

✓ 302935

ÉPÍTŐANYAG



**CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR**

3. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM:

	Old.
<i>Grofcsik János és Toronyi Béla:</i> Újabb kutatási eredmények a mul- litképződés terén	81
<i>Lázár Jenő:</i> Aprított halmazok szemnagyság szerinti összetételére vonatkozó újabb vizsgálatok	82
<i>Beke Béla:</i> Megjegyzések Lázár Jenő tanulmányához	101
<i>Kiss Károly:</i> Az azbeszt és ipari felhasználása	102
<i>Havas Béla:</i> Menetrendi gazdálkodás az építőanyagipari üzemekben	109
<i>Jung V. N. és Fatejeva N. J.:</i> A klinkerképződés sebessége és a klinker tulajdonságai az égetési viszonyok függvényében	115
Egyesületi hírek	118
<i>Király György:</i> Az építőipar igényei a műszaki felsőoktatással kap- csolatban	119

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Янош Грофчик и Бела Торони:</i> Новые достижения исследований по образованию муллита	81
<i>Енѐ Лазар:</i> Новейшие исследования по зерновому составу штабелей дробленных материалов	82
<i>Бела Беке:</i> Примечания к научной статье Енѐ Лазара	101
<i>Кароль Киш:</i> Асбест и его применение	102
<i>Бела Хаваш:</i> Хозяйствование энергией по установленным графикам в заводах строительных материалов	109
<i>В. Н. Юнг и Н. Х. Фатеева:</i> Скорость образования клинкера и свойства клинкера в зависимости условий обжига	115
В Научном Обществе работников промышленности строительных материалов	118
<i>Дьёрдь Кираль:</i> Требования предъявляемые строителной промышлен- ностью к высшему образованию	119

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>János Grofcsik et Béla Toronyi:</i> Nouveaux résultats des recherches dans le domaine de la formation du mullit	81
<i>Jenő Lázár:</i> Nouvelles recherches concernant la composition granulo- métrique de tas concassés	82
<i>Béla Beke:</i> Remarques sur l'article de Jenő Lázár	101
<i>Károly Kiss:</i> L'utilisation industrielle de l'amiante	102
<i>Béla Havas:</i> Emploi du courant électrique dans les fabriques de matériaux de construction	109
<i>Jung—Fatejeva:</i> Vitesse de la formation du clinker et les propriétés du clinker en fonction des conditions de la cuisson	115
Nouvelles de l'association	118
<i>György Király:</i> Les pretendences de l'industrie des bâtiments envers l'instruction polytechnique à haut degré	119

Címlapon: Konténeres téglaszállítás

ÉPÍTŐANYAG

7. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

Újabb kutatási eredmények a mullitképződés terén*

GROFCSIK JÁNOS és TORONYI BÉLA

A mullitkérdéssel a Nehézvegyipari Kutató Intézet Szilikát-kémiai osztálya az Intézet fennállása óta foglalkozik. Grofcsik János osztályvezető annakidején az Építőanyagipari Tudományos Egyesületben tartott előadásában összefoglalóan ismertette a mullitra vonatkozó akkori kutatások eredményeit. A kutatás eleinte elméleti síkon mozgott, mert a Szilikát-kémiai osztálynak a szükséges felszerelés nem állt rendelkezésére. A kutatómunka 1952. évben indult meg. A mullit keletkezésének tanulmányozását az ipar vetette fel, és az a Szilikát-kémiai osztály feladatává vált. Feltehető volt, hogy az ezirányú kutató munka eredményeinek birtokában az ipar gyártmányainak mullit-tartalmát növelheti és ezáltal egyrészt azok minőségét javíthatja, másrészt pedig fokozott követelményeknek megfelelő minőséget állíthat elő.

A kutatómunka a Szilikát-kémiai osztályon 1952. évben vette kezdetét. Először is egy megfelelő módszert kellett kidolgozni, mellyel a mullit mennyisége pontosan mérhető. A gyakorlatban alkalmazott hidrogénfluoridos módszer ugyanis a Szilikát-kémiai osztály vizsgálatai alapján nem volt megfelelő. A módszer hibája egyrészt az, hogy csekély mértékben a mullit is oldódik hidrogénfluoridban, másrészt, hogy a korund oldhatatlan. Az eredmények megbízhatósága tehát a mullit-kristályok nagyságától és a korundtartalomtól függ. Ebben az irányban a kutatómunkát 1952-ben Vágó Elek végezte. Az általa kidolgozott új röntgenografikus módszer azon alapszik, hogy a röntgenfelvételek vonalainak intenzitása a mullit-tartalom függvénye. A módszer még érzékenyebbé tehető azáltal, hogy a mérendő anyagba ismert mennyiségű ammonkloridot kevert. A felvételeken a mullit egy kiválasztott vonalának intenzitását az ammonklorid egyik megfelelő vonalának intenzitásával hasonlítjuk össze. Az eljárást Grofcsik—Vágó: „A mullit mennyiségének meghatározása égetett kerámiái termékekben“ c. közleményükben az Építőanyag 1952. évi 11—12. számában ismertették.

Megfelelő pontosságú és megbízható mullit-tartalmat mérő módszer birtokában 1953-ban megkezdődött a tulajdonképeni kutatómunka. Az előzetes elgondolás alapján készült 1953. évi tervben különböző ipari nyersanyagokból előállítandó testek változó körülmények közt történő kiégetése és a keletkezett mullit-tartalom mérése volt lefektetve. Statisztikus eredményekre lehetett számítani, melyek birtokában, majd következtetéseket vonhatunk le a nyersanyagösszetétel, égetési idő és az égetés hőfokának hatásáról a mullit képződésére. Ezt a kutatómunkát dr. Takács Tibor végezte és a Kőbányai Porcelángyárban, valamint a Budapesti Tűzállóanyaggyárban különböző porcelán, samot és kőgyag-masszából készített próbatesteket égetett ki. A próbatestekről röntgenfelvételek készültek. Az ilyen módon nyert eredmények tisztáztak egyes kérdéseket melyek szerint az olvadék mennyisége befolyásolja a mullit-mennyiséget és az eredményekből következtetést lehetett levonni az égetés körülményeire. Dr. Takács Tibor áthelyezése következtében az év második felében a kutatómunkát Toronyi Béla vette át.

További kutatómunkának — a korábbi tapasztalatok alapján — más irányt kellett adni. Nyilvánvalóvá vált, hogy tiszta nyersanyagokkal kell a munkát folytatni, mert csakis ilyen, zavaró vegyületektől mentes anyagon lehet a mullitképződést tanulmányozni. Tiszta nyersanyagokat kerestünk tehát és először ezekkel, majd később ezen kiindulási anyagokhoz adagolt mineralizátorokkal szándékoztunk a munkát folytatni. Először agyagokra, illetve agyagásványok tisztítására gondoltunk, azonban rövid idő alatt rájöttünk arra, hogy ilyen kiindulású anyagokat céljainknak megfelelően tisztítani nem lehet. Ezután timföld- és kovasavgél előállítását kezdtük meg. Timföldgél előállítása nem volt probléma, mert az vegytiszta alumíniumszulfátból ionmentesen, könnyen előállítható. Szilikagél előállítására először vízüveget alkalmaztunk, de ezen anyag felhasználásával rövid időn belül felhagytunk, mert a kicsapott gél nem volt nátriummentesre mosható. Ezután áttértünk a szilánok hidrolízisére és ezen az úton sikerült teljesen tiszta, ionmentes szilikagélt előállítani.

* Az építőanyagipari kutatók II. kongresszusán tartott előadás.

Ily módon azután a mullit és a víztelenített kaolinit összetételének megfelelő arányú gélkeverékeket állítottunk elő. Az előállítás folyamán messze-mentően szem előtt tartottuk egyrészt a legnagyobb tisztaságot, másrészt a két gél bensőséges elegyítését. Az előállított gélkeverékek reakcióképességét differenciáltermoanalízissel vizsgáltuk. Először a tiszta, tehát csak timföld és kovasavat tartalmazó testeket égettük ki. Ezek bevizsgálása után 5% mennyiségben különböző mineralizátorokkal elegyítettük a géleket és az így nyert elegyeket is kiégettük.

Az összes próbatestekről, azok kiégetése után Debye—Scheerer-féle porfelvételeket készítettünk.

Az ily módon nyert eredményeink részben eltérnek a tárgykörre vonatkozó irodalom adataitól, részben ellentmondanak azoknak. Röviden összefoglalva a mullit képződésére vonatkozó eredményeinket, azok a következők:

A mullit már viszonylag alacsony hőmérsékleten, 950 C° körül képződik. A kiégetésre kerülő anyag összetételének megfelelően a maximális mullit-mennyiség keletkezik. Tekintettel arra, hogy a timföld és kovasav közt a reakció szilárd fázisban jön létre, a reakció előfeltétele a két komponens bensőséges elegyedettsége. Magas SiO₂ tartalmú elegyekről (víztelenített kaolinit) már 1000 C°-on a timföld-tartalomnak megfelelő maximális mennyiségű mullit képződik. Az amorf kovasav 1200—1300 C° között krisztoballittá alakul. Alacsonyabb SiO₂ tartalmú elegyeknél (mullit-összetétel) 1000 C°-on kiégetett anyag mulliton kívül γ -timföldet tartalmaz. A γ -timföld vonalai 1200 C°-on már nem láthatók, tehát az anyag tiszta mullit. Mineralizátorokkal készült anyagok röntgenfelvételei azonosak a tiszta gélekről készült felvételekkel. Mineralizátorok tehát nem befolyásolják sem a képződő mullit mennyi-

ségét, sem pedig az égetés hőfokát, vagyis mineralizátorok ebben az értelmezésben nincsenek.

Az eredményekből joggal lehet következtetni azt, hogy a kerámiai testek jóminőségét nem a mullit mennyisége, hanem a mullit kristályainak a nagysága szabja meg. Ha tehát van mineralizátor, akkor ez csak a mullit-kristályok növekedését segítheti elő. Valószínű azonban, hogy nem a mineralizátor katalitikus hatása, hanem a képződő olvadék befolyásolja kedvezően a kristálynövekedést. A kutatómunka iránya tehát továbbiakban annak a megállapítása, hogy mineralizátor, vagy pedig olvadék segítségével növelhető-e a mullit-kristályok nagysága. A mullit-kristályok nagyságának megmérése azok kis méretei miatt mikroszkópon nem lehetséges. Elektronmikroszkóp felvételekre alkalmas preparátum előállítása rendkívül nagy nehézségekkel jár. Kénytelenek voltunk tehát a kristálynövekedés mérésére egy új módszert kidolgozni. Abból kiindulva, hogy a kristályosodás, ill. a kristálynagyság-növekedés a belső struktúra durvulásával jár, megkíséreltük a fajlagos felület mérését alkalmazni. Fajlagos felület-mérésre azt az új módszert alkalmaztuk, melyet az Intézet Szilikát-kémiai osztályán ez év elején dolgoztunk ki és amelyet az Építőanyag 1954. 4. számában Toronyi Béla: „Új módszer a fajlagos felület meghatározására“ cím alatt közöltünk. A fajlagos felület mérésével természetesen az egyes kristályok méretei nem határozhatók meg, de összehasonlítható értékek nyerhetők. Azon célból, hogy feltevéseink helyességét igazoljuk, petényi agyagon végeztünk méréseket. A kiszáritott és porított agyag fajlagos felülete 65 m², ugyanezen agyag 550 C°-on történt égetés után 85 m², 1100 C°-on történt égetés után pedig 27 m². Az eredményekből látható, hogy az említett célra a fajlagos felület mérése jól alkalmazható.

Aprított halmazok szemnagyság szerinti összetételére vonatkozó újabb vizsgálatok

LÁZÁR JENŐ

Az „Építőanyag“ 1950. 3—4. és 1954. 2. számaiban¹, valamint több előadásban is foglalkoztam már gépileg zúzott halmazok szemösszetételének alakulásával. Vizsgálataimat azonban eddig elsősorban a kőbányaipar szempontjai irányították és megállapításaim kizárólag a pófás és kúpos törőgépek által aprított halmazokra vonatkoztak, mert ezek a géptípusok jelentik a mélyépítési célokot szolgáló kőbányászati fő munkagépeit. A nyert eredmények részben eltértek az aprítással foglalkozó kutatók által ezideig eszközölt megállapításoktól, mert az aprítógépekkel kapcsolatos — egyébként sem túlságosan nagyszámú — vizsgálatokat általában nem a kőbányaiparban, hanem a cementiparban és a szénaprítással kapcsolatban — tehát finom-aprítási művele-

tekre vonatkozólag — végezték, ezeknél pedig nem kúpos vagy pófás törők, hanem más aprító-gép-típusok kerülnek alkalmazásra.

A következőkben azonban ki fogjuk terjeszteni vizsgálatainkat a gépileg eszközölt aprító-műveletek egész területére és igyekezni fogunk a nyert eredményeket az aprítás egész területét felölelő zárt és egységes rendszerbe foglalni. Fejlesztéseinket tehát két részre osztjuk. Az első rész a különböző aprítógép-típusokkal eszközölt vizsgálatok és kísérletek eredményeinek ismertetésére

¹ („Építőanyag“ 1950. 3—4. 57—71. old. Gépileg zúzott kőanyagok szemszerkezetéből levonható következtetések és 1954. 2. sz. 64—76. old. Beszámoló zúzó-gépekkel végzett kísérletek eredményeiről.)

szorítkozik, a második részben pedig igyekszünk közös nevezőre hozni eredményeinket és oly elméleti alapot kidolgozni, mely az aprítás egész területére érvényes.

I.

a) Pofás és kúpos törőgépekkel aprított halmazok szemszerkezete

A pofás és kúpos törőgépek által megzúzott halmazok szemszerkezeti kérdéseivel előbb említett tanulmányaimban már részletesen foglalkoztam és kimutattam, hogy ha ezeknek a halmazoknak a szemnagyság szerinti összetételét — az egyes frakciók súlyszázaléka szerint — ábrázoljuk, olyan görbéket kapunk, melyek megfelelnek az ún. Galton-féle táblával végzett kísérleteknél nyert görbéknek. Ha ugyanis két tábla közé — az 1. ábrán ábrázolt elrendezésben — szögeket verünk, és a táblák közé rugalmas golyókat engedünk, ezek a szögek között ide-oda pattognak, majd végül is a táblák alján kiesnek. Ha a kieső golyókat rekeszekre osztott tartályban felfogjuk, és az egyes rekeszekbe esett golyók számát a rekeszek közepe fölött grafikusán ábrázoljuk, az 1. ábrán „a”-val jelölt görbét kapjuk. A „b”-vel jelölt görbe ezen görbe integrálgörbéjét jelenti, melyet úgy nyerünk, hogy az első rekesz fölé az ebbe a rekeszbe esett golyók számát rajzoljuk, a második rekesz fölé az első és második rekeszbe esett golyók összegét, a harmadik rekesz fölé a három első rekeszbe esett golyók számát stb.

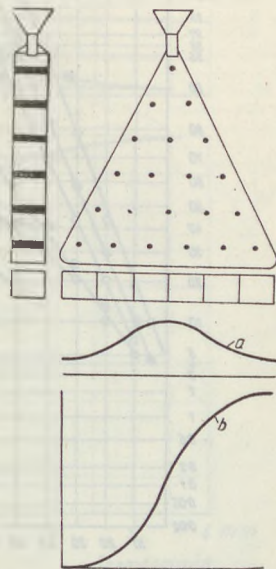
Ezeket a görbéket — Gauss matematikus után — *Gauss-féle görbéknek* nevezzük. A tapasztalatok szerint rendkívül sok olyan csoport található, melynek összetétele fenti görbének megfelelően alakul, ezért ezt a görbét a *normális megoszlás görbéjének* is nevezik.

A 2. ábra pofás törő szemszerkezeti görbéit ábrázolja. Az alsó görbék egyes abszcisszához tartozó ordináták azt mutatják, hogy a halmaz azon szemcséinek a súlya, melyek kisebbek a kiválasztott abszcisszánál, hány százaléka a halmaz teljes súlyának.

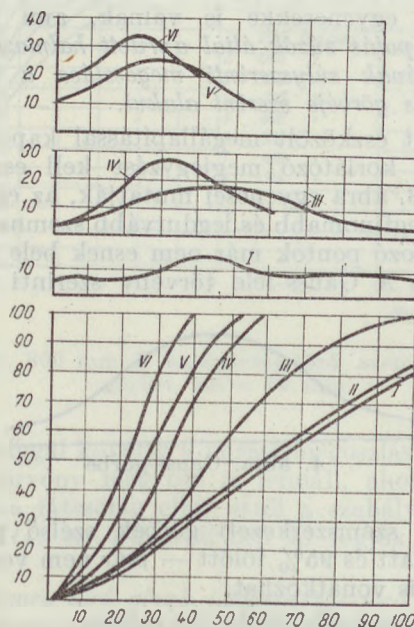
A felső görbék az alsó diagrammok differenciálgörbéi és ordináták azt mutatják, hogy azon szemcsék súlya, melyek bizonyos alsó és felső szemnagyság-határ között fekszenek, hogy aránylik a halmaz összsúlyához. Így egyenletes beosztás esetén pl. a 20 mm-es abszcisszához tartozó ordináta azt mutatja, hogy a 15—25 vagy 18—22 mm-es határok közé eső szemcsék súlya hány százaléka az összsúlynak. Az intervallumok nagyságának megválasztása nem befolyásolja a görbe alakulását, de ha a szakaszok nagyságát változtatjuk, úgy megfelelően változtatni kell az ordináta-tengely skála-beosztását is. Mivel jelen vizsgálatainknál csak a görbe alakulása és nem az ordináták szám-értékei érdekelnek, a differenciálgörbék ordináta-tengelyeit nem láttuk el százalékokat jelző skálával, hogy ezzel függetlenítsük magunkat az intervallum-határok megválasztásától.

A 2. ábra görbéit már az 1950. évben megjelent tanulmányomban is közöltem² ahol részletesen ismertettem, hogy milyen zúzógépekhez tartoznak. Itt csak röviden annyit, hogy a vizsgált gépek részben előtörőként, részben pedig utántörőként működtek, a legkisebb gép teljesítménye 5 m³/óra, a legnagyobb 50 m³/óra, az aprított anyag pedig bazalt, andezit, ill. mészkő volt. A görbék alakulása a körülmények ily nagy különbözősége mellett is, megfelel a Galton-táblával kapcsolatban közölt görbéknek. Ugyanezt mutatja az A-jelű görbe is, mely az uzsai kőbányában működő Ganz X-jelű zúzó szemszerkezeti diagramját ábrázolja. Ezt a görbét az „Építőanyag” 1954 2. számában³ szintén közöltem már.⁴

A görbék jellegének ellenőrzésére igen alkalmas az ú. n. Gauss-beosztású papír, mely oly koordináta-rendszert tartalmaz, melynél az abszcisszatengely lineáris beosztású — ez a tengely tehát egyenlő részekre van osztva — míg az ordinátatengely beosztása úgy van kialakítva,



1. ábra. „Galton”-féle tábla

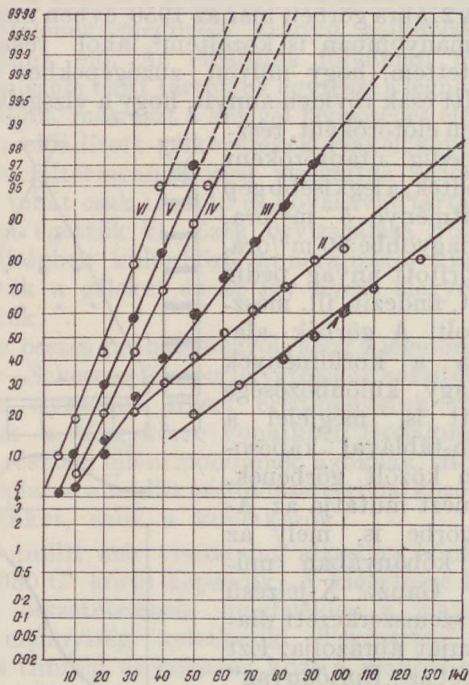


2. ábra. Pofás-törő szemszerkezeti görbéi

³ (67. old. 3. ábra. „Andezit”-jelzéssel.)

⁴ (Szándékosan választottam ki ellenőrzésre olyan görbéket, melyek már korábbi tanulmányokban megjelentek, tehát oly időpontban, midőn még nem az alatt ismertendő vizsgálatok eszközlése, volt a cél, hogy ezzel is alátámasszam, hogy a nyert eredmények nem csak egyes — jól kiválasztott — görbékkel kapcsolatban mutatkoznak, hanem általánosak.)

² („Építőanyag” 1950. 2—3. sz. 58. old. 2. ábra.)



3. ábra

hogy amennyiben ezen koordináta-rendszerben oly görbét ábrázolunk, melynek alakulása megfelel a Gauss-féle törvénynek, úgy a görbe egyenes vonallá válik.

A 3. ábra a 2. ábrán közölt görbéknek Gauss-beosztású papíron való ábrázolását mutatja és ebben a koordináta-rendszerben a görbék valóban egyenesekké is válnak, ami igazolja, hogy a *pojás zúzó* által aprított halmazok szemmagyságának súlyszerinti megoszlása a normális megoszlás görbéje szerint alakul.

Fent eszközölt megállapítással kapcsolatban azonban korlátozó megjegyzést kell eszközölni. Mint a 3. ábra egyenesei mutatják, az egyes halmazok legfinomabb és legdurvább szemmagyságaihoz tartozó pontok már nem esnek bele az egyenesekbe. A Gauss-féle törvény szerinti alakulás



4. ábra. Gauss-görbe

tehát a szemszerkezeti görbék szélső pontjaira —5% alatt és 95% fölött — már nem vonatkozik és nem is vonatkozhat.

A Gauss-féle görbe egyenlete :

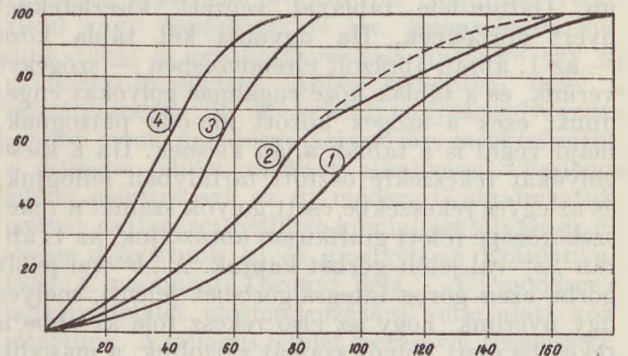
$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

ahol m a megoszlás közéértéke és σ annak szórása. Az ennek megfelelő görbe $-\infty$ -tól $+\infty$ -ig terjed (4. ábra). Ezzel szemben az aprított anyagok szemmagysága nem lehet nullánál kisebb, de nem lehet bizonyos maximális szemmagyságnál

— melyet a zúzó gép részbeállítása szabályoz — nagyobb sem. A két görbe tehát a 0-pont és a maximális szemmagyság közelében szükségszerűen el kell hogy térjen egymástól.

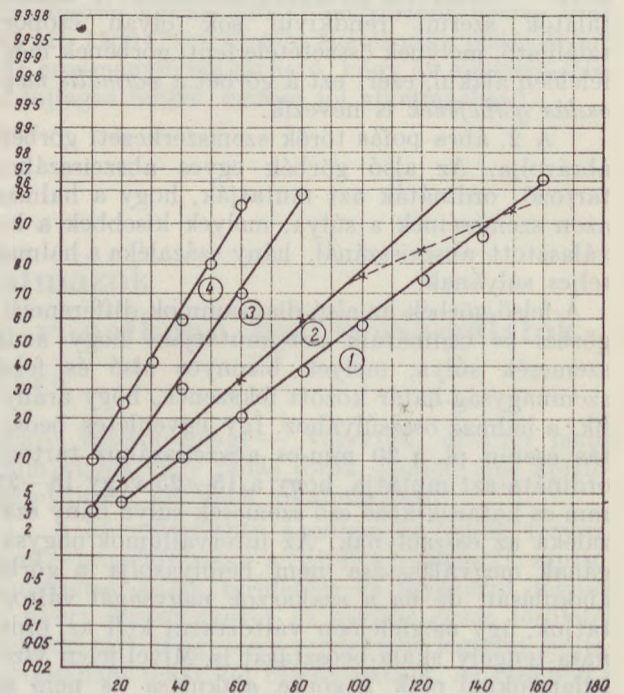
Az elméleti és a tényleges görbe közötti eltérés egybeként nem lényeges, mint azt az I. sz. Függelék-ben kimutatjuk.

Az 5. ábra kúpos törőgépek szemszerkezeti görbéit mutatja. Az 1. sz. görbe tág beállítású és fonolitot aprító Ganz VI-jelű törőhöz tartozó szemelosztást mutatja, a 2. sz. görbe VII-jelű — andezitet aprító — Allis-Chalmers törő görbéjét⁵ a 3. és 4. sz. görbék pedig az uzsai kőbányában működő Pegson törő görbéit 38 mm-es és 22 mm-es részbeállítás mellett⁶.



Szemmagyság

5. ábra. Kúpos-törők szemszerkezeti görbéi



Szemmagyság

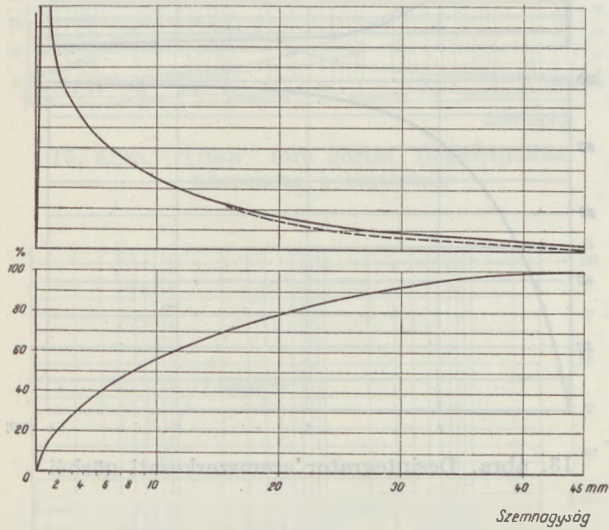
6. ábra

⁵ (Ezt a két görbét az „Építőanyag“ 1950. 2—3. sz. 60. old. 4. ábra I és II jelzés alatt már közöltem.)

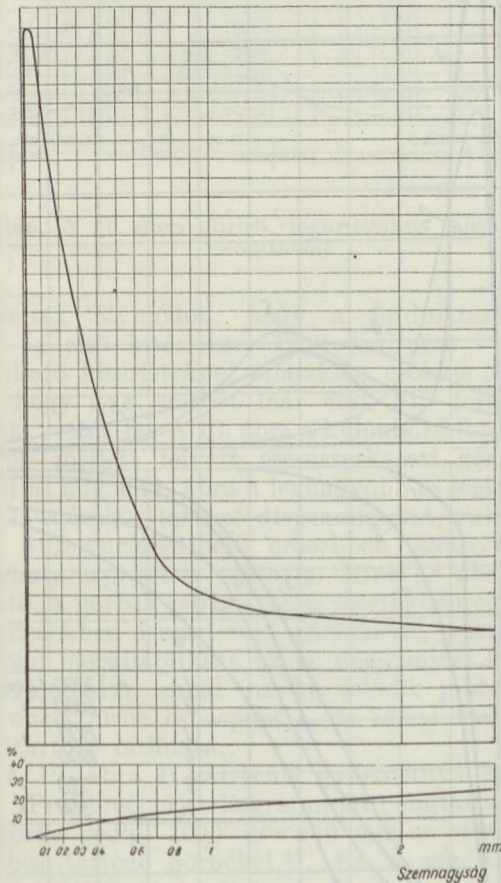
⁶ (Közölve az „Építőanyag“ 1954. 2. sz.-ban, [72. old. 11. ábra.)

A 6. ábra ugyanezen görbéket Gauss-beosztású papíron ábrázolja. A görbék pontjai itt egyeneseket képeznek, igazolván, hogy a kúpos törők által aprított halmazok szemösszetétele is normális megoszlású⁷.

Összefoglalólag megállapíthatjuk, hogy a pofás és kúpos törők szemszerkezeti diagramjai nagy

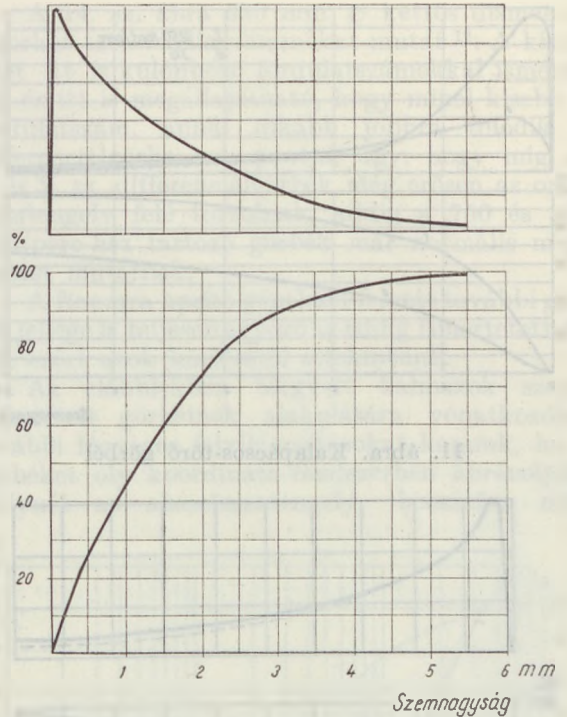


7. ábra. „Titan” kalapácsos-törő szemszerkezeti görbéi

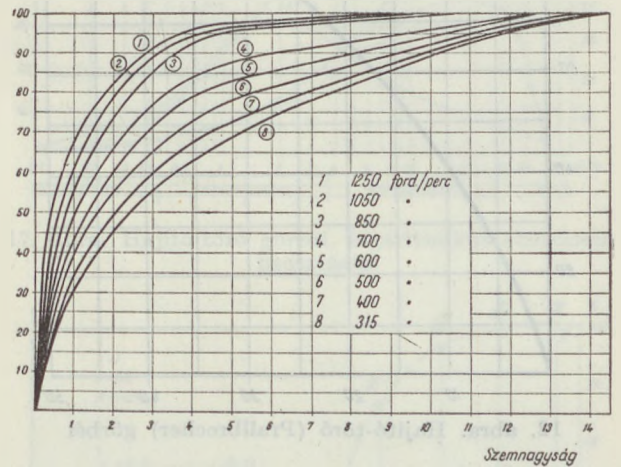


8. ábra

⁷ (A 2. sz. görbe felsőrésze valamelyest eltér a vonalkázottan berajzolt szabályos alakulástól és ez az eltérés a Gauss-beosztású papíron való ábrázolásnál is megnyilvánul.)



9. ábra. 400Ø × 200 mm-es kalapácsos-törő szemszerkezeti görbéi

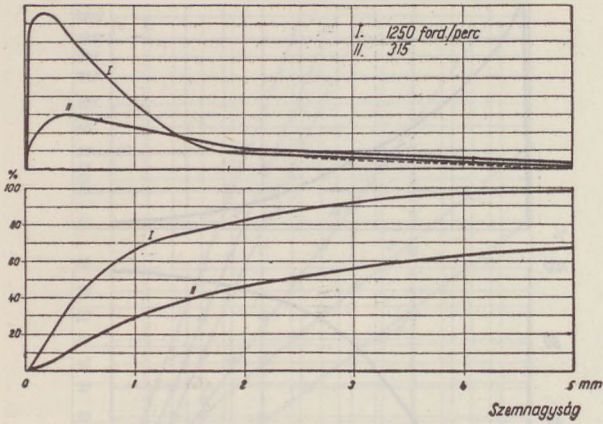


10. ábra. 800 mm Ø kalapácsos-törő szemszerkezeti görbéi, rés = 16 mm

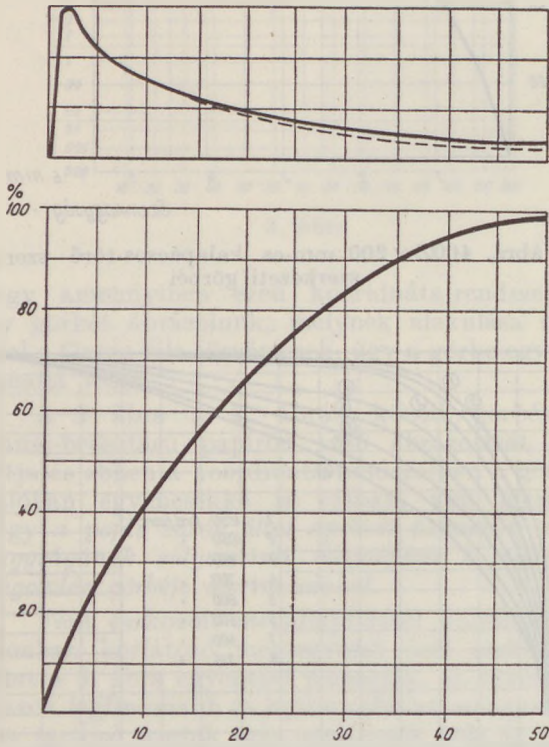
pontossággal követik a normálmegoszlás görbét. Ez a törvény még ott is fennáll, ahol a görbe alakulása látszólag eltér ettől a szabálytól, mint azt a III. sz. Függelék-ben ki fogjuk mutatni.

b) Finomra törő gépek (kalapácsos törő, desintegrátor, dismembrátor, hajító-törő) által aprított halmazok szemszerkezete

A 7. sz. ábra a lábatlani cementgyárban működő Titan-jelzésű kalapácsos törő által aprított anyag diagramját mutatja. A felső görbe itt is az alsó diagram differenciálgörbéje. Láthatjuk, hogy a differenciálgörbe most nem a normálmegoszlásnak megfelelően alakul, mert csúcspontja erősen balra — egészen az ordinátatengely köze-



11. ábra. Kalapácsos-törő görbéi



12. ábra. Hajító-törő (Prallbrecher) görbéi

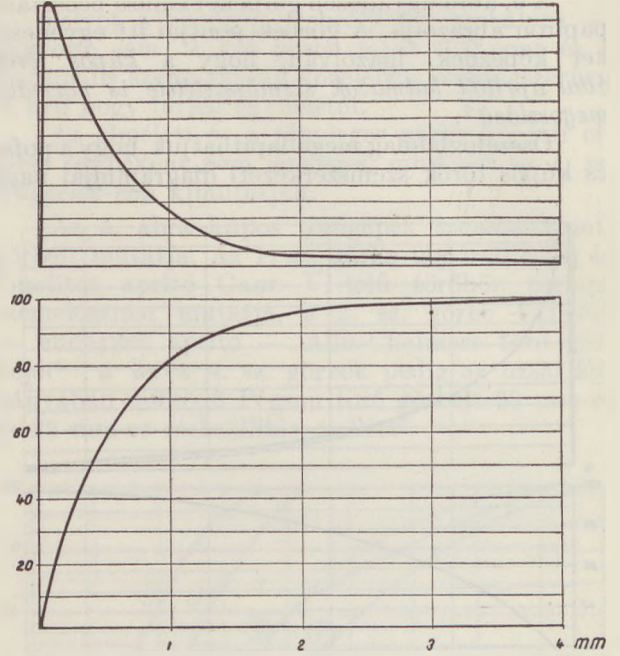
lébe — tolódik, olyannyira, hogy bár a halmaz maximális szemmagysága kb. 45 mm, a csúcspont mégis a 0,04 mm-es abszcisszához tartozik. (A 8. ábra a görbe elejét — a nagyobb pontosság kedvéért nagyobb léptékben kirajzolva mutatja.)

A 9. ábra 400 \varnothing \times 200 mm-es kalapácsos törőhöz tartozó diagrammot mutat. (Rostélyrés = 5 mm, fordulatszám = 2200 ford/perc, aprított anyag: mészkő⁸. A diagramm jellege meg egyezik az előbb ismertetett görbével.

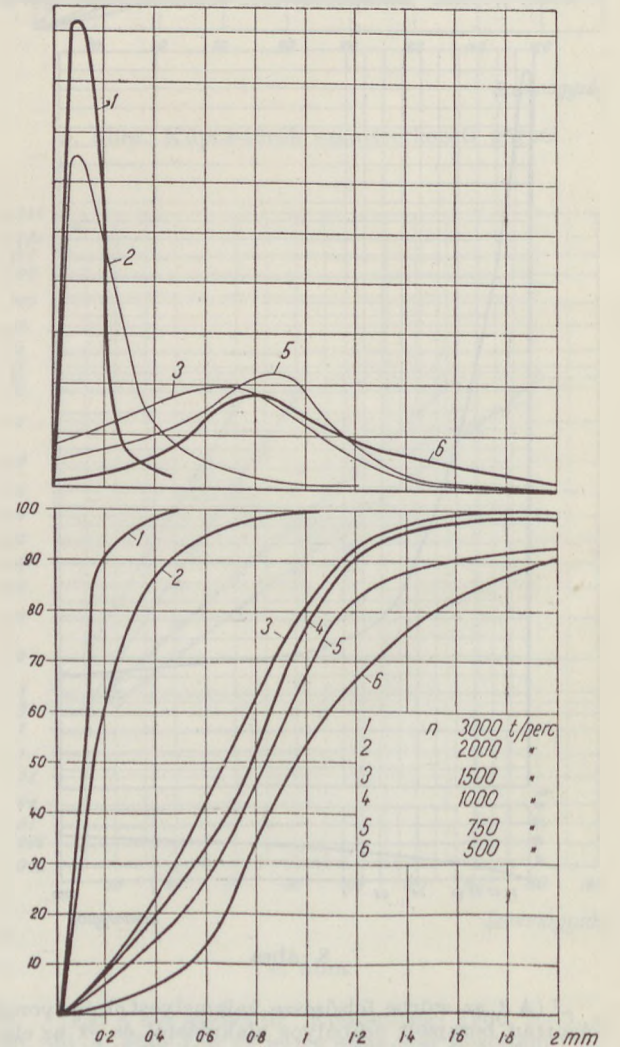
A 10. ábra 800 mm átmérőjű kalapácsos törőhöz tartozó szemszerkezeti görbéket mutat⁹. A gép 0—50 mm nagyságú komlói szenet aprított. A résnyílás 16 mm volt. A kísérletet többször

⁸ A vizsgálatot a Ganz-gyár laboratóriuma végezte, az adatokat Ary Ernő volt szíves rendelkezésemre bocsátani.)

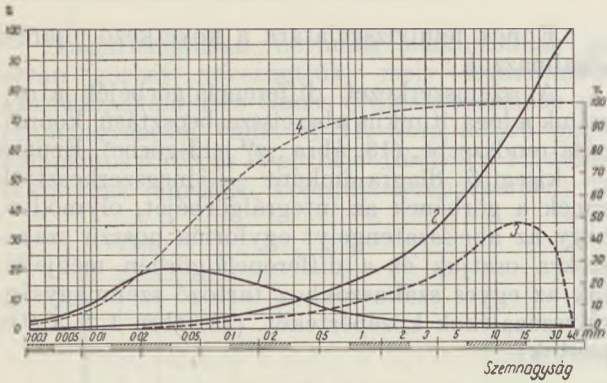
⁹ (Ary Ernő adatai a Ganz-gyár kísérleti laboratóriumából.)



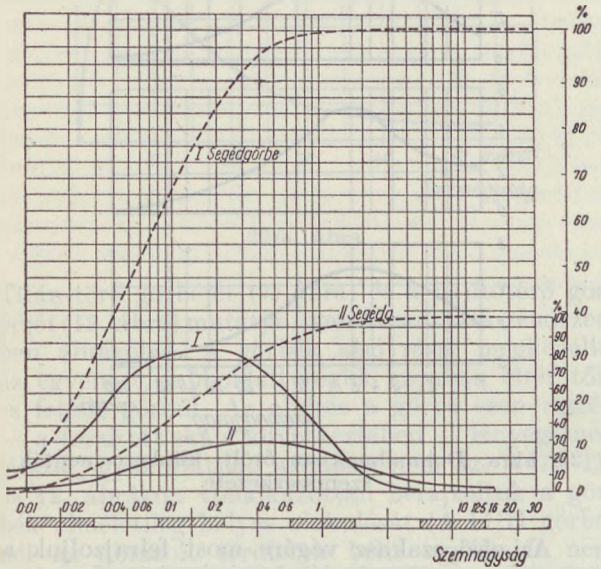
13. ábra. Desintegrator szemszerkezeti görbéi



14. ábra. Dismembrátor görbéi



15. ábra. „Titan“ törő görbéi (logaritmus abszcissa beosztással)

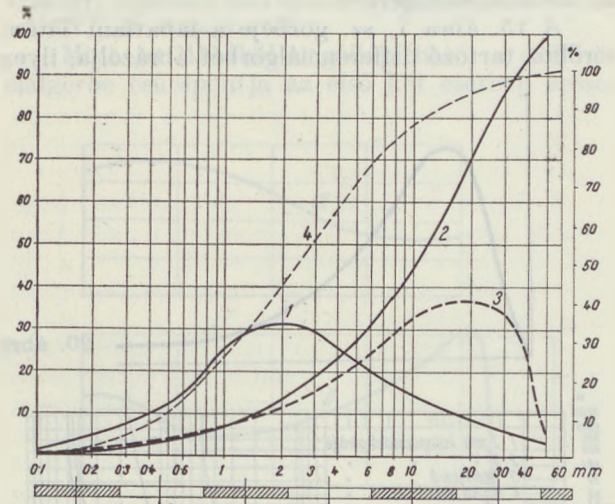


16. ábra. A 11. ábra görbéi, logaritmus abszcissa beosztással

A 14. sz. ábra 630 mm \varnothing kettős diszmembrátorhoz tartozó diagrammokat mutat¹². A kísérletet itt is különböző fordulatszámokkal ismételték és itt is megállapítható, hogy minél kisebb a fordulatszám, annál inkább jobbra tolódik a differenciálgörbe csúspontja, úgy, hogy míg az 1. és 2. sz. differenciálgörbék még erősen az ordinátatengely felé torzulnak, addig a 750 és 500 ford/perc-hez tartozó görbék már normális megoszlást mutatnak.

A finomra aprító gépekkel felvett további görbék jellege is teljesen egyező az eddig ismertetettekkel, ezért azok közlésétől eltekintünk.

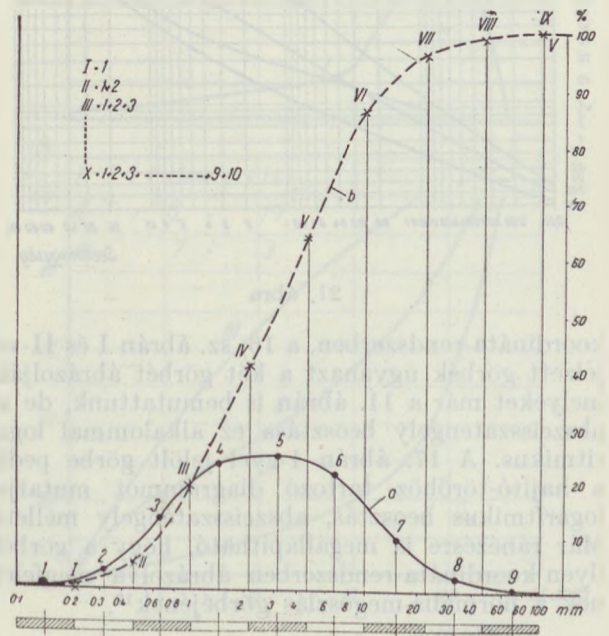
Az előbbieken tárgyalt halmazok szemösszetételei görbéinek alakulására vonatkozólag további lényeges felvilágosításokat kapunk, ha a görbéket oly koordináta-rendszerben ábrázoljuk, melynél az abszcisszatengely beosztása nem



17. ábra. Hajító-törő görbéi, logaritmus abszcissa beosztással

ismételték oly módon, hogy a fordulatszámot, mely az első kísérletnél 1250 ford/perc volt, a következő kísérleteknél állandóan csökkentették, úgy, hogy a 8. görbét már csak 315 ford/perc mellett vették fel. A 10. ábra a különböző fordulatszámok mellett felvett szemszerkezeti görbéket mutatja, míg a 11. ábra a legnagyobb és legkisebb fordulatszámhoz tartozó diagrammokat, valamint ezek differenciálgörbéit erősebben szétnyújtott abszcissa léptékben mutatja. Mint az ábrákból látható, a görbék jellege teljes mértékben egyezik az előzőekben ismertetett görbékével, ezenkívül azonban megállapítható az is, hogy minél kisebb a fordulatszám, annál inkább tolódik jobbra a differenciálgörbe csúspontja, és annál kisebb a hozzátartozó ordináta.

A 12. ábra HAZEMAG gyártmányú hajító-törő (Prallbrecher) diagrammját mutatja¹⁰, a 13. görbe pedig 1000 $\varnothing \times 250$ mm-es desintgrátorhoz tartozó görbéket¹¹. Ez a gép dorogi szenet aprított.

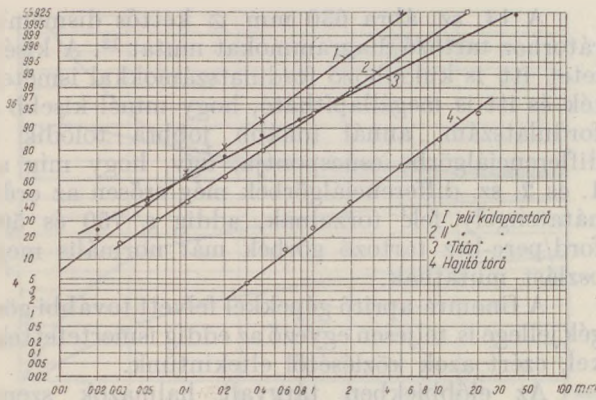


18. ábra

¹⁰ (B. Renfert: Die Anwendung der Prallzerkleinerung zur Erzeugung von Strassenbaustoffen. Strassen und Tiefbau. 1953. Okt. 399-401. old.)

¹¹ (Ganz-gépgyár. Ary Ernő móróscsi)

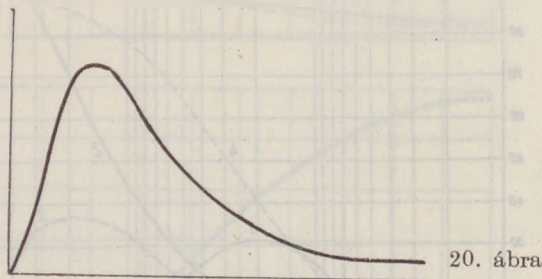
¹² (Crla Naske adatai.)



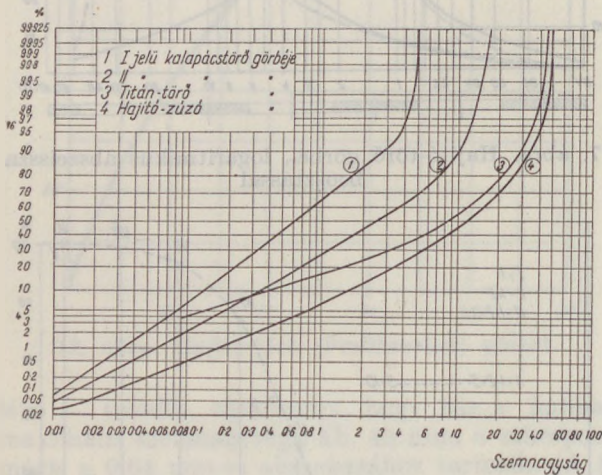
19. ábra

lineáris, hanem logaritmikus, tehát a szemnagyságok értéke helyett azok logaritmusát visszük fel az abszcisszatengelyre.

A 15. ábra 1. sz. görbéje a lábatlani Titán-törőhöz tartozó differenciálgörbét ábrázolja, ilyen



20. ábra



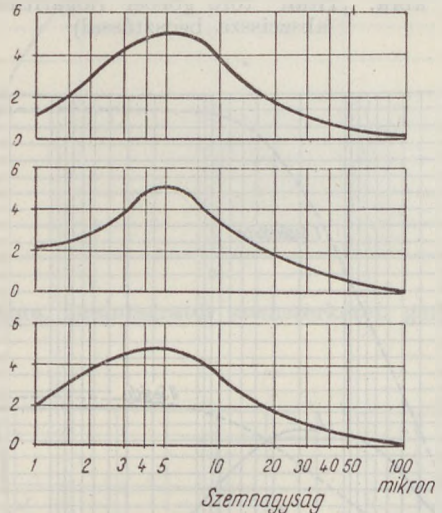
21. ábra

koordináta-rendszerben, a 16. sz. ábrán I és II-vel jelzett görbék ugyanazt a két görbét ábrázolják, melyeket már a 11. ábrán is bemutatunk, de az abszcisszatengely beosztása ez alkalommal logaritmikus. A 17. ábrán I-gyel jelölt görbe pedig a hajító-törőhöz tartozó diagrammot mutatja, logaritmikus beosztás, abszcisszatengely mellett. Már ránézésre is megállapítható, hogy a görbék ilyen koordináta-rendszerben ábrázolva megfelelnek a normális-megoszlás görbéjének¹³.

¹³ (A 15. és 17. ábrán 2-vel jelölt görbék a szemszerkezet integrálgörbéit mutatják logaritmikus abszcisszájú skálába átrajzolva, a 3. sz. görbék pedig ezeknek mértanilag megszerkesztett differenciálgörbéit.)

Ennek felülvizsgálatára a következő eljárást alkalmazzuk:

A szemszerkezet differenciálgörbéjét átrajzoljuk a logaritmikus abszcissza-beosztású koordináta-rendszerbe. (18. ábra „a” jelű görbe). Ezután — kisegítő diagrammként — megszerkesztjük ennek a görbének az integrálgörbéjét, oly módon, hogy az abszcisszatengelyt egyforma hosszú szakaszokra osztjuk és a differenciálgörbén megjelöljük az egyes szakaszokhoz tartozó szemnagyság-súlyszázalékok középértékét. (18. ábra 1, 2, 3 stb. pontok).



22. ábra. Dobmalmokban örölt klinkercementek szemszerkezete

Az első szakasz végére most felrajzoljuk az első szakasz súlyszázalék-középértékét ($I = 1$), a második szakasz végére a két első szakasz középértékeinek összegét ($II = 1 + 2$), a harmadik szakasz végére a három első szakasz középértékeinek összegezését ($III = 1 + 2 + 3$) stb. Ily módon megkapjuk a 18. ábrán „b”-vel jelölt görbét.

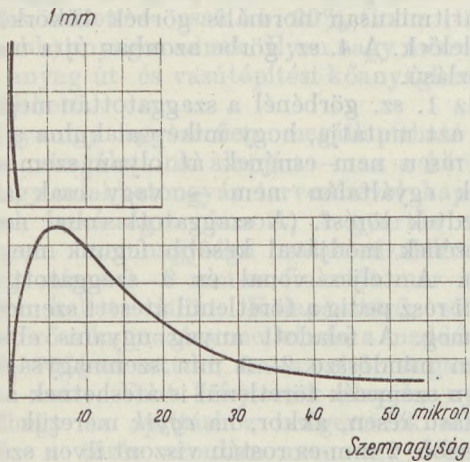
Az így nyert segédgörbe végpontja (V) jelenti a segédgörbéhez tartozó ordinátatengely 100%-os pontját és ebből megszerkeszthető az ordinátatengely százalékos beosztása.

Ha ezt a műveletet a finomra-törő gépek szemszerkezeti görbéivel elvégezzük és az így nyert segédgörbéket logaritmikus abszcissza-beosztású Gauss-papírra átrajzoljuk, azok egyenesek adnak.

A 19. ábra a Titán törőhöz, a hajító-törőhöz és az I- és II- jelű kalapácsos-törőkhöz tartozó görbéknek logaritmikus abszcisszájú Gauss-papíron való ábrázolását mutatja. A diagrammok mind egyenesvonalúak.

Ha azonban a kérdést elméleti szempontból vizsgáljuk, itt is korlátozó megjegyzést kell eszközölnünk. A log. normális görbék elméletileg ugyanis a $+\infty$ -ig terjednek (lásd 20. sz. ábrát), gyakorlatilag azonban a törőgépek résbeállítására erősen korlátozza a max. szemnagyságot, ezért a gyakorlatilag megállapított szemszerkezeti görbék jobboldali részének többé-kevésbé el kell térnie az elméleti alakulástól.

Logaritmikusan normális alakulásúnak az olyan görbét nevezhetjük, mely logaritmikus abszcisszaskálájú és Gauss ordinátaheosztású papíron egyenessé válik. A 21. ábra a 800 mm-s kalapácsos törő I és II görbéjét (melyet a 11. ábrán mutattunk lineáris koordináta-rendszerben), a



22/a. ábra

Titán-törő görbéjét (7. ábra) és a hajtótörő görbéjét (12. ábra) mutatja ilyen koordináta-rendszerben ábrázolva. A görbék alsó része megközelíti az egyenest, jobboldali végük azonban eltér tőle és felfelé görbül. Az eltérés a görbe ezen részén — a torzított skála következtében — lényegesnek látszik, gyakorlatilag azonban nem az. A 7., 11. és 12. ábrákon vonalkázottan berajzoltuk a görbék elméletileg helyes alakulását (A 11/II görbénél az ábrázolt területen belül egyáltalán nem mutatkozott eltérés) és megállapíthatjuk, hogy az elméleti görbék és a kísérletileg megállapított görbék közötti eltérések kisebbek azoknál az ingadozásoknál, melyek az egyes kísérletek eredményei között azért léphetnek fel, mert az egyik esetben a halmaz legnagyobb szemcséinek száma egy-két darabbal több, a másik esetben egy-két darabbal kevesebb lehet.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a *finomra-törő gépek által előállított halmazok súlyszerinti szemösszetételei alakulása gyakorlatilag logaritmikusan normális.*

c) *Malmokban őrt halmazok*

A 22. ábra kombinált dobmalomban őrt klinkercementek szemszerkezeti görbéit mutatja ¹⁴. A görbéket logaritmikus abszcissza-skálájú koordináta-rendszerben ábrázoltuk, és azonnal megállapítható, hogy alakulásuk így ábrázolásmód mellett, normális megoszlású.

A 22/a ábra lineáris abszcissza-skála mellett ábrázolja a legfelső görbét, melynek alakulása így olyan, mint a kalapács-törőkhöz vagy egyéb finomra aprító berendezésekhez tartozó görbéké. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy míg a finomra aprító törőknél a skálát milliméte-

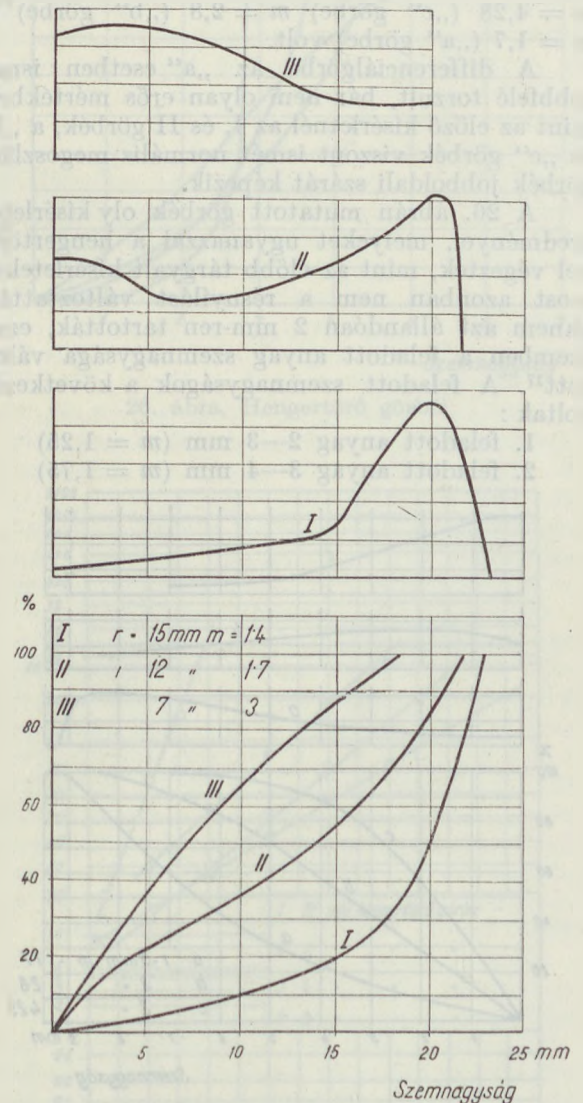
rekben adtuk meg, addig itt mikronok — tehát ezredmilliméterek — szerepelnek. Ha a szemszerkezeti görbét itt is milliméterekben megadott abszcissza-skálával ábrázoljuk (22b ábra), akkor az teljesen az ordinátatengelyhez simuló vonallá válik.

A malmokban őrt halmazok szemszerkezete tehát szintén logaritmikusan normális alakulású

d) *Hengertörők*

A 23. ábra 450 \varnothing \times 300 mm-es hengertörővel végzett kísérletek eredményeit mutatja ¹⁵. Feladásra került 20 mm-nél nagyobb szemnagyságú trachit-anyag. A hengerek közötti rést az első kísérletnél 15 mm-re, a másodiknál 12 mm-re, a harmadiknál 7 mm-re állították be. A feladott anyag átlagszemnagysága és a résnyílás közötti viszony, (aprítási fok) ennek megfelelően $m = 1,4$; $m = 1,7$ és $m = 3$ volt.

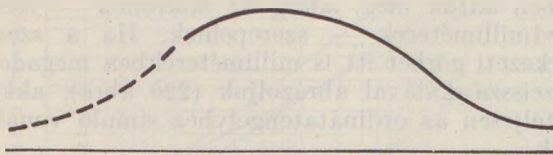
Mint az ábrából megállapítható, a differenciálgörbe csúcspontja az első két esetben erősen



23. ábra. Hengertörő szemszerkezeti görbéi

¹⁴ (H. Börner: Sichtermühle oder Verbundmühle. Zement Kulk-Gips. 1952. VIII.)

¹⁵ (Ganz-gyár, Ary Ernő adatai.)



24. ábra

jobbfelé tolódott, és a görbe alakulása olyan, mintha a logaritmikusan normális görbe tükörképével dolgoznánk.

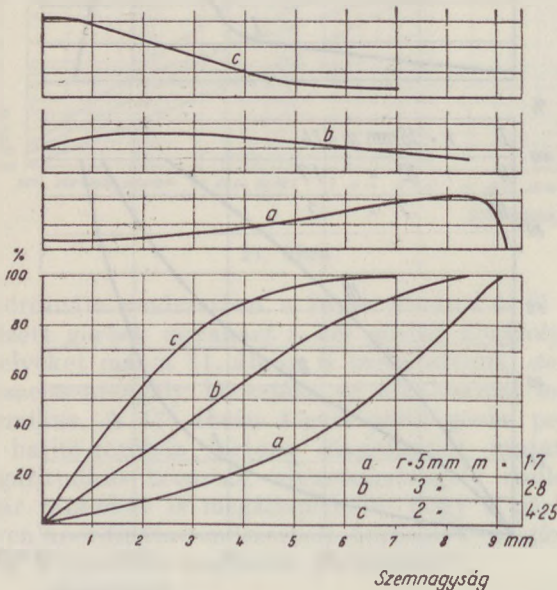
A harmadik esetben a görbe (III) a normális megoszlás szerint alakul, azonban érdekes módon olyképpen, hogy az elméleti Gauss-görbének csak a jobboldali kb. 2/3 része érvényesül. (24. ábra). A görbe ily módon való alakulásával a következőkben megvizsgálásra kerülő gépeknél is találkozni fogunk.

A 25. ábra 260 Ø × 190 mm méretű hengertörőhöz tartozó görbéket ábrázol¹⁶. A törőbe 7–10 mm szemnagyságú gránitot adagoltak, a résnyílást pedig 2 mm-re majd 3 mm-re és 5 mm-re állították be. Az aprítási fok ennek megfelelően $m = 4,28$ („c” görbe) $m = 2,8$ („b” görbe) és $m = 1,7$ („a” görbe) volt.

A differenciálgörbe az „a” esetben ismét jobbfelé torzult, bár nem olyan erős mértékben, mint az előző kísérletnél az I. és II görbék, a „b” és „c” görbék viszont ismét normális megoszlású görbék jobboldali szárát képezik.

A 26. ábrán mutatott görbék oly kísérletek eredményei, melyeket ugyanazzal a hengertörővel végeztek, mint az előbb tárgyalt kísérleteket, most azonban nem a résnyílást változtatták, hanem azt állandóan 2 mm-re tartották, ezzel szemben a feladott anyag szemnagysága változott¹⁷. A feladott szemnagyságok a következők voltak :

1. feladott anyag 2–3 mm ($m = 1,25$)
2. feladott anyag 3–4 mm ($m = 1,75$)



25. ábra. Hengertörő görbéi

3. feladott anyag 4–5 mm ($m = 2,25$)
4. feladott anyag 5–7 mm ($m = 3,00$)
5. feladott anyag 7–10 mm ($m = 4,25$).

Az 5 jelű kísérlethez a 25. ábra „c” görbéje tartozik.

Az 1–3. sz. differenciálgörbék csúcspontja ismét erősen jobbra tolódott és ezek a görbék is a logaritmikusan normális görbék tükörképének megfelelőek. A 4. sz. görbe azonban újra normális megoszlású.

Az 1. sz. görbénél a szaggatottan meghúzott vonal azt mutatja, hogy miképp alakulna a görbe, ha a résen nem esnének át olyan szemcsék is, melyek egyáltalán nem — vagy csak alig — szenvedtek törést. (A szaggatott vonal megszerkesztésének módjával később fogunk megismerkedni). A teljes vonal és a szaggatott vonal közötti rész pedig a töretlenül átesett szemcséknek felel meg. A feladott anyag ugyanis ebben az esetben mindössze 2–3 mm szemnagyságú volt és ilyen szemcsék töretlenül is áteshetnek a 2 mm beállítású résen, akkor, ha egyik méretük 2 mm-nél kisebb. 2 mm-es rostán viszont ilyen szemcsék már nem tudnak átesni, mert ez csak akkor volna lehetséges, ha legalább két méretük kisebb 2 mm-nél.

Az előbbieken a III, „b”, „c” és a 4 jelű görbékről állapítottuk meg, hogy a normális megoszlásnak megfelelőek. Ennek igazolására ismét a Gauss-beosztású papírt alkalmazzuk. Mint a 27. sz. diagrammon látható, ezen a papíron fenti görbék pontjai valóban egy-egy egyenesbe esnek.

Fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a hengertörőkkel aprított halmazok szemösszetételének alakulása az aprítási foktól függ. Ha a feladott anyag közpszemnagyságának a résnyíláshoz való viszonya kisebb mint 2,5, akkor a görbe csúcspontja jobbfelé tolódik. Amilyen mértékben növekszik az aprítási fok, oly mértékben tolódik a görbe maximuma balfelé és ha az aprítási fok 2,5 és 4 közé esik, úgy a szemeloszlás már a normál-megoszlási görbének megfelelően alakul.

Összefoglalás

Eddigi megállapításainkat abban foglalhatjuk össze, hogy rendes üzemi körülmények között a pofás és kúpos törőgépekkel aprított halmazok szemszerkezete normális megoszlású, a finomrotor gépekkel előállított halmazok logaritmikusan normális szemszerkezetűek és a görbék maximuma — azonos minőségű anyag aprítása esetén — annál inkább balfelé tolódik, minél nagyobb a gépek fordulatszáma. A malmok szintén közel logaritmikusan normális szemösszetételű anyagot szolgáltatnak. A hengertörőknél az aprítási fok határozza meg, hogy jobbra torzuló, vagy normális-megoszlású szemösszetételt nyerünk-e. Ezekből a megállapításokból tanulmányunk II. részében fogjuk az elméleti következtetéseket levonni. Egyes gyakorlati következtetéseket azonban — elsősorban a törőgéptípusok helyes megválasztására vonatkozólag — már most levonhatunk belőlük. Így pl. megállapíthatjuk, hogy nem javasolható hajtótörőknek mélyépítési kőbánya-üze-

¹⁶ (Metall- und Erz. 1937. II. 16.)

¹⁷ (Metall- und Erz. 1937. II. 16.)

mekben való alkalmazása, mint ahogy azt néme-lyek ajánlották. A hajtótörő — logaritmikusan normális karakterisztikájának megfelelően — túl sok finom anyagot termel, és még akkor is kb. 65% 15 mm-nél kisebb anyagot nyerünk, ha a törőt úgy állítjuk be, hogy a max. szemnagyság 65 mm legyen, míg a pofás és kúpos törők — ilyen beállítás mellett — csak kb. 20% finom (15 mm-nél kisebb) anyagot adnak. Ilyen nagy mennyiségű finom anyag út- és vasútépítési kőanyagként nem értékesíthető.

Ugyanígy egyszerűen megállapítható most már — vizsgálataink alapján — az a kérdés is, mely egy salakbetongyár tervezésével kapcsolatban sok nehézséget okozott. A gyártás céljaira 3—5 mm szemnagyságú salak-zúzalékra volt szükség, míg a 0—3 mm-es frakciót már meddőhányóra kellett vinni. Kalapácstörő, sőt még hengertörő alkalmazása mellett is, a meddőrészt kb. 65—75%-ot tett ki, ami az eljárást gazdaságtalanná tette. Fent kifejtettek alapján nyilvánvaló, hogy az aprításhoz hengertörők alkalmazandók, a törés azonban nem egy lépcsőben, hanem több fokozatban eszközendő. Így az aprítási fok egy-egy lépcsőben mindig kicsi marad, és ezáltal — a görbe jobbra torzuló alakulásának megfelelően — kevesebb finom szemnagyságú anyag termelődik.

II.

Eredményeink elméleti értékelésénél Kolmogorov, ill. Rényi matematikai megállapításaiból indulunk ki¹⁸, melyek szerint az aprított halmazok szemnagyság szerinti összetétele logaritmikusan normális akkor, ha az összetételt nem súlyszázalékokban fejezzük ki, — mint ahogy eddigi kísérleteinknél eljártunk — hanem a különböző szemnagyságú szemcsék számát fejezzük ki százalékosan. Míg tehát eddigi diagrammjainkkal azt ábráztuk, hogy a különböző szemnagyságú szemcsefrakciók *súlya* hány százaléka a halmaz teljes súlyának, addig e matematikai levezetések azt fejezik ki, hogy a különböző szemnagyságú szemcsék *száma* hány százaléka a halmaz teljes szemcseszámának.

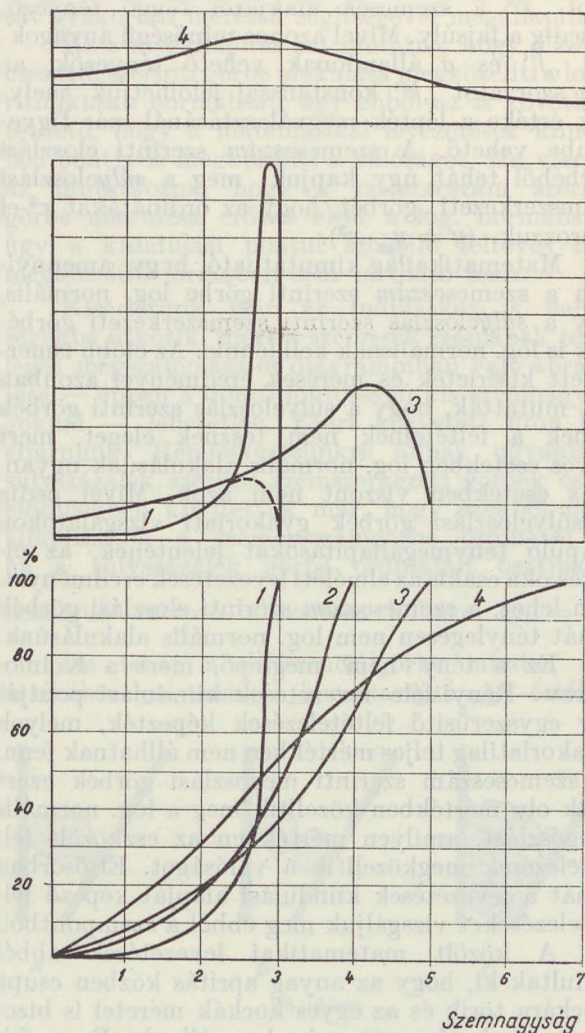
A szemcseszám szerinti eloszlásgörbe és az előzőekben kísérletileg megállapított súlyeloszlás szerinti görbék között a következő összefüggés áll fenn:

A szemcseszám görbe ordinátái a szemcsék számával arányosak. Az „x” abszcisszához tartozó y_{sz} ordinátána tehát a közelítőleg „x” méretű szemcsék számát jelzi. Ha ezt a számot megszorozzuk 1 db „x” méretű szemese súlyával, úgy megkapjuk a közelítőleg „x” méretű szemcsék össz-súlyát, ami a súlyeloszlás szerinti szemszerkezeti görbe ordinátájának — y — felel meg.

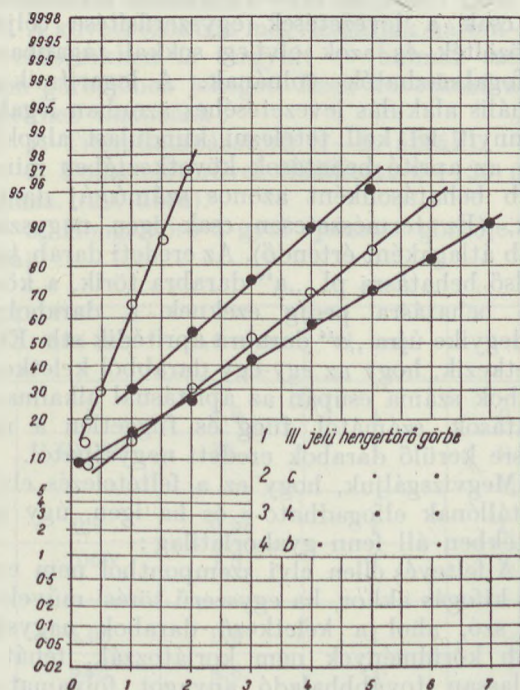
Egy db „x” méretű szemese súlya:

$$s = f \sigma x^3$$

¹⁸ (Kolmogorov: Über das logarithmisch normale Verteilungsgesetz der Dimensionen der Teilchen bei Zerstückelung. Dokladi Akademii Nauk. SzSzsR. 31. 1941. 99—101. old. Rényi A.: Az aprítás matematikai elméletéről. „Építőanyag” 1950. 9—10. sz. 177—183. old.)



26. ábra. Hengertörő görbéi



27. ábra. Hengertörők görbéi Gauss-beosztású papíron

ahol „ f ” a szemcsék alakjától függő tényező, σ pedig a fajsúly. Mivel azonos minőségű anyagoknál „ f ” és σ állandónak vehető tényezők, az $f \cdot \sigma$ szorzatot „ k ” konstanssal jelölhetjük, melynek értéke a lépték megválasztásánál már figyelembe vehető. A szemcseszám szerinti eloszlási görbéből tehát úgy kapjuk meg a súlyeloszlási szemszerkezeti görbét, hogy az ordinátákat x^3 -el szorozzuk. ($y = y_{sz} \cdot x^3$).

Matematikailag kimutatható, hogy amennyiben a szemcseszám szerinti görbe log. normális, úgy a súlyeloszlás szerinti szemszerkezeti görbének is log. normálisnak kell lennie. Az előbb ismertetett kísérletek és mérések eredményei azonban azt mutatták, hogy a súlyeloszlás szerinti görbék ennek a feltételnek nem tesznek eleget, mert egyes esetekben log. normális alakulásúak ugyan, más esetekben viszont nem azok. Mivel pedig a súlyeloszlási görbék gyakorlati vizsgálatokon alapuló ténymegállapításokat jelentenek, az eltérés oka csakis az elméleti levezetések eredményeiben lehet, a szemcseszám szerinti eloszlási görbék tehát ténylegesen nem log. normális alakulásúak.

Ez a tény nem meglepő, mert a Kolmogorov—Rényi-féle levezetések kiindulási pontját oly egyszerűsítő feltételezések képezték, melyek gyakorlatilag teljes mértékben nem állhatnak fenn. A szemcseszám szerinti megoszlási görbék ezért csak oly mértékben közelítik meg a log. normális megoszlást, amilyen mértékben az eszközölt feltételezések megközelítik a valóságot. Elsősorban tehát a levezetések kiindulási alapját képező feltételezéseket vizsgáljuk meg ebből a szempontból.

A közölt matematikai levezetések abból indultak ki, hogy az anyag aprítás közben csupa kockára törik és az egyes kockák méretei is bizonyos meghatározott arányban állnak. Ez a feltételezés gyakorlatilag kétségtelenül nem áll fenn. A matematikai levezetések azonban hangsúlyozzák, hogy ezeket az erősen korlátozó feltételezéseket csak a levezetések egyszerűsítése céljából eszközölték és azok elvileg sokkal tágabban is megfogalmazhatók volnának. A logaritmikusan normális alakulás levezetéséhez azonban legalább is annyit fel kell tételni kiindulási alapként, hogy az aprító behatások következtében minden darab behatásonként azonos számú új darabra törik. (Ez természetesen csak igen nagyszámú darab átlagaként értendő). Az eredeti darab tehát az első behatásra pl. „ a ” darabra törik, a következő behatásra pedig ezeknek a daraboknak mindegyike újra „ a ” darabra aprítódik stb. Ebből következik, hogy az egy-egy darabból keletkezett darabok száma csupán az aprításnál alkalmazott behatások számától függ és független a megtörésre kerülő darabok eredeti nagyságától.

Megvizsgáljuk, hogy ez a feltételezés elvileg helytállóan elfogadható-e és ha igen, úgy mily mértékben áll fenn gyakorlatilag:

A feltevés ellen elvi szempontból nem emelhető kifogás akkor, ha egyszerű törési műveletről van szó, ahol a keletkező darabok nagyságát egyéb körülmények nem korlátozzák, tehát pl. ha lassan továbbhaladó anyagot folyamatosan porólyütések érik. Más a helyzet azonban az

aprítógépeknél, ahol a végtermék szemnagysága bizonyos feltételeknek kell, hogy eleget tegyen és ahol azt általában a törőgép résbeállítása szabja meg. A tört anyag csak akkor hagyhatja el a gépet, ha már annyira aprítódott, hogy a résen keresztül tud haladni. Világos tehát, hogy amennyiben a törőgépbe nagy tömböket adagolunk, úgy azokat a gépnek sokkal több darabra kell aprítani, mint a kis közetdarabokkal való etetés mellett. Ezen a tényen nem változtat lényegesen az a körülmény sem, hogy — mint azt korábban említett tanulmányaimban már kimutattam¹⁹ a törőgép azonos résbeállítás mellett is valamivel finomabbra töri meg a feladott anyagot akkor, ha kisebb kődarabokat adagolunk be.

Így pl. ha a törőgépbe egyszer 30 kg átlagsúlyú terméskődarabokat, másszor pedig 65—140 milliméter nagyságú — tehát átlag kb. 2,8 kg súlyú előtört köveket adagolunk, és a törőből kilépő kőanyagok mindkét esetben ugyanaz volna a szemnagysága, úgy a terméskődaraboknak 30 : 2,8 = 11-szer annyi darabra kellene törtnie, mint a már előtört daraboknak. Mivel azonban az előtört anyagból etetett törőgép finomabbra töri meg az áthaladó kőanyagot, ez az arány — mint azt a II. sz. Függelékben közelítő pontossággal kiszámítjuk — 8 : 1-re csökken.

Így is fennáll azonban az a tény, hogy a 30 kg-os darabok nem ugyanannyi darabra törnek szét, a törőgépben való áthaladáskor, mint a 2,8 kg-os darabok, hanem lényegesen többre, ami látszólag ellentétben áll Kolmogorov és Rényi feltételezésével.

Az ellentmondás azonban csak látszólagos. Nem szabad figyelmen kívül hagyni ugyanis, hogy a törőgép teljesítménye jelentékeny mértékben csökken akkor, ha a gépnek durvább anyagot kell aprítania. Az előbb tárgyalt példánál eszközölt mérések azt mutatják, hogy a törőgép teljesítménye 15%-kal csökkent, ha 2,8 kg-os darabok helyett 30 kg-os darabokat adtunk fel²⁰. Ez azt jelenti, hogy a második esetben, 15%-kal hosszabb idő szükséges ahhoz, hogy ugyanaz a kömmennyiség áthaladjon a zúzón. Mivel pedig a zúzó fordulatszámá állandó, az áthaladó anyag 15%-kal hosszabb idő alatt 15%-kal több ütést kap. Ez az oka annak, hogy több darabra aprítódik.

A jobb megvilágítás kedvéért számpéldával kívánjuk szemléltetni a keletkezett darabok számának az ütések számával való összefüggését, hangsúlyozva azonban, hogy a példába beállított számok teljesen önkényesek és csak a szemléltetés kedvéért alkalmazzuk azokat.

Tételezzük fel — teljesen önkényesen — hogy a darabok minden behatásnál három részre törnek és hogy a terméskődarabok 10 behatást kapnak a törőn való áthaladás közben, az előzúzott kődarabok pedig csak nyolc behatást. Ebben az esetben a terméskődarabok a Kolmogorov-féle feltételezés szerint $3^{10} = 59\ 000$ da-

¹⁹ („Építőanyag” 1950. 3—4. sz. 67. old. és 1954. 2. sz. 67. old.)

²⁰ („Építőanyag” 1950. 3—4. sz. 67. old.)

rabra törnének, az előzúzott darabok pedig: $3^8 = 6559$ darabra.

Fentiek szerint tehát nem áll ellentétben a Kolmogorov—Rényi-féle feltételezéssel az a tény, hogy a durvább darabok több darabra aprítódnak, hanem éppen ellenkezőleg, teljes összhangban van azzal.

Elvileg tehát aprítógépek alkalmazása esetén sem emelhető kifogás a matematikai levezetések azon kiindulási pontja ellen, hogy a keletkezett darabok száma — azonos anyagminőség és kiindulási darabnagyság mellett — csak a behatások számától függ.

Gyakorlatilag persze nem egészen így áll a helyzet. A törőgépek pofái között áthaladó kődarabok közül ugyanis csak a legnagyobbak érintkeznek mindkét pofával (28/a ábra) és kapják közvetlenül az ütéseket, ill. nyomásokat. Egyébként azonban a kisebb-nagyobb kődarabok a pofák között zsúfolódnak és a nyomásokat egymásnak adják át. Ha valamely kisebb kődarab úgy helyezkedik el a nagyobb darabok között, mint a 28/b ábra mutatja, úgy azok az ütéseket átadják neki és a kis kődarab ugyanúgy aprózódik, mint a nagyobbak. Ez azonban csak ritkán fordul elő. Általában az érintkező nagyobb kődarabok között üregek és rések maradnak (28/c ábra) és ezekben a kisebb kődarabok úgy helyezkednek el, hogy a pofák közeledésekor a nagy darabok közötti üregek kisebbednek ugyan, de nem olyan mértékben, hogy a bennük elhelyezkedő kis szemcsék ilyenkor minden irányban neki ütközzenek az üreg határoló nagy daraboknak. Ezekre tehát nem terjednek át a behatások és ezért nem aprózódnak tovább. Ez a körülmény annál inkább fennáll, minél kisebbek az üregekben megbúvó darabok, tehát elsősorban a milliméter nagyságrendű daraboknál és persze még fokozottabb mértékben porszerű szemcséknél.

Összefoglalólag megállapíthatjuk, hogy a kiindulási feltevés — az aprításnál keletkezett darabok száma az aprító behatások számától függ és független az aprítandó darabok eredeti nagyságától — elvileg az aprítógépeknél is érvényes, gyakorlatilag azonban csak bizonyos fokig áll fenn, mert a kis szemcsék már nem aprózódnak olyan mértékben tovább mint a nagyok.

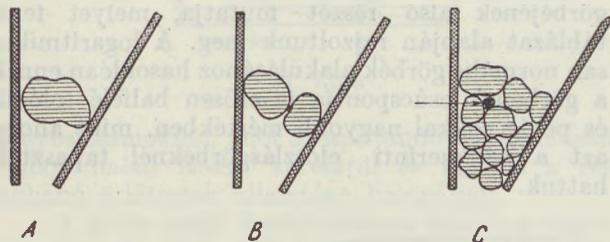
A kérdés most az, hogy milyen mértékben közelíti meg a feltevés a valóságot, illetve milyen mértékben tér el attól? A kérdés tisztázására

megkíséreljük a szemcsegörbék tényleges alakulását gyakorlati mérések segítségével megállapítani.

Ha a megállapítás azt mutatná, hogy a szemcse szám szerinti görbe alakulása megközelíti a logaritmikusan normálisat, úgy ebből az is következtethető, hogy a matematikai levezetések kiindulási pontja is megközelíti a valóságot. Ha viszont az mutatkozna, hogy a szemcse szám szerinti görbe alakulása erősen eltér a log. normálistól, úgy a kiindulási pontul szolgáló feltevés még megközelítő formában sem tartható fenn.

Kísérletünk már az induláskor is nehézségekbe ütközik, mert a szemcsék számának tényleges megszámlálása és diagrammban való ábrázolása — éppen a döntő fontosságú kis szemnagyságoknál — lehetetlen. Ezért közvetett úton kell eljárunk. Rendelkezésünkre állnak ugyanis a súlyszázalék szerinti szemszerkezeti görbék és az előbbieken kifejtettük már, hogy ezekből megállapíthatók a szemcse szám görbe ordinátái is, ha a súlyszázalék görbe ordinátáit osztjuk a hozzájuk tartozó abszcissza köbével ($y_{sz} = \frac{y}{x^3}$)

Ha tehát a differenciálgörbe minden „ x ” értékéhez leolvassuk a hozzá tartozó „ y ” értéket,



28. ábra

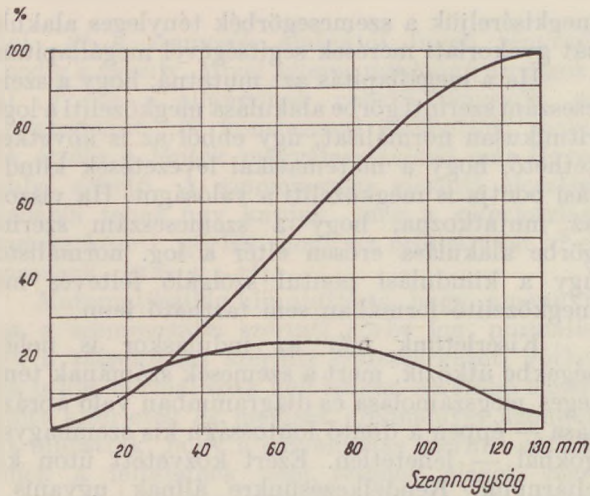
ezt x^3 -rel osztjuk és az így nyert értékeket az „ x ” abszcissza fölé felrajzoljuk, úgy megkapjuk a szemcse szám alakulását jelző görbét.

A következőkben megvizsgáljuk három — már az előbbieken is tárgyalt — halmaz szemcse szám görbéjének jellegét. Ezek következő aprítógépekhez tartoznak:

1. Titán-kalapáctörő (7—8. ábrák).
2. Pofás előtörővel előállított 0—130 mm-es halmaz. (29. ábra).
3. Hengertörő 1-gyel jelzett görbéje. (26. ábra).

	$x =$	0,02 mm	0,05 mm	0,5 mm	1 mm	4 mm
Titán-törő	$y =$	2	5	1,9	1	0,5
	y/x^3	250 000	40 000	15	1	0,008
Pofás-törő	y	0,85	0,9	0,95	1	1,17
	y/x^3	100 000	7000	7,5	1	0,02
Henger-törő	y	0,02	0,06	0,6	1	—
	y/x^3	2500	480	4,8	1	—

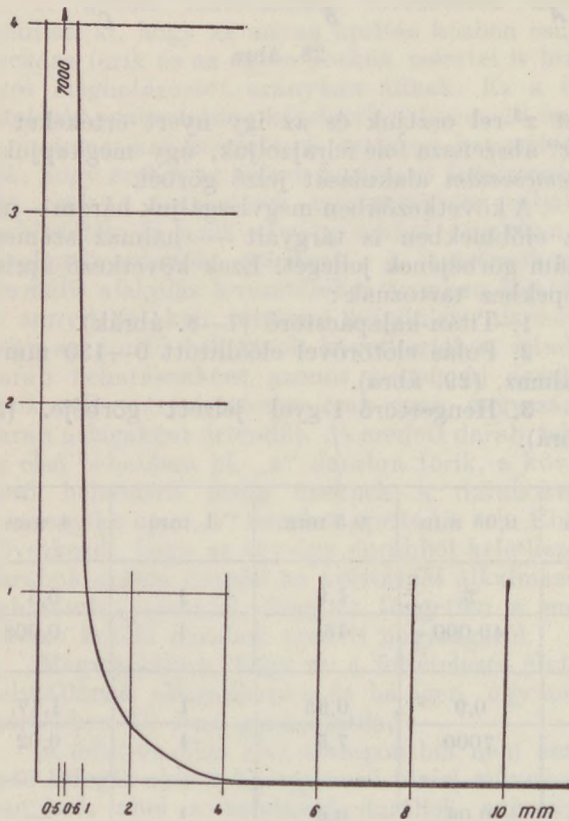
(1. sz. görbe)



29. ábra. Pofás-törő szemszerkezeti görbéi

A görbékől leolvassuk az összetartozó „y” és „x” ordinátákat és ezekből kiszámítjuk az y/x^3 tényezőt. Az „y” ordináták nagyságát úgy fejezzük ki, hogy az $x = 1$ -hez tartozó „y” ordinátát 1-nek vesszük, a többi „y” ordinátát pedig ehhez viszonyítjuk. (Lásd táblázatot.)

A 30. ábra a pofástörő szemcseszámeloszlási görbéjének alsó részét mutatja, melyet fenti táblázat alapján rajzoltunk meg. A logaritmikusan normális görbék alakulásához hasonlóan ennek a görbének csúcspontja is erősen balfelé tolódik és pedig sokkal nagyobb mértékben, mint ahogy azt a súlyszerinti eloszlásgörbékénél tapasztalhattuk.



30. ábra. Pofás-törő szemcseszám szerinti szemszerkezeti görbéje

Ha a fenti görbénél az 1 mm-es abszcisszához tartozó ordinátát 100 mm-nek választjuk, úgy — mint a táblázatból látható — a 4 mm-es abszcisszához már csak 2 mm-es ordináta tartozik, a 130 mm-es abszcisszához pedig — azonos módon kiszámítva — 0,00000036 mm. Az „x” nagyobb értékeihez tartozó ordináták ábrázolhatósága érdekében sokkal kisebb léptéket kellene tehát alkalmazni, erre azonban azért nincs mód, mert akkor viszont az 1 mm-nél kisebb szemcsék ordinátái nőnének túlságosan nagyra. Így pl. az 50 mikronnak (0,05 mm) megfelelő ordináta már akkor is 700 méter lesz, ha az $x = 1$ mm-hez tartozó ordinátát — úgy mint az előbbieken 100 mm-re vesszük.

A Titán-törőnél az 50 mikronhoz tartozó ordináta hossza pedig már 4 km akkor is, ha az 1 mm-es abszcisszához tartozó ordinátát 100 mm-re vesszük. A szemcseszámegoszlási görbe tehát — az ordináták nagyságrendje közötti igen nagy eltérések miatt — semilyen léptékben sem ábrázolható elfogadható pontossággal.

További nehézséget okoz a következő körülmény: Az 50 mikronhoz tartozó ordináta — mint az a táblázatból látható — nem jelenti még a görbe csúcspontját, mert pl. a 20 mikronhoz tartozó ordináta a Titán-törőnél kb. hatszorosa, a pofástörőnél pedig tizenötszöröse az 50 mikronos ordinátának és ha még kisebb szemcsenagyságok felé haladunk, úgy ez a helyzet feltehetőleg még fokozódik. 50 mikronnál kisebb szemcséknél azonban, a szemcseszám, ill. az y/x^3 érték még hozzávetőleges pontossággal sem állapítható meg. Az x^3 értéke ugyan könnyen kiszámítható, az „y” értéke azonban még akkor sem volna megállapítható, ha rendelkeznénk olyan műszerekkel, melyekkel ezek a kis szemcserezlegek elkülöníthetők és súlyuk megmérhető volna.

100 mikronon alul ugyanis már elérjük az ún. „finom porok” területét és az 50 mikronon aluli szemcsék egy része már mint lebegő por a levegőben marad és pedig annál nagyobb mértékben, minél kisebbek a szemcsék. A felfogott és megvizsgált halmazok ezért csak egy részét tartalmazhatják a törésnél keletkezett és 50 mikronnál kisebb szemcséknél, mert azok másik része elszállt a levegőben. A súlyszázalék szerinti szemszerkezeti görbe 0-hoz közeledő része tehát nem állapítható meg kellő pontossággal, ezért nem vezethető le belőle a számszerinti szemszerkezeti görbe sem.

A súlyszázalék szerinti vizsgálatoknál ez a tény nem okozott nehézséget, mert ezeknél a görbékénél teljesen lényegtelen, hogy pl. a 20–30 mikronok közötti frakció a teljes súlynak 0,1%-át, vagy 0,15%-át képezi-e. A szemcseszám szerinti megoszlásnál azonban éppen a finom részlegek dominálnak, és lényegesen befolyásolják a görbe alakulását.

A szemcseszám szerinti megoszlási görbéknek tehát csak jobboldali szárnya állapítható meg kellő pontossággal, ez azonban olyan alakulást mutat, mely jellegileg megfelel a logaritmikusan normális görbéknek.

Igen lényeges ebből a szempontból a 31. ábra, mely a hengertörő 1. sz. görbéjének megfelelő szemcsezámmeioszlási görbét mutatja és melyből láthatjuk, hogy míg a súlyszázalék szerint megállapított 1. sz. görbe igen erősen jobbfelé torzul, és tükröképe a logaritmikusan normális megoszlásnak, addig a hozzátartozó szemcsezám szerinti megoszlási görbe itt is erősen balfelé ferdül és megközelíti a logaritmikusan normális jelleget.

(Az 1. sz. hengertörőgörbét azért választottuk ki, mert érdekes példáját mutatja annak, hogy a grafikus ábrázolások különböző fajtáinak alkalmazásával, hogyan nyerhetünk választ lényeges kérdésekre. Mint a 31. ábrán látható, a görbe jobb oldala felhullámosodik, holott annak alakulása a szaggatott vonalnak megfelelően lett volna várható. A felhullámosodás oka — mint arra már korábban rámutattunk — az, hogy az alkalmazott kis aprítási fok miatt a feladott anyag egy része törés nélkül esik át a résen. Az ordinátáknak a teljes és a szaggatott vonal közötti része ennek az anyagmennyiségnek felel meg. Ha a szaggatott vonalat — a teljes ordináta hányadrészeként — átvisszük a súlyszázalék szerinti görbébe (26. ábra), megkapjuk, hogy a törthalmaz durvább szemcséinek hány súlyszázaléka haladt át törés nélkül a résen. A súlyszázalék szerinti görbéből önmagából ez nem tűnt volna ki, csupán annyi lett volna megállapítható, hogy annak jobboldala túlzottan felpuposodik. Két analóg példát tárgyalunk a III. Függelékben.)

Az a kísérlet tehát, hogy a szemcsezám szerinti görbét a súlyszázalék szerinti görbéből állapítsuk meg, nem járt ugyan teljes sikerrel, de mégis kimutatta, hogy a szemcsezámgörbék jellege megközelíti a log. normális alakulást, amiből következik, hogy azon feltevés is meg kell, hogy közelítse a valóságot, mely szerint a keletkezett részek száma az elszenvedett aprítóbehatások számától függ.

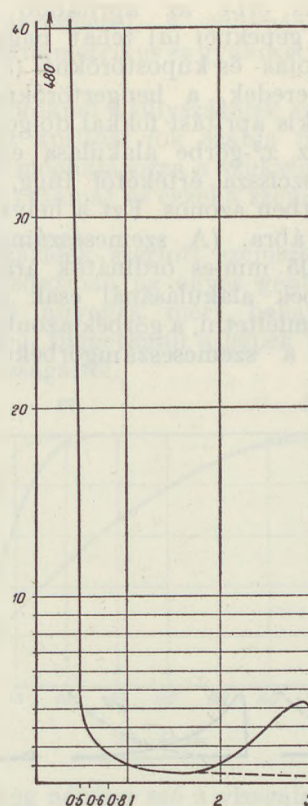
A vizsgálatok azonban még további felvilágosításokat is nyújtanak, melyek szintén azt igazolják, hogy az aprításnál keletkezett részek száma az aprítóbehatások számának függvénye.

A 32. ábrán az egyes gépfajták szemcsezámalakulási görbéinek jellemzésére kirajzoltuk az 50 mikronos abszcisszához tartozó ordinátákat. Ha az 1 mm-es abszcisszához tartozó ordinátát 1-nek választjuk, úgy az 50 mikronhoz tartozó ordinátáértékek:

a kalapácsos-törőnél	40 000
a pofás-törőnél	7 000
a hengertörő 1. sz. görbéjénél .	480

Ha megvizsgáljuk, hogy mi az oka a görbék ilymódon való alakulásának, azt találjuk, hogy a görbék meredeksége — tehát az apró szemcsék számának növekedési rohamossága — attól függ, hogy az anyag aprítás közben mennyi behatást szenvedett el, mint azt az alábbi megfontolások mutatják:

A kalapácsos-törők és egyéb finomra aprító gépek fordulatszáma igen nagy: 1000—3000 ford/perc. A nagy sebességgel körbenjáró kalapácsok, állandóan ütik-vágják az aprítandó anyagot, melyeknek darabjait ezenkívül folyton nekidobják egymásnak és a gép falának is. Az aprítandó darabok ilymódon igen nagyszámú ütést szenvednek el, ezért a keletkezett finomszemcsék száma igen nagy. Fokozottan ilyen a helyzet a



31. ábra

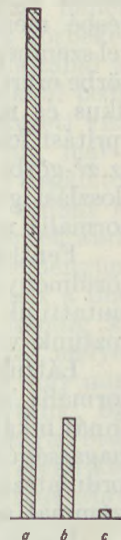
golyósmalmoknál, ahol az aprítandó anyag hosszú dobon halad lassan keresztül és közben a reázuhanó örlőtestek állandóan kalapálják.

A pofás-törők fordulatszáma már lényegesen kisebb — kb. 170—270 ford/perc — és minden fordulat csupán egyetlen ütést — ill. nyomást — jelent. Az aprítandó anyag ezenkívül egy percnél a töredéke alatt halad át a gép aprítási szakaszán, úgyhogy a darabok lényegesen kevesebb behatást (nyomást) szenvednek el, mint a finomratörő gépeknél, ezért a keletkezett szemcsék száma is lényegesen kisebb.

A hengertörőknél pedig abban az esetben, ha az aprítási fok kicsi, tehát ha pl. 2—3 mm nagyságú anyagot 2 mm résbeállítással törünk meg — mint az 1. sz. görbénél — vagy ha 20 mm-es anyag 15 mm-es résen halad keresztül — mint az I-jelű görbénél — úgy az aprítandó anyag egy-két roppantás elszenvedése után már át tud haladni a résen, a kapott behatások (roppantások) száma tehát csekély.

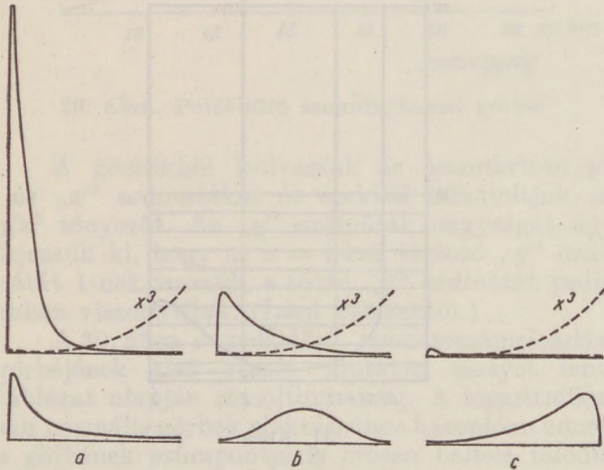
Ezek után már láthatjuk, hogy mi szabja meg a súlyszázalék szerinti szemcseszám alakulásának jellegét: ezeket a görbéket úgy nyerjük, hogy a szemcsezámalakulási görbék ordinátáit megszorozzuk x^3 -el.

A szemcszegörbe meredeksége pedig mint látjuk, attól függ, hogy az aprítógépben több vagy keve-



32. ábra

sebb behatás éri-e az aprítandó anyagot. A finomratörő gépeknél (a) tehát nagyon meredek a görbe, a pofás- és kúpostörőknél (b) már sokkal kevésbé meredek, a hengertörőknél pedig (c) — ha azok kis aprítási fokkal dolgoznak — még laposabb. Az x^3 -görbe alakulása ezzel szemben csak az abszcissa értékétől függ, tehát mind a három esetben azonos. Ezt a helyzetet szemlélteti a 33. ábra. (A szemcseszám-görbék max. ordinátái 0,05 mm-es ordináták arányát mutatják. A görbék alakulásánál csak azok jellegét kívántuk szemléltetni, a görbék azonban nem fedik ténylegesen a szemcseszám-görbéket — hanem



33. ábra

azokat csak szimbolizálják — mert mint már kimutattuk, — a szemcseszám-görbék arányos ábrázolása léptéknehézségek miatt nem lehetséges.)

A finomra aprító gépeknél és malmoknál tehát, ahol az ütésszám nagy és ezért a szemcseszám-görbe — az x^3 -görbével szemben — igen meredek, a két görbe ordinátáinak szorzatában a szemcseszám-görbe dominál, a szorzatnak megfelelő súlyszázalékszerinti görbe tehát szintén balra ferdülő és logaritmikusan normális jellegű. („a” eset). A pofás- és kúpostörőknél a behatások száma sokkal kisebb, a szemcseszám-görbe kevésbé meredek és nem dominál már az x^3 -görbével szemben. A szorzatnak megfelelő súlyszázalék-görbe ezért már nem ferdül balra, hanem szimmetrikus és normális megoszlású. („b” eset). A kis aprítási fokkal dolgozó hengertörőknél pedig már az x^3 -görbe dominál, a súlyszázalék szerinti szemeloszlási görbe ezért már jobbra ferdül és a log. normális megoszlás tükörképét mutatja.

Fentiek alapján megmagyarázhatók azon körülmények is, melyekre az I. részben már rámutattunk, anélkül, hogy indoklásukkal foglalkoztunk volna.

Láttuk, hogy a finomra aprító gépek log. normális súlyeloszlási görbéinek max. ordinátái annál inkább jobbfelé tolódnak, és annál kisebb magasságúak, minél kisebbre vesszük a gépek fordulatszámát. Mivel az ütésszám a fordulatszám arányos, ennek oka is világos most már.

Ugyancsak megmagyarázható fentiek alapján az a körülmény, hogy a hengertörők súly-

százalék szerinti szemösszetétel-görbéje kis aprítási foknál jobbfelé ferdül, közepes aprítási foknál azonban már normális megoszlású. Kis aprítási foknál ugyanis egy-két roppantás elegendő a feladott anyagnak oly mértékű aprításához, hogy az a résen áthaladhasson. Közepes aprítási foknál ($m = 2,5-4,5$) azonban ilyen kevés roppantás már nem volna elegendő. Így pl. 10–14 milliméteres anyagot 3 mm résbeállítású hengerek nem tudnak már egy ütemben behúzni a hengerek közé. Ezek a szemcsék már jóval a hengerek középpontját összekötő vonal felett megszorulnak (ott, ahol a hengerek kerülete még kb. 10–12 mm-re van egymástól) és a nyomás következtében összeroppannak. Az így összeroppantott — és ennél fogva már kisebb — szemcséket a hengerek most már beljebb tudják húzni a résbe, ahol azok újra megszorulnak és tovább roppannak és így tovább. A feladott anyag tehát ebben az esetben már lényegesen nagyobb számú behatást (roppantást) szenved el, a szemszerkezeti görbe ezért már normális megoszlású.

Vizsgálataink eredményei alapján továbbmenőleg megállapíthatjuk azt is, hogy annak a ténynek, hogy a különböző típusú törőgépek által megtört halmazoknak más és más jellegű görbék szerint alakul szemnagyságszerinti összetétele, — tehát pl. a pofástörők normális szemcsémegoszlású anyagot állítanak elő, a kalapácsos-törők pedig logaritmikusan normálisat — nem az a fő oka, hogy a különböző géptípusok különböző módon mérik ütéseiket az anyagra, ill. különböző mód-szeret eszközlik az aprítást, (így pl., hogy a finomra aprító gépek „törik” az anyagot, a pofás- és kúpostörők „zúzzák”, a hengertörők pedig „roppantják”) hanem, hogy ebből a szempontból elsősorban az a mérvadó, hogy az egyes géptípusoknál mekkora az aprítandó anyagra mért behatások száma.

Ha az egyes géptípusokat rendes üzemi viszonyaitól eltérőleg — pl. túl alacsony fordulatszámmal — működtetjük, és ennek következtében a gép által az áthaladó anyagra mért behatások száma lényegesen változik, úgy a szemszerkezeti görbék jellegét is megváltoztathatjuk. Így pl. a diszmembrátornál (14. ábra) láthattuk, hogy ha ugyanazon gépnek, mely rendes üzemben log. normális megoszlású töretet szolgáltatott, erősen csökkentik a fordulatszámát (3000 ford/perc-ről — 700 ill. 500 ford/percre) a gép normális megoszlású töretet szolgáltat.

Ugyanígy megváltoztathatjuk a görbék jellegét a hengertörőnél, ha az aprítási fokot túl nagyra — tehát négy-nél nagyobbra — vesszük. (Ez persze csak kísérleti üzemeltetésnél — különleges etetéssel — lehetséges, mert normális körülmények között a hengerek nem húzzák be az anyagot, ha a feladott szemnagyság és a résbeállítás között túl nagy az eltérés.) Ebben az esetben igen sok roppantás szükséges ahhoz, hogy az anyag annyira aprítódjék, hogy a résen áthaladhasson és a szemszerkezeti görbe ennek megfelelően logaritmikusan normálissá válik. Ilyen kísérlet eredményét mutatja a 34. ábra. (*Ganz laboratóriumban végzett kísérlet Ary Ernő adatai*). Aprításra került 20—

30 mm-es folyamkavics. A résnyílást az első kísérletnél 4 mm-re, a másodiknál 2 mm-re állították be. Az aprítási fok ennek megfelelően $m = 6,25$ ill. $m = 12,5$ volt. Mint az ábrán látható, a görbék ezekben az esetekben már logaritmikusan normális alakulásúak. Ugyanez az eredmény érhető el oly módon is, hogy az aprítandó anyagot ismételtelen engedik át a hengerek között és így emelkedik az elszívott behatások száma.

Megállapításaink rövid — de most már az aprítási műveletek egész területét felölelő — összefoglalása tehát a következő: az aprított halmazok szemcseszám szerinti megoszlási görbéjének jellege megközelíti a logaritmikusan normális megoszlást, ami mutatja, hogy a keletkezett szemcsék száma az aprító behatások számától függ. A szemcseszám szerinti görbe tehát annál meredekebb és max. ordinátája annál kiugróbb, minél több behatást gyakorol a vizsgált típusú aprítógép az aprítandó anyagra.

Ha a szemcseszám szerinti megoszlás görbéjének ordinátáit megszorozzuk a hozzájuk tartozó abszcisszák értékének köbével (x^3) megkapjuk a súlyszázalék szerinti görbét. Az x^3 görbe alakulása független attól, hogy milyen géppel dolgozunk, mert az x^3 értéke csak az abszcissza értékeitől függ.

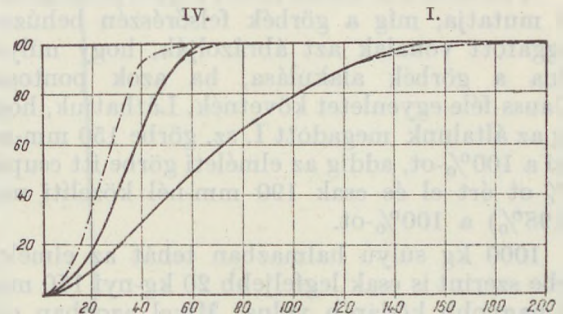
Finomra aprító gépeknél (kalapácsos-törő, desintegrátor, dismembrátor, hajító-törő) és malmoknál, melyek nagy ütésszámmal dolgoznak, és melyeknek szemcseszám görbéje ezért meredek, az $y \cdot x^3$ szorzatban az y értéke dominál, a súlyszázalék szerinti görbe ezért még szintén balra forduló és logaritmikusan normális alakulása.

A pofás- és kúpos-törőknél — melyek lényegesen kisebb ütésszámmal dolgoznak — a két szorozó

egyformán érvényesül, a súlyszázalék szerinti görbe ezért szimmetrikus és gyakorlatilag normális megoszlású.

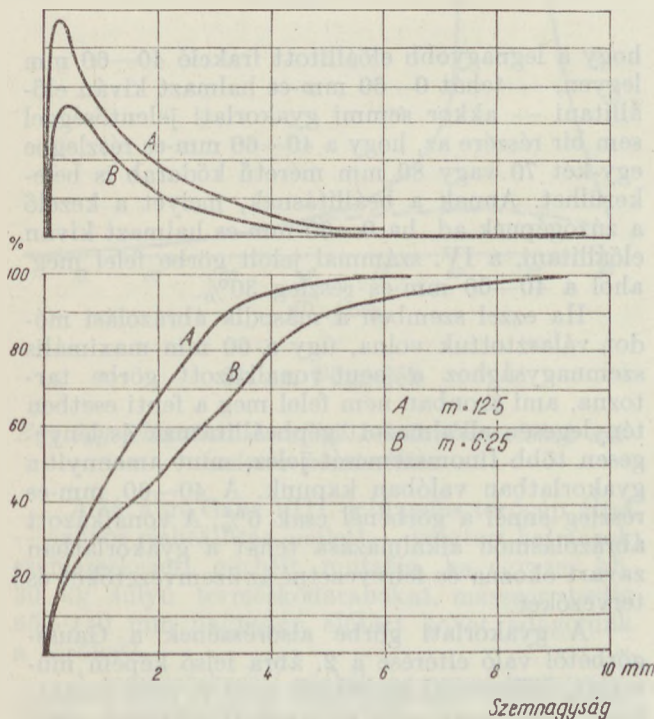
Hengertörőknél a súlyszázalék szerinti görbék alakulását az aprítási fok szabja meg, mert ez önműködően meghatározza a szükséges behatások (roppantások) számát és ezzel a szemcseszám görbe alakulását.

A súlyszázalék szerinti szemszerkezeti görbe alakulását elsősorban az egyes géptípusok által, az aprítandó anyagra mért behatások száma határozza meg, függetlenül a gépek működésének egyéb sajátosságaitól.



35. ábra

Végül még néhány szó a vizsgálatoknál alkalmazott ábrázolási módokról. Vita tárgya ugyanis a szemszerkezeti görbékkel kapcsolatban, hogy lineáris, vagy logaritmikusan beosztású abszcisszateneggelyel helyesebb-e dolgozni és a szakemberek többsége ezideig a logaritmikusan ábrázolási mód mellett foglalt állást. Ez érthető is, mert a szemszerkezeti kérdésekkel általában a finomaprítás területén (cementipar, szénőrlés stb.) foglalkoztak, a finomra aprító gépekhez tartozó szemszerkezetek logaritmikusan normális jellege miatt pedig — ezen a területen — fenti ábrázolási mód valóban sok előnyt nyújt. Más azonban a helyzet, ha vizsgálatunkat — mint ez tanulmányunkban is történt — az aprítás egész területére kiterjesztjük. A pofás- és kúpos-törőgépek és még fokozottabb mértékben a hengertörők vizsgálatánál a logaritmikusan ábrázolási mód már nem előnyös, hanem inkább zavarólag hat, mert eltorzítja a görbét. Nem volna célszerű viszont egyik gépfajtánál az első ábrázolási módot alkalmazni, a másikon pedig a másodikat, mert az, aki a szemszerkezeti vizsgálatok terén megfelelő gyakorlattal bír, már a görbék alakulásából — részletesebb vizsgálatok nélkül is — fontos következtetéseket vonhat le. Ez azonban csak úgy lehetséges, ha a görbék ábrázolásánál egységes módon járunk el. Véleményünk szerint helyes ezért, ha kiindulási pontnak a lineáris ábrázolást alkalmazzuk, de ezt mindig kiegészítjük mindazon ábrázolási módokkal, melyek az adott esetben hasznosnak ígérkeznek, úgy mint ahogy jelen tanulmányunkban is eljártunk. Bár alapábrázolási módként mindig a lineáris ordináta-rendszert alkalmaztuk, nagyszámú olyan kérdés adódott, melyekre csak a logaritmikusan ábrázolási mód, a Gauss-beosztású papír alkalmazása, vagy szemcseszám szerinti görbék tanulmányozása adott választ. Ezenkívül azonban rendkívül



34. ábra. Nagy aprítási fokkal dolgozó hengertörő szemszerkezeti görbéi

hasznosnak mutatkozott és ajánlatos a kísérleti vizsgálatok eredményeinek matematikai ellenőrzése és kiegészítése, ami jelen esetben is nagy mértékben elősegítette az összefüggések felderítését.

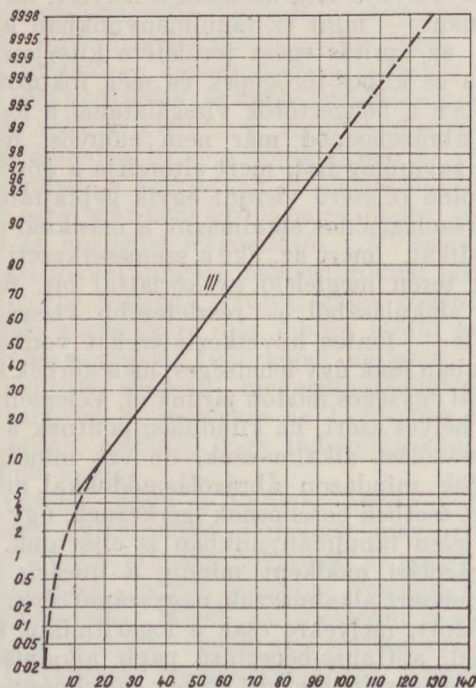
I. sz. Függelék

A pofás- és kúpos-török szemszerkezeti görbéi és a Gauss-görbe közötti eltérések vizsgálata

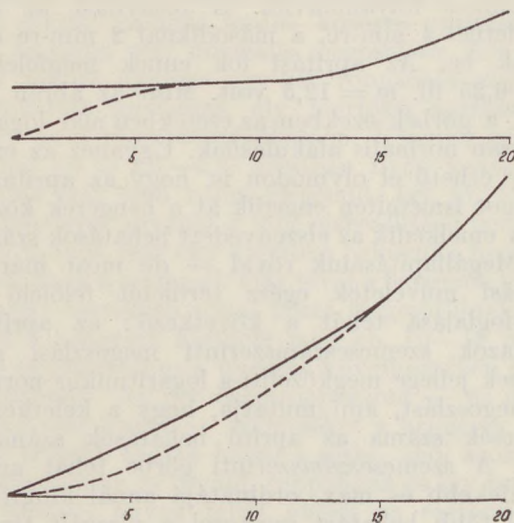
Külön foglalkozunk a görbe felső és alsó végén mutatkozó eltérésekkel.

A 35. ábra a 2. ábrán I. és IV-gyel jelölt görbék mutatja, míg a görbék felső részén behúzott szaggatott vonalak azt ábrázolják, hogy milyen volna a görbék alakulása, ha azok pontosan a Gauss-féle egyenletet követnék. Láthatjuk, hogy míg az általunk megadott I. sz. görbe 150 mm-nél eléri a 100%-ot, addig az elméleti görbe itt csupán 98%-ot ért el és csak 190 mm-nél közelíti meg (99,98%) a 100%-ot.

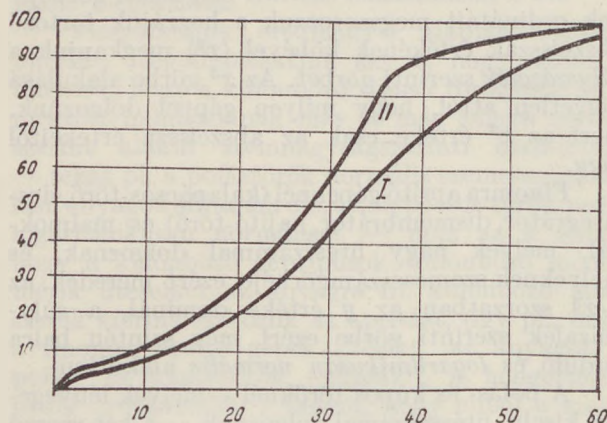
1000 kg súlyú halmazban tehát az elméleti görbe szerint is csak legfeljebb 20 kg-nyi 150 mm-nél nagyobb kődarab volna. Mivel azonban egy 150 és 190 mm közötti méretű kődarab súlya kb. 10–12 kg, ezért 1000 kg súlyú halmazban az elméleti görbe szerint is csak egy vagy két olyan kődarab lehetne, mely 150 mm-nél nagyobb. Mivel a szitálási próbát 30–50 kg súlyú anyaggal szoktuk végezni, véletlen kérdése, hogy ebbe a halmazba belekerül-e egy ilyen kődarab (ha egyáltalán van ilyen) vagy sem. Ábrázolhattam volna ezért a görbét a vonalkázottan jelzett módon is, és akkor a görbe felső vége is teljesen megfelelt volna a Gauss-görbének. Mégis a teljes vonalnak megfelelő ábrázolásmódot választottam, mert a gyakorlati szempontoknak ez felel meg. Ha ugyanis a törőgép kezelője úgy kívánja a gépet beállítani,



36. ábra



37. ábra

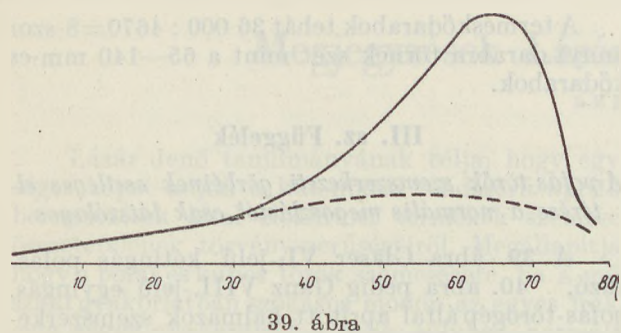


38. ábra

hogy a legnagyobb előállított frakció 40–60 mm legyen, — tehát 0–60 mm-es halmazt kíván előállítani — akkor semmi gyakorlati jelentőséggel sem bír részére az, hogy a 40–60 mm-es részlegbe egy-két 70 vagy 80 mm méretű kődarab is belekerülhet. Annak a beállításnak, melyet a kezelő a zúzógépnak ad, ha 0–60 mm-es halmazt kíván előállítani, a IV. számmal jelölt görbe felel meg, ahol a 40–60 mm-es részleg 30%.

Ha ezzel szemben a második ábrázolási módot választottuk volna, úgy a 60 mm maximális szemnagysághoz a pont-vonalkázott görbe tartozna, ami azonban nem felel meg a fenti esetben ténylegesen alkalmazott gépbeállításnak és lényegesen több finomszemcsét jelez, mint amennyit a gyakorlatban valóban kapunk. A 40–60 mm-es részleg ennél a görbénél csak 6%. A vonalkázott ábrázolásmód alkalmazása tehát a gyakorlatban zavart okozna és félrevezetné az üzemvezetőket és tervezőket.

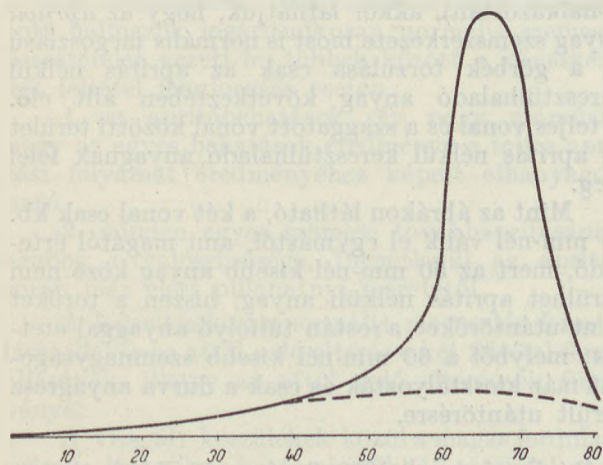
A gyakorlati görbe alsó részének a Gauss-görbétől való eltérése a 2. ábra felső képein mutatott differenciál-görbéknél nem is igen mutatkozik meg, mert azok az elméleti görbének megfelelő alakulást mutatják és nem futnak be a 0 pontba. Ennek oka az, hogy a pofás- (és kúpos)



39. ábra

törőgépekkel kapcsolatban végzett üzemi szítási próbáknál a 2–3 mm-nél kisebb szemnagyságokat már nem szokták külön mérni és így a görbe 0-pontjához közeledő része, már csak hozzávetőleges pontosságú.

A Gauss-beosztású papíron való ábrázolás segítségével megrajzolhatjuk azonban a görbe alsó végének pontos alakulását is, anélkül, hogy újabb — pontos — méréseket kellene eszközölnünk. A 36. ábra a már ábrázolt III. sz. görbét mutatja, Gauss-papírra felrajzolva. A görbe alsó — vonalkázott — része mutatja, hogy miként fut be a 0-pontba. Ha ezt a részt átrajzoljuk rendes milliméter-papírra (37. ábra), megkapjuk az integrál-görbe baloldali részének tényleges alakulását (vonalkázottan), amiből megszerkeszthetjük a differenciál-görbe baloldali részének tényleges alakulását is (vonalkázottan).



40. ábra

II. sz. Függelék

Egy-egy felaprított darabból keletkező töredékek számának kiszámítása

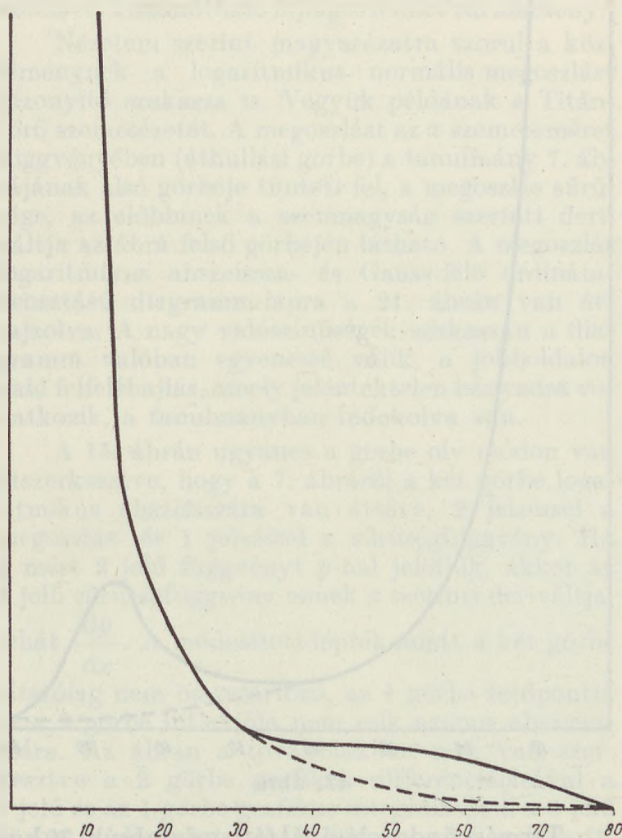
A 38. ábra Ganz VIII.-jelű pofás-törőgép által — azonos résbeállítás mellett — megtört halmazok szemszerkezeti görbéit mutatja, ha egyszer kb. 30 kg súlyú terméskódarabokat, másszor pedig 65–140 mm nagyságú előtört követ adagolunk a törőbe²¹.

A szemszerkezeti görbék az egyes szemnagyságok súlyszázalékát tüntetik fel, amiből ki-

²¹ (Lásd „Építőanyag“ 1950. 3–4. sz. 67. old. 12. ábra.)

számíthatjuk, hogy 1000 kg összmenység megtörése mellett, hány kg esik az egyes szemnagyságokra. Ebből — igen durva közelítésként — kiszámíthatjuk, az egyes szemnagysághatárok közötti részlegekre eső zúzott darabok számát, ha a darabokat kockaalakúnak vesszük.

Így pl. az I. görbe szerint a 10–20 mm-es részleg százalékaránya 13%, tehát 1 tonna összmenységből 130 kg esik erre a frakcióra. Az átlag szemnagyság 15 mm, a fajsúly 2,8 kg/dm³, egy-egy zúzott darab súlya tehát: $0,15^3 \cdot 2,8 =$



41. ábra

II. görbe

Részleg	Részleg súlya 1 t összszálynál	1 db súlya (kg)	Darabszám
0–5	70	0,00044	1 610 000
5–10	30	0,0011	27 300
10–20	200	0,01	20 000
20–30	300	0,04	7 500
30–40	300	0,1	3 000
40–60	100	0,33	300

Összes darabok száma 1 668 100

I. görbe

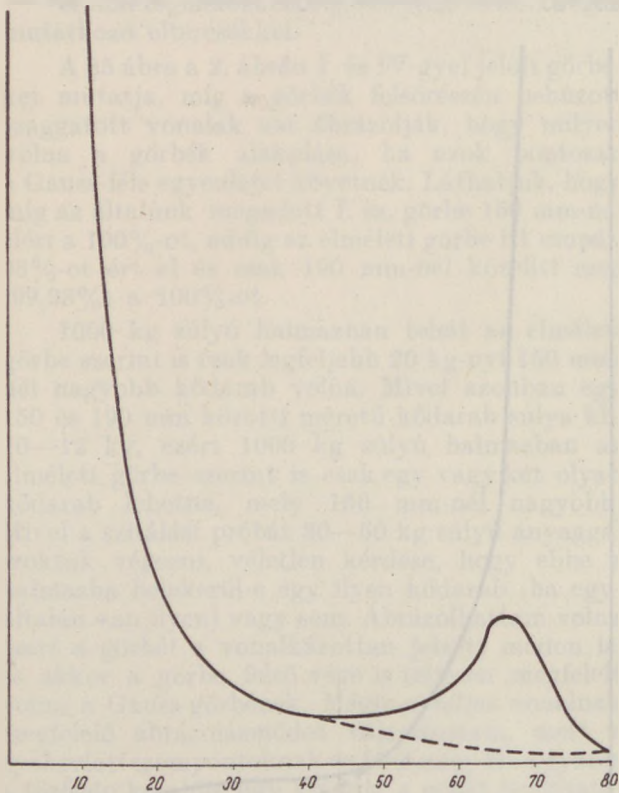
0–5	50	0,00044	1 150 000
5–10	20	0,0011	18 000
10–20	130	0,01	13 000
20–30	200	0,04	5 000
30–40	300	0,1	3 000
40–60	300	0,33	900

Összes darabok száma 1 189 900

= 0,0095 = 0,01 kg. A 10—20 mm-es részlegbe eső darabok száma tehát: $130:0,01 = 13\ 000$. Ugyanígy számítjuk ki a többi frakció szemcse-számát.

Bár — mint már hangsúlyoztuk — ez a számítás csak igen durva közelítést jelent, szemléltetésként mégis megfelel.

A keletkezett darabok számának megállapítását mindkét görbe részére a túloldali táblázatok mutatják:



42. ábra

Terméskő adagolásánál (átlag darabsúly 30 kg) 1 tonna feladott anyag $1000:30 = 33$ darabból áll, melyek zúzás után 1 189 900 darabra törnek szét. Minden darab tehát $1\ 189\ 900:33 = 36\ 000$ darabra aprítódik. 65—140 mm-es előtört darabok feladásánál 1 darab súlya kb. 2,8 kg. Egy tonna feladott anyag tehát $1000:2,8 = 357$ darabból áll. Minden darab: $1\ 668\ 100:357 = 4670$ darabra törnek.

A terméskődarabok tehát $36\ 000:4670 = 8$ -szor annyi darabra törnek szét mint a 65—140 mm-es kődarabok.

III. sz. Függelék

A pofás-törők szemszerkezeti görbéinek esetleges eltérése a normális megoszlástól csak látszólagos

A 39. ábra Gläser VI.-jelű kétingás pofás-zúzó, 40. ábra pedig Ganz VIII.-jelű egyingás. pofás-törőgéppel aprított halmazok szemszerkezetét mutatja. Mindkét görbét már régebbi tanulmányomban²² ismertettem, annak szemléltetésére, hogy a pofás-törők szemszerkezeti görbéi néha eltérnek a normális megoszlástól akkor, ha a törőgép hibásan vagy rendellenesen működik.

A kísérleti jegyzőkönyv szerint: „Az utánzúzó pofái egyenetlenül kopottak, sok töretlen anyag távozik. Az elevátorral etetett zúzó az anyagot egyik oldalról kapja és ezért a pofák ezen az oldalon lekoptak²³.“

A szemcsegörbék segítségével most már megállapíthatjuk, hogy a töretlenül áthaladó anyag miként befolyásolja a görbe alakulását. A 41. ábra a Gläser-törő, a 42. ábra pedig a Ganz-törő szemcseszám görbéjét mutatja. (y/x^3 alapon megszerkesztve). A töretlenül áthaladó anyag miatt a görbék jobboldala felpúposodik.

Ha megrajzoljuk a szemcseszámgörbék szabályos alakulását, (vonalkázottan) és ezt a vonalat átvisszük a súlyszázalék szerinti görbére (szintén vonalkázottan), akkor láthatjuk, hogy az *aprított* anyag szemszerkezete most is normális megoszlású és a görbék torzulása csak az aprítás nélkül keresztülhaladó anyag következtében állt elő. A teljes vonal és a szaggatott vonal közötti terület az aprítás nélkül keresztülhaladó anyagnak felel meg.

Mint az ábrákon látható, a két vonal csak kb. 50 mm-nél válik el egymástól, ami magától értetődő, mert az 50 mm-nél kisebb anyag közé nem kerülhet aprítás nélküli anyag, hiszen a törőket mint utántörőket, a rostán túlfolyó anyaggal etették, melyből a 60 mm-nél kisebb szemnagyságokat már kiosztályozták és csak a durva anyagrészt került utántörésre.

²² („Építőanyag“ 1950. 3—4. sz. 58. old. 2. ábra és 60. old. 3. ábra.)

²³ („Építőanyag“ II. 3—4. sz. 59. old.)

Megjegyzések Lázár Jenő tanulmányához

BEKE BÉLA

Lázár Jenő tanulmányának célja, hogy egy-egy képet adjon a különböző rendszerű aprítóberendezések által előállított termékek szemcseösszetételének törvényszerűségeiről. Megállapítja, hogy a pofás és kúpos törők szemcsézete, ha a műszaki gyakorlatban szokásos módon az egyes frakciók *súlyát* viszonyítjuk a teljes súlyhoz, normális (tehát szimmetrikus) megoszlású; a finomra zúzó készülékeknél a megoszlás logaritmikusan normális, azaz a leggyakoribb szemnagyság az apróbb frakciókra esik, a szimmetrikus megoszlástól való eltolódás az üzemviszonyoktól, dinamikus hatással működő készülékeknél a fordulatszámotól függ; hengeres törőknél végül ugyancsak az üzemviszonyoktól (elsősorban az aprítási foktól) függően a leggyakoribb szemnagyság a nagyobb szemcsézetek felé tolódik el. A tanulmány az egyes frakciók *szemcseszámának* vizsgálata alapján megállapítja, hogy a szimmetriától való eltolódás mérve az aprítóhatások számától függ, növekvő számú aprítóhatás esetén a gyakorisági görbe maximuma egyre jobban eltolódik az apróbb szemnagyságok irányába.

Ezen megállapítások helyességét elfogadva, kiegészítésként a következő megjegyzéseket kívánom tenni:

A Kolmogorov—Rényi-féle elmélet az aprított halmazok logaritmikusan normális szemcseösszetételét vezeti le, többek között a következő két feltétel fennforgása esetén:

1. az aprítóbehatások oly nagy számúak, hogy az egyes behatások eredménye a teljes aprítási folyamat eredményéhez képest elhanyagolható,

2. minden egyes szemcse továbbaprításának azonos a valószínűsége, függetlenül az aprítás során már elért pillanatnyi méretétől.

A logaritmikusan normális megoszlás fennállása, illetve az attól való eltérés e két feltétel fennállásának, illetve az attól való eltérésnek függvénye.

A vizsgált készülékek közül a magas fordulatszámú, dinamikus hatással működő törőknél vannak ezek a feltételek a legmesszebbmenően teljesítve; a tanulmány rámutat, hogy ezeknél valóban logaritmikusan normális eloszlással számolhatunk.

Pofás, kúpos és hengeres törőknél a behatások száma kicsi, emellett a beállított résnél kisebb szemcsék a készülékből keletkezésükkor azonnal kiesnek, továbbaprításuk valószínűsége ugrászerűen nullára csökken. Ennek megfelelően a leggyakoribb szemcseméret felfelé tolódik, a viszonylag még nagyobb számú behatást gyakorló pofás és kúpos törőknél kb. a normális (szimmetrikus) megoszlásig, a hengeres törőknél pedig — az aprítási foktól függően — még ennél is nagyobb mértékben.

Golyós malmoknál a behatások száma igen nagy, de emellett a halmazból kiemelkedő nagyobb

szemcsék nagyobb valószínűséggel szenvednek további ütések, ami a megoszlást a logaritmikusan normálistól a pofás törőkével ellentétes értelemben tolja el, a leggyakoribb szemnagyság még tovább tolódik az apróbb szemcsék felé, amint az a fajlagos felület számítása során bebizonyul. (A logaritmikusan normális megoszlás figyelembevételével kiszámítható fajlagos felület túl alacsony.)

Nézetem szerint magyarázatra szorul a közleménynek a logaritmikusan normális megoszlást bizonyító szakasza is. Vegyük példának a Titántörő szemcsézetét. A megoszlást az x szemcseméret függvényében (áthullási görbe) a tanulmány 7. ábrájának alsó görbéje tünteti fel, a megoszlás sűrűsége, az előbbinek a szemnagyság szerinti deriváltja az ábra felső görbénél látható. A megoszlás logaritmikusan abszcissa- és Gauss-féle ordináta-beosztású diagramm-lapra a 21. ábrán van átrajzolva. A nagy valószínűségek szakaszán a diagramm valóban egyenessé válik, a jobboldalon való felfeléhajlás, amely jelentéktelen hányadra vonatkozik, a tanulmányban indokolva van.

A 15. ábrán ugyanez a görbe oly módon van átszerkesztve, hogy a 7. ábráról a két görbe logaritmikusan abszcisszára van áttéve, 2 jelzéssel a megoszlás- és 1 jelzéssel a sűrűségfüggvény. Ha a mért 2 jelű függvényt y -nal jelöljük, akkor az 1 jelű sűrűségfüggvény ennek x szerinti deriváltja, tehát $\frac{dy}{dx}$. A módosított lépték miatt a két görbe

látszólag nem összetartozó, az 1 görbe tetőpontja és a 2 görbe inflexiója nem esik azonos abszcisszára. Az ábrán a továbbiakban meg van szerkesztve a 2 görbe grafikus differenciálásával a 3 jelű és az 1 görbe grafikus integrálásával a 4 jelű görbe is. Eszerint tehát, figyelemmel a logaritmikusan léptékre, a 3 görbe egyenlete $\frac{dy}{d \log x}$ és

a 4 görbéé $\int \frac{dy}{dx} d \log x$.

Ez utóbbi, 4 jelű görbe látható a 19. ábrán, és pedig a 21. ábrával egyezően logaritmikusan abszcissa- és Gauss-beosztású ordináta-léptékben. Mint látható, az átrajzolás egyenest eredményez. Egyenest kapunk tehát ebben a log-norm koordináta-rendszerben mind az y , mind az $\int \frac{dy}{dx} d \log x$ egyenletre.

Felmerülhet a kérdés, hogy volt-e szükség erre a körülményes átrajzolásra, illetve, hogy helyesebb az az állítás, hogy egyidejűleg log-normális eloszlású-e, mind az y , mind az $\int \frac{dy}{dx} d \log x$ függvény.

Bebizonyítható, hogy a két függvény egyidejű log-normális eloszlása valóban fennáll, továbbá, hogy azonos léptékek mellett a két egyenes dőlése

is azonos, csak az ordinátatengely irányában a 4 jelű görbe a 2 jelűhöz képest el van tolva. Igen fontos megjegyezni, hogy mérési eredmény, tehát valóság csakis a 2 jelű görbe és a 4 jelű a tanulmány szavai szerint „csak segédgörbe” és felfelé eltolására való tekintettel az egyes szemcseméretekhez tartozóan leolvasható áthullás-százalékok a valóságnak meg nem felelők!

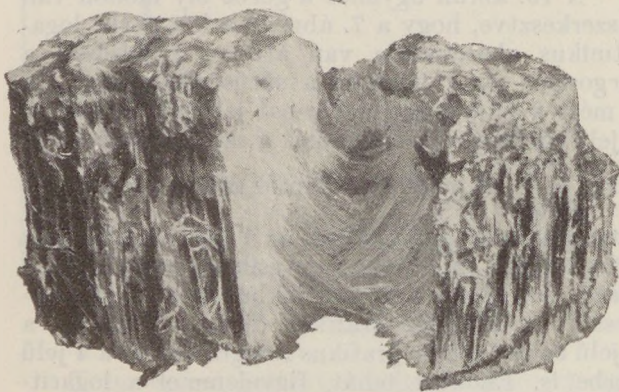
A tanulmánynak még egy megállapításához szeretnék megjegyzést tenni, és pedig ahhoz, hogy

a pofás (és kúpos) törő töretének szemszerkezete finomabb, ha apróbb kővel etetik. Ezzel szemben, mint ismeretes, finom aprításnál, őrlésnél az adag szemszerkezetétől független termék-szemszerkezettel számolunk. Ez magyarázatát ugyancsak a behatások kis számában találja, mert pl. a pofás-törőben egy-egy szemcsét érő néhány törőnyomás esetén nem közömbös a kiindulóméret, de már a golyósmalom igen nagyszámú ütése esetében a kiindulóméret hatása általában elenyésző.

Az azbeszt és ipari felhasználása

KISS KÁROLY

Azbesztnak nevezzük azokat az ásványokat, melyek finom rostokra, szálakra bonthatók, a szálak jelentős szakítószilárdsággal, magas olvadásponttal rendelkeznek. Rostos szerkezete az ásványvilágban egyedülálló: az azbeszt az egyetlen rostos ásványi anyag. Összetételükre nézve az azbesztek vizes magnézium-szilikátok, olykor kalcium és nátriumszilikát tartalommal.



1. ábra. Azbeszt tartalmú kőzet.

A természetben kőzetekbe ágyazott erekben található. Kőzete és lelőhelye nem mélyen a föld felszíne alatt, max. 100—200 m-re van, így bányászása nyílt, felszíni bányákban történik. Az azbesztbánya tökéletesen kőbánya jellegű. Kevés kivételt ismerünk, ahol mélyszintű, aknás bányászás folyik. A felszíni bányászás lépcsőzetes (szovjet), vagy függőleges (kanadai) rendszerű. A lerobantott kőzettől az azbesztér nem válik el nehezen. A kőzet aprításával a leválás meg is történik, csak arra kell ügyelni, hogy a kőzet törése ne menjen az azbesztrostok épségének rovására. Ugyanis a rostok legértékesebb ipari tulajdonsága, a magas szakítószilárdság, roncsolással könnyen csökkenthető. Ezért az első frakcióban kézi válogatással elkülönítik a legértékesebb, leghosszabb szálakat és a meddő kőzetet a rövidebb rostokat tartalmazó kőzettől. Az azbeszttartalmú kőzetet azután több fokozatban mind apróbbra törik, miközben szitálással, illetve exhaustorral a felszabadított azbesztszálakat frakciónként elkülönítik.

Az exhaustorral elszívott azbesztet ciklonban választják le, portartalmát külön felfogják. Az azbesztbányákban az azbeszt feltárása csak anynyira történik meg, amennyire az a kőzettől való leválasztás folyamán elkerülhetetlenül bekövetkezik. A bányákból elszállított azbeszt legértékesebb része a még összeállt szálnyalábokból, a kemény rostokból áll.

A kőzettől megszabadított, bányakész azbesztet zsákokban szállítják a felhasználóhoz. A zsákok 30—50 kg-osak s a zsákon pontosan feltüntetik a leszállított azbeszt minőségét, származását, a szállítmány számát, valamint a zsák bruttó-súlyát.

Amennyiben a bánya és a felhasználó nincsenek túlságosan messze és így átrakásra nem kerül sor, akkor a rövidebbszálú azbesztet zsák nélkül, ömlesztve is szokták szállítani.

Az azbesztet fedett helyen kell tárolni és szállítani, különben a beázott, nedves azbeszt adagolása és foszlatása nehézségekbe ütközik. Márpedig a helyes rostelőkészítés a minőségi gyártás alapja.

Kémiai összetétele lelőhelyenként változó, ásványi összetétel szerint két csoportot különböztethetünk meg, és pedig:

1. Krizotilazbeszt (szerpentinazbeszt) és az
2. amfibolazbeszt csoportját.

A különféle azbesztfajokat és azok legfontosabb jellemzőit mutatja az 1. és 2. sz. táblázat.

Iparilag legnagyobb mennyiségben, mintegy 95%-ban a krizotilazbeszt kerül felhasználásra és szerencsére ebből is fordul elő több. Így bővebben ezzel az azbesztfajtával fogunk foglalkozni, azonban egyes helyeken összehasonlításként e helyt is utalunk az amfiol csoportra is.

A krizotilazbeszt

A krizotilazbeszt a zöld színű szerpentin-kőzetben (másnéven kígyókő) a kőzetbe ágyazott hosszanti erek formájában, az ereket határoló kőzetfelületekre — rendszerint — merőlegesen álló rostnyalábokban található.

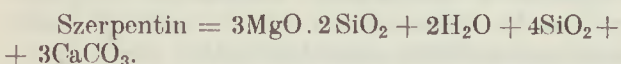
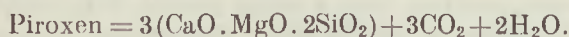
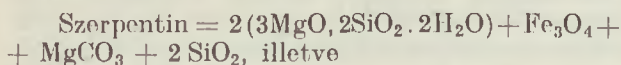
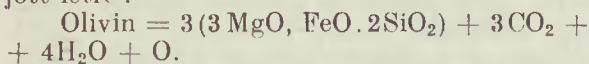
Keletkezésére vonatkozóan elméletek vannak. Elfogadhatónak látszik azonban az, mely szerint

1. táblázat

Azbesztfajták és tulajdonságok

Ásványcsoport	Változat	Kémiai összetétel	Tulajdonságok	Legf. előfordul.
SERPENTIN-csoport (Olivin-azbeszt) (szerpentin)	CHRYSTYL (Krizotil)	Víztartalmú magnézia-szilikát $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Legnagyobb hajlékonyság és hőellenállás. Kisebb savellenállás	Kanada, Rhodesia, Szovjetunió (Ural-Szibéria), Kína
	PIKROLITH (Pikrolit)	1. U. a. 2. Víz 3. Magnézia 4. Kovasav $2\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	U. a.	Jelentéktelen
Rombuszos (Rombisch)	ANTHOPHYLLIT (Antofillit)	Magnézium-Kalcium-szilikát $7 \cdot \text{MgO}8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Rideg	Északamerika (Massachusetts)
	TREMOLIT	U. a. $2 \cdot \text{CaO} \cdot 5\text{MgO} \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ridegebb, mint a chrystyl, kisebb hőell. savállóbb	Olaszország, Afrika, Balkán, Amerika
	AKTINOLITH (Aktinolit)	Magnézium-kalcium-vasszilikát $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 3\text{FeO} \cdot 4\text{SiO}_2$	U. a.	Észak-Amerika
AMPHIBOL-csoport (Amfibol) (Hornblende) Egyhajlású (Monoklin)	KROKIDOLITH (Krokidolit)	Vas-nátrium-szilikát $3\text{Na}_2\text{O}6\text{FeO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 16 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	(kék) Hajlékony, kis hőállóság, saválló	Fokföld, Ausztrália, Bolivia
	AMOSIT (Amozit)	Szilikát magas vas-talommal, timföld nélkül, Magnézium, Kalcium, Nátrium $5 \cdot \text{MgO} \cdot 18\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 25\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Hosszúrostú, fonható	Transvaal

a krizotilazbeszt kőzete a vulkánikus eredetű peridotit, piroxenit, dunit. Az ezekben található alapásványok a peridotit és olivin, melyekből alakult ki a szerpentin. Ez az átalakulás a felső rétegekről a kőzetre gyakorolt nagy nyomás, a föld mélyén uralkodó magas hőmérséklet (a föld mélyébe hatolva ugyanis $1^\circ\text{C}/27\text{ m}$ a hőfokemelkedés), valamint az újabb vulkáni kiterőseknél feltörő vízgőz, szén-sav-anhidrid és oxigén tartalmú savanyú kémhatású magmatikus vizek hatására jött létre:



Ez az átalakulás egyben 33%-os térfogatnövekedéssel is járt, mely a kőzetben repedéseket okozott. Ezekbe a repedésekbe a fent említett magmatikus vizen kívül a kőzetbe beszivárgott és közben felmelegedett és karbondioxid, vala-

mint különféle sókkal telítődött esővíz is behatolt és ott a szerpentin feloldotta, majd kihűlt. Ennek során a kioldott szerpentin lánckristályos formában vált ki. Ez a krizotil azbeszt. A szerpentin és krizotilazbeszt összetétele ugyanaz, csak a szerpentin nem kristályos. A krizotilazbeszt színe szürkés, zöldes, vagy kékes fehér.

Az azbesztrétegek fölött lévő vastag kőzet és földréteget a jégkorszak gleccserei koptatták, gyalulták le, ennek köszönhető, hogy ma az azbeszt a felszíntől aránylag nem mélyen található.

Azok a tulajdonságai és jellemzői, melyeknek nagyarányú ipari felhasználását köszönheti, a következők:

mechanikai szilárdság,
hőállóság,
szűrőképesség,
vegyszerellenállás.
Vizsgáljuk ezeket sorra.

Szilárdság

Mechanikai szilárdsága rendkívül magas. Ezen a téren felülmúl minden növényi, vagy állati rostot. Szakítószilárdsága a fémekével vetekszik. Az

2. táblázat

Különböző azbesztek összetétele

Azbesztfajták megnevezése és képlete	V e g y i ö s s z e t é t e l %										Alkáli nyomok
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Mn	H ₂ O		nedvesség	
Ural-Szibéria	40-42,5	0,5-2	0,5-5	0,05-2	38-42	0-0,8	0-0,5	12-14	1-2		1-2
Thetford (Kanada)	39-45	1,5-3,5	0,2-2,5		40-41			14-14,5	1-2	1-2	
Danville (Kanada)	41,8-42,8		2,2-3,7		39,5-42			14-14,5	1-2	1-2	
Rhodézia	40-43	0,6-1,7	4,5		38,2-39,6			11,7-14	1-2	1-2	
Cyperus	40,6	1	4,9		39			14,5	1-2	1-2	
Kínai	36-38	0,5-1,7	5,3-6,1		36-38	0,5-5,3		12-15	1-2	1-2	
Amozit H ₀ Mg Fe ₉ Al Si ₂₃ O ₁₃ vagy: 5.H ₂ O.5MgO.18FeO.Fe ₂ O ₃ .Al ₂ O ₃ .25.SiO ₂	36-54	0-9	2-12	24-44	1-8	0-10		1-4	1	1	0-2
Antofillit Mg ₇ Si ₈ O ₂₂ ·(OH) ₂ vagy 7MgO.8SiO ₂ ·H ₂ O	51-62	1-3	0,1-5	2-7	27-31	0-1	0-0,5	2,5-7	1	1	0-0,2
Tremolit-Aktinolit H ₂ Ca ₉ Mg ₈ Si ₈ O ₂₄ vagy 2CaO.5MgO.8SiO ₂ ·H ₂ O	52-59	0-0,4	0,4-1	2-11	10-30	10-17	1,1-2,2	0,2-3,5	1	1	0,7-3,5
Krokidolit (kékazbeszt) 3Na ₂ O.6FeO.2FeO.16SiO ₂ ·H ₂ O	50,5-51,5		35,5-36		0-3			3,5-4	1	1	7,5-9
Kínai	44-55	1,5-2,6	26,5-27,7		14-16	2,1-4,7		9-12,7	1	1	

alábbi táblázatban a legjellegzetesebb krizotil és amfibol azbesztek szakítószilárdságát közöljük.

3. táblázat

Azbeszt átlagos szakítószilárdsága

Azbeszt fajta és lelőhely	Szakítószilárdság kg/mm ²		
	Természetes, nem deformálódott rost hosszirányú	Keresztirányú (Oldalirányú)	
Krizotil	Bojenovszk (Ural)	317	2,8
	Aszpagos (Szibéria)	245	0,4
	Kanada	304	0,4
Amfibol	Amozit (Transvaal)	308	—
	Krokidolit (Fokföld)	331	—

A szálak fellazításával, bontásával azonban a szilárdság rohamosan csökken. Ezt szemlélteti az alábbi táblázat.

4. táblázat

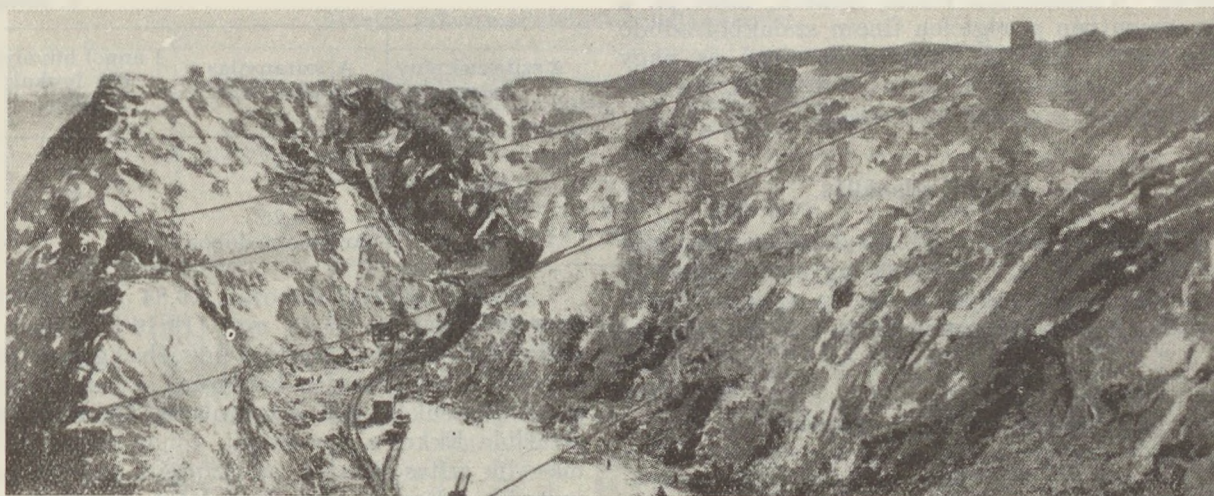
A krizotil-azbeszt szakítószilárdságának változása

Azbeszt megnevezése	Szakítószilárdság kg/mm ²		
	Nem deformálódott (tűszerű) rostok	90°-ban egyszer meghajlított rostok	180°-ra ötször elcsavart rostok
Normális rost .	285-365	150-200	100-150
Félig töredezett rost	190-300	80-100	60-100
Töredezett rost	170-220	30-80	0-30

Látható, hogy a kíméletlen feltárás milyen nagy kárt tehet az azbesztben, holott az összes azbeszt felhasználás mintegy 80%-át kitevő azbesztcementipar elsősorban az azbeszt maga húzószilárdságát használja. Megjegyzendő, hogy minél magasabb az azbeszt kristályvíztartalma, annál nagyobb az elaszticitása és ennek következtében a mechanikai feltárásnál kevésbé szenved, roncsolódik, vagy törik. Az azbeszt-feltárásnál, vagy foszlatásnál létrejövő mechanikai behatások az azbesztnak nem minden részét veszik egyformán igénybe, így a jobban és kevésbé roncsolt szálak tömege keveredik, minek következtében a kellő gondossággal foszlatott azbeszt húzószilárdsága végeredményben 80 kg/mm²-t ér el. Ez az érték a felbontott azbesztszálakra vonatkozik. Köztudomású azonban, hogy a szálak fonallá, vagy cénává dolgozása a mechanikai viszonyokat nagyban javítja. Ez természetesen nem tévesztendő össze az azbesztnyalábok összetapadásából eredő húzószilárdsággal.

Az azbeszt rugalmassági modulusa 16-21 × 10⁵ kg/cm² a lelőhelytől függően.

A krizotil azbeszt fajsúlya 2,5 kg/dm³, keménysége a Mohs skála szerint 3-3,5.



2. ábra Azbesztbánya

Hőállóság

Az azbeszt hőállósága és mechanikai szilárdsága szoros összefüggésben vannak. Ugyanis az azbeszt szakítószilárdságára igen nagy befolyással van az azbeszt adszorbeált nedvessége. Ezt mutatja az 5. sz. táblázat.

5. táblázat

A szakítószilárdság változása a hőmérséklettel

Hőmérséklet C°	Szakítószilárdság kg/mm ²			
	Természetes szál		Deformált szál	
	kg/mm ²	%	kg/mm ²	%
20	290	100	190	100
70	271	93,5	178	93,8
110	253	87,4	171	90,0
200	247	85,2	127	65,2
368	233	80,2	—	—

A nedvesség, mely az azbeszt 1—2 súlyszázalékát teszi ki 368 C°-nál párolog el teljesen. Az erről a hőmérsékletről lehűtött azbeszt a levegő relatív nedvességtartalmából ismét megszívja magát vízzel és pár nap alatt eredeti szilárdságát visszanyeri.

Más a helyzet a kristályvíz elvesztésével 500 C° fölött, ugyanis megindul a kristályvíz rohamos leadása, melynek következtében 700 C° fölött a szálak törékennyé válnak, mert teljesen elvesztették kristályvíz tartalmukat. A kristályvíz elvesztésével az anyag stabilitása bomlik meg, mely többé nem állítható helyre még víz hozzáadásával sem.

A krizotilazbesztet tovább hevítve 1550 C°-nál megolvad.

Látható, hogy töves az az általánosan elterjedt felfogás, mely szerint az azbeszt bármily magas hőfokot kibír. A szerves rostok hőállóságát messze felülmúlja, a 700—1000 C° hőfokon égő épülettűzben (la tűz) nem semmisül meg, a tüzet nem táplálja, mert maga sem ég.

Hővezetés

Az azbeszt hővezetése térfogatsúlyától és összetételétől függ. Ennek növekedésével természetesen a hővezetés is nő. Legnagyobb értéket a feltárás nélküli, darabos azbeszt mutatja. Számítással a következő képlettel határozható meg:

$$\lambda = 0,038 + \frac{0,02\gamma}{100} + \frac{0,014}{100} t$$

ahol γ = a térfogatsúly kg/m³-ben
 t = az átlagos hőmérséklet C°-ban.

Hőkezeléssel a hővezetőképesség megváltozik. Pl. 650—700 C°-on való kezelés után 20—30%-kal csökken.

A hővezetés — 200 C°-tól + 200 C°-ig 0,071—0,180 cal/m. ó. C° között változik.

Szálfinomság

A nagy bonthatóképesség a szálfinomságon alapszik. Ez adja meg egyben nagy szűrőképességét és nagy aktív felületét is. A legnagyobb gondal végzett szétbontásnál nyert finom szálakat, melyek mérete 0,0075 mm volt, optikai mikroszkóppal vizsgálni már nem is lehetett, de az optikai mikroszkóp vizsgálati határán még mindig rostnyalábok voltak kimutathatók. A kérdést csak az elektronmikroszkóp felfedezése oldotta meg. Ezzel ugyanis az azbeszt elemi szálai is kimutathatók voltak. Elektronmikroszkóppal mérték a molekula mérethatárán mozgó 8 angstrom vékony szálakat is, azonban az egyes azbesztfajtákra következő értékek jellemzők:

Krizotil Ural	0,5—0,8 mikron
Kanada	1,0—1,5 mikron
Amfibol Krokidolit	9,0 mikron

Ezek szerint az azbesztnek van a legnagyobb szálfinomsága az összes rostos anyagok közül.

A feltárt, felfoszlott azbeszt részben egymásba kapcsolódó, részben szabadon álló szálak-

ból áll. Kolloidálisan finom oldatok, mint pl. a híg cementpép a végtelen finom szálakból adódó nagy aktív felületű, nagy száltömegű és nagy adszorpcióképességű azbesztet telítik. Ezt a tulajdonságát több iparág felhasználja.

Kémiai ellenállás

Lúgokkal szemben jól, savakkal szemben már kevésbé áll ellen. A savak ugyanis magnéziumtartalmát megtámadják és így az anyagot elroncsolják. A savállóságot mutatja a 6. sz. táblázat

6. táblázat

Azbeszt savállóság vizsgálata

Azbesztfajta	25% sósav hatására bekövetkezett súlyvesztés			
	1 nap	3 nap	7 nap	28 nap
	m u l v a			
Krizotil	25	38	51	55
Amfibol	2,9	3,2	3,2	3,3

Az összehasonlításból látható, hogy az amfibolazbeszt mennyivel savállóbb.

A krizotilazbeszt osztályozása

Láttuk, hogy az azbeszt bányában kőzettől való elválasztás után ciklonleválasztás és szitaosztályozást használnak. Az ilyen módon történő szétválasztás egyben az azbeszt osztályozását is megadja. *Az azbeszt osztályozása ugyanis a szálhosszúság szerint történik és a szakítószilárdságra, illetve egyéb tulajdonságokra az osztályozást jelentő jelzés csak a lelőhely szűk keretein belül utal. Addig tehát, míg a szálhosszúság jellemzése, nemzetközileg megállapított számokkal 1—9-ig egyöntetűnek mondható, a számok mellett alkalmazott betűk az egyes országok, vagy lelőhelyek szerint változnak.*

Az azbeszt szálhosszúság szerinti osztályozása a nemzetközileg elfogadott ún. kanadai szitával történik. Ez négy egymás fölé helyezett 620×361 mm-es méretű szekrényből áll, amelyek mindegyike felül nyitott, alsó része pedig a 7., illetve a 8. sz. táblázat szerinti szitával van bevonva. Kivételt képez a legalsó, mely tömör fenékkal rendelkező doboz. Két szitasorozatra van szükség, mert a szitalás két egymást követő részletben történik.

7. táblázat

Kanadai szita első sorozatának méretei

A szitaszekrény száma	A szitanyílás mérete mm	Huzalátmérő mm
1	12,7	2,7
2	4,8	1,6
3	1,6	1,2
4	zártfenékű doboz	

8. táblázat

A szitaszekrény száma	A szitanyílás mérete mm	1 angol hüvelykreselő lyukak száma
1	0,7	24
2	0,4	40
3	0,25	60
4	zártfenékű doboz	

Az első sorozat dobozait 19,84 mm (25/32'') excentricitású — 39,68 mm (19/16'') löketű — asztra szereljük, a legfelső dobozba egyenesen elterítve 500 g azbesztet helyezünk, a fedelét lezárjuk és percenként 300-as fordulattal 600 fordulatig járatjuk. Ekkor a 4-es számú doboz maradékát a második szitasorozat 1. sz. szitájára szórjuk és a második szitasort 1500 fordulatig járatjuk. Az első szitasorozat szitamaradványainak 5-tel osztott súlyértékei megadják a szálás rész %-os értékeit. A második szitasorozat 4. sz. szitájának 5-tel osztott gramm-súlyértéke pedig a portartalom %-os értékét.

A nagyon rövidszálú azbesztnek nem a szitaanalízisét, hanem a térfogatsúlyát adják meg.

Az azbeszteket két főcsoportra osztjuk : kézzel dúsított (válogatott), géppel dúsított.

A kézzel dúsított szovjet azbeszt minőségi jele AK-1 (legalább 18 mm szálhossz), AK-2 (legalább 12 mm szálhossz).

A kézzel dúsított azbeszt deformálatlan szálakból áll és az egyes szálkötegek 2 mm-nél kisebb \varnothing -júek nem lehetnek.

A géppel dúsított szovjet azbeszteknel a következő csoportosítást különböztetjük meg :

Kemény : jele Zs.

Félkemény : jele P.

Puha : jele M.

Az egyes csoportok minőségi osztályozását a fent ismertetett kanadai szabványszita analízisei szerint a következő táblázat foglalja magába :

Minőségi eltérés az 1. és 2. szitán 15%, ha 1-es szitamaradék nincsen, akkor a 2. és 3. szitán 10%, ha 2-es szitamaradék nincsen, akkor a 3. szitán 8% lehet.

A rövidszálú azbesztnél a térfogatsúly lazán mérve :

8 S jelű azbesztnél 1200 g/l alatt.

9 T jelű azbesztnél 1200 g/l felett.

Amfibol azbeszt

Fajsúlya 2,5—3 kg/dm³, keménysége 5—6.

A krizotilazbeszttől nagyobb kovásva, alacsonyabb kristályvíz és néha magasabb vasoxid és alacsonyabb magnéziumoxid tartalmával különbözik.

1. *Antofillit*. Képlete : $7MgO \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$.

Színe szürkésfehér. Szálhosszúsága ritkán éri el az 50 mm-t, inkább rövidebb szálú. Törekenyebb, ridegebb, mint a krizotil, azonban savaknak jól ellenáll, ezért a kémiai ipar nagy mennyiségben

9. táblázat

Szovjet azbesztosztályozás szítálás szerint

Szövetszerkezet	Osz-tály	Minőség	Maradék súly %-ban a szítalelem belvilág átmérője szerint			1,6 (harmadik szita) mm-es szítalelem átmegy	Por és törmelék %-ban		Térfogatsúly grammokban
			12,7 mm első szita	4,8 mm második szita	1,6 mm harmadik szita	legfeljebb	Összesen	Ebből törmelék	
Kemény	1	ZS-1-40	40	legalább 35	22	3	—	—	
	1	ZS-1-30	30	40	26	4	—	—	
	2	ZS-2-10	10	55	30	5	—	—	
	3	ZS-3-37	0	37	50	13	2	0,5	
	4	ZS-4-15	0	15	55	30	6	0,5	
	5	ZS-5-55	0	0	55	45	15	1,5	
Félig kemény	6	ZS-6-38	0	0	38	62	24	2,0	
	6	ZS-6-25	0	0	25	75	28	2,0	
	2	P-2-30	30	legalább 53	13	4	—	—	
	2	P-2-15	15	65	15	5	—	—	
	3	PZS-3-50	—	50	35	15	3	0,5	
	3	P-3-70	—	70	20	10	3	0,5	
Puha	3	P-3-60	—	60	30	10	3	0,5	
	3	P-3-50	—	50	35	15	3	0,5	
	4	P-4-35	—	35	45	20	5,5	0,5	
	4	P-4-20	—	20	58	22	6	0,5	
	4	P-4-5	—	5	70	25	7	0,5	
	5	P-5-65	—	—	65	35	14	1,5	
Nem garantált szövetszerkezet	5	P-5-50	—	—	50	50	17	1,5	
	6	P-6-45	—	—	45	55	23	2,0	
	6	P-6-30	—	—	30	70	26,5	2,0	
	3	M-3-70	—	legalább 70	20	10	2	0,5	
	3	M-3-50	—	50	38	12	3	0,5	
	4	M-4-20	—	20	60	20	5	0,5	
Félig szilárd	4	M-4-10	—	10	65	25	6	0,5	
	4	M-4-5	—	5	70	25	7	0,5	
	5	M-5-70	—	—	70	30	13	1,0	
	5	M-5-60	—	—	60	40	15	1,5	
	6	M-6-40	—	—	40	60	24	2,0	
	6	M-6-30	—	—	30	70	26	2,0	
Félig szilárd	6	K-6-30	—	—	30	70	30	2,0	
	6	K-6-20	—	—	20	80	32	2,0	
	7	K-7-15	—	—	15	85	32	1,5	
	7	K-7-10	—	—	10	90	35	1,5	
	7	K-7-370	—	—	—	—	—	—	
	7	7-450	—	—	—	—	—	—	
Félig szilárd	7	7-520	—	—	—	—	—	—	
	8	8-750	—	—	—	—	—	—	
	8	8-750	—	—	—	—	—	—	
Félig szilárd	3	PC-3	—	Különleges minőség 45	40	15	3	0,5	
	4	PC-4	—	25	55	20	40	0,5	
	5	PC-5	—	—	60	40	12	1,5	

használja. Fajsúlya 2,85—3,20 kg/dm³, olvadási hőmérséklete 1150—1340 C°.

2. Amozit. Képlete:

5. MgO. 18FeO. Fe₂O₃. Al₂O₃25. SiO₂5H₂O.

Színe a fehértől a zöldes és hamuszürke színen át a barnáig változik. Szálhosszúsága igen nagy, a 250 mm-t is eléri. Szálainak szilárdsága magas, azonban feltárásnál ridegsége miatt ez nagyon lecsökken. Fellazítva szigetelési célokra használják.

3. Tremolit, aktinolit. Képlete: 2CaO, 5MgO. 8SiO₂H₂O.

Színe zöldesfehér, vastartalma tág határok között változik. Az 5%-nál nagyobb vastartalmú tremolit azbesztet aktinolitnak hívják. Szilárdsága, rugalmassága kicsiny, ipari jelentősége úgyszintén.

4. Krokidolit. Képlete:

3Na₂O. 6FeO. 2Fe₂O₃. 16SiO₂H₂O.

Színe magas vastartalma miatt kék. Ezért ezt a fajtát kékazbesztnek hívják. Szakítószilárdsága, rugalmassága nagy. Ebben a tekintetben az amfibol azbesztek közül a legjobb és túlszárnyalja a krizotilt is. Olvadáspontja 1150 C°. Vegyi hatásoknak jól ellenáll.

Az azbeszt felhasználása

Az ipar az azbesztnak nagy mechanikai szilárdságát, magas hőállóképességét, kis szálfinomsága következtében nagy aktív felületét, és így jó szűrőképességét, jó hő, hang és elektromos szigetelőképességét, lág- és saválló tulajdonságát hasznosítja.

Legnagyobb felhasználója az azbesztcementipar. A felhasználásra kerülő azbesztnak mintegy 80—85%-át az azbesztcementipar dolgozza fel. Erre a célra elsősorban a nagy szilárdságú krizotil és krokidolit azbeszt középhosszúságú fajtái a legjobbak. A többi fajta alacsony szilárdsága és ridegsége miatt nem alkalmas. Jó minőségű és nagy szilárdságú cementtel, nagy törőerőt képviselő tetőfedő sík és hullámlemezeket, fal és bútorok burkolására, valamint ipari kapcsolótáblákra, kapcsolószekrények, vagy más másodosztályú szigetelőt megkívánáló helyre különféle vastagságú burkolólemezeket, lefolyó- és nyomócsöveket és ezek idomdarabjait állítják elő.

Másodosorban dörzsanyagok készülnek belőle. Ezek a hosszabbszálú azbesztnak (fonható, szóhető) pamuttal és rézhuzallal együtt történő feldolgozásánál készülő, műgyantával átítatott szalagok. Nagyon fontos gyártmányok, melyek nélkül a korszerű, nagysebességű gépjárműforgalom el sem képzelhető már.

Legismertebb az azbesztből készült hőszigetelőanyag, és hőszigetelés. Ez a felhasználás, valamint hang- és elektromos szigetelőként való felhasználása más pótnyakok javára erősen csökkent.

Azonban változatlan jelentősége van az azbeszttel készült magasnyomású tömítőanyagoknak (Klingerit, Tauril, Kenteur, Suprime stb.). Ezeknél az azbesztet más hőálló ásványi anyagokkal és gumival, mint ragasztóanyaggal dolgozzák fel.

Nagyfokú szálfinomsága és nagy aktív felületén alapuló jó szűrőképességét az élelmiszer- és vegyipar használja fel. A borpincészetek pl. azbeszten átszűrve tisztítják és ezzel gyorsabban érlelik a bort. De használatos gyümölcszörp- és sajtgyártásnál is. A vegyi szűrőket kedvezőbb savállósága miatt általában amfibolazbesztből készítik (pl. Antofillit, Tremolit). Gázlárc szűrőbetétekhez krokidolit azbesztet használnak.

Ezen kívül számtalan más célra használják az azbesztet. Pl. Hegesztőelektródák bevonására (jó salakképző anyag), akkumulátorok szigetelésére, rezgésmentes alapozásra, gázlámpaégők, tűzoltók, hegesztők és más meleg helyen dolgozók ruházati felszerelése, színházi függönyök és díszletek stb.

Azbesztlelőhelyek

A *krizotil* azbeszt jelentősebb lelőhelyei a következők:

Szovjetunió: Ural és Szibéria.

Kanada: Quebec és Ontario.

Afrika: Délrodézia, Swaziland, Transvaal.

Ciprusz szigete.

Kína: Chihli (Hopeh) és Mandsuria.

India.

Olaszország.

Ausztrália: Nyugatausztrália, Délausztrália, Queensland, Új-Délwales.

USA: Verment, Arizona.

Délamerika: Venezuela.

Krokidolit (kékazbeszt):

Afrika: Fokföld, Délafrika.

Ausztrália: Délausztrália, Nyugatausztrália.

Délamerika: Bolivia (iparilag nem használható).

Amozit:

Délafrika: Transzvaal.

Antofillit:

Finnország.

USA: Georgia.

Tremolit:

Olaszország.

USA: Kalifornia.

Balkán: (Bulgária, Törökország).

USA.

Aktinolit:

USA.

Szintetikus azbeszt

Az azbesztben mutatkozó nagy kereslet és az ennek következtében fennálló nagy azbeszthiány a kutatók figyelmét az azbeszt mesterséges előállítására irányította. A legkülönbébb módon végzett kísérletek azonban nem hozták meg a kívánt eredményt, ugyanis az így előállított azbeszt túlságosan rövidszálú és nagyon törékeny. Ipari felhasználásra alkalmatlan. Annak ellenére azonban, hogy a szintetikus azbeszt előállítása terén mégcsak a kezdő lépések történtek meg, biztató jelek vannak arra, hogy a kutatók munkáját ha nem is egyhamar, végül mégis siker fogja koronázni.

Az azbeszt mesterséges előállításánál az első lépést jelentette a rövidszálú (mikro) azbeszt összedolgozása révén kialakított hosszúságú azbeszt előállításának kísérlete. Erre a következő módszereket dolgozták ki:

1. Mikroazbeszt és mész keverékéhez oldható szilikátot adnak, minek következtében kalciumszilikát képződik, mely kötőanyagként szerepel (Driscoll és Bruce).

2. Az azbesztróstockat elektrosztatikus úton párhuzamos helyzetbe hozzák, majd magas hőfokon víz és fluor gőzének teszik ki (Lüdke).

3. A mikroazbesztet szilikon tetrakloriddal hozzák reakcióba, amely lánchosszúságnövelő kondenzációt idéz elő (Callinan).

A szintetikus azbeszt előállítása terén eddig a következő eredmények váltak ismertté:

a) MgO, SiO₂ és víz autoklávban, 500 C°-ig történő hidrotermális kezelése. (Brandenberger, eredmény elektronmikroszkóppal mérhető mikroazbeszt).

b) Magnéziumsó oldatának reakciója — MgCl₂ — alkali szilikáttal — vízűveg — 100 C°-nál. (Brandenberger, eredmény elektronmikroszkóppal mérhető mikroazbeszt).

c) A b) pontban ismertetett eljárás diffúziós kristályosítása. (Noll, eredmény 0,2 mm hosszú krizotil azbeszt).

d) Magnéziumoxid — MgO — és alkalimentes metakovasav — H_2SO_4 — szintézise a víz kritikus hőfoka alatt, külön kristályosítás használata nélkül. (Jander és Wuhrer).

e) Szilikagél és magnéziumsó oldatok 300 C°-on 250 at. hidrogénnomáson való kezelése (Ipatiew és Muromtseff, eredmény hosszúságú krizotil).

f) Pneumatolitikus szintézis hevített gőznek összetett vegyületek feletti áthaladásával. (Lüdke, eredmény tömítésekhez és fékbetétekhez használható alacsonyviskozitású, törekeny azbeszt).

IRODALOM

Szovjet:

P. N. Szokolov: Azbesztcementkészítmények gyártásának technológiája.

Ural azbeszt (Sojuszpromexport).

Német:

Becker et Haag: Asbest.

Techel, Freier, Lange: Chinesischer Asbest (Silikattechnik).

Angol:

Oliver Bowles: The Silk of the Mineral Kingdom.

Materials Survey — Asbestos.

Technical and Scientific Developments. Related to the Asbestos Industry in Germany.

The asbestos Factbook („Asbestos“ 1944.)

The History of the Amosit („Asbestos“ 1953. 3.).

Processing Raw Asbestos. („Asbestos“ 1947.)

Milling Asbestos („Asbestos“ 1946. I.)

Canadian Chrysotile Asbestos Classification („Asbestos“ 1949. 1.).

Test for Cotton Content („Asbestos“ 1944. 5.)

Processing Asbestos Fibres („Asbestos“ 1943. 4. 6.)

Varieties and Uses of Asbestos („Asbestos“ 1950. 9.)

The commercial value of south African asbestos. („Asbestos“ 1954. 11. 12.).

Cseh:

S. Privalinec: Az azbeszt gyapotosítása. („Stavivo“ 1952. 9.)

R. Barta és V. Satava: Az azbesztre vonatkozó legújabb ismeretek. („Stavivo“ 1954. 1.)

Argentín:

N. P. Waganoff: Asbestocemento (Fibrocemento). Buenos Aires, 1952.

Menetrendi gazdálkodás az építőanyagipari üzemekben

H A V A S B É L A *

A villamos energia gazdálkodás az erőművek korlátozott kapacitása következtében, valamint az alapszénbázis kiméltése érdekében jelentős mértékben a teljesítménygazdálkodás, illetve a tervszerű menetrendes villamosenergia vételezés jellegét vette fel és ennek sikere érdekében a kormány megfelelő rendeletekkel, végrehajtási utasításokkal kialakította a szükséges módszereket. A menetrendszerű gazdálkodás célja a rendelkezésre álló villamosenergia mennyiségével úgy gazdálkodni, hogy a népgazdasági szempontok szerint legértékesebb felhasználás biztosított legyen.

1. Elsősorban a magánfogyasztás, tehát a lakosság életszínvonalának biztosítását szolgáló világítási és egyéb vételezés.

2. A hivatalok, intézmények és a kisipar fogyasztása.

3. A nagyipar fogyasztása fontossági sorrendben népgazdasági szinten meghatározva.

A menetrendszerű villamosenergia-vételezés 1954. év február 15-én lépett életbe és az azóta eltelt idő a végrehajtásra vonatkozólag igen sok pozitív és negatív tapasztalatot nyújtott. A menetrendszerű vételezés célja — mint ismeretes — az, hogy a rendelkezésre álló összes villamosenergia mennyiségének figyelembevételével népgazdasági szinten szabja meg az egyes tárcák által igénybevehető villamosenergia mennyiségét. Gyakorlatilag ezt a menetrendek készítésénél úgy hajtják végre, hogy a népgazdaság felméri azt a villamosenergia mennyiséget, amely a különféle hónapokban egyrészt a fogyasztás, másrészt a termelési lehetőségek figyelembevételével rendelkezésre áll.

A fogyasztás alatt ebben az esetben azt a megosztást értjük, amelyen belül az ipari fogyasztást elválasztjuk a világítási, háztartási, kisipari és mezőgazdasági jellegű fogyasztási kategóriáktól. Erre a szétválasztásra azért van szükség, mert a júliusi program irányelvei szerint a magánfogyasztás részére szolgáló, tehát a dolgozók életszínvonalát emelő és biztosító villamosenergiamennyiséget mindenképpen a fogyasztók rendelkezésére kell bocsátani.

Tovább osztva ezt a kiemelendő kategóriát, itt találjuk elsősorban a háztartási fogyasztást, a világítási, főzési és az egyéb háztartási készülékek energiaigényeit. Ide tartozik az úgynevezett általános fogyasztás is, amely nem a magánlakásokban, hanem a dolgozók által a mindennapi életben igénybevett, túlnyomó részben világítási fogyasztásra vonatkozik. Ez a hivatalok, szórakozóhelyek, üzletek, stb. fogyasztása.

A továbbiakban ebbe a kategóriába sorolható az ún. kisipari fogyasztás, valamint azon mezőgazdasági fogyasztás, amely nem nagyüzemszerűen jelentkezik a villamosenergia-fogyasztások között. Nem fér kétség ahhoz, hogy az életszínvonal emelése érdekében ezen fogyasztók kielégítésére mindenképpen szükség van, illetve az észszerű propagandán kívül ebbe a kategóriába beavatkozni nem lehet. Az általános fogyasztásra vonatkoztatott takarékosági rendelkezés jellegű beavatkozáson kívül a fogyasztás korlátozására annál is inkább nincs lehetőség, mert ez a fogyasztóterület millió felüli fogyasztóra terjed ki, s így a fogyasztás szabályozása szervezetenként igen nagy nehézségekbe ütköznék. Ezt a kategóriát az összteljesítményből tehát le kell vonni.



1. ábra

A menetrendek megállapításánál a villamos erőművek összteljesítményének figyelembevétele után nyilvánvalóan ezek önfogyasztása és a hálózatok vesztesége is számításba veendő, továbbá a tervszerű karbantartással az összkapacitásból változóan hónapról-hónapra kiemelt egységek teljesítőképessége is. Miután azonban az erőművek vagy erőműberendezések karbantartási feladata nem határozható meg mindig előre és váratlan kiesésekkel számolni kell, ennek statisztikai számokból adódott valószínű értékét az összteljesítményből szintén le kell vonni.

Az így fennmaradó teljesítmény áll a nagyipar rendelkezésére, amely az erőművek teljesítményének gyakorlatilag kb. $\frac{2}{3}$ részét teszi ki. Ez azt jelenti, hogy aránylag kis számú fogyasztó vesz igénybe olyan nagy villamosenergia-mennyiséget, amelynél a szervezett beavatkozás, a fogyasztás szabályozása már jelentős könnyítést hozhat a villamos teljesítménnyel való gazdálkodásban (1. ábra).

A többi kategóriánál — mint már említettük — a fogyasztók száma, a fogyasztás nagyságrendje a fogyasztás jellege viszonylag kis beavatkozási lehetőséget nyújt, mert a többi kategóriák részben a leadott teljesítménytől függőek (pl. az erőművek önfogyasztása és a veszteség), részben pedig szorosan a napszak visszatérő és meg nem változtatható jelenségeivel függnek össze (pl. a reggeli sötétség végén, a délutáni sötétség kezdetén jelentkező világítási teljesítmény, valamint az emberek munkabeosztásával szorosan összefüggő háztartási fogyasztás, közlekedés).

Megállapítható tehát, hogy az ipar vonalán való beavatkozás tudja csak hathatósan a teljesítmény-igénybevételt szabályozni. Az ipar azonban nem egységes technológiai, szervezeti felépítésű, és így az iparon belüli teljesítménygazdálkodásnál a végrehajtás érdekében le kell menni elsősorban a szervezeti, másodsorban a technológiai adottságok szerinti megosztáshoz.

A szervezeti megosztás nyilvánvalóan az — és ez jelentős mértékben a technológiai szempon-

tokkal is egyezik —, hogy a fogyasztást tárcák szerint bontjuk szét, illetve az ipar részére rendelkezésre álló összteljesítményt a tárcák szerint menetrendszerűen szétosztjuk (2. ábra). Ismert körülmény az, hogy a felvett teljesítmény azonos üzemnél, így tehát a sok üzem együttes teljesítményét képviselő tárcánál, vagy iparágban nem azonos minden időszakban. A vasárnapi teljesítmény, de a szombat délutáni teljesítmény, sőt a hétfő délelőtti teljesítmény is sok esetben tér el az ún. hétköznapi kisebb változásoktól, eltekintve azonos napi teljesítmény-igényektől. Ezért tehát ezekre a különféle jellegű munkanapokra külön menetrendet kell megállapítani, annál is inkább, mert — ez nagymértékben vonatkozik a vasárnapra — az erőművek részére a hét egy-egy napján karbantartás, salakozás és egyéb célokra nagyobb leállási lehetőséget kell biztosítani. Ismert és a fentebb említettekől következik, hogy a napszak villamosenergia-igénye sem azonos az év minden részében (3. ábra). A világítási csúcsból eredő teljesítménytöbblet fedezése érdekében a világítási időszakban negatív csúcsot kell képezni. Az ipar részére az ipari menetrendekben — éjszakai viszonylag kisebb teljesítmény következtében — az éjszaka folyamán több fölös teljesítmény áll termelési célokra rendelkezésre, de a napszak többi részében kialakult konvenció és egyéb befolyások következtében is változó a teljesítmény. Így pl. a déli ebéd-időszaknál jelentős betörés tapasztalható, viszont délelőtt 10 órakor az ipari teljesítmény a maximumot éri el egyszerűen abból az okból kifolyóan, hogy ez az időszak, amikor az üzemekben a munka a legnagyobb eredményességgel folyik. A villamosvasút közlekedése szorosan kapcsolódik a munkaidőhöz és az ipari összteljesítmény igénybevételt időszakosan reggel és délután növeli. Ilyen jelenségek más iparágban is jelentkeznek. Pl. a bányavontatás reggel 5, déli 1 és esti 9 óras csúccsal jelentkezik.

Fentiekből következik, hogy az ipar részéről igénybevett teljesítmény nem egy egyenes vonalat képez és ennek egyenetlenségéhez a tárcabontásnál a különféle iparágak jellegzetes igényei még további napszaki teljesítményváltozást okoznak, mert hiszen a közlekedés, vagy a bányavontatás

Tél	Nyár
	Egyéb
	Téglaipar
Egyéb	Finomkerámia, üveg
Téglaipar	
Finomkerámia, üveg	
Cement	Cement

2. ábra

csúcsigényét csakis valamely más tárca terhére lehet teljesíteni. Mindezekből az következik, hogy a szétosztásnál a tárcák részére egy erősen hullámos, úgyszólván a napszak minden órájában változó teljesítmény áll rendelkezésre és mert ez a menetrendben tervezett teljesítmény nagymértékben közelíti meg az össztermeléshez szükséges villamosenergia értékét, a termelést csak abban az esetben tudják az üzemek biztosítani, ha a tárca az így alakított menetrendet teljes egészében ki is tölti.

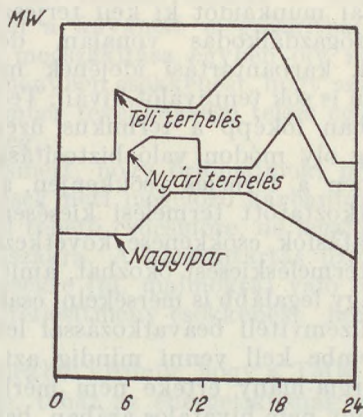
A tárca a menetrendeket iparágra, az iparág vállalatokra bontja, ahol további iparági, vagy vállalati jellegzetességek következtében a menetrend üzemi bontásban még tagozottabb képet ad és a végső feladat e tekintetben, ezt az óránként változó menetrendet az üzemekben úgy követni, hogy a menetrenden belül planimetrálható kWó igénybevétel arányában legyen biztosítható az üzem technológiai termelése.

Természetesen ez nem minden jellegű üzemnél vihető keresztül. A tárca-menetrendek és ezen belül az iparági menetrendek megállapításánál azonban figyelembe lettek véve azok az üzemek, amelyeknél a tagozódás szervezeti beavatkozással nem biztosítható, vagy a napi teljesítményváltozás a kívánt mértékben nem vihető keresztül. Ilyen pl. az alumíniumipar, vegyüzemek bizonyos mértékben, a bányászat, a hűtőipar és azok a termikus jellegű üzemek, ahol szakaszosságot csak technológiai beavatkozás útján lehet biztosítani. Az energetikusok előtt tehát komoly és nehéz feladat áll akkor, amikor az adott menetrendhez képest biztosítani akarják a termelés zavartalanságát, másrészt az energia-igénybevétel nagyságrendjét úgy kívánják szabályozni, hogy túllépés következtében az Országos Villamosenergia Felügyelet (OVILLEF) az üzemet ne kapcsolja le és továbbmenően, az ilyen, vagy a rendeletben körülírt egyéb szabálytalanságok következtében a felelősök ellen büntető eljárás ne induljon.

A menetrend által behatárolt teljesítményérték nyilvánvalóan összefüggésben van a termelés lehető nagyságrendjével. Az adott menetrend szerint tehát a termelés zavartalanságát csak úgy lehet biztosítani, ha az üzem a menetrendjét teljes egészében kihasználja. A tapasztalat azt mutatja, hogy az üzemek éjszaka messze az engedélyezett menetrend alatt maradnak, holott például egy cementgyár a zúzást, őrlést, szállítást, vagy egy téglagyár az előkészített anyagból préselést vagy egyéb villamos teljesítményt igénybevevő munkát viszonylag kevés munkaerő mozgásával éppúgy elvégezhet, mint a nappali időszakban. Ennek elmulasztása az üzemet arra kényszeríti, hogy a napszaki, sőt csúcsidei teljesítményét emelje, ami a veszélyes zóna megközelítését vagy átlépését, csúcsidőn kívül pedig a menetrend ki nem használását eredményezi.

Az üzem menetrendje

Az energetikus tehát a hónapra vagy negyedévre vonatkoztatottan kezébe kapja a menetrendet, amely megszabja, hogy hétköznap (ebben a



3. ábra

vonatkozásban a keddtől péntekig terjedő időt értjük) vasárnap, szombaton és hétfőn milyen teljesítményt vehet igénybe. Gyakorlatilag ez a menetrend a szokásos terhelésnél kb. 10%-kal szokott magasabb lenni, azonban ez a biztonság, amelyet ez a menetrend jelent, nem egyenletesen oszlik meg a napszak folyamán. Általában a reggeli és az esti csúcsidőben a menetrend semmiféle tartalékot nem biztosít, sőt a tárca által előre megszabott technológiai és szervezeti utasításokkal a szokásos, vagy kényelmes üzemeltetéstől eltérő teljesítmény-igénybevételi lehetőséget diktál az energetikusok részére és így természetesen az üzem vezetőjére is. *Az ellenőrzés feladata ennek az előírt üzemeltetésnek a biztosítása.*

Fentiek egyben meghatározzák a menetrendi gazdálkodás sikeres keresztülvitelének egyik fő előfeltételét: a technológus és az energetikus együttműködését. A menetrendi gazdálkodás gyakorlati keresztülvitele céljából tehát mindenekelőtt tisztázni kell az üzemben belül a technológus energetikai vonatkozású kötelezettségeit, valamint az energetikus jogát arra vonatkozóan, hogy az üzemvitelbe milyen mértékben avatkozhat be. Akár a menetrendi behatárolás teljesítését, akár pedig az esetleges és valószínűen el nem kerülhető korlátozásokat vesszük figyelembe, mindenképpen az energetikusnak bele kell folynia a termelés és vele együtt a teljesítmény időrendi elosztásának megtervezésébe. Ez vonatkozik éppen úgy a hőközi, mint a napközi, sőt hétközi üzemvitelre is, sőt ott, ahol nagyobb egységek, vagy a saját erőművek karbantartása az éves üzemvitel az energiavételezés átcsoportosítását kívánja meg, ott még az évi termelési terv kialakításában is részt kell venni.

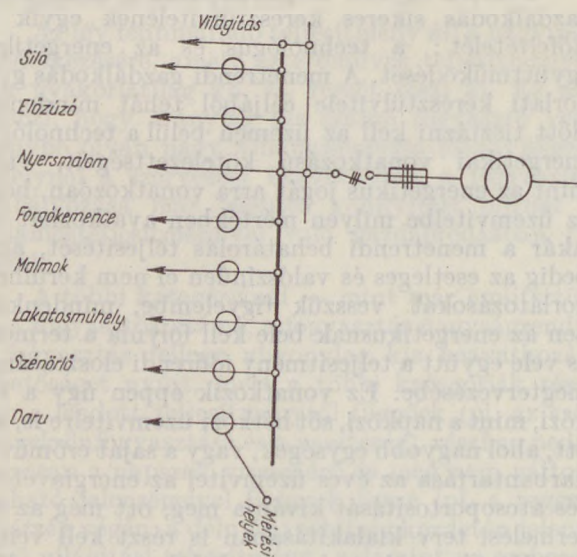
Miután a tárca és azon belül az iparág előre meghatározott menetrendet kap, amely a rendelkezésre álló teljesítménnyel azonos, nyilvánvaló, hogy a menetrendi elosztás csak más üzemek terhére változtatható meg. Az átcsoportosítás a termelés vonalán éppoly nehézségeket jelenthet — sőt bizonyára jelent is a többi üzemre nézve — mint amilyen előnyt egy kedvezményezett üzem magának követel.

A termelési tervek energetikai szempontok szerint való szabályozása több okból komoly gondot okoz az üzemvezetőségnek. Így pl. nehéz őszi és téli energiahelyzetnél valószínű, hogy a vásár-

napi éjszakai munkaidőt ki kell terjesztteni, ami a munkaerőgazdálkodás vonalán, de esetleg munkagépek karbantartási idejének meghatározása vonalán is sok tennivalót kíván. Technológiai vonatkozásban főképp a termikus üzemeknél a szakaszosság oly módon való biztosítása, hogy a kívánt időben a terhelés csökkenjen, az időegységre vonatkoztatott termelési kiesésen kívül a termikus határfok csökkenése következtében továbbmenő termelés kiesést okozhat, amit kiegyensúlyozni, vagy legalább is mérsékelni csak jól megszervezett üzemviteli beavatkozással lehet.

Figyelembe kell venni mindig azt, hogy a villamosenergia-hiány értéke nem mérhető kWó hivatalos vagy nem hivatalos árban, hanem mindenkor az elmaradt termelt érték, vagy a selejtbe ment termelt érték egyenértékével. Vegyes üzemeknél, ahol termikus és motorikus technológiák együttesen végzik a munka feladatait (és az építőanyagipar túlnyomó többsége ilyen: cementgyár, téglagyár, üveggyár), a kétféle, tehát a termikus és motorikus fogyasztás, illetőleg üzemeltetés egymásra hatását is figyelembe kell venni.

A forgókemencéknél a motor leállása, vagy lassú fordulatszámra kihat a termikus határfokra, sőt minőségre is, a téglagyártásnál a motorikus előkészítő munkák a kemence üzeméhez kapcsolódnak és egyik vagy másik lemaradása torlódást okoz és így tovább. Az energiagazdálkodásnál tehát a villamosvételezési menetrend elkészítésénél figyelembe kell venni a többi energiafelhasználási területet is.



4. ábra

Közelítőleg azonos teljesítményű üzemeknél a napszak bizonyos részeiben megkívánt kisebb teljesítmény a napszak többi részének fokozottabb termelési kihasználását teszi szükségessé, amely mindenképpen jó szervezési felépítést, de néha kisebb beruházást is igényel (pl. cementgyárakban a cementörlemlők üzemének és esetleg örlőkapacitás növelése, tárolóbunkerek stb.).

Ezeket a feladatokat az üzemvezetőség — a művezetői bontva a felmerült problémákat —

általában meg tudja oldani és saját érdeke, hogy megoldja. Sokkal nehezebb azonban az energetikus feladata, aki általában a szükséges tennivalók elvégzésénél, de már a megtervezésnél is szükségszerűen termelési érdeket, a beralapot, a határidőket védő üzemvezetőség ellenállásával találkozhat. Továbbmenően azonban az energetikus általában még saját munkaterületén is komoly akadályokat talál. Így egyik legjellegzetesebb akadály az energetikus munka megkezdésénél jelentkezik: az üzem termelési tervének és technológiai berendezésének ismeretében tapasztalható járatlanság. Energetikusaink az elmúlt évben el voltak temetve a rájuk kényszerített papirtengerben és nem volt alkalmuk maguknál a szó szorosabb értelmében vett energetikai berendezésnél sem a szükséges tennivalókat számontartani, még kevésbé ismerték a munkagépeket, sőt általában a motorok, termikus berendezések üzemi feladatait sem.

Fentiekből következik az, hogy az energetikus első feladata az üzem energetikai berendezésének pontos feltérképezése és ehhez kapcsolódóan, de ettől függetlenül is az üzem mechanikai termikus és világítási teljesítményének munkagépekre vonatkoztatott elosztása. A másik főfeladata az, hogy megismerje az üzem tervét, a gyártott cikkek fajlagos energia-igényét, az üzem technológiai sajátosságait stb.

A feltérképezésnek ki kell térni arra, hogy a villamosberendezések kapacitása milyen mértékben felel meg a kívánt célnak. Ebben a tekintetben nagy gondot kell fordítani a hálózati és berendezési veszteségek kiküszöbölésére. A gyakorlat azt mutatja, hogy üzemünkben gyakran a belső elosztóhálózatok vesztesége a 10%-ot meghaladja, amellyel pl. világítás és termikus határfok szempontjából a technológiai műveletek zavartalan és selejtmentes lebonyolításának akadályát képezik.

A belső hálózat okozta feszültségesegek, amelyek nem egyszer a rossz teljesítménytényező következtében állnak elő, a motorok leégését okozhatják, ami üzemzavart, az üzemzavar miatt pedig más időszakban nagyobb teljesítmény-igénybevételt jelent. Nem kívánunk itt foglalkozni akár a rossz teljesítménytényező, akár a hálózati veszteség elhárításának módjaival, azonban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy ennek kiküszöbölése energetikai és termelési érdekek is és ebben a kérdésben a gazdaságossági számok kimutatása, figyelembevétele az amúgy is nehéz ellátási viszonyokat, az energetikusok legfontosabb feladata. Minden energetikusnak tisztában kell lennie az üzemrészek és a csatlakozás teljesítménytényezőjével, csatlakozástól a munkahelyig észlelhető feszültségesséssel, a napszak minden időpontjában.

A villamosberendezés feltérképezésénél különös gondot kell ügyelni arra, hogy az energetikus a mérő, tehát az ellenőrző pontokat megtalálja és ennek alapján az energiagazdálkodási műveleteknél tevékenységét arra a területre koncentrálhassa, ahol az racionálisabbnak ígérkezik. Az üzemek műszerezettségének igen alacsony fokú és jelenleg az üzemek általában még a teljes üzemterhelést sem

tudják kellőképpen mérni, nemhogy az egyes üzemszámok vagy gépegységek felvett wattos vagy meddő teljesítményét. Az energetikus feladata azonban ennek ellenére az, hogy megkeresse a szükséges mérési pontokat és a műszerezettség fejlesztésénél ezek figyelembevételével állítsa össze azokat az igényeket, amelyeket az OVILLEF természetesen mindenkor támogatni fog (4. ábra).

A feszültségviszonyok megjavítása különösen fontos az elektrotermikus berendezéseknél, ahol a feszültségvesztésben mutatkozó veszteség a termikus határfoknál négyzetesen jelentkezik és így az energiafelhasználásban jelentős mértékben vételezési többletet okoz.

Nem tartozik szorosan a teljesítménygazdálkodáshoz, de szoros összefüggésben van azzal a fajlagos fogyasztás terén végzendő energiagazdálkodással. Kétségtelen az, hogy a fajlagos érték csökkentése egyben teljesítménygazdálkodás jelentőségével is bír, mert általában kisebb lesz a villamosenergia-fogyasztás. Az építőanyagiparban erre bő lehetőség kínálkozik. Ismeretes az, hogy egyes cementgyáraink fajlagos fogyasztása rendkívül magas, ezt nem indokolja eléggé az üzem jellege.

Az építőipar telepítési jellegénél fogva különös jelentőséggel bír üzemben belül a fázisjavítás is, mert a nagy meddő természetszerűleg jelentős hálózati és berendezési veszteséget okoz, amely ha nem is jelentős mértékben, de érzékelhetőleg növeli az igénybevett teljesítményt.

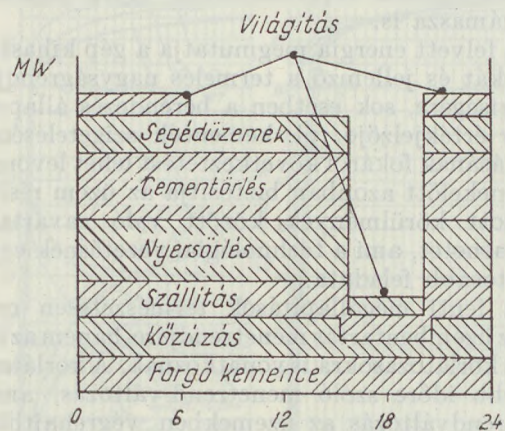
Az energetikusnak meg kell ismernie a rábízott üzem technológiáját, és pontosan kell ismernie az egyes munkagépek, munkagépcsoportok, üzemszámok felvett teljesítmény-igényét. Ez nem mindig egyszerű feladat, mert jelentkezik olyan — végső fokon villamosenergia-fogyasztó berendezések is, amelyek nem, vagy nem minden esetben reteszelt mérési vonatkozásban egyes üzemszámokra. Ilyenek pl. a szállítóberendezések. Ez az elosztási mód bányákban még fokozottabb mértékben áll fenn. Ilyen esetben is meg kell találni az energetikusnak, a más úton való mérés bevezetésével, az egyes egységek által felhasznált energia meghatározásának a módját, mert az operatív beavatkozásra csakis ilyen adatok alapján van lehetőség akár teljesítmény, tehát menetrendi, akár kWó-gazdálkodásról van szó. Nem közömbös a villamosenergia teljesítmény szempontjából az az ipari levegő felhasználásának ütemezése sem, különös tekintettel a bekapcsolt kompresszorok számára (mert az üresen járó kompresszor 25—40%-át veszi fel a terheléssel járó egységnek).

Meg kell ismernie az energetikusnak az üzemi berendezések sajátosságait. Így pl. mely üzemszám milyen mértékben korlátozható a teljesítményfelvételben anélkül, hogy ez a termelésben, vagy a termeléssel kapcsolatos egyéb népgazdasági érdekeknel nagyobb mérvű káros változást okozna. Meg kell ismernie azt, hogy a termikus berendezést mennyi időre lehet kikapcsolni, vagy mennyi ideig lehet hőntartással kisebb energiafelvétellel üzemben tartani anélkül, hogy a kemence lehűlése következtében a kemencében lezajló kémiai folyamatoknál a technológiai cél megsemmisüljön, vagy esorbát szenvedjen.

Meg kell ismerni azokat a munkagépeket, amelyeknél a folyamat megszakítható, illetve a folyamat megszakítása egyben oly módon jelent a teljesítményben csökkenést, hogy ezzel egyidejűleg sok ember tevékenysége teljes egészében nem szűnik meg.

Közismert, hogy őrlőmalmok, prés és egyéb berendezések heti megelőző karbantartása nehézség nélkül tehető csúcsidőre, de legalább is a második műszakra. A karbantartás üzemekre vagy berendezésekre (pl. malmokra) való elosztása jellegzetes teljesítmény-csökkenést hoz a kívánt időben.

Fentiekből kitűnik, hogy a TMK helyes megszervezése, tehát az energetikusnak a TMK felelőssel való szoros kapcsolata komoly segítséget jelent a menetrend betartása szempontjából.



5. ábra

Mindez azonban csak akkor mehet át a gyakorlatba, ha a fenti szempontok megfelelő térképezéssel alá vannak támasztva. Elsősorban tehát az egyes üzemszámok teljesítmény-igényét 24 órára, sőt egész hétre a különféle jellegzetességű napokra vonatkoztatva meg kell állapítani oly módon, hogy ezek összege adja ki az üzem együttes terhelési görbéjét, jelen esetben menetrendjét.

Már az üzemszámok terhelésének megállapításánál is mód van arra, hogy az átesortosítási helyeket megtaláljuk és a technológiákkal való egyetértésben ezt érvényesítsük. A jó energiaterkép másodpercek alatt megmutatja azokat a pontokat, ahol közbelépésre van mód, vagy szükség, de egyben lehetőséget ad arra is, hogy a végleg kialakított és elfogadott menetrend betartását az energetikus ellenőrizhesse és be nem tartása esetén felelőssé tehesse az energetikai érdekeket sértő személyt vagy üzemszámot.

Ez a pont a menetrendi gazdálkodás legkényesebb és legfontosabb pontja. Nagy üzemben nem egy, de még több energetikus sem tud állandóan mindenütt jelen lenni. És ha nem szervezi meg magának üzemszámokra vonatkoztatva a részleg felvett, illetőleg átadott teljesítmény-ismeretében az ellenőrzést, akkor munkája eredménytelen lesz és a felelősséget olyan tevékenységért is vállalnia kell, amelynek kialakításában semmi része nincs.

A menetrendi gazdálkodásnak az üzemben belül az ellenőrzés megszervezése az alapja, amelynek

lehetőségét a jó energiatérkép, a fogyasztó- és teljesítmény-igénybevevő helyek adatainak, jellegzetességeinek a teljes ismerete és regisztrálása adja meg.

Az energetikus feladata, főképpen egy nagyobb üzemben, az ellenőrzés megszervezése, funkcionálásának ellenőrzése legyen. Ehhez mindenekelőtt műszerekre, ill. megfelelő mérés-technikai ismeretekre van szüksége és így az üzem megfelelő feltérképezése után az energetikus a műszerezés mértékét, módját kell hogy meghatározza. A fentiek jó megszervezése a továbbiakban könnyűvé teszi az energetikus munkáját, de támogatást nyújt egyben az üzem vezetőségének is, hisz a villamosenergia-fogyasztás, amennyiben exakt mérések alapján a termelési helyekre elosztottan nyújt támogatást az üzem vezetőségének, egyben a technológusok célkitűzéseinek egyik legfontosabb támasza is.

A felvett energia megmutatja a gép kihasználási fokát és jellemző a termelés nagyságrendjére mennyiségére, sok esetben a berendezés állapotának is értékjelzője (pl. kemencék szigetelésének, hőtartásának fokáról következtetést lehet levonni), mindenekelőtt azonban biztosítja az üzem részére az adott körülmények között való zavartalan üzemmenetet, ami a technológiai vezetésnek egyik legfontosabb feladata.

A fenti megállapítások természetesen nemcsak az üzembentartás menetrendjére, hanem az időszakos korlátozásokra is vonatkoznak. A korlátozás rövidebb időre szóló menetrend-változás, amely menetrendváltás az üzemekben végrehajtható.

A villamosművek általában ismerik a rendelkezésükre álló teljesítményt és a menetrendet, de a kiadott korlátozásokat aszerint állapítják meg, hogy a kooperációs hálózat egyensúlya biztosítható legyen. A korlátozások végrehajtásánál tehát a villamosművek primer feladata a kooperációs hálózat üzemének zavartalan fenntartása és a korlátozott értéken belül fennmaradó termelési érdek biztosítása. Ha a korlátozást az üzemek nem hajtják végre, akkor vagy a kooperációs hálózat egyensúlya szűnik meg és ennek következtében le kell kapcsolni az üzemeket és a hálózatot, ami feltétlenül nagyobb kár, mint a korlátozás végrehajtása, vagy pedig a villamosművek magasabb korlátozási értékbe mennek át a rendelkezésükre álló teljesítmény megfelelő szétoszthatósága érdekében és egy alapjában véve ok nélküli és helytelenül megosztott további korlátozást okoz. Ezért kell az áramszolgáltatás minden dolgozójának különös gonddal ügyelni a menetrend betartására.

Ezen népgazdasági szempontokon felül azonban figyelemmel kell lenni arra is, hogy a villamosművek a korlátozások végrehajtását ellenőrzik. Erre megvan a lehetőségük részben az üzemben lefolytatott méréssel, részben pedig a kimenő hálózatok energiaviszonyainak felülvizsgálásánál. Az energetikus igen súlyos büntetésnek teszi ki magát, ha a villamosművek ellenőrzése a korlátozás végre nem hajtásán, vagy nem megfelelő módon való végrehajtásán éri. A villamosműveknél az elosztó táppontokon is van mód a teljesítmény igénybevételének ellenőrzésére és ezzel a lehető-

séggel csakúgy, mint az üzemi ellenőrzéssel a villamosműveknek élni is kell.

A fentiekon kívül az energetikus munkájának megkönnyítésével akkor tud jó eredményt biztosítani, ha a szükséges adminisztrációs követelményeknek is eleget tesz: tehát a méréseket pontosan elvégzi, azokat bejegyzí az előírt naplókba és általában a tevékenységét abban a tudatban végzi, hogy népgazdaságunk legfőbb érdeke a zavartalan energiaellátás lehető biztosítása. Helyes, ha munkáját az ellenőrző szervekkel egyetértésben végzi el és nem hagyja üzemi vagy helyi szempontokból magát befolyásolni. A mérési technika anyagi és ismereti alapjának kifejlesztése tekintetében megfelelő tanfolyamot, megfelelő ismereteket és mindenkor az erre hivatott felügyeleti szervek segítségét kell igénybe vennie. Ez fokozottan áll az áramszolgáltatók ellenőrző dolgozóira.

Ehhez elsősorban az szükséges, hogy az energetikusok az üzemet teljes egészében megismerjék és a gazdálkodást gépi egységekre lebontva végezzék el. Nem elegendő az, ha az energetikus, illetőleg az üzem vezetősége általában ismeri statisztikából, vagy a kötelező mérésekből az üzem teljesítményét vagy fajlagos értékeit, hanem gépi egységekre lebontva és technológiai folyamatokra vetítve kell megismerni a villamosenergia teljesítmény és fogyasztás jellegét és nagyságát. Meg kell ismerni azt, hogy mely folyamatok szakíthatók meg vagy csökkenthetők, illetve növelhetők — a teljesítménygazdálkodás érdekében. — Ismeretes, hogy a cementörlés lényegében független az előbbi technológiai folyamatoktól, de a nyers iszap előkészítése és igénybevétele is lehetőséget ad a teljesítmény-gazdálkodásra. A durva zúzás és szállítás szintén szabályozható bizonyos mértékben, viszont a forgókemence villamosenergia-fogyasztása annak technológiájánál fogva nem szabályozható ilyen szempontból. Fentiekből következik, hogy a tárolási lehetőségek figyelembevételével a cementiparban a teljesítménygazdálkodás terén jelentős lehetőségek vannak, csakúgy mint a fajlagos fogyasztás csökkentése terén, ahol az egyes berendezések átvizsgálása, villamosenergia-fogyasztásának felmérése és összehasonlítása adja meg a gazdálkodás alapjait.

A téglagyártásnál a gépi munka egy része az időtengelyen eltolható és annak nagyságrendje a gépi berendezések teljesítményének ismeretében pontosan meghatározható. Ugyanez áll a kerámiai és üvegiparra is, s így végső következtetésképpen megállapítható, hogy az építőanyagipar terén meg van a lehetőség a teljesítménygazdálkodásra és ennek következtében a menetrendek oly módon való betartására, hogy a termelés érdeke hátrányt ne szenvedjen. Ehhez azonban az üzemi technológusok és az energetikusok közös és részletekig menő feltáró munkájára van szükség.

Összefoglalva tehát: az ipari villamosenergia-fogyasztásunknak közel 8%-át kitevő építőanyagipari villamosenergia-felhasználás terén úgy a teljesítmény, mint a fajlagos érték felhasználásánál a gazdálkodás érdekében az üzemeknek saját érdekükben is komoly erőfeszítéseket kell tenniük.

A klinkerképződés sebessége és a klinker tulajdonságai az égetési viszonyok függvényében*

V. N. JUNG és N. J. FATEJEVA

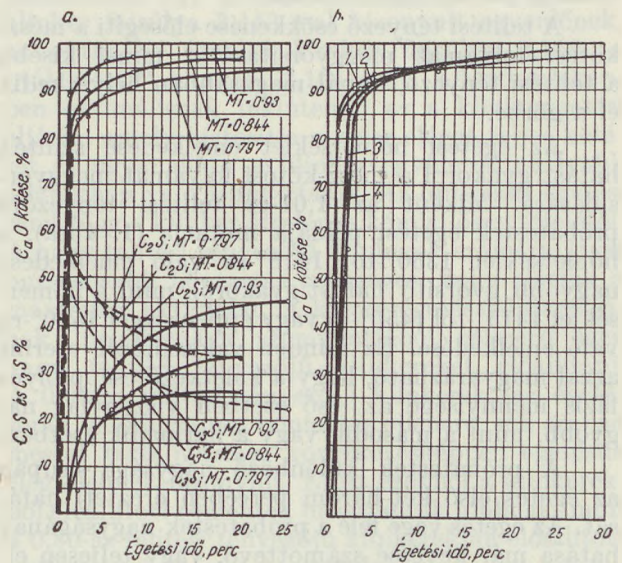
A cementklinker lebegő állapotban való égetése e folyamat intenzívebbé tételének egyik módja. Az anyagok lebegő állapotban való szárítása és égetése során az anyagok gyors felhevülése magas hőmérsékletre azon rövid, másodpercekben kifejezhető idő alatt történik, míg az égetendő részecskék lebegésben vannak.

A lebegő állapotban végzett égetéssel nyert klinker előállításának kidolgozása kinetikai, hőtechnikai és szerkezeti kérdések tanulmányozásával kapcsolatos.

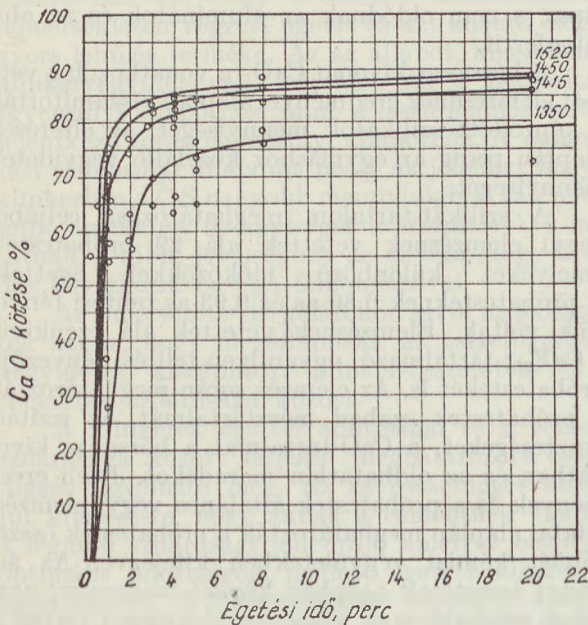
Elsősorban azt a kérdést kell megoldani: lehetséges-e kész klinker előállítása 1400–1500°-os anyaghőmérsékleten abban az esetben is, ha meggyorsul a klinkerképződési folyamat a nyerskeverék rövid, néhány másodperc alatti gyors felhevülése révén: Ezzel kapcsolatban pontosabban meg kell állapítani a klinkervegyületek keletkezési sorrendjét és sebességét a gyors hevítés viszonyai között, valamint az égetési adottságok hatását a klinker tulajdonságaira. Cikkünk e kérdéseket teszi vizsgálat tárgyává.

A klinkerképződés sebessége függ először is a nyerskeverék felhevítési sebességétől, másodsorban pedig a különböző reakciók lefolyási időtartamától, miután az anyag már elérte a hevítés

ha az anyag hőmérséklete 1600–1700°-ra emelkedik. Ugyancsak ők állapították meg, hogy a 0,87-es telítési tényezőjű kész klinker előállításához szükséges hőntartás $t = 1400^\circ$ esetén 30 perc, míg $t = 1500^\circ$ esetén 14 perc. M. F. Csebukov kutatási adataiból az következik, hogy $t = 1400^\circ$ esetén a 30 perces, $t = 1450^\circ$ esetén pedig a 20 perces hőntartások nem biztosítják a mész teljes kötését (a kötetlen CaO mennyisége ebben az eset-



1. ábra.



2. ábra.

során a megfelelő hőmérsékletet. N. A. Toropov és I. G. Luginyina kísérleti úton bebizonyították, hogy a klinkerképződés jelentősen meggyorsul,

ben a vizsgált nyerskeverékeknél 1,26–9,6% között ingadozott). A közölt adatok, noha nincsenek a legteljesebb összhangban egymással, mégis utalnak arra, hogy a kész klinker előállításánál a hőntartást $t = 1400$ – 1500° esetén nem másodpercekben, hanem tízpercekben fejezik ki.

A nyerskeverék égetési folyamatainak laboratóriumi vizsgálatához kis próbatesteket vettek. Ezeket a „Gigant” üzem nyersiszapjából állították elő, az üzemi viszonyoknak megfelelő arányban hamu hozzáadásával. A hamut az ugyanezen üzemben beszerzett szénpor elégetése után nyerték. A nyerskeverékek telítési tényezője 1,01-et, 0,93-at, 0,84-et, 0,80-at tett ki. A próbatestek kockalakúak voltak 2,5 és 10 mm-es élhosszúsággal. Az égetést kriptom-kemencében végezték. A próbatesteket tűzálló aljzatra helyezték, betölték az égetési hőmérsékletre felhevített kemencébe és a kemencében tartották 1, 2, 3, 5, 8, 12, 20 és olykor 25 percen át. Az égetést $t = 1350$ – 1500° -on végezték. Az égetett próbatesteket elemzésnek vetették alá a szabad CaO-tartalom és az izzítási veszteségek megállapítása céljából. Az elemzési eredmények alapján kiszámították a kötött mész százalékát. A próbatestek egy részénél kiszámították a képződött klinkervegyületek

* Eredeti cím: Zaviszimosztj szkorosztj klinkerobrazovanija i szvojsztv klinkera ot uszlovij ebzsig. Megjelent: Cement (Moszkva), 1954. 3. számában.

mennyiségét V. A. Kind képletei szerint. Az ismertetett kísérletek eredményeit az 1. és 2. számú ábrák grafikusan szemléltetik.

A mész-kötés és az égetési időtartam közötti összefüggést jellemző összes görbék hasonlóak egymáshoz. Ezeket a görbéket nagyfokú egyenlőt-lenség jellemzi. Alapvetően mindegyik görbét két ágból állónak tekinthetjük. A „függőleges“ ág megfelel a belit-periódusnak, a „vízszintes“ ág pedig az alit-periódusnak. A mész kötése 70—85%-os mértékben (a próbatestek nagyságától és az égetési hőmérséklettől függően) gyorsan, átlagosan 1,0—1,5 perc alatt megy végbe. A mész további teljes kötése jóval lassúbb folyamat. Különösen lassúvá válik a kötés végé felé, körülbelül 8 pernyi égetés után.

A telítési tényező csökkenése elősegíti a mész-kötési folyamat meggyorsítását: minél kisebb a telítési tényező, annál magasabban helyezkedik el a görbe.

Az égetési hőmérséklet emelkedése szintén hatást gyakorol a mész-kötési folyamat meggyorsulására. Miként az 1,01-es telítési tényezőjű próbatestek égetési példája mutatja (1. ábra), a hőmérséklet 1350°-tól 1415°-ra való emelkedése nagyobb gyorsító hatást gyakorol, mint a hőmérséklet 1415°-tól 1450°-ra vagy éppenséggel 1520°-ra való emelkedése. Ez minden valószínűség szerint azzal magyarázható, hogy a keletkező cseppfolyós fázis mennyisége az első esetben viszonylag nagyobb, mint a második vagy a harmadik esetben.

A próbatestek különböző nagysága csupán az égetés első két-három percében érezteti hatását. Az égetés vége felé a próbatestek nagyságának hatása már kevésbé számottevő, vagy teljesen elenyésző (2b ábra). Lényegében a próbatestek nagysága az égetés gyorsaságára a belit-periódusban gyakorol hatást, amikor az égetés gyorsasága az áthevítés gyorsaságától függ. Minthogy azonban az ismertetett égetéseknél a klinkerképződéshez szükséges idő nagyobbik része az alit-periódusra esik, a belit-periódus lefolyási idejében mutatkozó valamelyes eltérés nem gyakorolt számottevő hatást a klinkerképződés teljes időtartamára.

A laboratóriumi égetési eredményeket összehasonlították a klinkerképződés sebességi vizsgálatával ugyanazon üzem forgókemencéjében. Ez az összehasonlítás azt mutatja, hogy a két égetési periódus — a belit és alit-periódus — időtartama közötti eltérés akkor mutatkozik a legnyilvánvalóbban, ha kis próbatesteket gyorsan hevítenek fel a zsugorodási hőfokig. Az égetés belit-periódusa laboratóriumi viszonyok között 60—80-szor gyorsabban megy végbe, mint a forgókemencében. A mész-kötési folyamat időtartama az alit-periódusnak nevezett szakaszban gyors hevítés esetén is ugyanakkora marad, mint a forgókemence zsugorítási zónájában, azaz tízperceken mérhető.

A továbbiak során kitűnt, hogy a klinkerképződés sebességére a nyerskeverék gyors hevítése esetén hatást gyakorolnak olyan, a kémiai folyamatokat meggyorsító tényezők, mint a nyers-őrlemény fokozott finomsága és mineralizátorok alkalmazása.

A kísérletek bebizonyították, hogy mind a nyers-őrlemény finomságának fokozódása, mind pedig mineralizátorok alkalmazása csökkenti az alit-periódus reakcióinak időtartamát, míg a belit-periódus reakciói jelen eszközök alkalmazása nélkül is gyorsan mennek végbe a nyersanyag gyors hevítése esetén. Megjegyzendő azonban, hogy még a CaF_2 adalékanyag rendkívüli hatásossága sem teszi lehetővé azt, hogy a perc tört értékeivel kifejezhető rövid idő alatt kész klinkert nyerjünk. Ezért lebegő állapotban végzett égetéssel, 1450—1500°-ot meg nem haladó maximális anyaghevítési hőmérsékletek esetén, kész klinkert nem lehet előállítani, minthogy ilyen égetéskor az anyag csupán a perc tört értékeit kitevő ideig van „lebegésben“. Ugyanakkor a belit-periódus reakcióinak jelentős meggyorsulása a nyersanyag 1400—1500°-ra való gyors felhevítése esetén arról tanuskodik, hogy a reakciók végrehajtása szempontjából célszerű a lebegő állapotban való égetés elvének alkalmazása. A klinkerégetés „alit“ szakaszát célszerű meggyorsított forgókemencében végezni.

A mész-kötési százalék és az égetési idő közötti összefüggés csupán az összes reakciók összegezett eredményét jellemzi, de nem jellemzi a klinkervegyületek képződése során az egyes reakciók sebességét. Abból a célból, hogy tisztázzuk gyors hevítéssel végzett égetéseknél az egyes klinkervegyületek keletkezési sorrendjének és sebességének kérdését, alkalmaztuk a szilikátok mennyiség-meghatározásának vegyi módszerét, amit E. I. Nagerova és A. D. Lebegyeva dolgozott ki. A módszer azon alapszik, hogy a bórsav telített oldatában oldódnak a szilikátok, a szabad mész és a gipsz, s nem oldódnak az alumínátok és az alumínoferrit.

A bórsavas kivonat CaO -ra vonatkozólag végzett elemzésének eredményei alapján kiszámították a képződött szilikátok mennyiségét, az eltérések alapján pedig az egymáshoz közelálló vegyületek mennyiségét.

A szilikát-tartalom meghatározása céljából vegyi elemzésnek vetettek alá 29 próbatestet, amelyeket különböző időközökkel égettek. A próbatesteknek 0,80-as és 0,93-as telítési tényezőik voltak. Elemzésnek vetették alá ezenkívül a CaF_2 -t tartalmazó, ugyanilyen telítési tényezőjű próbatesteket is. Az elemzés során meghatározták a próbatestek szabad mésztartalmát, az izzítási veszteségeket, a CaO -tartalmat a bórsavas kivonatban és az oldhatatlan maradékot. Jelen eredmények és a próbatestek általános vegyi elemzési adatai alapján meghatározták a próbatestek összetételét kémiai vegyületekben kifejezve. Az ásványi összetételt azonban kémiai módszerrel nem lehet meghatározni, s így megoldatlanul marad a kérdés, hogy a számítás szerint kapott valamely vegyület milyen mértékben van képviselve a klinkerben kristály, üveg, vagy más a „szilárd oldathoz“ közelálló képződmény alakjában.

A kétféle módszerrel végzett számítások eredményeinek összehasonlítása megmutatta, hogy a Kind képletei szerint végzett számítások („B“ módszer) nem adnak helyes képet, sem a vegyületképződési folyamatról az égetés során, sem a végső

termék összetételéről. Sok vizsgált próbatestnél a számítási eredmények teljesen nyilvánvaló eltérést mutatnak: C_3S mennyiség az „A” módszer szerinti számításnál nagyobb, bizonyul, mint a „B” módszer szerinti számításnál (számítás a bór-savas kivonat CaO-ra vonatkozó elemzési adatai alapján, számításba véve a szabad CaO-t és az oldhatatlan SiO_2 gyököt); ellenkezőleg viszont, az „A” módszer szerinti számításnál a C_2S és az C_3S mennyiségek kisebbek lesznek, mint a „B” módszer szerinti számításnál. Az „A” módszer szerinti számítások arra utalnak, hogy a vizsgált próbatestekben különböző mennyiségű $C_{12}A_7$ van, amelynek jelenlétét nem veszik számításba a „B” módszer szerinti számításoknál. A legnagyobb eltérés az égetés kezdetén és végén figyelhető meg. Az égetés középső szakaszában vannak olyan időpontok, amikor a kétféle módszer szerint kapott számítási eredmények egybeesnek. A kész klinkereknél az eltérések fokozódnak a keverék telítési tényezőjének csökkenése esetén.

A klinkerek számítás szerinti és tényleges összetétele közötti eltérésére már sok kutató rámutatott, így többek között az utóbbi években M. I. Sztrelkov és N. I. Nagerova. N. A. Toropov azt ajánlotta, hogy az általánosan elfogadott képletekkel végzett számításoknál alkalmazzanak olyan helyesbítő tényezőket, amelyek számításba veszik a C_3A mellett C_6A_3 ($C_{12}A_7$) jelenlétét is a klinkerekben. M. I. Sztrelkov rámutatott arra a lehetőségre, hogy a klinker zsugorítása során felbomlik a reakciók alatt szilárd halmazállapotban képződött C_3A bizonyos mennyisége. Az említett eltérés oka az, hogy a klinker 1400—1500°-os hőmérsékleten végzett égetés és azt követő eléggé gyors lehűlés terméke. Az az állapot, amelyben a klinkervegyület van, közelebb áll a zsugorítási egyensúlyi állapothoz, mint a lassú lehűlés esetén jelentkező teljes egyensúlyi állapothoz. A zsugorítási egyensúlyi állapotot pedig az jellemzi, hogy a klinkerben a C_3S nagyobb mennyiségben van jelen, mint amekkora mennyiséget a számítások kimutatnak. Utóbbi jelenségnek az az oka, hogy olvadás következik be C_3A felbomlásával.

Az ismertetett vizsgálatokon kívül megkísérelték azt is, hogy megállapítsák az összefüggést a vegyületek kiszámított klinker-összetétele és a cementek szilárdsága között.

A klinkerek égetési adottságai és a cement szilárdsága között teljesen meghatározott összefüggés figyelhető meg. Ez az összefüggés abban jut kifejezésre, hogy annak a cementnek vannak a legjobb szilárdsági jellemzői, amelyet bizonyos optimális adottságok mellett égetett klinkerből állítanak elő. A 0,80-as telítési tényezőjű klinkereknél optimálisnak bizonyult $t = 1450^\circ$ égetési hőmérséklet mellett a 25 perces hőntartás. Ugyanezen a hőmérsékleten az optimálist meghaladó idejű hőntartás nem eredményezi a mész nagyobb mértékű kötését. Mind az elégtelen égetés, azaz a rövid hőntartás, mind a túltengés, azaz a meghosszabított hőntartás, a szilárdság csökkenését eredményezi, miközben a túlégetés hátrányos kihatása erőteljesebb. A 28 napos cementek összehasonlítása azt mutatja, hogy elégtelen égetés

esetén a szilárdság 17%-kal, túlégetés esetén pedig 34%-kal csökkent. A szilárdság csökkenését az elégtelen égetés esetében azzal kell magyarázni, hogy a szabad CaO nagyobb mennyisége gyakorolt hatást a szilárdságcsökkenésre. A szilárdság csökkenése túlégetés esetén pedig azzal magyarázható, hogy a hőntartás ugyanazon hőmérsékleten, miután a reakciók gyakorlatilag befejeződtek, csupán a keletkezett vegyületek nagyobb fizikai stabilitását, kristályrácsaik szerkezetének nagyobb fokú rendezettségét, sűrűségük fokozódását segíti elő. Ezek a változások minden bizonnyal csökkentik a vegyületek aktivitását.

A vegyületek sűrűségének növekedéséről tanuskodik a klinkerek faj súly-értékeinek összehasonlítása. Így például az „elégtelenül égetett” klinker faj súlya 3,153-mal bizonyul egyenlőnek, az optimális égetésű klinker faj súlya 3,162, a „túlégetett” klinkeré 3,194 volt. Következésképpen optimálisnak tekintendő az a klinkerégetési eljárás, amely biztosítja a mész eléggé teljes kötését és ugyanakkor a klinkervegyületek aktívabb állapotban való fenntartását. Az optimális égetési rend függ a klinker általános kémiai összetételétől. A nagy telítési tényezőjű klinkerek számára jóval huzamosabb hőntartás szükséges, hogy elérjük a maximális aktivitást. A klinkerégetés hőntartásának huzamosága szempontjából célszerű igen nagy telítési tényezőjű klinkereket előállítani. A 0,93-as telítési tényezőjű klinkerek, az égetés során való huzamos hőntartás ellenére, sok szabad meszet tartalmaztak, következésképpen égetésük elégtelennek bizonyult. Ezért ezekből a klinkerekből előállított cementek bizonyultak jobbnak, mint a 0,80-as telítési tényezőjű klinkerekből előállított „közepes minőségű” cementek.

A 0,80-as telítési tényezőjű, CaF_2 -t tartalmazó klinkerekből nyert cementek szilárdságukat tekintve nem különböznek a „közepes minőségű” CaF_2 -t tartalmazó cementektől. A 0,93-as telítési tényezőjű, CaF_2 adalékot tartalmazó cement nagyobb szilárdságot mutatott, mint az összes többi cementek. Ez azzal magyarázható, hogy CaF_2 bevittele — kedvezően befolyásolva a nagy telítési tényezőjű klinkerek képződési sebességét — megkönnyítette optimálisan égetett termék nyerését, amelyben megmutatkozott a fokozott C_3S -tartalom pozitív hatása.

Következtetések

1. A nyerskeverékek 1400—1500°-ra való gyors felhevítésével, a reakciók sebessége a klinkerégetés belit-periódusában 60—80-szoros mértékben növelhető a forgókemencében végzett égetés sebességéhez képest. Az alit-periódus reakcióinak sebessége 1400—1500°-ra való gyors felhevítés esetén is körülbelül ugyanolyan, mint a forgókemence zsugorítási zónájában; a periódus időtartamát tízpercekben fejezik ki. Kész klinkert nem lehet nyerni lebegő állapotban végzett gyors égetéssel 1400—1500°-os anyaghőmérséklet esetén. A lebegő állapotban való égetést főként a belit-periódusnál célszerű alkalmazni.

2. $t = 1450—1500^\circ$ esetén a klinkerben 1 perc

alatt végbemegy a CA, C₄AF és C₂S keletkezése, s azután megkezdődik C₂S-nek C₃S-sé és CA-nak C₃A-vá való telítődése a kötetlen mésztovábbítására.

C₃A keletkezése körülbelül 5 perc alatt befejeződik. Az égetés vége felé C₃S keletkezése — a szabad CaO gyökök kötése mellett — a C₃A-tól elvont CaO révén is végbemegy. Ezzel a körülménnyel függ össze a mészkötés meglassulása az égetés utolsó szakaszának végén. $t = 1450^\circ$ esetén C₃S stabilabbnak bizonyul, mint C₃A.

3. Az általános vegyi összetétel szempontjából azonos nyerskeverékből, az égetés adottságaitól

függően, különböző vegyület-összetételű és tulajdonságú klinkereket nyernek. A klinkerek kiszámított vegyület-összetételei és a cementek szilárdságai között nincsen egyértelmű összefüggés. Ahhoz, hogy az adott vegyi összetételű nyerskeverékből jóminőségű klinkert nyerjünk, optimális égetési rendet kell biztosítani. A cementek szilárdságát csökkenti mind a klinker elégtelen égetése, mind pedig túlégetése. A kutatói gyakorlatban nagy figyelmet kell fordítani az optimális égetési feltételek betartására.

Egyesületi hírek

Építőanyagipari energetikai ankét

Az Energiagazdálkodási és az Építőanyagipari Tudományos Egyesületek 1955. február 3-án egész napos ankétot tartottak a MTESZ Reáltanoda utcai épületében. Az ankét célkitűzése a korszerű tüzeléstechnikai és tüzelőanyagmegtakarítási módszerek megtárgyalása és az építőanyagipar dolgozóival, főként műszaki vezetőivel, energetikusokkal való megismertetése. Az ankét megnyitóját *Szokup Lajos* miniszterhelyettes tartotta. Megnyitójában rámutatott az építőanyagipar energiaellátásának legfontosabb problémáira, különös tekintettel az ország energiaellátásának és ezen belül főként szénellátásának nehézségeivel kapcsolatban. Ezt követően *Zsarnay Tibor* mérnök, a Vízügyi Tervező Iroda osztályvezetője tartott előadást „Önköltségcsökkentés-energiagazdálkodás” cím alatt. Előadásában kitért az energiatakarékosságnak az önköltség alakulásával kapcsolatos hatására. Előadását jelentékenyen kiegészítette *dr. Horváth Kálmán* az Építőipari Gépesítő Tröszt főmérnöke, aki az egyes építőanyagok energiaigényességét ismertette. A cement és mészipari kemencék szénmegtakarításával kapcsolatban *Makoldy Mihály* mérnök a Hőtechnikai Kutató Intézet tudományos munkatársa a forgókemencék hógazdálkodásának elméleti és *Péntek László* a lábatlani cement- és mézsmű főmérnöke a gyakorlati kérdéseket ismertette. Az előadásokhoz *Beke Béla* az É. M. főmérnöke, *dr. Kulcsár Gyula* a Tatabányai Cementmű főmérnöke és *Mayer Károly* Kossuth-díjas cementégető szóltak hozzá.

Az ankét délelőtti ülészakát társas ebéd követte. A délutáni ülésen *Buzna Vilmos* a Vegyipari és Energiaügyi Minisztérium osztályvezetője „Szénmegtakarítási módszerek kazánoknál”, majd *Farkas György* a Vegyipari és Energiaügyi Minisztérium főmérnöke „Szénmegtakarítási módszerek gázgenerátoroknál” c. alatt tartottak előadást. Előadásaikban számos gyakorlati szempontot adtak a szénmegtakarítási lehetőségekkel kapcsolatban. Ezekhez az előadásokhoz *Jermendy Károly*, a Salgótarjáni Üveggyár főmérnöke és *Mattya-sovszky Zsolnay László* Kossuth-díjas főmérnök

szóltak hozzá. Végül *Gomperz István* az É. M. főmérnöke tartott előadást „Téglaipari körkemencék szénmegtakarítása” c. alatt. Az előadáshoz *Szabó László*, a Kőbányai Tgy. főmérnöke, *Falussy Gusztáv* az É. M. főmérnöke és *Ordina Ferenc*, a Kőbányai Tgy. égetőmestere szóltak hozzá. A felsorolt hozzászólásokon kívül számos figyelemreméltó hozzászólás hangzott el. A hozzászólások bizonyítják, hogy az építőanyagipar műszaki dolgozói felismerték az energiagazdálkodás kérdéseinek döntő jelentőségét, valamint azt is, hogy ezen a téren az építőanyagipari dolgozók számára nagyszámú lehetőség áll rendelkezésére a tüzeléstechnika korszerűsítésére és tüzelőanyagmegtakarításra.

Az ankét az elhangzott előadások és vita alapján határozatot hozott. Határozatában felhívta a figyelmet az üzemek műszerezettségének fejlesztésére, hangsúlyozta a rendszeres, üzemszerű mérések mellett kísérleti mérések elvégzésének fontosságát. Ezzel ugyanis a hulladékmeleg felhasználása, a veszteségek csökkentése érhető el. Fontosnak tartja az ankét a mérésekkel kapcsolatban a dolgozók megfelelő szakképzését. Ez elengedhetetlen feltétele annak, hogy szakszerű hő és energiamérlegek legyenek készíthetők és a technológiai folyamatok kellő elemzése révén megfelelő intézkedési tervek legyenek készíthetők. Ugyancsak hangsúlyozta az ankét annak a fontosságát, hogy a szénbányászat megfelelő minőségű szenet bocsásson az építőipar rendelkezésére és hangsúlyozta a szén melegfejtő képességén kívül a szén megfelelő osztályozottságának és alacsony nedveségtartalmának jelentőségét. Végül határozatokat hozott az ankét az egyes iparágak legfontosabb feladatainak elvégzésére.

Az ankét rendezősége a határozatokat az érdekeltekhez eljuttatta. A javasolt intézkedések végrehajtásának szorgalmazását a két egyesület komplex bizottsága: az Építőipari Szakbizottság vállalta magára.

Az elhangzott előadásokat áprilisi számunkban fogjuk közölni.

Az építőanyagipar igényei a műszaki felsőoktatással kapcsolatban

KIRÁLY GYÖRGY

A mult kapitalista rendszerében az építőanyagipar műszakilag nagymértékben elmaradott volt. A műszaki fejlődés feladatait csak megfelelő számú és jól képzett műszaki dolgozóval lehet végrehajtani. Jelenleg sem a létszám, sem a szakképzettség nem fedezi a szükségletet; az építőanyagiparban foglalkoztatott mérnökök számának a fizikai dolgozók számához viszonyított aránya az országos átlagnak csak egyharmada. A rendelkezésre álló mérnökök szakképzettsége — a nehány, hosszú gyakorlattal rendelkező mérnöktől eltekintve — nem kielégítő.

A kérdés felvetése annál is időszerűbb, mert — bár az építőanyagipar ezt a felsőoktatásban már közel három éve szorgalmazza — a megoldás a műszaki egyetemek tanterv reformjával kapcsolatban most vált időszerűvé. Az alábbi cikket egyben hozzászólásnak szánjuk a Felsőoktatási Szemle mult évi utolsó számában kezdeményezett vitához: „A gépészmérnök-képzés szakosításáról.” (A Szerkesztőbizottság)

I.

Az ipari technológiák felosztását maga a termelési gyakorlat szabja meg és csak téves következtetésekre vezethet, ha a felosztást nem materialisztikusan, a termelés sajátos belső szerkezete szerint, hanem idealisztikusan, kívülről szabjuk meg, mint ahogy az még elég gyakran történik. A korszerű nagyipari termelés három, egymáshoz képest vertikálisan elhelyezkedő fokozatra bontható: a legelső lépcsőfok a *nyersanyagtermelés*, a középső a *félgyártmányok* termelése és a legfelső a *késztermékek* előállítása. A nagyipari termelés középső fokozata, a félgyártmányok termelése három párhuzamosan futó termelési ágra bontható:

1. vas- és fémkohászat,
2. szilikátipar,
3. nehézvegyipar.

A korszerű nagyipar készáru termelése e három pilléren nyugszik. Itt természetesen általánosítva készáru termelésnek nevezzük mindazt a tevékenységet, amely a félkész termékek felhasználásával történik. A készáru termelés e három pillére közül kettő, éspedig a kohászat és a nehézvegyipar a szakemberek kiképzése terén kellően el van látva: a műszaki felsőoktatás igényeiket figyelembeveszi és kielégíti.

Nem mondható el azonban ugyanez a szilikátiparról. A szilikátipari mérnök feladata (4) a termelés új módszereinek kidolgozása, új berendezések tervezése, szerkesztése és építése, új üzemek tervezése és létesítése, elavult üzemek rekonstrukciója, a termeléssel kapcsolatos gazdasági elemzések kidolgozása és nem utolsósorban szilikátipari üzemek vezetése és fenntartása. Ennek megfelelően ezeknek a mérnököknek a működési területei: a szilikátipari üzemek, az ilyen üzemeket és berendezéseket tervező, valamint gyártó vállalatok, végül a kutató intézetek és laboratóriumok.

A felsorolt munkaterületeken ezidőszert vegyész-mérnökök és gépészmérnökök dolgoznak. A következőkben tegyük vizsgálat tárgyává, hogy milyen szakképzettséget követel meg a mérnöktől ez az alapvető, de eddig elhanyagolt iparág.

II.

A bennünket elsősorban érdeklő termelési szinten, a félkész termékek (kohászati, építési, nehézvegyipari anyagok) termelési szintjén nyilvánvaló, hogy mind a három iparágban szerepe van mind a kémiaának, mind a fizikának, de mindháromban más-más súlyponton. Mindenik iparág gépekkel, kemencékkel és készülékekkel dolgozik, mindháromban dolgozunk van vegyi átalakulásokkal, de a hangsúly a nehézvegyiparban a nem formált vegyi anyagokon, a vas- és fémkohászatban a félig formált, de utánformálásra alkalmas termékeken (nyersvas, hengerelt vasáru stb.) a szilikátipar-

ban (amit egyesek *szilikátkohászatnak* is neveznek) az utánformálást már nem, vagy alig igénylő termékeken (tégla, cserép, porcelánszigetelő, táblaüveg, csiszolókorong, tűzállóanyagok stb.) van. A nehézvegyiparban tehát főleg *nem formáló* vegyész-mérnökökre, a vas- és fémkohászatban és a szilikátiparban főleg *formáló* gépészmérnökökre van szükség. A hőkezelés döntő szerepe mind a három iparágban megköveteli ezen kívül a hőtechnikus-mérnöki képzettséget.

Mint ahogy azonban a vegyipar nem élhet gépészmérnökök — vegyipari gépészek — nélkül, a vas- és fémkohászat és a szilikátipar sem létezhetik kohóvegyészek, szilikátvegyészek nélkül, mert a hőkezelés folyamán a vas- és fémkohászatban is (nyersvaskinyerés, alumíniumkinyerés, martinozás, edzés stb.) és a szilikátiparban is (kerámiai égetés, cement- és mészégetés, üvegolvasztás stb.) a már formált vagy még formálódó anyagokban fontos vegyi folyamatok is végbemennek. A szilikátipart azonban vegyiparnak minősíteni — mint azt még egyesek teszik — legalább akkora tévedés, mintha annak minősítenénk a vas- és fémkohászatot.

Ha figyelembe vesszük, hogy hazánk szilikátiparának fejlődésében a legfontosabb feladatok ezidőszert: a termikus folyamatok energiagazdálkodási szempontból helyes beállítása, az üzemek gépesítésének fokozása, a termelő egységek növelése, a folytonos üzem megtervezése, amelyek eredményeként a szilikátipar munkáslétszáma hozzávetőlegesen a felére csökkenthető, — nagyobb távlatban pedig az atomenergia felhasználása — a feladatok fontossága elvitathatatlan.

Az építőanyagiparnak, mint főként alakító és hőkezelő folyamatokat gépesített nagyipari módszerekkel megvalósító iparnak *kohászati ismeretekkel rendelkező gépészmérnökökre* van szüksége. A szilikátipari gépészek kohómérnöknek az általános gépészmérnöki alapképzettségen kívül számos egyéb alapképzettséggel és ezenkívül különleges szakmai képzettséggel kell rendelkeznie, aminek döntő részét az egyetemi oktatásnak kell biztosítania. A Szovjetunióban az építőanyagipar három egyetemi tagozat-típussal rendelkezik: egy szilikátkémiai, egy építőanyagipari gépészeti és egy kemencetechnológiai tagozattal. A két utóbbi tagozat által nyújtott kiképzés — amit adott viszonyaink között összevontan képzelünk el — felsőoktatásunkból teljesen hiányzik, de nagymértékben hiányos a kémiai technológiai képzés is. A gépész- és kohómérnökök mellett a szilikátipar — amint erre már utaltunk — természetesen nem nélkülözheti szilikát-vegyész közreműködését sem, akinek feladata elsősorban a vegyi folyamatok megfelelő beállítása, az analitikai vizsgálatok, a minőségi ellenőrzés végrehajtása és nem utolsósorban az építőanyagipari kutatásban való részvétel.

A Szovjetunió, az USA, Németország, Lengyelország és Csehszlovákia (Brnóban szilikátipari főiskola van) tapasztalatait figyelembe véve (1—4) megállapítható, hogy a szilikátipar számára kétféle egyetemi képzettségű műszaki dolgozó kiképzése szükséges: 1. a *fizikai és mechanikai* alapokon nyugvó mérnöki kiképzés (szilikátipari gépész- és kohómérnök) és 2. a *kémiai és fizikokémiai* alapokon nyugvó vegyész kiképzés (szilikátvegyész). A két kiképzés természetesen több területen átlapolja egymást, amennyiben a vegyész számára a gépészeti és kohászati technika gondolatvilágának is ismeretesnek kell lennie, míg a szilikátipari gépész- és kohómérnöknek tájékozottnak kell lennie kémiai, fizikokémiai és kémiai technológiai kérdésekben is.

A kétféle alapvető kiképzés arányainak érzékelésére azt lehetne mondani, hogy a szilikátipari vegyész kiképzése legyen háromnegyed részben kémiai és egynegyed részben technikai, míg a szilikátipari mérnök kiképzése háromnegyed részben gépész- és kohómérnöki és egynegyed részben kémiai legyen (3).

A szilikátipari vegyész (nálunk: vegyész-mérnök) számára alapvető fontosságú a technológiai ismeret-

tek technikája és a berendezések ismerete (1 ; 3). A kémiai technológiai eljárások ismerete az alapvető mechanikai műveletek és berendezések ismeretét is megkívánja, mert különben a kellő alapképzettség hiánya esetén nehézséget okoz a *laboratóriumi léptékről az üzemi léptékre való átérés*. A tárolás, keverés, elosztás, sűrítés, melegítés, hűtés, továbbá hő és energiamérlegek felállítása, a berendezések és üzemek építéséhez szükséges alapadatok és előfeltételek meghatározása azok az ismeretek között, amelyekkel a vegyésznek tisztában kell lennie. Ismernie kell a vegyipari berendezéseket, mint: tartályok, kazánok, keverőberendezések, hőcserélők, kemencék, aprító és osztályozó gépek, szárító berendezések, valamint az egyes berendezéseknél használatos műszerek, szabályozók, csővezetékek és szerelvények, szivattyúk stb. Végül biztonsági és munkavédelmi ismeretekkel is kell rendelkeznie.

A szilikátipari vegyészképzést felsőoktatásunk többé-kevésbé megoldotta azzal, hogy a vegyész-mérnök-képzésben szilikátipari tagozatot létesített, ahol különleges szilikátipari technológiát és bizonyos mennyiségű gépészeti ismereteket is oktatnak. *Elégge nem helytelenül, hogy ennek a tagozatnak a megszüntetése is szóba került.*

A szilikátipari gépész- és kohómérnök számára az általános gépész-mérnöki alapképzettség mellett számos olyan alapvető ismeret elsajátítása szükséges, aminek különleges egyetemi kiképzés tárgyát kell képeznie (2 ; 3). El kell sajátítania a *kémiai* ismereteket és ezen belül az analitikai kémia területén az ipari gyorselvezések módszereit; a kvalitatív és kvantitatív analízisek végrehajtásának részletes oktatása azonban mellőzendő. Meg kell ismerkednie a reakciók *fizikokémiai* alapelveivel és törvényszerűségeivel. Elmélyülten kell oktatni a *termodinamikát*, ideértve a kémiai termodinamikát is, majd részletes elméleti és gyakorlati kiképzésben kell részesülnie a hőtechnika, a *kemencetechnológia* és kemencetervezés tárgykörében. Igen sokoldalúan és a szokásos kereten túl kell *fizikai* kiképzésben részesülnie. Meg kell ismernie a technológia fizikai alapelveit: az aprítást, az agglomerálást, a keverést, a szétválasztást, az anyagmozgatást, az ellenőrzést, a szabályozást. Meg kell ismernie a mérő és a szabályozó berendezések fizikáját és mechanikáját. Ismernie kell a magas és alacsony hőmérsékletek és nyomások szilárdságtani vonatkozásait. A szerkezeti anyagok viselkedését ismernie kell különleges üzemi feltételek között, tehát magas és alacsony hőmérsékleten és nyomáson, valamint különleges szerkezeti anyagokat, mint pl. a különféle kerámiák, a tűzálló anyagok, a műanyagok, a védőbevonatok stb. Az energiatermelő berendezések helyett a *szilikátipari berendezések* tervezésében és építésében kell alapos kiképzést nyernie, de nem nélkülözheti az energiagazdaságtan ismeretét sem. Ismernie kell a szilikátipari termékek *gyártási és kémiai technológiáját* anélkül azonban, hogy a kémiai technológia módszereinek nagyszámú ismerete túlterhelné. Végül néhány különleges kérdéssel is meg kell ismerkednie, mint pl. a korrózió, a mérés és automatika, a hőerőgépek, a gőzkazánok, valamint enciklopédikusan a magas és mélyépítés, az elektrotechnika és végül tervezési és közgazdasági ismeretek.

III.

A fentiek alapján megállapítható, hogy felsőoktatásunk jelenlegi módszere a szilikátipari gépész- és kohómérnök-képzés követelményeit nem elégíti ki. De nem felel meg a követelményeknek a gépészmérnök-képzés szakosításával kapcsolatban kialakult újabb elgondolás sem (5). A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának eddigi szakosítása — mely 11 különféle szakképzettséget nyújtott — valóban túlzott volt. A kari tanácsülés ezt a nagyarányú szakosítást igen helyesen csökkenteni kívánja. Tervbevette négy szak szervezését, és pedig: 1. kalórikus, 2. mezőgazdasági gépek és iparok, 3. könnyűipar, 4. gyártástechnológia. Az elgondolás szerint azonban az 1. alatti szakképzés, amelyik a szilikátipar gépészmérnökeit hivatott kiképezni a következő tárgyköröket foglalná magába: hőerőgépészet, áramlástechnikai-, vasúti-, közúti-, hajó- és épületgépészet, emelőgépek és szállítóberendezések, valamint vegyipari gépészet. Nem szorul bizonyításra, hogy ilyen szakosítás mellett a fentiekben a szilikátipari gépészmérnök számára szükségesként felsorolt alaptárgyaknak csupán csekély hányada képezne oktatás tárgyát és ezek is a legszűkebbre szabott keretben. Ezzel szemben számos olyan szakterületen nyerne a hallgatók kiképzését, aminek gyakorlati hasznát későbbi munkája során egyáltalán nem vehetné.

Rámutatunk arra, hogy a szilikátipar a kohászat és a nehézvegyiparral együtt a félkésztermékek előállítását végzi, amelyre a készáru termelés — beleértve a teljes gépgyártó ipart is — támaszkodik. *Alapvetően helytelennek kell tehát minősíteni azt az elgondolást, amely szerint a szilikátipar számára kellő szakképzettségű gépészmérnök kiképzését mellőzni kívánják.* Ez az eljárás azonos lenne azzal, mintha a kohómérnöki tagozatot megszüntetve, kalórikus gépészmérnököket alkalmaznának a kohászatban.

Az építőanyagipar számára egyedül elfogadható megoldás csupán az lehet, ha a szilikátipari gépész- és kohómérnök-képzést a műszaki egyetemeken a kiképzés utolsó két évére terjedő *külön szakosítással* és a kiképzésnek a fentiekben vázolt végrehajtásával valósítják meg. A túlzott szakosítás megszüntetése ugyanis nem eredményezheti hazánk egyik — az építés és az export szempontjából egyaránt alapvető fontosságú és nagyjövőjű — iparának szakmai téren való visszavetését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) *C. J. Heckman*: Chemische Technik (Berlin) 1953—8. sz. 419—421. l.
- (2) *W. Blauhut*: Chemische Technik (Berlin) 1953—9. sz. 494—495. l.
- (3) *F. A. Henglein*: Chemische Technik, 1953—10. sz. 557—560. l.
- (4) *J. Hawliczek*: Przemysł Chemiczny, (Varsó) 1953—9. sz. 255—257. l.
Chemische Technik (Berlin) 1954—7. sz. 405—406. l.
- (5) *Strommer Gyula*: Felsőoktatási Szemle, 1954—12. sz. 557. l.

Megjelent

D. B. FINGARET:

A gépkocsiközlekedés élenjáró módszerei

Pártunk III. kongresszusa az autóközlekedés részére is egyik legfőbb feladatul az önköltségcsökkentést és a termelékenység fokozását jelölte meg. A könyv szerzője a szovjet gépkocsivezetők Központi Klubjának munkatapasztalatai alapján ad útmutatást arra, hogyan segíthetik elő a sofőrök, javítómunkások és az autószakma többi dolgozói a gépkocsiközlekedés rejtett tartalékainak feltárását. A könyv elsősorban a karbantartás legjobban bevált technológiáját, szervezési módszereit ismerteti, de hasznos, egyszerűen elkészíthető szerszámokat és garázsberendezéseket is mutat be. Foglalkozik a könyv a gépkocsiközlekedés élenjáró szervezési módszereivel, az üzemen belüli önálló gazdaságos elszámolásnak a Szovjetunióban alkalmazott formáinak ismertetésével, a gépjavítás korszerű technológiájával, továbbá a Szovjetunióban szokásos különféle autóversenyek műszaki érdekességeivel.

168 oldal

Ára fűzve 16,— Ft

Budapest városépítészeti kérdései

Budapest városrendezési problémái több, mint egy évszázad óta foglalkoztatják építészteinket és a főváros minden polgárát. A felszabadulás a szocialista városrendezés új igényeit vetette fel. A Budapesti Fővárosi Tanács 1953 novemberében az ország legkiválóbb építőművészeinek részvételével ankétot hívott egybe. Az ankéton megtárgyalták Budapest meglévő városszerkezetének előnyeit, adottságait, hiányosságait, továbbfejlesztésének lehetőségeit, a meglévő körút- és sugárútrendszer megtartásával a továbbfejlesztés irányát. Javaslatok hangzottak el a városközpont kialakításának változataira és arra, miként lehetne a várost legjelentősebb tengelyével, a Dunaparttal, összekötni. Határozott álláspontot és irányelveket adott az ankét a város alközpontjainak kialakítására.

Az ankét teljes anyagát felüledő kiadvány joggal tarthat számot minden szakember, de minden Budapestet szerető ember érdeklődésére is.

152 oldal

Ára fűzve 25,— Ft

Gépipari Enciklopédia

A mű most megjelent 12. kötete a gépek szerkesztésével foglalkozik. Ismerteti a mezőgazdasági gépeket jellemző elméleti, kísérleti és szerkezeti adatokat. Ehhez a részhez tartozik még a mezőgazdaságban széleskörűen alkalmazott szélmotorok leírásával foglalkozó anyag is. Három fejezet a hidraulikus gépekkel foglalkozik, ismerteti a vízturbinákat, szivattyúkat, a hidraulikus hajtóművek munkafolyamatainak elméletét és számítási eljárását, egyben áttekintést nyújt a korszerű vízturbinákról. A „Kompresszorok“ c. rész főként a nagynyomású, nagyteljesítményű kompresszorok főbb szerkezeti jellemzőinek megválasztására vonatkozó előírásokat tartalmazza. Végül bőséges tájékoztató anyagot nyújt a hűtőgépekkel kapcsolatosan. A Csudakov professzor által szerkesztett és a legkiválóbb szovjet szakemberek közreműködésével írt könyv a szovjet gépszerkesztési eredmények és tapasztalatok gazdag anyagát öleli fel. Ezzel pótolhatatlan segítséget nyújt szakembereinknek. A kötetet bőséges ábra-, táblázat- és grafikonanyag teszi teljessé.

737 oldal

Ára kötve 100,— Ft

I. A. FIZDEL:

Beton és falazott szerkezetek hibáinak kijavítása

A könyv a legújabb szovjet tapasztalatok és módszerek alapján ismerteti a mély- és magasépítkezések betonszerkezeteiben és falazataiban bekövetkező hibákat és azok kijavításának módozatait. Befejezésül a hibák kijavításával kapcsolatos munkák megszervezéséről és kivitelezéséről, nemkülönben a szükséges berendezésekről, leltári felszerelésekről és tartozékokról ad részletes tájékoztatást.

115 oldal

Ára fűzve 20,— Ft



A könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők

az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
SZAKKÖNYVESBOLTJAIBAN