekkel végezni, de közbenső előtétbunkerek alkalmazásával a csillében történő elszállítás is alkalmazza a cementipar. A dömperekkel szerzett tapasztalatok egyelőre nem mondhatók kedvezőknek, egyes alkatrészek, főleg a gumiabroncsok elhasználása igen gyors. Aránylag legüzembiztosabban vízszintes pályán működtethetők a dömperek, míg lejtőn való járatásuk aránylag gyors meghibásodásukat idézi elő. Az állandó dömpertutakat a dömperek tartósságának növelése céljából lehetőleg betonburkolattal kell ellátni.

A gyárba beérkező anyagok kitárolása rokon probléma, de ezzel kapcsolatban figyelembe kell venni, hogy a cementgyár alig tárol ki két-háromnál többféle anyagot, míg a tűzálló gyárba kisebb mennyiségben, de többféle anyag érkezik. Ezért nehéz a tűzálló iparban a vasúti kocsik kitárolását teljesen gépesíteni. Félig gépesített kitárolás tekintetében a mész- és cementipar kiterjedten alkalmazza a hordozható szalagokat, míg a teljes gépesítés terén két üzemben alkalmazza a Heintelmann-féle kitárolót és egy üzemben a vagonbuktatót. Az előbbi a vasúti vágánnyal párhuzamos pályán mozgó fél- vagy egész portáldaru. Ennek hídjára vízszintes tengely körül billenthetően elevátor van szerelve, mely alul összekotrócsigával van egybeépítve. A csigát a vasúti kocsi tartalmába süllyesztve és a hidat a kocsi hosszában mozgatva a csiga az anyagot az elevátorra kotorja, mely a hídon lévő szalagra szállítja. Innen azután surrantón keresztül a vágánnyal párhuzamos szállítószalagra vagy egyéb szállítóeszközbe kerül a kitárolt anyag. Amennyire kedvezők a tapasztalatok földes anyagok és aprószemű szén kitárolásával kapcsolatban, annyira kedvezőtlenek nagobb szemcséjű és kemény anyagok esetében. Pl. a kohósalak nagy keménységénél és szemcséinek élességénél fogva gyorsan elkoptatja a csigát és az elevátort. A szállítmányban lévő nagyobb darabokat a csiga csak görgeti maga

*A Magyar Tudományos Akadémia Építőanyagipari Főbizottságának Tűzálló Albizottsága számára készült ismertetés.

előtt, de nem képes az elevátorra feladni. Egy-egy 15 tonnás vasúti kocsit ezzel a berendezéssel kb. 15—20 perc alatt ki lehet üríteni.

A vagonbuktatót jelenleg még csak egy cementgyár alkalmazza, azonban a timföldipar tapasztalatai alapján két újabb üzem számára készült tervekben szintén szerepel. A MÁV csak homlok-buktatók létesítését engedélyezi és ilyen berendezés alkalmazása esetén fordítókorongot kell a buktató elé beépíteni a fékező kocsik esetleges elfordítása céljából, vagy ikerbuktatót kell létesíteni, mely két tükörképíleg kiképzett buktatóból áll. A buktató egy 15 tonnás vasúti kocsit kb. 6 perc alatt kiürít, a teljes manipuláció átlag 10 percet vesz igénybe. A buktató aprószemű és darabos szállítmányok kiürítésére egyaránt alkalmas. Utóbbi esetben zúzoberendezést helyeznek el a buktató után. Az ürítés a buktató alatt elhelyezett bunkerbe történik, mely alól szalag viszi el az anyagot. Ha egyes anyagokat zúzni kívánunk, másokat eredeti állapotukban kívánjuk tárolási helyükre szállítani, akkor a bunker alól való kihordásra reverzálható szalagot alkalmazhatunk, mely egyik irányban törőberendezés felé szállítja az anyagot, másik irányban pedig a törőberendezés elkerülésével végzi a szállítást. A buktató beruházási költsége meglehetősen magas és így csak megfelelő kapacitáskihasználás mellett ésszerű alkalmazni. Kapacitására nézve jellemző, hogy szimpla (nem iker) buktató 8 óra alatt 720 tonna anyagot képes kitérni, tehát jóval többet, mint a legnagyobb tűzállógyár egynapi nyersanyag- és tüzelőanyagszükségletét. Kétségtelen azonban, hogy ennél a kitérési módnál a legkevesebb emberi munkára van szükség és ez biztosítja a leggyorsabb, fekbérmentes kitérőt.

A mész- és cementipar legkedveltebb szállítóberendezése a szállítószalag. Ez darabos és aprószemű anyag szállítására egyaránt alkalmas. Energiaszükséglete a legkisebb, üzeme a legzavartalanabb, karbantartása a legegyszerűbb. Hátránya, hogy nehezen burkolható és így száraz, porló anyag szállításakor az átöntéseknél porzás áll elő, melynek megszüntetése, ill. a keletkezett por elszívása nehéz feladat. A porzástól eltekintve az átöntőhelyek kiképzésére egyébként is nagy gondot kell fordítani. Az egyik mésznű zúzóművében több átöntésnél az egymásután következő szalagokat egymáshoz képest derékszögben helyezték el anélkül, hogy a surrantásnál megfelelő terelésről gondoskodtak volna. A helyzetet még rontotta az a körülmény, hogy az anyagot átvevő szalagok egy része ferde elhelyezésű. A palás szerkezetű kő egyes darabjai az egyik szalagról a másikra átesve élükre állnak, táncolnak a lejtőn, visszagördülnek és a szalagot felhasítják. Az átöntéseknél tehát porelszívó csuklyákat kell elhelyezni és olyan surrantók útján végezni az átöntést, melyek az anyagot megfelelően a második szalag irányába terelik. A terelést lehetőleg nagy görbületi sugár alatt kell végezni.

Az egyik új cementgyár létesítésével kapcsolatban a cementipar bőséges tapasztalatokra tett szert a kaparószalagok, rédlerek terén. Ezekkel kapcsolatban az volt a remény, hogy egyesítik

a szállítószalag és a csiga előnyeit, amennyiben energiaszükségletük több ugyan, mint a szalagé, de jóval kevesebb, mint a csigáé és a csigával egyezően zárt kivitelben működtethetők, tehát portalanításukat könnyű megoldani. A kaparószalagnak mindkét szállítóeszközzel szemben előnye, hogy bármilyen lejtőszög alatt képes felfelé szállítani, még teljesen függőleges irányban is. Üzembehelyezésükkor azonban kiderült, hogy csupán puha anyag — pl. szén — szállításánál mutatnak némelyes tartósságot, míg kemény, éles anyag — mint pl. a kohósalakörlemény — napok alatt tönkreteszi. A kaparólánc csapjai és lyukfuratai gyorsan kopnak, emiatt a lánc nyúlik, a csillagkerékből kiugrik. Ha sikerül a tartósságot a perselyek és hüvelyek üvegkemény edzésével növelni, akkor a rédlerek valószínűleg be fognak válni. Mai kivitelük mellett azonban a cementipar nem kívánja még puha anyag szállításra sem alkalmazni. Az említett kopási hajlam mellett nagy hátrányt jelent a rédlerek kapcsolatban, hogy túlságosan sok elemből áll.

A szállítócsigákat a tűzálló ipar is sűrűn alkalmazza, e téren a cementipar aligha nyújthat újabb tapasztalatokat. Legfeljebb megerősítheti a cementipar azt a tapasztalatot, melyre az utóbbi évek erős termelési üteme nyilván a tűzállóipart is megtanította, hogy ha valahol, akkor a szállítócsigáknál van elsősorban helye a tervszerű megelőző karbantartásnak, mert ennek révén aránylag kevés munka árán komoly és órák hosszát tartó üzemzavarok és termelés kiesések kerülhetők el.

Mindhárom szállítóeszköz kiképezhető reverzálható kivitelben, ami különösen olyankor kényelmes megoldás, amikor a szállított anyagot egy bunkersor bunkerjai között kell szétosztani. A reverzálható szalag igen előnyösen alkalmazható daru hidjára szerelt elosztó berendezés céljára. A hídon félhosszúságban halad egy szalag, melyre először kerül az anyag. Innen ugyancsak a hidra szerelt, az előbbivel párhuzamos tengelyű, lejjebb fekvő reverzálható szalagra hullik az anyag. Utóbbi szalag ugyancsak kb. fél hidhosszúságú és a hid mentén elgördíthető. Ily módon a hid mentén bármely ponton leírítható az anyag, tehát széles csarnokban is egyenletesen elteregethető.

Olyan szalagoknál, melyekről különböző ponton kell esetenként az anyagot leterelni, előszeretettel alkalmaz a cementipar ledobókocsikat. Ezek segítségével — kivéve, ha az anyag tapad — teljes egészében lecsik, míg terelőkések alkalmazása mellett több-kevesebb anyag a szalagon marad.

Adagolótartályok töltésére igen alkalmasak a csigák és rédlerek, ha a tartály fölött nincs fencük és úgy vannak működtetve, hogy többet szállítanak, mint amennyi a tartályból elfogy. Ekkor természetesen a túlfolyás elvezetéséről gondoskodni kell, viszont a tartály állandóan tele van és nem áll be szemesenagyság szerinti fajtázódás a kiömlési kúp mentén. A tartály alján a rétegnyomás is állandó és így az egyenletes kiömlésnek ez a feltétele biztosítva van.

Meleg anyagok szállítására a rázócsúzda és a lengővályú nyer a cementiparban alkalmazást, de

beigazolódott, hogy a gumiszalag tekintélyes hőmérsékletet kibír és egyes üzemekben a hűtődobból kiömlő, 100° körüli hőmérsékletű klinkert is szállítószalaggal szállítják anélkül, hogy a szalag tartóssága kifogásra adna alkalmat.

Porok vízszintes irányú, ill. enyhe lejtő alatt történő szállítására kitűnően beváltak a pneumatikus szállítványuk. Ezeknek két típusa nyer nálunk alkalmazást, a Polysius- és a Flux-féle. Mindkettőnek az a működési elve, hogy az enyhe, kb. 4% lejtésű, zárt csatornában lévő anyagba finom eloszlású levegőt vezetnek, miáltal az anyag enyhe lebegésbe kerül és folyadék módjára ömlik a lejtő irányában. A levegőt ventilátor szolgáltatja. A Polysius-féle aerációs csatorna négyszögletes keresztmetszetű és keresztmetszete vízszintesen elhelyezett porózus lapokkal ketté van osztva. A ventilátor által az alsó térségbe nyomott levegő a porózus lapokon keresztül finom eloszlásban a lapokon elterülő anyagba hatol és annak fluidizációját idézi elő. A levegőt a csatorna felső teréből több helyen vezetik el és portalanítón át a szabadba engedik. De olyan megoldás is lehetséges, hogy a levegőt a ventilátor szívócsőnkjához visszavezetik, miáltal a levegő zárt áramban működik és porvesztéség nem áll elő. Az ilyen szállítványúból bármilyen szög alatt és tetszés szerinti helyen le lehet ágazni; az átömlések teljesen porzásmentesek. A csatorna erőszükséglete csekély, még kisebb, mint a szállítószalagé. Mozgó, kopásnak kitett alkatrésze a ventilátor kivételével nincs és így élettartama hosszú, üzemmenete zavartalan. Előnyös volta elsősorban hosszabb, 20 m-en felüli szállítási távolságnál érvényesül.

A Flux-szállítócsatorna az előbbinél egyszerűbb kivitelű. Ennél a finom eloszlású levegőt ugyancsak ventilátor szolgáltatja, mely a levegőt a vályú hosszában alul elhelyezett perforált és textilanyaggal bevont csőbe nyomja. A textilanyag nyílásain át finom eloszlásban az anyagba hatol a levegő és azt fluidizálja. Ez a szállítóeszköz házilag is kivitelezhető.

Az elevátorokat egyelőre elkerülhetetlen rossznak tartja a cementipar és ahol erre mód nyílik, alkalmazásukat kiküszöböli. Ahol viszont ez nem lehetséges, ott igyekszik tartalékról gondoskodni a gyakori üzemzavarok lehetőségére való tekintettel. Sokat vitatott kérdés, hogy a hevederes vagy láncos elevátor az üzembiztosabb-e. Elvileg a hevederes elevátor a megfelelőbb, mivel nincsenek kopásnak kitett csuklói, súlya kisebb, járása egyenletesebb. Hátránya viszont, hogy nagy dobátmérőt és ezáltal nagy építési szélességet igényel és hogy hidegben a gumianyag rideggé, törékennyé válik. A hevederek textilanyagával szemben is olyan nagyok a követelmények, hogy annak nem mindig felel meg a felhasznált anyag. Ha a heveder elszakad, akkor kedvezőtlen esetben az egész heveder a serlegekkel együtt az elevátoraknába zuhan és újból be kell fűzni. Ezzel szemben a láncos elevátor kettős láncal van ellátva és nagy ritkaság, hogy mindkét lánc egyszerre szakadjon el. Maguk a láncok azonban igen sok nehézségre szolgáltatnak okot és kopásuk, nyúlásuk, gyorsan bekövetkezik. Többnyire kaliber-

láncokat alkalmaznak elevátorokban és ezek beszerzése mindaddig, míg a cementipar maga be nem rendezkedett gyártásukra, nagy nehézségbe ütközött. A csuklós láncal ellátott elevátorok még rosszabbak voltak, a NDK-ból importált öntöttvaslánctagos elevátorok lánctagjai néhány napi igénybevétel után minduntalan törtek. Az acéllánctagok tartóssága jóval nagyobb.

Örlemények szállítására a már említett pneumatikus szállítványú mellett egyéb pneumatikus eljárások is tért hódítottak és ezek jellemző tulajdonsága, hogy igen nagy szállítási távolságokra alkalmasak megszakítás nélkül és a szállítás iránya tetszés szerint változtatható oldalirányban és felfelé-lefelé egyaránt, akár folyadék- vagy gázvezetéknel. Nagynyomású sűrített levegővel (kb. 4 atü) működnek a Fuller- és Cera-szivattyúk. Mindkettőnek működési elve, hogy a nagynyomású és nagysebességű levegőáramba belebocsátják a szállítandó port, melyet az magával ragad és tetszés szerinti úton elszállít. A Fuller-szivattyú lényegileg a szállítócsigához, ill. a csigasajtóhoz hasonló adagolófejből áll, mely az örleményt a légáramba szállítja oly módon, hogy az előtéttartály felé a levegő útja el van zárva, vagyis a levegő nem fújhatja vissza az anyagot. A Cera-szivattyú zárt tartály, melybe a szállítás megkezdése előtt az anyagot beadagolják, majd ráadják a sűrített levegőt és alul a levegővel együtt elvezetik az anyagot. A tartály kiürülése után újból anyaggal töltik meg, majd megtöltése után ismét kezdetét veszi a kiürítés. A folytonosság biztosítása céljából tehát egy szivattyúnál két tartályra van szükség, melyekben felváltva folyik a töltés és kiürítés. A váltást megfelelő automatizmus biztosítja, mely azonban gyakran felmondja a szolgálatot és ilyenkor kézzel kell az átváltást elvégezni.

A szállítóvezetékét megfelelő vastagfalú cső képezi, mely szükség szerinti irányváltozást szenvedhet — természetesen a helyi ellenállások korlátok között való tartásának megfelelő áramlástanai szempontok előírta határok között. A nagy helyi ellenállások elkerülése céljából tehát nem szabad éles iránytöréseket kiképezni. Az irányváltozásoknál a fellépő helyi ellenállás okozta energiavesztés mellett még erős kopások is fellépnek és különösen kemény, éles porok napok alatt átrágják magukat a hajlatoknál a csőfalon. Ezért az ilyen helyeken célszerű kopóbetéteket alkalmazni, melyek megfelelő időben kicserélendők. Betétként bevált a gumi és a cementiparban ma már bevezetett eljárás a vezetékeknek gumihevederhulladékból készült kopóbetétekkel való ellátása, valamint gumitömlők beiktatása a kanyarokban.

A nagynyomású pneumatikus szállításnál — különösen a Fuller-szivattyúnál — jelentékeny az erőszükséglet és kellemetlen, hogy ennél a szállításnál a sűrített levegő előállításához nagy beruházási költséget igénylő és kényes üzemű kompresszortelepre van szükség. A sűrített levegő víztelenítéséről gondoskodni kell, nehogy a porral terhelt levegőből kondenzáció álljon elő, mely csomósodást, sőt hidraulikus anyagnál lekötést idézne elő. A víztelenítést a német szállító vállalat

tőzeggel kívánja biztosítani. Ez az eljárás átváltást és a víztelenítő anyag időnkinti cseréjét teszi szükségessé. Hatásosabb a cementiparban még ki nem próbált szilikagél, mely azonban szintén megszakítást igényel időnkinti regenerálás céljából. Folytonos üzemű és tökéletes kondenzációmentességet a mélyhűtés biztosít, mely azonban még szintén nem került a cementiparban alkalmazásra.

A szállítóvezeték tartályba ürít és természetesen szükség van a levegő pormentes kibocsátására. Ezért a befogadó tartályt zárt kivitelben kell elkészíteni és a levegőt portalanító berendezésen át a szabadba bocsátani. A nehézségek ellenére ez a szállítási mód erősen tért hódít, mivel nagy távolságra szolgálhat és a szállítási pálya irányváltozása nincs átontással egybekötve. Egy-egy szivattyú 800—1000 m távolságra szállíthat, de közbelső átemelő állomások révén a szállítási távolságot természetesen lényegesen meg lehet növelni.

Az egyik cementgyárban a pernyeszállításra depresszió alatt működő pneumatikus szállítóberendezést létesítettek. Ez a berendezés ugyancsak légáram segítségével végzi a szállítást, azonban az előbbi berendezéseknél sokkal kisebb nyomással és ennek folytán kisebb levegősebességgel. A nyomáskülönbséget ventilátor állítja elő és a szállítandó port a ventilátor depresszió alatt álló szívóvezetékébe adagolják. A szívóvezeték a közbelső befogadótartályban leadja a port, majd a ventilátor a rendszerbe visszanyomja a levegőt és ezzel a szabadba való kifúvatás melőzésével kiküszöböli az ily módon adódó porvesztést. A berendezés előnye, hogy kis nyomással dolgozik és ezáltal kompresszortelepre nincs szüksége. Erőszükséglete állítólag kisebb, mint a nagy nyomású pneumatikus szállítóberendezéseké. A kisebb légsebesség miatt viszont a szállítólevégő porterhelése kisebb és ezért azonos teljesítményhez nagyobb átmérőjű vezetékre van szükség.

Egy új mészműben a mészégető aknakemencek kiszolgálására markoló darut állítottak be. A szállítandó anyag 80—150 mm szem nagyságú, palás szerkezetű mészkő. A palás szerkezet miatt túlnyomóan lapos alakjuk van a kődaraboknak és hajlamosak esés közben az aprítódásra. Ezért a fenti névleges szemcsehatárokon kívül apróbb darabok is tekintélyes hányadban vannak jelen a felmarkolandó anyagban és különösen ez volt a helyzet, amíg a zúzó- és osztályozómű nem működött. A markolóval igen kellemetlen tapasztalatokat szereztek, amennyiben kezdetben egyáltalában nem markolt; azóta, amióta a pofákat fogakkal látták el és a pofákat súlyosabbá tették, félig, háromnegyedrészig harap bele a kőhalomba, s a további csukódáskor a pofák már lecsúsznak a kőhalomról s további anyag felszedése nélkül záródnak. Ily módon a markoló nem telik meg és kapacitása nincs kihasználva. Különösen kedvezőtlen a felmarkolt mennyiség alakulása olyankor, amikor a markoló nem gúlába vagy prizmába harap, hanem vízszintes, vagy éppenséggel homorú felületbe. A markolónak ez a viselkedése nyilván a kőzet palás szerkezetével és darab-

nagyságával van összefüggésben és intő példa arra, hogy amennyiben valamely berendezés még olyan jól is beválik valamely más anyag szállítására, új anyag számára való alkalmazása előtt kísérletet kell a berendezéssel végezni. A markoló daru az anyagot igen nagy magasságba szállítja és ezzel kapcsolatban azt a tapasztalatot szereztek, hogy mindaddig, míg az emelő és a csukó kötél azonos sodratú volt, a kötélet nagyobb mélységben összecsavarodott. A bajon azzal lehetett hatásosan segíteni, hogy a független kötélszálakat ellenkező sodratú kötélből készítették. Ebből a szempontból az a leghelyesebb megoldás, hogy az emelést és leengedést két kötélszállal végeztjük és a két szál sodrata ellenkező.

Egy újonnan létesült cementgyárban nyert először alkalmazást a Polysius-féle bunkerlazító berendezés. Ez pneumatikus működésű, amennyiben ennél a berendezésnél is porózus lapokon át finom eloszlású levegőt vezetünk a poralakú, finom anyagba abból a célból, hogy azt fellazítsuk és a tároló tartályból való kiürítését megkönnyítsük. Az ilyen berendezéssel ellátott tartály feneké háztetőszerű bordázattal van ellátva és a bordázat a kiömlőnyílás felé enyhe lejtéssel van kiképezve oly módon, hogy az egyes bordák között enyhe lejtésű vályuk keletkeznek. A bordázat felületét nem teljesen összefüggően porózus lemezekkel borítják és megfelelő elosztó esőhálózaton át sűrített levegőt vezetnek az egyes lapok alá. Ezáltal a tartályba lépő finom eloszlású levegő fluidizálja az anyagot, mely a lebecsátó nyílás nyitásakor azon keresztül folyadék módjára kifolyik. A lebecsátó nyíláscsúszó berendezésnek természetesen nem szabad a levegő kifúvatására alkalmat adnia. A levegőnek a tartály tetején elhelyezett porszűrőn át kell a szabadba távoznia. A berendezés nem csak lazításra alkalmas, hanem finomörleményekből álló keverék, pl. klinker- és kohósalakörlemény keverékének homogenizálására. Az együttesen a tartályba adagolt különböző összetételű örleményeket aránylag rövid ideig a lazító levegő hatásának kitéve, nagyhomogenitású keverék keletkezik. A berendezés teljesen megszünteti az anyagnak a tartály fenekén nagy tömegben való visszamaradását, amelyet eddig kihordó láncokkal vagy emberi munkával szüntettek meg jól-rosszul.

Miként a szállítóvályúnál, úgy a lazító berendezésnél is alkalmazást nyer a Flux-féle lazítás is, melynek levegőbevezető eleme a már ismertett textilanyaggal bevont perforált cső. A Flux-lazítással ellátott tartályokból is könnyen és maradéktalanul kifolyik az örlemény.

A szállítás mellett a mész- és cementipar egyik legfontosabb művelete az aprítás. Amit a korszerű aprítótechnika nyújt, azt a hazai cementipar — a hajító malom (Prallmühle) kivételével alkalmazza.

Durva zúzásra már szelvében alkalmazza a X. pofás törököt, két gyárban már XII. törököt állítottak fel és az egyik mészkőzúzóműben XV. pofás törő felállítását van folyamatban. Ilyen nagyméretű gépek alkalmazásának a tűzállóiparban természetesen nincs területe. Finomabb

zúzásra egyre szélesebb körben nyer alkalmazást a kalapácmalom, melynek legrobosztusabb képviselője a kétforgórészes Titán-törő, továbbá az egyforgórészes Zet-törő. Ezek igen nagy, még 150 mm szemnagyságú követ is befogadnak és diónagyságúra zúznak. A régebben széltében alkalmazott kúpos törők most már kizorulóban vannak részben nagyobb energiaszükségletük, részben nagyobb fenntartási költségeik miatt. Hengerművet a mész- és cementipar csak márga és agyag előtörésére alkalmaz. Ilyenkor az első hengerpár tuskés vagy bordás köpennyel van ellátva.

Finomörlésre főleg a csőmalmok kerülnek alkalmazásra, és pedig ma már kizárólag egybeépített többkamrás kivitelben. Ezek fokozatosan kiszorítják a régebben alkalmazott módszert, illetve berendezést, melynél az előörlést (Kominormalom) és a végleges finomságra való örlést külön malomban végezték. Ma már igen nagy teljesítményű, 2,20 m átmérőjű egységek működnek és megfontolás tárgyát képezi, hogy a hazai cementipar is bevezesse a csehszlovák cementipar által már beállított 2,5 és 3 m átmérőjű golyós malmokat. A tűzálló ipar számára természetesen ilyen méretű malmok szóba sem jöhetnek és általában a csőmalom csak kivételesen kerül a tűzállóiparban alkalmazásra, mivel a rideg anyagokat — melyek finomörlésére elsősorban a csőmalmok alkalmasak — a tűzálló ipar csak elvétve örli nagy finomságúra. A tűzálló ipar jelenleg főképpen leszítálósos, rövid golyós malmokat alkalmaz, de kétségtelen, hogy kényelmesebb és egyszerűbb volna rövid csőmalmokat alkalmazni, melyekben a tűzálló ipar által megkívánt lényegesen kisebb finomság elérhető. A stabilizált dolomit és a szintetikus szillimanit gyártásánál a finomörlő csőmalmoknak már fontos szerep juthat és e téren a cementipar tapasztalatai a tűzálló ipar számára értékesek lesznek. A golyós malmok működésének elmélete ma már teljesen ki van dolgozva és a cementiparban teljes módszerességgel alkalmazkodtak az elmélet követelményeihez. Ezáltal jelentékeny kapacitásnövekedést és fajlagos energiamegtakarítást értek el.

A cementipar szakemberei szerint a zúzási műveleteknél fontos szerep vár a hajtó malomra (Prallmühle), melyet a német cementipar már alkalmaz. Ennek működési elve az, hogy az aprításra feladott anyagot dobó szerkezet segítségével erősen felgyorsítják és a nagy sebességű, nagy kinetikus energiájú anyag páncélzatnak vágódik neki. Ennél a berendezésnél tehát a tömeg és ezzel együtt a befektetett eleven erő legnagyobb része nem a berendezésben (mint pl. a kalapácmalomban), hanem magában az aprítandó anyagban jelentkezik és így könnyebb, egyszerűbb kivitel mellett nagyobb teljesítmény és jobb energiakihasználás adódik. A jobb energiakihasználást elsősorban az a körülmény biztosítja, hogy az anyag mindig meglévő inhomogenitása az ütközésnél és ezzel a zúzási folyamatnál teljes mértékben érvényesül, megkönnyítve az aprítási munkát.

A cementiparban tért hódított az utóbbi években a szárítva örlés. Ennek két bevezetett

géptípusa van, a légáram-csőmalom és a Loesche-malom, mely lényegileg átalakított gyűrűsmalom. A hazai cementipar a szárítva örlést jelenleg még kizárólag szénörlésnél alkalmazza, külföldi cementgyárakban nyersliszt előállítására is használják. A Loesche-malom előnye kisebb helyszükséglete és új örlőelemek esetén kedvezőbb energiakihasználása. Hátránya viszont elsősorban bonyolult szerkezete, mely az üzemeltetésnél jó begyakorlottságot és nagy elővigyázatosságot igényel. Hátránya továbbá, hogy amennyiben örlőelemei nincsenek a legjobb kopásálló acélból készítve, igen gyorsan olyan alakúra kopnak, mely alak mellett teljesítményük lényegesen csökken. Ez különösen akkor jelentkezik, ha a feladott szén homokot tartalmaz, mely az örlőgyűrűket és lapokat gyorsan koptatja. Ezzel szemben a légáram-csőmalom páncélzatának és örlőteteinek számottevő kopása sem befolyásolja észrevehetően a teljesítményt. Míg tehát rideg anyagok számára a hazai gyakorlatban (ide kell sorolni a homoktartalom miatt ebben a vonatkozásban a szenet is) a légáram-csőmalom inkább bevált, addig lehetséges, sőt valószínű, hogy agyagok, földek finomörlésére a Loesche-malom fog alkalmasabbnak bizonyulni. Ez a körülmény a tűzálló ipar szempontjából lényeges, mert a kötőanyag finomörlése nagy előnnyel jár a gyurma minőségére nézve. Erre nézve rövidesen tapasztalatot fog szolgáltatni a hazai ásványörlőipar, mely Loesche-malmokat állít be elsősorban bentonit-finomörlésre. A cementipar az eddig szerzett tapasztalatok alapján újabb létesítményeinél a légáram-csőmalmot tervezeti be szénörlésre.

A cementiparban és a tűzállóiparban egyaránt fontos művelet az adagolás. Az adagolásnak elsősorban anyagkeverékek előállításánál van a pontos keverés szempontjából jelentősége, de emellett fontos az adagolás az aprító, szárító és égető berendezések jó kihasználása és üzembiztos működése szempontjából. A kézi adagolás vagy a pontatlan gépi adagolás váltakozó terhelést és ezzel üresjáratot, illetve túlterhelést idéz elő és az előállított termék minősége ingadozik.

Durvaszemcséjű kőzet adagolására az adagolórács és az elemes szállítószalag kerül alkalmazásra főleg pofás- és kalapácmalomszerűk előtt. A tűzállóanyaggyárakban ezek alkalmazására legfeljebb a kvarcitelőkészítésnél kerülhet sor, a bányákban végzendő kőzetaprításnál kiterjedtebb alkalmazásukra nyílnék mód. Zúzalék és örlemény adagolására jóformán kizárólag tányéros adagolókat alkalmaz a cementipar, azonban egyre szaporodnak a panaszok velük szemben. Ez a berendezés ugyanis térfogati adagolást végez és egy bizonyos beállítás mellett az adagolt mennyiség függ az anyag szemszerkezetétől, tehát térfogatsúlyától, nedvességtartalmától, tehát tapadásától és ezzel együtt területi kúpjától. Ha tehát a szemszerkezet és a nedvességtartalom nem állandó, akkor azonos beállítás mellett változik az adagolás mértéke. Lényegileg hasonló a helyzet a cementiparban ma már kevésbé alkalmazott lengő adagolóval. Éppen ezért egyre inkább meg-

nyilvánul az a törekvés, hogy a térfogati adagolást állandóan vagy megfelelő sűrű időközökben súlyszerinti ellenőrzésnek vessük alá. A tányéros adagolóknak a felállítását most már minden esetben úgy tervezik meg, hogy a feladott anyag mért idő alatt felreterelhető és utána lemérlegelhető legyen. Teljesen kielégítőnek azonban csak az állandó mérlegelés tekinthető. A hazai mérlegipar már gyárt folytonos üzemi regisztráló szalagmérlegeket. Ezek a szállítoszalagok útjába építhetők és állandóan mérik a szállított anyag mennyiségét. Az NDK-ban adagoló dobmérlegeket is gyártanak, melyek a beállított adagokat adják le a mérőedény megfelelő töltése után. A mérleg természetesen egyik esetben sem végzi a tulajdonképpeni adagolást, hanem csak ellenőrzi az anyagutánafolyás mértékét, míg az adagolás szabályozását mégis csak az eddigi módszerekkel kell elvégezni. Őrlemények adagolására igen jól beváltak a Flux-szállítóvályú a kiömlés felé fojtóberendezéssel ellátott kivitelben, melynél a leadagolt anyagmennyiség igen érzékenyen szabályozható.

Kétségtelen, hogy mihelyt a tűzálló ipar kizárólag szárított anyagokat fog keverékeibe adagolni, a súlyszerinti ellenőrzést igen célszerű lesz bevezetnie. Ebben az esetben a zsugorodás és egyéb tulajdonságok állandósága szempontjából a jelenleginél sokkal kedvezőbb helyzet biztosítható.

Az egyik nagy cementgyár tervezésével kapcsolatban felvetődött az az óhaj, hogy a teljes anyagforgalom állandó regisztráló mérlegelés útján ellenőrizve legyen és a bruttó forgalmon kívül ellenőrizhető legyen az egyes párhuzamos egységek (kemencék, malmok stb.) anyagforgalma. Minél nagyobb az üzem és minél nagyobbak állandó vagy átmeneti készletei, annál nagyobbak abszolút mennyiségben a becslés, átszámítás stb. útján felvett értékek hibái, melyekből kifolyólag egészen megdöbbentő hiányok keletkezhetnek. Az ilyen hiányok komoly felelősségrevonást tesznek indokolttá és ettől eltekintve az elismert tervteljesítés utólag helytelennek bizonyul. Az anyagforgalom pontos ellenőrzése tehát mind a vállalat vezetőségének, mind a hatóságoknak egyaránt érdeke. Ezen túlmenően az egyes berendezések kapacitásának meghatározása, esetleges elégtelen működésük megállapítása szabatosan és megbízhatóan csakis megbízható gép-egységinkinti mérlegelés mellett lehetséges. A cementiparban elvégzett kapacitásmeghatározások során kiderült, hogy egyik üzemben sem határozható meg külön-külön az egyes kemencék tüzelőanyagfogyasztása, többnyire klinkertermelése sem — legfeljebb olyképpen, hogy a többi kemencéket üzemben kívül helyezik a mérés ideje alatt.

A cementipar mechanizált műveletei között fontos szerepet tölt be a csomagolás, illetve zsákolás. A tűzálló iparnak e téren szerénynek az igényei, kizárólag a habarcs-zsákolással kapcsolatban. A cementipar az utóbbi években igen korszerű, nagyteljesítményű csomagolóberendezéseket helyezett üzembe, természetesen azonban, hogy az ezekkel szerzett tapasztalatok a tűzálló ipar

szempontjából nem túlságosan érdekesek. Nem vitás azonban, hogy a nagyobb termelékenység érdekében jelenleg alkalmazott kézi zsákolás helyett egyszerűbb mechanikus zsákolásra kell áttérni és e téren talán felhasználást nyerhetnének a cementipar új beruházásai folytán feleslegessé váló régi csomagoló berendezések.

A cementipar a szárítás terén bő tapasztalatokkal rendelkezik. Ez azonban természetesen a formázatlan anyag szárítására korlátozódik. A cementipar száraz eljárással való működés esetén klinkernyersanyagjait szárítja, továbbá a kohósalakot és a szenet. A már említett szárító őrlés esetén is többnyire előszárításra van szükség, mivel az anyag a szárítva őrölt berendezésekre nem adható fel tetszészerinti nedvességtartalommal. Ebben az esetben és olyankor, amikor a teljes szárítási művelet egy fázisban folyik, az összes cementgyárak szárítódobot alkalmaznak. Ezek rostélytüzeléssel vannak ellátva, kivéve az egyik gyárét, mely porszéntüzeléssel működik. A tűzálló ipar ilyen tüzelést a szárítódobnál nem alkalmazhat, mivel a szénhamu a tűzálló anyagok tűzállóságát lerontaná. Ezért gáz- és olajtüzelésű szárítódobok alkalmazása indokolt a tűzállóiparban. A cementiparban részben ellenáramú szárítók működtek és a legutóbbi időben ezeket egyenáramra állítják át. Szécszárítás szempontjából ez az üzembiztosabb és gazdaságosabb sem rosszabb az ellenáramúnál. Tűzálló anyag szárításánál ugyancsak az egyenáram alkalmazandó, mivel ez biztosít az agyag túlhevülése ellen. A cementipar a szárítódobból távozó füstgáz porának visszanyerése céljából újabban multiciklonokat alkalmaz az eddigi ciklonok helyett és ezzel lényegesen jobb leválasztást ér el. A cementipari szárítóknál szerzett tapasztalatok alapján a szakma tervező irodájának főtechnológusa javasolta, hogy egyes elemek ki- és beiktatása révén szabályozható multiciklonokat alkalmazzanak abból a célból, hogy a dobszárító változó terhelésének és ezzel füstgázsebességének megfelelő, optimális leválasztást lehessen biztosítani. Cementipari felismerés az is, hogy a szárítókból távozó anyag továbbítására gumihevederes szállítoszalag is felhasználható.

A cement- és mészipari égetéssel kapcsolatban szerzett tapasztalatok a tűzálló agyagoknak és paláknak samottá való égetésével, továbbá a magnezit- és dolomitzugorítással kapcsolatban lehetnek érdekesek a tűzálló ipar számára. A hazai cementipar által a forgókemencék számára alkalmazott porszéntüzelés természetesen nem jöhet szóba tűzálló anyagok égetésénél, hanem olajtüzelést kell alkalmazni. A forgókemencés égetés egyébként a magnezitzugorítással kapcsolatban külföldön éppen olyan régi, mint a cementklinkerégetésnél.

Az utóbbi évek felfokozott termelési üteme mellett a forgókemencékkel kapcsolatban a cementiparban arra a megállapításra jutottak, hogy míg normális terhelés mellett a porvesztés a kéményen keresztül 2%-ot tett ki a feladott nyersanyagra számítva, addig erőltetett üzem mellett ez a veszteség 15—16%-ig emelkedik.

Érdekesekek lehetnek a tűzálló ipar számára a gáztüzelésű mészégető aknakemencékkel szerzett tapasztalatok. Ezek a kemencék samott- és dolomitégetésre alkalmazhatók, de magasabb hőmérsékleten kell ezen műveleteket végezni, mint a mészégetést. A kemencék működése teljesen mechanizálva van. A beadagolást markolódaru vagy puttonyos felvonó végzi. A beadagolt anyag clótttartályba kerül, ahonnan zárószervezen át leadagolható az aknába. A kiegészített anyag kihordását leadagoló kocsik végzik. Az égők a kerület mentén két vagy három sorban vannak elhelyezve és kezdetben szingázégőként működtek, vagyis az égési levegő kizárólag a hűtőzónán keresztül jutott az égőkből kilépő gázhoz. Újabban azonban a láng nagyobb dinamikus nyomása és ezzel jobb irányíthatósága érdekében az égési levegő egy részét az égőben adják a gázhoz. Ezáltal csökken a hűtőzónán átáramló levegő mennyisége és a hűlő áru melegének a kihasználása, vagy változatlan hűtőlevegőmennyiség esetén a levegőfelesleg nő. Kezdetben nehézséget okozott a teljes keresztmetszetre kiterjedő égetési egyenletesség biztosítása, amennyiben aknakemencéknél mindig megvan a hajlam a széleken való felégésre. Az említett primerlevegő-adagolás segített állítólag az egyenletességet biztosítani, de nincs kizárva, hogy ez szingázégőkkel is elérhető. A közép elmaradása ellen leghatásosabb védekezés a központi égő alkalmazása. Ezt a hazai kemencék számára meg is tervezték, azonban a kivitelezési nehézségek miatt elhagyták. A vasöntvényből készült központi égő köpenyvízhűtéssel volt ellátva és az öntvények nem látszottak biztonságosnak vízzárás szempontjából. A romániai gáztüzelésű kemencék egy része központi égőkkel van ellátva és ezek az égők tűzálló építőanyagból, elsősorban samottból készülnek. Az ott alkalmazott égők állítólag elég jól ellenállnak a lefelé haladó betét kopotás hatásának. Nehézséget okoz az aknakemencéknél a füstgázelszívás, mivel a füstgáz hőmérséklete igen magas és a kemence nagy ellenállása miatt nagy sztatikai nyomású és így nagy kerületi sebességgel működő ventilátorokra van szükség. A nagy kerületi sebesség igen érzékenyvé teszi a ventilátorokat a magasabb hőmérséklettel szemben. A hőmérséklet csökkenthető levegőhozzákeveréssel, de ebben az esetben a ventilátor erőszükséglete lesz nagyobb. Felvetődött a gondolat, hogy a füstgázt a ventilátorba való belépés előtt hőkicsérélőben kell lehűteni és az ott felmelegített levegőt részben az égőkben primer levegőként felhasználni, részben a kemencén kívül fűtési vagy egyéb célra. Az építés alatt álló legújabb mészégető kemencéknél aláfűtés formájában kívánják a rétegellenállást legyőzni, miáltal elszívó ventilátorra egyáltalában nem lenne szükség, vagy ha igen, akkor is kisebb kerületi sebességgel működőre. Az aláfűtés azonban a leadagolást teszi bonyolulttá, amennyiben

levegőelzáró-zsiliprendszeren keresztül kell a leadagolást végezni. Aláfűtés céljára ventilátor helyett rotációs fűvót előnyös alkalmazni, mivel a ventilátor teljesítménye növekvő ellenállással szemben csökken, míg a rotációs fűvó teljesítménye változatlan marad és a megnövekedett ellenállásnak megfelelően erőszükséglete lesz nagyobb.

Valamennyi eddig tárgyalt műveletnél kisebb-nagyobb mértékben fellép a porképződés, ami a cementgyáraknak fennállásuk óta gondot okoz. Természetes az a törekvés, hogy egyre hatásosabb portalanítást érjenek el egyrészt a munkahelyek levegőjének pormentessége tekintetében, másrészt a berendezésekből távozó levegő és egyéb gázok portartalmának visszanyerése szempontjából. Bár kétségtelen, hogy a cementiparnak e téren komoly eredményei vannak, mégsem állítható, hogy a portalanítás kérdése a cementiparban kielégítően meg van oldva. Mivel a szilikagyártásnál a porártalom sokkal veszélyesebb, mint a mész- és cementipar bármely munkahelyén, a tűzállóiparnak e téren a cementipar előtt kell járnia. A porvisszanyerés terén a cementipar az utóbbi időben tapasztalatokra tett szert a már említett multiciklonokkal kapcsolatban, továbbá a zsákos porszűrők terén. Míg a régebbi négyzetes házakra beépített zsákos porszűrőkkel kapcsolatban sok volt a panasz, elsősorban az, hogy a szűrőanyag gyorsan tönkremegy, addig az újabban importált hengeres házba beépített zsákos szűrőkkel (Rundfilter) előnyös tapasztalatai vannak a cementiparnak. Az utóbbi szűrők alul ciklonszerűen kiképzett bevezető kamrával vannak egybeépítve és a belépő gáz benne portartalmának egy részét leadja, mielőtt a zsákos szűrőbe lépne. Ezáltal utóbbiak terhelése kisebb. El kell kerülni, hogy a porral terhelt gáz tangenciálisan lépjen a zsákokba, mert ezáltal a por igen hamar elmettszi a textilanyagot. A cementipar a közelmúltban különböző teljesítőképességű zsákos típusporszűrők tervezését rendelte meg és ezek között bizonyára lesznek olyanok, melyek a tűzálló iparban is alkalmazhatók.

Az elmondottak során igyekeztem teljes képet nyújtani arról, hogy a mész- és cementipar mely tapasztalatai használhatók fel közvetlenül a tűzálló építőanyagipar területén és melyek tartalmaznak értékes analógiákat. Természetes, hogy olyan részletek ismertetésére, melyek meglévő üzemek rekonstrukciójára és új üzemek létesítésére vonatkozó tervezésnél további információszerezést feleslegessé tesznek, még ennek az aránylag hosszúra nyúlt előadásnak keretében sem bocsátkozhattam. Ha ennek szükségessége felmerül, a mész- és cementipart irányító hatóság bizonyára készséggel fog felvilágosítás céljából rendelkezésre állni. Előadásom célja elsősorban az volt, hogy megmutassam, milyen téren keresheti egyáltalán a tűzállóipar a mész- és cementiparnak számára értékes tapasztalatait.

Zsugorított magnéziumoxid hidratációja*

ÁRVA ISTVÁN

A nehéziparban mind nagyobb jelentősége van a zsugorított magnéziumoxidból előállított tűzálló tégláknak és kemencefalazási idomdaraboknak: ezeket az iparban magnezitköveknek, illetve ha a minőség emelése céljából krómércet is használnak fel ezen bélésidomok előállítására, krómmagnezitköveknek nevezik. A zsugorított magnezit a zsugorítás folyamata alatt rekristallizáció megy át, periklász képződik; a periklász kristálykák csak igen hosszú idő alatt vagy pedig nagy gőznyomáson hidratizálódnak, alakulnak át a magnéziumhidroxiddá (brucittá). Mivel a tűzálló anyagok ilyen különleges körülmények közé ritkán kerülnek, a jól átkristályosított periklász érkezétkelnek tekinthető a víz hatásával szemben.

Gyakorlatilag azonban mégis van jelentősége a diplomafeladatban megadott témának. Egyrészt a magnezitkövek gyártási technológiája folyamán az égetett és aprított szemcséket pihentetik; e pihentetés célja, hogy a szemcsékben lévő kémiaileg lekötetlen CaO (szabad mész) vízfelvétellel kalciumhidroxiddá alakuljon át és így a gyártás további folyamán ártalmatlanná vál-

jék; a zsugorítás hiányossága következtében a zsugorított magnezitben maradt nem megfelelően átkristályosított MgO, amit aktív MgO-nak neveznek és esetleg a finom örleményben mechanikailag aktiválódott MgO ugyancsak veszélyt jelentene a gyártás folyamán és ezt az alkatrészt is pihentetés folyamán brucittá kell átalakítani.

A beépítésre kész magnezit és krómmagnezit téglák ne kerüljenek olyan viszonyok közé, hogy a második égetés után a kőben bennlévő aktív oxidok vizet vegyenek fel, ami által meglazul a tűzálló idom szerkezete és idő előtt tönkremegy.

A diplomafeladat tartalmazta a magyar ipar részére külföldről szállított zsugorított aprított és szemcsenagyság szerint osztályozott féltermék vizsgálatát a hidratáció mértékének megállapítására. A diplomamunka foglalkozik az ú. n. aktív MgO és a szabad mész mennyiségének meghatározásával és kiderült az, hogy ezek a hidratációra különösen hajlamos alkatrészek különböző frakciókban eltérő mennyiségben vannak jelen. Így a szabad mésztartalom az egyes frakciókban következőképpen alakult:

1. táblázat

Átmérő mm-ben	2—1,5	1,5—1	1—0,5	0,5—0,2	0,2—0,1	0,—
Szabad CaO	2,00	1,02	0,90	0,98	1,40	2,52

A szabad mész tehát nem lép fel egyenletesen minden frakcióban; a durvább szemekben és a legfinomabb porban jelentkezik legnagyobb mértékben.

A hidratáció vizsgálatára az a módszer szolgál, hogy a kémiaileg lekötött vizet mennyiségileg állapította meg a jelölt. A meghatározásra infravörös lámpával szárított mintákat használt és egyrészt az izzítási veszteséget határozta meg, másrészt a 900 fok körüli izzítási hőfokon felszabaduló hidrátvizet direkt módon, kalciumkloridos csőben való elnyeletéssel is meghatározta. A párhuzamos meghatározásnak célja az volt, hogy a kísérletekből következtetni lehessen arra, hogy az izzítási veszteség mint egyszerű üzemi laboratóriumban végrehajtható vizsgálati módszer helyes képet ad-e. Az eredmények alapján ez utóbbira a diplomamunka pozitív választ ad.

Különös gondot kell arra fordítani, hogy a kísérletek folyamán karbonizáció ne lépjen fel.

A jelölt az eredmények értékelésénél abból a feltevésből indult ki, hogy a hidratáció folyamán először a szabad mész vesz fel vizet és csak a szabad mész teljes hidratációja után kezd az aktív magnézia brucittá átalakulni. Ezt az elvet elfogadtuk ugyan, azonban e feltevésnek az elméleti és kísérleti igazolása még nem történt meg.

* Diplomamunka a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátipari tagozatán.

A diplomamunkát a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátipari tanszéke ismerteti.

Ha a vizsgálatokat 260 óra időtartamra folytattuk le, az első 10—14 óra alatt a szabad mésznek megfelelő hidrátvizet felvétel meglehetősen gyorsan folyik le. Az aktív MgO vízfelvétele lassabban indul meg, majd különösen a finomabb frakcióknál, vagy pedig magasabb hőfokon meggyorsul; a 100—200 óra között jelentkező meglassulás valószínűleg csak kísérleti körülményeknek hatása, amennyiben a reakcióhoz szükséges víz elfogyott.

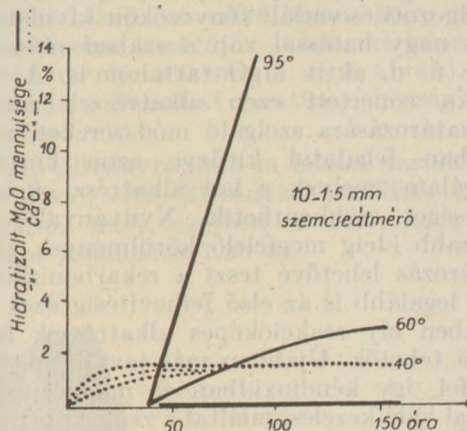
A hőfok hatása

A kísérletek 40—60—90 C fokon folynak le. Az 1. és 2. ábra két frakcióra vonatkozóan ábrázolja a MgO hidratációjának lefolyását és megállapítható, hogy 40 fokos hőmérsékleten a brucitképződés meglehetősen lassú; a durvább szemcsénél csak 100 órai hatás után jelentkezik a szabad mész hidratációja, a magnéziumoxidé egyáltalában nem volt megállapítható. 60 foknál 50 órás vízhatás után indult meg a magnéziumoxid hidratációja, miután előzőleg a szabad mész kalciumhidroxiddá alakult át. Ezzel szemben 95 foknál a MgO 42 órai vízhatás után már megkezdte a vízfelvételt s 54 órai kísérleti idő után az átalakult MgO mennyisége 15,3%-ot tett ki a vízmentes anyagra számítva. Megállapíthatjuk tehát, hogy a durvább szemcséméretéknél csak magasabb, 90 fok körüli hőmérsékleten kell brucitképződéssel és az ezzel együttjáró anyagszerkezeti

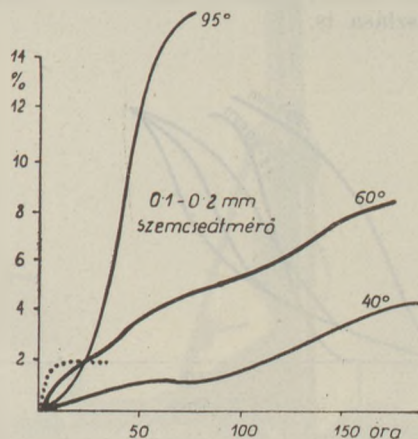
fellazulással számolnunk. Ezt az átalakulást a szemcsék felületén keletkező fehér, esetleg sárgás színű pontok megjelenésével meg is figyelhetjük, amint fényképfelvételek ezt jól mutatják. Amíg a szemcsék a víz hatása előtt kemények, a víz-

Szemcseméret-hatása

Szükségessé vált, hogy a szemcseméret és a vízfelvétel összefüggését részletesebben vizsgáljuk meg. Az erre vonatkozó vizsgálati eredménye-



1. ábra



2. ábra

hatás után szétmorzsolhatóvá válnak, ami az anyagszerkezet fellazulását igazolja.

A 2. ábra a 0,1—0,2 mm-es frakció vizsgálatának eredményeit tartalmazza és megállapítható, hogy a finomabb frakciónál a vízfelvétel

ket a 40 és 60 fokok kísérletekre vonatkozóan a 2. táblázatban ismertetjük, a különösen érdekes 90 fokos hőmérsékleten elért eredményeket az 5. ábrán ábrázoljuk.

A 2. táblázat részletesen igazolja az 1. és 2.



3. ábra.



4. ábra.

sokkal gyorsabban indul meg, már 40 foknál jelentős mennyiségű MgO alakul át, magasabb hőfokon a folyamat jelentősen gyorsul: a kísérletek eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a hőfok a különböző szemnagyságú részecskékre eltérően gyorsítja a zsugorított magnezit vízfelvételét és a finomabb szemnagyságoknál már 40—60 fok körüli hőmérséklet is jelentős mennyiségű brucitképződést okoz.

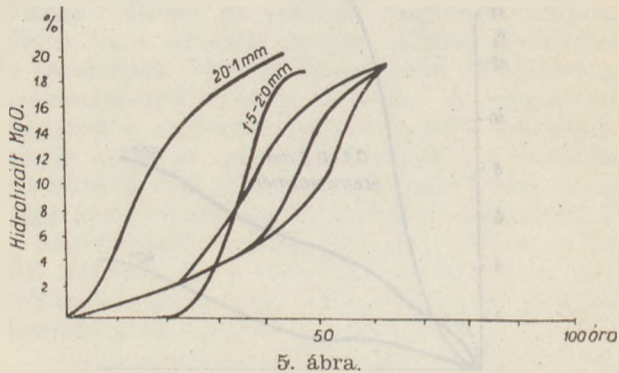
ábrához fűzött megjegyzést. Máskép alakul azonban a hidratáció a 95 fokos vizsgálatoknál.

Az 5. ábra vizsgálatánál kiderül az, hogy a legdurvább 1,5—2,0 mm szemcsék máskép viselkednek, mint az az eddig ismertetett kísérletek alapján várható lenne, bár a magnéziumoxid vízfelvétele később indul meg, mint a 0,1—1,0 mm-ig terjedő frakcióknál, azonban a vízfelvétel 95 fokos hőmérsékleten rohamosabb, mint a

A vízhatás tartama Kísérleti hőfok	50 óra		100 óra		150 óra	
	40°	60°	40°	60°	40°	60°
0 —0,1 mm Ø	3,48	7,00	4,35	10,62	7,2	13,3 %
0,1—0,2 mm Ø	0,90	3,45	1,45	5,47	3,6	7,21 %
0,2—0,5 mm Ø	0,29	1,64	0,42	3,18	1,2	4,12 %
0,5—1,0 mm Ø	—	0,90	—	1,96	—	2,23 %
1,0—1,5 mm Ø	—	0,64	—	1,48	—	2,16 %
1,5—2,0 mm Ø	—	—	—	0,26	—	2,19 %

2. táblázat

középfraekcióknál. Erre vonatkozóan a jelölt irodalmi utalásokat is talált és azzal magyarázza ezt a jelenséget, hogy a nagyobb szemcsék belsejében aktív MgO zárványok maradtak. Erre mutat az 1. táblázatban kimutatott szabad mésztartalom mennyiségének az egyes frakciókban való eloszlása is.



A mechanikai feltárás alkalmával a középfraekciókból mind a szabad mész, mind az aktív MgO nagyrészt a legfinomabb porfrakcióba kerül be, s természetesen ennél a frakciónál 95 fokon még nagyobb mértékben mutatkozik a gyors vízfelvétel, mint a 40 és 60 fokú kísérleteknél.

Összefoglalva a diplomamunka eredményét, megállapíthatjuk, hogy minél finomabb szemcséjű frakciót teszünk ki a nedvesség hatásának, s minél magasabb a hőfok, annál gyorsabb a víz-

felvétel, illetve a szabad mész és a MgO hidratációjá. Kivételt képez a 90 C°-on kezelt legdurvább frakció, melyben zárványok formájában benne maradhatott nagyobb mennyiségű aktív MgO.

A magnezit hidratációjára a diplomamunkában feldolgozott és variált tényezőkön kívül természetesen nagy hatással van a szabad mésztartalom és az ú. n. aktív MgO tartalom is. A diplomamunka ismerteti ezen alkatrészek mennyiségi meghatározására szolgáló módszereket, nem volt azonban feladatul kitűzve azon körülmények vizsgálata, melyek e két alkatrész okozta érzékenységet csökkenthetik. Nyilvánvaló, hogy a hosszabb ideig megfelelő körülmények közt való raktározás lehetővé teszi a rekarbonizációt, ami által legalább is az első felhevítésig ezek a vízzel szemben oly reakcióképes alkatrészek ártalmatlanná tehetők. Újabban más javaslatok is merültek fel, így kéndioxidban és magnézium-sóoldatokkal való kezelés, miáltal a zsugorított magnezit aktív részeit „blokkírozni” lehet, esetleg a sörrel cementhez hasonló vegyületté alakíthatjuk át az aktív MgO-t.

Befejezésül meg kell még jegyeznünk, hogy azok a magnezit alapú formakövek, melyeket az ipar részére a tűzállóanyaggyár előállít, általában kevésbé érzékenyek, mint a kísérlet alkalmával felhasznált anyag, hiszen a formázás után e köveket megegyeszer égetik, miáltal a periklász kristályosodása tökéletesebbé válhat.

Kőbányászati robbantások céljaira kialakított pneumatikus mélyfúróberendezés

LÁZÁR JENŐ

A kőbányaipari robbantási eljárások korszerűsítésével kapcsolatban mindinkább növekedik a mélyfúrással létesített, ú. n. nagylyukú robbantások jelentősége. Ilyen furatokat hazánkban ez idő szerint Craelius-fúróberendezésekkel létesítenek, mert ezeket a gépeket az országon belül is előállítják. A Craelius-fúrók azonban nem robbantási eljárások céljaira készültek, hanem kutatófúrók, melyeknek célja elsősorban kőzetmagok felszínre hozása; ezért túl nehezek, fúrási költségeik viszonylag nagyok, előrehaladásuk pedig — különösen szívós kőzetekben — lassú. A külföldön alkalmazott kötélfúróknak vagy rotary-fúróknak robbantási célokra való alkalmazása sem gazdaságos, mert ezeket a berendezéseket elsősorban az olajfúrással céljaira alakították ki, ahol több száz, sőt néha több ezer méter mély furatokat kell létesíteni. Kőbányászati robbantások céljaira — ahol csak 30—40 méter mély lyukak fúrása szükséges — ezek a berendezések túlságosan nehézkesek és költségesek, kemény kőzetekben elérhető előrehaladásuk pedig viszonylag kicsi, üzemköltségük ezért nagy. Az összes

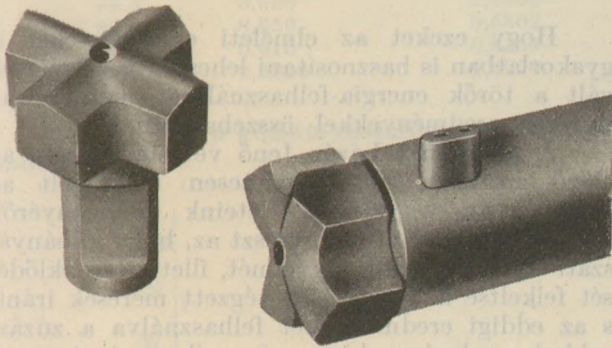
eddig használt mélyfúróberendezéseknek ezenkívül igen nagy a vízszükséglete, mert a fúró által porrá tört kőzetet — a furadékot — vízóblítással hozzák felszínre, ami nagy vízfogyasztással jár, és a többnyire hegyek tetején fekvő kőbányáknál sok nehézséget és költséget okoz. Igen nagy jelentőségű ezért a kőbányászat szempontjából, hogy belga mérnököknek sikerült oly mélyfúróberendezést kialakítani, mely elsősorban a kőbányaipar igényeit és szempontjait veszi tekintetbe. A gépet Record HS névvel hozták forgalomba.*

Az új fúróberendezést az eddigi mélyfúróberendezésekkel ellentétben sűrített levegő hajtja meg. A — kis átmérőjű furatoknál alkalmazott — régebbi pneumatikus fúrókalapácsoktól az új gép működése elsősorban azáltal tér el, hogy míg az eddig alkalmazott fúrókalapácsok fúrórudazatot hajtottak előre, melynek hosszát — a furat

* A gépre vonatkozó adatok H. Cronjaeger: Über Grossbohrlochsprängungen im Hartgestein című ismertetéséből (Zement, Kalk und Gips. 1954. I., No. 1.) származnak.

előrehaladásának megfelelően — állandóan növelték, addig az újonnan kialakított fúrókalapácsnál egyáltalán nem alkalmazunk fúrórudazatot, hanem a kereszt-vágóélekkel felszerelt fúrófejet közvetlenül a kalapácsba illesztjük (lásd 1. ábrát), és magát a kalapácsot toljuk előre a furatba. A kalapács kiképzése ezért olyan, hogy teljesen sima — 90 mm átmérőjű — hengert képez, míg a fúrófej átmérője 100 mm (1. és 3. ábrák). A kalapács tehát a létesített furatba nehézség nélkül süllyeszthető.

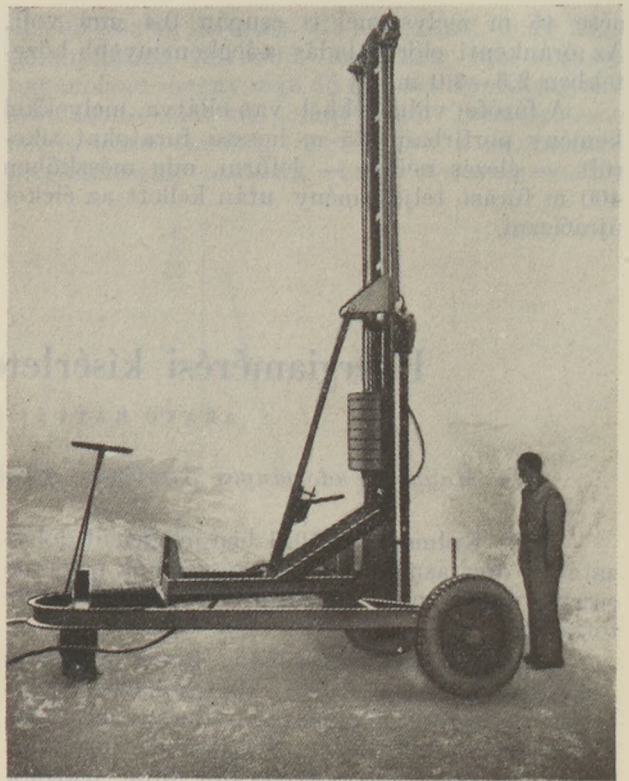
A gép állványzatát 5 m hosszú tartók képezik (2. ábra). Az állványzat szállítás közben lefordítható, mely esetben a berendezés összmagassága mindössze 1,30 m.



1. ábra

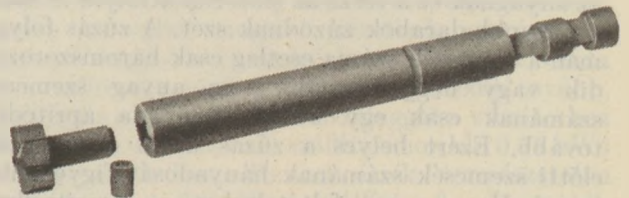
Az állványzat tengelyébe 3 m hosszú és 70 mm külső — valamint 60 mm belső átmérőjű acéleső helyezkedik el. Erre a csőre van a fúrókalapács ráerősítve. A csövet és vele a fúrókalapácsot 3 LE-s, sűrített levegővel hajtott motor nyomja neki a kőzetnek és süllyeszti folyamatosan a furatba. Ha a furat már 3 métert előrehaladt, úgy a cső felső végére újabb 3 m-es csövet kapcsolunk hozzá, úgyhogy a kalapács további 3 m-rel süllyeszthető és így tovább. A sűrített levegőnek a kalapácshoz való vezetése a most ismertetett acélesővön keresztül történik. A fúrókalapács még abban is különbözik az eddig alkalmazottaktól, hogy míg azoknál a sűrített levegő nemcsak a dugattyút hajtja előre, hanem minden ütés után a fúrórudat is elfordítja, addig a „Record“-berendezésnél a sűrített levegő csupán a dugattyút hajtja előre — úgy, mint pl. szegecselőkalapácsoknál — a forgatást pedig külön 3 LE-s pneumatikus motor végzi, mely az acélesövet és vele együtt a rászertelt fúrókalapácsot is forgatja. A motor fordulatszáma 1500 ford/perc, és forgását olyan áttétellel visszük át a csővezetre, hogy az percenként 25—30-szor forduljon.

A furadéknak a lyukból való eltávolítása sűrített levegővel történik oly módon, hogy a dugattyúra való felütés után a sűrített levegő a fúrófejen keresztül a furat talpára lép ki és onnan — felfelé áramlása közben — magával ragadja a furatport. Külön berendezés gondoskodik arról, hogy a furatpor ne kerülhessen be a fúrókalapácsba.



2. ábra

A fúrókalapács súlya 30 kg, hossza 800 mm, ami biztosítja a furatban való megfelelő vezetését. A kalapács végén elhelyezett lökéstompító gondoskodik arról, hogy a rudazatot ne ériék lökések (3. ábra).



3. ábra

A kalapács légfogyasztása 2—2,5 m³/perc, 5 atm. túlnyomás mellett, a berendezés tehát ugyanazon kompresszorokkal hajtható meg, melyeket kőbányáinkban eddig is alkalmaztunk, sőt egy-egy mozgó kompresszor egyszerre 2 kalapácsot is hajthat. A fúrógép kezeléséhez mindössze 1 ember szükséges, sőt esetenként egy kezelő két, egymás mellett felállított, gépet is elláthat.

Az egész berendezés háromkerekű alvázon nyugszik (lásd 2. ábrát), és szükség esetén egészen a robbantandó kőfal pereméig előretolható. A berendezés összsúlya mindössze 10 mázsa.

Az ismertetett fúrógéppel ez ideig 28—45 m mély furatokat létesítettek. E furatok alsó átmérőjének — a fúrófej kopása miatti — csökke-

nése 45 m mélységnél is csupán 0,4 mm volt. Az óránkénti előrehaladás a legkeményebb kőzetekben 2,5—3,0 m.

A fúrófej vidiaélekkel van ellátva, melyekkel kemény porfirban 125 m hosszú furatokat sikerült — élezés nélkül — lefúrni, míg mészkőben 400 m fúrási teljesítmény után kellett az éleket újraélezni.

A berendezés előállítási költsége körülbelül 75—80 000 Ft-ra becsülhető, üzemköltségei pedig csupán töredékét képezik az eddig alkalmazott berendezések üzemi költségeinek.

A leírtak alapján úgy látszik, hogy fenti fúrógép alkalmazásával alapvető módon megjavíthatók a kőbányászati robbantások eddigi módszerei és ezzel a kőbányászat termelési költségei.

Energiamérési kísérletek az uzsai kőbányában

ARATÓ MÁTYÁS és SZÉKELY GÁBOR

A Magyar Tudományos Akadémia Alkalmazott Matematikai Intézetének Közleménye

A. N. Kolmogorov 1941-ben megjelent dolgozatában aprításnál keletkező részecskék nagyságszerinti logaritmikus normális eloszlását bizonyította be.

Vizsgálataihoz kapcsolódva Rényi Alfréd az „Építőanyag“ 1950. évi 9—10. számában foglalkozott az aprítás matematikai elméletével. A zúzásnál előálló kötőrmelék eloszlásának logaritmikus normális voltát egyszerűbb úton igazolta. Bizonyításából kitűnik, hogy a zúzandó anyag kezdeti eloszlásától függetlenül a zúzás folyamán keletkező szemcsék eloszlása logaritmikusan normális lesz, ha a törés folyamata elég hosszú, ami azt jelenti, hogy egy-egy kődarab igen sokszor esik szét darabokra. Ezzel magyarázható, hogy az előtörőből kikerülő anyag — főleg a kis szemcseméreteknél — eltér az elméleti logaritmikus normális eloszlástól. Előtörőn ugyanis nagy pofanyílás mellett zúznak, a bekerülő anyag maga is zúzalek, melynek tekintélyes része apró szemcséjű; az anyagnak ez a része az előtörőn átfolyik és csak a nagyobb darabok zúzódnak szét. A zúzás folyamán a szemcsék száma esetleg csak háromszorozódik vagy négyyszereződik; az anyag szemcse-számának csak egy kisebb hányada aprítódik tovább. Ezért helyes a zúzás utáni és a zúzás előtti szemcsék számának hányadosát figyelembe venni. Ha ez nagy, feltételezhető a logaritmikus normális eloszlás. Egyben ez magyarázza meg azt is, hogy miért jobb az utántörőknél az egyezés; itt ugyanis már rostán leválasztott nagyszemcséjű anyag kerül zúzásra.

Rényi Alfréd meghatározta a zúzáshoz szükséges energiát is. Megállapította, hogy a töréshez szükséges energia (a zúzott kő anyagi sajátosságaitól függő tényezőztől eltekintve) egyenesen arányos a zúzott kömmennyiség súlyával, és fordítottan arányos a létrehozott *átlagos* szemnagysággal; továbbá függ a szemeloszlás logaritmusának szórásától is. Jelölje d a kőfajtától függő állandót, a az átlagos szemnagyságot, b a szemeloszlás logaritmusának szórását és Q a teljes zúzott anyag súlyát; így az E energiára a következő képletet nyerjük:

$$E = \frac{d \cdot Q}{a e^{2,5 b^2}}$$

Hogy ezeket az elméleti eredményeket a gyakorlatban is hasznosítani lehessen, szükségessé vált a törők energia-felhasználását mérni s az elméleti eredményekkel összehasonlítani.

A problémát Lázár Jenő vetette fel, aki az előző számban már részletesen beszámolt az Uzsabányán végzett kísérleteink eredményéről. A jelen dolgozat célja egyrészt az, hogy kőbányászati szakembereink figyelmét, illetve érdeklődését felkeltse a bányákban végzett mérések iránt, s az eddigi eredményeket felhasználva a zúzást sokkal gazdaságosabban végezzék; másrészt az, hogy a még nem közölt eredményeket is nyilvánosságra hozza. Kétségtelen, hogy bizonyos nehézségeket le kell győzni ahhoz, hogy az üzemekben a kísérleteket elvégezzük; viszont semilyen különösebb eszköz nem szükséges hozzá, mindössze egy kilowattóra-számláló és egy mérleg. Éppen ezért további üzemi mérések végzését kívánatosnak tartjuk és tervbe is vettük.

Székely Gábor az Alkalmazott Matematikai Intézet Közleményében megjelent dolgozatában felvetette és megoldotta azt a problémát, hogy ha két részletben folyik a törés, hogyan kell az előtörő és utántörő pofanyílását megválasztani, hogy a zúzáshoz szükséges energiának s egy bizonyos p^* mm (általában ez 65 mm) alá zúzott kőzet súlyának hányadosa minimális legyen. A probléma ebben az alakjában eléggé elvonatkoztatott a tényleges feladattól. Azonban a dolgozatban ismertett számítás minden nehézség nélkül kiterjeszthető kettőnél több részletben való törésre is. A számítások ekkor bonyolultabbak, azonban megfelelő nomogramok szerkesztésével lényegesen leegyszerűsíthetők.

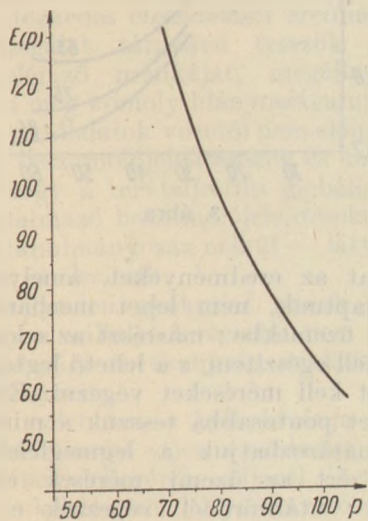
Mint hogy ezeknek a számításoknak az üzemi gyakorlatban való elvégzése még így is nehézkes, ezért a következő egyszerűsítéseket végezzük el. Külön vizsgáljuk az előtörő és utántörő esetét s egy kissé módosítjuk a problémát is. A mérési eredményeket a pofanyílás függvényében vizsgáljuk. Pofanyílás alatt a törőpofák bordaéleinek mm-ben mért távolságát értjük azok legszűkebb helyzetében (ez az érték -30 mm-el kevesebb, mint amit bordaéltól bordatőig mérünk).

Előtörőn egy pofanyílás mellett 15—20 csille kőzet zúzásához felhasznált energiát mértünk és

ezen értékeknek a középértékét vettük. $E(p)$ -vel jelöljük a kWórában mért, egy csille anyag zúzásához felhasznált átlagos energiát s p -vel a mm-ben mért pofanyílást. A mérési eredmények alapján az $E(p)$ energiára vonatkozólag kiegyenlítő számítást végeztünk. A következő táblázat a mérési eredményeket s a kiegyenlítéssel nyert értékeket tartalmazza :

p mm	Mért érték kWó	Kiegyenlített érték: $E(p)$ kWó
75	1,138	1,1260
85	0,911	0,8767
87	0,904	0,8368
90	0,788	0,7826
92,5	0,680	0,7403
93,5	0,769	0,7245
94,5	0,698	0,7093
96,5	0,659	0,6802
100,0	0,610	0,6334
103,0	0,5806	0,5970

Az $E(p)$ és p közötti összefüggést az 1. ábra mutatja.



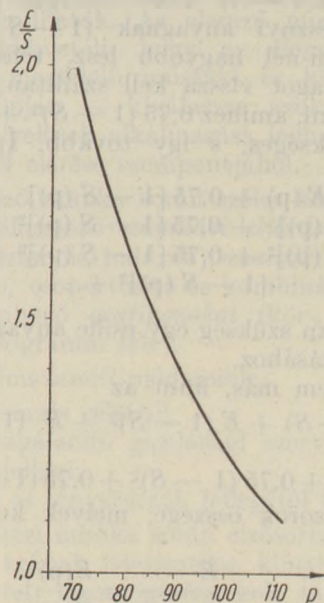
1. ábra.

Meghatároztuk egy csille kőzet 65 mm alá tört részét különböző pofanyílások mellett s ezt $S(p)$ -vel jelöljük. Ezután az egy csille anyag zúzásához szükséges $E(p)$ energiának s a 65 mm alá tört kőzet $S(p)$ részének hányadosát vizsgáljuk, mint a pofanyílás függvényét :

p	$E(p)$ kWó	$S(p)$	$\frac{E(p)}{S(p)}$
105	0,5745	0,4880	1,177
100	0,6334	0,5078	1,247
95	0,7018	0,5286	1,328
90	0,7820	0,5504	1,421
85	0,8767	0,5733	1,529
80	0,9897	0,5974	1,657
75	1,1260	0,6226	1,809
70	1,2926	0,6484	1,994

A táblázatból és az ábrából látható, hogy az E/S hányados a pofanyílásnak monoton csökkenő függvénye. Minél nagyobb a pofanyílás, annál

kisebb lesz ez az érték. Ez azt jelenti, hogy nagy pofanyílásnál kevesebb energiára van szükség ugyanolyan mennyiségű 65 mm alá tört anyag előállításához, mint kis pofanyílásnál. Természetesen helyes lenne ennek a függvénynek a minimumát meghatározni, azonban ehhez olyan mérésekre



2. ábra.

lenne szükség, amelyeket a jelenlegi berendezések mellett nem lehet elvégezni, mivel 100—105 mm-nél nagyobb pofanyílás esetén a törés állandóan megakad. Így tehát ebben az esetben a lehető legnagyobb pofanyílás mellett lesz „leghatásosabb” a törés.

Utántörőknél megváltozik a helyzet, ú. i. a 65 mm fölé tört kőzetet vissza kell szállítani az utántörőre s újból meg kell törni; természetesen ennek az újból megtört kőzetnek egyrésze 65 mm-nél nagyobb átmérőjű lesz; ezt ismét vissza kell szállítani a törőre, s ez így folytatódik tovább. Egy csille anyagnak szállítószalaggal a vibrátorhoz és onnan a törőhöz való szállításához kb. 0,75 kWó energia szükséges. Ez az érték természetesen helyi körülményektől — szállítószalag hosszától, emelési magasságtól — függ.

Utántörőknél az egy csillesúlynyi anyag (1 csillének 2225 kg-ot vettünk) zúzásához szükséges energiát úgy számítottuk, hogy megmértük a szállítószalag sebességét s az egy méteren szállított anyag súlyát (természetesen több méteren szállított anyagot mértünk s ezt átlagoltuk). Mérési eredményeink a következők voltak :

$p = 22$ mm teljesítmény	90 t kő/óra
$p = 38$ mm teljesítmény	140 t kő/óra
$p = 22$ mm 1 csille anyag zúzása-		
hoz szükséges		
energia	1,3794 kWó
$p = 38$ mm 1 csille anyag zúzá-		
sához szükséges		
energia	0,8585 kWó

Egy csille kőzet egyszeri zúzásához szükséges energiát $E(p)$ -vel s a 65 mm alá tört anyag rész-

arányát $S(p)$ -vel jelöljük; az előbbi megjegyzés szerint tehát ahhoz, hogy egy csille kőzetet teljes egészében 65 mm alá törjünk, $E(p)$ -nél több energia szükséges. Egyrészt a 65 mm fölé tört anyagot vissza kell szállítani ismét a törőre, ehhez $0,75(1-S)$ kWó energia szükséges; ennek a megtöréséhez $E(1-S)$ kWó energia kell, de az $(1-S)$ -edrésznyi anyagnak $(1-S)$ -szerese ismét 65 mm-nél nagyobb lesz, tehát $(1-S)^2$ súlynyi anyagot vissza kell szállítani a törőre s meg kell törni, amihez $0,75(1-S)^2 + E(1-S)^2$ energia szükséges, s így tovább. Így összesen

$$\begin{aligned} \varepsilon(p) = & E(p) + 0,75[1-S(p)] + E(p) \cdot \\ & \cdot [1-S(p)] + 0,75[1-S(p)]^2 + E(p) \cdot \\ & \cdot [1-S(p)]^2 + 0,75[1-S(p)]^3 + E(p) \cdot \\ & \cdot [1-S(p)]^3 + \dots \end{aligned}$$

energiára van szükség egy csille anyagnak 65 mm alá való zúzásához.

$\varepsilon(p)$ nem más, mint az

$$E + E(1-S) + E(1-S)^2 + E(1-S)^3 + \dots$$

és $0,75(1-S) + 0,75(1-S)^2 + 0,75(1-S)^3 + \dots$ geometriai sorok összege, melyek konvergensek, s összegük

$$\frac{E}{1-(1-S)} = \frac{E(p)}{S(p)}$$

illetve

$$\frac{0,75 \frac{1-S(p)}{S(p)}}{S(p)}$$

Tehát

$$\varepsilon(p) = \frac{E(p) + 0,75[1-S(p)]}{S(p)}$$

Az $E(p)$ és $S(p)$ alapján meghatároztuk az $\varepsilon(p)$ függvényt, amelynek minimumhelye adja azt a p értéket, amellyel a legkevesebb energiafelhasználással lehet a zúzást végezni. Ennek a függvénynek létezik minimuma, mivel minden p értékre pozitív, s ha p -vel 0-hoz tartunk, $\varepsilon(p)$ végtelenhez tart, s $\varepsilon(p)$ végtelenhez tart akkor is, ha p végtelenhez tart.

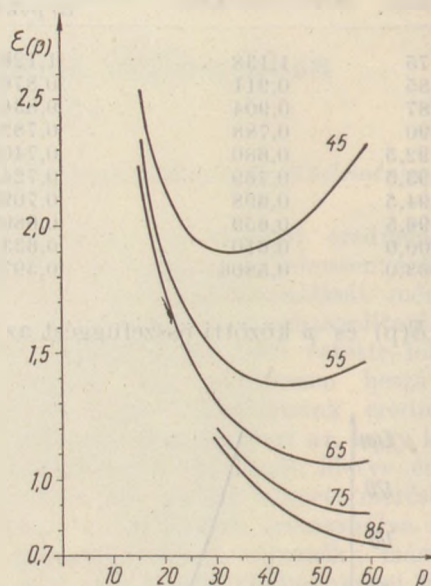
Az $\varepsilon(p)$ függvény értékeinek táblázata a következő:

p	$\varepsilon(p)$ kWó
15	2,2460
20	1,7488
25	1,4710
30	1,3030
35	1,1992
40	1,1348
45	1,0975
50	1,0791
55	1,0752
60	1,0823

Az eredmény azt mutatja, hogy jóval nagyobb pofanyílás mellett éri el az $\varepsilon(p)$ függvény a minimumát, mint amivel a jelenlegi utántörők dolgoznak. Ez azt jelenti, hogy száz csille kőzetnek 65 mm alá való zúzásához 22 mm-es pofanyílás mellett 55 kWó-val több energia szükséges, mint 45 mm-es pofanyílás mellett. A nagyobb

pofanyílással való törés tehát évente igen nagy energiamegtakarítást jelentene egy-egy törőműnél. Emellett nagyobb pofanyílás esetén a törők zúzási teljesítménye is jóval nagyobb lesz.

Az $\varepsilon(p)$ görbét nemcsak 65 mm, hanem 45, 55, 75 és 85 mm-es leválasztás mellett is meghatároztuk. A 3. ábrán ezeket a görbéket ábrázoltuk; a görbékre írt számok jelzik, hogy milyen leválasztásról van szó:



3. ábra.

Azokat az eredményeket, amelyeket Uzsbányán kaptunk, nem lehet mechanikusan átvinni más üzemekbe; másrészt az eddigi méréseket is ki kell egészíteni, s a lehető legtágabb határok között kell méréseket végezni. Ezáltal eredményeinket pontosabbá tesszük s minden üzemből meghatározhatjuk a legmegfelelőbb pofanyílást. Ezért az üzemi mérések elvégzéséhez javasoljuk: utántörőnél végezzék el a következőket.

1. Mérjék meg, hogy a kőzet hányadrészét törte különböző pofanyílásnál a törő 65 mm alá (ha a leválasztás nem 65 mm-nél történik, úgy ezt a számot a megfelelő számmal kell pótolni). Ezt a részarányt jelölje $S(p)$. (Tehát $1-S(p)$ a 65 mm fölé tört anyag részarányát jelenti.)

2. Különböző pofanyílás mellett mérjék, hogy mennyi energiára van szükség valamilyen tömegű anyag zúzásához (pl. 1 csille, 1 vagon stb.). Ezt az energiát jelöljék $E(p)$ -vel.

3. Végül mérjék az adott tömegű anyagnak az utántörőtől utántörőig való szállításához szükséges energiát, ezt jelöljék c -vel.

Ezután számítsák ki a következő mennyiséget:

$$\frac{E(p) + c(1-S(p))}{S(p)}$$

Vizsgálják meg ezután, hogy milyen p pofanyílásnál lesz ez a mennyiség a legkisebb, s ilyen pofanyílással törjenek.

Gazdasági tevékenység elemzése műszaki-gazdasági mutatószámok segítségével

SZENTMÁRTONY GUSZTÁV

Gazdasági szerveink tevékenységét állami terv határozza meg. A tervfeladatok teljesítésének folyamatos ellenőrzését rendszeres beszámolók (statisztikai-, mérlegbeszámoló stb.) készítése útján biztosítjuk. A beszámolók önmagukban azonban nem biztosítják a jóváhagyott tervfeladat teljesítésének megnyugtató és egyértelmű kiértékelését, ha azokat nem egészíti ki a gazdasági tevékenység mélyreható *elemzése* (analízise).

A gazdasági tevékenység elemzése — helyes módszer alkalmazása esetén — lehetőséget nyújt a tervteljesítést és a házsidőszakhoz viszonyított fejlődést elősegítő, ill. gátló tényezők felderítésére, operatív intézkedés megtételére. Rossz módszer alkalmazása, a gazdasági tevékenység folyamatának csupán felszínes boncolgatása, nem kielégítő megvilágításban tárja fel a gazdasági szerv működését és egyenesen téves megállapításokat tehet, helytelen intézkedés elrendelését eredményezheti.

Ha vizsgálat tárgyává tesszük gazdasági szerveink elemző munkáját, megállapíthatjuk, hogy e téren még komoly hiányosságaink vannak. Sok helyen a vállalatok vezetői nem elemzik mélyrehatóan a beszámolójelentéseket és megelégszenek azzal, hogy a tervteljesítés globális mutatószámait tartalmazó beszámolójelentéseket, — különösebb áttanulmányozás nélkül — láttamozzák, aláírásukkal hitelesítik.

Ez a helytelen gyakorlat annak következménye, hogy a vállalatok vezetői nem ismerik a műszaki-gazdasági tevékenység analízisének különböző módszereit.

E cikk ezért azt a célt kívánja szolgálni, hogy rövid áttekintést adjon a gazdasági tevékenység elemzésének jellegéről, céljáról és fontosabb módszertani kérdéseiről. Nyilvánvaló azonban, hogy egy ilyen fontos és sokrétű módszer teljes körű ismertetése nem oldható meg egy rövid cikk keretein belül. Az alkalmazott módszerek közül ezért csupán a műszaki-gazdasági mutatószámok segítségével való elemzés egy-két gyakoribb megoldását mutatjuk be.

Az elemzés célját és tartalmát vizsgálva, gazdasági tevékenység elemzése alatt a megfigyelt szerv gazdálkodási jelenségeiben mutatkozó kölcsönös kapcsolatoknak tanulmányozási rendszerét értjük. Az elemzés egyik legfontosabb eszköze a gazdasági tervszerű irányításának, mivel fontos szerepe van mind a tervkészítésnél, mind a tervteljesítés ellenőrzésénél.

Feladata :

- a) *feltárni* a tervteljesítést befolyásoló tényezőket,
- b) *kiértékelni* a tényezők hatását és mértékét,
- c) *intézkedni* a tervteljesítést akadályozó tényezők kiküszöbölése érdekében.

A kitűzött célokat az elemzés különböző módszerek segítségével oldja meg. Helytelen volna azt hinni, hogy a végrehajtás ellenőrzésének mód-

szeri sablonszerű sémák és számítások előírásával uniformizálhatók. Az elemző munka jellege ugyanis megköveteli, hogy az elemzést végző személy — megfelelő műszaki és közgazdasági ismeretei alapján — kiválassza azokat a módszereket, melyeknek alkalmazása leghatékonyabb a kitűzött cél elérése szempontjából.

Az elemző munka során széles körben alkalmazzák a különböző *számítási eljárásokat* (átlagok, viszonyszámok, indexek), *analitikus táblázatok* (egyszerű, csoportosító és kombinációs), valamint a különböző *grafikonokat* (kör-, oszlop-diagramm, hisztogram stb.).

Az alkalmazandó módszerek :

- a) az elemzés céljától,
- b) a vizsgálandó gazdasági szerv sajátosságaitól (idényjelleg),
- c) terv- és tényszámok jellegétől függenek.

Az elemzési munka során elsősorban a számvitel három ágának (statisztika, könyvvitel, operatív számvitel) bizonylataira kell támaszkodni, de szükség esetén figyelembe lehet venni egyéb megbízható információs forrásokat is (üzemi újság, dolgozók termelési értekezleten tett észrevételei stb.).

Az elemzés céljától függően alkalmazható a tényszámoknak :

- a) a jóváhagyott tervszámokkal,
- b) a korrigált tervszámokkal, ill. tényszámokkal,
- c) a bázis időszak tényszámaival,
- d) más hasonló gazdasági szerv mutatószámaival való összehasonlítása.

Fentiek figyelembevételével az elemző munka végrehajtása a következő főbb ütemekben történik.

Az *első lépés* az elszámolási adatokkal való elsősleges ismerkedés, amit „olvasásnak“ szoktunk nevezni. Az „olvasás“ lehetőséget nyújt arra, hogy :

- a) a teljes gazdasági tevékenység elemzendő területét kijelöljük,

- b) meghatározzuk, hogy az elemzést milyen irányba kell fokozatosan kiterjeszteniünk, (súlypontképzés),

- c) előzetes, általános értékelést adjunk a megfigyelt szerv gazdasági tevékenységéről.

Az olvasás során gyakran előfordul, hogy bár a megfigyelt szerv működését jelző globális mutatószámok kedvező alakulást mutatnak, mégis szükség mutatkozik a tevékenység elemzésére. Ennek oka az, hogy az ellentétes irányú tényezők hatása kiegyenlíti egymást, s így a látszólag kedvező eredmények mögött súlyos hiányosságok rejtőznek.

A *második lépésben* az összesítő adatok komplex tanulmányozásáról át kell térni a gazdasági szerv tevékenysége egyes elemeinek vizsgálatára,

elsőleges technológiai, szervezési és gazdasági tényezők tanulmányozására. Ennek során:

a) fel kell tárni mindazokat a kapcsolatokat és összefüggéseket, amelyek az egyes tényezők között fennállnak,

b) meg kell ismerni a vizsgált jelenségre ható tényezők jellegét, hatásirányukat és azok mértékét,

c) ki kell mutatni a tényezőknek a vizsgált jelenségre gyakorolt befolyásuk mértékét.

A harmadik lépésben szükséges számadási nyilvántartások felhasználásával és a megfigyelt számok összehasonlítása révén, el kell készíteni a gazdasági tevékenység mélyreható kiértékelését. A kiértékelés formája szerint lehet szinoptikus és leíró kiértékelés.

A szinoptikus elemzés pusztán szemléltető, analitikus táblázatok segítségével, szöveg nélkül fejezi ki mondanivalóját. Az elemzésnek ez a formája, melyet leginkább operatív célokra szoktak alkalmazni, feltételezi, hogy az elemzést felhasználó személy „tud olvasni a számokból”, le tudja vonni a következtetéseket.

A leíró elemzés-ben szövegszerűen van rögzítve az az összefoglaló következtetés, melyre az

elemzést végző személy jutott. Az elemzés e formájánál fontos, hogy a fogalmazás meggyőző legyen és hivatkozásokat tartalmazzon a megfelelő elemzésekre, azok adataira.

Az elemzés negyedik lépése a levont következtetés alapján, operatív intézkedési javaslat kidolgozása. Nyilvánvaló viszont, hogy az elemzés csak akkor lehet eredményes, ha jellegét tekintve operatív, azaz a tevékenység idejekorán (folyamatában) való kiértékelése kapcsán, megfelelő intézkedések megtételére alkalmas.

De nézzük meg ezután példaszerűen, hogy alkalmazzuk a gyakorlatban a fent elmondott elméleteket és módszereket.

Feladatunk egy két forgókemencés cementgyár klinkertermelési tervteljesítésének elemzése a „forgókemence fajlagos termelése” című műszaki-gazdasági mutatószám segítségével.

Az elemzés területét példánkban — az egyszerűség kedvéért — tisztán a termelési tényezőkre korlátozzuk és így nem érintünk anyag-, munkaügyi- és önköltségi kapcsolatokat, kihatásokat.

Élső lépésként a rendelkezésre álló alábbi statisztikai adatokkal kell megismerkednünk (olvasás).

I. táblázat

Megnevezés	Egység	Tervszám	Tényszám	Tervtől való eltérés (±)	Tervteljesítési %
Klinkerégető forgókemence fajlagos termelése ...	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{óra}}$	15,17	15,90	+0,73	104,8
Klinkertermelés	1000 kg	4,403	4,799	+396	109,0
Kemencefelület	m ²	689	— 689	—	100,0
Üzemóra	óra	421	438	+ 17	104,0
Hasznos időalap	óra	421	474	+ 53	112,58

Az olvasás során megállapítható, hogy valamennyi tényszám a tervszámhoz viszonyítva kedvezően alakult.

A klinkerégető forgókemence fajlagos termelése című mutató értékének feltüntetett változása tisztán műszaki tényezők hatására következett be, mivel a mutatószám kiszámításánál a tényleges üzemórákat vesszük alapul, kiküszöbölve így az időkihasználás mértékének hatását. Mivel a gazdasági tevékenység elemzésének nem mindig közvetlen feladata a kifejezetten műszaki tényezők hatásának elemzése, példánkban sem térünk rá annak mérlegelésére, hogy a 4,8%-os emelkedésből mennyit eredményezett a nyersiszap összetételének, a szénösszetételnek és az őrlési finomságnak változása.

A gazdasági tevékenység elemzésénél viszont e mutatószám, időkihasználási együtthatóval korrigált értékének alakulását kell megfigyelnünk.

Az időkihasználás együtthatóját az üzemóra és a hasznos időalap hányadosa adja.

$$\text{időkihasználási együttható} = \frac{\text{Tervszám}}{\text{Tényszám}} = \frac{421}{474} = 1 \frac{438}{474} = 0,924$$

A mutatószám értékeit az időkihasználási együtthatókkal korrigáljuk:

$$15,17 \times 1 = 15,17 \quad 15,90 \times 0,924 = 14,69.$$

A korrigált mutatószám már csupán 96,8%-os tervteljesítést eredményez, ami azt mutatja, hogy a rendelkezésre álló időalappal a vállalat nem megfelelően gazdálkodott.

Ez a körülmény szükségessé teszi, hogy az elemzési munkát a kieső idők elemzése irányába terjesszük ki.

Az elemzési munka második lépéseként vizsgáljuk meg milyen tényezők, milyen mértékben eredményezték a klinkerterv 396 tonnás túlteljesítését.

Elsőnek, a műszaki tényezők termelésre gyakorolt hatását kell megemlítenünk, melynek mértékét úgy számítjuk ki, hogy a „forgókemence fajlagos termelése” című mutató tényszámának a tervszámmal szembeni különbözetét a kemencefelület m² számával, valamint a tervezett üzemórák számával szorozzuk meg:

$$0,73 \times 689 \times 421 = 212\,000 \text{ kg.}$$

A termelés emelését másodsor a hasznos időalap tervvel szembeni növelése eredményezte. A hasznos időalap növekedését az eredményezte, hogy a II. sz. nagykemence nagyjavítási munkálatait a tervezettnél hamarabb fejezték be. A hasznos időalap növekedésének mértéke vállalati átlagban 53 óra (474—421=53). A hasznos időalap növelés, termelést vonatkozó hatását úgy számítjuk ki, hogy a „kemence fajlagos termelése“ című mutatószám tényleges értékét megszorozzuk a kemence-

felület m² számával, valamint az időalapnövekedés óraszámával:

$$15,9 \times 689 \times 53 = 581\,000 \text{ kg.}$$

A termelés terjedelmét kedvezően befolyásoló tényezők elemzése után tegyük vizsgálat tárgyává a terven felüli gépállások termelésre gyakorolt hatását.

A gépállások okainak és termelésre gyakorolt hatásai mértékének kielemezésére az alábbi analitikus táblázatot célszerű összeállítani:

2. táblázat

Gépállás okának megnevezése	I. sz. kemence		II. sz. kemence		Vállalat összesen t	Termelés-kiesés az össztermelés %-ában
	óra	t	óra	t		
Nyersszénhiány	24	86	6	46	132	2,8
Energiahiány	14	50	14	109	159	3,3
Géphiba	8	29	10	77	106	2,2
Összesen	46	165	30	232	397	8,3

A gépállások elemzését minden esetben termelőberendezésenként — példánkban forgókemencénként — szükséges végrehajtani, egyrészt mert bizonyos tényezők csak egyes kemencetípusok vonatkozásában merülnek fel, másrészt a kemencék változó teljesítményei ugyanazon állásóra esetén eltérő termelés kiesést jelent. Peldánkban az I. sz. 40 méteres kemence óránkénti tényleges termelése 3,59 t és a II. sz. (80 méteres) kemence óránkénti termelése pedig ennek 215,3 %-a, 7,73 t.

Mint a táblázatból látható, a gépállások legnagyobb részét (40%) az energiahiány okozta. A terven felüli gépállások az össztermelés 8,3%-át, 398 000 kg. klinkerkiesést eredményeztek.

Ha a termelést befolyásoló tényezők — klinkertermelésben kifejezett — hatását összegezzük, a tényleges klinkertermelés tervtől eltérő mértékét nyerjük:

Termelést emelő tényezők

1. műszaki tényezők	+ 212 t
2. hasznos időalap növelés .	+ 581 t
Összesen :	+ 793 t

Termelést csökkentő tényezők

1. terven felüli gépállás ...	— 397 t
Terven felüli termelés	+ 396 t

Az elemzés harmadik lépéseként a cementgyár klinker termelőtevékenységének kiértékelését kell elkészíteni. Peldánkban nem készítjük el a teljes szövegszerű elemzést, mivel az analitikus táblázatok kidolgozása során, magyarázatként már tettünk kiértékeléseket.

Mégis röviden megállapíthatjuk, hogy a vállalat a beszámolási időszakban kielégítő munkát végzett, de fokozhatta volna eredményeit, ha nagyobb gondot fordít a terven felüli gépállásokat előidéző okok kiküszöbölésére.

Az elemzés negyedik lépéseként javasolni célszerű a nyersszén-beszerezés ütemtervének felülvizsgálatát, a megfelelő készlet feltöltését, az energiahiány áthidalására saját energiatelep létesítését, a géphibák felszámolására a T. M. K. terv teljesítésének szigorú ellenőrzését szolgáló intézkedéseket.

Meg kell jegyezni, hogy az előzőekben ismertetett elemzés az áttekinthetőség kedvéért csak egy-két tényezőt tett vizsgálat tárgyává és pusztán ez a körülmény eredményezhette azt, hogy a kiértékelés és a javaslattevés ilyen rövid lehessen. A valóságban lényegesen több tényező együttes hatását és különböző vonatkozásait kell kiértékelni, amelynek eredményeképpen a kiértékelés és a javasolt intézkedés több oldal terjedelmű lehet.

Dolgozzunk fel ezek után az elemzés módszerének szemléltetésére egy másik példát is. Feladatunk most egy három üzemmel rendelkező téglagyári vállalat fajlagos munkaóra felhasználásának, bizonyos bázisidőszakhoz viszonyított fejlődésének elemzése.

Az elemzés céljának megfelelően e példánkban a beszámolási időszak tényezőit nem az időszak tervszámaival, hanem a fejlődést kifejező bázisidőszakkal vetjük egybe. A téglaiipar idényjellegénél fogva, az előző év azonos időszakát tekintjük bázisidőszakként. Peldánkban a bázisidőszak 1953. II. negyedév, a beszámolási időszak pedig 1954. II. negyedév.

A téglagyár munkaügyi kérdéseinek teljeskörű elemzése jelenleg nem célunk, hanem csupán annak szemléltető ismertetésére törekszünk, hogy a munkaórafelhasználással kapcsolatos műszaki-gazdasági mutatószám alakulását milyen tényezők

befolyásolják. Feladatunk rámutatni arra, hogy a beszámolási adatok globális megfigyeléséről miért szükséges áttérni az elemzés során, az

összetett mutatószám komponenseit képező tényezők részletes vizsgálatára.

Az elemzés alapját az alábbi adatok képezik :

3. táblázat

M e g n e v e z é s	Egység	Bázis	Beszámolási	Index
		i d ő s z a k		
Téglatermelés fajlagos munkaórafelhasználása ...	óra 1000 db	21,9	20,1	91,8
Munkások teljesített óráinak száma	óra	210,200	211,350	100,5
Téglatermelés	1000 db	9,600	10,500	109,4

Mint látjuk, a fajlagos munkaórafelhasználás fejlődésének mértéke kedvező képet mutat (91,8%). A fejlődés kézzelfoghatóbb kimutatására vizsgáljuk meg, hogy a mutatószám értékének javulása mennyi munkaóramegtakarítást jelent.

A jelentkező munkaóramegtakarítást úgy számítjuk ki, hogy a fajlagos munkaóramegtakarítás óraszámát megszorozzuk a beszámolási időszak termelésének mennyiségével.

Fajlagos munkaóramegtakarítás:

$$21,9 - 20,1 = 1,8 \text{ óra}$$

összes munkaóramegtakarítás:

$$1,8 \times 10,500 = 18,900 \text{ óra}$$

Feladatunk ezután annak felderítése, hogy a 18,900 óra megtakarítást — amely a teljes óraszükségletnek 8,9%-át jelenti — milyen tényezők hatása eredményezte és mi volt ezen tényezők hatásának mértéke.

Vizsgáljuk meg mindenekelőtt, hogy alakult a három üzemben a téglatermelés fajlagos munkaórafelhasználásának mutatószáma.

4. táblázat

M e g n e v e z é s	Egység	I. sz. üzem		II. sz. üzem		III. sz. üzem	
		Bázis	Beszámolási	Bázis	Beszámolási	Bázis	Beszámolási
		i d ő s z a k		i d ő s z a k		i d ő s z a k	
Téglatermelés fajlagos munkaórafelhasználása	óra 1000 db	22,0	20,5	23,0	22,0	20,0	19,0
Munkások teljesített óráinak száma	óra	55,000	55,350	101,200	57,200	54,000	98,800
Téglatermelés	1000 db	2,500	2,700	4,400	2,600	2,700	5,200

Az egyes üzemekben a fajlagos és az összes óramegtakarítás mértéke a következő:

Fajlagosan	Összesen
I. sz. üzem 22,0—20,5 = 1,5 óra	1,5 × 2,700 = 4,050
II. sz. üzem 23,0—22,0 = 1 óra	1 × 2,600 = 2,600
III. sz. üzem 20,0—19,0 = 1 óra	1 × 5,200 = 5,200

Feladatunk a továbbiakban felderíteni azokat a tényezőket, melyek az egyes üzemekben fenti munkaóramegtakarítást eredményezték.

Elemzés tárgyává kell tehát tennünk mindazon tényezők változását, amely tényezők a fajlagos munkaórafelhasználást befolyásolják. Ezek lehetnek :

- termelékenység-növelő műszaki tényezők,
- darabbéres munkások aránya,

- darabbéresek teljesítményszázaléka,
- selejtarány,
- termék választékarány,
- minőségi együttható stb.

Példánkban az egyszerűség kedvéért csak a termelékenység-növelő tényezők hatásának elemzését végezzük el és ezért a többi tényezőt a bázisidőszakhoz viszonyítva azonosnak vettük fel a példa kialakításánál.

A munkaerősükségletet az alábbi műszaki szervezési intézkedések hatása befolyásolta :

- bányagépesítés,
- száritás gépesítése,
- regálozás (agyagelőkészítés).

Vizsgáljuk meg a túloldali táblázaton, milyen mértékben járultak hozzá fenti tényezők az egyes üzemek előbbiekben kiszámított munkaóramegtakarításnak eléréséhez :

5. táblázat

Megnevezés	I. sz. üzem		II. sz. üzem		III. sz. üzem		Vállalat összesen	
	fajlagosan	összesen	fajlagosan	összesen	fajlagosan	összesen	fajlagosan	összesen
<i>Megtakarítás</i>								
Bányagépésítés	2,0	5,400	—	—	—	—	0,5	5,400
Szárítás gépesítése . .	—	—	1,5	3,900	1,5	7,800	1,1	11,700
Összesen	2,0	5,400	1,5	3,900	1,5	7,800	1,6	17,100
<i>Többlet (—)</i>								
Regálozás	0,5	1,350	0,5	1,300	0,5	2,600	0,5	5,250
Együtt	1,5	4,050	1,0	2,600	1,0	5,200	1,1	11,850

Mint látjuk, a három műszaki tényező közül a regálozás ellentétes irányú; munkaórátöbbletet eredményez. A munkaóramegtakarítást eredményező intézkedések 68,4%-át az I. és II. sz. üzemben végrehajtott kellerezés okozta.

A táblázat további elemzése során érdekes körülményre kell felfigyelnünk. Az egyes üzemek műszaki tényezőkből eredő munkaóramegtakarításainak összege nem egyezik meg a vállalati munkaóramegtakarítás összegével (11,850 * 18,900). Vajjon mi okozhatja ezt a körülményt, mikor előrebocsátottuk, hogy a munkaóramegtakarítás mértékét példánkban a felsorolt tényezők közül csak műszaki tényezők befolyásolják.

Mint a 4. sz. táblázatból látható, a különböző termelékenyséű üzemek termelésének bázisidő-

szakhoz viszonyított fejlődése eltérő. Meg kell vizsgálnunk tehát, hogy a 18,900 óra és a 11,850 óra közötti különbséget nem az egyes üzemek össztermelésben résztvevő súlyeltolódások okozzák-e.

Feltételezésünk helyességét akkor tudjuk bebizonyítani, ha az egyes üzemek beszámolási időszaki termelését a bázisidőszak termelismegoszlási aránya alapján korrigáljuk (változatlan állomány képezése) és az ezekkel a termelési mennyiségekkel képzett munkaóraszükségletnek a bázisidőszak munkaóraszükségletével való egybevetése szintén 11,850 óra megtakarítást eredményez.

A termelés megoszlásában jelentkező súlyeltolódás kiküszöbölését az alábbi táblázaton dolgozzuk ki.

6. táblázat

Megnevezés	Bázis időszak		Beszámolási időszak		Beszámolási időszak a bázisidőszak megoszlásában	
	1000 db	%	1000 db	%	1000 db	%
I. sz. üzem	2,500	26,1	2,700	25,7	2,740	26,1
II. sz. üzem	4,400	45,8	2,600	24,8	4,809	45,8
III. sz. üzem	2,700	28,1	5,200	49,5	2,951	28,1
Vállalat	9,600	100,0	10,500	100,0	10,500	100,0

A vállalat munkaóraszükségletét változatlan állományú termelismegoszlás esetén a következőképpen számítjuk ki:

7. táblázat

Megnevezés	Változatlan állományú termelés	Bázisidőszak óraszükséglete		Beszámolási időszak óraszükséglete	
		fajlagosan	összesen	fajlagosan	összesen
I. sz. üzem	2,740	22,0	60,280	20,5	56,180
II. sz. üzem	4,809	23,0	110,607	22,0	105,798
III. sz. üzem	2,951	20,0	59,020	19,0	56,079
Vállalat	10,500	21,9	229,907	20,77	218,057

A megtakarítás mértékét a bázis és a beszámolási időszak óraszükségletének egybevetése útján számítjuk ki:

megtakarítás = 229,907 — 218,057 = 11,850 óra:

Tehát feltevésünk helyessége beigazolódott. Az eltérést a termelésmegoszlás arányaiban való eltolódás okozta. A vállalati munkaóramegtakarítás összetevői tehát:

Műszaki intézkedések megtakarításai	11,850 óra	62,7%
Szervezési intézkedések megtakarításai	7,050 óra	37,3%
Vállalati összes megtakarítás	18,900 óra	100 %

Bár a megtakarítás túlnyomó részét műszaki intézkedések hatása eredményezte, mégsem becsülhetők le a szervezés jellegű intézkedésekből eredő megtakarítások sem, melyek példánkban az összmegtakarításnak több mint $\frac{1}{3}$ -át képviselik.

Ennek a kérdésnek jelentőségét domborítja ki a következő számítás is. Ha figyelembe vesszük azt a tényt, hogy pusztán az a körülmény, hogy a téglagyár vezetősége a jóváhagyott termelési feladatokat az egyes üzemek műszaki színvonalát figyelembevéve bontotta fel üzemekre, 30,6%-kal nagyobb óramegtakarítást eredményezett, mint a I. sz. üzemben végrehajtott igen költséges bányagépesítés.

*

Az előbbieken ismertetett eltérő jellegű elemzési példák korántsem tudták teljes egészében bemutatni mindazokat a módszereket és a módszerek alkalmazása révén elérhető eredményeket, amelyek a gazdasági tevékenység mélyreható elemzése során érvényesíthetők. Ha azonban rá tudtuk irányítani a műszaki és gazdasági vezetők figyelmét a gazdálkodási jelenségekben mutatkozó kölcsönös kapcsolatok tanulmányozási rendszerére, a gazdasági munka elemzésének jelentőségére, a cikk elérte célját.

Lakóházak és középületek teherhordó vasbeton szerkezeteinek ismeretes előregyártási módszerei

MEGYESI JÓZSEF*

A népgazdaság szocialista fejlesztéséhez szükséges igen nagyarányú beruházások nagymennyiségű teherhordó vasbeton szerkezet gyártását teszik szükségessé. A gyártás általában helyszíni-üzemi vagy telepített-üzemi viszonyok között folyik. Az üzemben gyártás lehetőségét elsősorban az említett épületfajták szabadabb tervezési adottságai — és ebből következően — a könnyebben korlátozható méret- és súlyhatárok, továbbá a kedvezőbb szállítási feltételek és az elemek mozgásának szabadabb lehetőségei teremtik meg.

Lakóházak és középületek szerkezeti jellegüknél és rendeltetésüknél fogva — jelenlegi műszaki felkészültségünkhöz alkalmazkodva is — a teherhordó vasbetonelemek *nagy számát* és *változatos kialakítását* igénylik. A fejlődés folyamán, a termékek így kialakult sorozatát két ellentétes értelmű tényező befolyásolja: a tervezés és gazdaságosság szempontjából megkövetelik a gyártásra kerülő elemek nagy számának csökkentését; esztétikai és sokszor szerkezeti okok pedig a termékek sokféleségét, gyakran azok variálhatóságát kívánják meg.

E két tényező közül ma — érthető okokból — a gazdaságosság kérdése van előtérben, és ez is marad a helyzet legalább is addig, amíg a tényleg legalkalmasabb szerkezetek kifejlődnek és a két tényező egyensúlyi feltételei megteremtődnek.

* Szerző az „előregyártás” tárgyköréből ezidő szerint aspiránsként dolgozik az Építőipari Műszaki Egyetem Építésszervezés Tanszékén. Lapunk szükségességnek tartja, hogy a tudósképzést azzal is elősegítse, hogy a fiatal aspiránsok írásait — ha azok nem mindig és nem mindenben fedik is a szerkesztőbizottság felhívását, — nyilvánosságához juttassa.

Amikor épületelemek nagy mennyiségben való gyártásának szükségessége felmerül és eldöntötték, hogy a gyártás helyszíni-üzemi, vagy telepített-üzemi viszonyok között történjék-e, az üzemek szervezési problémái a következő technológiai elemekkel kapcsolatosak:

1. kötőanyagok és adalékanyagok tárolása, mozgatása;
2. kötőanyagok és adalékanyagok előkészítése;
3. betonkészítés;
4. acélanyagok tárolása;
5. az acél előkészítése (vágása, hajlítása, szerelése stb.);
6. zsaluzóminták tervezése, gyártása és előkészítése;
7. a beton betöltése a zsaluzómintába, bedolgozás, betömörítés;
8. az elemek szilárdítása, a szilárdulás időbeli lefolyásának meggyorsítása;
9. megmunkálás és utókezelés;
10. a késztermékek tárolása;
11. egyéb munkák.

A megoldást a gyakorlat több síkon vetette fel; sok esetben a szükségszülte gyakorlatiasság elvén, még több esetben előzetes értékelés és alapos tudományos megfontolások alapján.

1.11 A kötőanyagokat — elsősorban a cementet — az előregyártó üzemek általában por alakjában kapják, és ezek, ha a szállítási feltételeit betartották, akár azonnal is felhasználhatók.

Ezeket az anyagokat különbözőképpen csomagolják, szállítják és tárolják. A cementet pl.

általában többrétegű *papírszakokban*. A papírszak igen alkalmas, mert gyakorlatilag tökéletesen zár, tehát az elporlást megakadályozza. Egy szak 50 kg cementet tartalmaz. Minden szakon feltüntetik az előállítót, valamint az anyag minőségi jellemzőit.

Az 50 kg-os tételt tapasztalati adatok alapján a szak átlagos minősége, az adagoláskor alkalmazott mérés pontossági tűrése határozza meg. Ezt a választást a kézierővel való továbbítás akár huzamosabb időn át bekövetkező — az ember munkacímét viszonylag kímélő — lehetősége is indokolja.

1.111 A cement tárolása — egyes később említett kivételektől eltekintve — mindig száraz épületekben történik. A zsákokat csak valamilyen aljazaton szabad tárolni, a talajjal való közvetlen érintkezést ki kell zárni. Csak fedett tárolás nem elegendő. A raktáraknak zártaknak kell lenniük.

Tudni kell, hogy az esetek zömében a levegő nedvesség tartalma is ártalmas a kötőanyagokra. A többhónapos cementek gyakran „befulladnak” — egy részük talaj- vagy légnedvesség hatására megköt.

A kötőanyagok tárolása zsákokban egyrészt költséges, másrészt retrográd. Nehézkes és költséges, mert a zsákok újrafelhasználása szinte megoldhatatlan; retrográd, mert mind a külső, mind a belső szállítás, rakodás és raktározás az esetek zömében kézi munkaerőn alapul. Előregyártó üzemekben, ahol a tömeges termelés huzamosabb ideig földrajzilag azonos helyen folyik, a kötőanyagok zsákokban való tárolása mindinkább kiszorul.

1.112 Eredményes kísérletek folynak — elsősorban a Szovjetunióban — víztaszító (hidrofób) cementek előállítására. Az ilyenfajta cementek tárolásánál nem feltétlen követelmény a teljesen száraz raktári körülmények biztosítása.

1.12 Előregyártó üzemekben, főként, ha az üzem állandó jellegű, a kötőanyagokat ömlesztett állapotban is tárolják. Ez a tárolási mód is költséges, mert nagyfokú gépesítést kíván.

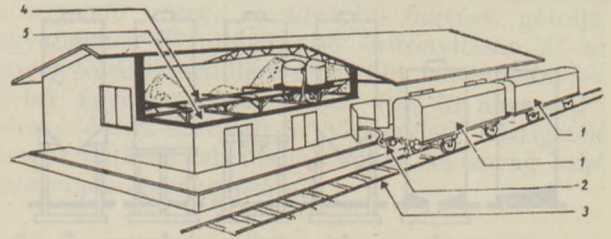
A cementgyár az ömlesztett kötőanyagot gépi úton juttatja a légmentesen záró szállítóeszközre. A légmentes szállítás a poranyag gázosodó folyadékához hasonlítható viselkedése miatt indokolt. — Szállítóeszközként hajót, vasúti vagon, vagy gépkocsit használnak. Sokhelyütt — a Szovjetunióban, Csehszlovákiában stb. — külön, csak kötőanyagok szállítására alkalmas gépjárműveket, ciszternakoosikat stb. gyártanak.

Jól megszervezett üzemben, korszerű szállítóeszközök birtokában nemcsak a külső szállítást, hanem az üzem belüli anyagmozgatást is — ürítést a szállítóeszköztől, raktári berakodást, onnan a továbbítást — vízszintes és függőleges irányban egyaránt gépi berendezésekkel, a lehető legmagasabbfokú automatizálással oldják meg.

1.121 A zsákolástól és az ideiglenes munkahelyi jellegű cementraktárról átmenetet jelent a korszerű cementtárolás felé a kötőanyagoknak

hombárokban való tárolása. A hombár-raktár — hasonlóan a gabonafélék tárolási módjához — több rekeszből áll, amelyekben különféle minőségű kötőanyag tárolható. Ez a tárolási mód főként a Szovjetunió sokoldalú gyakorlatából ismeretes.

A hombárokat szalag-transzporttörrel töltik. A szalag meredeksége legfeljebb 14°. Az elporlást úgy akadályozzák meg, hogy a szalagot megfelelő módon körülburkolják.



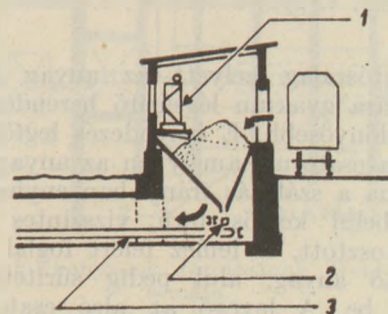
1. ábra. Kötőanyagok tárolása hombárban (Szovjetunió).

- 1. Cementszállító vagon; 2. pneumatikus szívóvezeték; 3. vasúti kitérő; 4. pneumatikus berendezés sínpályája; 5. hombár-rekesz.

Előnyösebb a poralakú kötőanyagokat pneumatikus vezetékben szállítani. Az 1. ábra ilyen pneumatikus felszerelésű hombár raktárat mutat be, amelyben a pneumatikus berendezés a rekeszek felett-épített pályán közlekedik, hogy rövid csővezeték szolgálhassa ki a szállítóeszköz és a megfelelő rekesz közötti távolságot.

Ezzel a módszerrel úgyszólván tetszőleges mennyiségű kötőanyag tárolható. — Hátrány azonban, hogy az építmény teljes térfogatát nem lehet kihasználni; a készlet mennyisége időről időre nem ellenőrizhető, továbbá nem biztosítható a tárolt kötőanyag teljes mennyiségének állandó kicserélődése.

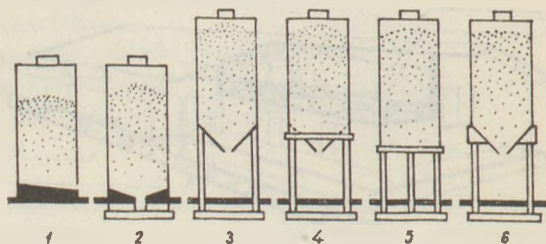
1.122 A hombáros tárolásnál fejlettebb a bunkeres raktározás. A cement a külső szállítóeszköztől kaparólapátok, vagy más mozgó berendezések segítségével jut a bunkersorból álló raktárba. A bunkerek egymásután elhelyezve különböző fajta kötőanyagok befogadására készülnek. Ürítőnyílásuk alatt egy szállítószalag fűzi őket sorba. E szállítószalag folytatása, vagy az ehhez csatlakozó másik szállítóberendezés (szállítócsiga, vagy egyéb) juttatja az anyagot a keverőberendezéshez.



2. ábra. Kötőanyagok tárolása bunkersorban. 1. Kaparólapát mozgó csörlője; 2. hosszanti gyűjtő szállítószalag; 3. harántirányú szállítószalag.

Ez az elrendezés már biztosítja az anyag folytonos cserélődését teljes mennyiségében. Üzemeltetéséhez kevés munkás szükséges. Létesítése már 200 t anyag tárolásánál indokolt lehet (2. ábra).

1.123 Ha a tárolandó kötőanyag mennyisége eléri, vagy meghaladja az 1000 tonnát, jó megoldás a silókban való tárolás (3. ábra). A vagonokból a

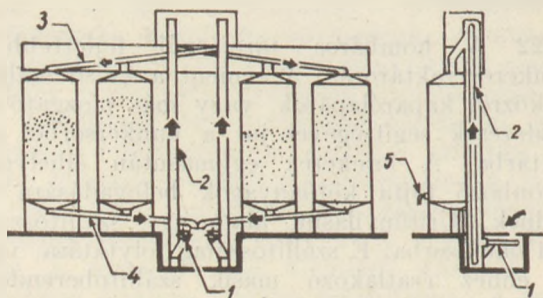


3. ábra. Siló-típusok.

1—2. Alsó rakodótér nélküli típus; 3—6. alsó rakodószintes típusok.

cement kaparólapátokkal jut a cementfelvívó bunkerba, ahonnan a valamennyi siló fölött átmenő szállítoszalagra kerül elevátor közbeiktatásával. Az adott cementfajtát (illetve minőséget) ez a felső szállítoszalag osztja szét a megfelelő silókba.

A siló-száj megnyitásakor a cement egy — a felső elosztó szalaghoz hasonlóan valamennyi siló alatt elvonuló — szállítoszalagra jut, amely azt egy elevátorhoz továbbítja. Az elevátor további vízszintes szállítóeszközre juttatja az anyagot, majd a cement a keverőüzem bunkeréba kerül (4. ábra).



4. ábra. Kötőanyagok tárolása silókban.

1. Betöltő szállítoszalag; 2. elevátor; 3. szétosztó vezeték; 4. gyűjtő vezeték; 5. oldalsó ürítő.

Szállítoszalag helyett az anyag vízszintes mozgatására gyakran légsűrítő berendezés alkalmazása előnyösebb. E berendezés legfőbb alkatrésze az a csatorna, amelyben az anyag áramlik. A csatorna a szállítás irányában enyhe (2—3%) lejtésű, belül kettős terű, vízszintes lyukacsos lemezzel osztott. A lemez felett foglal helyet a szállítandó anyag, alul pedig sűrített levegőt vezetnek be. A levegő az alsó csatornarészbe tódulva a lyukacsos lemezen keresztül fellazítja a cement alsó rétegeit, mire a lejtőn az anyag súlya miatt is megindul az áramlás.

1.13 Kötőanyagok tárolásánál nem lehet figyelmen kívül hagyni a tárolóberendezés hőmérsékleti viszonyait. Ismeretes, hogy a cement hidratációs képessége alacsony hőmérsékleten lelassul, ezért óvni kell a lehűléstől. — Laboratóriumokban folytatott kísérletek hosszú sora azt bizonyítja, hogy a betonok kötése és szilárdulása akkor a legkedvezőbb, ha az adagolt cement szobahőmérsékletű, de legfeljebb 30 C°.

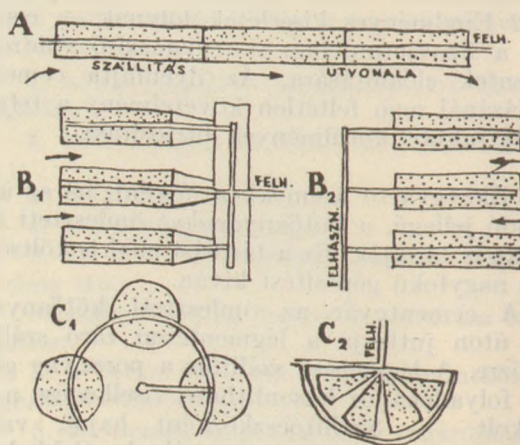
1.21 Az adalékanyagok tárolása kevésbé kényes kérdés, mint a kötőanyagoké. Itt azonban a kötőanyagoknál jóval nagyobb mennyiség, másrészt a szállítás utáni, a felhasználásig való előkészítés kérdése jelentkezik. Ez utóbbi kérdés megoldására ismeretesek azok a törekvések, melyek az adalékanyag tisztaságának és megfelelő szerkezetének biztosítását az előregyártó telep területén kívül kívánják megoldani. A beton adalékanyagát mindenesetre a termelő üzemben kell megtisztítani megfelelő berendezésekkel agyagos iszapos és egyéb szennyeződéseitől.

A szemszerkezetre vonatkozóan az az előnyös, ha 3—4 frakcióra bontott adalékanyag érkezik az előregyártó üzembe. O. A. Gersberg és V. I. Szoroker [1] a frakciókra bontást a következőképpen javasolja :

ha $D_{max} = 10$ mm, — 2 frakció; 3—5 mm és 5—10 mm,

ha $D_{max} = 15$ mm, — 2 frakció; 3—10 mm és 10—15 mm,

ha $D_{max} = 20$ mm, — 2 frakció; 3—10 mm és 10—20 mm.



5. ábra. Adalékanyagok tárolási sémái fedett helyen.

A homok (0—5 mm) természetes állapotban, vagy zúalék formájában, mint a betonkeverék minőségét lényegesen alakító finomszemcséjű adalék, minden esetben külön tárolást igényel.

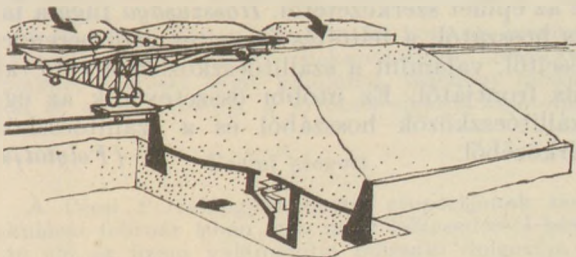
A fedetlen helyen tárolt adalékanyagok elrendezését az 5. ábra sémái mutatják.

1.221 Az 5. ábra „A” sémája egysorban elhelyezett depóniákat mutat. Az érkező anyag egyoldalon egyetlen hosszanti útvonalon (vasúton, vagy egyéb szállítóeszközön) érkezik. Ez a megoldás az építendő útvonal szempontjából előnyös, de első-

sorban vízen szállított adalék tárolásánál jön számításba.

1.222 Szárazföldi szállítás esetén gyakran alkalmaznak a „B” séma fésűs elrendezését. Az adalékanyagok a fedetlen bunkerek alatt beépített szállítószalagok közvetítésével jutnak a keverőtelephez. A depóniák ilyen elhelyezése *nem előnyös*, mert az anyagot törtvonalban és gyűjtőpályán kell mozgatni.

1.223 A „C”-séma körszektoros elrendezésével kedvező megoldást nyújt a szállítás és felhasználás kisszámú gépi berendezésének legjobb kihasználására. A külső szállító eszközök a frakció-depóniákat körüljárják; a belső anyagmozgatást pedig a központi helyről irányított kötélvontatású káparóládák végzik. Az elrendezés központjában továbbító bunker épült, ahonnan az anyag földalatti szállítószalag közvetítésével jut a keverőberendezés elevátorához, ill. a keverőberendezés adagoló bunkerjába. A tárolásnak ilyen megoldása kis és nagy üzemben egyaránt ajánlható.



6. ábra. Adalékanyagok fedetlen depóniába rakása transzportőr közbeiktatásával.

A depóniák feltöltésével kapcsolatos rakodási munkát leegyszerűsíti a 6. ábrán bemutatott megoldás. A depónia mentén csillepálya van. Platókocsra transzportört állítanak, amely ilyen módon mindegyik frakció-depóniát kiszolgálja. Az anyag a szállítóeszköztől surrantón keresztül jut a szállítószalagra. A surrantó a vagon lenyitott oldalának teljes hosszában működik.

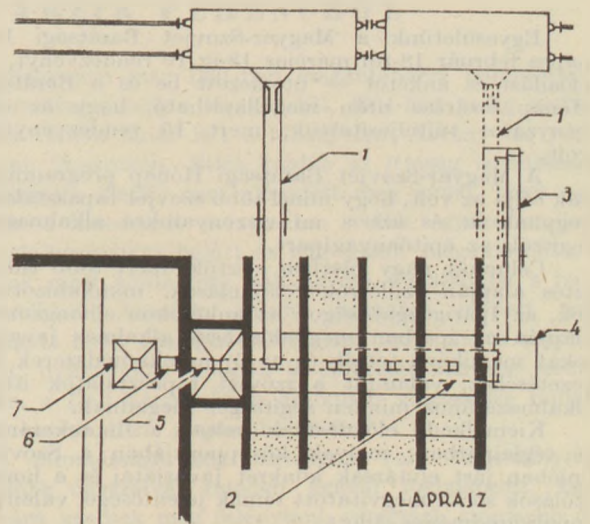
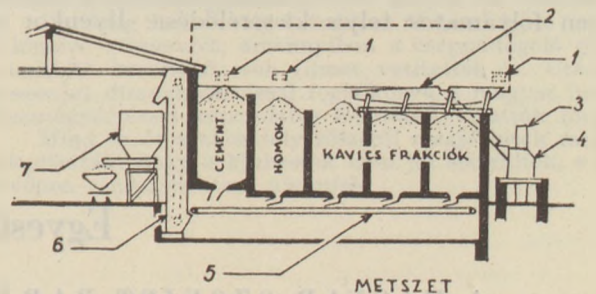
Nagyobb (2500–3500 m³ befogadóképességű) depóniáknál a „C” séma változatainak belső anyagmozgatása a depónia központjába állított derrik-daruval megoldható a talajszint felett is.

1.231 Adalékanyagok szabadtéri tárolása a legkézenfekvőbb megoldás, bár számos hátránnyal jár. Ez a tárolási mód ugyanis egyáltalán nem védi az anyagot sem a szennyeződéstől, sem a nedvességtől. — Előregyártó üzemekben biztosítani kell a termékek minőségállandóságát. Ezt jelentős mértékben befolyásolja a vízcement-tényező. — Az adalékszemcse nagyságától és szemcsealakjától függően erősen változik a vízfelvevő és nedvességtároló képesség; minél nagyobb a fajlagos felület, e tulajdonságok annál erősebben érvényesülnek. Ezért az aprószemű homok és az érdes felületű zúzalék tárolásánál a víz elleni védelem igen fontos.

1.232 A szabadtéri tárolás hátrányai érvényesülhetnek az időjárás hőmérsékleti változásai következtében is. Ismeretes, hogy a beton kötése bizonyos hőmérsékleten alul kedvezőtlenül módosul. A hideg, vagy fagyott adalék befolyása itt viszonylag a legnagyobb.

Fagyponthoz közeli hőmérsékletnél elsősorban az adalékdepónia felső rétege hül le, ill. fagy meg. A földalatti szállítószalagok ebből a szempontból előnyösek; a depónia felső rétege mint hőszigetelő réteg, a további fagyást gátolja, ugyanakkor a bunker alsó ürítőnyílásán át az anyag további szállítása nem válik lehetetlenné. — Felső anyagmozgatás esetén (pl. 3. ábra „C”-séma, derrik-daruval) e viszonylag hőszigetelő kérget feltörik, lehetőséget adnak az anyag belső rétegeinek megfagyására.

1.24 A szabadtéri tárolás hátrányait kiküszöböli az adalékanyagok fedett színben való tárolása. A fedett színek belső elrendezése megoldható úgy is, mint a kötőanyagok tárolásának egyszerűbb esetei, hombáros, vagy bunkeres kivitelben. Itt a tökéletes légzárásra nincs szükség. Előnyös azonban, hogy kihasználják a gravitációs erőt, vagyis a szállítójárművel bejárnak a fedett színbe és surrantókon juttatják a megfelelő frakciót a mélyebben fekvő tárolótérbe.



7. ábra. Adalékanyagok tárolásának Held-rendszerű sémája.

1. Szállítószalag különböző állásban; 2. rázórosta három frakcióhoz; 3. transzportőr kavicszúzalékhoz; 4. durvakavics törőmű; 5. gyűjtőszalag; 6. serleges elevátor; 7. szárazkeverék átmenő bunkere.

A megoldás számos változatából a 7. ábra mutat közepes teljesítményű fedett tárolásra példát.

1.5 Felmerül a kérdés, hogy adott esetben *milyen anyagot, mekkora mennyiségben, mennyi helyszükséglettel* szükséges tárolni. Döntően meg kell különböztetni itt is, hogy kötőanyag, vagy adalékanyag tárolásáról van-e szó. Amennyiben a tárolás céljára építményeket létesítenek, az anyag m^3 -súlya meghatározó jellegű. A depónia helyszükséglete és a tároló kupac (prizma-, vagy csonkakúp alakú forma) magasságát a rakodás módja is meghatározza.

1.51 *Homokból, kavicsból, zúzalékból* $1 m^2$ tárolóhelyre $1,5-2,0 m^3$ tárolható, ha a rakodás kézi-erővel történik.

Ebben az esetben a tárolási magasság $1,5-2,0 m$ lesz. — Transzportőr rakodásánál a tároló magasság $5,0-6,0 m$ is lehet. Ekkor $1 m^2$ rakodó területet $3,5-4,0 m^3$ anyag tárolására használnak ki.

1.52 *Kötőanyagok* tárolása bunkerben $1 m^2$ rakodófelületen $1,5-2,0 m$ -es magasságban történhet. Ekkoraz egységnyi tárolófelületre $2,1-2,8 t$ anyag jut. — Silókban vagy bunkerekben megengedhető a $3,0 m$ -nél nagyobb tárolási magasság, ha biztosítható az anyag teljes mennyiségének egyenletesen folyamatos teljes kicserélődése. Ilyenkor az

egységnyi tárolási felületre $5,0-8,0 t$ anyag is kerülhet.

1.53 A tárolásra kerülő készlet és minőség ismeretében a *helyszükséglet* M. A. Veber és N. A. Szmirnov szerint [2] a következő általános képlettel határozható meg:

$$S = \frac{F}{a} = \frac{P \cdot a}{q}$$

ahol S a raktár területe m^2 -ben ;
 F a raktár hasznos területe m^2 -ben ;
 a a raktár térkihasználási együtthatója ;
 P a szükséges anyagkészlet természetes mértékegységben ;
 q az $1 m^2$ rakterületre tárolandó anyag mennyisége.

Az „ a ” együttható értéke :

fedett hombároknál	0,5—0,7
bunkereknél, silóknál.	0,9—1,0
zsákos tárolásnál	0,4—0,6
fedetlen színekben	0,6—0,7

A raktár *szélessége* függ az anyag fajtájától és az épület szerkezetétől. *Hosszúsága* függ a tárolás hosszától, a feltöltés és ürítés gépi berendezéseitől, valamint a szállítóeszközökről való rakodás frontjától. Ez utóbbi összetevődik az egyes szállítóeszközök hosszából és a szállítóeszközök térközéből. *(Folytatjuk)*

Egyesületi hírek

A MAGYAR-SZOVJET BARÁTSÁGI HÓNAP RENDEZVÉNYEI

Egyesületünk a Magyar-Szovjet Barátsági Hónapra február 18-tól március 18-ig 10 rendezvényt, — előadást és ankétot — ütemezett be és a Barátsági Hónap lezárása után megállapítható, hogy az előirányzatot túlteljesítettük, mert 15 rendezvényünk volt.

A Magyar-Szovjet Barátsági Hónap programjának célja az volt, hogy minél több szovjet tapasztalatot vegyünk át és azt a mi viszonyainkra alkalmazzuk, segítsük az építőanyagipart.

Célunkat nagy részben elértük, mert több ismeretétés alapján születtek felajánlások, munkabizottságok, az Iparigazgatóságok az ankétokon elhangzottak alapján az iparban megvalósításra alkalmas javaslatokat magukévá tették és az új munkamódszerek bevezetéséhez, valamint a szovjet tapasztalatok itteni alkalmazásához minden segítséget megadnak.

Kiemelkedő előadásaink voltak a finomkerámiai és téglaiiparban, melyek középpontjában a Szovjetunióban járt elvtársak konkrét javaslatai és a hozzászólások során megvitatott témák jelentősége, valamint ennek eredménye állott.

Ilyen nagy érdeklődésre számot tartó előadás volt Farkas Ödön beszámolója, illetve a Kőbányai Porcelángyárban megtartott Kerámiaipari ankét, melyen az előadó beszámolt egyes kisfeszültségű szigetelő automatikus gyártásáról a Szovjetunióban és bevezetését itt is javasolta. A javaslatot a Finomkerámiai Iparigazgatóság helyeselte és megvalósítására intézkedése-

ket tesz. Foglalkozott beszámolójában Farkas elvtárs az olajtüzeles kérdésével, mely energiatakarékosság szempontjából elsőrendű fontosságú. Különböző üzemek főmérnökei hozzászólásukban felajánlották ennek kikísérletezését és bevezetését. Ugyanígy az ankét résztvevői foglalkoztak az előadó által javasolt bentonit fokozottabb használatával, tekintettel arra, hogy emeli a nyersáru mechanikai szilárdságát és javítja a képlékenységet.

A Farkas elvtárs által bemutatott elektromechanikai vizsgálatokat a Pécsi Porcelángyár nagyfeszültségű laboratóriumában fogja végezni. Nagy vita alakult ki a vákuumprés szájnnyílásának kialakítását illetően, melynek eredménye az lett, hogy párhuzamos kísérletek folynak majd a hibaforrások kiküszöbölésére a Pécsi és a Kőbányai Porcelángyárban. Ugyanígy nagy érdeklődést váltott ki Király Jenő elvtárs két előadása; az egyik a Rosztromprojekt nál tapasztalatról tartott beszámoló az építőanyagipari tervezők részére, — a másik pedig Miskolcon, a szovjet téglaiiparban alkalmazott új technológiai eljárásokról, melyet a Mályi Téglagyár és a Borsodmezei Téglagyári Egyesülés műszaki dolgozói hallgattak meg.

Az előadás alapján a Mályi Téglagyár bevezeti az agyag gőzfeltárással való megmunkálását és ugyancsak szovjet módszer szerint jövő télen bevezetik a téli gyártást.

A Kőbányai Téglagyárban bevezetik a szovjet minta szerint készült keverőteknőt és műszáritót,

melynek alapján a Szovjetunióban háromszoros teljesítményt érnek el.

A Miskolci Téglagyár kikísérletezi a Szovjetunióban soványításra használt fűrészpör valamilyen más anyaggal való helyettesítését. Általában Király Jenő elvtárs előadásainak hallgatósága részéről megmutatózó nagy érdeklődést bizonyítja mind a miskolci, mind a budapesti előadás sok hozzászólása és élénk vitája.

Meg kell említeni a téglaiipar másik igen jelentős anktóját: a Kartavcev téglaszárítási rendszer bemutatóját, melyet szintén az Iparigazgatósággal közösen rendezett az egyesület. A Kerámia Téglagyárban már rendszeresen ezzel a módszerrel dolgoznak és a dolgozók felajánlották, hogy a többi üzemek tapasztalatcserére hozzájuk küldendő dolgozóinak szívesen megmutatják a gyakorlatban is, hogy milyen módon érték el eddigi eredményeiket. A tapasztalatcsere azóta már folyik is.

A Helyőcsabai Cementgyárban dr. Wessely Imre kartárs tartott előadást „Gipszsalakciment készítése szovjet adatok alapján“ címmel. Ennek igen fontos eredménye, hogy a gyár dolgozói felajánlották, hogy a diósgyőri kohászokkal együttműködve megpróbálják megoldani a kohósalak megfelelő minőségének kérdését és így a gipszsalakcimentgyártást, mely energiatakarékosság szempontjából is igen nagy jelentőségű lenne az ipar számára.

A kőbányaipar különböző üzemeiben ismertetés jellegű előadások voltak, — melyek a műszakiak részéről nagy érdeklődéssel találkoztak, — azonban a lehetőségek hiányában még szovjet tapasztalatokat átvenni nem tudnak.

A Barátsági Hónap hiányossága, hogy az üvegyipari szakosztály nem tudott bekapcsolódni rendezvényeinkbe, egyrészt saját hibájából, másrészt hibáján kívül is, amit reméljük a jövőben sikerül kipótolnia.

Üzemi csoport

A Pécsi Porcelángyár üzemi csoportjának megalakulását február 19-én igen nagy lelkesedéssel készítette elő az üzem valamennyi műszaki dolgozója és ebben a munkában segítségükre volt a pártszervezet, valamint az igazgató is. Az alakuló ülés referálója Vágó Géza főmérnök volt, aki nagy érdeklődés mellett

ismertette a hazai nyersanyagbázisokat. Utána Horváth Lászlóné laboratóriumvezető mérnök a szovjet művészi porcelánról tartott rövid ismertetést.

A csoportnak igen jó munkaprogramja van.

Klubestek

Ebben a negyedévben Egyesületünk mind az öt szakosztálya megtartotta klubestjét.

Az első klubestet a Fincmkerámiai Szakosztály tartotta, ahol bemutatásra került a „Herend“ című keskenyfilm. Utána a klubest résztvevői megtárgyalták egy új porcelánfilm készítésének lehetőségeit. Megállapodtak abban, hogy az egyesület tagjai segítséget fognak nyújtani a film készítéséhez és egyes részletekben is megegyeztek.

A Cement Szakosztály klubestjén, melyen a Lábatlani Cementgyár új kemencéjének építését vetítette a sajátmaga által felvett filmről Gyarmathy Gyula mérnök, a magyarázószöveget Pukánszky Béla mérnök mondta. A filmet azóta már több helyen vetítették — így a Veszprémi Egyetemen is.

A Kőbánya Szakosztály klubestjének valóban kötetlen programja a Magyar-Szovjet Barátsági Hónap megbeszélése volt. Ennek eredményeképpen a szakosztály által rendezett előadások száma a Barátsági Hónap folyamán nőtt.

A Durvakerámiai Szakosztály klubestjén a téglagyártásról és egyes kiemelkedő gyártási hibákról készült filmet mutatták be. A film alapján Korach Mór professzor javasolta, hogy mindenütt vegyék fel az oktatási programba a filmet.

Komlós elvtárs, az Ujlaki Téglagyár igazgatója javaslatára olyan keskenyfilm készítését határozták el, amely a téglagyártás egyes részleteivel és az ott előforduló hibákkal foglalkozik.

Az Üveg Szakosztály is érdekes filmmel lepte meg a klubest résztvevőit, amennyiben a cseppadagoló gép munkáját ismertető cseh filmet vetítették le. Utána a szovjet díszműgyártással foglalkozva a magyar ipar díszműgyártással kapcsolatos feladatait vitatták meg.

Mind az öt szakosztály részéről megjelentek megállapították, hogy a klubestek igen jól sikerültek, s a jövőben rendszeresíteni kívánják.

MEGEMLEKEZÉS SCHAFARZIK FERENC RŐL

Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület Kőbányász Szakosztálya klubösszejövetelén méltatja Schafarik Ferencnek, a magyar gyakorlati geológia és gyakorlati közettan megalapítójának emlékezetét, születésének 100 éves, és egyik legjelentősebb, Magyarország kőbányáit ismertető műve megjelenésének 50 éves évfordulója alkalmából.

A kiváló geológus és műegytemi tanár életét és munkásságát Kertész Pál ismertette:

1854. március 20-án született Debrecenben. Gyerekkorának első éveit itt töltötte, de még iskolagyerek korában a család Debrecenből Nagyszébenbe költözött. Itt szerette meg a Déli-Kárpátokat és ennek a hegyvidéknek buzó, fáradhatatlan kutatója volt egész élete végéig. Az érettségi megszerzése után a budapesti Tudományegyetem bölcsészeti karára iratkozott be, középiskolai tanárnak készült. Egyetemi tanulmányai befejezése után Szabó József, a magyar geológia első mestere hívta meg tanszékére, ahol 1876—1882-ig tanársegédként dolgozott, majd a Földtani Intézethez került, amelynek kötelékében 22 esztendőn keresztül vett részt a geológia legkülönbözőbb irányú munkálataiban. A

Műegytem már 1891-ben magántanárrá habilitálta a technikai geológia tárgykörből, 1904-ben pedig nyilvános rendes tanár lett a Műegytem Ásvány- és Földtani Tanszékén. Ettől kezdve az ifjúság nevelésének szentelte idejét; nem elégedett meg avval, hogy csupán a katedréről érintkezzen velük: gyakorlataikra, foglalkozásaikra bejárt és már akkor megvalósította a csak most általánossá vált egyéni foglalkozást a hallgatókkal. Azonban oktatói munkája mellett nem hagyta abba geológiai felvételező tudományos munkáját: nyugalomba vonulva is dolgozott kedvenc területén, a Déli-Kárpátokban és onnan visszatérve hűnyta le szemét 1927. szeptember 5-én.

Munkássága igen szerteágazó volt. Tudományszakának úgyszólván minden ágával foglalkozott. Egyaránt jelentek meg őslénytani, rétegtani, szorosabb értelemben vett földtani munkái, foglalkozott elméletileg és gyakorlatilag a közettannal, hidrogeológiával, geológiai térképezéssel, megszervezte a földrengéskutatást. A kőzetek felhasználását is állandó figyelemmel kísérte, szerette és ismerte a magyar kőipart.

Számunkra ez irányú munkássága a legfontosabb.

A kőzetek felhasználásáról, kőbányákról szóló írásai mind gyakorlati tapasztalatok alapján készültek. Személyesen járta be nemcsak az akkori Magyarország, hanem a nevezetesebb kőiparú külföld kőbányáit is. Így járt Norvégiában, Svédországban, Olaszországban és Görögországban, a kiállítások kőanyagát mindig nagy gonddal nézte át, megjegyzéseit szintén mindig olvashatjuk az akkori szaklapok hasábjain. Kiváló gyakorlati érzelme mutatkozott meg ezekben is: a tudományos pontosságú közettani leírások mellett gyakorlati utalásai ma is helytállóak.

Egyik legnagyobb monografikus jellegű munkája Magyarország kőbányáiról szól, amelyet külön ismeretünk.

Az 1891. évi budapesti agyag-, cement- és kőipari kiállításról olvashatunk egyik munkájában. Szomorúan állapítja meg, hogy a kőipar a többi kiállítási anyaghoz viszonyítva aránylag milyen szerény helyet foglal el és hogy nem található meg a kiállításon az akkori magyar kővagyonnak sok jóminőségű képviselője (erdélyi márvány, dunazughegységi andezitek).

A kiállított tárgyakról részletes ismertetést ad, közettani leírással és műszaki, valamint gazdasági adatokkal, evvel is felhíván a figyelmet a magyar kővek felhasználására. Megemlékezik a Földtani Intézet szintén kiállított építőkő gyűjteményéről, melynek kiegészítéséért és fejlesztéséért ő maga is annyit tett.

1891-ben skandináviai kiküldetéséről számol be „Svédország és Norvégia kőbányaiparáról“ címen. A leírás elején hosszabban foglalkozik a terület földtani felépítésével, hogy a kőbányáknál tárgyalt kőzetek megfelelő keretbe legyenek illeszthetők. A kőbányák, illetve feldolgozó üzemek leírása mellett megemlíti a fejthető tömbök nagyságát, a kőzetek színét, a fejtés és feldolgozás módját és a felhasználási területet. Érdekessége a leírásnak annak megemlítése, hogy az anyyira híres svéd-norvég kőbányaipar akkoriban csak 25 éves multra tekinthetett vissza.

Az újabb kőbányaipar megtekintése után ellátogat a régi kőkultúra földjére is. Elsősorban az isztriai mészkő- és homokkőbányákat járja be, megemlékezve a fiumei kikötő építésénél felhasznált kőzetek fejtéséről, ahol nálunk először használtak aknarobbantást. Így 450 kg lőpor alkalmazásával kb. 5000 m³ anyagot tudtak egyszerre lerobbantani. Az építkezés céljára ezt a repedezett, ú. n. karsztmészkövet alkalmazták. Díszítócélra a Brioni-szigetéről hozták a tömött mészkövet (isztriai márvány).

Az Alpések déli részein előforduló különböző kőzetek bányáiban is járt, gránitokat, trachitokat, mészköveket és márványokat megfigyelve. Ilyenek az ismert ravenoi gránit-előfordulás, a milánói dóm márványának candogliai bányája.

Ezen útja során tekinti meg a génuai Kolumbusz kiállítást, ahol Olaszország legfontosabb kőzetei voltak kiállítva.

Következő útja az antik kőzetek igazi hazájába vezette 1893-ban. Sorra végigjárja a régi nagy márványbányákat, a penteliconi, hymettosi, Athén környéki bányákat. Ezután a Peloponnesos megtekintése előtt a korintusi csatorna vidékét vizsgálja, a csatorna bevágását geológiai szempontból gondosan tanulmányozza és erről is külön füzetben számol be.

A Peloponnesosban főleg a régi zöld porfirt (diabázporfirt) tanulmányozta. Itt említi meg, hogy az egykor virágzó kőkultúra helyén alig-alig folyik bányászat, a régi bányák jórészt már alig lehet ott megtalálni; ahol dolgoztak, ott is a legkezdetelesebb eszközöket alkalmazták. A külföldi bányabejárások csak megerősítették a magyar kőbányák és a magyar kőzetek iránt való szeretetét. Megállapítja, hogy a magyarországi kőzetek minőségileg sem maradnak el a külföldiek mögött, tehát a behozott kőzetek helyett magyar kőzetek felhasználását látja fontosnak.

Ezt a gondolatot tükrözi „A magyar építőkövek kiállításáról és megvizsgálásáról Bécsben“ c. munkája. A bécsi Természettudományi Múzeum építőkő-részének katalógusát ismerteti, a kőzetek szilárdsági adataival és a vizsgálati eljárásokkal együtt.

A millenniumi kiállítás kőzetanyagával kapcsolatban szeméreti a kőbányatulajdonosoknak, hogy nem karolják fel eléggé a hazai kőipar fejlesztésének ügyét.

Az 1900. évben a nemzetközi geológus kongresszuson vesz részt Párisban és ugyanekkor hosszabb időt tölt a világkiállítás pavillonjaiban is. A francia kőipar kiállításáról és a francia kőbányákról általában igen elismerően nyilatkozik, de a többi országok kőanyagát nem látja megfelelő módon képviselve, így a kiállítás „világ“ jelzője ellenére sem mutatta be egyenletesen a Föld kőiparát.

A francia kőzetek elsősorban lágyabb aránylag könnyen megmunkálható mészkövek közül kerülnek ki, de a homokkövek, valamint a gránitok, kvarcitok, porfirok szintén jelentősek.

1902-ben az Anyagvizsgálók Egyesületében előadást tart Magyarország kőiparáról, különös tekintettel a dísz- és építőkövekre.

Megállapítja, hogy ezek behozatala általában ötszörösét teszi ki a kivitelnek. Ezután sorba veszi a különböző kőzetfajtákat és megállapítja, hogy az akkori országban a külföldiekkel mindenben versenyképes kőzeteink voltak. Minden kőzetfajtára több hazai lelőhelyet, kőbányát említ meg.

A nyersanyagkutatással részletesen is foglalkozott. Magyarország fontosabb ásványi anyagokat és vízkinccseket tartalmazó geológiai szintjeit is összeállítja.

Ezek azok a munkái voltak csupán, melyekben kőbányászati kérdésekkel foglalkozott. Egyéb közettani, geológiai, hidrogeológiai, térképezési, földrengéskutatási munkálatait nem is lehetne rövid idő alatt még felsorolni sem, nemhogy ismertetni.

Kérdés — felelet

KÉRDÉS:

42. kérdés:

Milyen műszaki feltételek mellett előnyös a Keller műszárítók üzemeltetése, a telepítési szempontokat is figyelembe véve?

FELELETEK:

17. kérdés:

Milyen összetételű fémből kell és lehet készíteni a gyártástechnológia figyelembevételével az üvegipari présformákat, hogy az üveg ne tapadjon (ragadjon) hozzájuk.

Felelet:

Az üvegforma anyaga nem lehet minden üveggyártásnál azonos, tehát olyan előírás, mely minden formára érvényes, nincsen. Vannak azonban bizonyos feltételek, melyek minden öntöttvas formára érvényesek. Így a formák olyanok legyenek, hogy megmunkálásuk könnyű legyen, szerkezetük egyenletes és tömött, sűrű, tökéletesen fényezettek, és gyakori hőfokváltozásokra ellenállóak legyenek.

Igen fontos szerepet játszik a grafit szemcsék alakja és elosztása. Mennél kisebbek a grafit szemcsék és mennél egyenletesebbek, annál jobb az öntvény. Tekintettel kell lenni továbbá az ötvöző alkatrészekre. Igen jó tulajdonságokat kölcsönöz a króm, a nikkal és a molibdén jelenléte a grafit szemcsék nagyságára és elosztására.

Szürke öntöttvasban a nikkal és króm együttes jelenléte a formát keménnyé teszi, de megmunkálhatóságot nem csökkenti.

A molibdén jelenléte állandósítja a forma tulajdonságait és emeli az öntöttvas hőállóságát, szilárdságát és szívósságát.

A forma vegyi összetételének állandónak kell lenni, mert annak ingadozása a fizikai tulajdonságok változását okozza. Megfelelő összetételek az alábbiak:

3,60 — 3,70 %	össz karbon
1,90 — 2,20 %	szilícium
0,70 — 0,80 %	mangán
max. 0,12 %	foszfor
max. 0,08 %	kén
0,20 — 0,25 %	króm
0,70 — 0,25 %	nikkel

Ha a forma falvastagsága erősen változik, 0,20% molibdént ajánlatos beötvözni.

8. kérdés:

Hogyan határozható meg az öblös üvegekben előforduló szilárd zárványok anyaga, illetve összetétele, és hogyan lehet megállapítani, hogy az honnan került be az olvadékba, a felépítményből, vagy pedig a keverékből?

Felelet:

Az öblös üveget szennyező kövek azonosítása — mint minden üvegben található kő — igen körülményes és nem minden esetben vezet eredményre. Még nagyobb felkészültséget és műszerezést igényel a kövek eredetének megállapítása.

A kő külseje, színe, ritkán ad támpontot annak keletkezéséről. Eredményeire négyféle módszer vezet:

A vegyi módszer szerint a követ elválasztjuk környező üvegtől és analízissal megállapítjuk a kovács és timföld százalékos mennyiségét. Miután az összegyűjthető anyag rendszerint csekély, mikro- vagy félmikroanalízist alkalmaznak. (Lásd: Építőanyag 1952. 7. szám).

Mikroszkópikus vizsgálatokkal lehet megállapítani a kő alakját, átlátszóságát, fénytörését (Beke-vonalak) és poláros fényben interferenciaképét. Jellemző kristályformák is hozzájárulnak az azonosításhoz.

Röntgenfelvételekkel megállapítható a tridunit, kristobalit, mullit, korund, nefelin, vagy azok együttes jelenléte.

Mesterséges kristályosítással felvehető az üveg kristálynövekedési sebessége és a hőfok közötti összefüggés és a jelentkező kristályok habitusa s az eredmény alapján eldönthető, hogy a kő kristálykő vagy más eredetű.

Minden eredményekből következtetünk arra, hogy mi volt a kő eredete és miként lehetséges annak kiküszöbölése. Nagy segítséget nyújt, ha az egyes vizsgálatokról az eredményeket, mikrofényképeket összehasonlítás céljaira összegyűjtjük.

31. kérdés:

Hogyan kellene az önműködő Ruetz-féle tüzelőberendezések karbantartását megszervezni?

Felelet:

A Ruetz-féle tüzelőberendezés három részből áll:

1. mozgó berendezés,
2. kapcsoló elemek,
3. szénadagoló.

A karbantartásukat mindhárom résznél egy-, három-, hathavi és egyéves, vagy nagyjavításra kell bontani; kb. tízévenként van szükség: ú. n. fővizsgára, amikor már a berendezés nagyrészt felújításra kerül.

Minden önálló berendezésről (kemencénként) külön erre a célra szolgáló könyvet, füzetet kell felfektetni, amely füzetben, rajzban (esetleg rajzmelléklettel) legyen rögzítve a fedélszerkezet és mozgó berendezés vázlatos rajza, a kapcsoló elemek rajza, darabszáma, a szénadagoló rajza és darabonkénti megjelölés szerinti felsorolása. Független rovatban kell feltüntetni a vizsgálat idejét, széles megjegyzés rovatban a szükséges javítást, alkatrészcsere, a javítás vagy csere végrehajtásának idejét. Részletesebb vagy nagyobb terjedelmű feljegyzéseknek a felsorolás utáni oldalakon hagyjunk szabad helyet.

Egyhavi vizsgálat:

Havonként a karbantartók a berendezést üzem közben az égetővel közösen megvizsgálják. A kenőhelyeket ki kell tisztítani, újra tölteni. Meg kell győződni arról, hogy sorjában mindhárom rész kifogástalanul működik-e, nincs-e torzulás, törés valahol, amelyeket kijavítunk.

Háromhavonkénti vizsgálat:

Minden harmadik hónapban a havonkénti vizsgálati szempontokon kívül a hajtóművet meg kell vizsgálni, nincs-e rajta barmaródás, az esetleg hiányos kenés miatt. A tetőszerkezeten lévő függesztő bilincsek nem lazák-e, nem keletkezett-e üzemveszélyes kopás. A kisebb hibákat kijavítják, a nagyobb terjedelmű munkákat előjegyzik.

Hathavi vizsgálat:

Egybeesik a második három- és hathavi vizsgálat. Az eddigi vizsgálatokon kívül figyelemmel kell kísérni a függőlegesben szerepet játszó tetőszerkezet torzulásait, ennek megfelelően a szükséges átalakításokat végrehajtani. A hajtóművet és adagolóberendezést teljesen szét kell szedni tisztítás és megvizsgálás végett. A felfedezett hiányosságokat megszüntetjük, az állagcserére vonatkozó észrevételeket előjegyezzük.

Egyéves vizsgálat

vagy nagyjavítás a berendezés teljes és alapos vizsgálatát jelenti. Ekkor végezzük el az elmúlt évben előjegyzett cseréket és javításokat. Ekkor ellenőrizzük a villamos erőátviteli berendezést is (kapcsolókat, vezetékeket, szigetelőket, villamos motort). A végzett munkáról havi és évi összesítést készítünk, munkaórákban és Ft értékben kiértékeljük s statisztikailag adatgyűjtés szempontjából előjegyezzük.

Mivel a múltban ilyen alapos időszaki vizsgálatok és az eredmények feljegyzése nem történt, ezért a szükséges statisztikai adatok hiányában sem a berendezés esetleg szükséges módosításait, sem a karbantartásnak egyes darabokra vonatkozó javítási előírását

megadni nem lehet. Éppen a fentebb említett gyakorlati eredményeknek egy-két éven át történő feljegyzése ad majd elég gyakorlati alapot a még alkatrészekre is kiterjedő vizsgálati előírásokra.

Más előjegyzésekre is szükség lenne, ha nem is közvetlenül karbantartással kapcsolatban, hanem a gazdasági eredményeket illetően. Gazdasági vezetőink sok esetben idegenkednek a Ruetz-berendezés használatától, mert annak gazdasági előnyeit nem ismerik. Különösen ott volna érdekes ezeket a szükséges adatokat előjegyezni, ahol egy telepen belül Ruetz-cel ellátott és el nem látott kemencék vannak egyidejűen üzemben. E feljegyzések az ezer egységeként fogyasztott égető szénre, selejtre stb.-ra vonatkozhatnak.

LEGÚJABB ÉPÍTŐANYAGIPARI SZAKKÖNYVEK:

Kitajgorodszkij:

ÜVEGTECHNOLÓGIA

E nagyjelentőségű szovjet üvegtechnológiai szakkönyv anyagának összeállításában közreműködött a moszkvai Lenin-rendes Kémiai Technológiai Intézet és a Vörös Munkaérdemrenddel kitüntetett leningrádi „Lenszovjet“ Kémiai Technológiai Főiskola üvegtechnológiai tanszékeinek tudományos munkaközössége.

A könyv négy részből áll. Az I. rész az olvadt és szilárd állapotú üveg fizikai és kémiai tulajdonságait ismerteti. A II. rész az üvegyártás és az üvegmegmunkálás folyamatainak elméleti alapjait adja meg, a III. rész az üvegolvasztó kemencék számításait és leírásait tartalmazza, a IV. rész a különféle speciális üvegtárgyak előállításának gyártási folyamatait írja le.

262 oldal

Egészvászon kötés 150,— Ft

Ozori Gyula:

A KŐBÁNYÁSZAT KÉZIKÖNYVE II.

A szerkesztőbizottság e háromkötetes könyvben a kő- és kavicsbányák dolgozóinak szükséges műszaki ismereteket gyűjtötte össze.

A II. kötet első része a belső szállítással, a második rész az aprítógépekkel foglalkozik. A III—VI. rész az osztályozást és az osztályozóberendezéseket, a rakodás különböző ágait, a félkész és kész gyártmányok tárolásának kérdéseit tárgyalja.

A VII. rész a kőbányák villamosberendezéseit ismerteti.

A könyvet 319 ábra és számos táblázat egészíti ki.

200 oldal

Egészvászon kötés 80,— Ft

Beszerezhetők

AZ ÖSSZES ÁLLAMI KÖNYVESBOLTOKBAN

