

302935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

6. SZÁM

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

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Felelős kiadó:

az É. M. Építőipari

Könyv- és Lapkiadóvállalat

igazgatója

★

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.

Telefon: 384-324

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA**TARTALOM:**

	Old.
A Magyar Dolgozók Pártjának III. Kongresszusa	185
Vágó Elek és Tamás Ferenc: A dolomit tűzállóipari felhasználása	186
Asztalos Mihály: Téглаégetés tábori kemencékben	191
Dr. Knapp Oszkár: Szilikátüvegek viszkozitásának és hőfokának összefüggése	198
Megyesi József: Lakóházak és középületek teherhordó vasbeton szerkezeteinek ismeretes előregyártási módszerei. (Folytatás)	203
Ary Ernő: Hozzászólás és kiegészítés Lázár Jenő „Beszámoló zúzógépekkel végzett vizsgálatok eredményeiről“ c. előadásához	208
Király György: A. Z. Jevnyevics: Emelő- és szállítóberendezések az építőanyagiparban	219

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
III. Съезд Партии Трудящихся Венгрии	185
Ваго Алек и Тамаш Ференц: Применение доломита в промышленности огнеупоров	186
Асталаш Михаль: Обжиг кирпичей в напольных печах	191
Кнапп Оскар: Зависимость вязкости силикатных стекол от их температуры	198
Медьши Иожсеф: Известные методы сборного производства несущих конструкций жилых и общественных зданий (Продолжение)	203
Ари Эрне: Обсуждение и дополнение доклада Лазара Ене о результатах испытаний проведенных дробилками	208
Кираль Дьердь: О книге А. З. Евневича „Грузоподъемные и транспортные механизмы на предприятиях строительных материалов“	219

CONTENU:

	Nos. Pages
III ^e Congrès du Parti des Travailleurs Hongrois	185
Elek Vágó et Ferenc Tamás: L'utilisation de la dolomite dans l'industrie réfractaire	186
Mihály Asztalos: La cuisson de briques dans des fours de camp	191
Dr. Oszkár Knapp: Relation entre la viscosité et le degré de chaleur des verres de silicate	198
József Megyesi: Méthodes connues de préfabrication des éléments portants des maisons d'habitation et des bâtiments publics	203
Ernő Ary: Contribution à la conférence intitulée „Sur les résultats des essais exécutés avec des concasseurs“ de Jenő Lázár	208
György Király: A. Z. Jevnyevics: Machines de lavage et de transport dans l'industrie des matériaux de construction	219

Címlapon: Üvegfúvás a Salgótarjáni Üvegyárban

ÉPÍTŐANYAG

6. ÉVFOLYAM 6. SZÁM



A Magyar Dolgozók Pártjának III. Kongresszusa csak nemrég fejeződött be, az építőanyagipari műszaki értelmiség már megkezdte a Kongresszus határozatainak megtárgyalását, feldolgozását.

A Kongresszus megvonta az elmúlt esztendő eredményeinek és hibáinak mérlegét, felvázolta azokat a sikereket, melyeket a szocializmus építése terén a dolgozó nép anyagi és kulturális színvonalának emelésében és nemzetünk fokozódó egységének erősítésében elértünk. A Kongresszus megállapította, hogy pártunk jó munkájának eredményeképpen elmélyült népünk hazafisága, magasabbrendűvé vált nemzetünk egysége, erős az ország szilárdan megalapozott függetlensége.

Hatalmasak az eredmények az elmúlt esztendő során az építőanyagipar fejlődése területén is. Az ipar minden egyes ágazatában új üzemek épültek, közöttük olyan jelentősek, mint a Mályi Téglagyár, Hejőcsabai Cementgyár, Bélapátfalvai Mészmu. Az ipar minden ágazatában felszámoltuk nagyrészen a kapitalista társadalmi rendből visszamaradt tervszerűtlenséget és megszüntettük egész sor üzem korszerűtlenségét. Ezen a téren a Lábatlani Cementgyár rekonstrukciója, a Pécsi Porcelángyár, Sajószentpéteri Üveggyár rekonstrukciói hatalmas eredményeket jelentenek. Meghonosítottuk az építőanyagipari üzemek egy részében az új technológiát főleg szovjet tapasztalatok alapján, iparunkban elterjedt módszerré váltak a Duvanov-féle gyorsítást, a Kartavcev-féle szárítást, a táblaüveg gyorshúzósa. Mérnökeink és technikusaink az ipar fejlődésével és az új technológia megismerésével párhuzamosan sokat tanultak és maguk is fejlődtek. Kialakult az iparvezetés helyes centralizált módszere, ugyanakkor megszilárdult az üzemekben az egyéni felelősség gazdasági és műszaki vezetés terén egyaránt. Megindult az építőanyagok termelésének, a technológia fejlesztésének rendszeres kutatása és kiépítettük a kapcsolatokat a Szovjetunió és a népi demokratikus országok építőanyagiparával.

A Kongresszus a jelentős eredmények mellett népgazdasági sikon bírálta az elmúlt években elkövetett hibákat, melyeket pártpolitikánkban, gazdasági politikánkban elkövettünk. Megszabta a hibák kijavításának útját, ezzel felbecsülhetetlen segítséget nyújtott minden egyes dolgozónak az elkövetkező évek feladatainak kijelölésében.

Komoly hiba volt az építőanyagipar területén, az ország túlzott iparosításával kapcsolatban például az, hogy az új üzemek technológiája még nem alakult ki megfelelő mélységig, ezért új üzeink nem hozták meg egyelőre a kívánt eredményeket. Nem fejlesztettük kellőképpen a fogyasztásra szánt cikkek termelését az építőanyagipar azon ágaiban, melyek közvetlen népgazdasági szükségleteket biztosítanak, így nem állt és nem áll kellő mennyiségű vagy minőségű építőanyag az építőipar és a lakosság rendelkezésére a hatalmas lakásépítési program megvalósítására. Különösen hiányos volt az építőanyagok minőségi fejlesztési politikája. Az egyes iparágazatokban még a gyártott építőanyagok minőségi színvonala is rendkívül alacsony, egyáltalán nem gondoltunk ezenfelül az építőanyagok minőségi választékának, új, olcsó és szép építőanyagok sorozatának kifejlesztésére. Nem emelkedett kellőképpen a termelékenység az építőanyagiparban, bár a gépesítés terén komoly eredményeket értünk el. Nem vált általánossá a takarékosagra, önköltségsökkentésre irányuló törekvés iparunkban.

A kongresszusi határozatoknak az építőanyagiparban való alkalmazása mérnökeink és technikusaink számára kijelöli az elkövetkező évek legfontosabb feladatait a II. ötéves terv előkészítésében. A legfontosabb feladat most az, hogy műszaki értelmiségünk minden tudásának, lelkesülésének és leleményességének latbavetésével tárja fel az üzemekben meglévő rejtett tartalékokat a termelékenység növelésére, a kisgépesítésre, a minőség és választék fejlesztésére. Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület erre mozgósítja a műszakikat és ennek igyekszünk a jövőben lapunkat is szolgálatba állítani.

A mérnökökön és technikusokon igen sok múlik a termelékenység emelésére és az önköltség csökkentésére, a minőség megjavítására irányuló feladatok megvalósításában. Ez az útja annak, hogy a jövőben még jobban megbecsülje népgazdaságunk a műszaki munkát, hogy mérnökeink és technikusaink az eddiginél is nagyobb elismerésben részesüljenek az építőanyagipar dolgozói között.

A dolomit tűzállóipari felhasználása*

VÁGÓ ELEK ÉS TAMÁS FERENC

Nehézvegyipari Kutató Intézet közleménye

Alapfogalmak

A dolomit tűzállóipari felhasználását a világviszonylatban mutatkozó magnezithiány tette szükségessé. Régebben a dolomit szélesebbkörű felhasználásának határt szabott az a tény, hogy a közvetlenül dolomithiból égetett anyag rendkívül érzékeny a légköri szén-sav és vízgőz hatásával szemben.

A zsugorított dolomit időállóságának megjavítására az első próbálkozás a kátránnyal, szurokkal való keverés volt.

A felhasználás sokkal szélesebbkörűvé vált, mióta a stabilizált és félig stabilizált dolomit-tűzállóanyagokat bevezették.

Az irodalom *stabilizált dolomit* tűzállóanyagként olyan készítményt jelöl, melyben a légköri behatással szemben igen érzékeny kalciumoxid megfelelő magas lágyuláspontra biztosítása mellett valamilyen ellenálló vegyület formájában van lekötve.

Félig-stabilizált dolomit-készítményekben a kalciumoxidnak csak egy része van lekötött állapotban. A légköri behatással szemben aránylag jó ellenállást biztosít az, hogy a nyersanyagkeverékbe olvasztóanyagot viszünk, melyből az égetés folyamán olvadék képződik. Az olvadék a kalcium-

oxid-szemcséket bevonja és elzárja a levegővel való érintkezéstől.

A kalciumoxidot elvileg *ferrit* vagy *aluminát* alakban is lehet kötni, az ilyen anyag azonban, amint látni fogjuk, nem rendelkezik megfelelő tűzállósággal.

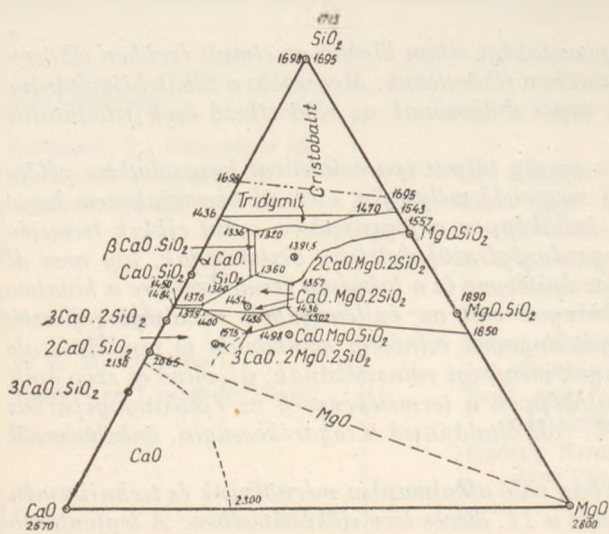
A kalciumnak *szilikáttá* alakításával jó tűzálló tulajdonsággal rendelkező anyag állítható elő. Mivel azonban *bázikus* tűzálló anyag a cél, a stabilizálás technológiáját úgy kell kialakítani, hogy a késztermék *bázikus szilikátot* tartalmazzon. Ezen megfontolások alapján a kalciumot a stabilizálás folyamán C_2S vagy C_3S -á kell átalakítani.

A $CaO-MgO-SiO_2$ rendszerből (1. ábra) láthatjuk, hogy a három oxid keverékéből (a stabilizált dolomit céljaira számbajövő területen) csak akkor keletkezik ternér vegyület, ha a SiO_2 tartalom a MgO és C_2S pontokat összekötő egyenes vonal fölé emelkedik. Az is látható a rendszerből, hogy a SiO_2 tartalom e vonal fölé való növekedésével az olvadáspont rohamosan csökken. Ha tekintetbe vesszük, hogy a téglahasználat folyamán salakkal érintkezve SiO_2 -t, tehát a tűzálló tulajdonságokat lerontó anyagot vesz fel, beláthatjuk azon törekvés indokoltságát, hogy a stabilizálás minél kevesebb SiO_2 bevitelével legyen elérhető. Ebből következik, hogy a tartósság szempontjából feltétlenül a C_3S tartalmú anyagot kell előnyösebbnek tekinteni. A dikalciumszilikát-tartalom a tartósságra gyakorolt kedvezőtlen hatásán kívül hajlamossá teszi az anyagot a szétporlódásra is, ami a $\gamma-C_2S$ keletkezésével magyarázható.

Látjuk, hogy a stabilizált dolomit téglahasználat közbeni rohamos minőségromlása akkor következik be, amikor a SiO_2 tartalom a C_2S -nek megfelelő mennyiséget meghaladja. Ebből könnyen megérthető a félig stabilizált dolomittéglának a stabilizálnál nagyobb ellenállása SiO_2 -vel szemben. A félig stabilizált dolomit-tűzállóanyagban ugyanis a CaO nagy része szabad állapotban van jelen, amely használat közben a tűzálló tulajdonságok jelentősebb megváltozása nélkül C_2S -sé alakulhat.

Az elmondottakból könnyen érthető az is, hogy miért nincsen értelme olyan stabilizált dolomit előállításának, melyben a CaO C_2S alakban van megkötve.

A félig stabilizált és stabilizált dolomit tűzállóanyagok primer kristályos alkotórészei: a MgO (periklász), C_3S , C_2S és CaO nem alkotnak kristályösszenövéseket; ha tehát szilárd téglákat akarunk előállítani, az égetést olyan magas hőmérsékleten kell végezni, hogy megfelelő mennyiségű *olvadék* keletkezzék. Az előbb felsorolt vegyületekkel álló anyag olvadása csak igen magas hőmér-



1. ábra. A $CaO-MgO-SiO_2$ -rendszer

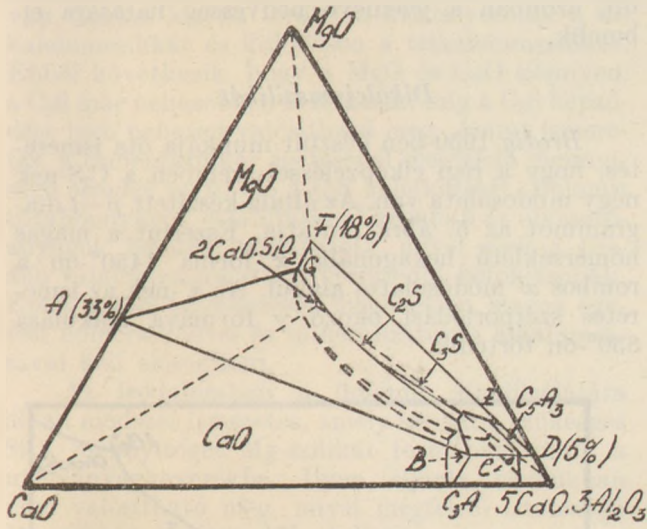
* A cikkben foglaltak egy részét a Magyar Tudományos Akadémia Tűzállóipari Szakbizottságának 1953. évi október havi ülésén a szerzők egyike felolvasta. Azóta a tárgyról Cser Arisztár kartárs cikksorozatát közölte, melynek megállapításaival nem mindenben értünk egyet.

séketlen kezdődik, ha tehát ilyen tűzállóanyagot akarnánk előállítani, igen magas hőmérsékleten kellene égetni. Az ilyen téglák előállítása nem volna gazdaságos. Ezért mind a stabilizált, mind a félig stabilizált, dolomit gyártásánál olvasztó anyagokat kell a nyerskeverékbe adagolni. Olvasztó anyagként elsősorban Fe_2O_3 és Al_2O_3 jönnek tekintetbe. Ezek mennyiségének helyes megválasztásához szükséges néhány fázisdiagram ismerete.

A dolomit-alapú tűzállóanyagok gyártása szempontjából a $MgO-CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ rendszer a legfontosabb. Sajnos, ez a rendszer még nincsen teljesen kidolgozva, bizonyos részek azonban már ismeretesek. Majdnem teljesen kidolgozták már a $MgO-CaO-SiO_2-Al_2O_3$ és a $MgO-CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ rendszereket. E két utóbbi rendszernek a stabilizált és félig stabilizált dolomit előállítása szempontjából igen nagy fontosságú $CaO-MgO-C_2S-C_5A_3$ és a $CaO-MgO-C_2S-C_4AF$ részét fogjuk bemutatni.

A $CaO-MgO-C_2S-C_5A_3$ rendszer

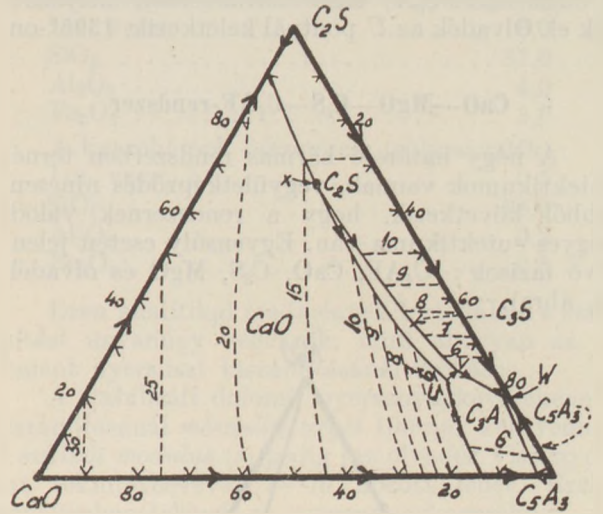
A rendszert R. F. Mc Murdie és H. Insley vizsgálta (2. ábra). Megállapították, hogy kvater-



2. ábra. A $CaO-MgO-C_2S-C_5A_3$ -rendszer

nér vegyület nincsen. A rendszert folyékony állapothól egyensúlyi körülmények között hűtve olyan vegyületek keletkeznek, amelyek megfelelnek a tetraéder csúcspontjainak.

Az a felület, mely a tetraéder oldalait A, B, C, D, E, F és G pontokban metszi, a MgO primer fázis területének határát jelzi. Mindazon keverékekben, melyekben a MgO tartalom oly nagy, hogy az összetételnek megfelelő pont e felület fölé esik, MgO lesz a primer fázis. A felület a $MgO-CaO$ él mentén kezdődik, 33% MgO tartalmú pontban és tovább terjed az 5% MgO -t tartalmazó kvater-nér eutektikumig.



3. ábra. A $CaO-C_2S-C_5A_3$ -rendszer a MgO primérfázis-felületének feltüntetésével.

Kihúzott vonalak : fázishatárok.
Szaggatott vonalak : Azonos MgO -tartalmú pontok.

Az MgO alsó határfelülete a $CaO-C_2S-C_5A_3$ lapra vetítve a 3. ábrán látható. A kihúzott vonalak az ötös vonalakat jelzik. A szaggatott vonalak a $MgO\%$ -ot mutatják. A vonalakra rajzolt nyilak a csökkenő hőmérsékletet jelzik. A négy rendszer valamennyi invariáns pontja ezen a felületen van. Tehát a négy komponensből álló bármely keverék hevítésénél keletkező olvadék összetétele ezen a síkon fog elhelyezkedni.

1. táblázat

Invariáns pontok		Jelenlévő fázisok
Pont	Hőfok C°	
1. (3. ábrán U-jelű pont)	1395 ± 5	$CaO, C_3S, C_3A; MgO, olvadék$ (olvadék összetétele : 5,5% $MgO, 7,0\% SiO_2, 33,5\% Al_2O_3, 54,0\% CaO$)
2. (V-jelű pont) ..	1380 ± 5	$C_3S, C_2S, C_3A, MgO, olvadék$ (5,5% $MgO, 7,5\% SiO_2, 34,0\% Al_2O_3, 53,0\% CaO$)
3. (X-jelű pont) ..	Pontosan nincs meghatározva, közelítően 1900°	$CaO, C_2S, C_3S, MgO, olvadék$ (14,0% $MgO, 19,0\% SiO_2, 10,0\% Al_2O_3, 57,0\% CaO$)
4. (W-jelű pont) .	1295 ± 5	$C_3A, C_5A_3, C_2S, MgO, olvadék$ (5,0% $MgO, 5,0\% SiO_2, 41,5\% Al_2O_3, 48,5\% CaO$)

Az U , V és X pontok nem eutektikumok, mert ezek a konjugációs síkok által alkotott tetraéderen kívül fekszenek. A konjugációs síkokat úgy kapjuk, hogy az összetételnek megfelelő pontot összekötjük az egyensúly esetén keletkező vegyületeknek megfelelő pontokkal.

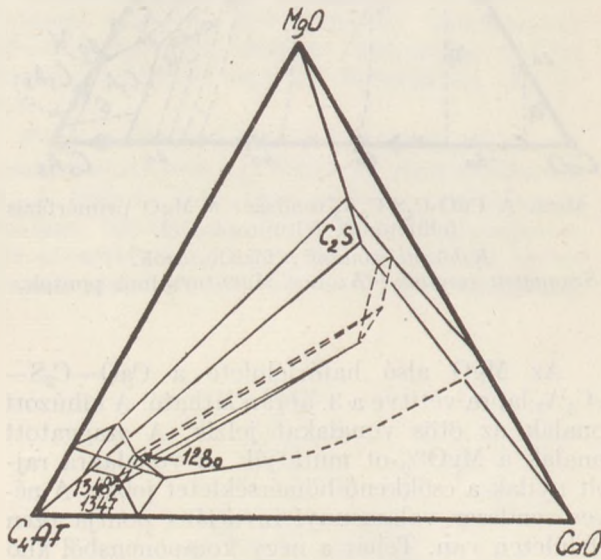
A W pont eutektikum, ahol C_2S , C_3A , C_5A_3 , MgO , olvadék és gőz vannak egyensúlyban.

A stabilizált dolomit összetétele (ha csak CaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 -ból áll) olyan helyen fog feküdni, melyet a C_2S — C_3A — MgO — C_3S pontokon átfektetett tetraéder határol. Hevítés folyamán olvadék a V pontnál, 1380° -on keletkezik.

Félig stabilizált dolomit esetén az összetétel a CaO — C_3S — C_3A — MgO tetraéderben helyezkedik el. Olvadék az U pontnál keletkezik, 1395° -on.

CaO—MgO— C_2S — C_4AF -rendszer

A négy határoló hármas rendszerben ternér eutektikumok vannak, vegyületképződés nincsen. Ebből következik, hogy a rendszernek valódi négyes eutektikuma van. Egyensúly esetén jelenlévő fázisok: C_4AF , CaO , C_3S , MgO és olvadék (4. ábra).



4. ábra. A CaO - MgO - C_2S - C_4AF -rendszer

A CaO — C_4AF — C_2S rendszerben invariáns pont található, amelynél C_4AF , C_2S , C_3S olvadék és gőz vannak egyensúlyban. Ez a pont igen közel fekszik a ternér eutektikumhoz. Igen valószínű, hogy a négyes rendszerben egy csatlakozópont található, ahol C_4AF , C_3S , C_2S , MgO olvadék és gőz vannak egyensúlyban és ez a pont szintén igen közel van az eutektikumhoz. Az olvadáspont-meghatározáson alapuló módszer nem elég érzékeny ezen két invariáns pont megkülönböztetésére. Ezért a C_3S elkeskenyedő primer kristályosodási tere csak közelítő pontosságú. Mivel ez a két pont egymással mind összetételben, mind hőmérsékletben csaknem összeesik, a közelítő vizsgálatokhoz elegendő az eutektikum hőmérsékletét és összetételét ismerni.

Az eutektikus keverék megközelítő össze-

tétele: 2,0% MgO , 8,0% CaO , 69,0% C_4AF , 16,0% C_2S , hőmérséklete: 1280° .

Az újabb kutatási eredmények a C_3S és C_2S -ről vallott nézeteket megváltoztatták.

Trikalciumszilikát

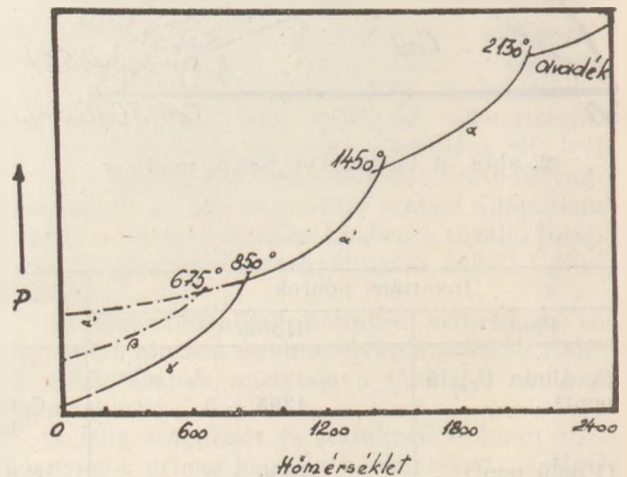
Újabb irodalmi adatok szerint különbséget kell tenni a C_3S és a cementklinker alitja között. Az előbbi triklin, az utóbbi monoklin rendszerben kristályosodik. A dolomit-tűzállóanyagokban alit van.

Az alit kevés Al_2O_3 -t, Fe_2O_3 -t és MgO -t kristályrácsában tartalmaz. Összetétele: $54 CaO \cdot 16, SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot MgO$. Az alumíniumot részben Fe^{+++} az Mg -t Fe^{++} helyettesítheti. Stabilitási területe 1250 — 1900° -ig terjed. Ezen hőmérséklet határokon kívül C_2S -re és CaO -ra bomlik.

Trömel és Möller magas hőmérsékletű röntgenkamrában végzett vizsgálatokkal megállapították, hogy a C_3S 1150° -on, 24 óra alatt nem bomlik. Carlson viszont azt találta, hogy 1150° -on 23 óra alatt 17,5% CaO keletkezik. Az előbbieket a röntgenkamrában való felhevítést száraz N_2 -gáz atmoszférában végezték. Carlson megállapításánál nincsen megjelölve a hevítés módja. Ezen két megállapításból azt a következtetést vonhatjuk, hogy a C_3S 1250° -nál alacsonyabb hőmérsékletnél is stabil, azonban a jelenlévő nedvesség hatására elbomlik.

Dikalciumszilikát

Bredig 1950-ben készült munkája óta ismeretes, hogy a régi elképzeléssel szemben a C_2S -nek négy módosulata van. Az általa készített p — t diagrammot az 5. ábra mutatja. Eszerint a magas hőmérsékletű hexagonális α forma 1450° -on a rombos α' módosulattá alakul. Az α' -nek az ismeretes szétporlódást okozó γ formává alakulása 850° -on történik.



5. ábra. A C_2S p — t diagrammja

Legalacsonyabb szimmetriájú a β fázis (valószínűen monoklin). Szerkezete még nem ismeretes. Nem helyezkedik el stabilis fázisként a γ és α' formák közé, hanem monotrop vonatkozásban

van a γ fázissal, mint teljesen metastabilis, alacsony hőmérsékletű módosulat.

Trömel és Möller megállapították, hogy az $\alpha - \alpha'$ átalakulásnál magasabb hőmérsékletről igen lassan lehűtött anyagban kizárólag α , α' és β fázisok keletkeznek. Vagy ha $\gamma - C_2S$ -t 1000° fölé hevítene, az első felhevítés után a γ és β módosulat keverékét kapják. A művelet megismétlésekor a γ fázis mennyisége csökken és a preparátum a harmadik felhevítés után teljesen β módosulattá alakul, amely igen lassú hűtésre és hosszú tárolás alatt sem alakul vissza γ formává.

Dolomit-stabilizálás

Amint a közölt fázisdiagrammokból látható, mind a stabilizált, mind a félig stabilizált dolomitgyártmányokban a primer kristályokon (tehát MgO , C_3S , C_2S , CaO) az égetés folyamán C_4AF , C_3A , C_2F keletkezhetik. Ezen vegyületek keletkezésének sorrendje az, hogy elsősorban C_4AF képződik. Ha a C_4AF kialakulása után Al_2O_3 felesleg marad, akkor C_3A , Fe_2O_3 -felesleg esetén C_2F keletkezik. Ennek ismeretében az anyag oxidos összetevőiből az ásványi összetétel számítható.

A MgO -nak és CaO -nak a fázisdiagrammokból következően igen tág primer kristályosodási területe van. Sokkal kisebb területen kristályosodik a di-kalciumszilikát és különösen a tri-kalciumszilikát. Ebből következik, hogy a MgO és CaO könnyen, a C_2S már nehezebben keletkezik, míg a C_3S képződése igen nehezen valósítható meg. Amint ismeretes, a cementklinker égetésénél megfelelő mennyiségű *olvadék* segíti elő a C_3S keletkezését. Dolomit tűzállóanyagok előállításánál azonban az olvasztóanyagok bevitele korlátozott, mivel ezek a tűzálló tulajdonságokat kedvezőtlenül befolyásolják. Ezért a C_3S keletkezését megfelelően magas égetési hőmérséklettel és mineralizátorok alkalmazásával kell elősegíteni.

Az irodalomban a dolomit stabilizálására olyan módszer ismeretes, amely szerint a szükséges SiO_2 mennyiséget Mg -szilikát formában viszik a nyersanyagkeverékbe. Ilyen eljárás hazánkban nem valósítható meg, mivel megfelelő tisztaságú Mg -szilikát ásvány előfordulásunk nincsen.

Rendelkezésre áll megfelelő tisztaságú kvarchomok, továbbá diatoma-pala. A lényegesen kisebb reakcióképesség miatt nehézséget okoz a dolomitklinker égetése, ez azonban megfelelő *mineralizátor* használatával teljesen kiküszöbölhető.

A nyersanyagösszetételt az alábbiak szerint számítjuk: tudjuk, hogy a dolomit MgO tartalma az égetés folyamán nem vesz részt reakcióban, hanem periklásszá alakul. A CaO elsősorban C_4AF -t, illetve C_3A -t és C_2F -t képez. Az ezután maradó CaO alakul C_2F -é. Így tehát elsősorban kiszámítjuk, hogy a nyersanyagban jelenlévő Al_2O_3 és Fe_2O_3 -ból mennyi C_4AF , illetve C_3A és C_2F keletkezik és ezek összesen mennyi CaO -t kötnék le. Ezen értéket az összes CaO tartalomból levonva kapjuk azt a CaO mennyiséget, amelyet azután SiO_2 -vel C_3S -sé kell számítani.

A nyersanyagösszetétel *számítási menetét*, to-

vábbá az összetételből megállapítható *olvadék viszonyokat* a következőkben példán mutatjuk be.

A stabilizálandó dolomit összetétele (súlyszázalék):

Izz. vesz.	46,0
SiO_2	1,0
Al_2O_3	0,3
Fe_2O_3	0,5
CaO	32,0
MgO	20,0

A szükséges SiO_2 -t részben diatomaföld, részben 98% SiO_2 -t tartalmazó kvarchomok formában visszük a keverékbe.

A diatomaföld összetétele (súlyszázalék):

Izz. vesz.	6,0
SiO_2	87,0
Al_2O_3	4,0
Fe_2O_3	3,0

A kvarchomok összetétele (súlyszázalék):

Izz. vesz.	0,5
SiO_2	98,0
Al_2O_3	0,2
Fe_2O_3	0,3

Ezen analitikai eredmények birtokában a számítás ugyanúgy végezzük, mint ahogyan az a cement nyersliszt kiszámításánál szokásos.

A stabilizált dolomit nyersanyagkeverékének kiszámításánál *mésztelítettséget* 100-nak kell venni. A *szilikát modulus* (s) pedig (az *olvadék viszonyokat* tekintetbevéve) 7—10 között lehet. Ezek figyelembevételével a nyersanyagkeveréknek a következő egyenleteket kell kielégíteni (s szilikátmodulusú keveréket mutatunk be):

$$CaO\% - (2,8 SiO_2\% + 1,1 Al_2O_3\% + 0,7 Fe_2O_3\%) = 0$$

$$s = \frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%} = 8$$

Elsősorban ki kell számítani az egyes nyersanyagok mésztelítettségét (d) és a megadott szilikátmodulustól való eltérést (k). Ez a következő egyenletekkel történik:

$$d = CaO\% - (2,8 SiO_2\% + 1,1 Al_2O_3\% + 0,7 Fe_2O_3\%)$$

$$k = SiO_2\% - s (Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%)$$

A dolomit elemzési adatait az egyenletekbe helyettesítjük.

$$d_{dol} = 32,0 - (2,8 \cdot 1 + 1,1 \cdot 0,3 + 0,7 \cdot 0,5) = + 28,52$$

$$k_{dol} = 1 - 8 (0,3 + 0,5) = - 5,4$$

Ugyanígy járunk el a diatomaföldnél és a kvarchomoknál.

$$d_d = 0 - (2,8 \cdot 87,0 + 1,1 \cdot 4,0 + 0,7 \cdot 3,0) = - 250,1$$

$$k_d = 87,0 - 8 (4,0 + 3,0) = + 31,0$$

$$d_h = 0 - (2,8 \cdot 98,0 + 1,1 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,3) = - 274,83$$

$$k_h = 98,0 - 8 (0,2 + 0,3) = + 94,0$$

Ha feltételezzük, hogy 1 rész dolomithoz X rész diatomaföldet és Y rész homokot kell hozzáadni, akkor a nyersanyagkeveréknek az alábbi egyenleteket kell kielégíteni:

$$d_{dol} + Xd_a + Yd_h = 0$$

$$k_{dol} + Xk_a + Yk_h = 0$$

Ebből:

$$X = \frac{d_{dol} \cdot k_h - d_h \cdot k_{dol}}{d_a \cdot k_h - d_h \cdot k_a}$$

$$Y = \frac{d_{dol} + X \cdot d_a}{d_h}$$

Ezen két utóbbi egyenletbe a fentebb kapott értékeket az előjelek figyelembevételével behelyettesítjük:

$$X = \frac{28,52 \cdot 94,0 - (-274,83 \cdot -5,4)}{-250,1 \cdot 94,0 - (-274,83 \cdot 31,0)} = 0,079841$$

$$Y = \frac{28,52 + 0,079841(-250,1)}{-274,83} = 0,031110$$

Tehát egy rész dolomithoz 0,079841 diatomaföldet és 0,031110 rész homokot kell venni.

A nyersanyag összetétele (súlyrész):

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1 rész dolomit	1,0	0,3	0,5	32,0	20,0
0,079841 rész diatoma	6,95	0,32	0,24	—	—
0,031110 rész homok	3,05	0,01	0,01	—	—
	11,00	0,63	0,75	32,0	20,0

A keverék százalékos összetétele:

SiO ₂	17,08%
Al ₂ O ₃	0,98%
Fe ₂ O ₃	1,16%
CaO	49,70%
MgO	31,06%

Vagy az ásványi összetétel:

C ₄ AF	3,52%
C ₃ A	0,61%
C ₂ S	64,79%
MgO	31,06%

Az előbbi nyersanyagösszetétel-számítást 7, 8, 9 és 10 szilikát-modulusú keverékekre elvégezve, az alábbi %-os összetételeket kapjuk:

2. táblázat

Szilikát modulus	7	8	9	10
SiO ₂ %	16,93	17,08	17,18	17,24
Al ₂ O ₃ %	1,14	0,98	0,84	0,76
Fe ₂ O ₃ %	1,28	1,16	1,07	0,96
CaO %	49,54	49,70	49,78	49,84
MgO %	30,96	31,06	31,12	31,15

Mint láttuk, a C₄AF tartalmú anyagok hevítésénél az első olvadék az eutektikus ponton, 1280°-on keletkezik, 7,0% MgO, 5,6% SiO₂, 14,5% Al₂O₃, 22,6% Fe₂O₃ és 50,3% CaO összetétellel. A 3. ábrán látható rendszerben az első

olvadék az eutektikus ponton W-nél keletkezne, mivel azonban az ennek megfelelő összetétel stabilizált dolomitnál nem fordul elő, az első olvadék V—W monovariáns vonal mentén, 1295° és 1380° hőmérsékletetárok között, az ábrából leolvasható összetétellel fog keletkezni.

A téglák gyártásánál a keletkező olvadék összetételén kívül az olvadék mennyisége is igen fontos. A 3. táblázatban megadjuk a keletkezett olvadék mennyiségét néhány jellegzetes összetétel és hőmérséklet mellett. Az olvadékmennyiségeket a fázisdiagrammok alapján számítottuk ki. A hőmérsékleti adatokat Hall és Insley diagrammjaiból vettük.

Rövid példán ismertetjük az olvadékszámítás menetét. A példában az egyszerűség kedvéért csak az Al₂O₃-t vesszük olvasztóanyagként, a 3. táblázatban lévő értékeket azonban úgy számítottuk ki, hogy az Al₂O₃ és Fe₂O₃ által okozott olvadékmennyiségeket külön-külön figyelembe vettük; a táblázatban a két olvasztóanyag által okozott olvadékmennyiségek összegét tüntetjük fel.

7 szilikát-modulusú anyagból indulunk ki, melynek összetétele: SiO₂ 16,5%, Al₂O₃ 1,14%, Fe₂O₃ 1,28%, CaO 49,54%, MgO 30,96%. A számítást a 3. ábra alapján követhetjük. Az U ponton (hőmérséklete 1395°) keletkező folyadék összetétele:

	súly%
MgO	5,5
SiO ₂	7,0
Al ₂ O ₃	33,5
CaO	54,0

Az olvasztóanyag az Al₂O₃, tehát minden 0,335% Al₂O₃ 1% olvadékot ad. A kiindulási keverék olvasztóanyag-tartalma 2,42%, a keletkező olvadék mennyisége tehát 7,25%.

A további hevítés során, pl. a 9% MgO tartalom és X—U vonal metszéspontján, 1550° hőmérsékleten keletkező olvadékmennyiség számítása:

A 3. ábrából leolvasott folyadékösszetétel (súlyrész):

MgO	9
C ₅ A ₃	45
CaO	15
C ₂ S	40

A C₅A₃-at és C₂S-t összetevő oxidjaikra átszámítva súlyrészben, illetve súlyszázalékban kapjuk meg a folyadék összetételét.

	Súlyrész	Súlyszázalék
MgO	9	8,2
SiO ₂	14	12,8
Al ₂ O ₃ ...	23	20,9
CaO	63	58,1
	109	100,0

Látjuk, hogy ezen a ponton minden 0,209% Al₂O₃ 1% olvadékot ad. A kiindulási elegy olvasztóanyag-tartalma tehát 11,6% olvadékot ad.

A 3. táblázatban az előbbi elvek szerint számított olvadákmennyiségeket foglaljuk össze különböző szilikátmodulusú kiindulási keverékek esetében.

3. táblázat

Hőmérséklet C°	Szilikát modulus			
	7	8	9	10
1400	8,04	7 15	6,31	5,69
1500	10,23	9,10	8,06	7,26
1600	13,65	12,14	10,75	9,69
1700	18,52	16,45	14,51	13,08

A 3. táblázat adatait kell figyelembevenni, amikor stabilizált dolomittéglák tűzállóságára óhajtunk következtetéseket levonni. Megfelelően szilárd téglá előállításához olyan hőmérsékleten kell égetni, ahol legalább 10% olvadék keletkezik, de ezt az értéket csak kis mértékben szabad túllépni, mert a téglák terhelés alatti lágyulása kb. 15—18% olvadék mennyiségnél megindul.

Amint láttuk, a dolomit tűzállóipari alkalmazása az elmélet ismeretén kívül gyakorlati szempontból is igen kényes feladat. A nyersanyag-

keverék elkészítése pontos munkát igényel, mert az összetevőknek aránylag kismértékű megváltozása az anyagot használhatatlanná teszi. Állandó minőségű termékek csak a nyersanyagok igen lelkiismeretes ellenőrzésével és a gyártástechnológiai fegyelem pontos betartásával állíthatók elő.

A cikkben vázolt elveknek megfelelően a Nehézvegyipari Kutató Intézetben kísérleteket folytatunk hazai nyersanyagokból előállítható jó minőségű stabilizált és félig stabilizált dolomittéglák előállítására céljából.

IRODALOM

- Brelig, M. A. : J. Am. Ceram. Soc. 33 6 (1950) 188
 Cser A. : Építőanyag 5 365, 413 (1953) ; 6 33 (1954)
 Ferguson, J. B.—Marvin, H. E. : Amer. J. Sci. (4) 48 81 (1919)
 Greig, J. W. : Amer. J. Sci. (5) 13 1 (1927)
 Hall, F. P.—Insley H. : Phase Diagrams for Ceramists, Am. Ceram. Soc. Columbus, O, (1947)
 Jeffery, J. W. : Acta Cryst. 5. 26 (1952)
 Lea, F. M. és Parker, T. W. : Trans. Roy. Soc. Ser. A. 234 A. (731) 16 (1934)
 Mc Murdie, H. F.—Insley, H. J. : Res Nat. Bur. Stand. 16, 471 (1936)
 Osborn, E. F. : J. Am. Ceram. Soc. 26 (10) 322 (1943)
 Swayze, M. A. : Am. J. Sci. 244 70 (1946)
 Trömel, G.—Möller, H. Rock Products 55 72 (1952)

Téglaégetés tábori kemencékben

ASZTALOS MIHÁLY

Az új kormányprogram, amely a mezőgazdaság fokozottabb fejlesztését tűzte ki súlyponti feladatként, szükségképpen magában foglalja azt is, hogy a végrehajtás folyamán az állami gazdaságokban, termelőszövetkezetekben, de még az egyéni gazdaságokban is számtalan épületet kell emelni, melyek részben lakásul, részben pedig a fejlettebb gazdasági szükségletek igényeinek kielégítésére fognak szolgálni.

A fent felsorolt gazdasági csoportosulások, sőt gyakran a falvak is, távol fekszenek a téglagyáraktól, távol vannak a vasúttól, sőt kiépített út sem vezet mindig hozzájuk, s így, ha a téglá beszerzése sikerül is, a téglának az építés helyére szállítása okoz sok nehézséget, költsége pedig gyakran meghaladja a téglá beszerzési árát. Ezért merül fel a szükségessége annak, hogy foglalkozunk a téglagyártás és égetés egy, ma már túlhaladott, primitívebb módszerével, mely azonban éppen egyszerűségénél fogva, a legeldugottabb mezőgazdasági csoportosulásokban is megvalósítható. Ez a kézi üzemű téglagyártás és a tábori kemencékben való égetés.

Ma a falusi épületek falazóanyaga túlnyomó részben vályog vagy az azzal egyenlő értékű és tulajdonságú vertfal. Évtizedes harcot folytatok azért, hogy ezt a falazóanyagot legalább a lakóházak építésénél kiküszöböljük. Ezért mielőtt értekezésem valódi tárgyára rátérnék, néhány szóval meg kell emlékeznem a vályog vagy vertfal

építkezésekről. Néhány vonatkozásban összehasonlítást kívánok tenni a kétféle falazóanyag között, az építési költség, szilárdság, tartósság és az egészségügyi szempontok figyelembevétele mellett. A vályogház építési költsége nem vitathatóan olcsóbb, mint a téglából épült házé. Ez azonban az egyetlen szempont, melynél a vályogépítkezés előnye mutatkozik és mint a következőkben kimutatom, ez sem olyan lényeges, hogy az egyéb, nagyobb súllyal fellépő hátrányokkal összevetve, a vályogépítkezés előnyére dönthetné el a kérdést.

A vályog előállítási költsége, a nagyobb törési és esőkárt is figyelembe véve, kb. 40%-kal olcsóbb a téglá előállítási költségeinél. De egy egyszerűbb falusi vagy tanyai épületnél az összeépítési költségekben a téglá költsége rendszerint annak 10—12 százalékát, de legfeljebb 15%-át teszi ki. Tehát az összköltségre visszaszámítva, a vályog alkalmazása a költségeket legfeljebb 5%-kal csökkenti. Ez pedig alig számbajövő összeg a teljes építési költség mellett, tehát nem döntő szempont.

A téglá szilárdsága jóval nagyobb, tehát vékonyabb fallal érhető el a megkívánt szilárdság. Ennek a következménye az a másik előny is, hogy esetleges bontásból a téglá nagyobb része épen, újból felhasználhatóan kerül ki, míg a vályog túlnyomó részben elpusztul. A tégláépület vitathatatlanul tartósabb. A vályogépületet az időjárás viszontagságai nagyon megviselik. Fokoz-

zottabb gondozást igényel, amit ha nem kap meg, hamar megrokkban. Elemi csapások esetén, árvíz-nél, tűzvészben a vályogfal nem menthető, a téglafal túlnyomó részben megmarad. Leglényegesebb azonban az egészségügyi szempont. A vályogot rendszeren a felső humuszos földrétegből, pelyva hozzákeverésével készítik, tehát jelentékeny mennyiségű rothadásra hajló, szerves anyagot visznek a falba. A vályogfal több nedvességet tartalmaz, mint a téglafal, így a rothadási folyamat mihamar meg is indul. Aki vályogházban huzamosabb ideig tartózkodott, ismeri ennek az állandó bomlási folyamatnak a kellemetlen szagát. Az egészségügyi statisztikák is világosan mutatják a következményeket: a tüdővész, angolkór és sok más betegség nagyobb elterjedtségét a falvakban. A téglá égetési termék, 850—1100 C°-nál ég ki, tehát feltétlenül mentes minden szerves anyagtól. Most, amikor sok tízezer lakóházat akarunk a falusi és tanyai lakosság részére megépíteni, fokozottabb alapossággal kellene megfontolni, hogy egyáltalában engedjünk-e vályogból lakóházakat építeni. Inkább építsünk 5%-kal drágábban, vagy kevesebbet, de az épületek feleljenek meg minden szempontból, de főleg egészségügyi szempontból a korszerű és emberi követelményeknek.

Most visszatérek eredeti témámhoz, a kézi téglagyártáshoz és a tábori kemencékben való égetéshez.

A kézi téglavetéssel sokat nem foglalkozom, ez még ma is közismert eljárás. Állami vagy tanácsi, állandó üzemű téglagyárakban is készítenek még ma is sok helyen így téglát. Csupán néhány jellemző szempontot akarok itt mégis felemlíteni.

A kézitégla nem túlzottan igényes az anyag kiváló minőségére. Jelentékeny mennyiségű humusszal vagy homokkal kevert agyagból is lehet jó kézitéglát készíteni. Lényeges követelmény a sár jó elkészítése. Célszerű azt háromszor kapával átvágni és azután 12—24 órán át pihentetni. Így előkészítve alig van olyan föld, amiből ne lehetne kézitéglát gyártani.

A kivert kézitéglát meg kell még az esőtől is védeni. Ha frissen, puhán éri az eső, teljesen elpusztíthatja. A száradóban levő vagy száraz téglá jelentékeny esőt is kibír, legfeljebb ragyás, esőverte lesz, de kiegészíthető és felhasználható.

Célszerű mégis a téglaszárító helyeket úgy elkészíteni, hogy a csapadékvíz elfolyjon a nyers-tégla alól és szükséges, legalább az első 2—3 napban, az esőtől takaróval is védeni.

Tábori égetésnél majdnem mindig ideiglenes gyártási hely kialakításáról van szó, ezért csak a legegyszerűbb és legolcsóbb szárító és lerakó-helyek létesítése jöhet számításba. Ehhez a talajszintből csak 10—15 cm-re kiemelt földből készült és jól döngölt banquetákat építsünk, gondoskodva a körülötte összegyűlő csapadékvíz elfolyásáról is.

Célunk még, hogy gyártási segédeszközeinket is lehetőleg a helyszínen fellelhető és olcsó anyagokból állítsuk elő. Ezért a takarót sem deszkából készítjük. Legjobb ezt szalmából előállítani, de lehet leveleitől már megfosztott kukoricaszárból, sőt szükség esetén még napraforgó kóróból is.

Egy-egy tábla ne legyen hosszabb 2 m-nél és szélessége 1 m legyen. Ezt egy ember kényelmesen tudja felrakni vagy leszedni.

A kézitégla vetése ha nem is szaktudást, de bizonyos betanítottságot és gyakorlatot igénylő munka. Egyre kevesebben jelentkeznek erre az erősen idényjellegű munkára úgyanyira, hogy a kézivetésre berendezett állandó településű téglagyárak sem tudják mindig fedezni munkásszükségletüket. Ezért nem lesz érdektelen, egy ma már feledésbe ment kézi vetőgép ismertetése. 25—30 évvel ezelőtt igen elterjedt volt a „Capax“ néven ismert karosdöngölőjű kézitégla gyártó gép, melylyel minden előzetes betanítottság nélkül, bárki gyárthatott téglát. A gép, mely 60—70 kg-nál nem volt nehezebb, két rövid fagerendára volt ráerősítve és két ember a telepen könnyen szállíthatta. Az egész gép három lényeges részből állt: formaszekrényből, döngölő karból és kiemelő szerkezetből. A formaszekrényt, melynek alapterülete 25x12,5 cm volt, egy lapát föld bedobásával kellő magassáig megtöltötték, a csuklós karral, melyen a formába illő döngölő lap volt, ütéssel tömörítették a földet, melynek mindig egyforma vastagságát azáltal biztosították, hogy addig döngölték, míg egy lezáró kallantyúval a kart a formaszekrényhez kapcsolhatták. Ez 3—4 ütés után volt rendszeren elérhető. A „Capax“ géphez a sarat sem kellett különösképen előkészíteni. A földet laza porhanyított állapotba hozták, és szükség esetén annyi vizet adtak hozzá, míg jó földnedves lett. A formából kiemelt nyerstégla már kellő szilárdságú volt ahhoz, hogy targoncára rakva 25—30 db.-ot a szárítóhelyre lehetett szállítani, anélkül, hogy megsérült volna. A szárítása is könnyebben és gyorsabban ment. Míg a közönséges kézitéglába 20—25% víztartamat viszünk be, ennek nedvességtartalma nem több 10—12%-nál.

A „Capax“-géppel két ember könnyen megcsinál 1500 téglát 8 óra alatt, de szükség esetén egy ember is kezelheti, ekkor a termelés természetesen felére csökken.

A „Capax“-gépet annakidején egy pesterzsébeti kis gépüzem készítette. Talán az üzem még ma is fellelhető és esetleg a rajzok, modellek is megtalálhatók. Roppant egyszerű a szerkezete és pár száz darab legyártása egy kis gyárüzem számára nem volna jelentékeny munka. Ha kutatnánk utána, faluhelyen, rég leállított kis üzemekben, jó néhányat még talán ma is össze lehetne szedni.

Egy másik forgalomban levő kéziüzemű felszerelés, amit csak meg kívánok említeni a „Tetőleni“-féle kéziprés volt. Ez egy egyszerű forgó asztalka, 3 vagy 4 munkahelyel, melyet kézi erővel forgattak. Az első helyen töltött, a másodikon préselt, harmadikon kiemelt, a negyedikén leszedték a nyerstéglát. Ezt csak azért említettem meg, mert bizonyára ebből is feltalálható még néhány használt darab.

Nem hagyhatom említés nélkül a szerintem legcélravezetőbb megoldást: a „vándorprést“ sem. Egy kocsi szerelt kis 300-as, 350-es téglaprés, a fölött egy nedvesítő adagoló, legfelül pedig

egy kisméretű törőhenger vagy finomhengerpár. Az adagolás ugyanolyan felvonókosárral történék, mint a betonkeverőnél. Az aggregátum mindig víznyerő hely mellett volna felállítható, amiből egy kis szivattyú emelné a vizet a keverőhöz.

Ma már gyakran találkozunk a makadám utak mentén kocsira szerelt közúzó és osztályozó berendezéssel. Ennek a mintájára oldanám meg ezt a berendezést, oly módon, hogy a hajtóerőt mindjárt a szállító autó motorja szolgáltatná. A hajtóerő benzín vagy nyersolaj. Az egész aggregátum erőszüksége nem több 30—35 lóerőnél.

Egy ilyen géppel naponta 20 000 téglát legyárthatunk. A gép mellett csak két állandó munkás volna: vágó és elszedő. A többi munkaterőt a helyi alakulatok adnák. A levágás kézi asztallal történne, az elszállítás targoncával. A prést úgy kellene mindig felállítani, hogy a szárító lerakóhelye ne legyen több 50 m-nél. Egy ilyen vándorpréssel egy idény alatt 2—2,5 millió téglát is lehetne gyártani, ami fedezné 100 családi lakóház téglaszükségletét. Egy ilyen készlet pár hét alatt könnyen össze volna szerelhető, mert igen sok régi típusú cserép vagy téglaprés fekszik a gyárakban kiselejtezve, kis törőhengert is össze lehetne szedni néhányat, csupán a nedvesítő adagolót és az anyagemelőt kellene megszerkeszteni és legyártani. Talán legnagyobb nehézségbe a vontató kocsik előteremtése kerülne, de kis jóakarattal ez is megoldható lenne. Öt ilyen berendezéssel, 10—12 millió téglá legyártásával azt hiszem fedezve lenne az a téglaszükséglet, mely a nehezen megközelíthető helyeken mutatkoznék. Vándorpréssel csak olyan helyeken telepédnénk meg, ahol a felmerülő téglai igény legalább 300—500 ezer darabot elér. Ennél kisebb igényeket mégis csak kézi gyártással elégítenénk ki.

Meg kell még említenem, hogy kéziüzemű cserepet is, különösen hódfarkú cserepet, aránylag könnyen lehet előállítani és tábori kemencében kiegészíteni. Véleményem szerint azonban ezzel mégsem érdemes foglalkozni, mert egyrészt a cserepből lényegesen kisebb a szükséglet, mint áru értékesebb és így jobban kibírja a nagyobb szállítási költségeket. Kéziüzemű előállítás is több gyakorlatot és gondosságot igényel.

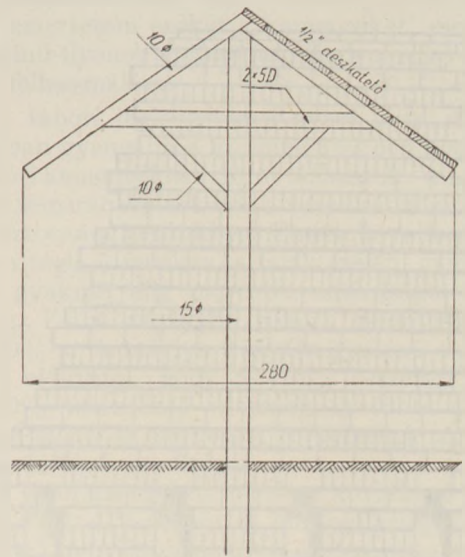
Még a nyerstégla szárításáról kell írnom. Ahol a gyártás kis mennyiségben történik és ez egy idény alatt 100—200 ezernél nem több és ez a szükséglet sem ismétlődik meg több éven át, ott nincs szükség más szárítóhelyre, mint amiről már az előbbieken is írtam. Ahol azonban a szükséglet nagyobb és állandó jellegű, több éven át megismétlődő, ott érdemes foglalkozni állandó szárítószin megépítésével is. Egy ilyen, aránylag kis anyagszükségletű, házilag is könnyen megépíthető, lebontható, áthelyezhető szárítószin mutat be az 1. ábrán. A vázszerkezet teljesen gömbfából készül, csak a lefedés deszka. 50 m hosszú szín teljes anyagszüksége 3 m³ gömbfa és 2,1 m³ deszka. Befogadóképessége 32 000 db. kisméretű téglá.

Egy ilyen szárítószin jól elhelyezve és jól kezelve 8—12 nap alatt szárít, tehát kb. fedezi

egy „Capax“-rendszerű kétszemélyes prés vagy egy 3 tagú kézi asztal szárítóhelyszükségletét.

Ennek a színnek a faszüksége fedezhető helyileg termelhető akácfaiból is, tetőzetét pedig deszka helyett szalmatáblákból is el lehet készíteni.

Ha országos viszonylatban jelentős mennyiségű szárítószin kellene előállítani, érdemes lenne előregyártott betonelemekből ilyen összerakható és hordozható típuszint megtervezni, amelyet vándorpréssel együtt szállítva, esetleg vándorszínként is lehetne alkalmazni.



1. ábra

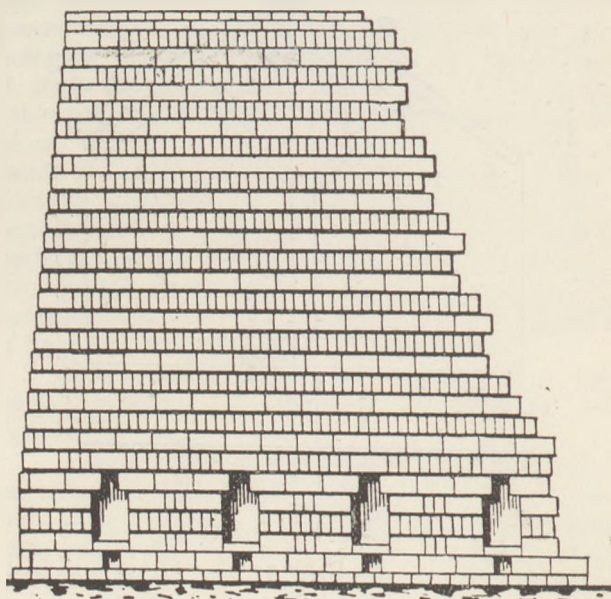
Ezzel a nyersgyártás ismertetését be is fejezhetem. A következőkben az így legyártott téglák hasonló egyszerű módon, a helyi lehetőségek kihasználásával való kiegészítést fogom ismertetni.

A téglának tábori kemencében való kiegészítése 40—50 évvel ezelőtt még azt jelentette, hogy minden állandó jellegű kemence-építmény nélkül, egyedül a kiegészítő téglából boglyaszerűen összerakott kemence-formációban égették az árut. Ezekben a tábori kemencékben általában nem szénrel fűtöttek, hanem szalmával, kukoricaszárral, esetleg fával, mindig aszerint, hogy az a vidék miből termelt legtöbb fölösleget. Csak az utóbbi 3—4 évtizedben épültek ki a falazott tábori kemencék, melyekben azután csakhamar áttértek a széntüzelésre. Ezen bukott meg azután a tábori kemencék üzemeltetése, mert az 1000 db.-onkénti 700—800 kg szénfogyasztás igen magasra emelte az önköltséget s ezzel a költséggel már könnyen felvették a versenyt a körkemencés, állandó üzemű téglagyárak.

Úgy kell tehát a téglának tábori kemencékben való kiegészítését megszerveznünk, és ott, ahol az célszerűnek és szükségesnek mutatkozik, hogy ne szentet vagy fát használjanak fel, hanem az egyes helyeken nagyobb tömegben fellelhető másod-, harmad- vagy negyedosztályú tüzelőanyagot. Ilyenek a szalma, kukorica, napraforgószár, rózse, venyige stb. Ezek az anyagok a szalma kivételével

nagyobb részt úgyis elkallódnak, tehát pénzértékben nem jöhetnek úgy számításba, mint a szén vagy fa, tehát mint kalkulációs tényező is másként kerülhet elszámolásra.

A 2. sz. ábra egy tábori kemence keresztmetszetét mutatja. Ez tulajdonképpen nem is kemence, hanem alkalmasan összerakott téglamáglya. Két irányban a célszerűség által megszabott mérethatára van. A szélessége 80—120 téglánál, magassága pedig 24—28 téglánál ne legyen nagyobb. Hossza nincs megszabva, a terep, alakulása és a kiegészítő téglamennyisége szerint



2. ábra

bármilyen hosszú lehet, de csak széntüzelés esetén. Szalma, rózse vagy más hasonló anyag eltüzelését célozva, nem helyes a szélességnél lényegesen hosszabb máglyát összerakni, mert a nagyobb hosszúság a jó kiegészítést akadályozná. Az egy tábori kemencében kiegészítő téglamennyiségének sincs felső határa. 80—100 ezernél kevesebbet égetni azonban nem gazdaságos.

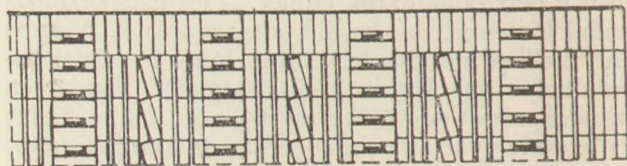
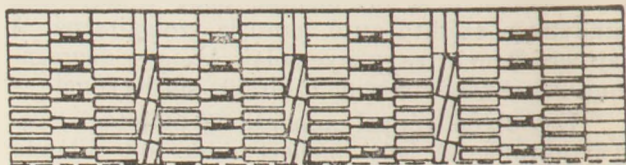
A kemencét kemény, jól döngölt területre kell telepíteni. A területet kétirányból közép felé gyengén lejtősen alakítsuk ki, hogy az égés közben fellépő, kifelé ható nyomást ellensúlyozzuk. Gondoskodni kell a kemence körül összegyűlő csapadékvíz elvezetéséről is.

A máglya összerakásának ismertetésénél a szénnel való égetéshez szokásos eljárást írom le, mert ez ma már a jobban elterjedt módzat és ebből vezetem le azután a szalma stb. tüzelőszer alkalmazása esetén szükséges változtatásokat.

Az előkészített talajra esőverte vagy más hibás nyerstéglából egy élére állított alapsort rakunk (2. ábra „a”). Ha van, kirakhatjuk ezt selejtes égetett téglából is. A második sor a „b” a légszatórná sor, melyek a kemence egész hosszán keresztül vezetnek. A máglya szélességében átlag minden három téglahossznyira építünk be egy-egy szatórnát, melynek szélessége féltégla. Ezt egy ritkán rakott, lapjára fektetett téglasorral fedjük

be. Ez a rostély, melyen a tűzcsatornához jut a szükséges levegő.

A rostélyréteg fölött kezdődik a tűzcsatorna, melynek szélessége egy téglahossznyi, magassága, 3,5 téglaréteggel egyenlő. Az utolsó rétegnél féltégla hosszra összehúzzuk a lefedés végét. A tűzcsatornát mindig a légszatórná felett építjük be.



3. ábra

Két tűzcsatorna között a „c” és „d” jelű rétegekben a 3. ábrán látható közbenső üregeket hagyunk, melyekbe egyes sorban ferdén állított téglát rakunk, az üregben fennmaradó teret pedig apróbb darabos szénnel töltjük ki.

A tűzcsatornát lefedés előtt darabos szénnel teljesen megtöltjük, a fedő téglasort sűrűn, csak egész kicsi hézagot hagyva rakjuk rá. A tűzcsatornák közötti nyerstégla sorokat is, mielőtt egymásra raknánk, a rétegek között 10—15 mm vastagon darabos szénnel szórjuk be. Ez a rétegek közötti szénbeszórás így történik azután felfelé, egészen az utolsó rétegegig. Ezzel a szénmennyiséggel már a máglya teljes kiegészítéséhez szükséges szenet bevittük a máglyába.

A máglyát változatlan szélességgel rakjuk a tűzcsatorna fölötti 8. rétegegig, onnan a szélességet féltéglás beugrással szűkítjük. A máglya további összerakását a 2. ábra világosan mutatja. Még csak arra hívom fel a figyelmet, hogy a sorokban a téglakötéseket ne hanyagolják el, mert a máglya égés alatt könnyen szétnyílik.

A máglyát a nyílások kivételével, selejt anyagból készült védőfallal burkoljuk. A lefedés két sor fekvő téglával történik, melyre 10—15 cm laza agyagot vagy homokot térítünk.

Az így előkészített máglyában az égetés megkezdődhet. A tűzcsatornába berakott rózsevel vagy hasábfával begyújtunk és tüzelünk, míg a szén izzásba jön. Ezután a tűzcsatornát befalazzuk, csak féltéglányi nyílást hagyunk. Amikor a védőfal hézagain a téglában levő nedvesség kigőzölgött, a védőfalat sárhabarccsal bekenjük. Az égetőnek ezután már nincs más dolga, mint hogy figyelje a tűz, illetve az izzás terjedését és a tűz- és légszatórnák zárásával vagy nyitásával megfelelően irányítsa a tűz haladását.

A tábori kemencékben való tégláégetésnek a tulajdonképpeni célja az, hogy a szenet, fát más célokra megtakaríthassuk és a téglát a felhasználás

lasi hely közelében, annak a vidéknek legérték-telenebb és többé-kevésbé hulladéknak tekint-hető tüzelőanyagával égezzük ki. Ezért vizsgáljuk most meg, hogy az előbb ismertetett eljárás milyen változtatásokon megy át, ha nem szénrel, hanem az előzőkben felsorolt tüzelőanyagokkal égetünk. Egy bizonyos, ha szalmával, vagy rőzsével bár-hogyan tele is tömjük a tüzelőcsatornákat, sokkal kevesebb kalóriaértéket viszünk be, mint amikor azt szénrel raktuk meg.

Szalmával, rőzsével, kukorica- vagy napra-forgószárral való fűtés esetén tehát folytatólagos tüzelésre van szükség és a szükséges hőmennyiség nagyobb részét a tüzelőcsatornákból kiindulóan kell a máglya egész tömegén szétárasztani. Ezért kell a kemence hosszát rövidebbre venni és az átmenő tüzelőcsatornákat mindkét végén fűteni. Itt nem sok értelme volna annak, hogy az egyes rétegeket szalma ágyazásba rakjuk, legfeljebb sorkiegyenlítésül teszünk szalmát a rétegek közé. Célszerű a tüzelőcsatornákat is egymáshoz közelebb hozni egy vagy fél téglahosszal és nagyobb méretűre készíteni, mely esetben több lépcsővel szűkítjük és azután zárjuk le.

Eddig ki nem próbált, de valószínűleg helyes eljárás lenne a rétegek közé 15—20 mm vastag-ságban rizshéjat berakni. Ez haszontalan anyag, jól ég és fűtőértéke jelentékeny. Bizonyára jó segítség volna és megkönnyítené a tüzelőcsatornákon át való fűtést.

Egyebekben a máglya további kezelése, ugyanúgy történik, mint a széntüzeléses eljárás-nál leírtam, azzal a különbséggel, hogy itt a fűtő-nek sokkal több dolga van és még sokkal nagyobb elővigyázatossággal kell dolgoznia.

Említettem, hogy a tábori égetéshez, ahol az évről évre ismétlődve állandó jellegű lett, fix fal-lakkal ellátott tábori kemencéket építettek. Ezek kizárólag széntüzelésre készültek, és a tüzelő-nyílásokba a hamutér fölé fix rostélyokat helyez-tek be. A tüzelőnyílások elhelyezése egyébként ugyanolyan, mint a máglya-kemencénél.

A falazott tábori kemencék ó-német kemence néven ismeretesek és fejlődésükben négy fokozatot ismerünk, melyek mindig a tüzelőanyag jobb kihasználásának irányában haladtak.

1. Csak négy fix oldalfal van. Tüzelőnyílás a két szemben levő oldalon, de a kemencefenék fölött van beépítve. A másik két falban egy-egy ajtónyílás van a be- és kihordás céljaira. A be-arakott kemencében a felső sor után még két lapjára fektetett nyerstégla fedősort raknak, amit 10—15 cm vastag homok- vagy porhanyós agyagréteggel letakarunk.

2. A négy falon kívül falazott boltozata van, melybe nyílások vannak beépítve az égés, illetve a huzat szabályozására. Egyébként azonos az 1. alattival.

3. Az épített falak és boltozatok változatlanok, de a tüzelőnyílások mélyebbre épülnek úgy, hogy a rostélyok a kemencefenék alá kerül-nek és betorkolnak a fenék alatt épített tűz-vezetőcsatornába. A csatornák egymással is össze vannak kötve, de a kemencefenék felé is

vannak kis kéményszerű nyílásaik minden irány-ban 80—100 cm távolságban, melyeken keresztül osztódik el tűz a kemenceterbe. A fenéknyílások, valamint a boltozat nyílásainak letakarásával, vagy nyitásával lehet azután már a tüzet vezetni és a huzatot szabályozni.

4. Az 1—3 alatt leírt kemencéknek nincs kéményük. A negyedik variáció Kasseli-kemence néven ismeretes. Ezt két vagy több iker kemence-terrel építjük, melyek egymással is, és a lehetőleg központosan elhelyezett falazott kéménnyel is össze vannak kapcsolva.

Részletesebben sem írásban, sem rajzban nem ismertetem ezeket a kemencéket, mert nem valószínű ilyenek építése, csupán a meglévők eset-leges felhasználása.

A tábori tégláégetéssel nyert téglá minősége általában gyengébb a körkemencékben égetettnél. A tábori kemencékben, mint láthattuk, sem a tűz erejét, sem irányítását, sem a vezetését nem tarthat-tuk biztosan a kezünkben. Ennek következménye, hogy a téglá a fenéken, a falak szélén, gyengén ég ki és gyakran alig nagyobb szilárdságú, mint a vályog. Ez a máglyába rakott mennyiségnek a 15—20%-a. A máglya közepén gyakori a túlégés. Itt is előfordul, hogy 5—10% összeforr. Tehát 20—30% tekinthető selejtnak. A többi normális kiegésző lehet, és elérheti a körkemence téglá első-másodosztályú minőségét.

A gyengén égetett téglát a következő máglya összerakásánál fenéksor és burkoló rétegnek hasz-nálhatjuk fel. Több máglya égetés után az égető tapasztalatai is bővülnek, mindinkább kezében tarthatja a tűz vezetését és ezzel csökkentheti a selejt %-ot.

A tábori égetés költségét, amennyiben a fűtés a környék hulladék tüzelőanyagával törté-nik, igen nehéz megállapítani, mert az elhasznált fűtőanyagot nem tudjuk pontosan felértékelni. Ez esetben ez nem is nagyon lényeges, mert ennek az anyagnak legfeljebb csak csekély lokális értéke van, de népgazdasági értéke nincs, vagy csak igen alacsony.

Ha szénrel égetünk, lehet és kell is költség-összehasonlítást készítenünk. Tudjuk, hogy a kör-kemencében 800 ezer—1 millió kalóriával égetünk 1000 téglát. Tábori kemencében 2—2,5 millió kalóriával — a felső határ a máglyarakásra vonat-kozik. A körkemencében való égetésnél a fűtő-anyag költsége az összköltség 15%-a körül van. Ez tábori égetésnél 30, esetleg 40%-ig emelkedik, tehát 15—25%-kal több. Ezt csökkenti a kemence karbantartás hiánya és az alacsonyabb regiekölt-ség.

Ha ezeket is figyelembe vesszük, a tábori égetés a nagyobb szénhasználat folytán legfeljebb 10%-kal lesz költségesebb, mint a gyári előállítás, tehát mindenhol kifizetődő lesz, ahol a fuvar-költség 1000 darabonként a 30—40 Ft-ot már meg-haladja.

Más szemszögből nézzük a dolgot olyankor, mikor a kalkulációs összehasonlítás bár kedvező a tábori kemence szénfűtésére, ezt mégis elvet-jük, mert a szentet a népgazdaság más területein

fontosabb célra tudjuk és kell is felhasználni. Ezért tartom fontosnak minden számításba jöhető helyen a helyi hulladék éghető anyag felkutatását és gyűjtését, és a tábori égetést lehetőleg csak erre az anyagra építve megszervezni.

A szénnek, mint a tábori kemencék tüzelőanyagának jobb kihasználását teszi lehetővé a *szénporos téglá* néven ismeretes égetési eljárás. Ezzel a módszerrel való égetés a tábori kemencének más összerakását teszi szükségessé és ezért ezzel a következőkben részletesebben foglalkozom.

A szénporos égetésnél a téglá kiégetéséhez szükséges szénmennyiségnek kb. 80%-át már előre belekeverjük az agyagba és az így előkészített agyagból készítjük azután akár kézívetéssel vagy géppel a nyers téglát.

A szénporos téglá égetési szénükségelete elméletileg ugyanannyi, mint a körkemencében égetett azonos agyagféleségből készült közönséges tégláé. A valóságban azonban nem egészen így van a dolog. A szén bekeverés a szén kalóriaértékének bizonyos vonatkozásban jobb kihasználását teszi lehetővé, mint a körkemence rászórási rendszere. A tábori rendszerű összerakás és a máglya egyszerű besározása azonban sok melegvesztés okozója. Ezzel szemben a körkemencék vastag falazata, az égetési körök ismétlődése folytán jelentékeny hőmennyiséget akkumulál. Hoffmann-kemencében az égetéshez szükséges levegőt a kiegészítő téglá előmelegíti. A füstgázok pedig a nyers téglát. Mindezen tényezők figyelembevételével, végeredményben a szénporos tábori kemencés égetési eljárás szénükségelete kb 30—40%-kal nagyobb, mint a körkemencés égetése.

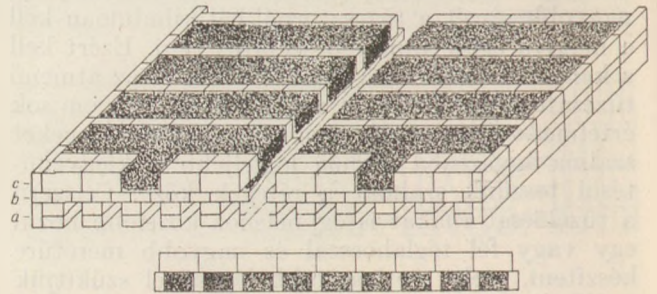
Ma a körkemencében általában 900 ezer—1 millió kalóriával égetnek ki egyezer kistéglát. Az előbbieket szerint a szénporos égetés szénükségletét kerekén 1,5 millió kalóriára vehetjük. Ebből 800 ezer kalóriát kell az agyagba előre bekeverni. 3000 kalóriás szénhasználatot feltételezve, a szórt agyag és a szén fajsúlyát összevetve, ez 1 : 7 keverési arányszámnak felel meg. Gyengébb szénfajtánál megfelelően alacsonyabb arányszámmal dolgozunk. 1 : 5 aránynál kisebbel azonban az eddigi tapasztalatom szerint már nem tanácsos dolgozni. Ez a keverési arány 2400—2500 kalóriás szénnek felel meg. Folytattam kísérleteket pécsi mosott palával és MÁV. szénpernyével, melyeknek kalóriája 1500—2000 között volt, de ezek a kísérletek sem sikerültek. A máglya nem került izzásba, a tűz kialudt és a téglá kissé megfüstölve, nyersen maradt.

Mikor már az agyag és a szén minőségének az összevetéséből megállapítottuk a keverési arányt, hozzákezdhetünk a két anyag összekeveréséhez. Homogén keverék előállítására kell törekednünk. Gép nem áll rendelkezésünkre, tehát kézi erővel kell a keveréket elkészíteni, teljesen úgy, mint a száraz betonkeveréket. 3000 kalóriás szénnel, 1 : 7 keverési aránynál ez úgy történik, hogy a keverőhelyen mindig hét lapát földet terítünk szét, és erre rászórunk egy lapát szenet. Ez a leghibiztosabb módja az aránymérésnek.

Mikor így már ezer téglára valót elkészítettünk, kétszer szárazon még átkeverjük, a továbbiakban már az ismert téglavetés vagy préselés szerint járunk el.

A nyers száraz téglá máglyába rakása, begyújtása és kiégetése a következőképpen történik.

A 4. ábra szerint először a légsatorna („a” sor) réteget fektetjük le. Szélein egy-egy élére állított téglasor, továbbiakban két-két lapjára fektetett téglasor jön. Minden sor között egy téglaszélességű hely kimarad. Ezek a légsator-



4. ábra

nák, melyek az egész összerakás alatt végig húzódnak, és begyújtás után is mindkét végükön nyitva maradnak. A kemence telepítésének a helyét úgy választjuk, hogy a légsatornák iránya megegyezék az ott uralkodó szél irányával.

A légsatornák fölé egy sor lapjára fektetett téglát helyezünk („b” sor). Ez a rostély, melynek a téglá egyenetlensége folytán keletkező hézagait át áramlik az égéshez szükséges levegő a szén-csatornába. Az „a” és „b” sorok égetett vagy szénbekeverés nélkül gyártott nyerstéglából készülnek. Semmiesetre sem készülhetnek szénporos téglából, mert izzásba kerülve, az alapot képező eme két rétegsor a rakás összeomlását okozná.

A szén-csatornák („c” sor) a légsatornák irányára merőlegesen haladnak. A rostélysorra élére állított téglasorokat helyezünk egymástól 18—20 mm távolságban. Ezt már szénporos téglából rakjuk. Az első sorban minden harmadik téglahelyet üresen hagyunk, ezek lesznek a begyújtónyílások. Az állított téglasorok között keletkező üres helyeket, a téglá magasságáig megtöltjük pormentes, darabos szénnel. Ide kerül az égetési szénükséglet 20%-a. Ide jobb minőségű palamentes szenet kell berakni, hogy elegendő hőmennyiség fejlődjék a következő sorokban levő szénporos téglák izzásba hozatalára.

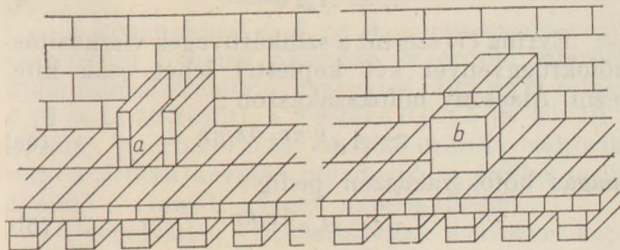
A bekevert és a tűzcsatornába rakott szénen kívül több szén a kiégetéshez nem kell. Legfeljebb a sorok kiegyenlítését végezzük szénpor beszórással.

A szén-csatorna fölötti rétegek összerakása lényegében ugyanúgy történik, mint a közönséges téglamáglyánál. Váltakozó irányú sorokat raknak egymás fölé 30—40 sor magasságig, szabályszerű bekötésekkel. A téglákat szorosan egymasmellé állítva rakjuk. A függőleges hézagok egye-

netlenségeit is szénporral töltjük ki. Minden 8—10 téglamagasságban féltégla szélességű beugrást csinálunk.

A máglyát minden oldalról, szél és eső ellen élére állított égetett vagy szenetlen nyers téglával burkoljuk, és ezeket is a máglyába való bekötéssel biztosítjuk.

A begyújtás a széncsatornáknál kihagyott üres helyeken történik. A begyújtási oldalon a légszatórna és rostély sort két téglahosszal előbbre hozzuk, a begyújtó nyílás előtt négy téglából (5. ábra „a”) kis fülkét képezünk, melyben fával tüzet gyújtunk és tüzelünk, míg a csatornában a szén izzásba jön. Mikor az erős izzás bekövetkezik, a nyílásokat lezárjuk (5. ábra „b”). Minden csatornanyílásnál, a máglyafal egész szélességében egyszerre gyújtunk be.



5. ábra

Ha látjuk, hogy a tűzcsatornák jól begyuladtak, a berakott nyílásokat és a homlokfalat besározzuk. Mikor már a téglák is izzásba kerülnek, a tűzhaladás irányában a tűz előtt 1—1,5 m-re az oldalfalakat is besározzuk, hogy az előmelegedést segítsük. A tűz a begyújtástól számítva 8—10 nap alatt éri el a máglya tetejét és az naponta 50—60 cm-rel halad előre. Ha nem befejezett máglyát gyújtottunk be, úgy kell a rakást folytatnunk, hogy a tűz előtt legalább 2 m berakott sáv mindig legyen, a kigőzölés és előmelegedés céljából. A kibontást se kezdjük meg addig, míg a tűz legalább 2—3 méterrel el nem haladt, mert a hirtelen lehülés ütésre nem csengő hangtalan téglát ad.

A máglya tetejét két sor lapjára fektetett téglával zárjuk le. A máglya két oldalát 50—60 cm magasságig földhányással védjük az elázás ellen. Védni kell a légszatórnákat is, hogy a víz azok alá ne folyjon. Nagy eső vagy szélvihar esetén azokat deszkával vagy élére állított téglával letakarjuk. Egyébként a légszatórnák mindig nyitva vannak.

Régi falazott tábori kemencék felhasználása esetén a légjáratot, rostélysort, tűzcsatornákat ugyanúgy képezzük ki. Elmarad a köpenyezés, beugrás, oldalföldelés, víz elleni védekezés és ha tető is van, elegendő a máglyát egy sor lapjára fektetett téglával letakarni.

A tégl minősége jobb, mint a szénpor nélküli égetésnél. A köpeny utáni egy-két sor kétségtelenül gyengébb kiegésző lesz, de a többi sorban, ha jó volt a szénkeverés aránya és a

beizzítás is simán sikerült, kifogástalan téglát kaphatnak és ilyenkor a máglya közepén sem lesz összesült téglá. A selejtet kellő gondossággal 5% alá szoríthatjuk, a II. és III. osztályú áru sem lesz több 10%-nál, a máglya belsejében pedig 150 kg/cm² szilárdságú téglát is égethetünk. Természetesen itt is csak teljesen száraz nyersárut szabad berakni, és a máglyát a lehetőségig védeni kell eső és szélvihar ellen.

A szénkeverés helyes arányának megállapítására célszerű a szénporos keverékből mindjárt az elején néhány ezer téglát kivetni és egy kísérleti máglyát összerakni és kiégetni. Legjobb 2—3 ezer téglát összerakni, pontosan az előírás szerint. Ebből azután megállapíthatjuk, helyes volt-e a szénkeverési arányszámításunk.

Egy máglyába összerakható téglamennyiségnek elméletileg nincs határa. A gyakorlat mégis azt mutatja, hogy legjobb kiegészést 120—180 ezer téglából összerakott máglyánál kapunk. Kisebb máglyánál nagy a hűlő felület és selejtarány, igen nagy máglyánál pedig a máglya közepén erős a hőhalmozódás és összeforr a téglá.

Ha a szénporos tábori kemencék égetési költségét a gyári kézi tégláégetéssel összehasonlítjuk, alig kapunk valamivel kedvezőtlenebb eredményt. A vetési költségek azonosak, az összerakás, széthordás és a szénköltségek magasabbak, de ezt a többletet jelentékeny részben kiegyenlítik az elmaradó karbantartás és az alacsonyabb regieköltségek, úgyannyira, hogy a szénporos téglá teljes önköltségét alig pár %-kal kell csak magasabbra előírányoznunk. Az egész termelési folyamatot kellő gondossággal végrehajtva ez látszik a legjárhatóbb téglagyártási eljárásnak azokon a területeken, ahová a gyárilag előállított téglá csak hosszú szállítással és magas fuvar költséggel terhelve juthatna csak el, de megvan a kedvező lehetőség szénpor és némi darabos szén beszerzésére.

Az építkezések másik nélkülözhetetlen anyagát, a meszet is szokták falazott, tábori kemencében égetni. Ilyen számtalan van az országban, túlnyomó részben üzemben is vannak. Kevésbé ismeretes azonban a mészégetésnek az az egészen primitív módja, mikor egyszerű földbe ástott gödörben, alkalmasan összerakott mészkőmáglyát fával vagy erdei hulladékkal égetnek ki. Mészkőhánya és erdő közelében van ennek csak némi jelentősége s ezért pár szóval ismertetem ezt az eljárást.

Lehetőleg lejtős hegyoldalban három oldalról földdel határolt bevágást ásnak 5×5 m alapterülettel. A nyitott oldalról ebbe úgy rakják be a mészkövet, hogy a fenéktől kb. egy méter magasságig, kőből beboltozott üreget hagynak. A boltlábát elől három boltíves nyitással szakitják meg. Ezek a tüzelőnyílások 100×75 cm mérettel készülnek. A beboltozott üreg a tüztér. A boltzat fölé rakják kb. 2 m magasán a kiégetendő mészkövet, melybe 8—10 helyen állított fahasábokat falaznak be, melyek ott elégve, kéményszerű nyílást hagynak nyitva, melyen a füstgáz és a keletkező CO₂ gázok eltávoznak. Ezeken a nyílá-

sokon kívül az egész tetőt és a földből kiálló máglyarészt agyagsárral betapasztjuk.

Az így előkészített máglya alá a három tüzelőnyíláson egyszerre tüzet raknak. Egy ilyen máglya kiégése fával 6—8 napig, erdei hulladékanyaggal 8—12 napig tart. A szükséges tűz erősségét és az égetés befejezését csak gyakorlott

égető tudja megállapítani, de némi támpontot ad az izzásban levő kő színe és a máglyarakás zsugorodása.

Ez a mészégetés nagy tüzelőanyagpazarlással jár, tehát csak az előbbieken említett helyeken van némi létjogosultsága. Jó égető ezzel az eljárással egészen kitűnő meszet égethet.

Szilikátüvegek viszkozitásának és hőfokának összefüggése

K N A P P O S Z K Á R dr.

Sok kutató és üvegszakember fáradozott azon, hogy a szilikátüvegek viszkozitása és hőfoka között matematikailag kifejezhető összefüggést állapíthassanak meg. Ezek a matematikailag kifejezett törvényszerűségek részben elméleti alátámasztással indokolhatók, részben azonban tisztán empirikus összefüggések. A problémának sikeres megoldása egyrészt azzal az előnnyel bír, hogy a teljes viszkozitás-hőfokgörbe grafikus megszerkesztéséhez kevés mérési adatot kell meghatározni, másrészt azzal, hogy a viszkozitás hőfokfüggvénye bepillantást engedhet a szilikátüvegek szerkezetébe vetni.

Az első képletet, mely a szilikátüvegek viszkozitás-hőfok függvényét képletben fejezte ki, Lechatelier (1) állította fel. Szerinte a viszkozitás :

$$\log \cdot \log \eta = A_1 t + B_1 \quad (1)$$

ha t a $^{\circ}\text{C}$ -ban megadott hőfok, A_1 és B_1 pedig anyagállandók és a vegyi összetételtől függően változó értékek. E képlet azonban, mint többen megállapították, nem meggyőző erejű, mert alkalmas egységeket választva a kétszeres logaritmusszámértékek rendszerint lineáris összefüggést eredményeznek.

Lechatelier később (2) képletét módosította és a

$$\log \cdot \log \eta = M \frac{t - 1000}{1000} + N \quad (2)$$

alakban fejezte ki, melyben N a viszkozitás értéke 1000°C -on, M pedig egy anyagállandó. Preston (3) szerint azonban ez a képlet nem alkalmas fizikai törvényszerűség kifejezésére és csak korlátozottan, aránylag kis hőfokszakaszban érvényes.

Elméleti megfontolások alapján első ízben Reynolds, majd de Guzman (4) állította fel az

$$\eta = A_2 e^{B_2/T} \quad (3)$$

képletet, melyet Andrade (5) és többen támasztottak alá. E képletben T az abszolút hőfok $^{\circ}\text{K}$ -okban és A_2 , B_2 anyagállandók. A képlet alapján a nátronszilikátüvegek magas és alacsony hőfokszakaszon külön-külön linearitást mutatnak, de a teljes hőfokgörbe nem lineáris. Az eltérést a lineáristól azzal magyarázzák, hogy a B_2 érték, mely az aktiválási energiával függ össze, nem azonos magas és alacsony hőfokszakaszon, hanem a merev üveg hőfokszakaszán nagyobb.

A de Guzman-féle képletet Frenkel (6) a következőképp fejezte ki :

$$\eta = A_3 T e^{B_3/T} \quad (4)$$

Eyring (7) szerint a szilikátüvegek viszkozitás-hőfokfüggvényét két képlettel lehet csak kifejezni. Alacsony hőfokszakaszon :

$$\eta \simeq A_4 e^{E/RT} e^{\Delta E/RT} \quad (5a)$$

magas hőfokszakaszon pedig :

$$\eta = A_5 e^{\Delta E/RT} \quad (5b)$$

amely képletekben E az az energia, mely szükséges ahhoz, hogy az üvegben lyukacsok képződjenek, ΔE pedig az az energia, amely a részecskéket környezetéből leszakítja és azokat a lyukacsokba hatolni kényszeríti.

Douglas (8) szerint :

$$\eta = A_6 T e^{B_6/T} (1 + C e^{B_6/T}) \quad (6)$$

amelyben, miután C állandó, négy anyagállandó szerepel.

Szovjet kutatók (9) feltételezték, hogy az aktiválási energia

$$B = \frac{b}{T}$$

képlet szerint a hőfokkal fordítottan arányos. A képletben b a szerkezeti kötések stabilitása. Eszerint :

$$\eta = A_7 e^{b/T^2} \quad (7)$$

az a képlet, amely a viszkozitás-hőfokfüggvényt megadja.

A fenti (7) képletet azonban a szovjet tudósok tovább tökéletesítették, feltételezve, hogy az aktiválási energia

$$B = A_8 e^{b_1/T}$$

és a viszkozitás-hőfok képlete a következő alakot veszi fel :

$$\eta = A_9 e^{\frac{B_5 e^{b_1/T}}{T}} \quad (8)$$

Ohotin (10) a következő képletet ajánlja :

$$\eta = A_{10} e^{B_{10}/t^c} \quad (9)$$

amelyben t a $^{\circ}\text{C}$ -okban mért hőmérséklet.

Wadleigh (11) hat optikai üveg viszkozitás-hőfok összefüggését a következő képletekkel jellemzi :

Könnyű baritkoronaüvegnél :

$$\log \eta = \gamma - \frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\beta^2 - (1450 - t)} \quad (10)$$

Könnyű koronaüvegnél :

$$\log \eta = \frac{\beta}{(t - 273)^2} - \alpha \quad (11)$$

Boroszilikát koronaüvegnél :

$$\log \eta = \alpha + \beta (29 - 0,02 t) + (29 - 0,02 t)^2 \quad (12)$$

Nehéz flintüvegnél :

$$\log \eta = \alpha + \beta \cdot \gamma^{-\varepsilon t} \quad (13)$$

Közép flintüvegnél :

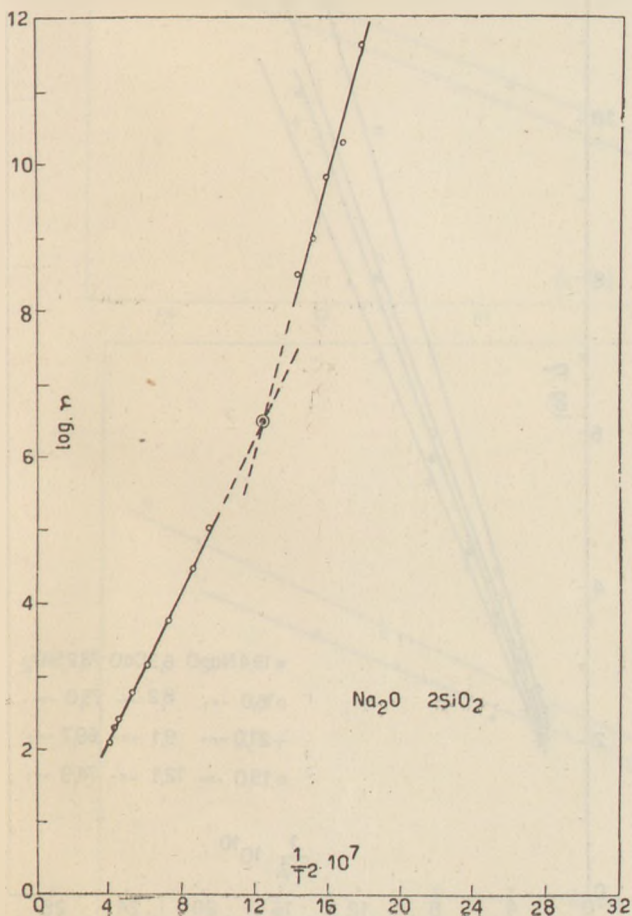
$$\log \eta \cdot x \cdot \log (\eta - \delta) = \alpha \beta \gamma^{-\varepsilon t} \quad (14)$$

Barit flintüvegnél :

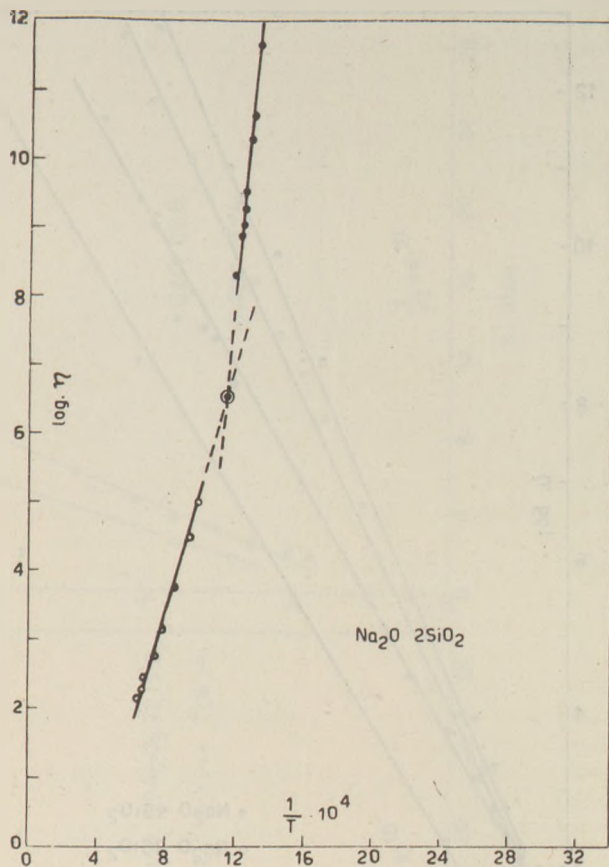
$$\log \eta = \alpha + \beta (\gamma - \varepsilon t)^\delta \quad (15)$$

E képletekben $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ ugyanazon vegyi összetételű üvegnél állandók és erősen eltérőek különböző összetételű üvegeknél. Így az α értéke 0,72 és 18,75 között, a β értéke $0,0775$ és $8 \cdot 10^{-6}$ között, γ értéke 0,34 és 20,5 között változik, míg δ értéke kevésbé ingadozik, ε értéke pedig állandó a vizsgált üvegek mindegyikénél.

Üvegolvadék viszkozitásának mérésével kapcsolatban egy nátriumszilikátüveg 10^2 és 10^5 poise közötti mérési eredményeit $\log \eta - 1/T$ diagramba helyeztem és összehasonlítottam közel azonos vegyi összetételű üveg mérési adataival,

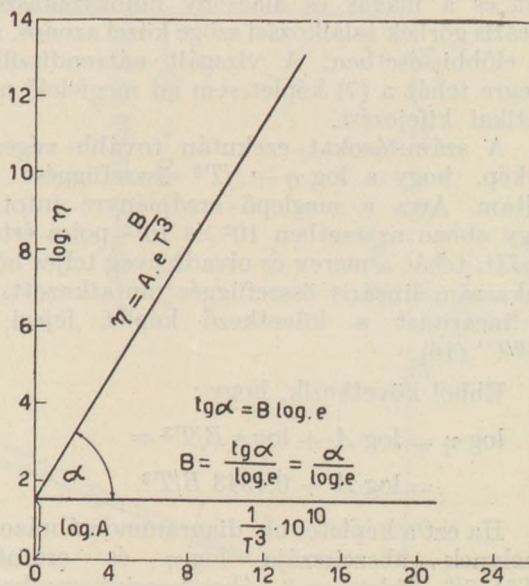


1. ábra

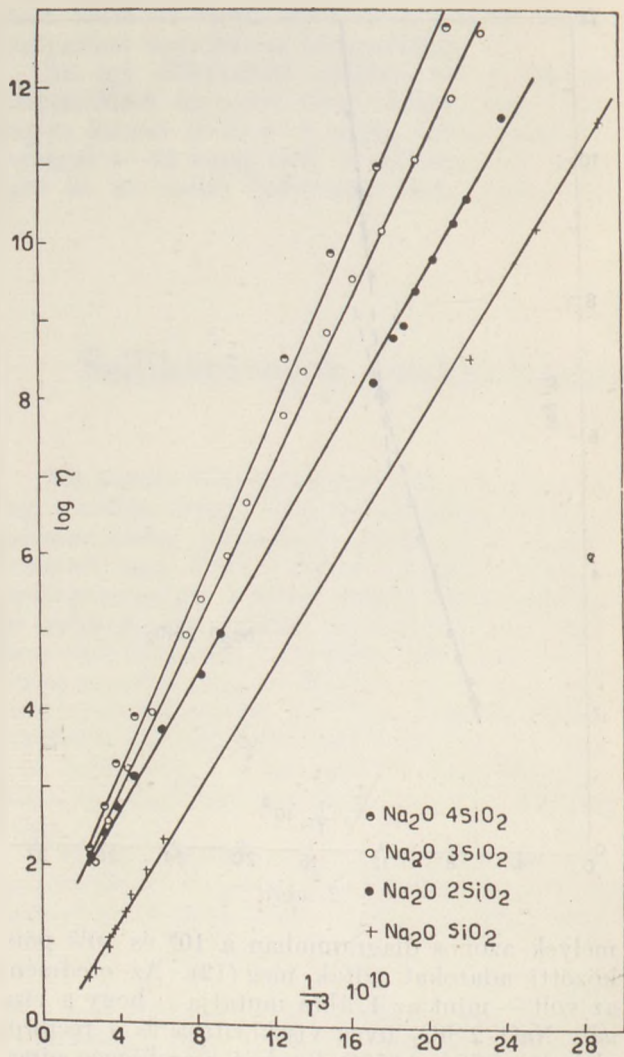


2. ábra

melyek azonos diagrammban a 10^8 és 10^{12} poise közötti adatokat adták meg (12). Az eredmény az volt — mint az 1. ábra mutatja — hogy a vizsgált $\text{NaO} \cdot 2 \text{SiO}_2$ üveg viszkozitása és a reciprok abszolút hőfok között lineáris összefüggés nincs. A görbe 10^2 és 10^5 poise között, valamint 10^8 és 10^{12} poise között ugyan lineáris, de a két vonal egymással tekintélyes szöveget zár be. A $\log \eta - 1/T$ összefüggés tehát e mérési adatok alapján ellentétben áll a (3–6) képletekkel és nem ad lineáris törvényszerűséget.



3. ábra



4. ábra

ban α igen kis szög és így

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$$

a B értéke:

$$\alpha / \log e = \alpha / 0,4343$$

A nátriumdiszilikátüvegnél:

$$\log A = 1 \text{ és}$$

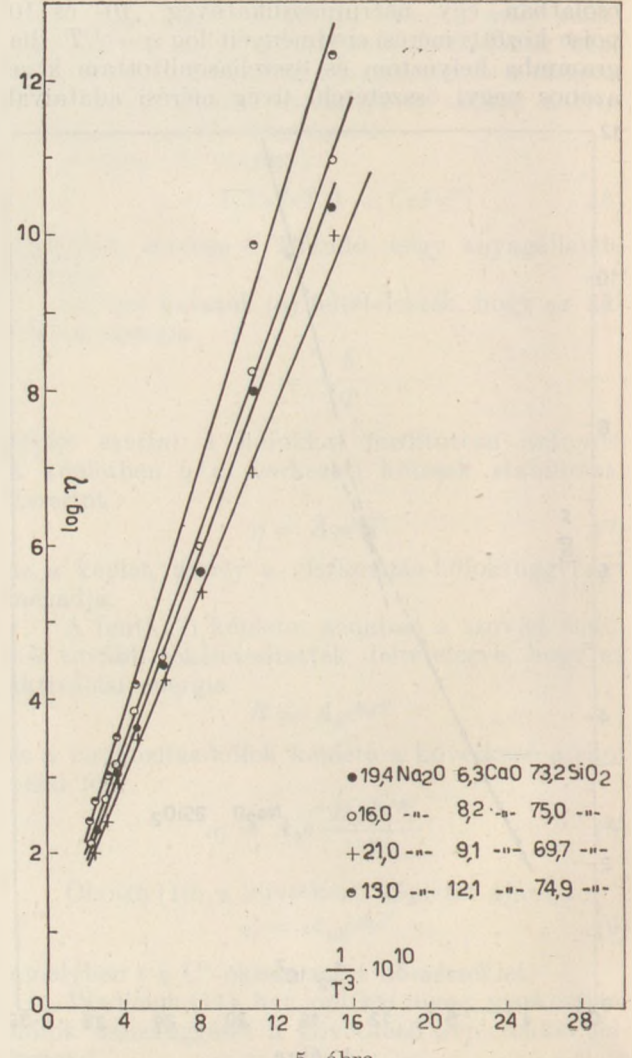
$$B = 4,378 / 0,4343 \cdot 10^9 \approx 10^{10}$$

és így:

$$\eta = 10 \cdot 10^{\frac{4,378 \cdot 10^9}{T^3}} = 10^{1 + \frac{4,378 \cdot 10^9}{T^3}}$$

Ha T helyére a C° értékeket helyettesítjük, a képlettel a megadott összetételű üveg viszkozitását bármely hőfokon ki tudjuk számítani. Ily számítások eredményét az alábbi táblázat foglalja össze:

C°	T	T³ · 10⁹	log η poise	
			számított	mért
1300	1573	3,89	2,13	2,09
1100	1373	2,59	2,69	2,77
800	1173	1,61	3,71	3,75
500	773	0,46	10,45	10,27



5. ábra

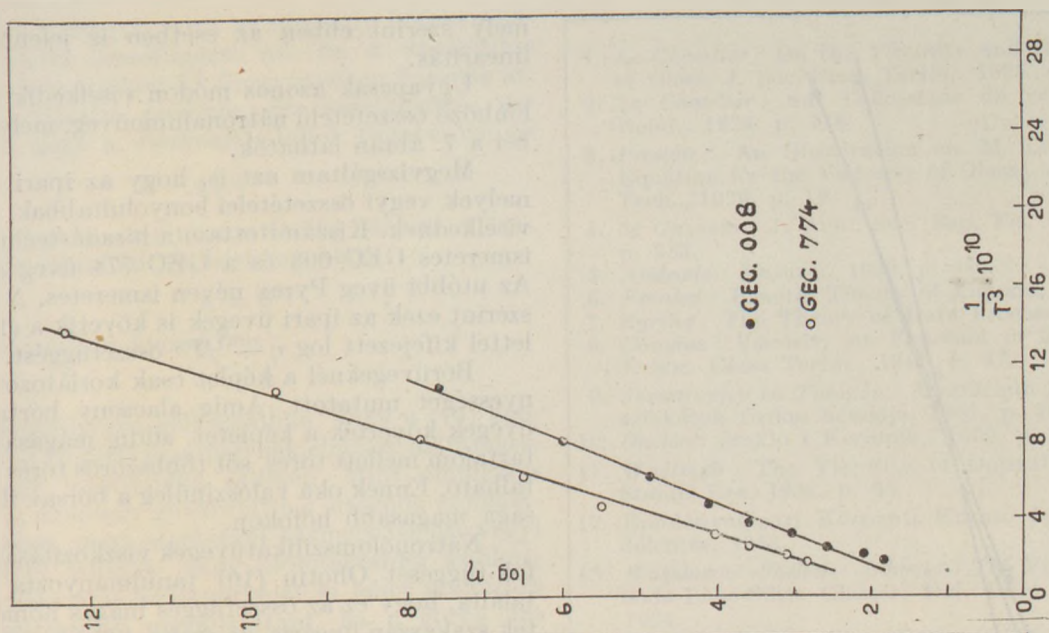
Ezután ugyanennél az üvegnél a $\log \eta - 1/T^2$ összefüggést a (7) képlet szerint számítottam ki és rajzoltam be egy diagrammba. Az eredmény a 2. ábra szerint szintén nem ad lineáris összefüggést és a magas és alacsony hőfokszakaszokon lineáris görbék találkozási szöge közel azonos, mint az előbbi esetben. A vizsgált nátrondiszilikátüvegre tehát a (7) képlet sem ad megfelelő matematikai kifejezést.

A számításokat ezután tovább végeztem olyképp, hogy a $\log \eta - 1/T^3$ összefüggést vizsgáltam. Arra a meglepő eredményre jutottam, hogy ebben az esetben 10^2 és 10^{12} poise értékek között, tehát a merev és olvadt üveg teljes hőfokszakaszán, lineáris összefüggés mutatkozott. Ezt a linearitást a következő képlet fejezi ki: Ae^{B/T^3} (16)

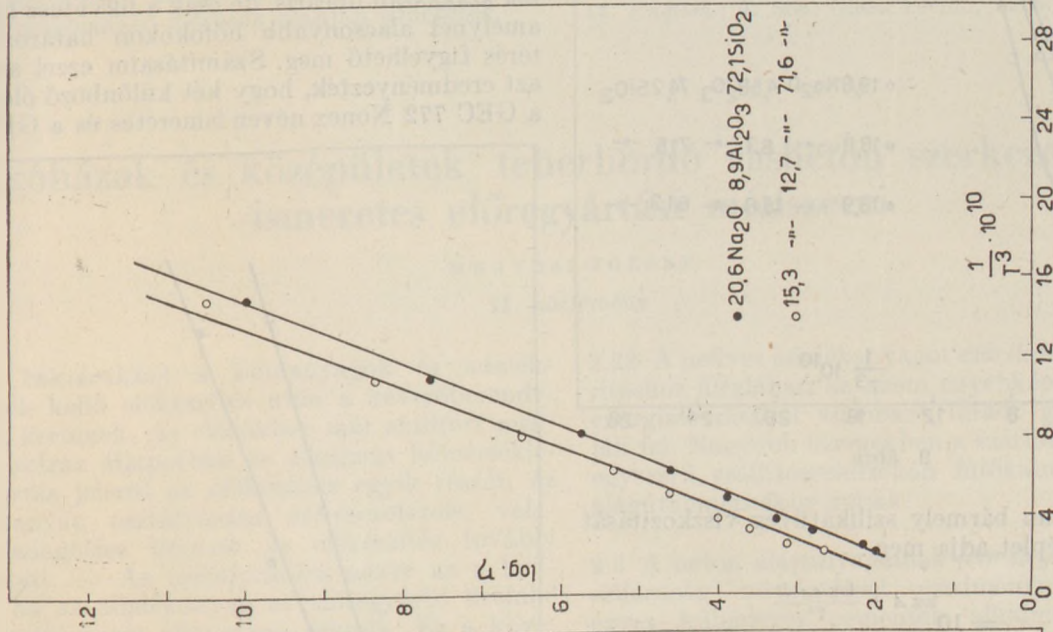
Ebből következik, hogy:

$$\begin{aligned} \log \eta &= \log A + \log e B/T^3 = \\ &= \log A + 0,4343 B/T^3 \end{aligned}$$

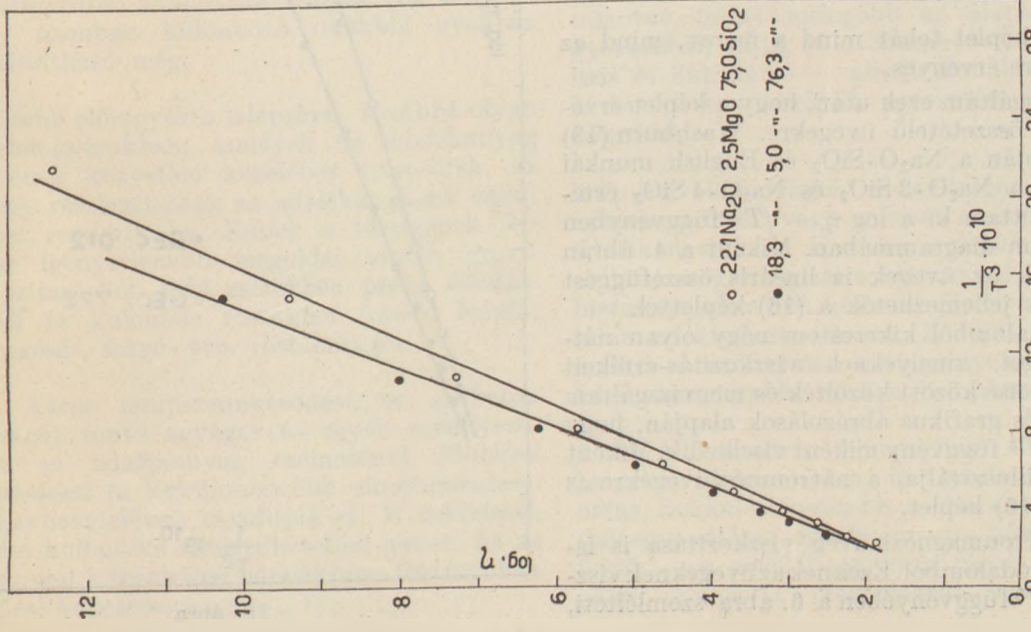
Ha ezt a képletet oly diagrammon ábrázoljuk, amelynek abszcisszája $\log \eta$ és ordinátája $1/T^3 \cdot 10^{10}$, akkor a 3. ábra szerint megkapjuk $\log A$ és $B = \operatorname{tg} \alpha / \log e$ értékeit. Mivel azon-



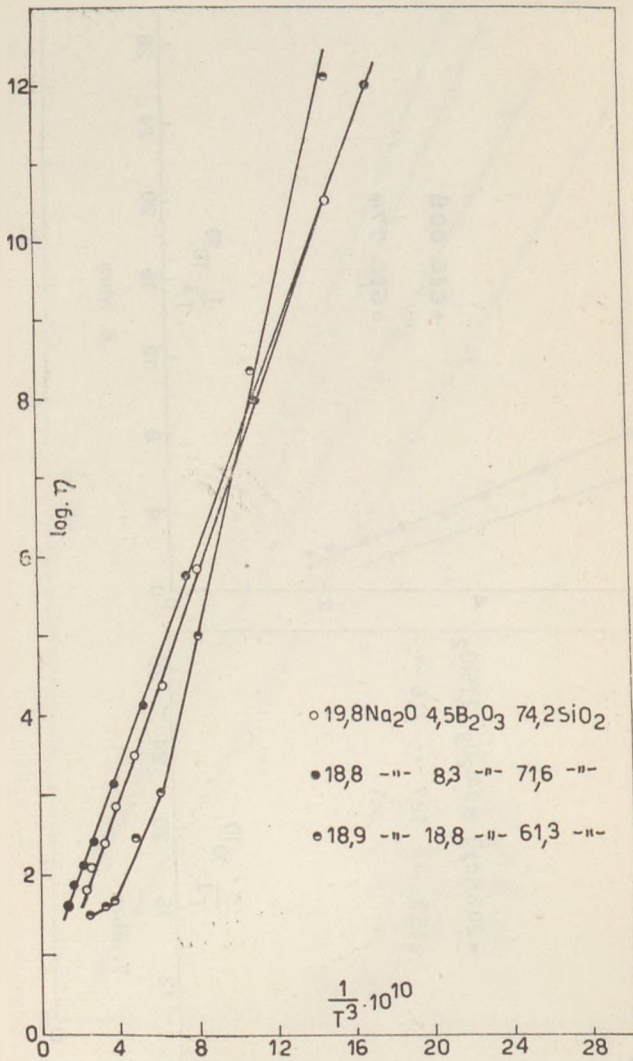
8. ábra



7. ábra



6. ábra



9. ábra

Általában bármely szilikátüveg viszkozitását az alábbi képlet adja meg:

$$\eta = 10^{\log A + \frac{\log e \cdot B}{T^3}}$$

A (16) képlet tehát mind a merev, mind az olvadt üvegre érvényes.

Megvizsgáltam ezek után, hogy a képlet érvényes-e más összetételű üvegekre. Washburn (13) mérései alapján a Na₂O · SiO₂ és English munkái alapján (14) a Na₂O · 3 SiO₂ és Na₂O · 4 SiO₂ értékeit számítottam ki a $\log \eta - 1/T^3$ függvényben és ábrázoltam diagrammában. Miként a 4. ábrán látható, ezek az üvegek is lineáris összefüggést mutatnak és jellemezhetők a (16) képlettel.

Az irodalomból kikerestem négy olyan nátronmészüveget, amelyeknek viszkozitás-értékeit 10² és 10¹⁴ poise között közölték és megvizsgáltam számítások és grafikus ábrázolások alapján, hogy a $\log \eta - 1/T^3$ függvény miként viselkedik. Miként az 5. ábra illusztrálja, a nátronmészüvegekre is érvényes a (16) képlet.

Két nátronmagnéziaüveg viszkozitása is ismert a szakirodalomból. Ezeknek az üvegeknek viszkozitását a T^3 függvényében a 6. ábra szemlélteti,

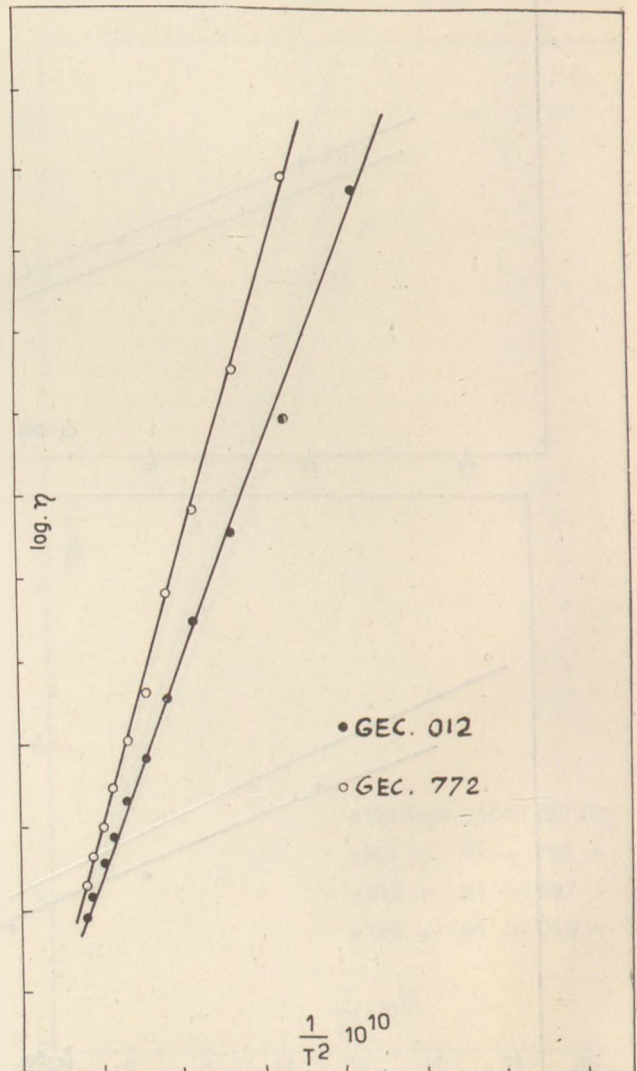
mely szerint ebben az esetben is jelentkezik a linearitás.

Ugyancsak azonos módon viselkedik két különböző összetételű nátronalumóüveg, melyek görbéi a 7. ábrán láthatók.

Megvizsgáltam azt is, hogy az ipari üvegek, melyek vegyi összetételei bonyolultabbak, miként viselkednek. Kiszámítottam a híradástechnikában ismeretes GEC 008 és a GEC 774 üveg adatait. Az utóbbi üveg Pyrex néven ismeretes. A 8. ábra szerint ezek az ipari üvegek is követik a (16) képlettel kifejezett $\log \eta - 1/T^3$ összefüggést.

Bőrüvegeknél a képlet csak korlátozott érvényességet mutatott. Amíg alacsony börtartalmú üvegek követték a képletet, addig magasabb börtartalom mellett törés, sőt többszörös törés tapasztalható. Ennek oka valószínűleg a bórsav illékony-sága magasabb hőfokon.

Nátronólomszilikátüvegek viszkozitásának hőfok-függését Ohotin (10) tanulmányozta és azt találta, hogy ez az összefüggés magas hőmérsékletek szakaszán lineáris, de csak a likvidusz hőfokig, amelynél alacsonyabb hőfokokon határozott eltérést figyelhető meg. Számításaim ezzel szemben azt eredményezték, hogy két különböző ólomüveg a GEC 772 Nonex néven ismeretes és a GEC 012,



10. ábra

üveg úgy a magas, mint az alacsony hőfokszakaszban lineáris összefüggést ad, ha a viszkozitás logaritmikus értékeit T^2 függvényében fejezzük ki.

Számításaim eredményeit összefoglalva, azt találjuk, hogy a viszkozitás-hőfok függvényét az

$$A e^{B/T^n}$$

képlet fejezi ki, amelyben n értéke nátron-, mész-, magnézia-, timföld- és bórüvegekben

$$n = 3$$

és ólomtartalmú üvegekben :

$$n = 2$$

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a (16) képlet tisztán empirikus, amelynek elméleti alátámasztása vagy bizonyítéka nincsen. Mint empirikus képlet is azonban gyakorlatilag hasznos szolgáltatásokat tehet, mert segítségével bármely ismert vegyi összetételű szilikát- vagy ólomtartalmú szilikátüveg viszkozitás-hőfokgörbéjét ki lehet számítani vagy grafikusán megállapítani, ha a görbe két pontja megbízható mérések alapján ismeretes.

IRODALOM

1. *Le Chatelier* : On the Viscosity and the Allotropy of Glass, J. Soc. Glass Techn., 1925. p. 12.
2. *Le Chatelier* : Sur l'allotropie de verre, Compt. Rend., 1924. p. 718.
3. *Preston* : An Observation on M. Le Chatelier's Equation for the Viscosity of Glass., J. Soc. Glass Techn., 1929. p. 19.
4. *de Guzman* : J. Anal. Soc. Esp. Fis. Quim., 1913. p. 353.
5. *Andrade* : Nature., 1930. p. 582.
6. *Frenkel* : Kinetic Theory of Liquids. 1946.
7. *Eyring* : The Theory of Rate Process. 1941.
8. *Douglas* : Viscosity as Function of Temperature. J. Soc. Glass Techn., 1947. p. 47.
9. *Jevstropjev és Toropov* : A szilícium kémiaja és a szilikátok fizikai kémiaja. 1951. p. 70.
10. *Ohotin* : Steklo i Keramik., 1950. p. 6.
11. *Wadleigh* : The Viscosity of Optical Glass. Bur. Stand. Res. 1933. p. 65.
12. Építőanyagipari Központi Kutató Intézet. 1. sz. Jelentés, 1953.
13. *Washburn—Shelton—Libman* : The Viscosity of the Soda-Lime-Silica Glasses. Bul. Univ. Ill. No. 33. 1924.
14. *English* : J. Soc. Glass Techn., 1926. p. 52.

Lakóházak és középületek teherhordó vasbeton szerkezeteinek ismeretes előregyártási módszerei

MEGYESI JÓZSEF

II. közlemény

2.1 A raktárakból a kötőanyagok és adalékanyagok kellő előkészítés után a keverőberendezéshez kerülnek. Az előzőkben már említett megfelelő száraz állapotban és alkalmas hőmérsékleten tartás jelenti az előkészítés egyik részét, az adalékanyag osztályozása és összetétele, valamint adagolása képezik az előkészítés további feladatait. — Az osztályozásra nézve az a kedvező, ha az adalékanyag az előregyártó üzembe már osztályozott állapotban érkezik. Ez a követelmény azonban különböző okokból gyakran nem valósítható meg.

2.21 Kisebb előregyártó telepeken, továbbá olyan nagy elemgyárakban, amelyek az adalékanyag lelőhelyének közvetlen közelében települtek, az üzem egy részlegét csak az adalékanyagok *osztályozására* rendezik be. Ennek a részlegnek felszerelése igénytelenebb megoldás esetén gravitációs szitasorból, más esetekben pedig közüzőgépekből és különféle rostákból (rázó-, lengő-, gyorsrezgésű-, forgó- stb. rostából) áll.

2.22 A káros iszapszennyeződést és a beton szilárdságát rontó agyagos és egyéb szennyeződések az adalékanyag szemcséiről *öblítéssel* vagy *mosással* (a legkülönbözőbb mosóberendezések igénybevételével) távolítják el. E műveletek elvégzése különösen elengedhetetlen akkor, ha az adalékanyag kitermelése bányákban, földmunkák végzésével kapcsolatos.

2.23 A nedves adalékanyagot *szárítani* kell. A szárításhoz általában az üzem egyébként is működő energiaforrásából származó fűtőgőzt használják fel. Nagyobb üzemekben a szárítandó anyagot egyszerű szállítóeszközökön fűtőkamrákba vagy alagútkemencékbe tolják.

2.3 A beton alapanyagainak *felmelegítése* a kezdőszilárdság növekedését eredményezi; ugyanis egyes különleges cementek alkalmazásától eltekintve, minél melegebb az alapanyag, annál gyorsabban zajlik le a betonkeverékben a hidrolízis és hidratáció — annál mohóbb a víznek és a cementvegyületeknek egyesülése és a kristályképződés.

2.31 Az alapanyagok melegítésének két változata ismeretes: vagy a vizet melegítik, vagy az adalékanyagot. *A keverővíz melegítése* könnyebben oldható meg, de azzal a hátránnyal jár, hogy nem biztosítja a keverék hőtartalmát olyan mértékben, mint az kívánatos lenne. Különösen fontos ez, amikor a szilárdulás körülményeinek kezdő hőfoka alacsonyabb, mint a betonkeveréké.

2.311 A keverővíz felmelegítése üstökben, tűzhelyeken korszerűtlen és gazdaságtalan megoldás. Sokkal előnyösebb — ha az elemek szilárdulásgyorsítása egyébként is gőz segítségével folyik — a gőzölőberendezés *fűtőgőzét* felhasználni. Ennél a megoldásnál leghatásosabb a

fáradt gőzt közvetlenül a víztartályba vezetni. A jó hatásfok ellenére nem ajánlatos a fáradt gőz melegtartalmának ilyen módon való felhasználása, mert ebben az esetben a gőztermelő üzem részére folytonosan új víz pótlásáról kell gondoskodni. Ez egyrészt rontja a kazán hatásfokát a nagyobb hőfoktáv leküzdése miatt, másrészt rontja a hatásfokot — főképpen keményvíz használatánál — a lerakódó kazánkő által. Ez utóbbi hátrány kiküszöbölése a vízlágyító berendezések révén drágítja az üzemet.

Folytonos üzemű, zárt vezetékrendszerű kazánok kondenz gőzét a vízmelegítő tartályok belsejében elhelyezett csőkiágokon vezetik át, és így a meleg átadása a csőkiágó falán keresztül történik. A kondenzvíz így a kondenzvíztartályból csővezetéken újból felmelegítésre visszakerül a kazánba.

2.312 Kisebb vízfogyasztás esetén — ha vízvezetéki víz áll rendelkezésre — ajánlható olyan falazott vízmelegítő építése, amelyekbe a melegítendő vizet beépített csőkiágókban vezetik.

2.321 Az adalékanyagok melegítésére is több módszer ismeretes [3]:

a) száraz módszer: 1. szárításnál (2.23 pont) említett alagútkezemencékben; 2. az anyagtaroló bunkerokba beépített tömörfalú csővezetékekkel; az adalékanyag halmazán átmenő csővezetékben gőzt, forróvizet vagy forró levegőt keringtetnek. — Bár a tömörfalú csővezetéken keresztül a hőátadás közvetett és lassúbb, mintha közvetlen a gőz melegét kapná az anyag-elemgyárakban — az állandó vízcement-tényező megtartására és következőképpen az elemek egyenletes minősége érdekében — ez a módszer ajánlatos.

2.322 A beton alapanyagainak melegítése megoldható a betonkeverőgép dobjában is. Munkavédelmi szempontból nem egészen kifogástalan a gőznek egyenesen a dobba való bevezetése. Sokkal előnyösebb, de egyben költségesebb is — ha kettősfalú dobot alkalmaznak. A gőzt (vagy más hőközlőt) ilyenkor a dob köpenyébe vezetik. Eredményesebb lesz a melegítés a dobban akkor is, ha a keverővizet előre felmelegítik.

Ez a megoldás gyengén fűtött helyiségekben célszerű, különösen az olyan adalékok alkalmazásakor, amelyekben nincsenek fagyott rögök és jégcsomók.

2.323 b) nedves módszer: ha a gőzt perforáltfalú csővezetéken keresztül juttatják az adalékanyag halmazába. Itt azonban a gőz lecsapódása az anyag nedvességtartalmát károsan befolyásolja. Ugyanakkor mert kell oldani a kondenzvíz elvezetését is. — Aprószemű adalék ily módon való melegítése bunkerekben nem ajánlatos, mert az átmedvesedett homok mint boltozat működik a bunker üritőnyílása felett. — Fedett színekben ez az eljárás előbbi hátrányain kívül a gőzképződés révén rossz munkakörülményeket teremt.

2.334 Az adalékanyag melegítésével a beton gyorsabban szilárdul; ezzel együtt az adalék-szemcsék is mohóbban veszik fel a keverővizet, megromlik a beton konzisztenciája és bedolgozhatósága.

A konzisztencia a vízcement-tényező növelésével javítható, de ezzel romlik a beton végszilárdsága. Javítható a konzisztencia több cement adagolásával is — ami viszont nagyobb cementfogyasztást eredményez. Célravezető lehet a konzisztencia feljavítása plasztifikátorok adagolásával.

2.41 Az elemgyárak részletes tervezésénél számításba kell venni azt a szükséges hőmennyiséget és tüzelőanyagfogyasztást, amely elhasználandó a beton alapanyagainak felmelegítése során. A szükséges hőmennyiség számítása az alábbi alapképletből indul ki (kal/óraban):

$$Q = \gamma \cdot c \cdot v (t_2 - t_1)$$

ahol γ — az anyag térfogatsúlya kg/m^3 -ben;
 c — az anyag fajhője kkal/kg fokban (táblázatból vett érték);
 t_2 — a melegítés hőfoka $^\circ\text{C}$ -ban;
 t_1 — az anyag kezdeti hőfoka $^\circ\text{C}$ -ban;
 v — az anyag térfogata m^3 -ben;

A képletet vízre alkalmazva adódik:

$$Q = 1000 \cdot 1 \cdot v (t_2 - t_1).$$

2.42 Gőz, forró levegő hőhordó közegkénti felhasználásánál a fűtőberendezés szükséges fűtőfelülete (F) m^2 -ben számítható:

$$F = \frac{a \cdot Q_{max}}{q}$$

ahol a — megközelítőleg 1,2—2,0 értékű hőveszteségi együttható; számbaveszi a hőhordó közegnek a kazán felületétől a vezeték mentén a felhasználásig elszenvedett hőveszteségeit, a vezeték hosszától és felépítésétől függően;

Q_{max} — az óránkénti maximális hőfogyasztás, beleértve az adalékanyag és a víz felmelegítéséhez szükséges hőmennyiséget kalóriában;

q — a kazán 1 m^2 fűtőfelületén nyerhető hőmennyiség kal/óraban .

2.43 Az óránkénti felhasznált hőmennyiség (Q_{max}) ismeretében a szükséges tüzelőanyagfogyasztást (A) kg -ban a

$$A = \frac{Q_{max}}{\varepsilon \cdot \eta}$$

ahol ε — a tüzelőanyag kkal/kg -ban kifejezett hőfejlesztése;

η — a fűtőberendezés hatásfoka;

képlet adja meg.

3.11 A kötőanyagoknak és adalékanyagoknak vízzel való összedolgozása betonkeverőgépekben folyik. A keverőgépek dobjába kerülő alapanyagok adagolásának térfogat szerinti összetétele telje-

sen megbízhatatlan, eltérő eredményekre vezet. Betonelemgyárakban kizárólagos — és viszonylag minőségállandóságot biztosító — adagolás súlyarány szerinti, főképpen a cement és a víz vonatkozásában. Nem helyes a beton szükséges szilárdságát oly módon megadni, hogy előírják a beton m^3 -éhez adagolandó kötőanyag minőségét és mennyiségét. Az adalékanyag szemszerkezetének megváltoztatásával, a vízcement-tényező módosításával és különféle minőségű anyagok adagolásával, valamint a bedolgozás különféle módszereinek alkalmazásával stb. ugyanaz a 28 napos kockaszilárdság állítható elő. — A beton-szilárdság elérésének módszerét az üzemben kísérletek útján kell megállapítani, a népgazdaság szempontjából is legmegfelelőbb technológiai eljárás felhasználásával.

3.12 A beton készítésének egyik alapvető kérdése a vízcement-tényező értékének meghatározása. A vízcement-tényező — amint azt számos kísérlet bizonyítja — a cementminőség jellemzőinek ismeretében alkalmas arra, hogy értékéből tapasztalati összefüggések alapján a beton szilárdságára következtetéseket lehessen levonni. — Adott cementminőségek mellett különféle optimális vízcement-tényező értékek állapíthatók meg, melyeknél kisebb vagy nagyobb érték a beton szilárdságának lényeges romlását eredményezi.

3.13 Az optimális vízcement-tényező rendszerint olyan alacsony arányszám, amely mellett a beton bedolgozhatósága még üzemi viszonyok között is nehezebbé válik. A vízcement-tényező megadása mellett tehát a beton plasztikus konzisztenciájára vonatkozó előzetes vizsgálatokat is el kell végezni és meg kell határozni a bedöngölési tényezőt. — A vízcement-tényező egymagában nem lehet a konzisztencia jellemzőjeként értékelni — hiszen mint arányszám nem mond semmit a beton m^3 -ére vonatkozó cementadagolás szempontjából — ellenben a plasztikus konzisztencia megadása mellett a vízcement-tényező értéke közvetve magában foglalja az adagolandó cement mennyiségét is.

3.14 A betonkeverék *szemszerkezetének vizsgálatára* többek között használatos a Hummel-féle terület meghatározása. A finomsági szám (F-érték) és az alkalmazott vízcement-tényező ismerete mellett a plasztikus és földnedves keverékek esetén a várható szilárdságot grafikonokból le lehet olvasni. Ezeket a grafikonokat és táblázatokat az Építéstudományi Intézet beton laboratóriuma kiterjedt vizsgálatok alapján állította össze.

3.211 Üzemi viszonyok között a beton keverése *gépekben* folyik. A keverés mechanizmusára nézve a betonkeverők válfajai vannak alkalmazásban. Az ismert géptípusok két alapvető csoportba sorolhatók: *szabadonejtő gépek* és *kényszerkeverésű gépek*. Az előbbi alaptípus működésének elve az adott dobátmérőhöz tartozó percenkénti fordulat-

számon alapszik. A betöltött beton alapanyagok a vízszintes vagy ferde tengely körül forgó dob falához tapadva a fordulatszámától függően a centripetális erő hatására felemelkednek. A fordulatszám azonban úgy van megállapítva, hogy a centripetális erő a nehézségi erőtől elmaradjon. Tehát a keverék a dob falának függőleges vagy ferde síkú körpályája legfelső pontját nem éri el, hanem még ez előtt visszacsik a dob alsó részébe. A keverőhatást fokozzák a dobfallal együtt forgó terelőlapátok.

3.2121 A *kényszerkeverő* géptípusoknál a dob mozdulatlan marad keverés közben. A beton keverését a vízszintes vagy függőleges tengely körül forgó lapátok végzik, kényszermozgásban tartva így az alapanyagokat. Ezeknél a géptípusoknál a keverés sokkal tökéletesebb, mint az ejtőkeverőknél, mert a forgó lapátok az egész betöltött anyagot mozgásban tartják; nincs meg a lehetősége annak, hogy a keverék a dob falához tapadjon és így megkeveretlen maradjon.

3.2122 A *kényszerkeverő* gépek különleges fajtája a *kollerjáratú keverőgép*. A szovjet gyakorlatban különösen a hidraulikus pótlékok adagolása esetén használják feltűnő jó eredménnyel. E keverőgépek működése nemcsak egyszerű kényszerkeverést jelent, hanem a forgólapátok mellett súlyos kollerjáratok örlik újra a betöltött keveréket [4], [5].

3.221 Épütelelemgyárakban, ahol a gyártandó elemek nagy mennyisége miatt is a minőségi betonkészítés alapvető követelmény, a keverőkbe való *adagolást gépesített úton* végzik. Az évi termelési kapacitástól függően a korszerű betonkészítés *betongyárakban* centralizálódik. A betongyárak rendszerint nagy teljesítményű (500—1000 l űrtartalmú) betonkeverő gépekből és az őket kiszolgáló segédberendezésből állanak. A segédberendezésekhez tartoznak az alapanyagot átmenetileg tároló bunkerek, a töltésükre szolgáló elevátorokkal, vagy egyéb szállítóberendezéssel, a fél-automata, vagy teljesen önműködő mérlegelő adagoló berendezések és a kész betonkeveréket átmenetileg tároló bunkerek.

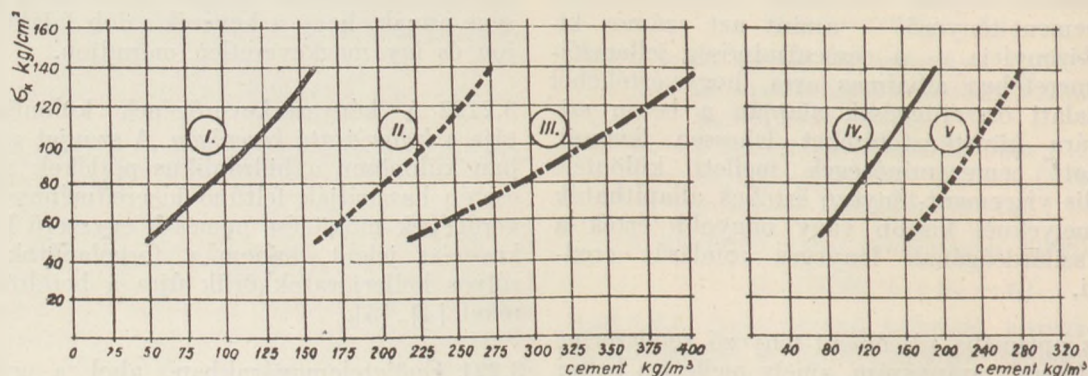
3.222 Az alapanyagok, az adagoló berendezések és a betonkeverők elrendezésétől függően ismeretese az *egy-, vagy két-lépcsős betongyárak*. Az előbbi típusnál az alapanyagokat (az adalékfrakcióknak megfelelően több rekeszből álló, külön cementtároló- és víztartály) egyszeri függőleges mozgatással a legfelső szintre szállítják, ahonnan az anyag gravitációs erejénél fogva halad a berendezésen keresztül. — Az utóbbi típusnál — és ez a kedvezőtlenebb — az alapanyagokat először fel kell szállítani a bunkerekbe, ahonnan azok súlyszerint adagolva (mint száraz keverék) jutnak ismét függőleges vagy ferde szállítóberendezésre (rendszerint szállítószalagra). A szállítószalag felviszi a keveréket a magasan elhelyezett keverőgéphez, ahonnan az anyag (most már legtöbb esetben kész nedves keverék)

gravitációs erejénél fogva kerül az átmeneti tároló bunkerbe, illetve a szállítóeszközre — gépjárműre, csillére, betonszállító billenőputtonyba stb.).

3.23 A betongyárak beruházási költségei leg hamarabb úgy térülnek meg, ha folyamatos üzemetetésük biztosított. Márpedig az előregyártó üzem nem mindig meríti ki kapacitásukat. Éppen ezért — főképpen helyszíni nagy előregyártó üzemek részére szétszedhető és áttelepíthető *ideiglenes betongyárakat* létesítenek. Telepített üzemek mellett *állandó jellegű betongyárak* működnek. Ezek kapacitását úgy használják ki, hogy egyes körzetek, vidékek betonszükségletét is az ilyen betongyárakból elégítik ki. A szállítási feltételektől (útviszonyoktól, távolságoktól, szállítóeszközöktől) függően a *nedves* vagy a *száraz* keverék

3.331 Hidraulikus pótlékokkal kevert betonok minőségét lényegesen befolyásolja a *keverőgép típusa* is. D. M. Trofimkin, V. B. Jelszinovszkij és N. P. Makszimovszkij a műszaki tudományok kandidátusa végeztek ezirányban beható kutatásokat. Megállapították, hogy a salakbetonok kötőereje közönséges betonkeverőkben való megkeveréssel közelítőleg sincs kihasználva. De hasonlóak voltak tapasztalataik a közönséges cementadagolású betonokra nézve is [5].

A kollerjártatú betonkeverőkben a keverési folyamat igen egyszerű. Kirostálják a tüzelősalakból a porszerű anyagot és a ki nem égett szenet, a darabos szemcsék frissenégett felületeit összedörzsölik és cementtel keverik. Ezután a begunokban — kollerjártatú keverőkben — nedves keverés esetén percekig megdolgozzák a keveréket.



8. ábra. A beton nyomószilárdsága és a cementadagolás összefüggése a keverés módszerével. I — salakbeton Koller-jártatú keverőben; II — kavicsbeton közönséges betonkeverőben; III — salakbeton közönséges betonkeverőben; IV — kavicsbeton Koller-jártatú keverőben; V — kavicsbeton közönséges betonkeverőben.

készítése lehet indokolt. A nedves keverék szállításközbeni szétosztályozódását a szállítóeszközre szerelt keverőberendezéssel gátolják meg. A száraz keverék nedves megdolgozása a gépjárműre szerelt keverőgéppel történik. Igen drága megoldás.

3.31 A beton alapanyagainak *betöltési sorrendjétől* függően is változhat a minőség. Legjobb eredményt azok a kísérletek hoztak, amelyeknél előbb a vizet adagolták. Az adalékanyagok és cement előzetes száraz megkeverése a minőség kérdésében nem jelentős. Mindenesetre az adalékanyagot úgy ajánlatos a dobba adagolni, hogy előbb a durvaszemcséjű adalék jusson be, majd ezután kerüljön be a cement és a finomadalék.

3.32 A különböző konzisztenciájú betonnak különböző *keverési időre* van szüksége. A keverési időt tehát a változó konzisztencia-szériák szerint esetenként kell megállapítani. A keverési időre vonatkozóan megállapítást nyert elsősorban Gráf professzor vizsgálatai alapján, hogy vasbetonok számára átlagosan a 60 másodperc körüli keverés ad megfelelő minőséget. A keverési idő elnyújtása teljesen felesleges, viszont a teljes átkeveredéshez szükséges idő döntő fontosságú.

3.332 Ezzel az eljárással a közönséges betonkeverőkben készült beton szilárdságánál jóval nagyobb szilárdság érhető el; vagyis azonos szilárdság eléréséhez lényegesen kevesebb cementadagolás szükséges. A vizsgálatok eredményeit a 8. ábra szemlélteti.

4.1 Az *előregyártó üzem vastelepére* az acélbetétek átmérőtől és hosszúságtól függően *tekerceken* vagy (hajtű) *nyalábokban* érkeznek. A telep tároló részén az acélsanyagokat átmérőjük, minőségük és hosszúságuk szerint csoportosítják. A tárolást célszerű emelvényeken, vagy állványzatokon megoldani. Betonacélok tárolása olyan helyen történjék, amelyet könnyen megközelíthet a külső szállítóeszköz is és ahonnan a belső anyagmozgatás is minimális távolságot jelent.

4.2 Előfordul, hogy az előregyártó telep a betonacélt az elemek számára *összeszerelt állapotban* kapja. Ilyen esetben az acélsanyagot óvni kell a beszennyeződéstől, fedett tároló helyre kell szállítani.

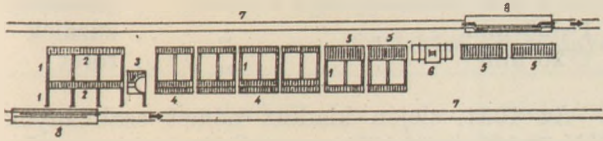
5.1 A megfelelő módon tárolt acélsanyagot meg kell *tisztítani*. A tisztítás különösképpen a feszít-

tett szerkezetek acélanyagánál fontos. Nem mindig megbízható, bár általánosan használt tisztítási mód az acélanyagnak *benzinfürdőben* való mosása. A benzinfürdőt a patentírozott acélanyagoknál használják elsősorban, mégpedig oly módon, hogy a huzaltekerseket a benzinfürdőben erőteljesen mozgatják, vagy a huzalt csévével átvezetik. Ez utóbbi jóval költségesebb eljárás.

5.12 Ismeretes a szennyezett acélbetétek megtisztítására a *karborundummal* való csiszolás.

5.2 A 10 mm-nél nagyobb átmérőjű betonacél szálakat kézi erővel munkapadokon fogók segítségével *egyengetik*, esetleg csörlőt használnak az acélbetét mozgatására. A Szovjetunióban elterjedt ú. n. nehézvasbetétek egyengetésére a *Zamkov-féle szerszámgép* [6].

Az acélbetéteket az előkészítő munkálatok idején *görgős padokon* továbbítják. G. Poljanszkij mérnök az acélbetétek futószalagszerű előkészítésére javasolja a görgőspadokon való megmunkálást, ahogy azt a 9. ábra mutatja.



9. ábra. Acélbetétek futószalagszerű megmunkálása görgős padokon. [6]
 1 — fém bakállványok; 2 — görgős pad; 3 — présvágó gép; 4 — kettős görgős pad; 5 — széles görgős pad; 6 — fővasbetét-hajlító gép; 7 — csillepálya; 8 — meghosszabbított platókocsi

5.21 Kis átmérőjű acélbetétek megmunkálása a tekerseknek *motolláról* való *lecsévévelésével* történik. N. E. Noszenko erre a célra önműködő egyengetőgépet szerkesztett, amelynek működési elve az acélszálak több — egymástól tengelyében elmozdított helyzetű — gyűrűs tárcsán való áthúzásán alapszik. Előnye ennek a berendezésnek, hogy az egyengetéssel egyidejűleg az acélszálakat megtisztítja a szennyeződésektől, sőt a rozsdától is.

5.22 Előfeszített szerkezetekben a beton és az acélbetét közötti tapadás biztosítására a szálakat *hullámosítani* szokták. A hullámosítást két kör-szelvényű fogakkal ellátott fogazott dob végzi úgy, hogy működés közben foggal szemben mindig foghézag kerül.

5.23 A hullámosított acélbetét megnyúlása a feszített szerkezetben nem egyenletes és jóval nagyobb, mint a nem hullámosított azonos minőségű acélbetéteké. E hátrányt küszöböli ki az acélbetétek felületének *rovátkolása*, amely 0,2—0,3 mm mély benyomásokkal biztosítja az acélbetétek betonhoz való tapadását.

5.24 A nagyobb átmérőjű acélbetétek felületi megmunkálása merevségüknél fogva körülményes. Az elemgyártó üzemekben is felállíthatók olyan egy-

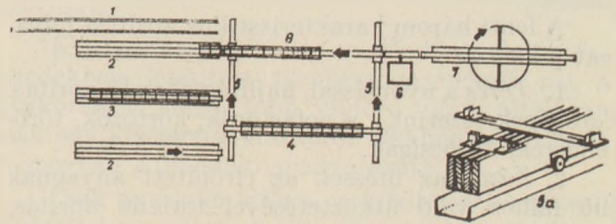
szerű *sodrógépek*, amelyek 2—4 vékonyabb huzalból sodornak pászmákat. Az ily módon előkészített acélbetétek csaknem ugyanolyan hajlékonyak — könnyen kezelhetők, mint az egyes szálak és nincs szükség a betonszerkezetben külön rögzítésre sem.

5.3 Az acélszálak *vágása* — *leszabása* — mércékkel és ütközőlapokkal ellátott görgős padokon kézi vagy gépi erővel hajtott vágópréseken történik, az átmérőtől függően egy vagy több szál egyidejű elvágásával.

5.4 A görgőspadokon továbbhaladó acélszálakat a kézi vagy gépi hajtású hajlítógépeken *meghajlítják*. A hajlítás — akárcsak a vágás — egyszerre több szál megmunkálásával folyik. E műveletek nagyüzemi módszereinek megkönnyítésére a szovjet gyakorlatban Burin, Zamkov, Kobjakov és sokan mások egyszerű berendezéseket szerkesztettek. A hazai gyakorlatban is számos újítás könnyíti és gyorsítja meg az acélbetétek leszabásának és hajlításának mérettartó és pontos folyamatvezetését.

5.51 A leszabott és meghajlított acélbetéteket állványokon, sablonokon *kötözik* össze betétvázakká. Az állványok, sablonok arra szolgálnak, hogy megkönnyítsék és biztosítsák ezt a meglehetősen munkaigényes műveletet.

5.52 A betétvázak összeszerelésének másik módszere az *elektromos hegesztés*. A ponthegeztés gépi úton történik. Különösen előnyös a *ponthegeztés* az olyan acélvázaknál, amelyek lapos szerkezeti elemek (karsú gerendák, sík, vagy bordás lemezek) vasalására szolgálnak. A hegesztés útján való vázszerelés azonban esetenként megfontolandó, mivel a vázak acélanyagának minőségétől függően az ilyenfajta hőmegmunkálás káros lehet a váz teherhordó képességére. 10. ábra [6].



10. ábra. Hegesztett acélbetét-váz készítésének tolopados módszere [8]

1 — csillepálya; 2 — toló-munkapad; 3 — acélbetétváz összeállítása; 4 — összeállított acélbetétváz a harántirányú tolopádon; 5 — harántirányú tolop; 5a — tolop-pad-görgő részlete; 6 — ponthegeztő gép; 7 — forgópad; 8 — kész hegesztett acélbetétváz

Egy helyszíni előregyártó üzem vastelepének elrendezését a 11. ábra mutatja. Az acélbetéttel kapcsolatos munkák munkaigényesség szempontjából első helyen állnak. Gépesítésük mértéke az előregyártó üzem kapacitását alapvetően meghatározza.

Hozzászólás és kiegészítés Lázár Jenő „Beszámoló zúzógépekkel végzett vizsgálatok eredményeiről“ c. előadásához

ARY ERNŐ

Lázár Jenő előadásával kapcsolatban szükségesnek látom, hogy az 1920-as évek végén kezdeményezésemre a Ganz gépgyár aprítóosztálya által végzett hasonló tárgyú mérések adatait közlétegyem, amely mérések az akkori körülmények között nyilvánosságra nem kerülhettek. Ezen mérések eredményei egyébként alátámasztják az előadó által elmondottakat.

Mielőtt a részletekre rátérnék, szükségesnek tartom, hogy néhány, a témával összefüggő általános kérdéssel foglalkozzam.

Legelsősorban egy aprító-fogalmat szeretnék tisztázni annál is inkább, mert ezen a ponton nem vagyok az előadóval egyező állásponton.

Ő a pofás- és körtörőket zúzógépeknek, e gépek által termelt anyagot pedig zúzott anyagnak nevezi. A „zúzás“ kifejezésben bennfoglaltatik az ütéssel, dinamikai hatással való aprítás fogalma. Nem logikus és helyes tehát e két géptípust zúzógépeknek nevezni s éppenúgy helytelen — szerintem — ezeknek a gépeknek aprítási termékét zúzott-kőnek vagy zúzaléknak nevezni. Ezt a helytelen elnevezést a régi MÁV és Ker. Min. szabványok honosították meg.

Régi és általános törekvés az, hogy a rendkívül sokféle aprítógéptípust szisztematikusan csoportosítsák és egyértelműen nevezzék el.

A csoportosítás régebben az aprítógépből lejátszó *aprítási folyamat jellege szerint* történt s törést, zúzást és őrlést különböztettek meg. Ennek megfelelően három aprítógéptípus elnevezés alakult ki: törőgép, zúzógép és őrlőgép (malom).

A fenti három karakterisztikus aprítási folyamat jellemzői:

1. *Törés* a nyomással, hajlítással való aprítás. Törőgépek eszerint: a pofástörők, körtörők, törőhengerek, törőcsigák.

2. *Zúzás* az ütéssel, az elröpített anyagnak álló falhoz való ütköztetésével történő aprítás. Zúzógépek: a dezintegrátorok, zúzónyilak, kalapácsos aprítógépek stb.

3. *Őrlés* a nyomás alatti elcsúsztatással (dörzsoléssel) való aprítás. Őrlőgépek (malmok): a kőjártak, Koller-jártak és a golyósmalmok.

Ez a csoportosítás korántsem volt helyes és egyértelmű, mert az aprítógépekben lejátszó folyamatok egyáltalán nem választhatók szét ilyen élesen. Így pl. a törők egyes típusainál (egyíngás-pofástörők) a nyomás és hajlításon kívül — ha kisebb mértékben is — dörzsolési folyamat is lejátszódik, vagy golyósmalmoknál a fordulatszámától és töltési foktól függően hol a dörzsolő-, hol pedig az ütőhatás dominál. A köztudatban sok olyan aprítógéptípus kapott „malom“ el-

nevezést, amelyet az aprítási folyamat alapján „zúzógépek“ kellett volna elnevezni. Ilyenek pl.: kalapácsmalom, röpítőmalom, verőkaros malom.

Ugyancsak nem lehet az aprítógépek termékét a géptípusok fenti csoportosítása szerint törötnak, zúzaléknak és őrleménynek nevezni, mert hiszen mindhárom, de főleg a két utolsó csoportba tartozó aprítógép (zúzógép és malom) végtermékében azonos szemnagyságú frakciók is vannak, csupán a mennyiségi arány változó.

Általánosságban meghonosodott szokássá vált az aprítási terméknek *szemnagyság szerint* való elnevezése, és pedig:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. 0—1 mm szemnagyságú terméké | .. őrlemény |
| 2. 1—20 mm | .. zúzalék |
| 3. >20 mm | .. töret |

Az 1954. elején kiadott német szabványok (DIN 24 100 és 24 101) megpróbálták ebben a zűrzavaros helyzetben rendet teremteni. Kompromisszumos megoldást választottak s a gépeket két főcsoportra osztották:

1. a durva terméket előállító gépek közös neve: törőgép (Brecher);

2. a finom terméket előállító gépek közös neve: malom (Mühle).

A durva és finom termék szemnagyságát >10 és <10 mm-ben szándékoztak megszabni, de végül ettől elálltak és semmiféle szemnagysághatárt sem állapítottak meg.

A *törőket* az aprítási folyamat jellegzetessége szerint két alcsoportra osztották, mindkét csoportnál megtartva a „törő“ elnevezést.

1. a) Nyomással aprító törők:

pofástörők (szögemelyűs és egyíngás pofástörő),
körtörők (kúpostörő, köpenyes törő),
törőhengermű (fogazott, recés),
törőcsiga,
Koller-járat.

1. b) Ütéssel aprító törők:

kalapáctörő,
röpítő-törő (Prallbrecher).

A *malmokat* — ugyancsak az aprítási folyamat jellegzetessége szerint — négy alcsoportra osztották, közös „malom“ elnevezés mellett.

2. a) Nyomással aprító malmok:

gyűrűs malom,
Loesche-malom,
Roulette-malom,
finom görgőjárat,
simaköpenyű hengermű.

2. b) Űtéssel aprító malmok :
dezintegrátor,
verőpeckes-malom,
ütőkeresztes malom,
kalapácsmalom,
Prall-malom.
3. Nyomással és dörzsöléssel aprító malmok :
kőjárat,
tárcsás malom.
4. Űtéssel és dörzsöléssel aprító malmok :
golyósmalmok.

Az aprítási terméket ezek a szabványok különösképpen nem definiálják.

A második kérdés, amit tisztázni kívánnék, a belföldi X. Blake-törő teljesítményének nagysága.

Az előadó kifogásolja, hogy a törő teljesítményét a prospektus 100 mm-es résnyílás mellett 30—40 m³/órában adja meg 70—80 Le erőszükséglet mellett s 110 Le-s hajtómotort épített be. Ezzel szemben uszai bazaltkőből a mért teljesítmény 115 mm rés mellett 110 m³, 125 mm rés

mellett pedig 125 m³, 80 LE energiafelvétel mellett.

Ennek a mindenesetre feltűnő eltérésnek megvan a magyarázata.

A pofástörők — s általában az aprítógépek — teljesítményét számítással még közelítő pontossággal sem lehet meghatározni. A gép szerkezeti adatain (törőtér méretei, löketnagyság, fordulatszám) és a beállított résméreten kívül a kőanyag fizikai tulajdonságai (és pedig nemcsak a nyomószilárdság, hanem a ridegség, illetve szívósság, homogenitás) és a feladott kőhalmaz szemszerkezete befolyásolják rendkívüli mértékben a teljesítményt. Megbízható és olyan teljesítményadatot, amelyért a gyártó cég garanciát tud minden körülmények között vállalni, csak üzemi eredmények, vagy mérések alapján lehet megállapítani. Magyarországon csak néhány X. törő volt régebben üzemben s az üzemi eredményeket vasfüggöny zárta el még a gépgyár elől is. Nem maradt tehát más hátra, mint a külföldi gyárak szintén óvatos prospektus-adatait figyelembe venni.

Néhány nevesebb külföldi aprítógépgyár prospektus-adatait az 1. táblázat tünteti fel.

Különböző gyártmányú X. törők prospektus adatai

1. táblázat

Gyártmány	Szájméret mm	Fordulat	Lóerő	Rés mm	Teljesítmény m ³ /óra
Humboldt	1000 × 500	200	35	25—50	9—18
Kampnagel	1000 × 500	250	35	60	20
Soest	1000 × 500	225	45—75	30—35	30—35
Zeitz	1000 × 500	250	30	60	20
Leobesdorf	1000 × 550	240	60—70	60	20—25
Friedrich	1000 × 600	200	33	60	24—26
Pfeiffer	1000 × 600	200	75—80	50	25—30
Brünn	1000 × 600	200	45—80	70	30—45
Krupp	1100 × 600	200	65	25—50	15—30
Ganz I.	1000 × 550	200	60—70	70	30—35
Ganz II.	1000 × 550	260	80—90	100	30—40

Nyilván ez befolyásolta a gépgyárat, amikor prospektusát — mindenesetre kissé óvatosan — kidolgozta.

Érdekes különben, hogy ha a régi, 200 perc fordulatú típus 70 mm résnyílásnál 35 m³-ben megadott teljesítményét a résnyílás és fordulatszám (új fordulat : 260/perc) lineárisan változónak tekintjük, 70, 115, illetve 125 mm résnyílásnál 45, 55, illetve 70 m³/óra teljesítményt kapunk, vagyis a táblázatnak (125 mm résnyílásnál 70 m³/óra) pontosan megfelelő értéket. Ez a teljesítményérték is lényegesen alatta van az uszai mérési eredménynek, de az óvatosság indokolt, mert hiszen a garantált teljesítményt nehezen törő, szívós kőnél, automatikus adagoló nélkül, napi átlagban is el kell érni.

A fentiekben elmondottak egyben magyarázatát adják annak is, hogy miért egyeznek a Pegson utántörő katalógus adatai jobban, sőt feltűnően jól a valóságos eredményekkel. Utántörők-nél a feladott anyag egyenletesebb, tehát a teljesítmény nem ingadozik emiatt s így a gyártó cég a nyilván bőségesen rendelkezésre álló üzemi

teljesítmény-adatokat nyugodtan bevehette prospektusába.

Kritika tárgyává tette az előadó az elmúlt évtizedekben létesített törőberendezéseknél azt a gyakorlatot, hogy több előtörő után általában csak egy kisméretű utántörőt alkalmazott. Ennek is megvan a műszaki magyarázata.

Csak az újabb időben, a kőkitermelés gépesítésének bevezetésével állt elő az a helyzet, hogy a primér-törők nagyságát nem a teljesítmény, hanem a rakodó gép, az exkavátor által felszedhető kődarabok mérete alapján — ami gyakran az 1 m³-es nagyságot is eléri — kell megválasztani. Ily módon a kézi munka, a batározás, ami költséges és munkaigényes, messzemenőleg kikapcsolható. A szükségszerűen beállítandó óriástörők — amelyek közül az 1200 × 900 és 1500 × 1200 mm szájméretűek már nálunk is üzemben, illetve betelepítés alatt vannak — nem tudják a feladott kőzetet egy átmenetben az általában megkívánt 65—80 mm szemnagyságra törni s így elkerülhetetlenül szükségessé vált a törési művelet két fokozatra bontása. Mivel pedig az óriástörők

egységenkénti 120—180 m³-es óráteljesítményét is ki kell gazdaságosan használni, eljutottunk a törőtelepek átlagosan 250 t/óra teljesítményéhez.

Régebben a kőbányák és azok törőüzemeinek teljesítménye lényegesen kisebb, 25—70 m³/óra volt. Így a nagybányai és az erdőbányai Hubertus-törőmű 25 m³/óra, a tokaji telep 40 m³/óra, a tállyai, komlói és ajkai törőtelepek 50 m³/óra és a legnagyobb, zalalahápi törőmű 70 m³/óra teljesítményre épültek.

Ilyen teljesítmény mellett — mivel a kőbányák gépesítve nem voltak s így a nyerskő maximális darabnagyságát az szabta meg, hogy azok kézi erővel való rakodása még lehető legyen — úgy a törőtér mérete, mint teljesítmény szempontjából megfelelő volt a VIII. vagy X. nagyságú törők alkalmazása. Ezek a törők viszont általában 60—70 mm körüli résnyílásra voltak tervezve és beállítva s ilyen résnyílás mellett egy átmenetben is úgyszólván teljes egészében már megfelelő szemnagyságú végtörötet szolgáltatnak, amiben csak elenyésző %-ban volt a szükségesnél nagyobb, ú. n. túlfolyó anyag. Ily módon két, esetleg több előtörő túlfolyó anyagának utántörésére elegendő volt egy kisméretű utántörő beállítása.

Sem a VIII., sem a X. törő nem készültek a mai értelemben vett előtörésre, hanem feladatuk a korlátolt, aránylag kisméretű nyerskő *egy átmenetben* kész terméké váló feldolgozása volt a még megengedhető 1 : 5—1 : 7 reduktív határon belül, ami mellett a fajlagos törőerő-szükséglet még nem kedvezőtlen. Ilyen viszonyokra terveztek a külföldi, azonos nagyságú törők is (lásd az 1. táblázat adatait).

A X. nagyságú törő még ma sem készül 80—100 mm-nél nagyobb résnyílású üzemeltetésre (csak külön megrendelés esetén).

Természetes, hogy ha az üzem az eredeti tervezés szerinti kapacitását azzal növeli, hogy törőjét szerkezeti elemének (feszítőlemez hosszcsökkentés, törőpofa magasságcsökkentés) megváltoztatásával *előtörővé* alakítja át, a tisztán kismennyiségű túlfolyó törésére méretezett utántörő teljesítménye nem lehet többé elegendő. Ebben az esetben már nem egy átmenetben való törésre és utántörésre, hanem megosztott, két fokozatú törésre van szükség.

Ugyancsak a régebbi, kis teljesítményű kőbányáknál előfordult az is, hogy a feladható darabnagyság növelése miatt a szükségesnél nagyobb törőt állítottak be s így a törőnek szabad, illetve felesleges kapacitása maradt normális, egy átmenetben való aprításhoz alkalmas beállítás mellett s kisebb mennyiségű túlfolyó anyagkeletkezett. A túlfolyó anyag aprítására észszerűtlen és gazdaságtalan lett volna külön utántörőt beállítani, de ugyanúgy gazdaságtalan lett volna a túlfolyást azzal megszüntetni, hogy a törőt szűkebb réssel járattuk, mert ez egyrészt a fajlagos törőerő növekedését vonta volna maga után, másrészt az értékesíthetetlen apró frakció mennyisége emelkedett volna. Ilyen esetben észszerű és gazdaságos megoldásnak kínálkozott a túlfolyó visszavezetése. A zárt körfolyamban való aprítás tehát *nem cél*, hanem a más okból túlméretezett törő felesleges

kapacitásának észszerű és gazdaságos kihasználása.

Érdemes lesz megjegyezni, hogy hogyan alakul a törőgép kész termékbeni óráteljesítménye és a törőgép tényleges terhelésének a viszonya akkor, ha a törő a primer-törést és egyidejűleg az utántörést is végzi.

Ha Q a törőtől megkívánt kész produktum mennyisége s a törő úgy van beállítva, hogy a töretben 15% túlfolyó és 85% kész frakció van, akkor a törőn áthaladó anyag mennyiségét a $Q + (1-0,85)Q + (1-0,85)^2Q + \dots + (1-0,85)^n Q$ mértani haladvány sorösszege adja, azaz $Q = \frac{Q}{0,85}$.

Ha tehát a szükséges teljesítmény kész anyagban 25 m³, az alkalmazandó törőnek $\frac{25}{0,85} = 30$ m³/ó teljesítményűnek kell

lenni. Erre kell méretezni a törő és osztályozó közé kapcsolt szállítóelemet s magát az osztályozót is.

A régebbi és mai kőaprítási technológia közötti különbség matematikailag úgy fogalmazható, hogy mindaddig, amíg a feladandó maximális „ D ” méret és a megkívánt „ d ” végtermék nagyságának $d : D$ viszonya a megengedett 1 : 5—1 : 7 határon belül van, az egy átmenetben való (egyfokozatú) aprítás a gazdaságos és a kismennyiségű, „ d ”-nél nagyobb túlfolyót vagy megfelelően méretezett, általában kis teljesítményű utántörővel, vagy — ha a törőnek szabad kapacitása van — visszavezetéssel aprítjuk. Ha azonban a kőitermelés és rakodás gépesítése folytán „ D ” mérete erősen megnő és a $d : D$ viszony 1 : 10—1 : 15-re nő, az aprítási folyamatot két fokozatra kell bontani s erre az esetre érvényesek azok a helyes elgondolások és számítások, amelyeket az előadó a primer és másodlagos-törők méreteinek gazdaságos megállapításával kapcsolatban közölt.

Kétfokozatú aprítás esetén az együttesen termelt apró frakció kevesebb s ezzel együtt természetesen csökken az energiafogyasztás is.

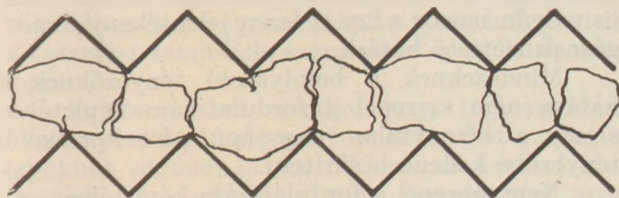
Meg kell jegyezni, hogy a két fázisban való törésnek minőségjavító hatása is van.

Közismert dolog, hogy a kőzetek szövetszerkezete nem homogén, hanem a kötőanyagban különböző, változó szilárdságú kapcsolódási felületek, lapok vannak. Aprítás közben a darabolódás a gyengébb kohéziójú felületek mentén indul meg. Ebből az következik, hogy minél többszöri aprító igénybevételnek, pl. nyomásnak vetjük alá a kőzetcsoportokat, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a nyert darabok nagyobb szilárdságúak lesznek. Előaprításnál az is előfordul, hogy a töret egyes nagyobb darabjai a gyengébb kohéziójú hasadási lap mentén belső repedést kapnak, anélkül, hogy szétesnének. Az ilyen „rejtett hibájú” darab a későbbi bedolgozásnál (pl. behengerlés) a sérült, kezdő repedésű sík mentén szételik és kellemetlenséget okoz.

További előnye a két fázisban való törésnek az, hogy általában a másodszer tört anyagot külön osztályozhatjuk. Nyilvánvaló — s az előadó

által végzett kísérletek is ezt igazolták — hogy a feladott anyagban levő lágyabb kőzetek, szennyeződések, már az első törési fázisban jórészt finomra aprítódnak, az első osztályozásnál eltávoznak, másodlagos törésre (szándékosan nem nevezem utántörésnek) már „tisztább“ anyag kerül s az ebből előállított töret kevésbé szennyezett, jobbminőségű lesz.

Javít a másodlagos törés az alakon is. Az ú. n. plakettes törésre hajlamos kőzet az első törés alkalmával számos olyan darabot ad, aminek csak egy, éspedig a vastagsági mérete felel meg a kiömlésnek, míg szélességi és főleg hosszúsági mérete annak többszöröse. Ha az ilyen darabot finomabb fogazású (sűrűbb osztású) másodlagos törőbe (granulátorba) adjuk, amelynek kiömlő-résnyílása a lemezes anyag vastagságánál némileg kisebb, megvan a lehetősége és valószínűsége annak, hogy elsősorban hosszirányban fog aprózódni s ennek eredményeként a töret szemcséinek alakja kubikusabb lesz.



1. ábra. Plakettes (lemezes) anyag utántörése

A kétszeres törésnek ezt a minőségjavító hatását már a múltban is felismerték s az ú. n. kétszertörött nemes zúzalék magasabb árával honorálták.

A töret szemcséinek kubikus formáját különösen a finomabb (5—20 mm-es) frakcióknál részesítik előnyben, mert a felületi kezelésű úttest-burkolat készítésénél a sarkos, kubikus anyag jobban kapcsolódó zárt felületet ad, mint a lapos szemcsék, amelyek nem tudnak jól beagyazódni és pl. a pneumatik szívó hatására könnyen kiszakadnak a behengerelt borítórétegből.

Fenti általános jellegű megjegyzések előrebocsátása után ráterek az előadó által végzett kísérletekre, azok kiviteli módjára, nehézségeire, a kísérletek eredményeiből levont következtetések vizsgálatára, a további kísérletek szükségességére néhány újabb szempont kihangsúlyozásával s végül javaslatot kívánok tenni arra, hogy mi módon lehetne addig is, amíg a laboratóriumi, illetve próbaállomási vizsgálatok lehetőségét illetékesek megteremtik, további értékes adatokat gyűjteni.

Az előadó érzékeltette azokat a szinte áthidalhatatlan nehézségeket, amelyek az üzemi mérések útjában állnak s amelyek az üzem menetének megzavarása nélkül el nem háríthatók. A mai feszített termelési terv az üzem megzavarását, a termelés kiesését nem engedi meg, viszont a nagyteljesítményű törők működése csak folyamatos üzemben vizsgálható. Ettől eltekintve kívánatos is, hogy a törőket a normális üzemenet közben és nem próbaállomáson, olyan mesterségesen megteremtett kedvező viszonyok mel-

lett vizsgáljuk meg, amelyek a valóságban nem biztosíthatók.

Az előadó megállapítása szerint — s ez a megállapítás a mai viszonyok mellett valóban helyes — az üzemek statisztikai adatait, amelyek pedig a legbővebb vizsgálati adatokat szolgáltatathatnák, nem lehet felhasználni és kiértékelni. Ennek oka az, hogy az üzemi statisztika csak azt adja meg, hogy a termék egyes frakciói két szemnagysághatár között az összes termelésnek %-osan hányadrészét teszik ki, de semmi adatot nem szolgáltatnak a frakciók szemszerkezetére vonatkozólag. Ingadozásnak van ezenkívül kitéve a frakciók szemszerkezetére az osztályozóberendezés működésében beálló változások (rostélynyílások kopása, terhelés ingadozása stb.) miatt is. Ezek a felemlített hiányosságok magukban véve még nem tennék az eredmények kiértékelését lehetetlenné, ha a statisztikai adatokat egy további tényezővel, éspedig a résnyílás megadásával kiegészítettjük. (Résnyílás alatt a törőpofák szemben álló foghegyfogláb közötti átlagtávolságát értjük, összezárt állapotban. A kiömlési rés tehát ennél a löketnagysággal nagyobb.)

Ma már minden kőbánya és kőtörő-üzem tervszerűen dolgozik s így észszerű vezetés mellett könnyen biztosítható, hogy a törők, éspedig az előtörők, de főleg az utántörők, hosszabb időn át változatlan résbeállítás és terhelés mellett működjenek. Ha ezt az üzemet semmiképpen nem zavaró, sőt a gazdaságos üzemeltetést biztosító feltételt megteremtjük, már csak a feladott anyag szemnagyságösszetétele okozhat ingadozást s az is inkább csak az előtörőknél. Ez az ingadozás — ha a statisztikai adatok gyűjtése hosszabb időre, hónapokra terjed ki — önmagában kiegyenlítődik.

Ha ilyen konstans beállítás mellett az üzemi statisztika megadja a napi *feldolgozott mennyiséget*, a *törőgép résbeállítását* és a termelt *frakciók %-os megoszlását*, mi sem egyszerűbb, mint az egyes frakciók átlagos és tényleges szemszerkezetét a helyszínén — az üzemet egyáltalán nem zavarva — próbaszítással megállapítani s erre a tényleges szemszerkezetre átszámítva rajzoljuk meg a bánya kőanyagának a különböző, általában használatos résnagyságokhoz tartozó szemszerkezeti *R* görbét.

A későbbiekben részletesebben kívánok foglalkozni azzal a kérdéssel, hogy tulajdonképpen mit is értünk „szemnagyság“ alatt, hogyan történik a szemnagyság mérése, de már most rá kell mutatnom arra, hogy az üzemek osztályozóberendezése általában egészen más frakcióösszetételű produkát ugyanazon törőttkő-halmazból, mint a laboratóriumi szemnagyság-analízis. Mivel pedig a szemszerkezeti görbék az elméleti vizsgálatokon túlmenően — sőt elsősorban — üzemi célt kellene, hogy szolgáljanak, tulajdonképpen minden üzem részére a saját osztályozóberendezésének megfelelő üzemi *R* görbesorozatot kellene elkészíteni.

Az üzemi *R* görbék megbecsülhetetlen haszna az, hogy az üzemvezető minden további számítás vagy becsülés nélkül, egyszerű rátekintéssel megállapíthatja, hogy milyen résnagyságra kell a

törőit beállítani ahhoz, hogy az egyes frakciók a mindenkori szállítási igénynek legmegfelelőbb %-ban keletkezzenek.

Az üzemi statiszika ily módon való kibővítés és kiértékelés után való felhasználása azonban korántsem teszi feleslegessé a laboratóriumi és próbaállomási vizsgálatokat.

A próbaállomást — amellyel egyébként minden komolyabb aprítógép-tervező és gyártó vállalat rendelkezik s annakidején, amikor a Ganz-gyár aprítógép-tervező osztályát több mint egy évtizeden át vezettem, magam is berendeztem — nem szükséges nagyméretű és próbaállomási mérésekre alkalmatlan nagyságú gépekkel berendezni. Az előadó helyesen mutatott rá, hogy sem a szerkezeti görbék, sem a fajlagos teljesítménydiagrammok alakulása nem függ a vizsgált törőgép méretétől, hanem csak annak típusától, működés módjától. Hasonló esettel állunk itt szemben, mint a szokásos modell-kísérleteknél: a kisebb méretű gépekkel végzett kísérleti eredmények minden nehézség nélkül általánosíthatók.

Már korábban említettem, hogy az aprítógépeknél vajmi labilis a matematika alkalmazása. A pofástörő optimális fordulatszámát, teljesítményét, erőszükségletét, a töret szemszerkezetét, a löketnagyságot stb. még közelítő pontossággal is igen nehéz, sőt úgyis lehetséges számítás-sal megállapítani.

A törők optimális fordulatszámát, teljesítményét és energiaigényét általában az alábbi, Levenszon-féle képletekkel szokás kiszámítani:

$$1. n/\text{perc} = k \frac{400}{\sqrt{s}}$$

$$2. Q_{m^3/\text{ó}} = \mu [75 b n s (2e + s)] 10^{-6}$$

$$3. N_{LE} = \frac{n b (D^2 - d^2)}{344\,000} \text{ vagy}$$

$$4. N_{LE} = \frac{\sigma^2 n b (D^2 - d^2)}{1\,700\,000 E}$$

A képletekben szereplő jelölések:

n = optimális percenkénti fordulatszám,

k = korrekciós tényező, 0,9—0,95,

s = löketnagyság a kiömlőrésben, cm,

e = a kiömlőrés nagysága, cm,

b = pofaszélesség, cm,

D = a feladott darab mérete, cm,

d = a tört darab mérete, cm,

σ = a kőzet nyomószilárdsága, kg/cm²

E = a kőzet rugalmassági modulusa, kg/cm²

μ = térfogatkitöltési tényező, 0,25—0,6.

Ha ezeket a képleteket közelebbről megvizsgáljuk, rájövünk a bennük rejlő bizonytalanságokra és hiányosságokra s olyan kérdések merülnek fel, amelyekre a számítás nem, csak a gyakorlati próba tud feleletet adni.

Az optimális fordulatszám képletében — amely egyébként csak a teljesítményt veszi figyelembe s nem jelenti az optimális fajlagos energiaszükségletnek megfelelő fordulatot is — mint befolyásoló tényezők csak a törőtér ékszöge (és pedig $\alpha = 20^\circ$) és a mozgó pofa „ s ” löketnagysága szerepelnek s ezenkívül egy „ k ” korrekciós tényezőt tartalmaz.

Ezzel szemben a gyakorlat arra figyelmeztet, hogy más tényezők is beleszólnak az előnyös fordulatszám kialakulásába. Keményebb kőzetnél kisebb, lágyabbnál nagyobb fordulatszám előnyös. Nagyobb résnagyságnál magasabb, kisebb résnél alacsonyabb az optimális fordulatszám. Jelentékeny befolyása van a fordulatszámra minden olyan tényezőnek, ami az anyagnak a törőtérben való továbbhaladását (a kiürülést) meggyorsítja, vagy fékezi.

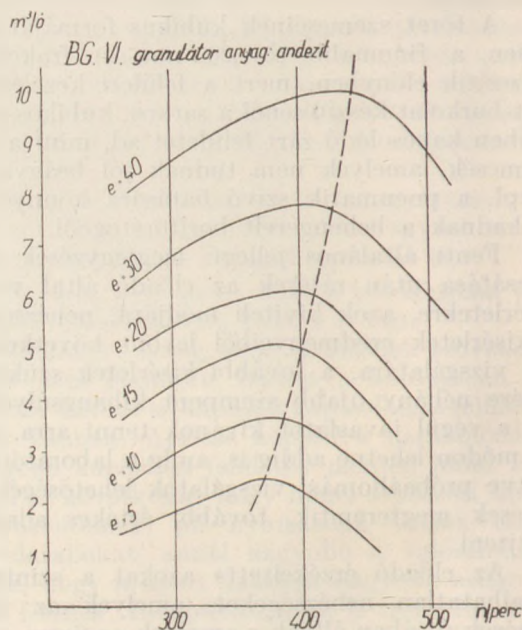
Ebből a szempontból alapvető eltérés van a Blake-rendszerű és az egyingás törők között.

A Blake-törő mozgópofája egy felfüggesztési pont körül lengőmozgást végez. Aszerint, hogy a lengési központ hol és hogyan helyezkedik el, a mozgópofa az anyagra csak normális (merőleges), vagy ferde nyomást gyakorol. Utóbbi esetben a nyomóerőnek a pofasíkjába eső, felfelé vagy lefelé irányuló komponense van, ami az anyagot a lefelé haladásban gátolja vagy segíti.

Egyingás törőknél a mozgópofa minden pontja hossz tengellyel többé-kevésbé lefelé mutató ovális pályán mozog s így egészen jelentékeny e mozgásnak siettető hatása.

Mindezeknek a befolyásoló tényezőknek a hatása nem szerepel a fordulatszám képletében s azt a bizonytalan nagyságú „ k ” korrekciós tényezőbe kellene besűriteni.

Nem szerepel a fordulatszám képletében „ e ”, a kiömlőrés nagysága sem, holott kétségtelenül érzékelhető, hogy csökkenő résnél a kiömlőzónában a szabad kiesést gátló torlódás fékező hatása fokozottan érezteti hatását s az optimális fordulatszámot feltétlenül befolyásolja.



2. ábra. Fordulatszám és teljesítmény összefüggése különböző résnagyságoknál

A 2. ábra egy VI. sz. egyingás pofástörővel végzett kísérletsorozat eredményét mutatja andezit törésénél. A görbék 5, 10, 15, 20 és 40 mm résnyílásnál a fordulatszám és a teljesítmény összefüggését ábrázolják. Látható, hogy a fordulatszám

növekedésénél eleinte gyorsan nő a teljesítmény, majd a görbék ellaposodnak, egy kulminációs ponton (= optimális fordulatszám) haladnak át s ezután ismét süllyedni kezdenek. A kulminációs pontokat összekötve a résnagyság optimális-fordulatszám görbéjét kapjuk, amely világosan mutatja, hogy növekvő réshez növekvő optimális-fordulatszám tartozik. A kísérleti görbék lefolyása útmutatást ad arra nézve is, hogy meddig érdemes a fordulatszám növelésével elmenni, figyelembevéve azt, hogy a fordulatszám emelésével egyéb technikai hátrányok (csapágykopás, dinamikus rezgések fokozódása, hajtási nehézség, üresjárás erőszükséglet növekedése stb.) járnak.

Ha a teljesítmény kiszámítására szolgáló Q m³/ó képletet vizsgáljuk, azt állapíthatjuk meg, hogy abban a törő fix adatain (pofaszélesség, törőtér $\alpha = 20^\circ$ ékszöge, fordulatszám) kívül változóként a kiömlőrés nagysága (e) és a pofa lökete (s) szerepelnek.

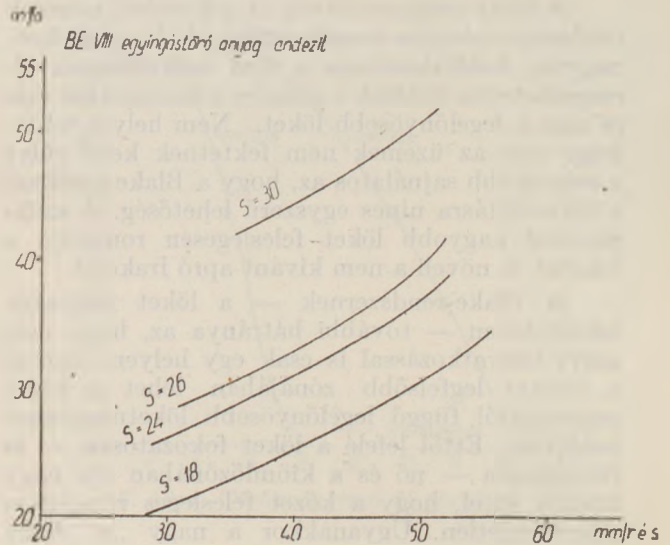
Foglalkozunk a két faktor közül elsősorban az „ s ” lökettel, amely az optimális fordulatszám képletében is szerepel. A löketnagyság helyes megválasztását semmiféle számítással nem lehet megfogni.

Az elmélet azt mondja, hogy teljesen rideg közet nyomással való megroppantásához a nyomólapoknak végtelen kis mértékben való közeledése is elegendő. A gyakorlat viszont figyelmeztet arra, hogy a nyomólapok közeledési útjának — a löketnek — egy része aprítás szempontjából meddő, mert az elmozdulás kezdetén a szabálytalan alakú kőzetnek a sarkai, csúcsai kezdenek letöredezni s csak ezután következik be a nyomóerő átvételére alkalmas felfekvés. Ha a nyomólapok között nem egy, hanem egymás mellett és felett több kődarab helyezkedik el, ez a meddő „megfekvési út” még nagyobb és határozatlanabb lesz. Ha a kődarab már felfeküdt, akkor is messze vagyunk még attól, hogy megállapíthassuk a hatásos út nagyságát, mert minden kőzetfajtának más a rugalmassága. Mindössze annyit tudunk, hogy lágyabb kőzetnél nagyobb aprítólöketre van szükségünk, keménynél kisebbre.

A klasszikus, Blake-rendszerű törőknél komplikálja még a helyzetet az is, hogy a pofa felső felfüggesztése miatt a lengés a kiömlőzónában a legnagyobb, felfelé mindinkább csökken, holott éppen a törőtér legfelső zónájában a legnagyobb a meddő megfekvési út, valamint a töréshez szükséges rugalmas deformáció. Ha a löketet a kiömlőzónában nagyra választjuk, nagy lesz a töret szemnagyságának egyenletlensége (a minimális és maximális darabvastagság közötti differencia), feleslegesen roncsoljuk az anyagot (nagy lesz a porképződés) és emiatt erősen megnő az energiaszükséglet (a teljesítmény is), viszont túlkicsiny löket mellett a felső zónában nem fog a gép aprítani, a teljesítmény visszaesik, esetleg a törő el is fullad. A Blake-törőnél a löket üzem közben nem állítható s csak művi beavatkozással: az inga vagy a feszítőlemez hosszának változtatásával lehet befolyásolni bizonyos határok közt a löketet. Egyingás törőknél viszont a löket állítására az üstök áthelyezése ad lehetőséget (a BE VIII. típus-

nál 4 fokozatban, 18—30 mm között). Milyen nagyságú legyen adott anyagnál a teljesítmény, szemnagyság és energiafogyasztás szempontjából legkedvezőbb löket: erre a kérdésre csak mérés adhat választ, a számítás nem.

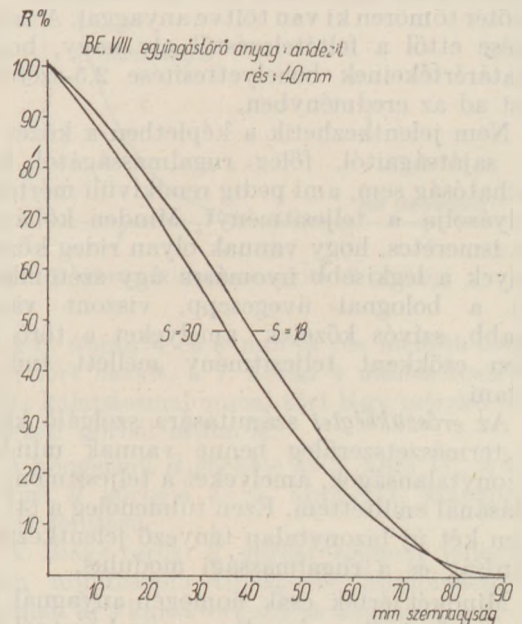
1929-ben egy VIII. sz. egyingás törővel andezit-anyagot törtem 18, 24, 26 és 30 mm löket-beállításnál.



3. ábra. Rés- és teljesítmény összefüggése különböző löketek mellett

A rés- és teljesítményváltozás összefüggését ábrázoló diagrammokat a 3. ábra tünteti fel.

Azonos (pl. 40 mm) résbeállítás mellett a löket növekedésével nő a teljesítmény, viszont az egyidejűleg mért energiafelvételtől megállapítottam, hogy a fajlagos (1 m³-re eső) energiaszükséglet 1,6 LE ó/m³-ről 2,3 LE m³-re emelkedett, az összes energiafelvétel pedig 40 LE-ről 80 LE-re nőtt.



4. ábra. Löket és R görbe összefüggése

A fajlagos törési energiafelvétel növekedése arra figyelmeztet, hogy azonos rés, de nagyobb löket mellett az aprítás finomabb annak ellenére, hogy a nagyobb löket miatt a törőből távozó anyagban nagyobb a maximális szemnagyság, mint kislöketű beállításnál.

A 4. ábra diagrammjai szemléltetően mutatják a löketnagyságnak a szemszerkezetre való kihatását.

A fenti megfontolások és a kísérleti mérések eredménye alapján megállapíthatjuk, hogy a löketnagyság beállíthatósága a törő működésének elengedhetetlen feltétele s minden kőzetfajtánál más és más a legelőnyösebb löket. Nem helyes tehát, hogy erre az üzemek nem fektetnek kellő súlyt s méginkább sajnálatos az, hogy a Blake-törőknél a löketállításra nincs egyszerű lehetőség. A szükségesebnél nagyobb löket feleslegesen ronsolja a közetet és növeli a nem kívánt apró frakciót.

A Blake-rendszernek — a löket nagysága tekintetében — további hátránya az, hogy még művi beavatkozással is csak egy helyen, éspedig a törőtér legfelsőbb zónájában lehet a közet sajátságától függő legelőnyösebb löketnagyságot beállítani. Ettől lefelé a löket fokozatosan — és feleslegesen — nő és a kiömlőzónában oly nagy értéket ér el, hogy a közet felesleges ronsolása elkerülhetetlen. Ugyanakkor a nagy „s” érték azt is okozza, hogy a végtöret szemnagysága egyetlen lesz.

Egyingás törőknél viszont a pofamozgás kinematikája s a törő szerkezete olyan, hogy nemcsak a löket állítható be a közetek sajátságának megfelelően, hanem ezen túlmenően, a beállított löket a törőtér minden pontjában közel azonos marad és így a törőtérben sehol sem következik be felesleges túlaprítás, ronsolás.

A teljesítmény-képletben egy további faktoral találkozunk, éspedig a μ térfogatkitöltési tényezővel. Ez lenne hivatva korrigálni a matematikai számítás azon helyt nem álló feltételezését, hogy a törőtér tömören ki van töltve anyaggal. A valóság eltérése ettől a feltételezéstől oly nagy, hogy a μ határértékeinek behelyettesítése 2,5-szeres eltérést ad az eredményben.

Nem jelentkezik a képletben a közet fizikai sajátságaitól, főleg rugalmasságától függő apríthatóság sem, ami pedig rendkívüli mértékben befolyásolja a teljesítményt. Minden kőbányász előtt ismeretes, hogy vannak olyan rideg kőzetek, amelyek a legkisebb nyomásra úgy szétomlanak, mint a bolognai üvegesepp, viszont vannak lágyabb, szívós kőzetek, amelyeket a törő csak erősen csökkent teljesítmény mellett tud felaprítani.

Az erőszükséglet számítására szolgáló képletben termésszetszerűleg benne vannak mindazok a bizonytalanságok, amelyeket a teljesítmény tárgyalásánál említettem. Ezen túlmenően a (4) képletben két új bizonytalan tényező jelentkezik: a szilárdság és a rugalmassági modulus.

Mindkét érték csak homogén anyagnál konstans; közetnél — éspedig azonos közetnél is — az értékek olyan széles skálán változnak, hogy

ezek a tényezők a számításba még több bizonytalanságot visznek be.

Annak ellenére, hogy a fent elmondottakban a számítási bizonytalanságokat feltártam, korántsem kívánok arra az álláspontra helyezkedni, hogy a számítások, elméleti vizsgálatok feleslegesek; inkább azt kívánom kidomborítani, hogy az üzemi és próbaállomási mérésekre is feltétlen szükség van. Csak ezzel a párhuzamos munkával lehet a komplikált aprítási folyamatoknak a mélyére tekinteni.

Vannak az aprítással és aprítógépekkel kapcsolatban olyan kérdések is, amelyekre az elmélet nem, csak a próbaállomási mérések adhatnak határozott választ.

Ilyen pl. az a régen vitatott kérdés, hogy a három törőgéptípus (Blake, egyingás, körtörő) közül melyik ad több finomabb frakciót tartalmazó töretet.

A működési mód vizsgálatán alapuló elmélet azt mondja, hogy legkevesebb apró töretet a Blake-törőnek kell termelni, mert ennél a pofák közötti anyag lényegileg csak nyomási-hajlítási igénybevétellel aprózódik (eltekintve a mozgópofa felfüggesztéséből keletkező csúsztató komponens hatásától, amely azonban általában nem okoz effektív elmozdulást), míg az egyingás pofástörőnél a mozgópofa egyes pontjai lefelé irányuló ovális pályán mozognak s így az aprítandó közet nyomás, hajlítás és egyidejűleg lefelé irányuló csúsztatási hatásnak van kitéve s ezért több apró töret keletkezésével lehet számolni. Ha figyelembe vesszük azt, hogy az egyingás törők pofái a kiömlőzónában lényegesen erősebben kopnak, mint a Blake-törőnél, joggal feltételezhető, hogy az egyingás törő termékének szemszerkezete valóban finomabb, mint a Blake-törőé. Ugyanakkor az egyingás törő mozgása azon jellegzetességének, hogy a törőtér minden zónájában közel azonos a löket, a töret egyenletesebb voltában is jelentkeznie kell.

A Blake-törőnél — mint láttuk — a pofamozgás kevesebb finomat termel, viszont a nagy löket okozta túlrönsölés növeli a finom frakció képződését. Hogy a végeredmény mi lesz, azt csak a mérések tudják eldönteni.

Az előadó főleg Blake-törőkkel végzett kísérleteket s csak néhány egyingás törő szemszerkezetét vizsgálhatta. Megállapítása szerint a két törőtípus szemszerkezeti görbéje azonos lefutású.

Ezzel szemben nekem a Ganz-próbaállomáson és egyes üzemekben lényegesen több szemszerkezet-vizsgálatot volt alkalmam végezni, azonban kizárólag csak egyingás törőtípusokkal. A szemszerkezeti görbék — kevés kivételtől eltekintve — mind azt mutatják, hogy az egyingás törők végtérmekekben több a finom frakció, mint a Blake-törőében.

Körtörőket nem állt módomban kivizsgálni. Az előadó mérési adatok alapján azt állapította meg, hogy azonos résbeállítás mellett a körtörő némileg több finom frakciót termel, mint a pofástörő. Ezt azzal magyarázza (lásd a Mérnöki Továbbképzőben tartott előadását), hogy a törőkúp körözve leng; a kúpalkotó mentén ugyan-

úgy fellépnek a nyomóerők, mint a pofástörőknél, de ezenkívül — a köröző mozgás következtében — a kúp körpályájának érintői irányában is fellépnek lényeges erők, amelyek nagyobbak, mint a pofástörőknél. Ennek eredménye a több finom szemcseképződés. Szerintem valószínű, hogy ehhez még hozzájárul a törőtér ívelt alakja s az erős redukció is.

Legvégül rátérek a szemszerkezeti görbék vizsgálatára. Az előadó részben kísérleti eredményei, részben irodalmi és üzemi adatok alapján összeállított egy diagramm-sorozatot, amelynek minden egyes görbéje egy 0— D mm szemnagysághatárú törethalmaz szemszerkezetét tünteti fel. Megállapítása az, hogy

1. a töret szemszerkezet-görbéjének alakulása nem függ a törőgép nagyságától, hanem csak annak működés módjától, az aprítógép típusától.

2. Változatlan törés mellett kisebb kiinduló méretű darabokból finomabb töret keletkezik, nagyobb teljesítmény mellett.

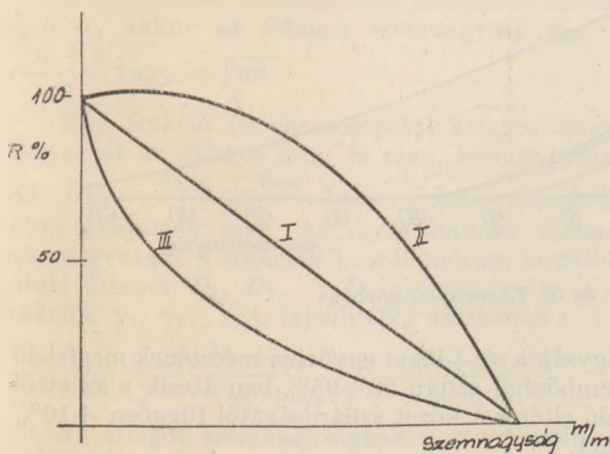
3. Azonos törés mellett kisebb szilárdságú anyagból finomabb, nagyobb szilárdságúból durvább töretet kapunk a teljesítmény egyidejű növekvése, illetve csökkenése mellett.

4. Ha különböző kőzeteket (bazalt, andezit, mészkő) azonos max. végszemnagyságra törünk a szilárdság csökkenésével csökkenő résbeállítás mellett, a halmazok szemszerkezeti görbéje azonos lesz.

Az 1—3. alattiak nem szorulnak bővebb igazolásra, míg a 4. alatti tételt elvégzett kísérleti eredményekkel és elméleti megfontolással is igazolja.

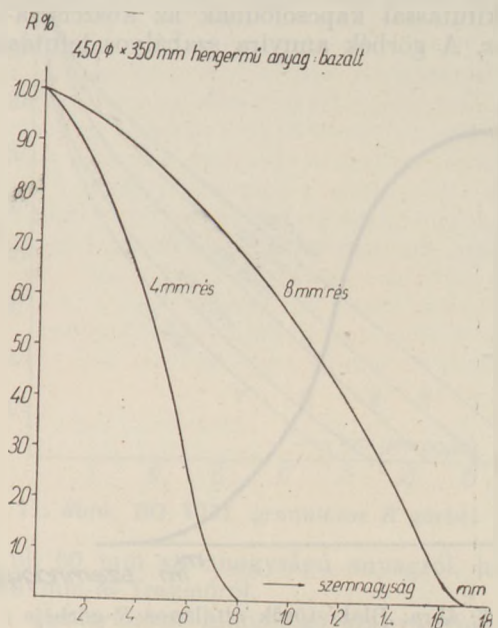
Az R szitamaradék-görbék a 0 mm abszciszszához tartozó 100% ordinátapontból indulnak ki s az aprítási művelettől (a törőgép típusától) függő jellegzetes lefutás mellett az abszciszszatengely legnagyobb szemnagyság pontjaiban végződnek.

Általában háromféle jellegzetes R görbelefutással találkozunk (lásd 5. ábra).

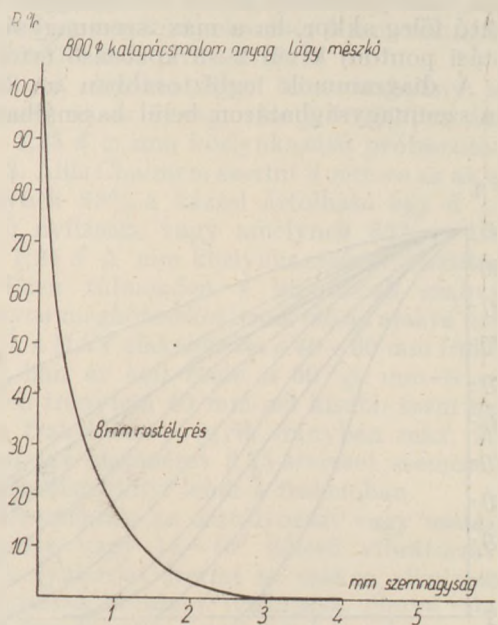


5. ábra. R görbék alapípusai. I. egyenes, a szemcsék eloszlása egyenletes, ideális aprítás; II. domború görbe, a halmazban kevés a finom, a szemcsés frakció van túlsúlyban. Törőhengerművek jellemző görbéje; III. homorú görbe, a töretben dominál a finom frakció. Zúzógépek (dezintegrátor, kalapácsmalom, röpítőmalom) termékének jellegzetes görbéje

A próbaállomáson felvett mérési adataim alapján felrajzolt R szemszerkezeti görbéket mutatják a 6. és 7. ábrák.



6. ábra. Törőhengermű R görbéje



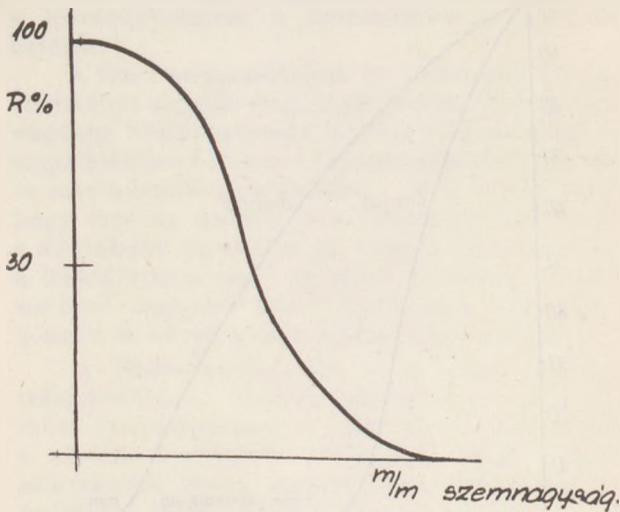
7. ábra. Kalapácsmalom R görbéje

A 6. ábrán 4 és 8 mm-es rés mellett hengerművel tört bazalt, a 7. ábrán 8 mm-es rostélyrés mellett kalapácsmalommal tört lágú mészkő szem szerkezeti görbéi láthatók.

A hengermű R görbéje az 5. ábra II., a kalapács-törő R görbéje az 5. ábra III. alapgörbéje szerinti lefutású.

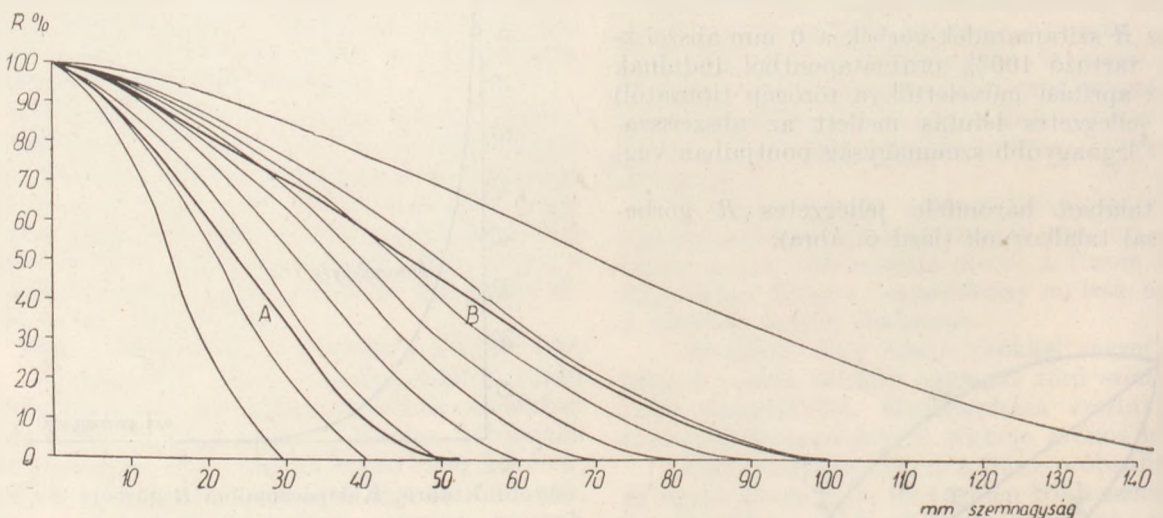
A Blake-törők R görbéi egészen jellegzetes módon mindhárom típusgörbe kombinációjából alakulnak ki s karakterisztikus lefutásuk a 8. ábra szerinti; a 100% pontból kiindulva a II. görbe szerint domborúan indul, majd egy rövid darabon

I. szerint egyenes s végül inflexió után a III. szerint homorúan futva fejeződik be a max. szemmagyság pontjánál. Növekvő szemmagyságnál a görbék a 100% pont körül elfordulva egyre laposabb kifutással kapcsolódnak az abszcissza-tengelyhez. A görbék annyira szabályos lefutásúak,



8. ábra. Blake-török általános R görbéje

hogy bármilyen közbenső szemmagyság diagramja interpolálással kellő biztonsággal felrajzolható főleg akkor, ha a max. szemmagyságon (a kifutási ponton) kívül 2–3 közbenső érték is ismert. A diagrammok legbiztosabban az 50–100 mm szemmagysághatáron belül használhatók.



9. ábra. Blake-törő R görbéi. A és B Levenszon-görbék

A 9. ábrán az előadó által összeállított szemcszerkezeti R görbék vannak feltüntetve, és pedig különböző maximális szemmagyságú törethalmazokra vonatkozólag.

Levenszon „Aprító- és osztályozógépek“ c. munkájának 360. oldalán ugyanezen diagrammcsoportot közli, teljesen azonos jellegű lefutással. Ha ezeket a görbéket (A és B görbék) átrajzoljuk a Lázár-féle görbékre, azt tapasztaljuk, hogy a Levenszon-görbék erősebb esésűek, de a legna-

gyobb eltérés nem éri el a 10%-ot, vagyis az eltérés gyakorlatilag nem jelentékeny.

Levenszon az egyes görbéknél megadja a résznyílást is, azt azonban nem közli, hogy ez a megadás milyen közetre vonatkozik, tehát lényegében a részmegadás értéktelen adat.

Saját méréseim, amelyeket egyingás-rendszerű pofástörökkel végeztem, hasonló lefutású szemszerkezeti görbéket eredményeztek, azzal a különbséggel, hogy a 100% kezdőpontnál a görbék általában nem domborúan, hanem homorúan indulnak és az abszcisszához laposabban csatlakoznak:

Ez arra mutat, hogy az egyingás törőnél

a) a töretben több a finom frakció,

b) a szemmagyság eloszlás egyenletesebb és

c) kevesebb a végszemmagysághoz közel álló nagyságú szemcse.

Mindhárom eltérést az egyingás törő jellegzetes működésmódja indokolja.

A szemszerkezetnek és a max. szemmagyságnak az összefüggése magában még nem elegendő adat sem a tervezéshez, sem az üzemvezetés irányításához.

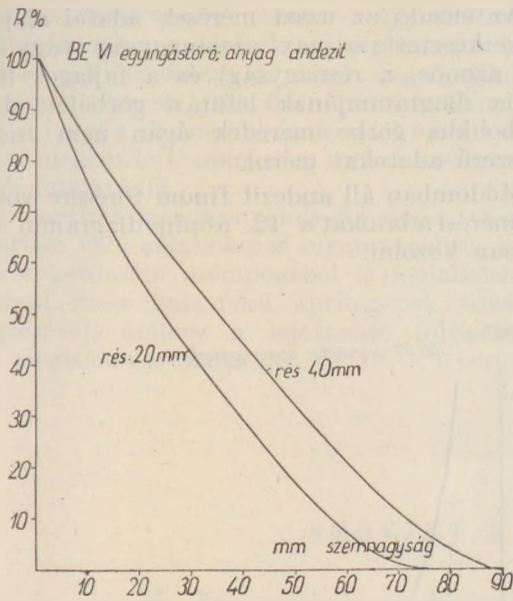
Szükséges még a részmagyság és a maximális szemmagyság összefüggésének megállapítása és grafikus ábrázolása.

Erre vonatkozólag az előadónak Uzsán csak kevés mérési alkalmat volt, amit később lábatlani méréseredményekkel egészített ki.

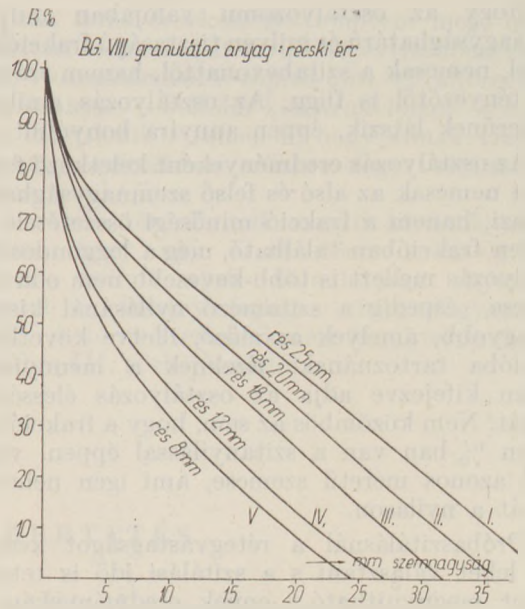
Ezen nem kielégítő számú mérési eredmények az alapján azt a megállapítást tette, hogy egy bizonyos részmagyságnál keletkező maximális szem-

magyság a rész+löket együttes méretének megfelelő szembőségű szítán 90–95%-ban átesik s az ettől való eltérés a közet szilárdságától függően $\pm 10\%$ lehet.

Saját, egyingás törökkel 1929–1941 között végzett nagyszámú méréseim eredményeként én viszont ezt a szabályt állítottam fel: a beállított *minimális részméret*nél általában 50%-nyi nagyobb szemmagyság keletkezik (középkemény közetből) s a maximális szemmagyság (ami viszont csak el-



10. ábra. BE VI. egyingás törő R görbéi



11. ábra. BG VIII. granulátor R görbéi

enyésző mennyiség) a zárt résméret 1,5—2-szerese, sőt plakettes törésű kőzetnél ennél is nagyobb lehet.

Ez a megállapítás látszólag nem egyezik a Lázár-féle szabállyal és főleg a résnél nagyobb szemnagyság százalékos mennyiségének erősen pozitív eltéréseiben és a maximális szemnagyság méretének megállapításában jelentkeznek. Ennek a látszólagos eltérésnek később adom meg a magyarázatát.

A maximális darabnagyság ismerete előtörőknél a törő után kapcsolt szállítószalag szélességi méretének megállapításához szükséges s különösen fontos az óriástörők telepítésénél.

És itt elérkezünk egy igen fontos és meghatározásában eléggé labilis fogalomhoz: *mit értünk szemnagyság és átlagos szemnagyság alatt.*

Levenszon az átlagos szemnagyság megállapítására a következő számítást alkalmazza:

ha a szemcse háromirányú jellegzetes mérete $a > b > c$, akkor az átlagos szemnagyság $d_{\text{átl}} = \frac{a + b}{2}$ vagy $= \sqrt{ab}$

2. Egy frakció (szemcsecsoport) átlagos szemnagyságát az átlagos min. és max. szemnagyságból $D_{\text{átl}} = \frac{d_{\text{max}} + d_{\text{min}}}{2}$ vagy $\sqrt{d_{\text{max}} \cdot d_{\text{min}}}$ képlettel állapítjuk meg. Az egész halmaz átlagos szemnagyságát a frakciók között módon megállapított átlagos D_1, D_2, \dots, D_n szemnagysága s a frakciók $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ fajsúlyából számítjuk:

$$D_{\text{átl}} = \frac{\gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \dots + \gamma_n D_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

Az átlagos szemnagyságnak a megállapítása — vonatkozzék az akár egyedi — darabra, akár egy frakcióra, vagy az egész törethalmazra — nem bír különös jelentőséggel, mert a gyakorlat általában nem az átlagos szemnagyságot, hanem egyes frakció-csoportok alsó és felső szemnagysághatárát szokta megadni. Általában nem beszélünk pl. 60 mm szemnagyságú anyagról, hanem 40—60 mm-es frakcióról.

A gyakorlatban különböző szabványok vannak a szemnagyság meghatározására.

1. A régebbi MÁV-szabványok szerint d mm szemnagyságú az az anyag, amely 100%-ban át-esik a $d \varnothing$ mm körlyukazású, 3 mm vastag lemezből készült kézi próbaszítán.

2. A régebbi Ker. Min. szabvány szerint d mm-es az az anyag, amely 100%-ban át-esik a $D = 1,25 d \varnothing$ mm körlyukazású próbaszítán.

3. Allis Chalmers szerint d mm-es az az anyag, amelynek 85%-a kézzel átoltható egy $d \varnothing$ mm gyűrű nyílásán, vagy amelynek 85%-a át-esik a $D = 1,25 d \varnothing$ mm körlyukazású próbaszítán.

Ezen túlmenően a különböző szabványok bizonyos megkötéseknek írnak elő az alakra nézve is. Így pl. a MÁV alakelőírása a 40—60 mm frakcióra: 100%-ban át kell esnie a 60 \varnothing mm-es szítán; minden irányban 40 mm-nél kisebb szem nem lehet a frakcióban; egyik irányban max. 90 mm hosszú (az alapméret 2,25-szerese) szemcse max. 25 súlysúlyaléknyi lehet a frakcióban.

Üzemekben az osztályozást vagy osztályozó-hengerrel, vagy 15—18° dőlésű vibrátorral végzik. A gyakorlat szerint az ezeken alkalmazandó szitalemezek kör alakú lyukazása, illetve vibrátornál a fonott szita szembősége nagyobb, mint az osztályozandó szemnagyság. Erre vonatkozó adatokat a 2. táblázat tünteti fel.

2. táblázat

Anyag szemnagysága mm	Ferde	Vízszintes	Vibrátor-szövet szembősége \square mm
	osztályozóhenger lyukazása \varnothing mm		
6	13	8	10
10	19	13	14
19	32	22	26
25	48	32	39
50	87	55	75
70	115	85	95
75	125	90	114
100	180	121	152

Hogy az osztályozómű valójában milyen szemnagysághatárú és milyen tisztaságú frakciókat termel, nemcsak a szitabevonattól, hanem számos más tényezőtől is függ. Az osztályozás, amilyen egyszerűnek látszik, éppen annyira bonyolult.

Az osztályozás eredményeként keletkező frakciókat nemcsak az alsó és felső szemnagysághatár jellemzi, hanem a frakció minőségi összetétele is. Minden frakcióban található, még a legmondosabb osztályozás mellett is több-kevesebb nem odaváló szemcse, és pedig a szitamező nyílásánál kisebb és nagyobb, amelyek az előző, illetve következő frakcióba tartoznának. Ezeknek a mennyisége %-ban kifejezve adja az osztályozás élességét, jóságát. Nem közömbös az sem, hogy a frakcióban milyen %-ban van a szitanyílással éppen, vagy közel azonos méretű szemcse, ami igen nehezen esik át a nyíláson.

Próbaszításkor a rétegvastagságot kedvezőre lehet választani s a szítási idő is tetszés szerint megnyújtható; ennek eredményeként a szitanyíláson még azok a szemek is áteshetnek, amelyek pl. hosszúsági méretben lényegesen nagyobbak, mint a szitanyílás. Próbaszításkor tehát a fennmaradó kisebb szemcsék mennyisége praktikusán 0-ra csökkenthető.

Én a méréseim javarészt üzemi osztályozóberendezéssel végeztem abból az elgondolásból kiindulva, hogy ez adja a tényleges frakciók, a szállítmány összetételét, míg az előadó mérési eredményei próbaszításon alapulnak. Ez a magyarázata annak, hogy nála a résnél egy irányban nagyobb szemcsék nem szerepelnek a „résnél nagyobb“ frakcióban s az általa felállított szabály szerint a lökettel megnövelt résnél nagyobb szemcsék %-os mennyisége 90—95%-nyi.

A lábatlani XII. törő termékéből a $200 + 20 = 220$ max. résnyílásnak megfelelő $220 \varnothing$ körlyukazású próbaszítán az anyag 97,5%-a esett át, vagyis a „résnél nagyobb“ anyag mennyisége 2,5%.

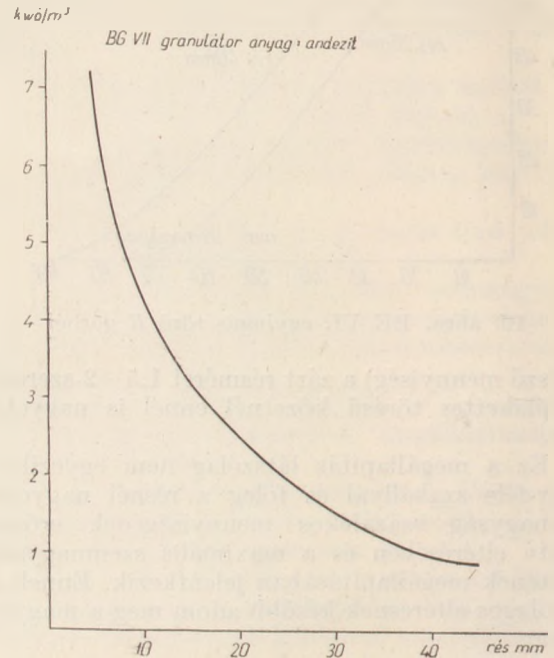
Sajnos, az erről a törési kísérletről, illetve mérésről rendelkezésre álló adatok nem teszik lehetővé az R görbe megszerkesztését, de az megállapítható, hogy a minimális törőrésnél egy irányban nagyobb szemek mennyisége jóval 25% felett volt s a résnyílásnál nagyobb szemek egyirányú hossza zömben a résnagyság 1,7-szerese (340 mm), maximumban 2,2-szerese (450 mm) volt.

Nyilvánvaló, hogy akkor, amikor egy törőtelep tervezésénél a törő után kapcsolt szállítószalagot kell méretezni, a méretezés nemcsak a szállítandó teljesítmény, hanem a törethalmaz egy irányban legnagyobb kiterjedésű darabjainak hosszmérete alapján is történik, tehát a $D_{\max} = 1,5-2 \cdot e$ képlet használandó.

Az óriástörők igen nagyméretű töretének a XV. törő 250 mm-es normál és 300 mm-es maximális „e“ résnyílásánál az egyirányú hossz elérheti a 600—700 mm-t is) szállítására szolgáló szalag szélességét bőségesen kell megállapítani. A gyártó cég előírása szerint a szalag szélessége a szájnyílás szélességi méreténél legfeljebb 100 mm-rel lehet kisebb.

Az előadó az uzsai mérések adatai alapján megszerkesztette a max. szemnagyság (vagy ami azzal azonos, a résnagyság) és a fajlagos törőenergia diagrammjának lefutási görbéjét, de a hiperbolikus görbe meredek ágán nem tudott számszerű adatokat mérni.

Módomban áll andezit finom törésére vonatkozó mérési adatokat a 12. ábrán diagramm formájában közölni.



12. ábra. BG VI. granulátor rés és fajlagos törőenergia szükségletének összefüggése

Látható, hogy a résnagyság csökkenésével rohamosan nő az aprítás energiaszükséglete, ami egyezik azzal a régóta ismert megállapítással, hogy az aprítás energiaszükséglete a felületképzéssel arányos s így minél finomabban aprítunk, annál több energiát kell az aprításra felhasználni. Ezért helyes az a megállapítás, hogy az anyag vagy az anyag egy részének a kelleténél finomabbra való aprítását mindenképpen kerülni kell.

Hogyan alakul az aprított halmaz szemszerkezete? Erre a kérdésre nemcsak a gyakorlat kíván megfelelő mérési eredményei alapján, hanem a matematikusok is. Értékes kutatásokat végzett nálunk erre vonatkozólag az Alkalmazott Matematikai Intézet. Bár még véglegesen nem dőlt el az, hogy a szemszerkezet megoszlása normális, vagy logaritmikusan normális-e, annyi bizonyos, hogy a szemszerkezeti görbék lefutása szabályos és a különböző résnyílások görbéi egy sorozatba illeszkednek.

Ha a görbe lefutásában szabálytalanság, törés van, abból a törőgép rendellenes működésére teljes biztonsággal lehet következtetni.

Lehetőség van tehát arra, hogy a törőgép állapotát, helyes vagy helytelen beállítását a gép megtekintése nélkül, egy nyilvántartó központból is ellenőrizhessük.

Ha az eddig végzett munka — úgy az elméleti számítások, mint a mérések — még nincs is befejezve, az elért eredmények máris hasznosíthatók a magam részéről csak örömmel üdvözlöm azt a tényt, hogy a harmadfél évtizeddel ezelőtt szűk körben megkezdett munka a nyilvánosság előtt tovább folytatódik.

Az aprítás igen bonyolult folyamat, viszont az iparban való alkalmazása olyan tágkörű, hogy érdemes gazdasági szempontból is foglalkozni a rendkívül rossz hatásfokú aprítógépek továbbfejlesztésével, amihez a lejátszódó folyamatok teljes megismerése szükséges.

Csak mint érdekességet említem meg, hogy az aprítási technológiát az utolsó évtizedben valószínűleg forradalmasító röpítő-törő (Prallbrecher) első példánya — belföldi konstrukcióban — rövidesen megjelenik s remélem, hogy annak vizsgálata nagy mértékben előbbre fogja segíteni a kutatás munkáját.

A röpítő törőről csak annyit kívánok megemlíteni, hogy egy átmenetben 1:40—1:50 redukció mellett aprít bámulatosan egyszerű szerkezet és kicsiny fajlagos energiafogyasztás mellett. A töret szemszerkezeti karakterisztikája az 5. ábra III. görbéje szerinti.

SZOVJET KÖNYVISMERTETÉS

A. Z. Jevnyevics: Emelő- és szállítóberendezések az építőanyagiparban*

Ismerteti: KIRÁLY GYÖRGY

Jevnyevics Emelő- és szállítóberendezések az építőanyagiparban c. könyve a Szovjetunió Építőanyagipari Technikumainak gépészeti tagozata részére rendszeresített tankönyv. A szerző a könyvet ezenkívül gyári és tervező intézeti dolgozók segédkönyvéül is ajánlja.

A könyv felépítése olyan, hogy a használatos berendezések általános gépészeti leírásán kívül közli azok jellemző főméreteinek meghatározási módját. Ugyancsak részletesen közli a gépelemek méretezésének alapelveit. Az egyes szállítóberendezések méretezési alapelveinek közlése főként az üzemek műszaki dolgozói szempontjából bír jelentőséggel. A népgazdaság rohamos fejlődése még helyes műszaki tervezés mellett is sok esetben előidézi, hogy az üzemek egyes részei váratlanul szűk keresztmetszetnek bizonyulnak. Az üzemekben a szűk keresztmetszet helye általában vándorol, mert a szűk keresztmetszet elhárítása után szükségszerűen ismét szűk keresztmetszet adódik az üzem másik pontján. Különösen érvényes ez az építőanyagiparra, amelyben a technológia folyamatos és ezért a legtöbb esetben a szűk keresztmetszet csak a berendezés módosításával szüntethető meg. A technológiai folyamatok keresztmetszetét éppen az építőanyagiparban döntő módon befolyásolják a szállítóberendezések. Az építőanyagipari technológiák sajátossága olyan, hogy abban az anyagmozgatás döntő szerepet játszik; ezért az anyagipari szállítóberendezések üzembiztonsága és teljesítménye a technológiai folyamat teljesítményét döntő módon befolyásolja. Az építőanyagipar műszaki dolgozói számára nagy jelentősége van tehát annak, hogy az alkalmazott szállítóberendezések szerkezeti alapelveit

megismerjék, de ezenkívül megismerjék azt is, hogy milyen összefüggés áll fenn a berendezések fő méretei és teljesítménye között. Így egyrészt egy adott berendezés kapacitásának kihasználását biztosítani tudják, de másrészt lehetőség nyílik arra, hogy a berendezéseken végrehajtott kisebb-nagyobb módosításokkal azok teljesítményét növeljék.

A továbbiakban a könyv néhány olyan tanulságára mutatunk rá, ami viszonyaink között különösebb jelentőséggel bír.

A rakodás főként a téglaiiparban nagymértékben munkaigényes, mert kis darabokat előírt szabályszerűséggel és a szállítás közben bekövetkező töréstől mentesen kell rakodni. Ezért a téglavasúti kocsiba rakodásának megoldása fontos kérdés. A konténerizáció több oknál fogva nem került eddig bevezetésre. Éppen ezért fontos lenne a téglarakodás gépesítése. A szilikát-tégla rakodására alkalmas fogókészüléket helyes lenne kipróbálni és hazai viszonyokra alkalmazni. Hogy a szállítótartállyal való rakodás milyen jelentőségű, arra nézve a könyv érdekes adatokat közöl: a gyártól a felhasználóhoz történő szállítás során pl. a téglát 6—8 alkalommal kellene átrakni, az átrakodási munkákra 9—16 munkaóra szükséges 1000 téglánként és a téglamenyiség 23%-a törött állapotban érkezik. Ha nálunk a rövidebb szállítási távolságok következtében a számok valamivel kedvezőbbek, mégis az elmondottak jellemzőek a mi viszonyainkra is. De nem kisebb jelentőséggel bír a cement konténeres szállítása, ami a mozgatás gépesítésének jobb lehetőségei mellett jelentékeny papír- és ezzel importanyag megtakarítását teszi lehetővé. Hazai vonatkozásban a konténeres szállítás még nem tekinthető megoldottnak annak ellenére, hogy hosszú idő óta foglalkozunk ezzel a kérdéssel. Egyik oka

* A Magyar-Szovjet Barátsági Hónap keretében 1954. március 19-én az Építőanyagipari Tudományos Egyesületben megtartott előadás.

ennek a sikertelenségnek az üzemi dolgozók ellen-szenve a tartályos szállítással szemben. Kívánatos lenne, ha üzemi dolgozóink — áttanulmányozva a szóbanforgó könyvet — belátnák, hogy saját munkájuk megkönnyítését is jelenti a konténerizáció. Az égetőkemencéből kihordott téglát pl. konténerizációra alkalmas módon lerakva és konténerrel mozgatva az építőanyagipari üzemek belső anyagmozgatására fordított munkaerő lényegesen csökken.

Cementgyáraink döntő feladata a forgókemencék nagyjavításának, és új kemencék szerelésének minél rövidebb idő alatt történő lebonyolítása. Erre a célra a szerző különleges bakdaru alkalmazását javasolja, amellyel a forgókemencék szerelését állványozás nélkül lehet megoldani. A szóbanforgó 50—100 t teherbírású bakdaru alkalmazása esetén a forgókemencék szerelését 14—15 nap alatt lehet elvégezni. A javasolt daru súlya 36 t, kivitelem olyan, hogy vasúti szállításra alkalmas egységekre szerelhető szét. Helyes lenne, ha a cementiparunk hasonló rendszerű darut építene és a nagyobb forgókemencék olyan természetű szereléseikhez, ahol az indokolt, a gyárak rendelkezésére bocsátaná.

A tapasztalat szerint a daruk méretezése nem felel meg mindig a gazdaságosság követelményeinek. Sorozatosan végrehajtott megfigyelések azt bizonyították, hogy az üzemi daruk kihasználása általában csak néhány százaléka a teljesítőképességnek. Ez onnan ered, hogy a tervezők az előfordulható legnagyobb terhelésre méretezik a darut, arra számítva, hogy az üzemek a daru igénybevételénél nem sokat törődnek annak teherbírásával és az emelt teher súlyát nem is tudják pontosan. Ezért jelentőséggel bír a daru számítási alapelveinek közlése. A könyv példát is közöl egy évi 450 000 t teljesítményű cementgyár raktárában használt markolós futódaruk számának és teljesítményének meghatározására.

A cement- és a mésziparban alkalmazott aknakemencék időszerűvé tették a szkipp-felvonó alkalmazását, ami célszerűen használható aknakemencék töltésére. A szkipp-felvonó főméreteinek meghatározására a szempontokat a könyvben ugyancsak megtalálhatjuk.

A téglagyárak belső anyagmozgatásának gépesítésére emelővillás targonca alkalmazásával az építőanyagipar már foglalkozott. Hogy ez az elképzelés helytálló, azt Jevnyevics könyve is bizonyítja. Ebben említés történik olyan emelővillás targoncáról, amellyel téglalátétekre rakott rakaszok emelnek fel és mozgatnak. Emelés alkalmával a téglarakasz súlya nyomást gyakorol az emelővilla felső elmozgatható lemezeire, amelyek a téglalátétek oldalát összenyomják és így a rakasz felemelése biztonságossá válik. Süllyesztés alkalmával ezek a támaszok ismét szétnyílnak.

Részletesen foglalkozik a könyv a szállítószalagok alkalmazásával. Itt csupán a gumiheveder élettartamának megnövelésére vonatkozó javaslattal foglalkozunk, mert erre általá-

ban nem fordítanak kellő figyelmet. Főként kőbánya üzemekben tapasztalható, hogy a tartályból a gumihevederre hulló nagy kődarabok megsértik a hevedert. Ezért ötletes a szerző által ismerttetett megoldás, amely szerint a bunker surrantója rácsos és a rácsos át a gumihevederre hulló apró anyag ágyazatot készít a nagy darabok számára, úgy hogy ezek a nagyobb darabok nem a gumihevederre esnek közvetlenül, hanem az azt beborító kisebb szemcséjű anyagrétegre.

Különös érdeklődésre tarthat számot a kaparószalagokra vonatkozó ismertetés. A kaparószalag egyik különleges fajtájával, a rédlerrel a cementipar tapasztalatai nem voltak kielégítőek. A szokásos kaparószalagot a szerző is csak abban az esetben javasolja alkalmazásra, ha a berendezés egyben technológiai feladatot is teljesít. A hátrányok között sorolja fel a nagyobb energiafogyasztást, az anyag morzsolódását és a berendezés gyors elhasználódását. A nagy energiafogyasztás onnan ered, hogy az anyag a vályúban, a kaparószalag lemezei előtt egyenlőtlenül, halomba sűrűsödve helyezkedik el. Üzem közben a kaparólemezek előtt elhelyezkedő anyag önmagával keveredve, önmagán átbukva halad és így az anyagszemcsék egymáson való súrlódása jelentékeny energiafogyasztással jár. Ezzel szemben azonban a rédler rendszerű szállítócsatornákról a szerzőnek jó véleménye van. Ennél a berendezésnél az anyag folytonos áramban halad a csőben és miután a lánc és az anyag között fellépő súrlódás, valamint az anyag részeinek egymáson való súrlódása nagyobb ellenállást jelent, mint az anyag és a csatorna fala közötti súrlódás, ezért az anyag keveredés és örvénylés nélkül a kaparólánccal csaknem azonos sebességgel halad a csatornában. Ennek következtében teljesítményigénye is lényegesen kisebb, mint a kaparószalagnak. Célszerű lenne a cementiparban rendszeres vizsgálat tárgyává tenni a láncos szállítócsatorna üzemi tulajdonságait, mert cementiparunk tapasztalatai nemcsak a szóbanforgó könyv szerzőjének véleményével nem egyeznek, hanem egyéb külföldi irodalomból ismert véleményekkel sem.

A szerző sajnos csak röviden ismerteti a nálunk szénrakodásra használt Sz 153 etetőkaros, kaparólánccal rakodógépet. Ennek a gépnek kőbányákban, a kőanyag felrakására való felhasználását a kőbányaipari igazgatóság már régen tervbe vette. Feltehető, hogy a gép a kőrakodás nehéz és munkaigényes munkáját sok esetben el tudná végezni.

A kaparószalagok között említhető még az ú. n. anyagban futó szállítószalag, amelynek lényege, hogy zárt csatornában nyílásokkal ellátott heveder mozog. Az anyagot az alsó heveder belső felülete hordja, amelyre a betáplált anyag részben a felső hevederág nyílásain, részben a felső hevederágot megkerülve jut. A szerző ezt a berendezést poranyagok szállítására célszerűnek tartja.

(Folytatjuk.)

Ara : 8,— Ft