

302935

ÉPÍTŐANYAG

CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR



10. SZÁM

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

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Honvéd u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

	Old.
<i>Ungár Tibor:</i> A szemnagyság-mérés módszereinek kritikája — —	365
<i>Apáti Attila:</i> Feszültségenyhülés az üvegben — — — — —	375
Mely berendezés infravörös? Hozzászólás Mattyasovszky—Zsolnay László cikkéhez — — — — —	385
<i>Gerő László:</i> Zártépítésű kőzúzó és osztályozó üzem — — — — —	386
<i>Dr. Szűcs János:</i> Az önköltségcsökkentés jelenlegi mérési módszerei- nek és premizálásának hibái az üvegiparban — — — — —	394
<i>Dr. Kasza Ottóné:</i> Üvegkeverék üzemi gyorsvizsgálati módszereinek értékelése — — — — —	397
Építőanyagipari műszaki tudományos konferencia a Német Demok- ratikus Köztársaságban — — — — —	403
A „Silikattechnik“ 1956. évi 9. számának tartalmából — — — — —	404

СОДЕРЖАНИЕ

	сторона
<i>Тибор Унгар :</i> Критика методов измерения крупности зерен ...	365
<i>Аттила Апати :</i> Снижение напряжения в стекле	375
Которое оборудование работает ультракрасным лучем ? Выступ- ление к статье Ласло Маттяшовский—Жолнай	385
<i>Ласло Гере :</i> Камнедробильный и сортировочный завод в покры- том здании	386
<i>Янош Сюч :</i> Недостатки современных методов испытания снижения себестоимости и премиальной системы в стекольной промыш- ленности	394
<i>О. Каса :</i> Оценка ускоренных заводских методов испытания стек- лянной массы	397
Научно-техническая конференция по промышленности строитель- ных материалов в Германской Народной Республике	403
Из содержания журнала „Силикаттехник“ (№ 9.1956 г.)	404

I N H A L T

	Seite
<i>Tibor Ungár:</i> Die Kritik der Korngrößenbestimmungsmethoden —	365
<i>Attila Apáti:</i> Spannungsmilderung im Glas — — — — —	375
Welche Einrichtung ist infrarot? Ein Beitrag zum Artikel von László Mattyasovszky—Zsolnay — — — — —	385
<i>László Gerő:</i> Geschlossen gebaute Steinbrecher und Klassifikations- anlage — — — — —	386
<i>Dr. János Szűcs:</i> Die Fehler des Prämiensystems und des aktuellen Messverfahrens der Selbstkostensenkung in der Glasindustrie —	394
<i>Frau dr. Otto Kasza:</i> Die Auswertung der Schnellanalysverfahren von Glasmenge im Betriebe — — — — —	397
Technisch-wissenschaftliche Konferenz der Baustoffindustrie in der Deutschen Demokratischen Republik — — — — —	403
Aus dem Inhalt der Zeitschrift „Silikattechnik“, No. 9, 1956 — —	404

ÉPÍTŐANYAG

8. ÉVFOLYAM 10. SZÁM

A szemmagyság-mérés módszereinek kritikája

UNGÁR TIBOR

1. A szemmagyság-mérés alkalmazásai

A szemmagyság ill. szemcseösszetétel vizsgálatát legkorábban a talajtan használta, de a vizsgálati eredményekből adódó sokirányú elméleti és gyakorlati haszon következtében több más szakterület is laboratóriumi módszertanába iktatta ezeket a mérési módszereket.

Használja ezeket a vizsgálatokat a diszperzrendszerrel foglalkozó, azokat fizikai és kémiai szempontból vizsgáló tudomány, a *kolloidika*, minthogy a diszperz rendszerek számos sajátossága törvényszerű kapcsolatot mutat diszperzitásfokukkal. Az *üledékes közettan* szempontjából a szemcsemagyság-mérés szintén fontos, mert nagyrészt a szemmagyságon alapul a laza törmeléken üledékek (agyag-, homok-, kavicsfajták) rendszerezése. A *földtan* a törmeléken üledékek szemcseösszetételének ismeretében fontos következtetéseket tud levonni ezek keletkezési körülményeire vonatkozóan (fácies-megállapítás); a szemcseösszetétel ismerete elősegíti fúrásokkal feltárt üledékrétegek azonosítását. Felhasználják a szemcseösszetételi adatokat az olajföldtanban és hidrogeológiában, minthogy a laza törmeléken üledékek áteresztőképessége a szemmagyságtól nagy mértékben függ. Az *építőanyagipari kutatás* kerámiai nyersanyagok, pl. agyagfajták, földfestékek vizsgálatánál, cementek és adalékanyagok minősítésénél alkalmazza a szemmagyságmérését. Különös jelentőségük van e módszereknek a *talajmechanikában* és *talajtanban*, mivel a talajtanoknak egyrészt műszaki, másrészt termelési technikai szempontból fontos fizikai sajátosságai, így különösen vízzel szembeni sajátosságai nagy mértékben függenek a talaj szemcsefinomásától. A *vízépítés* hordalékvizsgálatoknál használ szemmagyság-mérést. Egyéb alkalmazási területek: aprítóberendezések hatásfokának vizsgálata, csiszolóanyagok, öntészeti és üvegyártási homok, töltőanyagok vizsgálata stb. A szemcseösszetételi vizsgálatok főbb alkalmazásairól az 1. sz. ábra nyújt áttekintést.

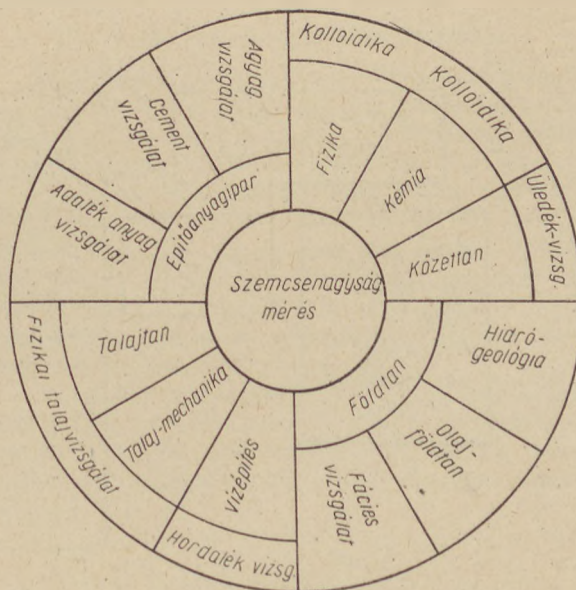
Egyre pontosabb és gyorsabb módszerek utáni kutatás eredményeként ma már eléggé nagy

számú vizsgálati módszer, ill. berendezés ismeretes; jelenleg a módszerek ill. változatok száma meghaladja a félszázat. A szemcseösszetételi vizsgálatok módszereinek kidolgozásában hazai kutatók is résztvettek s főként *Földvári A.*, *Miháltz I.*, *Romualter A.*, *Szádeczky-Kardoss E.*, *Sztrókay K.*, *Vendl A.* és *Vendel M.* munkálatai emelendők ki.

2. A módszerek beosztása és elvi alapjuk ismeretése

(Élünk a módszerek összehasonlítása és hiba-lehetőségeik bemutatása, nem pedig az egyes módszerek részletes ismertetése, ezért csupán a módszerek rendszerezésére és elvi alapjuk bemutatására szorítkoztunk. A módszerek ill. készülék-típusok leírását az irodalmi adatok hivatottak pótolni.)

A szemmagyság-mérés („granulometriai mérés”) módszereit két nagy csoportba oszthatjuk (2. sz. ábra): Az egyik csoportba *viszonylag közvetlenebb* módszerek tartoznak, a másikba oly



1. ábra. A szemmagyság-mérés főbb alkalmazásai

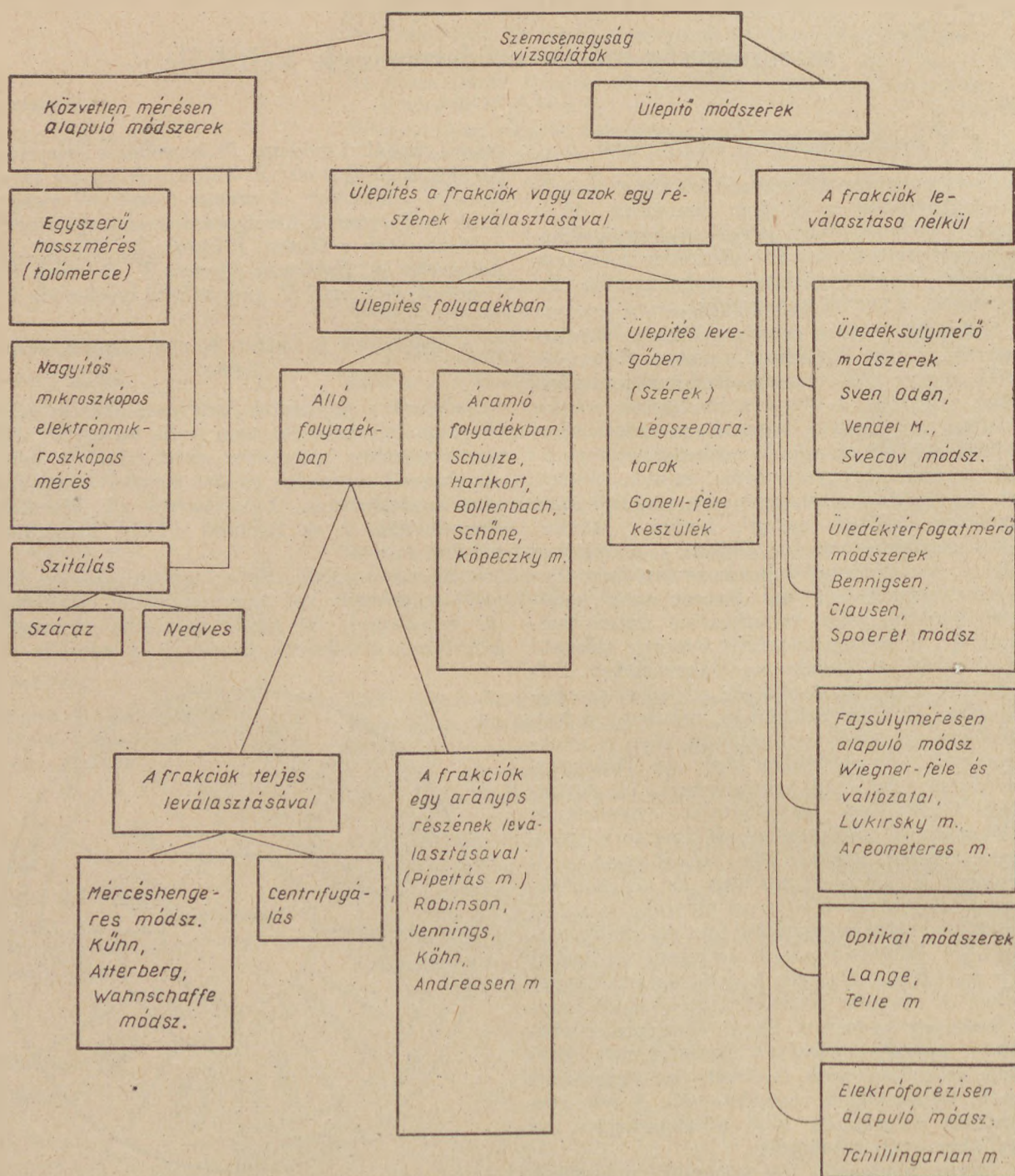
módszerek, melyeknél az anyagot folyadékban vagy levegőben diszpergáljuk, s a mérés *ülepítés* útján történik („szedimentometrikus módszerek“). A közvetlenebb módszerek csoportjába a következők tartoznak:

1. *Egyszerű mérés.* A szemeket közvetlen méréssel, *egyenként* mérjük, pl. tolómérccel. Ez a módszer természetesen csak egészen durva szemekből (kavics, tömbök) álló halmazoknál használható.

2. *Nagyítás, mikroszkópos és elektronmikroszkópos mérés.* Homokszemmagyságú törmelék szemcsenagyságának mérésére *Miháltz I.* (6) szerkesztett egyszerű, helyszíni vizsgálatokhoz is alkalmas

eszközt, amely 0,1 mm-re beosztott négyzetes skálából és 16—20-szoros nagyítású kézinagyítóból áll. A *mikroszkópos* mérés okulárskálával ellátott mikroszkóppal történik. *Elektronmikroszkópi* felvétel kimérése útján igen finom szemcsézetű anyagok szemcsenagysága mérhető. Ilyen módszerrel készült, agyagos üledékre vonatkozó eredményeket nálunk *Nemecz E.* (10) közölte.

3. Homokszemmagyságú anyagok szemcse-eloszlásának mérésre leggyakrabban a *szitaelemzést* használják. Szitáláshoz négyzetes hálószitákat, durvább szemcséjű anyagoknál körlyukasztású lemezsitákat használnak. A szitálás történhet *száraz* vagy *nedves* úton. Utóbbinál a szitasoro-



2. ábra. A szemmagyság-mérés főbb módszereinek beosztása

zatra vitt anyagot vízzel átöblítik, aminek előnye, hogy a durvább részekhez tapadó finom szemcsék leválnak.

Hordozható, s így helyszíni mérésekhez is alkalmas szítálóeszközt szerző (17), hasonló alapelvű, de egyszerűbben elkészíthető és pontosabban működő eszközt Szabó P. (12) ismertetett.

Az *ülepítő* (szedimentometrikus) módszerek közös sajátossága, hogy ezeknél a törmelékes anyagot folyadékban vagy levegőben szétoszlatjuk. A szemcsenagyság mérése ülepedési egyenletek alapján történik. E módszerek közt vannak olyanok, amelyeknél a törmelékes anyag meghatározott szemcseméret-határok közé eső részleteit, a szemcsenagyságosztályokat vagy „frakciókat” teljes egészükben kinyerjük, vagy legalább a részletek egy arányos mennyiségét. Más, viszonylag közvettebb módszereknél a szemmagyságosztályokat nem különítjük el.

Az ülepítés történhet *folyadékban* (leggyakrabban vízben, hidraulikus anyagoknál alkoholban), vagy *levegőben*. A folyadékban való ülepítés ismét történhet *álló* vagy *áramló* folyadékban. Az álló folyadékban való ülepítés módszerei:

1. A szemcsenagyságrészletek teljes mennyiségét leválasztjuk a *mércshengeres* módszereknél. E módszereknél a vizsgálandó anyagból homogén szuszpenziót készítünk a szemmagyságrészletek különválasztására alkalmas ülepítőedényben. Kiszámítjuk, vagy táblázatból kikeressük a leválasztandó szemmagyságrészlet ülepedési idejét, s ennek eltelte után a lebegő részeket tartalmazó szuszpenziót elkülönítjük a leülepedett szemcserészlettől. Az ülepítést azonban meghatározott szemmagyságrészlet teljes elkülönítésére többször kell ismételni, addig, amíg a folyadék már lebegő részeket nem tartalmaz. Az elválasztásra szolgáló régebbi készülék-típusok a Kühn- és Wahnschaffe-féle készülék, jelenleg jóformán kizárólag az Atterberg-féle ülepítőedény használatos (23, 24).

2. A *centrifugás* módszer előnye, hogy segítségével oly finom szemcsék is leülepíthetők, amelyeknek ülepedési sebessége egyébként nagyon kicsi, s így ülepedésük csak nagyon hosszú idő után következne be.

3. A szemmagyságrészletek egy arányos részének kinyerésével dolgoznak a különféle *pipettás* módszerek. Ezeknél az ülepedő szuszpenzióból meghatározott időpontokban ismert térfogtű részt kiemelünk, s e részleteket beszárítva, azok súlyát mérjük. Régebbi készüléktípusok a Robinson- és Jennings-féle, újabban elterjedten használatos a Köhn-féle és Andreasen-féle készülék (23, 24).

4. Az *áramlásos* iszapoló berendezéseknél egy vagy több iszapolóedényt találunk, a szemcsék szétválasztását alulról felfelé áramló folyadék (víz) végzi. E csoportba tartozó régebbi készülék-típusok a Schulze-, Haartkort-, Bollenbach-, Schöne-féle készülék, jelenleg leginkább a Kopeckzy- ill. Kopeckzy-Kraus-féle készülék használatos (23, 24).

Légáramban való szétválasztáshoz alkalmas, laboratóriumi méretű készülék a Gonell-féle (28).

A szemmagyság-mérés viszonylag legközvettebb módszerei azok, amelyeknél sem az egész szemmagyságrészleteket, sem azok ismert hányadát nem különítjük el. Ezeknél a szemcseösszetétel vizsgálata az ülepedő szuszpenzió valamely, az ülepedés előrehaladásával változó sajátosságának mérésén alapul. Ezek főbb csoportjai:

1. A leülepedett anyag súlyának mérésén alapul *Sven Odén* módszere (11), és több, nagy mértékben automatizált változata, melynél az üledék súlyának mérése analitikai mérleggel történik. Az üledéksúly mérésére rugós mérleget használ *Vendel M.* (21) módszere. Ilyeneket ismeret még *N. A. Figurovskij* (23).

2. Az *üledék térfogatának* mérésén alapuló módszerek ritkábban használatosak. Régebbi, ma már nem használt készülék a *Bennigsen- és Clausen-féle* (24). Újabb, igen szellemes a *Spoerel-féle*, *K. Keil* (26) által ismertetett „vezetőszemcsés” módszer. Ennél a vizsgálandó anyaghoz ismert szemmagyságú, színes szemcséket kevernek, melyek az anyag szemcséivel együtt ülepednek, s az ülepítőedény alsó részén felhalmozódó üledékben színes rétegeket alkotnak; a rétegek térfogatából kiszámítható a szemcseeloszlás.

3. Több módszernél a *szuszpenzió fajsúlyváltozását* mérik. Ilyen a *Wiegner-féle* (24), amelynél az ülepítés szélesebb csőben történik, melynek keskenyebb, csappal elzárható kiágazásában desztillált víz van. A szuszpenzió ülepedés közbeni fajsúlyváltozását a vékony csőben levő desztillált víz szintjének süllyedése méri. Az areométeres módszernél, melyet *A. Casagrande* (1) dolgozott ki, a fajsúlymérés úszó fajsúlymérővel történik.

4. Korábban *B. Lange* és *H. Möhl* (8), újabban *O. Telle* (16) ismertetett oly módszert, amely az ülepedő szuszpenzió *optikai* sajátosságának, fényelnyelésének mérésén alapul.

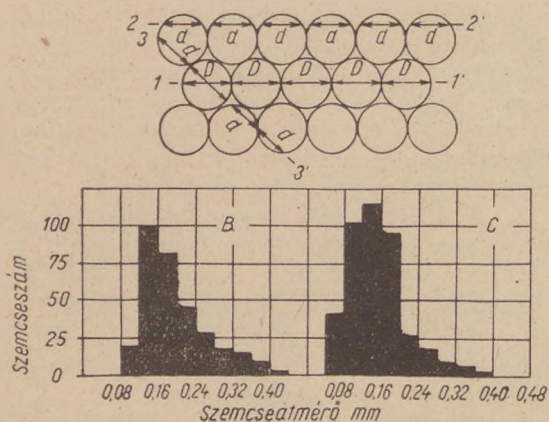
5. *G. Tchillingarian* (14) végzett oly kísérleteket, amelyek a szuszpenzióban levő részecskék elektroforetikus vándorlási sebességének szemcseösszetételi vizsgálat céljára való felhasználására irányultak.

3. A módszerek általános kritikája

a) *Névleges szemcsédmérők.* Szabályos geometriai testek méretei aránylag egyszerű módon meghatározhatók s a méretek alapján azok térfogata, felülete, súlya kiszámítható. Bonyolultabb a helyzet, ha egy szemcsehalmoz szabálytalan alakú szemcsékből áll, már pedig törmelékes anyagok esetében jóformán kizárólag ez az eset áll fenn. Szabálytalan alakú szemcsének azonban határozott átmérője nincs, ennek mérete csak többé-kevésbé önkényesen választott számérték, *névleges szemcsédmérő* segítségével adható meg.

Valamely szabálytalan alakú szemcsét helyettesíthetünk vele azonos *térfogatú*, vagy *felületű*, szabályos alakú egyenértékű szemcsével. Használatos pl. az *egyenértékű gömb* fogalma. Ennek átmérője:

$$D_e = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$$



3. ábra. A rajz: Vékonycsiszolaton és porkészítményen eszközölt mérés eltéréseinek magyarázata. B rajz: Homok szemcseösszetétele porkészítmény alapján. C rajz: ugyanaz vékonycsiszolaton eszközölt méréssel (Nigali és Krumbein nyomán)

ahol V a szemcse köbtartalma. Az egyenértékű gömb átmérőjén kívül még sok más módon képzett névleges átmérő lehetséges. Így pl. meghatározhatjuk a szemcse keresztmetszeti területét s ekkor névleges átmérőül az azonos területű kör átmérőjét számítjuk, stb.

Névleges átmérővel jellemezzük a szemcsék nagyságát, pl. szítalelemzésnél is. A szítamaradék, ill. az áthullás mennyisége a szemcsék alakjától is függ. Ugyanazt az anyagot négyzetes hálósítán és körlyukasztású lemezsítán szítálva eltérő eredményt kapunk.

Összeálló törmelékeny kőzetek (pl. homokkő) szemcseeloszlásának meghatározása a kőzetből készített vékony-csiszolaton mikroszkópos méréssel történik. Az ilyen mérés azonban a valóságtól lényegesen eltérő eredményre vezethet. A 3. ábra A rajzán szabályos, egyenlő méretű gömbalakú szemcsékből álló halmazt látunk. Könnyen belátható, hogy a szemcsék valóságos átmérőjét csak abban a kivételes esetben mérhetjük, ha a vékonycsiszolat a gömbök középpontjain halad át, tehát pl. az 1—1' metszetben. Minden más irányú metszetben, pl. a 2—2' és 3—3' metszetben a valóságosnál kisebbnek mérjük az átmérőt. Igen érdekesen világítja meg a helyzetet W. C. Krumbein (27) kísérlete. Ugyanannak a homokmintának a szemcséit megmérte direkt méréssel, azután mesterséges „homokkővet” készítve belőle, vékonycsiszolatban. Az eredményeket a 3. ábra B és C rajza tünteti fel; a kétféle úton nyert szemeloszlási adatok eltérése feltűnő.

A szemcseösszetételi vizsgálatok jelentős részénél a mérés a részecskének folyadékban vagy levegőben való ülepedése útján történik. E mérések alapját oly egyenletek képezik, melyek a szemcsék ülepedési sebessége és a szemcsenagyság közötti összefüggést fejezik ki. Ezek az ülepedési egyenletek azonban szigorúan csak gömbalakú szemcsékre érvényesek. Ilyen módszereknek a hidraulikailag egyenértékű szemcseátmérő fogalmát használjuk, mely szintén névleges szemcseátmérő. Hidraulikailag egyenértékű átmérőjűnek az oly szemcséket nevezzük, melyek ülepedés

szempontjából azonos viselkedésűek, vagyis ülepedési sebességük — egyébként azonos körülmények közt — azonos.

A hidraulikailag egyenértékű átmérő kérdése főként a heterogén anyagú szemcsékből álló halmazokat érinti. A talajok és laza törmelékeny üledékek különböző ásványfajtájú s így különböző fajsúlyú és alakú szemcsékből állnak. A nagy fajsúlyú ásványok mennyisége az egyes szemnagyságrészletekben nem azonos. Miháلتz I. (5) vizsgálatai szerint a finomszemű laza törmelékeny üledékekben a nagy fajsúlyú ásványok mennyisége a finomabb szemcsesorozatok felé (legalább 0,002 mm-ig) emelkedik. Hasonlóképpen változó a szemcsék alakja is; homokfajtáknál a szemcsenagyság csökkenésével a szemcsék szögletessége és megnyúltsága erősödik. Finomszemű (agyagos) törmelékeny üledékekben a finomabb szemnagyságrészletek felé az azonos súly mellett is nehezebben ülepedő lemezes ásványok (csillámok, agyag-ásványok) mennyisége is nő.

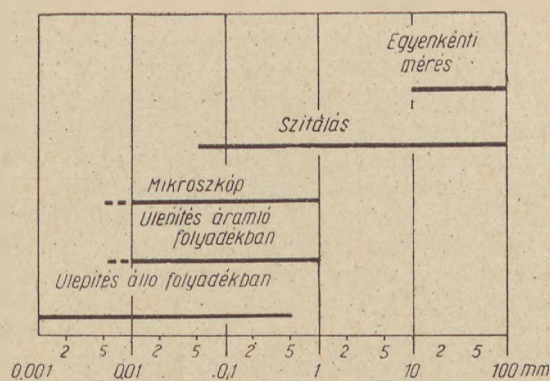
Már az eddigiek alapján is megállapítható, hogy eltérő módszerrel készült mérések eredményei csak feltételeken hasonlíthatók össze. Oly, különböző módszerrel készült elemzések eredményei, melyeknél a névleges szemcseátmérő eltérő, elvileg pontos összehasonlításra alkalmatlanok volnának (pl. szítálás és üleptetés). A laza törmelékeny üledékek pontos szemnagyságmérésének egyik nehézsége abból adódik, hogy a szemcsék mérete ugyanazon mintában is tág határok közt változik. A szemcsenagyság-mérés módszereinek használhatósága pedig általában csak valamely szemnagyságközre korlátozódik. A főbb módszereknek a szemnagyságtól függő alkalmazási határaitól a 4. ábra nyújt tájékoztatást.

Minthogy a szemcseméret a legtöbb törmelékeny anyagban tág határok közt változik, sokszor ugyanazon anyag különböző szemcsenagyságú részleteit különböző módszerrel kell vizsgálni. Így pl. oly anyagnál, amelyben 0,2—0,002 mm nagyságú szemcsék fordulnak elő, a 0,2—0,05 mm-es részlet vizsgálatát szítálással, a 0,05—0,002 mm-es részek vizsgálatát üleptetéssel kell végezni. Ily módon sokszor (pl. agyag- és iszapminták vizsgálatánál) kényszerítve vagyunk arra, hogy ugyanazon minta szemcseösszetételi jellemzésénél kétféle névleges átmérőt használjunk. Ennek következménye, hogy ott, ahol az eloszlásgörbe eltérő módszerrel meghatározott részek érintkeznek, némelykor a görbén valószínűtlen törés mutatkozik.

b) Az ülepedési egyenletek. Az üleptető eljárások alapját az a megfigyelés képezi, hogy folyadékban szétoszlatott szemcsék már röviddel az ülepedés megindulása után állandó sebességgel esnek. Több képlet ismeretes, amely a szemcsenagyság és ülepedési sebesség közti kapcsolatot fejez ki, ezek közül legrégebbi (1851) és az üleptető módszereknek leghasználatosabb a Stokes-féle egyenlet:

$$V = \frac{2}{9} gr^2 \frac{d_1 - d_2}{\eta}$$

ahol g a nehézségi gyorsulást, d_1 a szemcsék sűrűségét, d_2 a folyadék sűrűségét, r a szemcsék



4. ábra. A főbb módszerek különböző szem nagyságtartományra vonatkozó használhatósága

sugarát, η a közeg viszkozitását jelenti. Meghatározott anyagú részecskéknek ugyanazon folyadékban való ülepedések:

$$\frac{2}{9} \cdot g \cdot \frac{d_1 - d_2}{\eta} = \text{állandó},$$

s így

$$V = Cr^2$$

A Stokes-képlet azonban csak bizonyos feltételek mellett érvényes, melyek a következők:

1. A képlet csak gömbalakú részecskékre érvényes. Ez a feltétel törmelékes anyagoknál általában nem teljesül, ezért az ülepitő elemzéseknél azokat a szemcséket, amelyeknek ülepedési sebessége azonos, egyenértékűeknek fogadjuk el (hidraulikus egyenértékű átmérő).

2. A diszpergált részecskék és a diszpergáló közeg molekulái nem lehetnek azonos nagyságrendűek, a diszpergált szemcséknek a diszpergáló közeg molekuláinál sokkal nagyobbaknak kell lenniük. Ez a feltétel rendszerint teljesül, így pl. a törmelékes üledékek, talajok szemcséi kb. 10^4 – 10^7 -szer nagyobbak a víz molekuláinál.

3. Feltétel, hogy a részecske az esés megkezdése után röviddel elérje az állandó sebességet. Ez valóban rövid idő alatt bekövetkezik, így pl. 0,1 mm-es sugarú szemcsénél Saxer szerint 0,054, Weissenhoff szerint 0,054 mperc, 0,01 mm-es sugarúnál 0,0054 ill. 0,0065 mperc után.

4. A képlet csak azon elméleti esetben érvényes, ha az ülepitőtér végtelen. Az itt várható hiba annak megállapítását tette szükségessé, hogy az iszapolóedény fala milyen befolyást gyakorol a szemcsék ülepedési sebességére. Faxen és Lorentz az üvegedény hatását elméleti alapon kiszámították, s kiadódott, hogy a 0,002 mm átmérőjű szemcsé ülepedési sebessége a faltól 0,1 mm-re 0,55%-kal, 1 mm-re 0,055%-kal 10 mm-re 0,0055%-kal csökken. A 0,02 mm átmérőjű szemcséknél ez a csökkenés ugyanilyen távolságokban: 5,5, 0,55, 0,055%. Eszerint az edény fala kisebb mértékben még 1 mm távolságra is érezteti hatását az ülepedési sebességre. A hiba azáltal csökkenthető, hogy az iszapoló edényt lehetőleg szélesnek választjuk. Pl. 20 cm átmérőjű iszapoló hengernél a henger falától 1 mm-ig terjedő réteg térfogata a henger teljes térfogatának csak 2%-a, a 2 cm-es hengernél még 19%-a.

5. Az ülepedő részecskéknél szilárdnak és simának kell lenniük és

6. a szemcsé és az ülepitő közeg közt csúszás nem következhet be.

7. Az utolsó feltétel a képlet érvényességi határára vonatkozik. A képlet Atterberg mérései szerint 0,06 mm, Gessner szerint már 0,05 mm felett érvényét veszti.

Míg a kb. 0,05 mm-nél kisebb szemcsék ülepedésére (lamináris ülepedés) a Stokes-képlet, a kb. 1,5 mm-nél durvább szemcsékére Newton összefüggése érvényes. A két határ közti méretű szemcsékre sem a Stokes-, sem a Newton-féle egyenlet nem érvényes, s ilyen éretű szemcsék ülepedésének leírására alkalmas, a kísérleti adatokkal pontosan egyező összefüggést nem sikerült találni. Ebben a szem nagyságközben leghasználatosabb Oseen egyenlete:

$$V = \frac{c_1}{r} + \sqrt{\left(\frac{c_1}{r}\right)^2 + 4r \cdot c_2}$$

amelyben

$$c_1 = \frac{8}{3} \cdot \eta$$

és

$$c_2 = \frac{16}{27} \cdot g \cdot \frac{d_1 - d_2}{d_2}$$

ahol a jelzések a Stokes-képlettel azonosak. Ismeretes még a Schöne-féle teljesen tapasztalati egyenlet:

$$D = \frac{0,0518}{d_1 - 1} \cdot \sqrt{v^2}$$

ahol D a szemcséátmérőt, d_1 a szemcsék sűrűségét, v a szemcsék esési sebességét jelenti mm/mpercben. Ez a képlet ma már nem használatos.

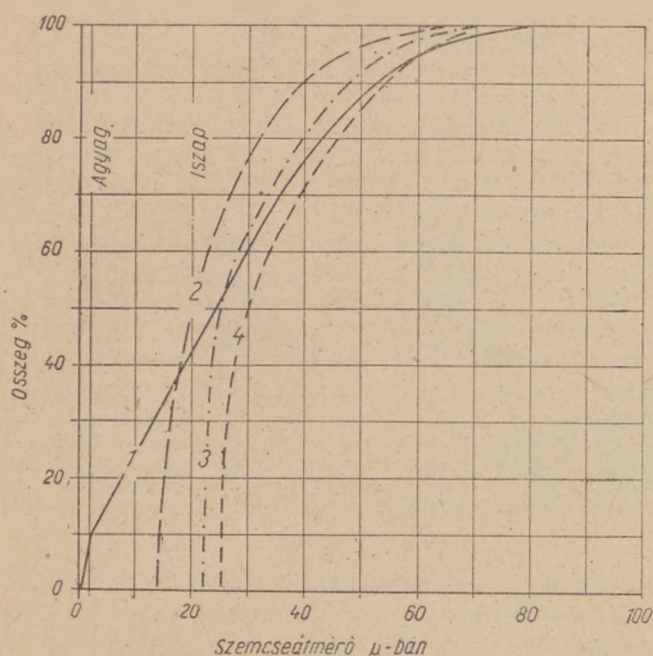
Lényegében a Stokes- és Oseen-féle képleteket használjuk azoknál a módszereknél is, amelyeknél áramló közegben ülepitünk. Az áramlásos (hidrodinamikai) módszerek alapja az, hogy az alulról felfelé áramló víz magával ragadja azokat a szemcséket, amelyeknek álló vízre vonatkozó esési sebessége kisebb, mint az áramló víz sebessége. E szemcsék átáramlási sebessége a víz áramlási sebességének és a szemcsék szabad (álló vízi) ülepedési sebességének különbségével egyenlő, mely utóbbi pl. a Stokes-képlettel számítható. Vagyis

$$v = v_f - v_a,$$

ahol v a szemcsék átáramlási sebessége, v_f a víz áramlási sebessége, v_a a szemcsék esési sebessége álló folyadékban. Azok a szemcsék, amelyeknek ülepedési sebessége nagyobb, mint a víz áramlási sebessége, az edény aljára ülepednek. Az az idő, amely alatt egy kiiszapolódó részecske az iszapoló hengerből távozik:

$$t = \frac{h}{v_f - v_a}$$

ahol h az iszapoló henger magassága. Ebből következik, hogy minél kisebb a víz sebessége és az



5. ábra. Löss-talaj szemcseösszetételének változása emelkedő töménységű KCl-oldatokban (Wiegner nyomán), 1: desztillált vízben, 2: n/100, 3: n/10, 4: n KCl oldatban

üledési sebesség közti különbség, annál hosszabb ideig tart a szemcsék kiiszapolódása. Ez egyúttal határt szab az áramlásos módszerek alkalmazhatóságának: az áramlásos készülékek igen finom szemcséjű anyagok szétválasztására alkalmatlanok.

c) „Szorított sebesség”. D. M. Minc (7) kísérletei szerint az üledési sebesség a keverék töménységétől jelentősen függ. A töményebb szuszpenziókban előálló „szorított” sebesség a keverék töménységének növelésével rohamosan csökken. Finomszemcséjű, erősen diszpergált szuszpenzióknál valóban néha megfigyelhető, hogy a finom szemcsék és az iszapoló közeg által alkotott szuszpenzió a durvább szemcsékre vonatkozóan nehéz-folyadékként viselkedik, a durvább szemcsék üledését gátolja.

d) A szemcsék által adszorbeált ionok; koaguláció. Ismeretes, hogy a szuszpendált részecskék által a diszpergáló közegből adszorbeált ionok a szuszpenziók állandóságát nagymértékben befolyásolják. Egyes ionok, meghatározott töménység-közben a szétoszlatozottságot növelik (diszpergálnak), mások a szemcséknek nagyobb pelyhekké való összetapadását és e pelyheknek gyors leülepedését idézik elő (koagulálnak). Agyagszuszpenziók állandósága általában a kationok ún. *liotrop sorozatát* követi: egy vegyértékű kationokkal telített agyagszuszpenziók állandóbbak, mint a két vegyértékűekkel, ezek ismét állandóbbak, mint a három vegyértékűekkel telítettek.

A diszpergáló közeg minőségének hatását számos megfigyelés mutatja. Az 5. ábra egy löss-talaj desztillált vízben és különböző töménységű KCl-oldatban végzett elemzéseinek eredményeit tünteti fel Wiegner nyomán.

Kitűnik ezekből az adatokból, hogy a vizsgált löss tiszta vízben ülepítve még kb. 10% 0,002 mm-nél kisebb szemcsét tartalmazott, de már a

n/100 KCl-oldat koagulálta ezeket, míg a n/10 KCl-oldat már a 0,02–0,002 mm-es szemmagyság-osztályt is teljesen koagulálta.

Az adszorbeált kationok minőségének hatását jellemzik Pávai Vajna I. kísérletei (19). Különböző talajoknál az adszorbeált kationokat mesterségesen kicserélte, a talajokat Ba-, Ca-, Mg-, NH_4 - ill. Na-talajjá alakította át, majd Wiegner-féle készülékben meghatározta ezek szemcseösszetételét. Eredményeinek egy részét a 6. sz. ábra tünteti fel.

Megállapítható, hogy az eredeti talaj diszperzitásfoka legjobban a kalcium-talajét közelítette meg és igen eltért a nátriumtalajétól. A kationok a diszperzitást a báriumból lefelé haladva egyre növelik, a kationok liotrop sorozatának megfelelően.

Hasonlóan jellemzők W. D. Keller és R. Foley (9) kísérleti eredményei: A Missouri folyó finom hordalékát iszapolták az eredeti folyóvízben, n/100 nátriumoxalát-oldatban és tenger-vízben. Az alábbi eredményeket kapták (1. sz. táblázat).

1. táblázat

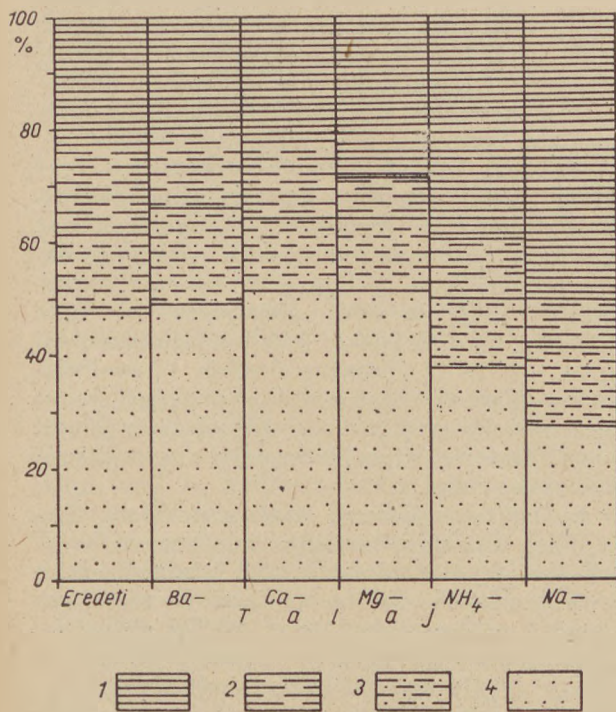
A Missouri hordalékának szemcseösszetételének változása a diszpergáló közeg változtatásával.

Szemmagyság-osztály	Folyó vízben %	n/100 nátriumoxalát-oldatban %	Tenger-vízben %
> 1/16 mm, homok	1,9	3,2	1,7
1/16—1/256 mm, iszap	35,3	25,3	82,0
< 1/256 mm, agyag	62,6	81,4	16,4
	99,8	99,9	100,1

A finom részek mért mennyisége legnagyobb volt a n/100 nátriumoxalát-oldatban, kevesebb a folyóvízben, a tengeri víz pedig az agyagszemcsék nagy részét koagulálta s ezek az iszaprézlet mennyiségét növelték.

A koaguláció az ülepítő szemmagyság-elemzéseknek mondhatni legáltalánosabban előforduló hibaforrása. A koaguláció meggátlására a szuszpenzióhoz különböző diszpergálószeret adagolnak, megemlítendő azonban, hogy a diszpergálószer a koagulációt csak rövidebb-hosszabb ideig képesek meggátolni.

A koaguláció lefolyását érdekesen világítják meg Földvári A. (3) kísérletei, melyeket löss-szuszpenziókkal végzett. Ugyanazon lössmintából azonos töménységű szuszpenziókat készítve, meghatározta bennük a különböző szemmagyság-részek mennyiségét a szuszpenzió készítése utáni ismert időpontokban (1–50 napig). Kísérleteinek eredményeit az 5. ábra tünteti fel. Ehhez a következő magyarázat fűződik: A 0,002, 0,005 és 0,01 mm-nél kisebb szemcsék mennyisége az idő függvényében határozott maximumot mutatott a 4–5 napnál. A 0,002 mm-nél kisebb szemcsék koagulációja azonban hamarosan megindult és kb. 20 nap elteltével ez a részlet teljesen koagulált. A 0,005, 0,01 és 0,02 mm-nél kisebb szemcsék koagulációja rendre később következett be, vagyis a koaguláció fokozatosan terjedt át a durvább



6. ábra. Az adszorbeált kation változtatásának hatása erdőtalaj mért szemcseösszetételére (P. Vajna I. nyomán)
1: 0,0—0,008 mm-es, 2: 0,008—0,015 mm-es, 3: 0,015—0,030 mm-es, 4: 0,030—0,2 mm-es részlet

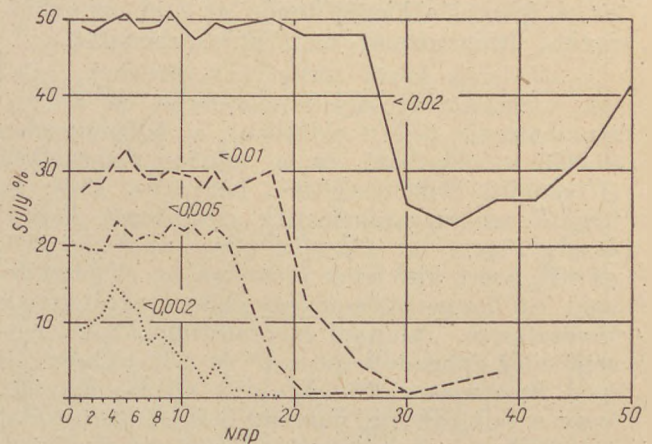
szemcsékre. Látható azonban az is, hogy a három durvább szemmagyság-részlet mennyisége idővel újra emelkedett, ami arra utal, hogy a durvább szemcséből keletkezett pelyhek csekély tartósságúak, s a szuszpenzió ismételt felrázása elegendő volt ahhoz, hogy diszpergálódjanak.

A koagulációt nagy mértékben elősegíti, ha a szuszpenzió túlságosan tömény. A gyakorlat azt mutatja, hogy az üleptetés szempontjából legkedvezőbb a 2%-os töménység (egyes módszerek-nél azonban ennél lényegesen nagyobb töménység alkalmazása elkerülhetetlen, pl. az areométeres módszernél).

Ismételten hangsúlyozandó, hogy a koaguláció az iszapoló szemmagyság-elemzési módszerek legáltalánosabban előforduló hibaforrása.

e) Az előkészítés és diszpergálószer hatása. A szemcseösszetétel vizsgálat előtt a finomszemű mintákat az üleptető folyadékban diszpergálni kell és az esetek nagy részében a diszperz állapot megővására a szuszpenzióhoz diszpergálószer kell adagolni. A mechanikai diszpergálás módjai: 1. újjal való dörzsölés, 2. rázógépen való ráztatás. A vegyi diszpergálás módjai: 1. A mintában esetleg jelenlevő elektrolitok eltávolítása (kimosás). 2. Ezek hatásának diszpergáló anyagokkal való ellensúlyozása. 3. Különösen talajminták esetében ajánlják a minta főzését. 4. Nagy mézskarbonáttartalmú anyagoknál a szemcséket összeragasztó mézskarbonát híg savval való kioldása. 5. Talajoknál a humusz hidrogénperoxiddal való oxidálása.

Diszpergálószerként többféle anyag használata lehetséges. G. Tchillingarian (15) teljességre törekvő csoportosítása:



7. ábra. A koaguláció időbeli lefolyása (Földvári A. nyomán)

I. csoport.

1. Nátriumhidroxid, NaOH
2. Nátriumkarbonát, Na_2CO_3
3. Nátriumbikarbonát, NaHCO_3
4. Nátriummetaszilikát, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$
5. Nátriumoxalát, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
6. Nátriumorthofoszfát, Na_3PO_4

II. csoport.

1. Molekulárisan dehidrált foszfátok :
 - a) Nátriumpyrofoszfát $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ és $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
 - b) Nátriumpolimetafoszfát, $(\text{NaPO}_3)_n$
 - c) Nátriumtrifoszfát, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
 - d) Nátriumtetrafoszfát, $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$
2. Analóg vanádiumvegyületek :
 - a) Nátriumpyrovanadát, $\text{Na}_4\text{V}_2\text{O}_7$
 - b) Nátriumpolimetavanadát, $(\text{NaVO}_3)_n$
3. Thiotetrafoszfátok, pl. :
Nátriumtrithiotetrafoszfát, $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{10}\text{S}_3$
4. Borofoszfátok — vanadátok — wolframátok, pl. :
Nátriumborofoszfát üveg,
 $(\text{NaBO}_3)_x \cdot (\text{NaPO}_3)_y$
5. Molekulárisan dehidrált foszforsavak észterei.
6. Alkáli-fém phytátok.

III. csoport.

1. Csersav
2. Quebracho kivonat
3. Gesztenye kivonat
4. Gallus sav
5. Mimosa kivonat
6. Pecan kivonat

IV. csoport.

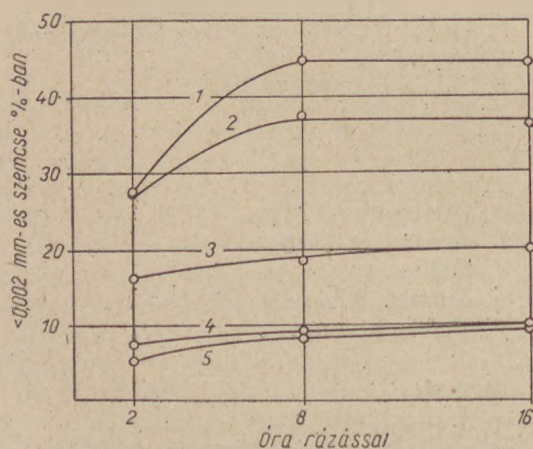
1. Keményítő
2. Iráni és indiai gumik, mézgák :
 - a) Shiraz
 - b) Ghatti
 - c) Tragacanth
 - d) Karaya
 - e) Arabs

Ez a felsorolás kiegészítendő az ammoniumhidroxid-, lithiumoxalát- és lithiumkarbonáttal.

Mindezek közül törmelékes üledékek, talajok vizsgálatánál leghasználatosabb az ammoniumhidroxid (0,1 n oldatban), a nátriumoxalát (0,005 n oldatban) és a nátriummetaszilikát (1 ccm/lit. töménységben). Lényeges, hogy az ülepítő szemmagyságelemzés eredményei jelentékenyen fűggenek az előkészítésmódtól és diszpergálószer-től. Ezért kísérletek történtek az előkészítés-mód és diszpergálószer egységes használatának bevezetésére. Talajtani laboratóriumokban nemzetközileg elfogadott ún. „A” és „B” előkészítési mód használatos (22). Az „A” eljárás lényege, hogy a talajban levő humuszt hidrogénperoxiddal oxidálják, a mészkarbonátot híg sósavval elbontják; diszpergálószer: nátriumhidroxid. A „B” eljárásnál az iszapolást vegyi kezelés nélkül, desztillált vízben végzik. *Vageler* és *Alten* eljárásnál (22) a talajt kalciumacetáttal kezelik, diszpergálószerül lithiumoxalátot használnak.

Itt említendő, hogy a minták vizsgálat előtti 105 C°-on való szárítása kerülendő, ui. *Correns* és *Schott* (2) vizsgálatai szerint a higroszkopos víz eltávolítása csökkenti a diszperzitást. Hasonló következtetésre jutott *Sztrókay K.* (13) vulkáni tufák iszapolásánál. A 105 C°-on szárított és alkoholban (vízelvonószerben) vizsgált minták szemcseeloszlási görbéjén koagulációs maximum mutatkozott.

Arra vonatkozóan, hogy az elemzési eredmény a diszpergálószer változtatásával miként változik, alapvető megállapításokat tett *Földvári A.* (3). Vizsgálatait pipettás eljárással végezte, s az ammoniumhidroxid-, nátriumoxalát- és nátriummetaszilikát-oldat hatását hasonlította össze. Vizsgálati anyagai: kalciumkarbonáttartalmú tengeri agyagok (kiscelli agyagminták), lösz, kréta, szíkes talaj, humuszban gazdag agyag („réti agyag”), vörös agyag, nyirok, kaolin, diatoma-föld, vulkáni tufa, csapóföld. Eredményeit a következőkben foglalta össze:



8. ábra. 0,002 mm-nél kisebb szemcsék mennyiségének változása a rázógépi előkészítés időtartamának függvényében, areométeres módszerrel. 1: Fekete, erősen humuszos agyag, 2: kékesszürke agyag, 3: kékesszürke agyagos iszap, 4: világos sárga iszapos lösz, 5: kékesszürke iszapos homok

1. A legtöbb üledékes kőzetnél az 0,005 n nátriumoxalát adja a legfinomabb eloszlású szuszpenziót. — 2. Igen magas mészkarbonáttartalmú, továbbá CaSO_4 , valamint sok elektrolitot tartalmazó agyagoknál a nátriummetaszilikát-oldat használata biztosítja a legjobb diszperzitást. — 3. A kalcium koaguláló hatása nem a jelenlevő kalcium mennyiségétől, hanem reakcióképességétől függ, a legerősebb koagulációt az adszorbeált Ca ionok okozzák a nátriumoxalátos szuszpenzióban. — 4. Allophanszerű agyagoknál a nátriumoxalát sajátos, a többi stabilizátor hatását messze felülmúló diszperzitást biztosít. — 5. A humusztartalom eltávolítása üledékes kőzetek mechanikai elemzésénél káros hatású, mivel a szuszpenzió stabilitását csökkenti és —OH tartalmú stabilizátoroknál a szuszpenzió diszperzitását rontja.

Az egyes módszerek összehasonlítását illetően, főleg löszszuszpenziókra vonatkozóan *Vendl A.*, *Takáts T.*, és *Földvári A.* (20) közöltek adatokat. Vizsgálataik szerint a durvább részeknek különböző módszerekkel nyert értékei eléggé jól egyeznek, ezzel szemben a finom, különösen a „kolloid” (0,002 mm-nél kisebb) szemcsék mennyisége az elemzési eljárás szerint jelentékenyen változik. A 0,002 mm-nél kisebb szemcserészletekre vonatkozó, különböző módszerrel nyert értékeket összehasonlítva és csökkenő sorrendbe állítva, a következő sorrendet kapták: 1. Az Atterberg-módszer a legnagyobb értékkel; 2. a pipettás módszer 0,005 n nátriumoxalát-oldattal; 3. ugyanaz a módszer 0,1 n ammóniumhidroxiddal; 4. ugyanez az eljárás desztillált vízzel a legkisebb értéket adta.

Saját vizsgálataimat 30 különböző szemcseösszetételű laza üledékmintán végeztem. A cél annak megállapítása volt, hogy az elemzési módszer, előkészítés és diszpergálás különbözősége mennyiben befolyásolja az elemzési eredményt. A három leggyakrabban használt módszert, az Atterberg-féle, a pipettás és areométeres módszert hasonlítottam össze, s különösen vizsgálat tárgyát képezték, mint újabban elterjedt módszernek, az areométeres módszernek hibaforrásai. Az eredmények a következőkben foglalhatók össze:

1. Egyes szerzők szerint a rázógépi előkészítés hosszabb rázási idő alkalmazása mellett a szemcsék *tördelődését* okozná. E kérdés vizsgálatára különböző üledékmintákat eltérő ideig rázatam: 2, 8, 16 óráig. A következő vizsgálati anyagok szerepeltek:

1. Fekete erősen humuszos agyag, 2. kékes-szürke agyag, 3. kékesszürke agyagos iszap, 4. világossárga iszapos lösz és 5. kékesszürke iszapos homok. A rázógépi előkészítés időtartamának hatását legjobban a 0,002 mm-nél kisebb szemcsék mennyiségének változása mutatja (8. ábra). Az areométerrel készült elemzéseken kívül meghatároztam ugyanezen minták 0,002 mm-nél kisebb részletét Atterberg-módszerrel is.

Az eredmények alapján azt a következtetést lehetett levonni, hogy még aránylag hosszú idei ráztatás sem okozza a szemcsék *tördelődését*

ellenkezőleg: a vízben való rázás diszpergáló hatása a laboratóriumban számításba jövő időtartam alatt határértékhez közeledik. Bebizonyosodott az is, hogy a rázógépi diszpergálás hatása még hosszú behatás mellett sem éri el az ujjal való dörzsölést.

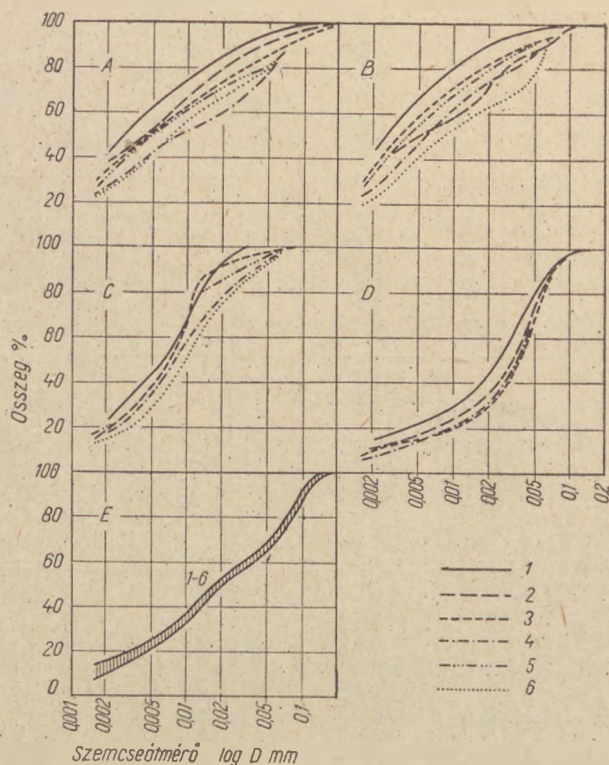
2. Megerősítést nyert, hogy a leghasználatosabb diszpergálószer a közül általában a legállandóbb szuszpenziót a nátriummetaszilikát adja. Kivételt képeznek humuszban gazdag anyagok, amelyek nátriummetaszilikát jelenlétében az ellenőrzés céljára használt Atterberg-elemzésénél lényegesen durvább szemcseösszetételűnek mutatkoznak.

3. Egyes szerzők kifogásolták, hogy a nátriummetaszilikát-stabilizátor az iszapoló közeg viszkozitását és sűrűségét ellenőrizhetetlenül befolyásolja, ami az eredményekben hibát okoz. Kísérleteink eredményeként bebizonyosodott (18), hogy a nátriummetaszilikát a szokásos, 1 ccm/lit. mennyiségben használva a diszpergáló közeg sűrűségét és viszkozitását jelentéktelenül befolyásolja, így ez hibaforrás nem lehet.

4. Az elemzési módszer, előkészítés és diszpergálószer hatásának legrészletesebb tanulmányozása a 9. ábra mintáin történt. Az összehasonlított módszerek: 1. Atterberg-elemzés, előkészítés: ujjal való dörzsölés; 2. pipettás módszer, előkészítés 2—4 óra főzés + rázás; 3. areométeres módszer, előkészítés 2 óra rázás; 4. areométeres módszer, előkészítés: 8 óra rázás; 5. areométeres módszer, előkészítés: 16 óra rázás; 6. areométeres módszer, előkészítés: 16 óra főzés + 10 óra rázás. Az eloszlásgörbéket összehasonlítva megállapítható, hogy a legnagyobb eltérések agyagmintáknál vannak. Az agyagminták a nagy fajlagos felülettel kapcsolatban álló adszorpciós és koagulációs jelenségek révén az elemzési módszer, előkészítés és a diszpergálószer különbözőségére tehát a legérzékenyebbek. Lényeges, hogy a főzéssel előkészített mintáknál a finom szemcsék mennyisége aránylag kevésnek adódott. Az agyagos mintáknál a 16 óra főzéssel előkészített areométeres elemzés még az utólagos 10 órás rázattal ellentétben is kevés finom részt adott. A főzés, mint előkészítő módszer tehát kerülendő.

Az iszap- és löszmintáknál az eltérő módszerek alkalmazásából származó különbség kisebb, mint az agyagoknál, az E jelű iszapos homoknál pedig oly csekély, hogy a különböző eljárással kapott görbéket külön-külön nem lehetett kirajzolni, csak a burkológörbét.

Mindezek alapján megállapítható, hogy *valamennyi módszer csak többé-kevésbé viszonylagos eredményt ad, amely csak az adott diszpergálási mód, diszpergálószer és elemzési mód mellett érvényes.* Durvaszemcsézett anyagoknak szítással való vizsgálata egyértelmű, jól reprodukálható eredményt ad. Finomabb, homokszem nagyságú anyagoknál, különösen ha 0,1 mm-nél kisebb szemcséket jelentékeny mennyiségben tartalmaznak, az eredmény a szítási módjától (száraz vagy nedves) és a szítási időtartamától függ, ami az eredményekbe némi bizonytalanságot visz.



9. ábra. Összehasonlító elemzések eredményei. A: Fekete, erősen humuszos agyag, B: kékesszürke agyag, C: kékesszürke agyagos iszap, D: világossárga lösz, E: kékesszürke iszapos homok

Oly finom anyagoknál pedig, amelyeknek vizsgálata csak ülepítéssel lehetséges, az eredmények nagy mértékben függenek az elemzésnél követett eljárástól. Vagyis a *finomabb szemcsézett anyagok felé haladól a szemcseösszetételi adatok viszonylagossága erősödik.*

4. Az egyes módszerek kritikája

A szemcseösszetételi elemzési módszer megválasztását legdöntőbben a vizsgálandó anyag szemcsefinomsága szabja meg. Arról, hogy a főbb módszertípusok milyen szem nagyságközben használhatók, már megemlékeztünk (4. ábra). Az egyes főbb módszerek használhatóságára vonatkozó adatokat a mellékelt táblázat foglalja össze (II. sz. táblázat). Itt a következő főbb szempontokat kell figyelembe venni.

- a) A mérési módszer annál előnyösebb, mennél egyszerűbb, olcsóbb felszerelést igényel.
- b) A kísérlet elvégzéséhez mennél kisebb gyakoriottság, közügyesség szükséges.
- c) A mérés mennél rövidebb idő alatt végezhető el.
- d) Előnyös, ha a módszer tömeges vizsgálathoz alkalmas.
- e) A módszer mennél tágabb szem nagyságtartományban legyen használható.
- f) Az azonos módszerrel végzett mérések eltérése csekély legyen (reprodukálhatóság).
- g) Az ülepítő módszereknek lehetőleg kis szuszpenzió töménységet lehessen használni, mert a nagyobb töménység elősegíti a koagulációt.

11. táblázat

Használat szempontjából jellemző saját-ságok	S Z E M C S E Ő S S Z E T É T E L I E L E M Z É S I M Ó D S Z E R E K							
	Szita — elemzés		Mércshengeres módszer	Pipettás rendszer	Áramlásos iszapolókészülék	Üledéksúlymérő módszerek (Sven, Odén, Vendel)	Fajsúlymérő módszerek	
	Száraz módszer	Nedves módszer					Wiegner-féle	Areométercs módszer
A méréshez szükséges felszerelés (az elő-készítéshez szükséges felszerelés nélkül)	Sztasorozat, taramérleg, szárítószekrény		Mércshenger (pl. Atterberg henger) taramérleg, szárítószekrény, vízfürdő	Köhn-féle v. Andreasen-féle készülék, üle-pítődény, becsiszolt fedős mérőedények, analitikai mérleg, szá-rítószekrény	Kopeczky-féle v. más rendszerű készülék, víztartály, taramérleg, szárítószekrény	Különleges, analitikai mérleghez hasonló mér-leg, v. precíziós rugós mérleg	Wiegner-készülék, taramérleg	1000 ml-es üle-pítő-henger, areométer, taramérleg
A kísérletezővel szemben támasztott gya-korlottsági, kényelmi igényy	Csekély		Csekély	Nagy	Közepes	Közepes	Közepes	Igen nagy
A mérés időigényessége (1 minta vizsgálatá-nak időtartama	20—40 perc	Szárítással 2—3 óra	Több hét	Kb. 1 nap	Néhány óra, szárítással kb. fél nap	Kb. 1 nap	Kb. 1 nap	Kb. 1 nap
Kiértékelés, számítások időigénye	Csekély	Csekély	Csekély	Közepes	Igen csekély	Nagy	Nagy	Nagy
Párhuzamos (sorozat) — vizsgálatokhoz való alkalmasság	Kevésbé alkalmas		Közepesen alkalmas	Igen alkalmas	Kevésbé alkalmas	Kevésbé alkalmas	Alkalmas	Igen alkalmas
A méréshez szükséges vízmennyiség	Semmi	Sok	Sok	Kevés	Igen sok	Kevés	Kevés	Kevés
A méréssel meghatározható szemcsék átmérője, mm	legkisebb		0,05	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
	legnagyobb ..		—	0,05	2,0	0,05	0,05	0,05
Reprodukálhatóság	Igen jó		Igen jó	Jó	Közepes	Jó	Jó	Jó
Szükséges szuszpenzió töménység	—		5—10 g/lit.	20 g/lit.	20 g/lit.	5 g/lit.	50 g/lit.	50—100 g/lit.
Koaguláció lehetősége	—		Csekély	Jelentékeny	Csekély	Nagy	Jelentékeny	Nagy
A módszer egyéb előnyei	A szemmagyság-osztályokat kinyerjük, ezek külön-külön tanulmányozhatók				A szemmagyság-osztá-lyok külön-külön ta-nulmányozhatók	Nagymértékű automa-tizálás lehetősége		
			Diszpergálószert hasz-nálata megelőzhető, v. NH ₄ OH használható, mely beszárításkor el-illan					
A módszer egyéb hátrányai, hibaforrásai .			Atterberg-henger ki-folyója körül örvénylés keletkezik, a leülepe-dett anyag felkavarod-hat		A készüléktípusoktól függően kisebb-nagyobb mértékű örvénylő víz-mozgás az üle-pítő edé-nyekben			Agyagos mintáknál kezdéskor az areo-méterre anyag üle-pedik. Areométer függőleges és forgó mozgása a leolvasást megnehezíti. A vízüveg-stabili-zátor az üvegesz-közetet megtámadja

FELHASZNÁLT IRODALOM

a) Tanulmányok

- (1) Casagrande, A.: Die Aräometer-Methode ect. Berlin, 1934.
- (2) Correns, C. W., Schott, W.: Über d. Einfluss des Trockens auf die Kornverteilung v. Tonen. Koll. Ztsch. 65. 1933.
- (3) Földvári A.: Agyagok iszapolása stb. Mat. és Term. Tud. Ért., LIV. 1936.
- (4) Makarova, A. F., Platova, E. N.: A mechanikai talajelemzés pipettás és arcométeres módszerének összehasonlító tanulm. Pocsvovegyenyeje, 1953. 6. sz.
- (5) Miháلتz I.: Homokszemmagyság helyszíni meghatározása. Föld. Közl. LXXXII., 1952.
- (6) Miháلتz I.: Különböző fajsúlyú ásványokból álló kőzetek iszapolásáról. Földt. Közl. LXVII., 1938.
- (7) Minc, D. M.: A részecskék szorított sebessége folyadékokban. Hidrotechn. Sztróit. 1950.
- (8) Möhl, H., Lange, B.: Ber. dtsch. Keram. Ges. Bd. 10. 1929.
- (9) Keller, W. D., Foley, R.: Missouri river sediment etc. J. of Sedim. Petr. V. 19, 1949.
- (10) Nemececz B.: Halloysit Gyöngyösesorsziból. Földt. Közl. LXXXIII., 1953.
- (11) Odén, Sven: Eine neue Meth. z. mechanischen Bodenanal. Int. Mitt. f. Bodenk. 5—6. 1915.
- (12) Szabó P.: Új szítasorozat eszköz. Földt. Közl. LXXXIV., 1954.
- (13) Sztróka K.: Diszperzitásfok-változások vulkáni tufák iszapolásánál. Mat. és Term. Tud. Ért. LV. 1937.

- (14) Tchillingarian, G.: Possible utilization of electrophoretic phenom. etc. J. of Sedim. Petr. V. 2. 1952.
- (15) Tchillingarian G.: Study of the dispersing agents. J. of Sedim. Petr. V. 22.
- (16) Telle, O.: Porok szemcseméretének vizsg. fényelektromos úton. Tonindustrie Ztg. Bd. 76. 1952
- (17) Ungár T.: Szítasorozatatos terepszeköz. Földt. Közl. LXXXIII., 1953.
- (18) Ungár T., V. Csuri I.: Nátriummetaszilikát-stabilizátor használata stb. Hidr. Közl. 34. évf.
- (19) Vajna, I.: Mezőgazd. kut. 2. k. 1929.
- (20) Vendl A., Takáts T., Földvári A.: A budapest-környéki löszről. Mat. és Term. Tud. ért. LII., 1935.
- (21) Vendl M.: Egy új iszapolókészülék. Mat. és Term. tud. Ért. LI. 1934.

b) Kézikönyvek

- (22) Ballanegger R., Mados L.: Talajvizsg. módszerkönyv. Budapest, 1944.
- (23) Figurovskij, N. A.: Szedimentometrieszkij anali. Moszkva—Leninigrád, 1948.
- (24) Gessner, H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig. 1931.
- (25) Lipinski, F.: Das keram. Labor., Halle, 1949.
- (26) Keil, K.: Ingenieurgeol. u. Geotechnik. Halle, 1951.
- (27) Niggli P.: Gesteine u. Mineralgerst., Basel, 1948.
- (28) Papp F., Kertész P., Meisl I.: Kőzethatározó, Bp., 1953.
- (29) Vendl M.: Kőzet-, szén- és ércmeghatározó módszerek. Sopron, 1953.

Feszültségenyhülés az üvegben*

APÁTI ATTILA

Az üvegben gyors, illetve egyenlőtlen hűlés következtében maradandó feszültségek keletkeznek. Ezen feszültségek magasabb hőmérsékleteken lejátszódó enyhülési folyamatának pontosabb ismerete úgy elméleti, mint gyakorlati szempontból fontos. Elméleti szempontból a feszültségkiegyenlítődéssel lefolyásának ismerete közelebbi bepillantást enged az üvegnek a transzformációs zónában lejátszódó, ma még nagyobbára ismeretlen, a belső szerkezetet módosító változásaiba; míg gyakorlati szempontból útmutatást ad a hűtésre. Segítségével megállapítható — a hűtendő üveg-tárgy geometriai méreteit és formáját figyelembe véve — a hűtési idő; az adott esetben optimális hűtési folyamatot tűzve ki célul.

A feszültségenyhülés elméleti

Tekintsük át először a feszültségenyhülés-sel foglalkozó különböző elméleteket, melyekkel a szakirodalomban találkozhatunk.

A legegyszerűbb összefüggést, melyet eredetileg Maxwell vezetett le, a következő képlet adja meg:

$$f = f_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

ebben az egyenletben:

$$\tau = \frac{2\eta}{c}$$

* A Magyar Tudományos Akadémia ösztöndíjas pályázatára beküldött dolgozat

ahol τ az ún. relaxációs idő, η a viszkozitási együttható és C állandó.

Az (1) egyenlet a feszültségkiegyenlítődéssel Maxwell féle klasszikus kifejezése, mellyel a szakirodalomban gyakran találkozhatunk. (Irodalom: 1: 110. old.; 2: 200. old.; 3: 69. old.). Ezen képlet szerint a feszültség az időben exponenciálisan csökkenne. A valóságban azonban a tényleges mérések eredményei a fenti összefüggést nem igazolják.

A feszültség csökkenésére vonatkozólag Adams és Williamson végeztek méréseket. Mérési eredményeik alapján a következő tapasztalati összefüggést állapították meg (a képletben szereplő t idő alatt a kezdeti f_0 feszültség f értékre csökken):

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f_0} = A \cdot t \quad (2)$$

Ez a csupán tapasztalati úton felírt egyenlet az Adams—Williamson-féle összefüggés, melyet a szakirodalom általában a feszültségkiegyenlítődéssel leg-jobban leíró egyenletként fogad el. (1: 111. old.; 2: 201. old.; 3: 69. old.; 4: 21. old.).

Az egyenletben az A együttható a hőmérséklet függvénye:

$$\log A = M_1 T - M_2 \quad (3)$$

ahol T a hőmérséklet $^{\circ}\text{C}$ -ban, M_1 és M_2 állandó.

A (2) egyenlet még másképp is írható. Ha ugyanis az üvegben egyirányú feszültségállapot van, (tehát tiszta húzás, vagy nyomás), akkor

a következő összefüggés írható fel a feszültség, valamint a feszültségokozta kettőtörés következtében előálló fényfáziskésleltetés (retardáció) között:

$$R = c \cdot p \cdot d \quad (4)$$

ahol az R a polaroszkópon megfigyelhető retardáció ($m\mu$)-ban, p a feszültség (kg/cm^2)-ben, d az üveg vastagsága (cm)-ben, c pedig minden üvegre nézve más és más értékű, jellemző anyagi konstans. (Brewster-koefficiens).

A feszültségoptikai hatás tehát arányos az azt létrehozó feszültséggel. Így a (2) egyenletbe a feszültség helyett a retardációt is beírhatjuk:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = K \cdot t \quad (5)$$

ahol R_0 a kezdeti, R pedig a t idő múlva megfigyelhető retardáció.

Ha a retardáció reciprokát Z -vel jelöljük:

$$Z - Z_0 = K \cdot t \quad (6)$$

$$Z = K \cdot t + Z_0 \quad (7)$$

Ha tehát az idő függvényében a mindenkorai retardáció reciprok értékeit mérjük fel, akkor egy egyenest kell kapnunk. Az egyenes hajlásszögét a K konstans határozza meg, mely a hőmérséklettől függ. Az egyenes a függőleges tengelyt a vízszintes tengely felett a kezdeti R_0 retardáció reciprok értékénél Z_0 -nál metszi.

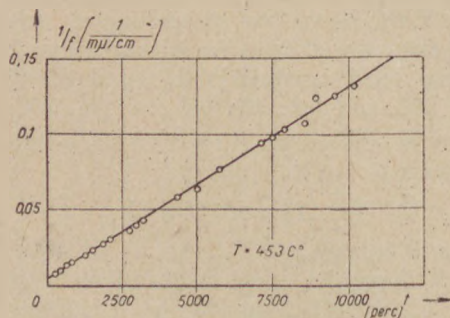
Az 1. ábra Lillie mérései nyomán egy szódamész (Na-Ca-szilikát) üvegben mutatja a feszültség, illetve a retardáció csökkenését az idő függvényében, $453^\circ C$ állandó hőmérséklet mellett. Az ábra szerint a mérések teljes időtartama 10 000 perc, azaz kb. 166 óra. Az egységnyi úthosszra eső retardáció értékének reciproka s az idő közötti összefüggés valóban lineáris, a (7) egyenletnek megfelelően (2: 201. old.: 6: 180. old.).

Ha a kezdeti R_0 retardáció értéke igen nagy a t idő után megfigyelhető R retardációhoz képest, akkor $1/R_0$ értéke közel nulla, vagyis elhanyagolható $1/R$ mellett. Ez esetben az (5) egyenlet így írható:

$$\frac{1}{R} = K \cdot t \quad (8)$$

$$R \cdot t = K' \quad (9)$$

vagyis állandó hőmérséklet mellett a kapott végső feszültség (illetve retardáció) s az elérésére szükséges idő szorzata állandó.



1. ábra

Felmerül a kérdés, hogy a feszültségkiegyenlítődsre elméletileg levezetett Maxwell-féle egyenlet miért nem egyezik a mérési eredmények alapján nyerhető — tisztán tapasztalati úton kapott — Adams Williamson-féle egyenlettel.

A szakirodalomban ezt általánosan azzal magyarázzák, hogy a Maxwell-egyenlet levezetésénél tett feltevés — miszerint a viszkozitás nem függ az időtől — a valóságban nem áll fenn, mivel Lillie mérései szerint a viszkozitás nem csak a hőmérsékletnek, hanem az időnek is függvénye. (3: 70. old.; 4: 22. old.; 5: 225. old.; 7.)

Ennek alapján az (1) egyenletet a következőképpen kellene felírni:

$$\frac{f}{f_0} = e^{-K \int \frac{dt}{\eta}} \quad (10)$$

ahol

$$\eta = f(t, T) \quad (11)$$

Összefoglalva a feszültségenyhüléssel foglalkozó szakirodalmat:

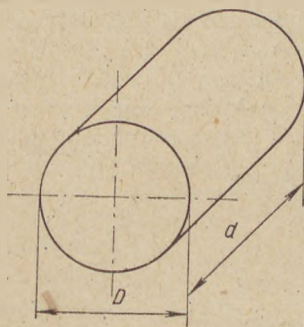
A feszültségenyhülés folyamatára elméleti úton levezethető egy exponenciális összefüggés, melyet azonban a gyakorlati mérések nem igazolnak. Az Adams—Williamson-féle formula tapasztalati úton lett megadva. Ez a kifejezés az, amelyet a szakirodalomban általában úgy fogadnak el, mint amely a valóságos viszonyokat hűen leírja. A következő vizsgálatok és mérések célja az üvegben lejátszódó feszültség kiegyenlítőds pontos lefolyásának közelebbi megismerése, valamint az Adams—Williamson-féle formula kritika alá vonása: leírja-e hűen a valóságos viszonyokat s ha nem, milyen határok között vehetjük elfogadhatónak.

A vizsgálatok leírása

A mérésekhez a próbadarabok elkészítése oly módon történik, hogy az üveget lángban megolvastjuk, majd belőle kb. 6–8 mm. átmérőjű rudat húzunk. Még mielőtt az üveg megdermedne a rudat állandó és egyenletes forgatás közben a felületére irányított erős levegősugárral lehűtjük, mikor is az üvegrúdban nagy értékű feszültségek keletkeznek. Ezután a feszültséges üvegrudat vékony gumikő segítségével kb. 4–5 mm hosszú darabokra vágjuk s kiválasztjuk közülük a vizsgálathoz megfelelő, szabályos feszültségképet mutató darabokat. A D átmérőjű és d vastagságú (1. 2. ábra) feszültséges üveghengert ezután egy kis elektromos fűtésű kályhába tesszük, majd a kályhával együtt egy optikai feszültségvizsgáló berendezésre (polaroszkópra) helyezzük úgy, hogy a henger hossz tengelye párhuzamos legyen a polarizált fény irányával. Ily módon a feszültségeket, illetve azok változását felvehetjük a hőmérséklet, vagy az idő függvényében. A mintában az erőteljes hűtés következtében igen tekintélyes nagyságú ($1000 kg/cm^2$ érték körüli) maximális feszültségek keletkeznek. Ez kb. $3000\text{--}4000 m\mu/cm$ -nek felel meg, ami egy kb.

5 mm vastag mintánál 1500–2000 $m\mu$ retardációt jelent. Mivel ekkora retardációérték már harmad- és negyedrendű színeknek felel meg, a méréseket monochromatikus (zöld színű: $\lambda = 550 m\mu$) fény segítségével végeztem.

Monochromatikus fénnel megvilágítva a mintában koncentrikus világos és sötét gyűrűk figyelhetők meg. A minta középpontja sötét: itt a retardáció zérus. Fehér fényben koncentrikus, színes gyűrűk figyelhetők meg. A retardáció a széleken maximális s a sugár mentén parabolikusan változik; 1. a 3. ábrán az $R = f(r)$ görbét, mely a főfeszültségek különbségével arányos. Ezen görbe, valamint az egyensúly differenciálegyenletének segítségével a főfeszültségek számszerűen meghatározhatók. Az elvégzett számítások szerint a tangenciális feszültség a kerületen maximális és nyomást ad, míg a rúd közepén húzásba megy át. A radiális feszültség a kerület mentén

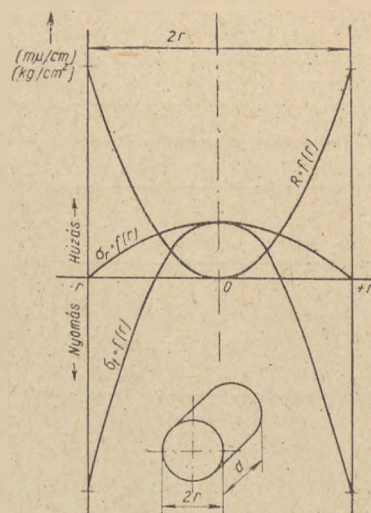


2. ábra

zérus, a kerülettől befelé mindenütt húzófeszültség s a középpontban éri el maximális értékét, ahol a tangenciális feszültséggel azonos értékű („izotropikus pont”). A radiális feszültségek sugármenti eloszlását a 3. ábrában a $\sigma_r = f(r)$ görbe a tangenciális feszültségeket a $\sigma_t = f(r)$ görbe tünteti fel. A további vizsgálatok folyamán a feszültségeket mindig a kerület mentén mértem. Mivel a fotoelasztikus vizsgálatoknál a retardáció a feszültségek különbségével arányos, a kerület mentén pedig a radiális feszültség zérus, következik, hogy a mérések a maximális tangenciális feszültséget szolgáltatják (ezen érték a következőkben P -vel jelölve.)

Bár nem tartozik a feszültségenyhülési jelenség szorosan vett témakörébe, mégis itt említendő meg egy, a mérések folyamán előfordult érdekes eset. A minták — melyekben maximálisan 1000–1200 kg/cm^2 nagyságú feszültségek is voltak — törés nélkül bírták az elkészítésük utáni néhány napig tartó tárolást, valamint a vizsgálat folyamán bekövetkező hőkezelést. Ennek magyarázata az, hogy a külső, sérüléseknek kitett felületeken csak nyomófeszültség keletkezett. Húzófeszültség csak a belső sértetlen részeket veszi igénybe.

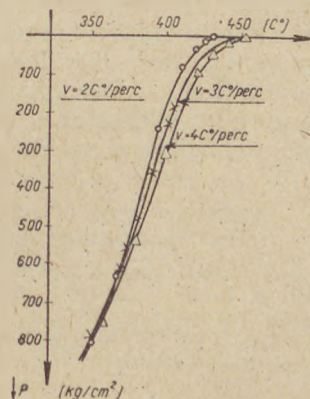
Egy próbadarabban azonban, melynek átmérője $D = 6,5$ mm volt s a kerületen $P = 990$ kg/cm^2 értékű tangenciális feszültséget lehetett mérni, a középponttól kb. $r = 1$ mm távolságban egy kb. 0,3 mm átmérőjű buborék volt megfigyelhető. A minta azután a vizsgálat folyamán,



3. ábra

felfűtés közben elrepedt. (Felfűtés közben, az üveg rossz hővezetőképessége miatt, a minta külső részei kissé magasabb hőmérsékletűek, mint a belseje. Ez a meglevő feszültségeket kis mértékben emeli.)

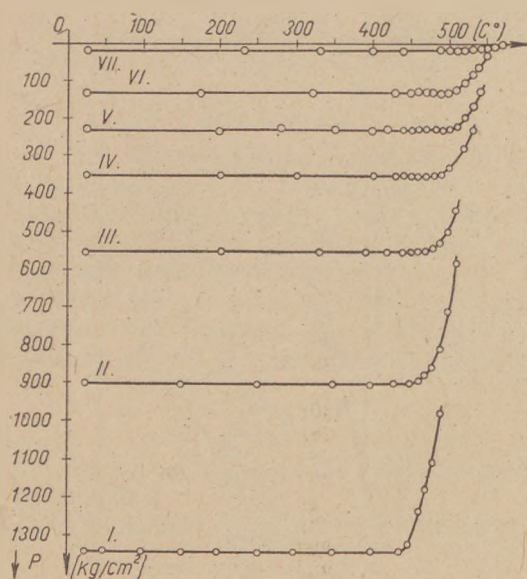
A repedés felületének képéről meg lehetett állapítani, hogy a repedés a buboréktól indult ki. A feszültségeloszlás alapján számítva a buboréknál $\sigma_r = 292$ kg/cm^2 radiális húzófeszültség keletkezhetett. Feltehető azonban, hogy a buborék egyúttal a szabályos feszültségeloszlást is megzavarta s feszültséggyűjtő helyként hatott. — Ebből is látható, hogy mennyire lényeges, hogy feszültséges („edzett”) üvegtárgyakban a húzófeszültségnek kitett helyeken semmiféle sérülés, anyaghiány, vagy inhomogenitás ne forduljon elő.



4. ábra

Mérési eredmények

Ha egy feszültséges üveg hőmérsékletét meghatározott sebességgel emeljük, a feszültségek kiegyenlítődése annál alacsonyabb hőfokon fog lefolyni, illetve befejeződni, minél lassabban történik a felmelegítés. Jellemző példát mutat a 4. ábra, mely egy lágy ólomüvegben mutatja a feszültségek kiegyenlítődéset 2, 3, 4 $^{\circ}C/perc$ hőfokemelkedési sebesség mellett (szobahőfokon a feszültségek közel azonosak voltak).

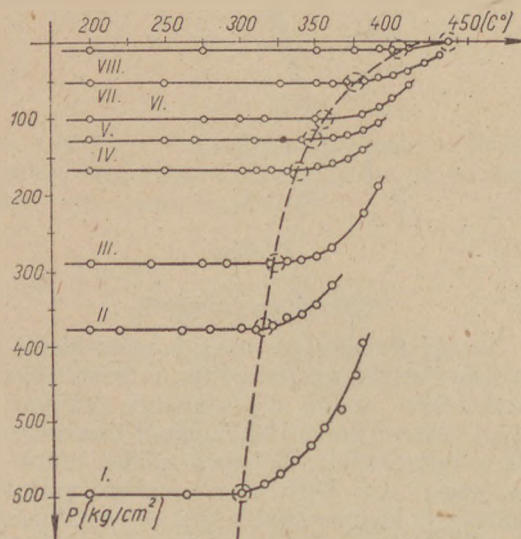


5. ábra

Mint a görbékbl is látható, kisebb hőfok-emelkedési sebesség mellett a feszültségenyhülés folyamata gyorsabbá válik. Ez magától értetődő, ha figyelembe vesszük, hogy a jelenség lefolyásánál nemcsak a hőmérsékletnek van szerepe, hanem az időtartamnak is. Jellemző a görbéknél az igen kis feszültségértékek mellett megfigyelhető elhajlás, melyről a későbbiekben még szó lesz.

Az 5. ábra egy, hőtágulás szempontjából a wolframhoz jól illeszkedő kemény ólomüvegen (Osram V 362.) végzett mérések eredményeit tünteti fel. Az ábrán szereplő görbék közül először az I. görbét vettem fel. Az üvegben szobahőfokon 1340 kg/cm^2 feszültség volt mérhető.

Ez a feszültségérték állandó maradt 440°C -ig. 450°C felett a feszültség rohamosan csökkenni kezdett. Mikor 490°C -on a feszültség lecsökkent 975 kg/cm^2 értékre, a kályhát kikapcsoltuk. Lehűlés után az üvegben 900 kg/cm^2 feszültség volt mérhető. Ismét felmelegítve a II. görbe, majd

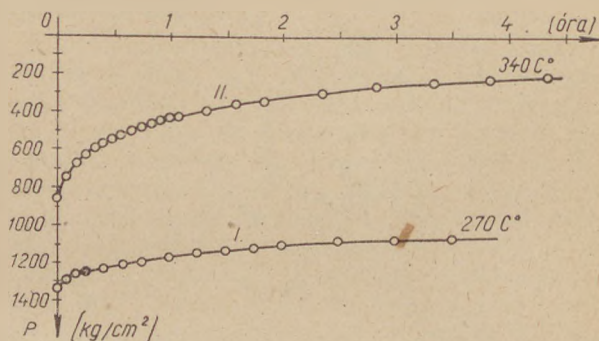


6. ábra

teljesen hasonló módon a III., IV., V., VI., és VII. görbe adódott. A hőmérséklet emelésének sebessége a feszültség állandó értékű ideje alatt kb. $3-5^\circ\text{C}/\text{perc}$, a feszültségenyhülés megindulása után minden esetben $2^\circ\text{C}/\text{perc}$ értékű volt.

A 6. ábrán hasonló mérések eredményeit láthatjuk, melyeket rézköpenyhuzalhoz illeszkedő (M 32 jelű) lágy ólomüvegen vettem fel. Minden görbénél egy kör jelöli azt a zónát, amelyben a feszültségenyhülés megkezdődött, vagyis ahol a görbék megtörnek. A köröket egy parabolikus görbével lehet összekötni (szaggatott vonallal ábrázolva). Erről a későbbiekben még szintén szó lesz.

A 7. ábra egy lágy ólomüvegen konstans hőmérséklet mellett lejátszódó feszültségenyhülési folyamat lefolyását mutatja. Az I. görbénél 270°C , a II. görbénél 340°C volt a hőmérséklet. Konstans hőfokon a feszültségek reciprokait az idő függvényében a 8. ábra mutatja. Mint a feszültségkiegyenlítő elméleténél láttuk, az



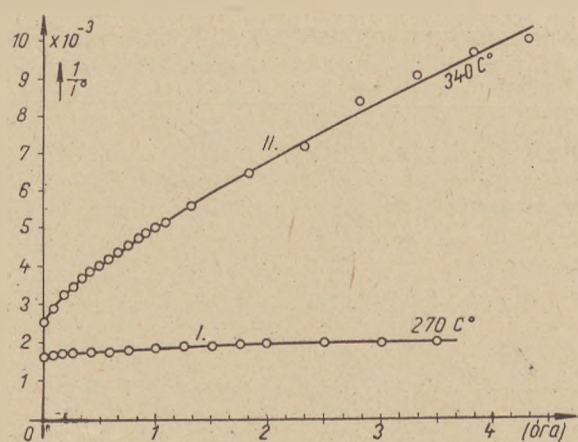
7. ábra

Adams—Williamson-féle összefüggés szerint a feszültség reciproka és az idő között az összefüggés lineáris. Mint a 8. ábrán látható, az összefüggés az I. görbénél valóban csaknem teljesen lineáris, azonban a II. görbe az egyenestől már jelentősen eltér.

A 9. ábra lágy ólomüvegen felvett három görbét mutat. A felvételek egy és ugyanazon mintadarabon készültek; a mintát minden egyes felvétel után szobahőfokra hűtöttem le. A feszültségenyhülést mindhárom esetben 340°C -nál vizsgáltam. A három görbe egymás mögé helyezve egy törésnélküli, folytatódó görbét ad. A reciprok feszültségértékeket az idő függvényében a 10. ábra tünteti fel. A III. görbe teljesen egyenes, a II. görbe közel egyenes, míg az I. görbe — különösen a kezdeténél — az egyenestől erősen eltérő. A három görbe egymás folytatásában elhelyezve, szintén törés nélküli, folyamatos görbét ad.

Ezután különböző üvegeken végeztem sorozatos méréseket, különböző állandó hőmérsékleti értékek mellett.

Elsőnek a lágy üvegek közül az elektroncsőgyártásban használt, a krómvasötvözethez jól illeszkedő (M 28 jelű) üveg került sorra. Mivel az eddigi mérések arra mutattak, hogy a reciprok feszültségértékek az idő függvényében a lineáris



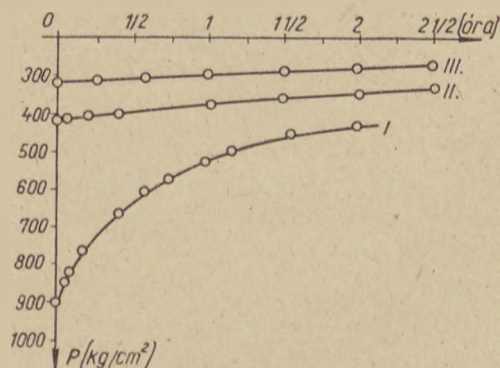
8. ábra

összefüggéstől kezdetben kisebb-nagyobb mértékben eltérnek, s azonkívül feltehető, hogy ezt a jelenséget az idő és a hőmérséklet együttesen befolyásolják, azért a következő méréseknél a kályhába helyezett minta hőfokát — az eddigi méréseknél alkalmazott 3–4 C°/perc hőfokemelési sebesség helyett — aránylag gyorsan, kb. 10–15 C°/perc sebességgel emeltem mindaddig, míg az el nem érte a kívánt mérési hőfokot. Ezt elérve állandó hőmérsékleten állapítottam meg a feszültségeket az idő függvényében. A 300 C°-nál nyert értékeket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

Idő	t°	P (kg/cm ²)	$1/P \times 10^3$
0'	333	755	1,325
5'	323	733	1,365
10'	315	715	1,40
15'	309	701	1,43
25'	305	692	1,445
45'	299	678	1,475
1h05'	293	665	1,505
1h40'	281	637	1,57
2h15'	273	620	1,615
2h45'	266	604	1,66
3h30'	258	585	1,71

Az első oszlop a 300 C° hőmérséklet elérése utáni időt tünteti fel. A második oszlopban a feszültségméréshez használt kompenzátoron leolvasott skálaértékek szerepelnek. Ezután a számított feszültségértékek következnek; végül az



9. ábra

utolsó oszlopban a feszültségek reciprokainak 10³-szoros értékei vannak feltüntetve. Az eredményeket a 11. ábra I. görbéje ábrázolja.

A következő mérés ugyanezen üvegen 325 C°-on történt. Az eredményeket numerikusan a 2. táblázat, grafikusán a 11. ábra II. görbéje ábrázolja.

2. táblázat

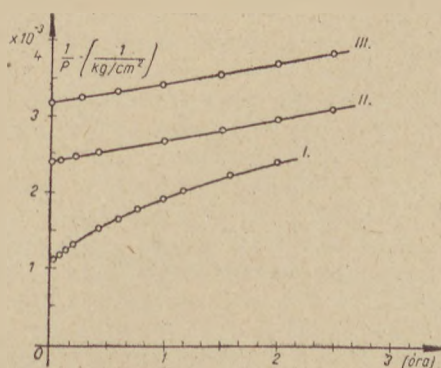
Idő	t°	P (kg/cm ²)	$1/P \times 10^3$
0'	362	890	1,124
10'	337	828	1,208
20'	317	778	1,285
30'	306	751	1,331
50'	289	710	1,409
1h	284	698	1,432
1h30'	263	646	1,548
2h	249	612	1,632
2h30'	236	580	1,725
3h	223	548	1,825
4h	204	502	1,992
5h	191	470	2,128

A 3. táblázat, valamint a 11. ábra III. görbéje a 350 C°-nál nyert eredményeket adja.

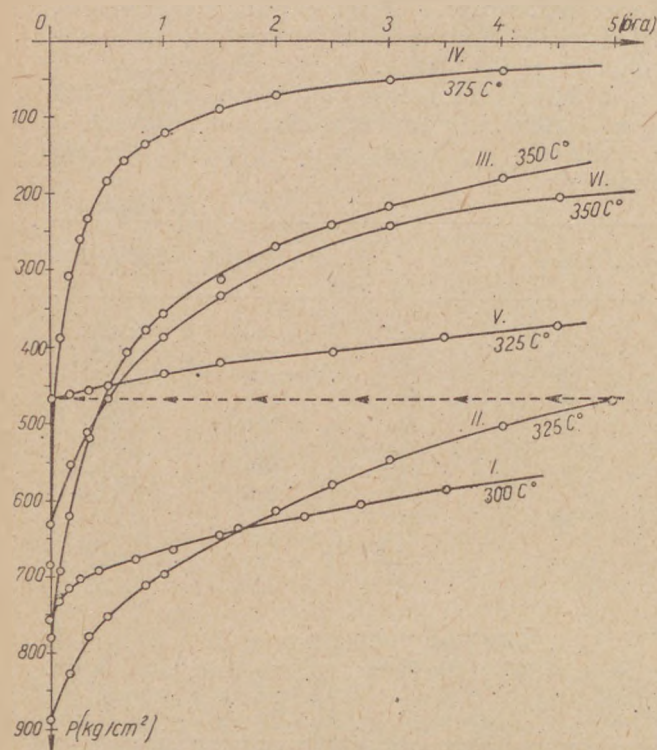
3. táblázat

Idő	t°	P (kg/cm ²)	$1/P \times 10^3$
0'	256	781	1,28
10'	203	620	1,611
20'	170	519	1,928
30'	148	452	2,21
40'	134	409	2,445
50'	124	379	2,64
1h	117	358	2,80
1h30'	102,5	313	3,195
2h	88	269	3,72
2h30'	79	241	4,15
3h	71	217	4,61
4h	59	180	5,55

A következő mérés 375 C°-on történt. Mivel ezen a hőfokon már viszonylag gyors a feszültségenyhülés folyamata s félő, hogy a kályha felfűtése folyamán a mintában a feszültségek már a mérés kezdetére nagyon lecsökkennek, ezért ennél a mérésnél a mintát az előzetesen már üresen 375 C°-ra felfűtött kályhába helyeztem, majd a behelyezés után számított 3 perc múlva kezdtem a mérést. (A 3 perc alatt a minta felvette a kályha hőmérsékletét.)



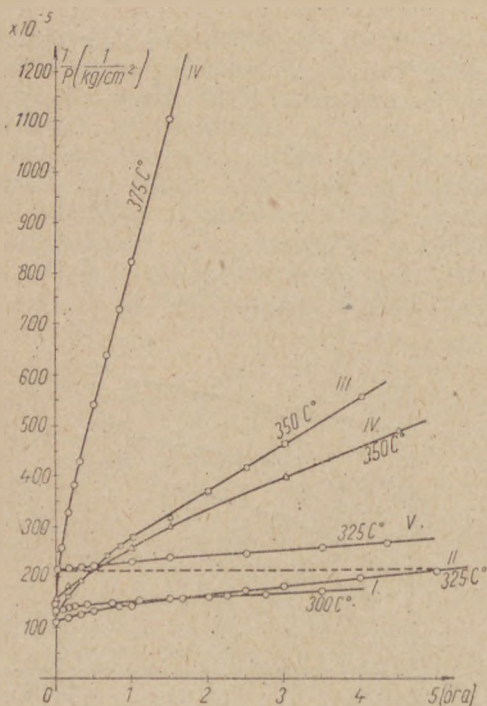
10. ábra



11. ábra

Az eredményeket a 4. táblázat, illetve a 11. ábra IV. görbéje tünteti fel.

A fentiekén kívül az M 28 üvegen még két mérést végeztem, melyek eredményeit csupán grafikusán tünteti fel a 11. ábra. Az V. görbét 325 C°-on ugyanazon mintán vettem fel, amely egyszer már átment egy mérésen, ugyancsak 325 C°-nál. Jól látható, hogy az V. görbe a II. görbe folytatásának tekinthető.

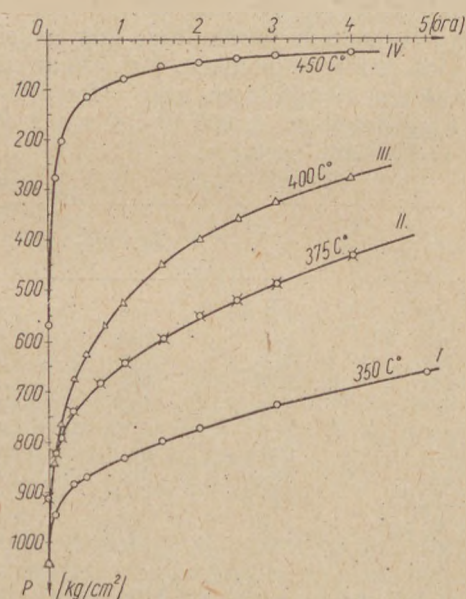


12. ábra

4. táblázat

Idő	t	P (kg/cm ²)	$1/P \times 10^3$
0'	335	081	1,47
5'	191	389	2,57
10'	150	306	3,27
15'	128	261	3,83
20'	115	234	4,275
30'	91	185	5,4
40'	77	157	6,37
50'	67,5	137,5	7,27
1h	60	122	8,2
1h30'	44,5	90,5	11,05
2h	36	73,2	13,65
3h	25,5	52	19,21
4h	20	40,7	24,0

A VI. görbét 350 C°-nál vettem fel ugyanazon a mintán, amelyen az I. görbével jelzett mérést már egyszer 300 C°-on elvégeztem. Feltűnő, hogy a feszültségenyhülés folyamata a VI. görbénél — különösen a görbe kezdeténél — sokkal lassúbb, mint az ugyancsak 350 C°-nál felvett III. görbénél.



13. ábra

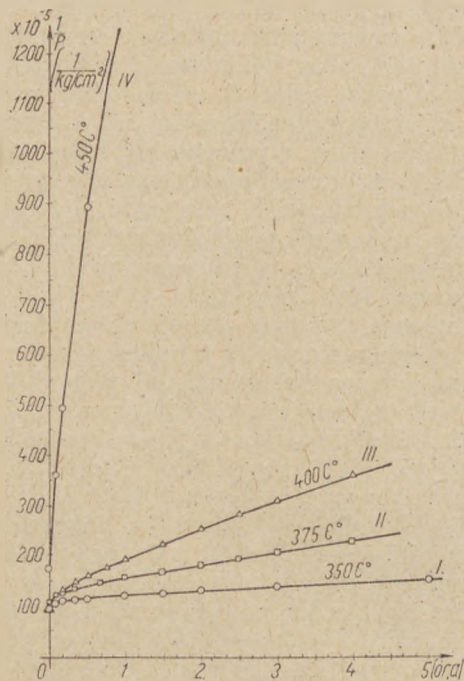
A 12. ábra az előbbi táblázatok utolsó oszlopában feltüntetett reciprok feszültségértékeket tünteti fel az idő függvényében: az I. görbe 300 C°-nál, a II. görbe 325 C°-nál, a III. 350 C°-nál, a IV. 375 C°-nál. Az V. görbe a II. görbe folytatásának tekinthető; azonkívül itt még feltűnőbb, hogy a IV. görbe kevésbé meredek, mint a III. görbe.

A következő mérések magnézia-ballon üvegen készültek. A mérési eredményeket grafikusán adja meg a 13. ábra. Az első mérés 350 C°-nál történt. A II. görbe a 375 C°-nál nyert eredményeket adja, míg a III. görbe a 400 C°-nál, a IV. görbe pedig a 450 C°-ra vonatkozik.

A feszültségértékek reciprokait az idő függvényében a 14. ábra mutatja. I. görbe: 350 C°, II. görbe: 375 C°, III. görbe: 400 C°, IV. görbe:

450 C°-nál). A mérések kezdetén itt is jól megfigyelhető a kezdeti, erősebb mértékű görbülés.

A kemény üvegek közül az alacsony hőtágulású angol C9 szolgált a mérés céljára. Mivel az üveg igen alacsony hőtágulású (hőtágulási együtthatója szobahőfokon mintegy 36×10^{-7}), a szokásos levegőhűtéssel viszonylag csak kis értékű hűlési feszültségeket sikerült a próbatestekben



14. ábra

előidézni. Ezért a kihúzott üvegrudat kihúzás után azonnal — még izzó állapotban — forrásban levő vízbe mártottam. Ily módon sikerült elérni, hogy a szélső rétegben többszáz kg/cm²-es feszültségek keletkezzenek.

Az első mérés 375 C°-nál történt, melynek eredményét a 15. ábra I. görbéje tünteti fel. 400 C°-on két mérés történt, ezek eredményeit a II., illetve III. görbe adja. A IV. görbét 425 C°-nál, míg az V. és VI. görbét 450 C°-nál vettem fel. A feszültségek reciprok értékeit az idő függvényében a 16. ábra tünteti fel: az I. görbe 375 C°-nál, a II. és III. görbe 400 C°-nál, a IV. görbe 425 C°-nál, s végül az V. görbe 450 C°-nál.

A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ALAPJÁN LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK

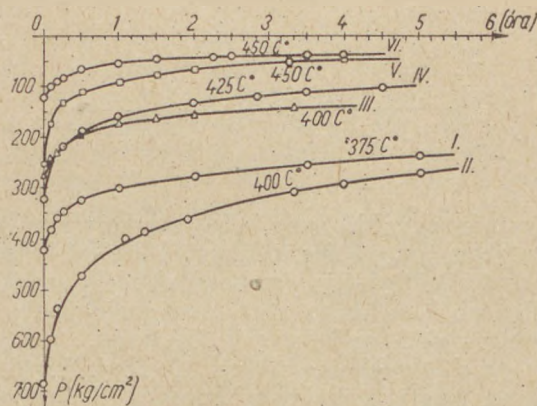
Az előzetes hőkezelés („hőmúlt”) befolyása a feszültségenyhülési görbére

Ila szemügyre vesszük a 9. ábra három görbét, jól látható, hogy a három görbét egymás után helyezve, egyetlen folytatódó görbét kapunk. Ugyancsak egyetlen folytatódó görbét ad a három reciprok feszültséggörbe is (10. ábra). Szembetűnően látszik ez a jelenség a 11. ábra II. és V. görbéin is, (reciprok-feszültséggörbék a 12. ábrán) melyek szintén folyamatos görbét adnak.

A mérési eredmények alapján tehát megállá-

píthatjuk, hogy ugyanazon feszültségenyhülési görbét kapjuk, akár folytatódóan, egyetlen felvétel folyamán mérjük a feszültségeket az idő függvényében, akár pedig úgy járunk el, hogy a felvételt tetszőleges időben (esetleg több ízben is) megszakítjuk, a mintát (a lehető legrövidebb idő alatt) szobahőmérsékletre hűtjük, majd tetszőleges idő múlva hőmérsékletét az adott hőfokra emeljük s a mérési eredményeket az előző mérési eredményeihez folytatódóan hozzárajzoljuk.

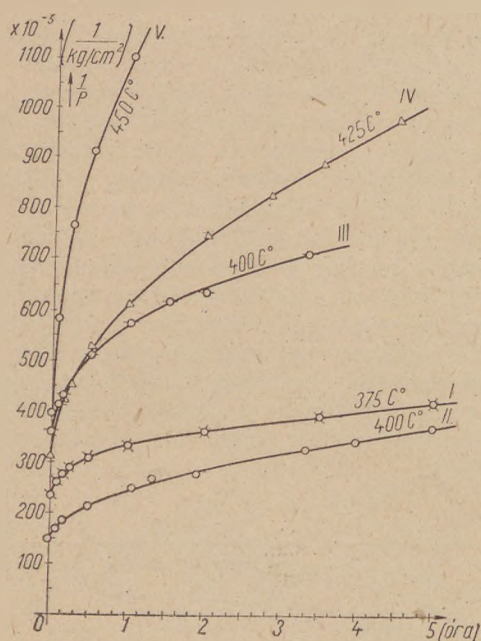
Feltétel természetesen, hogy a megszakítások alkalmával végzett lehűtést, illetve újbóli felmelegítést oly gyorsan kell végezni, hogy közben észrevehető mértékű feszültségenyhülés ne következzen be, mert különben a görbék összerajzolásánál a görbe menetében törés, illetve szakadás lesz észlelhető.



15. ábra

Az Adams—Williamson formula szerint — mint láttuk — a feszültségek reciprok értékeinek az idő függvényében egyenest kellene kelleni. A felrajzolt tényleges mérési eredmények azonban csak kezdeti, erősebb görbület után mennek át egyenesbe. A reciprok feszültséggörbéknél (12., 14., és 16. ábrák) a kezdeti görbület mértéke és időbeli hossza különböző, a hőmérséklettől és az üvegfajtától függően. E kezdeti erősebb görbület azután fokozatosan megy át az egyenesbe, mely némely esetben nem is pontosan egyenes, hanem — bár egyre csökkenőbb mértékben — az egyenestől kissé eltérő. A kezdeti eltérés nagyobb mértékű a C9 üvegnél, jóval kisebb az M 28 jelű ólomüvegnél és a legkevésbé észlelhető a magnézia ballonüvegnél.

Az az előbb említett jelenség, hogy ugyanazon mintán, ugyanazon hőmérséklet mellett végzett ismételt mérés az előző mérési eredményhez csatlakozó folyamatos görbét ad, viszont azonos feszültségű, de különbözőképpen hőkezelt minták nem adnak azonos görbét, arra enged következtetni, hogy a feszültségenyhülés lefolyása nem csupán az üvegfajtától, a hőmérséklettől, valamint az időtől függ, hanem ezeken kívül szerepet játszik az is, hogy a szobánforgó üvegtárgy a mérés előtt volt-e valamilyen (s ha igen, milyen) hőkezelésnek alávetve. Így a feszültségenyhülés lefolyását az üveg „hőmúltja” is befolyásolja. Ez arra látszik mutatni, hogy az üvegben a hőkezelés



16. ábra

folyamán egy bizonyos belső szerkezeti változás is végbemegy, s a feszültségenyhülés lefolyásának menetét befolyásolja az, hogy ebből a szerkezeti változásból mekkora rész ment már végbe egy esetleges előzetes hőkezelés folyamán.

Az előbbieken említett 10. ábrán kívül igen érdekes megfigyeléseket tehetünk a 12. ábra egyes görbéin. Az V. görbe ugyanazon mintán lett felvéve, mint a II. görbe s ugyanazon a hőfokon is. A feltételezett szerkezeti változás (legalább is túlnyomórésztben) már a II. görbe felvételénél lejátszódott s emiatt a kezdeti, erősebb görbülés csupán a II. görbénél látható, míg az V. görbe a kezdeténél is csak a görbe egész hosszában mutatkozó, igen kis mértékű görbültséggel tér el az egyenestől.

Az ugyancsak a 12. ábrán látható I. görbe 300 °C-on, a III. görbe 350 °C-on lett felvéve. Mindkét görbe elején (kb. már az első órában) lejátszódott az uralkodó hőmérsékletnek megfelelő szerkezeti változás. A VI. görbét az I. görbe mintáján vettem fel, de nem 300 °C-on, hanem 350 °C-on. Mivel az első felvétel folyamán már lejátszódott egy bizonyos mértékű (a 300 °C-nak megfelelő) szerkezeti változás, úgy emiatt a VI. görbe kezdetén jól észlelhetően kisebb a kezdeti görbülés, mint az előzetesen hőkezelésnek alá nem vetett III. görbe mintájánál. Viszont kisebb mértékű kezdeti görbülés látható a VI. görbénél is, ami arra mutat, hogy itt is lejátszódott egy bizonyos mértékű szerkezeti változás, amely a 350 és 300 °C hőmérsékletek közötti különbségnek felel meg.

A legújabb időkben a szakirodalomban mind gyakrabban találkozunk azzal a felfogással, hogy a transzformációs zónán átmenés közben az üvegben szerkezeti változások lépnek fel, melyek kihatással vannak az üveg legkülönbözőbb fizikai tulajdonságaira, így többek között a jelenleg tárgyalt feszültségenyhülési folyamatra is.

Így például Migeotte és Vandecapelle egy, a feszültségenyhüléssel foglalkozó tanulmányában (9) megemlíti, hogy a transzformációs zónában a fizikai tulajdonságok változása nemcsak a hőmérséklettől és az időtől függ, hanem az előzetes hőkezeléstől is. Ugyancsak Vandecapelle egy más helyen (10) hangsúlyozza a szerkezeti állapot nagymértékű befolyását a feszültségenyhülésre. T. Moriya (11) szerint a transzformációs tartományban az üveg szerkezete egy egyensúlyi állapot felé tart s ez befolyásolja az egyes fizikai tulajdonságokat, mint pl. az elasztikus utóhatást, vagy a feszültség csökkenését is. A. Winter kiemeli (12), hogy a magasabb hőmérsékletnek megfelelő szerkezeti állapotból az alacsonyabb hőmérsékletnek megfelelő szerkezeti állapotba való átmenet sebessége a hőmérséklet csökkenésével rohamosan csökken s alacsonyabb hőmérsékleten igen hosszú időt igényel.

Érdekes azonban részletesebben foglalkozni Ghering és Preston (13) tanulmányával. A szerzők feszültséges üvegtárcsákon vizsgálták a feszültségek csökkenését különböző, viszonylag alacsony hőmérséklet és hosszú időtartam mellett. Így pl. 10 db. feszültséges üvegtárcsát 200 °C-on tartottak 30 napig. (A normális hűtési hőmérséklet kb. 500 °C volt.) A tárcsákat a hőkezelés folyamán egymástól elválasztották s egyenként kerületük mentén négy pontban alátámasztották. Hőkezelés után minden egyes tárcsát ugyanazon két pontján, mint a hőkezelés előtt megmérték. Táblázatban megadták a hőkezelés előtt és után mért retardációértékeket, amiből látható, hogy a feszültségek észrevehető módon csökkentek. A csökkenés átlagosan 8%, ezen belül egy tárcsánál 3%-ot, míg más tárcsáknál 8–12% csökkenést mértek. Ha ugyanazon tárcsákat ismét 200 °C-on tartották 30 napig, újabb csökkenés nem volt észlelhető. Majd a tárcsákat 3 napig 250 °C-on tartva, átlagosan 3% újabb feszültségcsökkenés volt megfigyelhető.

Ezek az eredmények az előbbieken a 10., illetve a 12. ábra egyes görbéire tett megfigyelésekre emlékeztetnek; miként ott, úgy itt is megállapítható, hogy a rohamos csökkenés már kezdetben lejátszódik, azután pedig a változás sebessége igen erősen lecsökken (esetleg már nem is mérhető értékre) s újabb csökkenés csak akkor észlelhető, ha magasabbra emeljük a hőkezelés hőmérsékletét (mikoris az emelés miatti hőmérsékletkülönbségnek megfelelő szerkezeti változás játszódik le). Egyébként itt a szerzők is szerkezetbeli módosulátváltásra gondolnak a feszültségcsökkenést illetőleg.

Hasonló, viszonylag igen alacsony hőmérsékleteken hajtottam végre méréseket az M 32 jelű lágy ólomüvegen. Az üveg szokásos hűtési hőmérséklete 460–480 °C. A méréshez használt próbadarabban a gyors hűtés után $P = 1200$ kg/cm² feszültséget mértem. A mintát 2 óra hosszáig 200 °C-on tartva, a mérés 1190 kg/cm² feszültséget adott (ez megfelel kb. 0,8% csökkenésnek; azonban meg kell jegyezni, hogy ilyen nagy feszültségérték mellett ily kis mértékű csökkenés pontos mérése nagyon bizonytalan). A mintát

ezután 2,5 óráig 250 °C-on tartva, a csökkenést már határozottabb mértékben lehetett észlelni: 1090 kg/cm² feszültség volt mérhető (kb. 8,5%-os csökkenés). Újbóli 250 °C-on 2 óráig tartó melegítés után a feszültség 1058 kg/cm² értékre csökkent (mintegy 3%-kal). A mérési eredmények itt is a kezdeti rohamosabb csökkenést s ezt követően a feszültségenyhülés lefolyásának meglassúbbodását mutatják.

Állandó terhelés által okozott deformáció a viszkoelasztikus tartományban

Alhozz, hogy a feszültségenyhülés lefolyását részletesebben elemezhesük, előbb a viszkoelasztikus testek állandó terhelés alatti viselkedésével kell foglalkoznunk.

A szakirodalom számos helyén (3: 55. old., 14: 27. old., 9: 15; 16.) találkozunk azon görbékkel, melyek a viszkoelasztikus testek (ilyen pl. az üveg a transzformációs tartományban, de pl. a gumi, vagy egyéb amorf, nagy polimérek is, mint a műgyantaanyagok stb.) állandó terhelés alatti viselkedését írják le.

Állandó terhelés hatására a deformáció az idő függvényében a 17. ábra ABCD szakasza szerint változik. Az AB szakasz az azonnali deformációt mutatja s megfelel a szilárd testeknél ismeretes elasztikus deformációnak, melynek nagysága a feszültségigénybevétel nagyságától s nyírásnál a nyíró-, húzásnál a rugalmassági-(Young) modulustól függ.

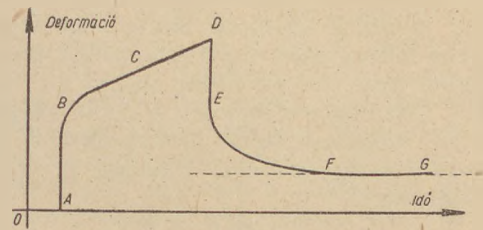
A CD szakasz — mely egy ferde egyenes — a viszkózus folyásnak felel meg. Az egyenes hajlásszögét (a vízszintessel bezárt szög tangensét) a feszültség nagysága és a viszkozitás szabják meg.

Az AB és CD egyenes szakaszok között folyamatos átmenettel a BC görbe szakaszt találjuk. Ez adja a viszkoelasztikus deformációt, mely kezdetben rohamos, később azonban lecsökken és a görbe rész folyamatosan megy át a CD egyenesbe. A viszkoelasztikus deformációnak az időben való lefolyását a legegyszerűbben az

$$f(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (12)$$

egyenlet írja le. Itt t az eltelt időt jelenti, τ pedig az ún. „relaxációs idő“-t, mely megadja, hogy a viszkoelasztikus deformáció mikor érte el végső értékének $\left(1 - \frac{1}{e}\right)$ -ed részét (e a természetes

logaritmus alapja). A BC szakasz az ún. „késleltetett rugalmas deformáció“, mely az üvegben gyakorlatilag csak akkor észlelhető, ha a viszkozitás nagyobb, mint kb. 10^{13} poise. Emellett kisebb viszkozitás esetén a τ relaxációs idő már igen kicsi értékű, míg pl. 10^{16} poise viszkozitásnál Kitajgorodszkij (14: 28. old.) szerint a τ értéke nagyságrendileg kb. 10–40 óra. Meg kell még azt is jegyezni, hogy a (12) egyenlet szerinti egyszerű összefüggés csak akkor érvényes, ha a szóbanforgó anyagban csak egyféle molekuláris mechanizmus okozza a késleltetett rugalmas deformációt. A valóságban azonban a legtöbbször nem ez a helyzet s emiatt a késleltetett rugalmas deformáció lefo-



17. ábra

lyása nem felel meg a (12) összefüggésnek. A szakirodalomban (17) — jobb közelítés céljából — más képleteket is találunk: így pl. a (12) egyenlet helyett a következőt:

$$f(t) = 1 - e^{-\sqrt{\frac{t}{\tau}}} \quad (13)$$

Bár ez az összefüggés a ténylegesen mért kísérleti eredményekkel (a „kezdeti görbülés“ szakaszában, vagyis viszonylag nem túl hosszú ideig tartó méréseknél) elég jól egyezik, mégsem fogadható el olyanakként, mint amely a fizikai jelenséget pontosan leírja. A négyzetgyök bevezetése a hatványkitevőbe teljesen önkényes s fizikailag nem indokolt. A pontos és fizikailag is helyes kép az, hogy a gyakorlatban előforduló viszkoelasztikus anyagok legtöbbször nem csak egy, hanem többféle molekuláris mechanizmus van jelen, melyek mindegyike más-más relaxációs idővel bír (18., 16: 47–51. old.). Így tehát a fellépő sokféle τ relaxációs idő (az ún. „relaxációs időspektrum“) minden egyes tagját figyelembe kell venni s annak alapján kell kiszámítani az eredő késleltetett rugalmas deformációt. Ez a munka (a relaxációs időspektrum meghatározása) a gyakorlatban igen nagy nehézségekkel jár — sőt a pontos meghatározás néha teljesen lehetetlen — úgy, hogy kénytelenek vagyunk a kevésbé pontos, de könnyebben kezelhető (12) illetve (13) egyenletet használni.

A terhelés megszűntekor kialakuló deformációt a 17. ábra DEFG szakasza mutatja. A DE egyenes rész az azonnali, elasztikus visszalakulást mutatja s ugyanakkora, mint az AB szakasz volt.

Az EF szakasz a késleltetett rugalmas visszaalakulást adja. Ezzel vonatkozólag ugyanaz mondható, mint az előbbiekben a késleltetett rugalmas deformációról (a BC szakasznál).

Végül az FG szakasz egy vízszintes egyenes, mely oly magasságban van a vízszintes tengely felett, mint amekkora a CD szakasz függőleges vetülete. Ez tehát azt jelenti, hogy a viszkózus folyás által előidézett deformáció tartósan megmarad a terhelés megszűnte után is.

Összefoglalva: az üveg a transzformációs zónában az állandó feszültség hatására azonnali rugalmas deformációt, késleltetett rugalmas deformációt, valamint viszkózus folyást szenved.

A feszültségenyhülési (relaxációs) folyamatokra vonatkozó formulák vizsgálata

Ha a feszültségenyhülési görbék közül a feszültségek reciprok értékeit az idő függvényében feltüntető 12., 14. és 16. ábrák görbeseregeit szem-

ügyre vesszük, megállapíthatjuk, hogy a kezdeti, erősebb mértékű változás hamarosan lecsökken s a görbe fokozatosan egyenesbe (néha csak megközelítően egyenes vonalba) megy át. Az $1/P$ reciprok feszültségértékeknek a t idő függvényében való lefutását tehát legegyszerűbb módon egy parabola egyenletével írhatjuk le, a következő alakban:

$$1/P = a \cdot t^k + b$$

ahol a és b konstansok, k pedig egynél kisebb szám (mivel a parabola tengelye vízszintes). Továbbá, mivel a függőleges tengelyre nem $1/P$ érték van felmérve, hanem annak 10^3 -szoros értéke, az egyenlet a következőképpen írható fel:

$$\frac{10^3}{P} = a \cdot t^k + b = a \cdot \sqrt[n]{t} + b$$

amiből a feszültség:

$$P = \frac{10^3}{a \cdot t^k + b} = \frac{10^3}{a \sqrt[n]{t} + b} \quad (14)$$

ahol $n = 1/k$ (n egynél nagyobb).

A feszültségkiegyenlítőds elméletével foglalkozó fejezetben már találkoztunk két formával: az elméletileg levezethető Maxwell-, s a tapasztalati úton felírt Adams—Williamson-féle összefüggéssel. Vizsgáljuk meg az egyes formulákat egy ténylegesen felvett görbe kapcsán.

A 18. ábra I. görbéje a C9-üvegen 400 C°-nál felvett feszültségenyhülési görbét mutatja (azonos a 15. ábra II. görbéjével.)

A II. görbe az (1) egyenlettel felírt Maxwell-féle formula alapján lett meghatározva. A kezdeti $P_0 = 681 \text{ kg/cm}^2$ -es érték $\tau = 6$ óra múlva csökkent le $1/e$ -ed részére, azaz 251 kg/cm^2 -re. Ezzel a görbe egyenlete:

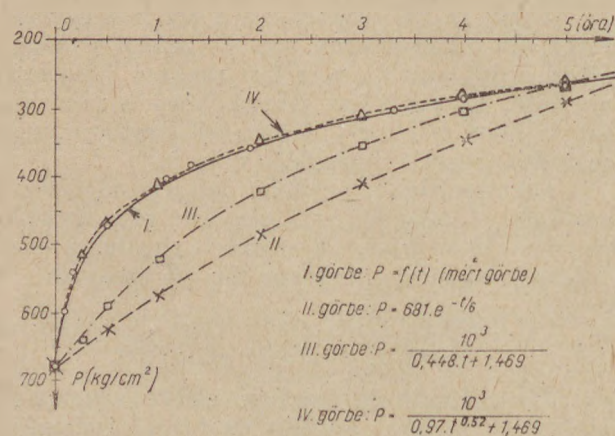
$$P = 681 \cdot e^{-\frac{t}{6}} \quad (15)$$

A (2) egyenlettel felírt Adams—Williamson-féle formula a jelen esetben a következő egyenletet adja:

$$P = \frac{10^3}{0,4487 + 1,469 \sqrt[n]{t}} \quad (16)$$

Az egyenletet grafikusan a III. görbe ábrázolja.

Végül a reciprok feszültséggörbék parabolikus lefutását feltételező összefüggés a jelen esetben



18. ábra

a következő formát ölti:

$$P = \frac{10^3}{0,97 \cdot t^{0,52} + 1,469} = \frac{10^3}{0,97 \sqrt[t]{t} + 1,469} \quad (17)$$

Az egyenletet grafikusan a IV. görbe tünteti fel.

Lássuk most az egyes formulák kritikáját:

a) Mint a 18. ábrából látható, a mérések alapján nyert I. görbét a Maxwell-féle egyenlet (15 egyenlet, II. görbe) közelíti meg legkevésbé. Valóban — s ez a szakirodalomban is általánosan elfogadott — a Maxwell formula, egyszerűsített alapfeltételekből kiindulva, csak durva tájékoztatást nyújthat a relaxációs jelenségekről, de alkalmatlan arra, hogy a jelenség lefolyásáról pontosabb képet adjon.

b) Az Adams—Williamson-féle formula (16. egyenlet) által szolgáltatott III. görbe már jobb megközelítést ad, azonban még mindig messze jár a mérésekkel felvett görbétől. Mi a magyarázata annak, hogy a szakirodalomban mégis, mint a feszültségenyhülés lefolyásának valódi képét hűen visszaadó egyenletet emlegetik?

A magyarázat az, hogy az Adams—Williamson-féle képlet egy hiperbola egyenlete. Ez másképpen — mint láttuk — azt jelenti, hogy a feszültség reciprok értéke az időnek lineáris függvénye. Ugyancsak láttuk azt is, hogy ez csak egy kezdeti, erősebb görbülés után következik be, mely eltérés szerkezeti változás hatásának tulajdonítható. Az Adams—Williamson-féle képlet tehát a valósággal egyező eredményt szolgáltat abban az esetben, ha a szerkezeti változás már lejátszódott. Ez bekövetkezhet például akkor, ha olyan, aránylag magas (pl. a szokásos üzemszerű temperálási) hőmérséklettel folytatjuk vizsgálatunkat, hogy a szerkezeti változás igen rövid idő alatt lejátszódik s nem érezteti befolyását; vagy pedig (szintén viszonylag magas hőmérsékleteknél) a próbadarabban a kívánt hőmérsékletre való felfűtés közben már végbe is ment a szerkezeti változás túlnyomó része. Emiatt olyan szakaszban, ahol a szerkezeti változás már lejátszódott, igen jól használható értékeket szolgáltat. Ez a magyarázata annak, hogy pl. az 1. ábrában a Lillie mérési eredményeit feltüntető pontok a feszültség reciprokára az idő függvényében az Adams—Williamson-féle formulának megfelelően — pontosan egy egyenest adnak. Ha azonban alaposan szemügyre vesszük az említett ábrát, láthatjuk, hogy $t = 0$ időpontban nincs feltüntetve mérési eredmény s a legelső mérés a kezdés után kb. 250 perc, azaz kb. 4 óra múlva történt. Feltehető, hogy ez idő alatt a szerkezeti változás esetleg már le is játszódott (egyébként a minta hőmúltjáról sem tudunk semmit — lehetséges, hogy a minta a mérés megkezdése előtt már ki is volt téve valamilyen hőkezelésnek).

Morey (6 : 179. old.) PYREX-típusú chemo-rezisztens keményüvegen végzett igen hosszú ideig tartó méréseket. A feszültségenyhülést 430 C°-on vizsgálta két esztendőn keresztül. A reciprok feszültségértékek az idő függvényében — az első hat hét után kezdődően — egyenest adnak. Az egyenes kezdeténél azonban (az első hat hét

idején) erős mértékű lehajlás tapasztalható. A szakirodalomban egyedül itt figyelhető meg ez a kezdeti erősebb görbületség; sajnos azonban Morey ezzel kapcsolatban semmiféle megjegyzést, összefüggést, vagy magyarázatot nem közöl.

c) A reciprok feszültséggörbék parabolikus jellege alapján felírt (17) egyenlettel meghatározott IV. görbe közelíti meg a legjobban — még hozzá igen jól — a mért I. görbét. Mindamellett meg kell állapítani, hogy a (17) egyenletnek fizikai értelmezés nem adható. Ezenkívül — mivel a reciprok feszültséggörbék parabolikus lefutása alapján lett felírva — csak addig ad jó megközelítést, ameddig a szerkezeti változás lényeges szerepet játszik a feszültségenyhülésben. Amint a szerkezeti változás már lejátszódott, a reciprok feszültségértékek az idő függvényében nem para-

bolát, hanem egyenest adnak s a (17) egyenlet már nem írja le hűen a tényleges viszonyokat.

Összefoglalva: az egyszerű meggondolásokból levezethető s fizikailag értelmezhető Maxwell egyenlet a gyakorlati mérési eredményekkel nem egyezik. A mérés kezdete utáni időszakaszra vonatkozóan, ahol a szerkezeti változás befolyása lényeges, a (17) egyenlet a valósággal jól egyező értékeket szolgáltatott ott, ahol a szerkezeti változás még jelentős; azonban a képlet csak tapasztalati úton lett felírva s fizikai értelmezése nem adható. Végül az Adams–Williamson-féle formula, mely szintén csak tapasztalati úton lett felírva, a mérési eredményekkel jól egyező értékeket szolgáltatott ott, ahol a szerkezeti változás már lejátszódott, illetve hatását már észrevehető mértékben nem érezteti. (Folytatjuk).

Mely berendezés infravörös?

HOZZÁSZÓLÁS MATTYASOVSZKY ZSOLNAY LÁSZLÓNAK AZ ÉPÍTŐANYAG 6. SZÁMÁBAN „INFRAVÖRÖS SZÁRÍTÁS A KERÁMIAIPARBAN” CÍMŰ CIKKÉHEZ

A hőközlés különböző módzatai, a hővezetés, a hőáramlás és az infravörös sugárzás a gyakorlatban nem határolhatók el egymástól teljesen. Ezek mindegyike többé-kevésbé mindhárom említett módon továbbítja a meleget. Következésképpen az iparban az eddig használt konvekciós kemencéknél a hő egy része szintén sugárzás útján jut a hőkezelt anyagra. Egy hőtechnikai berendezés jellegét az szabja meg, hogy a hőenergia továbbítása a fentvázolt módzatok közül az egyes esetekben *túlnyomóan* melyiken történik. Infravörös sugárzásról akkor beszélünk, ha a sugárzó test energiagörbéjének a csúcsértéke (energiamaximuma) a láthatatlan tartományban, tehát 8000 Å, illetve 0,8 μ -nál fölött van. Ha a sugárzás infravörös tartományának a kezdetét 0,8 μ -nál ott jelöltük meg, ahol a látható színek végződik, akkor mondjuk meg azt is, hogy az 1 mm-es hullámhossznál végződik, a rádióhullámok alsó határánál. Iparilag alkalmazható tartománya ennél lényegesen hamarabb ér véget, kb. 8 μ -nál. Hogy a melegítés hol vesztíti el — még infravörös szárítóberendezésen történő melegítés esetében is, — az infravörös sugárzás útján történő hőátadás jellegét, az minden egyes esetben a levegő hővezetőképességének, illetve a besugárzás távolságának, valamint a sugárzó és a besugárzott test közötti hőmérsékleti gradiensnek megfelelő figyelembevételével határozható meg. 8 μ fölött ui., ami a kb. 300 C°-on izzó fekete test energiamaximumának felel meg, már esekély az emisszió intenzitása. Ez esetben a sugárzás útján közölt hő, meghatározott — de reális besugárzási távolságon túl — a levegő hővezetőképességének befolyása folytán — már csak kisebb része a közölt összes hőmennyiségnek. A fentemlített esetben, jó abszorpciós képességű anyag besugárzásánál, 100 mm-es sugárzási távolság mellett az összes közölt hőmennyiségnek kb. 1/3-a a sugárzás útján közölt hő, míg 2/3-a a levegőnek kondukción útján átvitt hővel, konvekciós úton jut el a melegített testhez. Ez már konvekciós hőközlés. Jó példa erre a Börtex Cipőgyár gázüzemű infravörös szárítóberendezése a panelek kb. 200 C°-os hőmérsékletével az ott alkalmazott besugárzási távolság mellett.

Az infravörös szárításnak általában jellemzője, hogy a kemencében három különböző hőmérséklet észlelhető: legmagasabb a sugárzó test hőmérséklete, ennél mindig alacsonyabb a besugárzott testé, legalacsonyabb pedig a kemence levegőjének a hőmérséklete, mely csak a besugárzott anyagok konvekciós hővesztességétől melegsik mérsékelten fel.

A muffolás kemencénél a kerámiatartályból, samottból készült kemencéket *kívülről* sűrűn izzásig

hevítik. Közömbös, hogy ez a hevítés a kemencére körben tekert ellenálláshuzallal, koksszal, egyéb fűtőanyag égetésével, vagy a gáz égéstermékeivel történik. A körülbelül 1000 C°-ra hevített kerámiatest sugárzást ad le, melynek energiacsúcsa az infravörös tartományban van. (Lásd ÉPÍTŐANYAG 6. számában megjelent dolgozatomban 2. ábráját; az energiacsúcs kb. 3 μ -nál.) A kemencefal sugárzó felülete elvben megfelel a hivatkozott dolgozatomban 8—9. ábráin feltüntetett kerámiasugárzónak.

Az ellenálláshuzalos kemencéknél a fűtőszál a kemence samottfalainak a belső felületén képzett bordázatban van. A bordázat befelé nyitott. A nyitott résen át az ellenálláshuzal közvetlen sugárzást ad le a kemencében elhelyezett tárgyakra. A bordázat, felületén anyagi összeköttetésben van az ellenálláshuzallal, így kondukción útján átveszi annak hőenergiáját, ettől a samottfal is felhevül és maga is sugárzást ad le környezetének. Az ellenálláshuzal és a kemencefal izzási hőfoka kb. 1000 C°, az általa kibocsátott sugárzás a fentiek szerint, majd kivétel nélkül infravörös. Az izzószál és a kemencefal sugárzó felülete elvben szintén megfelel a dolgozatomban ismertetett kerámiatestű ellenálláshuzalos infravörös sötétsugárzónak.

A szilitrudas kemencéknél a rudak *sugárzó energiája* hevíti izzásra egyrészt a kemencefalakat, másrészt a kemence tartalmát. A szilitrudak primérsugárzásától hevített kemencefal szekundersugárzása kiegészíti a szilitrudak közvetlen sugárzását. A szilitrudakat, mint infravörös sugárzókat, hivatkozott dolgozatomban szintén ismertettem.

A Mattyasovszky Zsolnay László által említett kerámiái kemencék és infravörös berendezések közötti határvonalat nem úgy szabnám meg, hogy a melegített test vörösszívvá melegszik e vagy sem, mert — mint láttuk — nem ez dönti el a berendezés jellegét. Mindkét esetben *infravörös* berendezéssel állunk szemben; a kerámiái kemencék esetében *infravörös égető*, a másik esetben *infravörös szárítókemencéről* van szó.

Az infravörös sugárzás elektromágneses hullám, energiája rezgési energia, hővé csak abszorpción útján lesz. Nem beszélhetünk tehát hőszugárzásról, ami arra utal, mintha a sugárzó test ténylegesen hőt sugározná — nemcsak eredményezne — és e sugárzásnak nem elektromágneses rezgési-, hanem hőenergiája lenne. A kifejezés tehát nem szabatos. Helyesebbek az *infravörös hőközlés* és *infravörös hőközlő* kifejezések. A Magyar Szabványügyi Hivatalban egyébként most folyik az infravörös eljárás nomenklatúrájának az összeállítása.

Takács Péter Pál

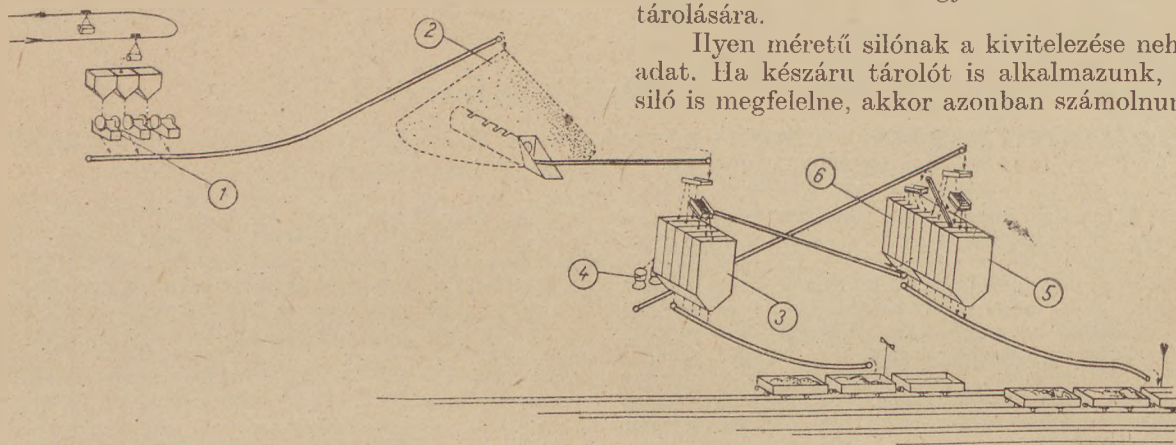
Zártépítésű kőzúzó és osztályozó üzem

GERŐ LÁSZLÓ

Zúzóüzemek fejlődése a fokozott gépesítés kihasználásának figyelembevételével. Nagyteljesítményű zúzóüzem tervének kialakítása az eddig megépített kisebb teljesítményű üzemek technológiája alapján. A fejlesztésben rejlő aránytalanságok megszüntetése. Nagy zárt elrendezésű korszerű zúzó és osztályozó iránytervei.

I.

Nagyteljesítményű kőbányaüzemek tervezésénél nagyon sok tényezőt kell figyelembe venni. Nem volna elég és nem is adna megoldást, ha a kis bányák jól bevált technológiai elrendezéseit csupán nagyságrendileg módosítanánk és a munka-



1. ábra. Évi 300 000 tonna termelésű zúzóüzem

1. Előtörő 3 db Ganz X-es. 2. Puffertároló. 3. Egyszertortanyag osztályozó és siló. 4. Utántörő 2 db 1200-as Pegson. 5. Kétszertortanyag osztályozó és siló. 6. Nemesszuszalék osztályozó és siló.

folyamatokat elvégző gépek helyébe nagyobb teljesítményű gépeket, a kis tárolók helyett nagyobbakat terveznénk be.

Igy például, ha egy régebbi üzemnél előtörőként Ganz X. törőgépet alkalmaztunk, amelynek termelékenysége 70–80 m³/óra tehető, 130–200 mm maximális szemnagyság mellett, egy új üzemnél betervezett Blake rendszerű hazai gyártmányú XII-es törőgép 100–120 m³/ó termelékenysége mellett 200–300 mm maximális szemnagyságra kell számítanunk. Most már, ha vasúti és makadám útépítési anyagokat, aszfalt- és betonadalékanyagot kívánunk termelni, akkor a kőanyagot teljes egészében 65 mm alá kell törnünk. A XII. törőgép töretének szemszerkezete a normál megoszlási görbe szerint alakul 0–200, illetve 0–300 mm szemnagysághatárok között. Ha ebből leválasztjuk az apró szennyeződések 0–10 mm vagy 0–25 mm szemnagysághatárok között, a további törés nélkül használható, egyszer tört anyag mennyisége a megtört anyagnak alig negyedrészt teszi ki. A 65 mm-es darabnagyság feletti, utántörésre kerülő anyag a megtört anyag további háromnegyed részét képezi. Ezzel ellentétben ott, ahol előtörőként X-es vagy VIII-as törőgépet alkalmaztunk, az utántörésre kerülő anyag mennyisége azonos az egyszertört anyag mennyiségével.

Ezért alakult ki régebbi zúzóüzemeinknél az egyszer- és kétszertört anyagok osztályozója és silója azonos ürtartalommal (1. ábra). XII-es előtörő alkalmazásánál ez az arány módosul és a kétszertört anyag tárolója az egyszertört anyagénak háromszorosára növekedik.

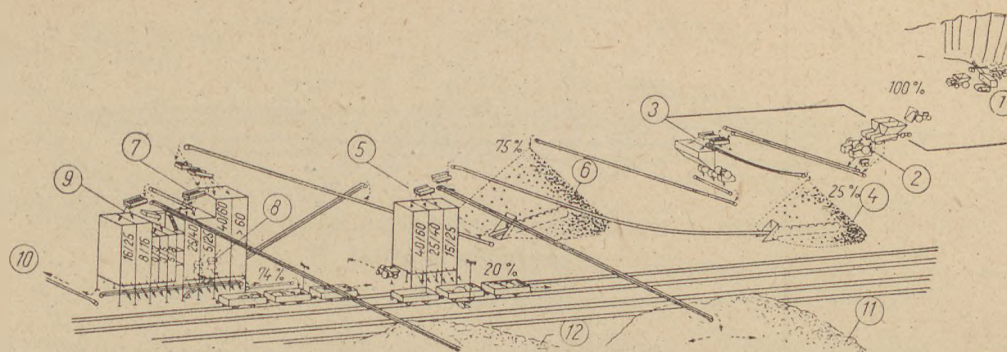
A silók tárolókapacitását a régebbi 200 000–300 000 tonnás évi teljesítőképességű bányáinknál egy, vagy két műszak termelésének befogadására méreteztük, ami 300–600 m³ kivehető zúzottkő mennyiségének felel meg. Az új 1 millió tonna körüli évi termelésű üzemeknél, ahol az órateljesítmény kb. 250 t/ó, már 1000 m³-es silót kellene beterveznünk egy műszak termelésének tárolására.

Ilyen méretű silónak a kivitelezése nehéz feladat. Ha készáru tárolót is alkalmazunk, kisebb siló is megfelelne, akkor azonban számolnunk kell

azzal a többletköltséggel, amit a siló alóli fel-emelés a készáru tárolóra, onnan a szállítószalagon történő vagonrakodás okoz. Az ilyen berendezés kényszermegoldásként megfelel a már meglévő üzeinket ily módon készáru tárolókkal tudnánk ellátni. Leggazdaságosabb azonban, ha a silóból közvetlenül a vasúti kocsiba rakjuk be az anyagot.

Megállapítható, hogy a siló és a készárutároló mérete akkor optimális, ha a silót vasútikocsi-ellátás esetleges zavarai miatt kb. egy műszakra, a készárutároló méreteit pedig hosszabb ideig tartó vagonhiány esetére, tehát 1–4 munkahét termelésének tárolására méretezzük.

De nemcsak a nagyméretű kétszertört anyag-siló jellemezné az üzemrészek aránytalan megterhelését, hanem a vasúti berakás kérdése és az osztályozóban csak kétsorban elhelyezhető vibrátorok is. Amennyiben a silókból tehergépkocsi-val vagy esetleg drótkötélpályán történő elszállítás is figyelembe kell venni a vasúti szállítás mellett, akkor a silóból közvetlenül csak egy vágányra tudunk rakodni. Kétszertört anyag vagonrakodás esetén, 15 tonnás vasúti kocsikat alapul véve, átlagosan alig 5 perc rakodási idő jut, ami nem elegendő. Három műszak esetén sem megfelelő az erre kiadódó átlagos 7 perces berakási idő. Ilyen aránytalan terhelésű üzem, ahol az egyszertört és



2. ábra. Évi 1 000 000 tonna termelésű régebbi típusú kőbányaüzem vázlata

1. Kőbánya. 2. Előtörő 2 db Skoda XII. 3. Előosztályozó és utántörő 3 db Skoda X. 4. Egyszertört-anyag puffertároló. 5. Egyszertört-anyag osztályozó és siló. 6. Kétszertört-anyag puffertároló. 7. Kétszer-, részben háromszertört anyag osztályozó és siló. 8. Második utántörő 2 db 1200 Pegson. 9. Nemeszuzalék osztályozó és siló. 10. Készárutároló. 11. Meddő anyag hányó. 12. Visszamaradó 0–5 mm finomanyag hányó

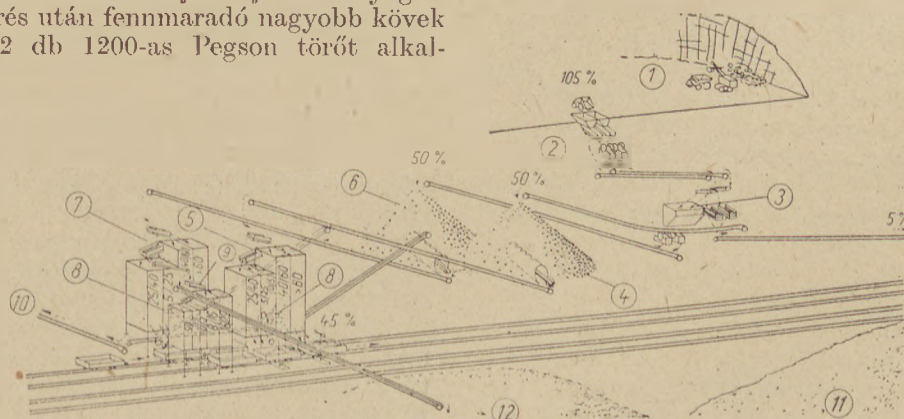
kétszertört anyag el van választva, mutat a 2. ábra.

A zúzómű teljesítménye 250 t/ó. A dömperek feladóbunkerekbe döntik a terméskövet, melyet XII-es pofás előtörők 220 mm-ig aprítanak. Az előtört kő két párhuzamos szállítószalagon az előosztályozóba kerül, ahol két vibrátor 60 mm-nél nagyobb és kisebb részlegekre választja szét. A 60 mm-nél nagyobb anyag bunkerbe hullik, onnan pedig 3 db X. törőgéphez, melyek 130 mm alá zúzzák. A kétszertört anyag, a törők alól szállítószalagon a kétszertört anyag puffertárolójára jut, míg az egyszertört 0–60 mm anyag a vibrátorok alatti szállítószalagon egy második puffertárolóra kerül. A pufferek alól szállítószalagok az egyszer- illetve kétszertört anyag osztályozójára viszik a töretet. Az egyszertört anyag osztályozása előtt megfelelő lyukasztású szitával ellátott vibrátor leválasztja a szennyeződéseket. A kétszertört anyag osztályozója alól a 0–5 és az 5–25 milliméteres anyag nemeszuzalékként elszállítható, a 0–5 mm-es anyag egyébként — felhasználás híján — hányóra vihető. Az osztályozók alatt silók vannak, amelyekből a kész anyag berakása közvetlenül a hídmérlegen történik. A kétszertört anyagot a siló alatt futó szállítószalagról öntjük a vagonrakodó szalagra, mellyel a csúszdákkal már megtöltött kocsikat is tarázhatjuk. A siló alatti reverzálható szalag ellenkező irányban mozgatva a készáru tárolóra juttatja az anyagot. A második törés után fennmaradó nagyobb kövek utántörésére 2 db 1200-as Pegson törőt alkalmazunk.

A 2. ábrán bemutatott üzemben fennálló aránytalanságokat meg lehet szüntetni azzal, hogy az előosztályozóban az egyszertört anyagot közel egyenlő mennyiségekre osztjuk 100, vagy 130 milliméteres rostával. A 0–100, illetve 0–130 milliméteres anyagot meddő leválasztás után elvisszük az egyszertört anyag puffertárolójára (3. ábra). A túlfolyó 100, ill. 130 mm feletti anyagot utántörjük 100, illetve 130 mm alá és ezt az anyagot a kétszertört anyag puffertárolójára visszük. A puffertárolókról az egyszer-, illetve a kétszertört osztályozókra, majd silókba kerül az anyag, melyeknél azonos épületeket és azonos gépeket alkalmazhatunk, hiszen a két üzembrész terhelése is, technológiája is azonos. Így már egy műszak termelésének befogadására 650 m³ kivehető kőanyagra méretezhetjük mindkét silót. Ekkor már rakodásra és mérlegelésre egy-egy rakodóvágányon átlag 7 perc áll rendelkezésre két műszakkal és 15 tonnás vasúti kocsikkal számítva. A rakodást megkönnyítjük azáltal, hogy közvetlenül a silókból engedjük a zúzottkövet billenő csúszdákkal a már hídmérleges álló kocsikba, melyeket rakodás közben csak egy irányba kell vontatni.

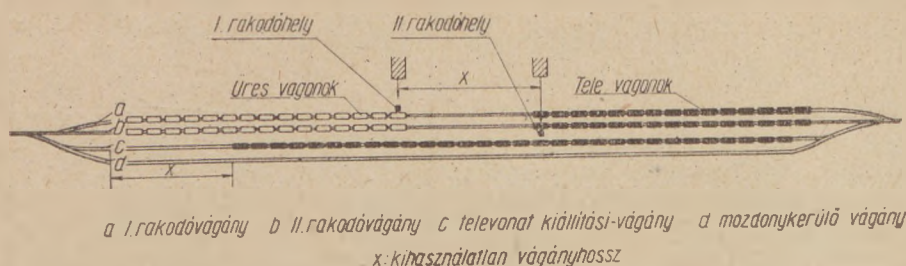
A rakodást a silók alatt elhelyezett 4 db 50 tonnás vasúti hídmérleg alkalmazásával gyorsíthatjuk.

Ennél az elrendezésnél némi hátrányt jelent,



3. ábra. Évi 1 000 000 tonna termelésű korszerű kőbányaüzem vázlata

1. Kőbánya 275 t/ó. 2. Előtörő 2 db Skoda XII. 3. Előosztályozó és utántörő 2 db Skoda X. 4. Egyszertört-anyag puffertároló. 5. Egyszer-, részben kétszertört anyag osztályozó és siló. 6. Kétszertört-anyag puffertároló. 7. Egyszer-, részben kétszertört anyag osztályozó és siló. 8. Kétszertört-anyag puffertároló. 9. Kétszer-, részben háromszertört anyag osztályozó és siló. 10. Második utántörő 2 db 1200 Pegson. 11. Nemeszuzalék osztályozó és siló. 12. Készárutároló. 13. Meddő anyag hányó. 14. Visszamaradó 0–5 mm finomanyag hányó.



1. ábra. Hátrányos vágánykihasználás távol telepített rakodóhelyekkel

hogy mindkét silónál második utántörő sorozatot kell elhelyezni egy-egy visszahordó szállítószalaggal. Ha a 0–5 mm-es anyagot nem tudjuk felhasználni, akkor a 2. ábrán alkalmazott 2 db „Pegson” második utántörőgép helyett itt 4 db kétingás VIII-as pofástörőt célszerű betervezni. (Lásd a kúpos és pofás törőgépek szemszerkezeti görbéit.) Ezek elhelyezése egy siló túlfolyó céljánál alig lehetséges, de két azonos siló esetében könnyen megoldható.

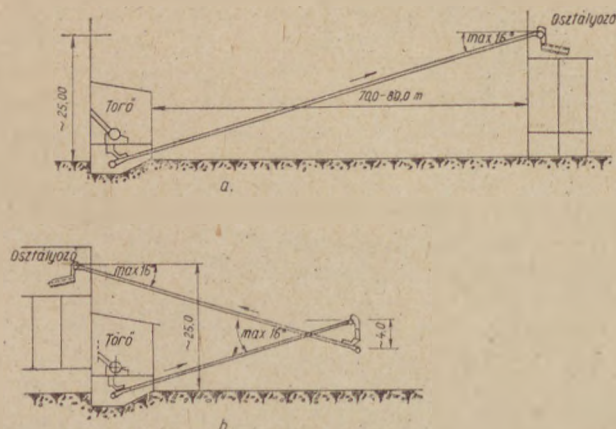
A 3. ábra elrendezésénél az is hátrálynak mondható, hogy az egyszertört anyagba részben belekeverjük az értékesebb, utántört anyagot. Viszont, ha elegendő mennyiségű kétszer, illetve háromszertört anyagunk van, akkor előnyös lehet az egyszer és kisértört kétszer, illetve kétszer és háromszertört anyagba részben belekeverjük az értékesebb, utántört anyagot.

A kész anyagot mindkét siló alól 4–5 napi termelést befogadó, részben fedhető, válaszfalal készáru tárolókra, vagy két hét termelését befogadó nyitott készáru tárolókba vihetjük. A tárolókról alagútban futó szállítószalagokkal történik az anyag vagonba rakása.

A nemes zuzalékot a kétszer és háromszertört anyag osztályozói alól közvetlenül kivethetjük és szállítószalaggal a nemes zuzalék osztályozóba szállíthatjuk, ahol silóba kerülve a többi silók mintájára vagonba rakjuk.

II.

A fent ismertetett üzemek már alkalmasak a kívánt nagy teljesítmények szolgáltatására. Tárolóképességük is megfelelő és a gépek átlagban 70%-os terheléssel tudják szolgáltatni a kívánt zúzottkő mennyiségeket. Meg kell állapítanunk



5. ábra. Anyagemelés szállítószalaggal. a) helyigényes elrendezés, b) összevont elrendezés

azonban, hogy nem áll mindenütt megfelelő hely rendelkezésre az ilyen terjedelmes üzemek elhelyezésére. Ezért a következőkben olyan zúzóüzem tervének kialakításával foglalkozunk, amely a lehető legkevesebb beruházási és üzemeltetési költség mellett a lehető legkisebb helyen, áttekinthetően biztosítja a kívánt zúzottkő frakciók mennyiségeit. Nem állítható természetesen, hogy ez a típus mindenütt megfelel. Az igények már igen sokrétűek, s a helyszíni adottságok is különbözők, ezek pedig megszabják a technológiai megoldásokat.

Ha egy új üzem, melyben már szállítószalagokat és puffertárolókat alkalmaztunk, egy régebbi zúzóüzemmel hasonlítunk össze, mely elevátorral és jóformán tároló nélkül működött, azt tapasztaljuk, hogy az új üzem sokkal széthúzottabb, terjedelmesebb. Ennek oka főleg az, hogy a szállítószalagokkal maximálisan 16–18°-os szögben tudunk emelkedni, tehát az emelési magassághoz viszonyítva több, mint háromszoros szállítási távolságra van szükségünk. Ehhez hozzájárul, hogy a munkafolyamatok kibővültek, több törő-, osztályozó siló és tárolóállomásra van szükség, a nagy előtörőgépek által gyártott nagyobb szemnagysághatárú termék miatt.

Az üzemi épületek széthúzott telepítésével kapcsolatban felmerülő főbb nehézségek és hátrányok az alábbiak:

1. Ha a zúzóüzem közvetlenül a kőbánya mellé kerül, rendszerint nem áll elég terület rendelkezésre.

2. Az egyes építményekhez vezető utak építése és karbantartása költséges.

3. Alapok, határfalak és tetőelemek többletmennyiségétől eltekintve minden egyes épületben a szintek megközelítését szolgáló lépcsőkről, elektromos kapcsolófülkékről, esetleg melegedő és irányítóhelyiségekről külön-külön kell gondoskodni.

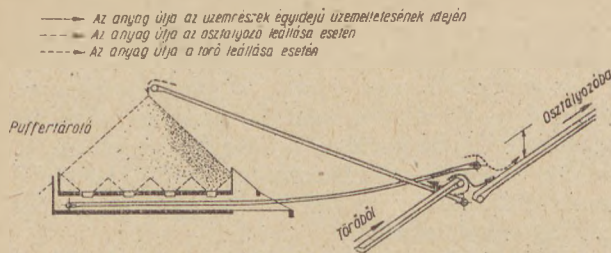
4. Az elektromos kábelvezeték hosszúsága jelentős beruházási költséget és áramvesztéget okoz.

5. A portalanító berendezéseket minden egyes épületben külön kell elhelyezni és külön épület szükséges a por összegyűjtésére.

6. A munkahelyek szétszórtsága miatt a központi irányítás és felügyelet lényegesen nehezebb, mint összevont üzem esetében és több munkaerőt igényel.

7. A silók vasúti rakodója távol esik egymástól, ezért hosszabb rakodópályaudvart kell építenünk (4. ábra).

De nem szabad megelégednünk azokról a



6. ábra. Állandó jellegű puffertároló

hátrányokról sem, melyek az összeépített üzemeknél a széthúzott elrendezéssel szemben fellépnek:

a) Ha szállítószalaggal kell felemelnünk a zúzott követ, például törő alól az osztályozó fölé, kb. 25 m szintkülönbségre, akkor a két épületet 75–80 m távolságra kell telepítenünk egymástól. Ezzel szemben ha két szállítószalagot alkalmazunk, akkor az anyagot, akár előző épület felett is, elhelyezhetjük (5. ábra).

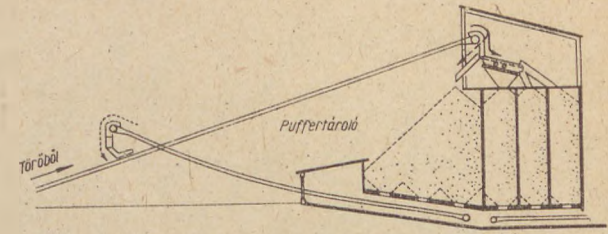
Ez utóbbi megoldásnak az a hátránya, hogy egy szállítószalag helyett kettőre van szükség és a két szalag együtt kb. 15 m-rel hosszabb, mintha egyetlen szalagot alkalmazunk. Ehhez járul még az átöntésből származó többletberendezés költsége stb.

b) Az épületek koncentrációján kívül sokszor felvetődik még a puffertárolók gazdaságosabb kihasználhatóságának kérdése. Annak ellenére, hogy a puffertároló üzemünkben nem nélkülözhető, mégis foglalkoznunk kell azoknak a hátrányoknak teljes, vagy részleges kiküszöbölésével, amelyeket a berendezés önmagában hord. Ezek a következők:

1. A nagy 15–20 m közötti veszített magasság, mely azért áll elő, mert szállítószalaggal felemeljük az összes anyagot, majd leejtjük a tárolóra és ismét felemeljük az osztályozóba (6. ábra).

2. A tárolókúpban a frissentört zúzottkövek felülete elszennyeződik, elsározódik és gyakran a szalagraadagolásnál is piszkálni kell az anyagot. A helyzet még rosszabb huzamos fagy esetén.

Ezen hátrányok miatt módot kell keresnünk arra, hogy a puffertároló kiiktathatóan, tehát csak valamely üzemi rész leállása esetén lépjen működésbe. Pontosabban: a rendszer együttes üzemműködése esetében a puffertárolót kihagyva az anyag a törőből közvetlenül az osztályozóba jusson. Ugyanakkor a puffertárolót félig megtöltött állapotban kell tartani, hogy üzemzavar esetén a puffertárolót bekapcsolhassuk akár az osztályozó és siló táplálására, akár arra az esetre, ha az osztályozó üzemi résznek kell valamilyen

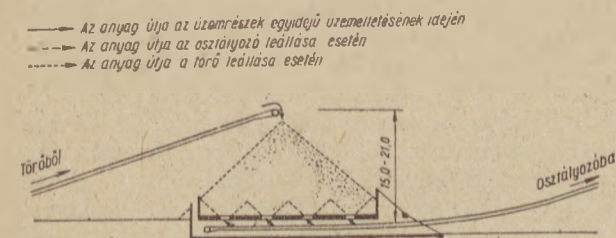


8. ábra. Időszakos jellegű puffertároló, osztályozó előtti váltótáplálással

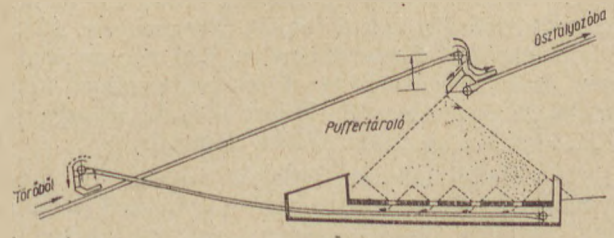
okból leállnia. Tekintve, hogy a puffertárolók hasznos térfogatát legalább két műszak termelésének befogadására tervezzük, így egy-egy műszak időtartamára biztosítva van a folyamatos termelés. A puffertároló részleges kikapcsolására már többféle elgondolás született. A 7. ábra a törőtől az osztályozóra szállítószalag megszakításával, átöntés közbeiktatásával kihordó és visszahordó szalag beépítésével oldja meg az alternatív puffertárolót. Ez az elrendezés bárhol alkalmazható, hátránya az aránylag hosszú szállítószalagok beépítése. A 8. ábra a szállítószalagról a vibrátorra vezető surrantót alakítja ki állítható módon úgy, hogy az egyidejű üzemeltetés esetén a vibrátorra, az osztályozó leállása esetén közvetlenül a puffertárolóra ürít. A törő leállása esetén a puffertároló szalagjával az előző szalagra adjuk fel az anyagot és a surrantóval ismét a vibrátorra adjuk. Ennek a megoldásnak előnye, hogy zavartalan üzemnél nem kell a szalagok közben átöntést alkalmazni. Hátránya, hogy nem alkalmazható csak előosztályozó előtt, továbbá, hogy a puffertároló csak félkúp térfogatú és nagyfelületű támfalat igényel. A 9. ábrán látható elrendezés szűk területen is megoldható. Az átöntés a törő alól kivezető szállítószalagról a puffertároló felett történik, állítólag surrantóval, vagy az osztályozóra vezető szállítószalagra, vagy a puffertárolóra. A törő leállásakor a puffertároló alatti szalag a törő alól kihordó szalagra adagol és továbbiakban úgy működik — az osztályozórávezető szalagra átöntéssel — mint egyidejű üzem esetén. Az előzővel szemben hátránya, hogy az átöntés minden esetben szükséges, viszont beépítése kedvezőbb és olcsóbb.

A puffertároló részleges kikapcsolhatóságát a felsorolt alternatívák biztosítják. Általuk elérhető, hogy a zúzottkővet közvetlenül a törőből az osztályozóra lehet szállítani és a puffertároló csak szükség esetén lép működésbe.

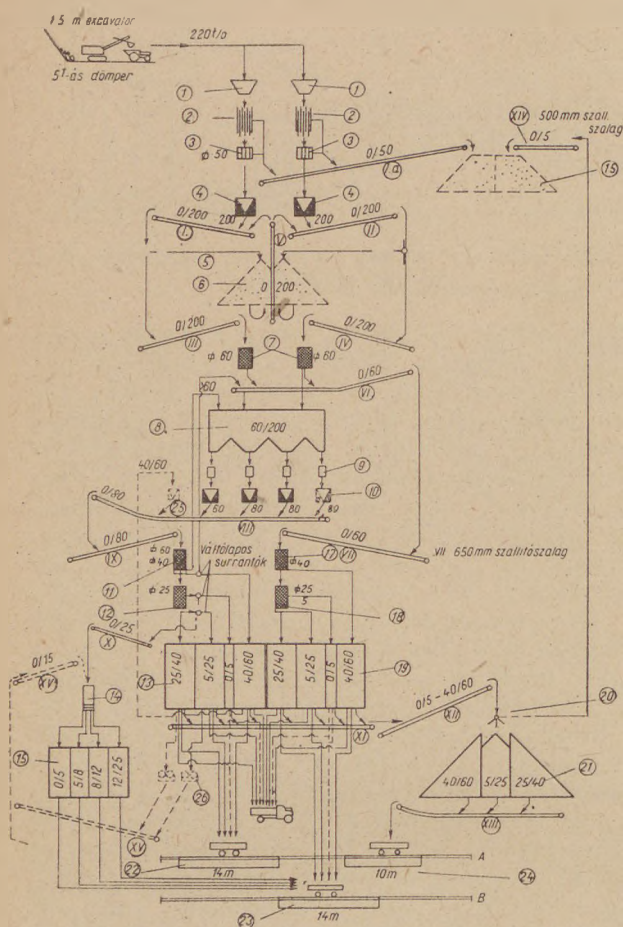
c) A meddő leválasztása nagyon sok megfontolást igényel nemcsak a már meglévő, de a



7. ábra. Időszakos jellegű puffertároló közbeiktatott kihordó és visszahordó szalagok beépítésével



9. ábra. Időszakos jellegű puffertároló, felette váltható átöntéssel



10. ábra. Évi 800 000 tonna termelésű zúzóüzem technológiai folyamatábrája

tervezendő zúzóüzemeinknél is. Kialakult és jó megoldás, ha a kőanyagból a szennyeződéseket mind az előtörő előtt, mind utána is kivesszük és hányóra dobjuk.

Előtörés után feltétlenül le kell választani a 0,5, vagy 0—15 mm anyagot, amely a törőben összezúzott málékony közeteket is tartalmazza. Kevésbé szennyezett kőbányákban, száraz időben a törő előtti leválasztás elhagyható, mert általa sok értékes kőanyag megy veszendőbe, akkor, amikor a törő utáni kiosztályozás is célravezető.

A már felvetett újszerű feladatokat figyelembevevő üzem technológiai folyamatát és elrendezését a 10. és 11. ábrákon láthatjuk.

Évi zúzottkő szükségletnek 800 000 tonnát és kétműszakos termelést véve alapul, valamint 250 munkanappal számolva óránként átlagosan 200 t zúzottkővet kell az üzemnek előállítania.

A bányában a terméskő rakodása 1,5 m³-es exkavátorral történik 5 tonnás dömperekbe. 10% meddő anyagot figyelembevéve, 220 t/ó anyagot, azaz óránként átlag 44 dömperrakományt kell az előtörő épületben elhelyezett két darab egyenként 15 m³-es feladóbunkerbe dönteni.

A feladóbunkerek fenekét képező 15 mm nyílású adagolórácsok két merev beépítésű 50 mm rácestávolságú meddőleválasztó rostélyra adagolják a terméskövet, amely innen két hazai gyártmányú XII. „Blake” törőbe jut. Ezek a leg-

szűkebb résnyílásnál 200 mm alá aprítják a kőanyagot. Az adagolórács rúdjai között a 0—15 mm-es szennyeződés egy része, a meddőleválasztó rácson a 0—50 mm-es mállott anyag is átesik és gyűjtőszekrénybe kerülve a hányóra vezető I. a. jelű 500 mm széles szállítószalagra hullik. Kevésbé szennyezett, száraz anyag esetén a ferde rostély vaslemezekkel lefedhető.

A XII. törőgép járatása a megengedett legszűkebb résnyílással a jelen esetben gazdaságosnak mondható, mivel 200, vagy 250 mm-es felső szemnagysághatár mellett alig számottevő a termelékenységek különbsége. A törőgép teljesítménye így is 140 t/ó felett van, tehát a két törőgép legalább 50% tartalékkal rendelkezik. Számottevő azonban ez a felső szemnagysághatár a további utántörők számának szempontjából. Míg a felvett 200 mm-es zúzottkőnél az anyag 70%-át kell tovább törni, addig 250 mm esetében már 80%-ot kellene utántörni, ami — a kisebb teljesítményű utántörőket figyelembe véve — eggyel több gép beépítését tenné szükségessé. Valószínű és kísérletek hiányában feltételezhető, hogy a tervbe vett résnyílást még tovább lehet szűkíteni anélkül, hogy a XII. törőgép teljesítménye lényegesen csökkenne. Ezáltal még kevesebb zúzottkő kerülne utántörésre.

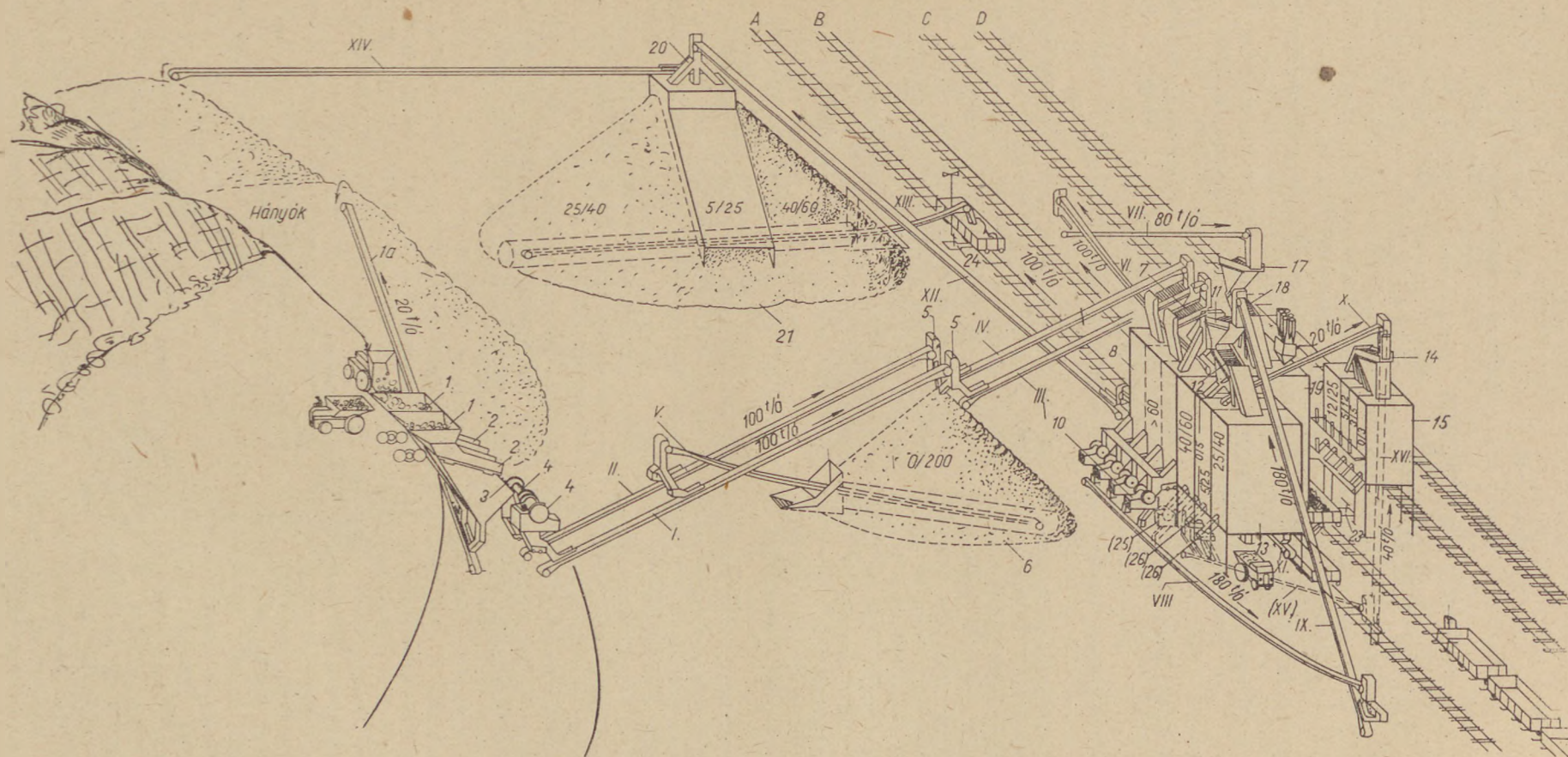
Az előtörőkből kikerülő zúzottkő rázókoksis adagolóval kerül az I. és II. jelű 800 mm széles szállítószalagokra, melyek az anyagot a puffertároló felett egy-egy váltó surrantón keresztül a III., illetve IV. jelű szalagokra adják. Ezek pedig a silók feletti osztályozóban elhelyezett VDE I. 150/350 typ. 60 mm lyukbőségű rostával ellátott darableválasztó vibrátorokra öntik az anyagot.

Ezek a darableválasztó gépek igen nagy teljesítményűek és így az előtörőből időnként lökészerűen szállított nagyobb kőmennyiséget is kellő biztonsággal tudják osztályozni.

Az osztályozó leállása esetén a reteszelés következtében a puffertároló feletti surrantó önműködően átvált és az előtört anyag az I. és II. jelű szalagról a közös puffertárolóra kerül. A puffertárban lévő anyag — főleg az előtörő leállása esetén — a tároló alagútban futó V. jelű szalagon ismét feladható az I. és II. jelű szállítószalagokra, hogy az osztályozóba jusson.

Az osztályozóban lévő, előbb említett darableválasztó a 60 mm feletti anyagot az alatta lévő (nagykő) bunkerbe ejti. Az áteső 60 mm alatti anyagot a VI. jelű szállítószalag összegyűjti és a VII. jelű szalagra önti, amelyről az előosztályozóval azonos térben elhelyezett egyszerűtört anyag osztályozójára kerül. Az itt levő felső VNE. I. 125/300 típusú 40 mm-es lyukbőségű rostával ellátott nehézvibrátor a túlfolyó 40—60 mm anyagot, ugyanígy az alsó VNE. II. 125/300 típusú 25 és 5 mm rostával ellátott kétsíkú vibrátor a ráhulló anyagot további 25—40 mm, 0—5 mm, 5—25 mm frakcióra bontja és a vibrátorok alatt lévő egyszerűtört siló rekeszeibe ejti. A silóból az anyag a B. vágányon közvetlenül a 14 m hosszú 100 tonnás hídmérlegen álló vasúti kocsiba tölthető.

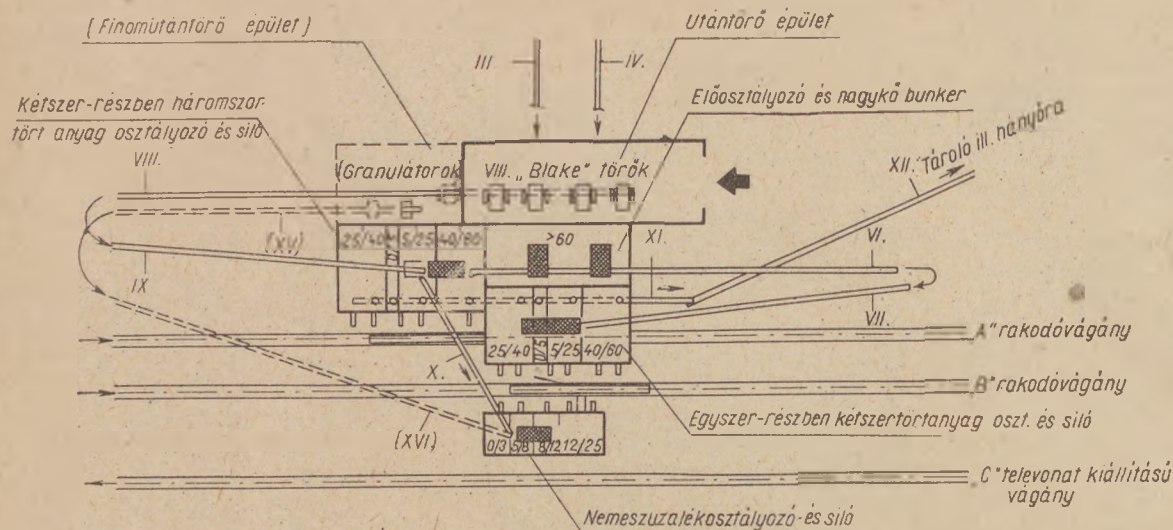
A (nagykő) bunkerben lévő és 60 mm-nél nagyobb kőanyagot négy db „Blake” VIII.



11. ábra. Évi 800 000 tonnás kőbányaüzem axonometrikus elrendezési vázlata, zártépítésű zúzó és osztályozóval

1. 2 db 15 m³ bedöntőbunker. 2. 2 db 1250 mm adagolórács. 3. 2 db 1200×2500 mm-es meddőleválasztó rács. 4. 2 db Aprítógépgyár XII. „Blake” törő. 5. 2 db önműködő váltólapos surrantó. 6. Puffertároló. 7. 2 db darableválasztó vibrátor VDE I. 150/350. 8. Nagykő bunkerek. 9. 4 db adagoló rázókosci. 10. 4 db Aprítógépgyár VIII. „Blake” törő. 11. Kétsikű nehézvibrátor VNE II. 125/300. 12. Kétsikű nehézvibrátor VNE II. 125/300. 13. Kétszer részben háromszortörtanyag siló. 14. Háromszikű könnyűvibrátor VK III. 125/300. 15. Nemeszuzalék siló. 16. Meddőhányó és 0,5 finomanyag hányó. 17. Egysikű nehézvibrátor VNE I. 125/300. 18. Kétsikű nehézvibrátor VNE II. 125/300. 19. Egyszer-, részben

kétszortört anyag siló. 20. Beállítható surrantó rendszer. 21. Készárutároló. 22. 100 t-ás vágánybontás nélküli hídmérleg. 23. 100 t-ás vágánybontás nélküli hídmérleg. 24. 50 t-ás vágánybontás nélküli hídmérleg. 25. Ganz VIII. pofásgranulátor. 26. 2 db törőhengermű. I/a. 500 mm szállítószalag. I. és II. 800 mm szállítószalag. III. és IV. 800 mm szállítószalag. V. 800 mm visszahordó szállítószalag. VI. 650 mm szállítószalag. VII. 650 mm szállítószalag. VIII. 800 mm szállítószalag. IX. 800 mm visszahordó szállítószalag. X. 500 mm szállítószalag. XI. 800 mm szállítószalag. XII. 800 mm szállítószalag. XIII. 800 mm szállítószalag. XIV. 500 mm szállítószalag. XV. 500 mm szállítószalag. XVI. 500 mm szállítószalag.



12. ábra. Osztályozók, silók és utántörők összeépítési vázlata (alaprajz)

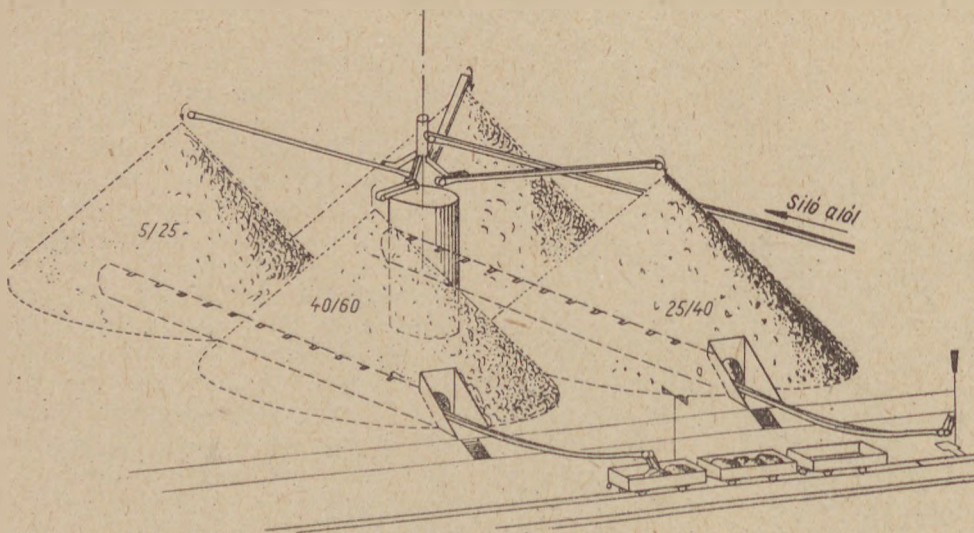
típusú hazai gyártmányú kétingás pofástörőgép utántörő. E törőgépek megfelelő kihasználása érdekében legkisebb kiömlőrés beállításával három gép 80 mm alá, a kétszertört siló felől elhelyezett finomtörő pofákkal felszerelt negyedik gép 60 mm alá zúz. Az utántörőkre egyenként 40 t/óra jut. Ha egy gép kiesik, akkor a többi gépre 60 t/ó teljesítmény esik. Ha figyelembe vesszük, hogy egyenletes szemnagyságú, tiszta egyszertört, sőt részben kétszertört anyagot adagolunk a törőkbe, megállapíthatjuk, hogy azok termelékenysége megfelelő, sőt a szükséges biztonsági tartalékkal is rendelkeznek.

Az utántörők alatt futó VIII. jelű szállítószalag felemeli a kétszer, ill. részben háromszortört 0–80 mm anyagot és átöntve a IX. jelű visszahordó szalagra, amely a zúzalékot — az előosztályozóval egybeépített — kétszertört anyag osztályozójára viszi. Itt a felső kétsíkú VNE II. 125/300 típusú nehézvibrátor 60–40 mm-es rostákkal a 60 mm-nél nagyobb anyagot a nagykőbunkerbe visszavezeti, a 40–60 mm anyagot egy állítható terelőlappal ellátott surrantó segítségével

vel, vagy a kétszertört siló megfelelő rekeszébe, vagy pedig a VI. jelű szalaggal az egyszertört anyag osztályozóba, vagy egyszerre mindkét helyre vezetik. Ezáltal jobb anyagelosztást tudunk elérni, hiszen az egyszertört anyag kb. harmadrésze a zúzómű által termelt zúzaléknak és kétharmadrész a kétszertört és nemes zúzalék. Így a kétszertört osztályozóból legnagyobb mennyiségben kikerülő 40–60 mm anyag nagy része, az egyszertört anyag 40–60 mm frakcióját növeli.

A 40 mm-nél kisebb anyag az alsó kétsíkú VNE II. 125/300 típusú 25–5 mm lyukbőségű rostával ellátott nehézvibrátorra kerül, mely a 25–40 mm-es zúzalékot a megfelelő silórekeszbe, az 5–25 és a 0–5 mm-es anyagot, vagy a nemes zúzalék osztályozóba vivő X. jelű szállítószalagra, vagy a megfelelő silórekeszekbe ejti terelőlappal ellátott surrantóval. A silócellákból közvetlenül az „A” vágány hídmérlegén álló vagonba töltünk.

Mielőtt rátérnénk a nemeszúzalék osztályozás és tároló kérdésére, tekintsük meg a 12. ábrát, amely az osztályozók és silók összeépítési vázlatát mutatja. Ha a VI. és VIII. jelű szállítószalago-



13. ábra. 6500 tonnás készárutároló vázlata

kat meghosszabbítanánk és az előosztályozó bunkert és utántörő épületet helybenhagyva, az egyszerűtört és kétszertört anyag silót külön-külön helyeznénk el, kiküszöbölhetnénk a két átöntést és a vele járó szállítoszalag többletet. Ezzel szemben a túlfolyó 60 mm-nél nagyobb kétszertört anyagot egy külön szalaggal kellene visszavinni az utántörőbe, vagy egy második utántörő állomást és elhordó szalagot kellene a kétszertört siló mellé telepíteni. Az egyszerűtört anyaghoz átvihető 40—60 mm-es kétszertört anyag szállítása olyan hosszú szállítoszalag beépítését tenné szükségessé, hogy ettől a lehetőségtől el kellene tekinteniünk.

A vagonrakodás általában sok problémát vet fel. Nagyobb üzeimeinknél a silók alatt futó szállítoszalag hídmérlegben álló vasúti kocsiba tölti az anyagot. A szalaghoz két kezelő kell, az egyik a siló alatti adagolókat, a másik a vagon-töltő csúszdát kezeli. Ha azonban az osztályozó-üzem szintje legalább 2 m-rel magasabb, mint a rakodóvágányok szintje, akkor a silóból akár egyszerre két billenő csúszdán is tölthetjük a vagon-t. Ez a rakodási mód kevesebb kocsimozgatással jár, általa a rakodószalagot és annak üzemeltetését is megtakaríthatjuk, gyorsabbá válik a rakodás, ami a nagyteljesítményű üzemek egyenetlen vagonellátottsága miatt is kívánatos. Szem-nagyságváltozás esetén, míg az egyik kocsit a hídmérlegben áll, a másik már részben előtölthető. A silóból fenéksurrantóval a zúzottkő gépkocsiba is tölthető.

Amennyiben a kétszer, részben háromszertört anyagból kivethető 35 t/ó 0—25 mm anyag összetételben és mennyiségben megfelelő nemeszuzaléknak, azt az előbbieknél ismertetett módon az X. jelű szalagon vihetjük a nemeszuzalék osztályozóba.

A 0—25 mm-es zuzalék itt könnyű vibrátoron a szükséges szemnagyságokra osztályozva silóba kerül, honnan billenő csúszdákkal — akár csak az egyszerűtört anyagnál — a „B” vágány hídmérlegben álló vagonba töltünk. A két rakodó-vágány terhelése így egyenletesen oszlik el.

Ha a nemeszuzalék termelését növelni kell, vagy nem elég hűsös (prizmatikus) az anyag, akkor a kétszertört anyag silójának bányafelőli oldalán megcsapoljuk a 40—60 mm anyagot és a cella mellett elhelyezett VIII.-as pofás granulátorral 25 mm alá aprítva a VIII. jelű szállítoszalagra adagoljuk. Ha ez sem elegendő, vagy talán nem 25, hanem 12 mm alá akarunk az anyagot letörni, akkor még a 25—40 és az 5—25 cellák elé elhelyezhető két hengeres granulátorral és X. jelű szállítoszalag elhagyása mellett a XV. és XVI. szalagok beépítésével nagymértékben megnövelhetjük a finomanyag termelését.

Nagyobb készárutárolóra is feltétlenül szükség van, hiszen már egynapos vagonhiány esetében az üzemnek le kellene állnia. A silók tároló-képessége kb. 2500 t és növelésük már nem lenne gazdaságos. Fennáll tehát a kérdés, hogy milyen tárolót létesítsünk?

A korszerű készárutároló feltétlenül gépesített. Erre a célra a hazai viszonyok mellett mind a

tároló feltöltésénél, mind a kiürítésénél legjobban a szállítoszalagok felelnek meg. Külföldön gépkocsival, csillével, vagy szállítoszalaggal feltöltött készárutárolónál — a közúzóüzemeinknél nem alkalmazott — kaparó-szalagok beiktatásával, exkavátor és szalagrakodással, vagy magasrakodóról földgyaluval (dózer) oldják meg a készáru felszedését. Ily módon a beruházási költséget csökkentik, ezzel szemben az üzemeltetés költsége is kisebb, mint a tároló alatti alagútban futó szállítoszalagos rakodási módnál.

Visszatérve az előbb ismertetett üzem tervére, kétféle megoldást találunk a készárutároló gépesített kivitelére. Ezek közül az egyik megvalósítható akkor is, ha a rakodóvágány mellett csak 40—60 m széles tárolásra alkalmas hely áll rendelkezésre. A másik már 100—120 m széles helyet igényel, de nagyobb mennyiség tárolására gazdaságosabb az előbbinél.

Tároláskor a silók alatt futó XI. jelű szállítoszalag az egyes cellákban levő osztályozott zúzottkővet a XII. jelű szalagra adja át, amely felemeli egy válaszfalas tároló fölé, ahol az egyes frakciók váltólappal ellátott surrantórendszer segítségével a megfelelő rekeszbe tölthetők. A rakodás a tároló alatti XIII. jelű szállítoszalag segítségével történik. Így 12—15 ezer t tároló-képességű, tehát 4—5 nap termelését felvevő berendezéshez jutunk. A tárolás és rakodás a 200—300 t/ó teljesítményű szállítoszalagokkal gyorsan végezhető, kevésbé széles területre is telepíthető, részben lefedhető és megéri a többi üzemrészhez képest csekély beruházási költséget.

Ha nagyobb hely áll rendelkezésünkre, akkor a készárutároló válaszfalak nélkül oldható meg, négy darab 20 m magas kúppal, amelyeket elosztó toronyból, négy szalaggal töltünk fel. Ürítése két rakodószalaggal alagúton át végezhető.

A 13. ábra ilyen tárolót mutat be. Tároló-képessége 60—65 ezer t, melynek kb. fele közvetlenül befolyik az alagútba, a kráter többi kőanyaga pedig doserrel az alagút nyílásába betolható.

Silókba kerülő, töltésből keletkező 0—5 mm anyag, amennyiben nem használható, a XI. jelű szalagra töltve, továbbá a XIV. szalaggal a tároló felett elvihető a hányóra.

Az ismertetett terv természetesen nem alkalmazható bárhol, de a felvetett problémák és megoldások feltétlenül a műszaki fejlesztés útját mutatják, amit annál is inkább figyelembe kell venni, mert a két építésű zúzó és osztályozó üzem beruházási költsége kb. 20%-kal kisebb a széthúzott telepítésű üzemnél.

Második öt éves tervünk keretében Észak-Magyarországon korszerű zúzóüzemet kell felépíteniünk, melynek tervezésénél szeretnénk felhasználni az összes eddig szerzett tapasztalatokat. Munkánk jelenleg országhatárainkon is túlnő, mert gépesített zúzóüzemeink felkeltették a külföld bányász szakembereinek figyelmét és külföldről is kaptunk megbízásokat hasonló üzemek tervezésére. Ez fokozott mértékben kötelez minket a korszerű kőbányai üzem technológia állandó fejlesztésére.

Az önköltségsökkentés jelenlegi mérési módszereinek és premizálásának hibái az üvegiparban

DR. SZÜCS JÁNOS

Az önköltség csökkentése a gazdasági vezetés egyik legfontosabb célkitűzése. Jogos tehát, hogy e célkitűzés megvalósítását az anyagi érdekeltség érvényesítése révén ösztönözzük.

Mivel a kimutatott önköltségsökkentés ezért jelentős összegű prémium kifizetésének lehet alapja, nem közömbös, hogy az önköltségváltozást milyen módszerekkel mérjük. Vizsgálat tárgyává kell tennünk ezeket a módszereket abból a szempontból, vajon alkalmasak-e az önköltségsökkentés érdekében kifejtett tevékenység tényleges eredményeinek megállapítására.

Az üvegipar területén a múlt év közepe óta jelentősen megnövekedett a kifizetett prémium összege. Ez az időpont egybeesik az önköltségsökkentésnek prémiumtényezőként való bevezetésével. A prémium fizetéssel kapcsolatos vizsgálatok kimutatták, hogy jelenlegi önköltségsökkentés mérési módszereink indokolatlan prémiumhoz juttatják sok esetben a vállalat dolgozóit, mert eredményként mutatnak ki olyan tényezőket is amelyek nem a dolgozók által kifejtett tevékenység, hanem rajtuk kívülálló egyéb körülmény eredményei.

Vizsgáljuk meg ezért, melyek a jelenlegi önköltségmérési módszereinknek hibái és van e lehetőség helyesebb módszerek alkalmazására.

I. Az önköltségsökkentés mérésének jelenlegi módszerei

Vállalati szinten az önköltség mérésének kétféle módszere van alkalmazásban:

az egyik módszer a forgalmiadó nélküli folyóáras termelési érték és a vállalati összes ráfordítás viszonyításával kiszámított ún. globális önköltséghányad egybevetése a tervvel, illetve a bázis időszakokkal;

a másik módszer az összehasonlítható termelés önköltségindexeinek egybevetése.

Az önköltségsökkentés premizálásánál egyes vállalatok tekintetében az első módszert, más vállalatoknál — amelyeknél az összehasonlítható termelés aránya elég magas — a második módszert alkalmazzuk.

A globális önköltséghányadot illetően már általában elterjedt az a vélemény, hogy a valóságos önköltségsökkentés mérésére nem alkalmas, viszont a második módszert, az összehasonlítható termelés önköltségindexeinek alapján való mérést általában úgy tekintik, mint, amely mentes az előbbi módszer hibáitól. A globális önköltséghányad kiszámításánál ugyanis a vállalat összes termékeinek és mindenirányú termelési tevékenységének összráfordítását viszonyítjuk az összevont termelési értékhez. A különböző termékek és termelési tevékenységek termelési értékének és önköltségének aránya azonban igen eltérő lehet, s ennek következtében a vállalati teljes termelés összetételében a tervvel, illetve bázissal szemben bekövetkező eltolódások nagy mértékben kihatnak a vállalati globális önköltséghányad alakulására. A másik módszer ezt a fogyatékoságot azzal igyekszik kiküszöbölni, hogy a mérésnél azonos súllyal veszi figyelembe a különböző — ún. összehasonlítható — termékeket és pedig azért, hogy a beszámolási időszakban termelt mennyiségek alapulvételével számítja ki mind a bázisönköltséget, mind a tervezett és természetesen a tényleges önköltséget is.

A valóságban mind a globális önköltséghányaddal való mérésnek, mind az összehasonlítható termelés önköltségindexeivel való mérésnek számos hibája van. Az alábbiakban e hibák legjellegzetesebbjeivel foglalkozunk.

II. A jelenlegi önköltségsökkentés mérési módszerek hibái

a) *A termékösszetétel megváltozásának hatása az önköltségi mutatókra.*

Vizsgáljuk meg egy egyszerű példán, hogy a termékek volumenének eltolódása milyen hatással van egyrészt a globális önköltséghányadra, másrészt az összehasonlítható termelés önköltségindexére.

A példában feltételezzük, hogy egy üvegyár egy fazekas kemencével dolgozik, s a különböző fazekakban kétféle nyersanyagösszetételből, egy olcsóbb és egy drágább keverékből olvaszt

A vállalat adatai (bázis, vagy terv szerint):

Költségek	Termelés mennyisége		„A” gyártmány 1000 db		„B” gyártmány 1000 db		Vállalat össze- sen 2000 db
			Összesen	1 db- ra	Összesen	1 db- ra	Összesen
Közvetlen anyag			1000	1,0	3000	3,0	4000
Közvetlen bér			1000	1,0	1000	1,0	2 000
Üzemi ált. költs.			2000	2,0	2000	2,0	4 000
Gyártási önköltség			4000	4,0	6000	6,0	10 000
Váll. ált. költs. 20%			800	0,8	1200	1,2	2000
Önköltség			4800	4,8	7200	7,2	12 000
Termelési érték				4,9		7,34	12 240
							98%
							100%

A vállalat adatai a beszámolási időszakban ténylegesen :

Költségek	Termelés mennyisége		„A” gyártmány 500 db		„B” gyártmány 1500 db		Vállalat össze- sen 2000 db	
			Összesen	1 db- ra	Összesen	1 db- ra	Összesen	
Közvetlen anyag			500	1,0	4 500	3,0	5 000	
Közvetlen bér			500	1,0	1 500	1,0	2 000	
Üzemi ált. költs.			1000	2,0	3 000	2,0	4 000	
Gyártási önköltség			2000	4,0	9 000	6,0	11 000	
Váll. ált. költs. 18,2%			364	0,73	1 636	1,09	2 000	
Önköltség			2364	4,73	10 636	7,09	13 000	96,6 %
Termelési érték				4,9		7,34	13 460	100 %

üveget. Egyszerűség kedvéért a költségeket erősen összevontan mutatjuk ki. Feltételezzük továbbá, hogy mindkét féle gyártmány ára elméletileg helyesen — 2% haszon figyelembevételével — nyert megállapítást.

Az adatok összehasonlításával könnyen megállapíthatjuk, hogy egyszerűen azért, mert drágább alapanyagú termékmennyiségből többet, az olcsóbb alapanyagúból kevesebbet termelt a vállalat, a globális önköltséghányad 1,4% csökkenést mutat.

Az adatokból könnyű megállapítani, hogy valóságos önköltségcsökkentés nem következett be a vállalatnál, mert a közvetlen anyag és közvetlen bér ráfordítás a termékegységre számítva teljesen változatlan, s az általános költsége a termelési volumen (2000 db.) változatlansága mellett abszolút összegben szintén változatlan maradt (az üzemi általános költség — aminek nagy része példánkban a súllyal arányos olvasztási költség, — s a vállalati általános költség 4000 illetve 2000 Ft maradt).

Nézzük meg, hogyan alakul a példával kapcsolatban az összehasonlítható termelés önköltség-indexe :

Magne- vezés	Egység- eső költség		Termelt mennyi- ség beszám. időszak	Összes költség a besz. időszakban termelt mennyiségre	
	bá- zis	beszám- olás		bázis önk.	besz. önk.
„A” gyárt- mány	4,8	4,73	500 db	2 400	2 364
„B” gyárt- mány	7,2	7,09	1500 db	10 800	10 636
Összehasonlí- ható terme- lés				13 200	13 000

Az önköltség változás indexe 98,5%

Megállapíthatjuk, hogy nemcsak a globális önköltséghányad mutat önköltségcsökkenést, hanem az összehasonlítható termelés önköltség-indexe is 1,5% csökkenést jelez.

Ha elemezzük, hogy miért mutat önköltségcsökkenést a példa szerinti esetben az összehasonlítható termelés önköltség-indexe, megállapíthatjuk, hogy ennek oka az, hogy a vállalati általános

költség felosztásának alapja megváltozott az előző állapothoz képest. A valóságos önköltség-változást abban az esetben mutatná az összehasonlítható termelés önköltség-indexe, ha a vállalati általános költség felosztását visszamenőleg módosítanánk — a gyártmányeltolódásnak megfelelően — a bázisadatoknál is. Ezt úgy lehetne megoldani, ha a vállalati általános költség felosztásánál nem a gyártási önköltséget vennénk alapul, hanem a termék mennyiségét.

A bemutatott példa világosan igazolja, hogy adott esetben sem a globális önköltséghányad, sem pedig az összehasonlítható termelés önköltség-indexe nem mutatja a valóságos önköltségalakulást. Márpedig a jelenlegi premizálási szabályok szerint mindkét esetben jelentős prémiumot és pedig, ha a globális önköltséghányad a prémium-tényező, 0,1%-konként 1%, azaz 14%, ha pedig az összehasonlítható termelés önköltség-indexe a prémiumtényező, 0,1%-konként 2%, azaz 30% prémiumot kellene kifizetni.

A példával szemben fel lehet hozni, hogy a tervszerűség mint prémiumfeltétel a termékváltozás jelentősebb eltolódásai esetén kizárhatja a premizálást. Ez igaz, azonban az is igaz, hogy a példában bemutatott eset könnyen előfordulhat a tervszerűségi előírás betartása mellett is.

A termékösszetétel változása korántsem csak a példában bemutatott esetben hat a globális önköltséghányad és az összehasonlítható termelés önköltség-indexének alakulására. A példában egyszerűség kedvéért abból indultunk ki, hogy a bázisidőszakban mindkét gyártmány egyaránt 2% haszonnal megállapított egységárral rendelkezik. A valóságban a sokféle gyártmányt előállító vállalatoknál az a helyzet, hogy a különböző gyártmányok termelési értékének és önköltségének aránya a legkülönbözőbb. Egyes gyártmányoknál az önköltség jelentősen meghaladja, más gyártmányoknál az önköltség 100%-nál sokkal kisebb hányada a termelési értéknek. Az ilyen gyártmányok közti eltolódások természetesen szintén jelentősen torzítják az önköltségi mutatókat.

b) A termelési terv túlteljesítésének hatása az önköltségi mutatókra.

A következőkben vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a gyártmányok összetételében nem következik be ugyan eltolódás, de a termelési terv túl-

teljesítése következtében változik a globális önköltséghányad, valamint az összehasonlítható áruterelés önköltségindexe. (Ez az eset. pl. az egyfajta gyártmány előállítót vállalatoknál.)

Közismert, hogy a termeléssel kapcsolatos ráfordítások a termelési volumen szempontjából való viselkedésük szerint feloszthatók változó és fix költségekre. Ismeretes, hogy a termelés volumenének növekedésével a fixköltségek nem, vagy csak jóval kisebb mértékben növekszenek és ezzel válnak az önköltségszökkentés egyik jelentős forrásává. A termelés volumenének növekedésével kapcsolatos önköltségszökkenést vitathatatlanul valóságos önköltségszökkenésnek kell elismernünk, más kérdés azonban, hogy az így jelentkező önköltségszökkenés adott esetekben alapot szolgáltat-e premizálásra.

Tegyük fel, hogy egy vállalatnál a változó és fixköltségek 70% és 30% arányban tevődnek össze. Tételezzük fel azt is, hogy egy gyártmány-nál is hasonló arányú a változó és fixköltségek összetétele.

Nézzük meg, hogyan alakul a globális önköltséghányad, valamint az összehasonlítható termelés önköltségindexe abban az esetben, ha a vállalat 1%-kal termelési tervét túlteljesíti:

	Terv		Teljesítés	
Változó költségk ..	70		70,7	
Fix költségk	30		30,0	
Termelési érték	100	100%	100,7	99,7%
	100		101	

Ha úgy vesszük, hogy az előző példa tervadatai azonos gyártmány 100 egységére vonatkoznak és az 1%-os túlteljesítés figyelembevételével a teljesítési adatok 101 egységre, az összehasonlítható termelés önköltségindexe a következőképpen alakul:

Tervezett egységköltség	1/db
Tényleges egységköltség	0,997/db
A ténylegesen termelt mennyiség	101 db
Ennek tervezett önköltsége	101,0
Tényleges önköltsége	100,7
Index	99,7%

Az 1%-os termelési terv túlteljesítés tehát mindkét esetben 0,3% önköltségszökkenést eredményezett.

A premizálási szabályok szerint, ha a globális önköltséghányad a prémiumtényező, adott esetben 3% prémium ha pedig az összehasonlítható termelés önköltségindexe a prémiumtényező, 6% prémium jár. Márpedig fenti adatokból nyilvánvaló, hogy a példa szerinti esetben semmiféle önköltségszökkentési intézkedés nem történt. A termelési terv túlteljesítéséért pedig egyébként is jár prémium, viszont utóbbinak a mértéke általában csak 1,5%, 1%-os termelési tervtúlteljesítés esetén. Ilyen esetben tehát az önköltségszökkentési prémium nem egyéb, mint a termelési tervteljesítésért járó prémium hatványozása. Sőt a példából nyilvánvaló, hogy még abban az esetben is jár önköltségszökkentési prémium, ha egy-két

tized százalékot a vállalat rossz gazdálkodása felemészt abból a csökkenésből, ami a termelési terv túlteljesítése folytán az önköltségi mutatóknál szükségképpen jelentkezik.

A bemutatott példák igazolják, hogy az önköltségszökkenés mérésének jelenlegi módszerei és az ehhez kapcsolódó önköltségszökkentési premizálás nem alkalmas a valóságos önköltségszökkentési munka eredményeinek kimutatására, illetve jutalmazására.

A példákban azokat az eseteket mutattuk be, amikor a vállalat jó munkájától független tényezők kedvezően alakították az önköltségi mutatókat. A valóságban természetesen ennek az ellenkezője is gyakran előfordul, amikoris valóban jó önköltségszökkentési munka, takarékos gazdálkodás ellenére a mutatók kedvezőtlenül alakulnak és a jó munka megérdemelt jutalma, elmarad. Az ilyen eseteknek legalább olyan kedvezőtlen hatása van, mint amennyire kedvezőtlen hatású a meg nem érdemelt prémiumokban való részesülés.

III. Helyesebb önköltségszökkentés mérési módszerek

Nem elégedhetünk meg azonban azzal, hogy megállapítjuk a jelenleg alkalmazott önköltségszökkentés mérési módszerek fogyatékosságait és az ehhez kapcsolódó premizálás hibáit, hanem keresni kell a helyes módszereket.

Ha megvizsgáljuk, hogy a fentiekben tárgyalt, jelenleg alkalmazott mérési módszerek hibái miből adódnak, kétségkívül arra a megállapításra kell jutnunk, hogy a mérési hibák abból adódnak, hogy ezek a módszerek nem tesznek különbséget a termelési költségek két nagy csoportja: a közvetlen költségek és a közvetett, vagy általános költségek között. Márpedig, ha helyes mérési módszert akarunk kialakítani, határozottan meg kell különböztetni a gyártmányokkal összefüggésben vizsgálható közvetlen költségeket és a gyártmányoktól többé-kevésbé független, nagyjából fixösszegű közvetett költségeket.

A közvetlen költségek közül legfontosabb a közvetlen anyag- és a közvetlen bérköltség, amelyek szorosan kapcsolódnak a gyártmányokhoz. Ezeknek a költségeknek alakulása, a jó, vagy rossz önköltségszökkentési munka, az anyagtakarékosság, a selejtszökkentés, stb., jól mérhető a gyártmányokkal való összefüggésben. Ennek a mérésnek a módszerül az a számítási mód alkalmazandó, ahogy jelenleg az összehasonlítható termelés önköltségalakulását mérjük, azzal a változtatással, hogy az egyes gyártmányok egységköltségeként mind a bázisnál, mind a tervnél, valamint a tényszámoknál csak a gyártmányokkal szoros összefüggésben lévő azon közvetlen költségeket velemők figyelembe, amelyek a selejtre eső közvetlen ráfordításokat is tartalmazzák. Ezzel a módszerrel egy olyan mutatót számíthatunk ki, ami megnyugtató módon mutatja az anyagtakarékosság és a selejtszökkenés eredményét.

A költségek másik csoportját, az általános költségeket más módszerrel kell mérni. Itt nagy szerepe van a szakmai és vállalati sajátosságoknak

a mérési módszerek kialakításában. Irányadó szempont, hogy adott kapacitás és termelési volumen mellett egy-egy vállalatnál az általános költségeket nagyjából abszolút összegben fixnek kell minősíteni. Ennek alapján az általános költségek mérésénél az abszolút összegben való egyszerű összehasonlítást kell mérési módszernek tekinteni. Ez aztán a normalizálás irányában továbbfejleszthető. Meg kell azonban jegyezni, hogy a normalizálás ezen a vonalon esetleg rosszabb eredményt ad, mint az abszolút összegben való összehasonlítás. Ami a premizálás szempontját illeti, inkább csak csökkentő, vagy esetleg kizáró tényezőként ajánlatos ezen költségek alakulását a premizálásba bevonni.

Összefoglalva: Az önköltségcsökkentés premizálásánál helyesebb módszer volna az összehasonlítható gyártmányoknak a selejtre eső közvetlen ráfordításokat is magába foglaló, de csak a köz-

vetlen költségeket tartalmazó önköltség alakulását jutalmazási tényezőként figyelembe venni, míg az általános, költségeket, abszolút értékben mérve, csak csökkentő, vagy esetleg kizáró feltételként előírni.

Nem lehet különösebb akadálya annak, hogy beszámolási időszakonként összeállítás készüljön az összehasonlítható gyártmányok közvetlen költségeiről. E közvetlen költségek a selejtre eső ráfordításokat is kell hogy tartalmazzák. Az ilyen kimutatás önköltségindexe valóságos anyag és selejtesökkentésből eredő önköltségcsökkentést mutatna. Az általános költségeket abszolút összegben mutatnák ki a vállalatok.

A tárgyalt önköltségcsökkentés mérési és premizálási kérdésekkel már csak azért is érdemes foglalkozni, mert önmagábanvéve a jogosulatlanság prémiumkifizetések megakadályozása is önköltségcsökkentést jelent.

Üvegkeverékek üzemi gyorsvizsgálati módszereinek értékelése

DR. KASZA OTTÓNÉ vegyész-mérnök

I. Bevezetés

A minőségileg kifogástalan üvegárak célszerűen és gazdaságosan csak jól megválasztott, állandó kémiai összetételű, meghatározott szemcsenagyságú nyersanyagok olvadékából készíthetők. Ezért az üvegkeverékbe kerülő nyersanyagokat felhasználásuk előtt kémiai összetétel és szemcsenagyság szempontjából folyamatos vizsgálat alá kell vonni.

Az előzetes vizsgálaton átesett nyersanyagokból az előállítani kívánt üvegfajtának megfelelő arányban keveréket készítenek, amelyből csak az esetben olvasható egyenlő és gyakorlatilag tiszta üveg, ha a keveréknek az elérhető legnagyobb mértékű homogenitását biztosítják.

Egy üvegkeverék akkor nevezhető homogénnek, ha az abból kivett minden 1 cm³-es térfogatú minta vizsgálati eredménye az előírttal szemben SiO₂ és Na₂O tartalommal 0,3%, egyéb oxid-tartalommal pedig 0,2% eltérést nem haladja meg (5).

A keverék homogenitás elérése érdekében a keverékkészítés módját illetően a szakkörök véleménye megoszlik. Egyesek száraz, mások előre nedvesített nyersanyagok keverését, ismét mások a keverékek brikettelését tartják a homogenitás előfeltételének.

A különböző véleményeket mind kísérleti eredmények támasztják alá, de végeredményben a tudományos körök véleménye megegyezik abban, hogy az üvegkeverékbe kerülő minden nyersanyag, valamint az azokból készült keverék állandó vizsgálat alá vonandó. Egyező az a vélemény is, hogy a keveréket az ellenőrzésnek végig kell kísérnie a nyersanyagok előkészítése pillanatától a kemencébe adagolásig.

Jelen munkánkban ismertetésre kerülő vizsgálataink során az iparban ma alkalmazott módszerekkel készített keverékek homogenitásának vizsgálati módszereit a külföldi és hazai irodalmi, valamint tapasztalati adatokból ismertetjük. Ezenfelül közöljük az ismertetett módszerekkel végzett vizsgálataink eredményét, értékelést adunk s végül javasoljuk az egyik üvegyárunk által már alkalmazott gyorsvizsgálati módszer kiegészített formában való bevezetését, amelyet üvegiparunk minden nehézség nélkül folyamatosan alkalmazhat.

II. Keverékek gyors üzemellenőrzési módszereinek ismertetése irodalmi adatok alapján

A gyorsvizsgálati módszerek egyik csoportjának (1) lényege az, hogy a keveréket vízdoldható, savoldható és oldhatatlan részeire bontja, ilyen módon keverék minta sorozat keverési mértékét össze lehet hasonlítani. E módszer alkalmazása a következőképpen történik:

A megvizsgálandó keverékből súlyállandóságig szárítás után 3 g-ot lemérünk. Ezt a mennyiséget hideg, majd meleg, végül forrásban lévő vízzel extraháljuk és az oldatot Schott-féle szűrőtégelyen keresztül átszűrjük.

A szűrletet kis mennyiségű vízdoldható jelenlétében közvetlenül, ha a keverékben nagyobb vízdoldható van, 250 cm³-re felhígított oldat aliquot részét, normáltized sósavval és metilorange jelenlétében titráljuk. A felhasznált sósavmennyiséget átszámítjuk szódára. A vízes kivonat maradékát 110 °C-on szárítjuk és mérjük. A maradék és a bemérés közötti különbség a keverék vízdoldható részét adja. Ez a rész egyszerű üvegeknél szódából, káliumnitrátból, szulfátból és boraxból állhat. Borax, valamint káliumnitrát távollétében az

oldott anyag és a szódaaként meghatározott mennyiség között mutatkozó különbség megadja a szulfát tartalmat, melyet nem határozzunk meg közvetlenül.

A vízdoldhatatlan maradékot hígított hideg sósavval majd meleg s végül forrásban lévő sósavval kezeljük, hogy a mész- s esetleges dolomittartalom kioldódjék. A szűrést az előbb elmondottak szerint végezzük. Mészen és dolomiton felül lehet a keverékben még egyéb alkotó, pl. báriumkarbonát, cinkoxid, ezek szintén kioldódnak. Olyan keverékekben, amelyekben redukáló szén van, a vizsgálat folyamán kénhidrogén gázfejlődést tapasztalunk. A maradékot — mint az előbbieken — lemérjük, a savas oldás után visszamaradó és a vízdoldható résszel szemben mutatkozó különbség a savoldható mennyiséget adja. A visszamaradt rész képezi az oldhatatlan anyagok mennyiségét, melyben homok, kaolin, földpát, bazalt, fonolit, redukálószén lehet.

A vízzel való oldás után azért forraljuk az anyagot, mert a csupán hideg vízzel leöntött keverékben szóda, illetve szulfátrögök képződnek, melyek hideg vízben csak nehezen oldódnak. A vízben nem oldható alkotók sósavval való főzését a keverék dolomit tartalma indokolja, mely hideg sósavban igen nehezen oldódik.

Ólomüveg keveréket ugyanezen módon vizsgálva a vizsgálat menete azzal bővül, hogy sósavas forralás után visszamaradt anyagot forrásban lévő vízzel átmoszuk, azért hogy a sósavban oldhatatlan, tehát visszamaradt ólomkloridot eltávolítsuk.

A minium oldása salétromsavval és oxálsavval akkor eredményes, ha az oxálsavat a redukáláshoz szükséges mennyiségben adagoljuk, ellenkező esetben a kioldás nem tökéletes.

Egy ólomüveg keverék ellenőrzését Zschacke F. H. (1) adatai alapján az alábbiakban ismertetem:

A keverék összetétele:

szóda	17,0 g
minium	28,0 g
homok	55,0 g

Két vizsgálatnál (1, 2) a minium elválasztását sósavval, két vizsgálatnál (3, 4) salétrom és oxálsavval végezték. A vizsgálat eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Minta	1.	2.	3.	4.	Számított érték
Vízdoldható ...	16,55	16,28	16,35	16,38	17,0
Savoldható ..	27,90	27,93	27,88	27,71	28,0
Oldhatatlan ..	55,55	55,79	55,77	56,21	55,0

Albrecht O. (2) azt a véleményét fejti ki, hogy a keverékek vizsgálatánál alkalmazott eljárások — melyek a vízdoldható, savoldható és oldhatatlan rész meghatározását, valamint az alkáliák és földalkáli fémek savfogyasztásának megállapítását célozzák — hosszadalmasak, az eredmények pedig csak a megfelelő összetevők átszámítá-

sával hasonlíthatók össze. A keverék ellenőrzésének e módja véleménye szerint csak azon nyersanyagok korlátozott kis számánál használhatók, amelyek nagy tisztaságúak. Azon esetben, amikor a keverékben gyakran tíz alkotó is szerepel, s ezenfelül a keverékek nehéz fémoxidokat is tartalmaznak, az összehasonlítás nem kielégítő.

A keverékben szereplő összetevők legnagyobb része oldhatatlan maradékot is tartalmazhat. A nyersanyagok oldatban általában hidrolizálódnak és a hidrolízis termékek kicsapódhatnak. A számításnál e tényezőket figyelembeveendőnek ítéli meg, még akkor is, ha a gyakorlatban egy keverék összetételén belül megközelítő kiegyenlítődés lépne fel.

A kutató több vizsgálat eredménye alapján azt a következtetést vont le, hogy a számított értéket nem lehet minden további nélkül összehasonlító értékkel felhasználni. Következtetésének igazolására az egyes nyersanyagokból a keverék összmennyiségének 1/10 000 részét mérte le analitikai mérlegen és jól összekeverte. Megállapította a vízdoldható, savoldható és oldhatatlan anyagrészek mennyiségét, majd ezeket az eredményeket a számított értékekkel hasonlította össze.

A vizsgálati eredmények — dacára az igen alapos átkeverésnek — a $\pm 1,0\%$ -ot csaknem minden vizsgált mintánál meghaladják. Feltételezte, hogy a számított és a vizsgálatoknál kapott értékek közötti különbség a nyersanyagok számától, fajsúlyától és keverési arányától függően még nagyobb eltérést is okozhat. Fizikai, vagy fizikokémiai módszerekkel is megállapítható a komponensek aránya (2).

A Salgótarjáni Üvegyárban gyártott zöldüveg keverék vizsgálatára gyors módszert dolgozott ki Szabó Lajos vegyész mérnök (3). A zöldüveg keverék sok komponenst tartalmaz, ezek: homok, szulfát, dolomit, mészkőliszt, fonolit, nátriumklorid, barnakő, szénpor. Az alkotók közül a nátriumklorid és szulfát vízdoldható, a fonolit csak részben oldódik ásványi savakban kovásvággal kiválás mellett. A fonolit oldódásának mértéke a fajlagos felülettől, az oldósav töménységétől, és a savval való kezelés idejétől függ. A kovásvá bizonytalansága és nehéz szűrhetősége miatt a savoldható rész meghatározása a szokásos módon nem lehetséges. Vízdoldható mennyisége a kilúgozott folyadék fajsúlyának megállapításával határozható meg. A meghatározások pontossága $\pm 0,75\%$.

A savoldható érték helyett a CaO tartalmat határozzák meg. A kivitelezés módja a következő: A bemért keverék teljes mennyiségét anélkül, hogy előtte a vízdoldhatóktól elválasztanók, sósavval mintegy félórán át forraljuk. Ez idő alatt a dolomit és mészkő is feloldódik.

Az oldatot mérőlombikba szűrik, melyből meghatározott mennyiséget kivesznek és ammonkloridot, ammonhidroxidot adnak hozzá. A kovásvá és R_2O_3 leválik, ily módon az oldatban csak Ca és Mg-ion marad. A kalciumtartalmat illető mennyiséget ammonoxaláttal leválasztják és $KMnO_4$ -el titrálják.

III. Szódás porkeverékek extrakciós vizsgálata, a vizsgálatok pontosságai ismérvei

1. Mintavétel a keverék összetételének vizsgálatához

Az üvegkeverékek folyamatos vizsgálatához minden nap átlagmintákat vesznek. Ez történhet a keverőgépből vagy a keveréktárolókból. A mintavételhez 50 cm hosszú, 15 mm belső átmérőjű üvegcsövet használnak. A csövet a keverékbe süllyeszti, a kiemelt átlagmintákat jól átkeverik s ennek bizonyos mennyiségét vizsgálják.

Az átkeverés mértékének megállapítására az úgynevezett köbcentiméteres mintavételt rendszeresítették. A „köbcentiméteres“ elnevezés abból származik, hogy a keverékek homogenitás vizsgálatát egy köbcentiméter térfogatú anyagmennyiségből végzik. E módszerrel a keverékből szorosan egymás mellett több mintát vesznek és minden köbcentiméteres mintát külön vizsgálnak. Ily módon a keverék homogenitásáról világosabb képet nyernek, azzal az esettel szemben, amikor átlagmintát vizsgálnak.

2. Kézzel kevert keverékek összetételének vizsgálata

Az üvegipari üzemekben helyenkint kézi keverést alkalmaznak. A kézi keverés pontatlanságának bizonyítására Zschacke vizsgálatokat foly-

tatott, melyekből egy eredményt az alábbiakban közlünk:

A vizsgált homok, szódát és meszet tartalmazott. A keverékben szemmel látható rétegződés volt. Eredmények:

Minta	1.	2.	3.	4.	2. táblázat	
					Középértéktől való eltérés % -ban	
Oldható	59,48	72,39	44,02	77,07	+21,8	-30,4
CaO	8,34	4,78	5,72	6,96	+29,3	-25,9

A keverékben résztvevő három alkotó vízben oldható részének egyenetlen elosztása a vizsgálati eredményekből kitűnik.

Összehasonlítás céljából az alábbi összetételű keveréket állítottuk össze és vizsgáltuk meg:

homok	3,5 kg
szóda	0,8 kg
szulfát	0,1 kg
mészke	0,6 kg

A keveréket tíz percig kézzel kevertük, majd 0,75 mm lyukbőségű szitán átszitáltuk. Ezután a keverékből átlagmintákat vettünk s abból 30 g-os mennyiségeket vizsgáltunk vizes és savas extrakciós módszerrel.

	Számított %	M é r t %						Középérték 1—6. %	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Vízoldható	18,00	18,14	18,12	20,13	19,12	18,34	18,54	18,73	+ 4,06
Szóda, titrálva ...	16,00	15,95	15,66	17,74	16,84	16,26	16,12	16,43	+ 2,68
Szulfát	2,00	2,19	2,46	2,39	2,20	2,08	2,42	2,30	+15,00
Savoldható	12,00	12,22	10,54	8,88	9,79	10,24	10,10	10,29	- 2,42
Oldhatatlan	70,0	69,64	71,34	70,99	71,09	71,42	71,36	70,98	+ 1,40

A vizsgálati eredményekből kitűnik, hogy a 3. és 4. jelű minták vízoldható alkotókban dús és savoldható anyagokban szegény keverékrészből kerültek ki. A keverék inhomogenitását kétképpen jelzi a százalékos értékelés, mely 1,4%-tól 15,0%-ig terjedő eltérést mutat.

Annak a vizsgálatára, hogy kézi keveréssel különböző fajsúlyú alkotókból álló keveréket homogén minőségben elő lehet-e állítani, kísérlet-sorozatot végeztünk. A vizsgálat céljára a következő keveréket mértük be:

Homok	3,5 kg
Szóda	0,5 kg
KNO ₃	0,1 kg
Pb ₃ O ₄	0,9 kg

A nyersanyagokat 0,75 mm lyukbőségű szitán engedték át.

1. A keveréket lapáttal hatszor átfordítottuk. átlagmintát és 1 cm³-es mintákat vettünk, majd azokat megvizsgáltuk. Az eredményeket az 4. és 5. táblázat tartalmazza.

4. táblázat
Átlagminták vizsgálati eredményei

	Számított %	M é r t %		Közép- érték 1-2. %	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.		
Vízoldható	12,00	8,43	15,33	11,88	- 1,00
Szóda, titrálva ..	10,00	7,99	12,10	10,05	+ 0,50
KNO ₃	2,00	0,44	3,23	1,83	+ 8,50
Savoldható	18,00	7,85	19,14	13,49	-25,06
Oldhatatlan	70,00	83,72	65,53	75,63	+ 6,63

5. táblázat
Köbcentis minták vizsgálati eredményei

	Számított %	M é r t %				Középérték 1—4.	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.	3.	4.		
Vízoldható	12,00	8,13	13,81	9,78	14,82	11,64	- 3,00
Szóda, titrálva ..	10,00	7,17	11,99	8,60	12,03	9,97	- 0,30
KNO ₃	2,00	0,76	1,82	1,28	2,79	1,66	-17,00
Savoldható	18,00	7,18	10,23	3,05	16,18	9,16	-49,11
Oldhatatlan	70,00	84,69	75,96	87,17	69,00	79,20	+13,15

6. táblázat

Átlagminták vizsgálati eredményei

	Számított %	M é r t %		Középérték 1-2. °	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.		
Vízoldható ...	12,00	9,65	12,83	11,24	— 6,33
Szóda, titrálva	10,00	8,17	10,10	9,14	— 8,60
KNO ₃	2,00	1,48	2,73	2,10	+ 5,00
Savoldható ..	18,00	12,25	13,83	13,04	— 27,60
Oldhatatlan ..	70,00	78,10	73,34	75,72	+ 8,16

Mind az átlagolásból, mind a köbcentis mintákból végzett vizsgálatok eredményei kismértékű keveredésről tanuskodnak. Fajsúlykülönbözöt — mint keverési nehézség — itt is kiütözik a savoldható miniumnál, amelynél a számított és mért eredmények igen nagy eltérést mutatnak.

2. Az előbb említett keveréket újból elkészítettük és most tizenkétszer forgattuk át kézilapáttal. Ismét átlagmintákat és köbcentiméteres mintákat vettünk a keverék különböző helyeiről. A vizsgálatok eredményeit a 6. és 7. táblázatban foglaltuk össze :

7. táblázat

Köbcentis minták vizsgálati eredményei

	Számított %	M é r t %				Középérték 1-4. %	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.	3.	4.		
Vízoldható	12,00	9,40	11,87	13,20	12,90	11,84	— 1,33
Szóda, titrálva	10,00	8,08	7,87	10,82	11,08	9,46	— 5,40
KNO ₃	2,00	1,32	4,00	2,38	1,82	2,38	+ 19,00
Savoldható	18,00	16,30	12,00	14,40	16,30	14,75	— 18,07
Oldhatatlan	70,00	74,30	76,13	72,40	70,80	73,41	+ 4,86

8. táblázat

Átlagminták vizsgálati eredménye

	Számított %	M é r t %				Középérték 1-4. %	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.	3.	4.		
Vízoldható	12,00	11,65	12,22	13,20	12,07	12,29	+ 2,42
Szóda, titrálva	10,00	9,83	10,37	10,59	9,42	10,05	+ 0,50
KNO ₃	2,00	1,82	1,85	2,61	2,65	2,24	+ 12,00
Savoldható	18,00	17,05	16,08	19,40	18,15	17,67	— 1,83
Oldhatatlan	70,00	71,30	71,70	67,40	69,78	70,04	+ 0,05

9. táblázat

Köbcentis minták vizsgálati eredményei

	Számított %	M é r t %				Középérték 1-4. %	Eltérés mért és számított között %
		1.	2.	3.	4.		
Vízoldható	12,00	10,61	13,41	11,84	12,06	11,98	— 0,17
Szóda, titrálva	10,00	9,00	11,85	10,02	10,03	10,23	+ 2,30
KNO ₃	2,00	1,61	1,56	1,82	2,03	1,75	— 12,50
Savoldható	18,00	17,85	17,85	19,28	17,31	18,07	+ 0,39
Oldhatatlan	70,00	71,54	68,74	68,88	70,63	69,95	— 0,07

A táblázatban foglalt eredmények bizonyítják, hogy a többszöri átkeverés elég jelentős javulást hozott. Ez a javulás különösen feltűnő a savoldható (minium) részek mennyiségének alakulásában.

3. A keveréket ismét elkészítettük és ez alkalommal huszonnégyszer forgattuk át. Szemre, a keverék homogénnek mutatkozott. Az átlagmintákat, valamint a köbcentis mintákat a keverék egymástól távol fekvő pontjairól vettük. A vizsgálatok eredményeit a 8. és 9. táblázat tartalmazza.

A vizsgálati eredmények a következőket mutatják :

A keverék felső harmadából vett 4. számú átlagminta vízoldható része megközelítően egyezik a számított értékkel, a savoldható rész mennyisége azt meghaladja. A felülről vett 2. számú átlag-

minta mutatja a savoldhatóságban a legnagyobb eltérést.

A keverőteknő aljáról vett 3. számú átlagminta mind a vízoldható, mind a savoldható részben jóval többet mutat a számított értéknél.

Az 1 cm³-es minták vizsgálati eredményei szerint a keverékhalom két oldaláról vett minta a vízoldható mennyiségnél elég nagy eltérést mutat, a savoldhatóban jól megközelíti a számított értéket.

A keverék alsó részéből vett harmadik átlagminta savoldható dúsulását jelzi, az alsó harmadból vett első átlagminta a vízoldható részben mutat nagy eltérést.

A kézi keveréssel kevert porkeverékek fenti sorozat vizsgálata eredményeként azt a megállapítást lehet levonni, hogy kézi keveréssel kielégítően homogén keverékeket előállítani nem lehet,

habár a keverékben szereplő anyagok keveredési aránya az átforgatás számának növelésével javul.

3. Géppel kevert keverékek összetételének vizsgálata

A gépi keverés jobb eredményeket biztosít, mint a kézi. A gépi keverés minőségének ellenőrzése céljából a Zagyvapálfalvi Üveggyárból származó keveréket vizsgáltuk meg. A keverést Eirich-féle keverőgéppel hajtottuk végre. A keverék-mintákat a keverődob 10., 20., 27. fordulata után, átlagolással vettük. Az átlagmintából 50 g-os részt vizsgáltunk. A keverék összetétele a következő volt:

Homok	59,56 sr.
Szóda	21,27 sr.
Szulfát	1,28 sr.
Mészköliszt	11,05 sr.
MgCO ₃	6,84 sr.

A keverék 4% nedvességet tartalmazott.

A vizsgálatokat a korábban leírt módon végeztük. Ha a 10. fordulat után kivett átlagminta vizsgálati eredményeit egyenként állítjuk szembe a számított értékekkel, akkor a következő eredményeket kapjuk:

Az 1. minta vizsgálati eredményeinek eltérése

Vízoldhatóban	— 9,56%
Savoldhatóban	— 10,61%
Oldhatatlanban	+ 6,69%

A 2. minta vizsgálati eredményeinek eltérése

Vízoldhatóban	+ 18,25%
Savoldhatóban	+ 6,76%
Oldhatatlanban	— 8,94%

Az 1. minta a keverék felső, a 2. minta a keverék alsó harmadából való.

A 20. fordulat után kivett átlagminta vizsgálati eredményeit a számított értékkel szembeállítva a következő képet nyerjük:

Az 1. mintából az eltérés

Vízoldhatóban	— 2,44%
Savoldhatóban	— 9,71%
Oldhatatlanban	+ 3,86%

A 2. mintából az eltérés

Vízoldhatóban	+ 6,39%
Savoldhatóban	+ 11,12%
Oldhatatlanban	— 5,85%

Az eredmények javuló keveredésről tanúskodnak. Az 1. minta itt is a keverék felső, a 2. minta a keverék alsó harmadából származik.

A 27. fordulat után vett átlagminta vizsgálati eredményei alapján a számított értékekkel szembeállítva a vizsgálati eredményeket, a következő százalékos eltérések mutatják:

Az 1. vizsgálati mintánál

Vízoldhatóban	— 0,71%
Savoldhatóban	— 0,44%
Oldhatatlanban	+ 0,41%

A 2. vizsgálati mintánál

Vízoldhatóban	+ 0,58%
Savoldhatóban	— 3,35%
Oldhatatlanban	+ 0,71%

Figyelemmel arra, hogy homogénnek az a keverék tekinthető, melynek minden egyes cm³ térfogatnyi mennyiségében a számított értékkel szemben az alkálitartalom 0,3%, a földalkáli és oldhatatlan rész a 0,2% mennyiséget nem haladja meg, (5) megállapítható, hogy a Zagyvapálfalvai Üveggyár vizsgált üvegkeveréke a feltételnek nem felel meg.

A 10., 20., és 27. dobforgás után kivett minták vizsgálati eredményeit a 10. táblázatban hasonlítottuk össze.

10. táblázat

Az átlagminták vizsgálati eredményei középértékének eltérése a számított értékektől százalékban kifejezve

	A 10. dob- fordulat után kivett	A 20. dob- fordulat	A 27. dob- fordulat
		minták vizsg. szerint	
Vízoldható ...	4,39	1,95	0,09
Szóda, titrálva	1,59	0,14	0,09
Szulfát	50,71	36,88	—
Savoldható ...	1,92	0,73	1,75
Oldhatatlan ..	1,08	0,96	0,56

További vizsgálatok alkalmával a Zagyvapálfalvai Üveggyár laboratóriumának keverékellenőrzési módszerét alkalmaztuk, amely ugyancsak vizes és savas extrakciós eljárásról alapszik (6). Az eltérés az általában alkalmazott eljárástól az, hogy egyes kezelések után maradt oldhatatlan részek szűréséhez két szűrőpapírt használnak, így egy mérést megtakarítanak.

A vizsgálati módszert az alábbiakban ismertetjük:

A kész keverékből átlagmintát vesznek, melyből analitikai mérlegben háromszor 10 g-ot mérnek le. Az egyik anyagot két órán át 105 °C-on szárítják és mérik. A különbséget tízzel szorozva a nedvességtartalmat kapják meg. A második adagot főzőpohárba mossák, 100 cm³ desztilláltvízzel fél órán át forralják, majd dupla szűrőpapírt használva szűrik. A kimosott anyagot a dupla szűrőpapírral együtt 105 °C-on szárítják. Ezután az egyik szűrőpapírt a súlyokkal terhelt mérleg serpenyőjére, a másik szűrőpapírt anyaggal együtt a mérleg üres serpenyőjébe helyezik és a mérést elvégzik. A szűrletet két csepp metilorange jelenlétében normál sósavval titrálják. Az elhasznált sósav-köbcentiméterek számát 0,53-dal megszorozva a Na₂CO₃ tartalmat kapják meg. A harmadik adagot ugyancsak főzőpohárba mossák és 100 cm³ sósavval félórán át forralják, duplaszűrőpapíron átszűrik, mossák, 105 °C-on szárítják majd ugyanúgy mérik a száraz maradékot, mint a vizes kezeléskor.

A vizsgálati módszer újszerű és gyorsnak látszik, azonban bizonyos hibaforrások figyelembevételét az eredmények kiszámításánál elhanyagolja.

Bizonyosnak látszik pl. az, hogy szűrőpapírok súlykülönbsége egyes esetekben lényegesen kihat az eredményre. Kiragadva 50 db szűrőpapírt le-

méréséből származó két szélső értéket, azt látjuk, hogy a szűrőpapírok

$$1115,7 \text{ mg} \pm 0,05 \text{ mg} \quad \delta_1 = 0,0045\%$$

$$1010,6 \text{ mg} \pm 0,05 \text{ mg} \quad \delta_2 = 0,0049\%$$

közelítő értékek között vannak. Ezek szerint a szűrőpapírok alkalmazásakor a legkedvezőtlenebb esetben

$$\pm 105,1 \text{ mg} \pm 0,1 \text{ mg} \quad \delta_3 = 0,095\%$$

durva hibát hagynának a számításnál figyelmen kívül. Ez átlagosan $\pm 13,3 \text{ mg} \pm 0,05 \text{ mg}$ $\delta_4 = 0,37\%$ -ot jelent.

E durva hibán kívül az eljárás nem veszi figyelembe az egyes mérések abszolút és relatív

hibáit sem, pedig azok bármily kicsinek látszanak is, nem elhanyagolható tényezők olyan számításnál, ahol — mint az üvegkeverékek ellenőrzése — az elérhető legnagyobb pontosságra kell törekedni.

Az említett durva és véletlen hibák által okozott eltérések vizsgálatára bemértük a zagyvapálfalvi üvegkeveréket; a keveréket — amely 4% vízzel nedvesített homokkal készült — alaposan átkevertük, a vizsgálatot elvégeztük, majd az első ütemben a kapott eredményeket minden hibaszámítás nélkül, a másodikban hibaszámítással értékeltük. Az elemzés eredménye a 11. táblázatban látható:

11. táblázat

A keverék alkotóiból	Számított érték mg	Vizsgálati eredmények		Eltérés mért és számított között	
		hibák elhanyagolásával mg	hibák figyelembevételével mg	hibák elhanyagolásával mg	hibák figyelembevételével mg
Vízoldható	22550,0	21588,4	22228,4	—4,27	—1,42
Savoldható	17890,0	18597,8	17840,8	+3,96	—0,27
Oldhatatlan	59560,0	59813,8	59930,8	—0,42	+0,62

A táblázat adataiból kitűnik, hogy a mérési hibák figyelembevételével megállapított eredmények

a vízoldható részben 2,85%-kal,
a savoldható részben 3,69%-kal

kedvezőbbek a hibák elhanyagolásával megállapított értékeknél.

IV. Következtetések

Mint már leszögeztük az üvegkeverékek ellenőrzésére általánosságban használt gyorsvizsgálati módszerek mind vizes és savas extrakciós eljárások alapulnak. Az extrakciós eljárás alkalmazásában a tudományos körök megegyeznek.

Felmerül a kérdés, hogy a megállapított eredményeket a vizsgált keverék számított értékével, vagy a keverékkel azonos alkotókból arányosan összeállított külön minta elemzési eredményeivel — az ún. összehasonlító értékkel — célszerű-e szembeállítani.

Bár az utóbbi eljárás egy új elemzést iktat a vizsgálat menetébe s ez időtöbbletet jelent, ez a módszer látszik mégis a legalkalmasabbnak. Ezt alátámasztja, hogy az egyes üvegkeverékekbe kerülő alapanyagok tisztasági foka és a bennük lévő szennyeződések nem minden esetben ismertek pontosan.

Az összehasonlító értékek alkalmazhatóságának vizsgálata céljából a Zagyvapálfalvi Üveggyár keverékösszetételének alkotóiból a keverék összsúlyának $\frac{1}{10\,000}$ -es részét mértük le analitikai mérlegen:

Homok	17 868,0 mg
Na ₂ CO ₃	6 381,0 mg
Na ₂ SO ₄	384,0 mg
CaCO ₃	3 315,0 mg
MgCO ₃	2 052,0 mg

A lemért anyagokat, melyek a Zagyvapálfalvi Üveggyárból származnak — alaposan összekevertük, majd vizes és savas kioldásos eljárással megvizsgáltuk. Az eredmények a következők voltak:

Vízoldható	6 499,7 mg
Savoldható	5 352,1 mg
Oldhatatlan	17 948,2 mg

A vizsgált keverék-minta elemzési eredményeit az „összehasonlító“, illetve a „számított“ értékkel szembeállítva, a százalékos eltérések a következők:

12. táblázat

A keverék alkotóiból	A vizsgált minta eredményeinek eltérése a számított értékektől %	A vizsgált minta eltérése az összehasonlító értékektől, %
Vízoldhatóban	1,42	0,46
Savoldhatóban	0,27	—
Oldhatatlanban	0,62	0,17

A gyorsvizsgálati módszerek különböző formáit illetően arra a megállapításra jutottunk, hogy a Zagyvapálfalvi Üveggyár laboratóriuma által alkalmazott gyors eljárás a javasolt változtatásokkal üzemi keverékelemzésre megfelelő. Az elemzési eredmények a vizsgált keverékek beadagolása előtt már rendelkezésre állanak. A következtetés, hogy tökéletesen homogén keveréket előállítani nem lehet, nem a vizsgálati módszerek helytelenségére vagy szükségtelenségére mutat, hanem inkább arra a tényre, hogy részben az üveggyári keverőműhelyek technológiája nem kielégítő, részben pedig a használatos keverőgépeket nem a helyes technológiával üzemeltetik.

Véleményem szerint a nyersanyagok helyes előkészítése, keverése és a keverékek homogeni-

tása kérdésében további kutatásokat kell végezni, hogy az üvegyiparban még fennálló számos megoldatlan, vagy nem teljesen megoldott probléma tisztázódjék.

IRODALOM

- I. I. *Kitajgorodszkij*: Üvegtechnológia. Építésügyi Kiadó. Bp. 1954.
 Dr. *Korányi György*: Az üvegyártás technológiája. Veszprémi Vegyipari Egyetem. 1953.
 J. P. *Poole* (5): Keverék és üvegösszetétel ellenőrzése. The Glass Industry. New-York, 35/1954. No. 1.
Jesztopjev K. Sz.—*Toropov N. A.*: A szilícium kémiaja

- és a szilikátok fizikai kémiaja. Tankönyvkiadó. Bp. 1951.
 Ifj. *Otto Albrecht* (2): Keverékek vizsgálata. Sprechsaal 61/1953. No. 6.
Jepsen Marwedel (4): Keverékek egyneműségének kiértékelése. Glastechu. Berichte 1929—30/1.
 F. H. *Zsachacke* (1): Alapanyag-keverékek homogenitása. Sprechsaal 61/628 No. 17—20.
 M. *Gantois*: Az üvegösszetételek keverékei egyenletességének ellenőrzése. Verres et Refractaires 6/1952/71. 1.
Szabó Lajos (3): Zöldkeverékek ellenőrzése. Építőanyagipari Tudományos Egyesület 1953.
 Dr. *Knapp Oszkár*: Az üveggedénygyártás minőségellenőrzés módjai. Építőanyag, 1955. 8. sz. 311. old.

Építőanyagipari műszaki tudományos konferencia a Német Demokratikus Köztársaságban

A második ötéves terv megindulása alkalmából a Német Demokratikus Köztársaság mész-, cement- és téglaiipari műszaki tudományos konferenciákat rendezett, melyeken megtárgyalták a második ötéves terv folyamán ezekben az iparágakban elérendő műszaki fejlődést. A konferenciák az ipar jelentős átszervezése jegyében folytak le, amelyet a Német Szocialista Egységpárt 3. Kongresszusának határozatai szerint elsősorban az ipar korszerűsítése, gépesítése és automatizálása, valamint az építkezés gépesítése terén kell megvalósítani.

A konferenciák közül első volt a Rübeland (Harz) városában megrendezett műszaki tudományos mész-konferencia ez év április 23—24-én. Ennek a tanácskozásnak különleges problémáját képezte a kisebb mészüzemek gazdaságos korszerűsítése és gépesítése. Ebben a vonatkozásban olyan határozatot hoztak, hogy korszerű felszereléssel ellátott letakarító és fűróbrigádok alakítandók, melyek meghatározott terv szerint ellátják az egymáshoz közelfekvő kisebb mészbányák letakarítási és fűrási munkáit. A nagylyukú robbantást azonban az ilyen bányákban is feltétlenül szükséges alkalmazni, a millszekundumos gyújtással egyidejűleg. A lerobbantott anyag felrakására célszerűnek látszik az 1956. évi lipcei vásáron is bemutatott lengőkosaras rakodógép alkalmazása. Abból a célból, hogy a kisebb mészüzemek is áttérhessenek a háromműszakos munkára, sürgősen további tárolótartányokat kell építeni a megtört mészke számára. A mészke-kemencék korszerűsítésére a konferencián az alábbi szempontok merültek fel: a) lehetőleg szűk szemcsenagysági előírást kell alkalmazni és a követ közvetlenül a kemencébeadagolás előtt rostálni kell. b) Szét-fajtázódásmentes kanalas adagolás alkalmazandó, mely nagy házagtérfogat elérését teszi lehetővé. c) A tüzelőanyag és a kő mérlegelendő és pontosan osztályozott kokszt alkalmazása esetén betartandó az 1:1,5 kokszt-mészke arány. d) Mérendő a befűvott levegő mennyisége, a füstgázhőmérséklet és a füstgázösszetétel. e) Megoldandó a kihordás automatizálása. f) Minden kisebb mészüzemnél

megvalósítandó a tüzelőanyag-felhasználás és tüzelőanyag minőség központi ellenőrzése. Mindezek az intézkedések szükségesek ahhoz, hogy az új DIN 1060 szabvány fokozott követelményeit ki lehessen elégíteni és hogy megjavuljon a mésztermelés gazdaságossága. A „lágyan“ égetett mész előállítása mellett a mésziparnak gondoskodnia kell kiváló minőségű mészhidrát gyártásáról is. Elsőrendű fontosságú műszaki fejlesztési intézkedéseknek tekintendő továbbá a közép-pontos befűvással működő aknakemence típusának kifejlesztése és aprószemcséjű nyersanyag lehetőleg forgókemencében való égetésének megoldása.

A mészkonferencia több előadását a Silikattechnik júliusi száma a 281—302. oldalon szó szerint közli.

1956 június 1-én és 2-án tartották meg a cementipar műszaki tudományos konferenciáját, melyen megtárgyalták a cementipar termelési színvonalának és termelékenységnövelési lehetőségeit. Mindehhez szükségesnek látszik a meglévő üzemek rekonstrukciója és új üzemek építése. A rekonstrukció céja, hogy a meglévő üzemek műszaki színvonalát korszerűsítse. Ezt a célt a következő intézkedésekkel lehet elérni: a) a kőbányában hidraulikus baggerok, ütőmalmok és egyenesvonaltól eltérő pályájú szállítószalagok beállítása. b) A kemenceüzemben kettős gáz-tüelési Lepol-kemencék, Humboldt-gázhőcserélők vagy fluidizációs reaktorok, rostélyhűtők beállítása és a kemenceüzem teljes automatizálása. c) A klinkerfeldolgozásnál a klinker zárteiklusú őrlésének megvalósítása, pneumatikus szállítóvalyuk alkalmazása kis távolságra való továbbításra, kétemeletes szilóberendezések építése a kvadráns-elv alapján történő homogenizálás céljaira. d) A rakodásnál szállítószalagrendszerek létesítése a zsákoláshoz, cementrakodóberendezések felállítása az ömlesztett szállításhoz, különleges tartánykocsik és építkezési cementtartányok beállítása.

A konferencia részletesen megtárgyalta, hogy milyen gépi berendezések beépítése ajánlatos és

melyek szorulnak további fejlesztésre. Ebből a célból munkabizottságok alakultak, melyek az építésügyi tárca számára ebben a tárgykörben javaslatot dolgoztak ki. Ilyen munkacsoport alakult például a mérési és szabályozási műveletek lerögzítésére, a műveleti előírások elkészítésére, a gépesítésre, valamint a termékek minőségi és választéki kérdéseinek megállapítására. Ez utóbbi munkabizottságban részletesen megbeszélték a különleges cementek gyártásának fejlesztési irányvonalait, valamint ezek felhasználási lehetőségeit az építőiparban. Ezzel a fejlesztési munkával a dessau-i Cement Intézetet bízták meg.

A három újonnan létesítendő cementmű évi kapacitása 350—800 000 t. Ezekben az üzemekben a termelékenység 2,5—1,5 ó/t cement közötti lesz, ami évi 1000—1650 tonna cementnek felel meg egy dolgozóra vonatkoztatva. Az újonnan létesítendő üzemek belépésével valamint a régebbi üzemek rekonstrukciójával az 1955. évi 630 t-ás termelékenység 1960-ban eléri az 1030 t-t az ipari munkavállalók egy főjére vonatkoztatva, figyelmen kívül hagyva a tanulókat. A cementtermelés eléri az 5,2 millió tonnát, ami a lakosság egy főjére vonatkoztatva 290 kg-ot jelent. A választék a következőképpen alakul: 64% portlandcement, 5% vasportlandcement, 29% kohósalakcement, 2% gipszsalakcement. A minőség megoszlása szerint: a cementtermelés 20%-a lesz 425-ös, 49%-a 325-ös és 31%-a 225-ös minőségű.

A cementkonferencia előadásait a Silikattechnik ez évi augusztusi számában a 331—338. oldalon közli.

A téglaiipar műszaki tudományos konferenciáját Lipcsében, június 5-én és 6-án tartotta meg. Ezen a konferencián is lényegében a téglá és tetőcserépipar régebbi üzemének rekonstrukciójáról, valamint az új üzemek létesítéséről volt szó. Az üzemek jellegének a jövőben elsősorban a szállítás korszerűsítése alapján kell megváltoznia.

A téglagyárak útvonalait és rakodóterületeit burkolni kell, elektromos üzemi villás és egyéb tárgoncák alkalmazásának lehetővé tétele céljából. Bár a körkemencébe való ki- és behordás teljes gépesítésére sikeres kísérletek vannak folyamatban, ezt a kérdést még nem lehet megoldottnak tekinteni. A soklyukú téglagyártás céljaira szolgáló agyagoknál ajánlatos a depóniákban való agyagtárolás. A kamrás és nagytérszáritók szárítási körülményeinek javítása céljából levegő-áramoltató berendezéseket próbálnak ki. Ezen felül egyes szárítóberendezéseket mérő és szabályozóberendezésekkel látnak el. A műszárítókban a minimálisan előírt száradási idő 72 óra. A szezonüzemről egészéves üzemmenetre való áttérést megkönnyíti a csupán 36 óra száradási időt lehetővé tevő csatornaszáritók alkalmazása. A téglá rakodásához javasolták a Csehszlovákiában kifejlesztett könnyű portáldaruk alkalmazását.

Mindezek a téglaiipari rekonstrukciós és gépesítési intézkedések azt a célt szolgálják, hogy a munkaerőszükségletet egymillió kisméretű normáltéglára vonatkozólag 8 fő alá szorítsák. A rekonstrukciók beruházási költségei nem haladhatják meg egy új létesítmény beruházási szükségletének 25%-át.

Téglagyárak újonnan való építésénél 15, 25, 30 és 50 millió évi kisméretű téglaelegység kapacitásokat állapítottak meg, azzal, hogy maximálisan 4 munkavállaló állítson elő egymillió darabot.

Az új tetőcserépgyáraknak évente minimálisan 30 millió darab hód farkú téglaelegységet kell előállítaniuk, milliónként és évente maximálisan 7 munkaerő alkalmazásával. Több új téglá és tetőcserépgyár alagútkemencével fog működni és egyes téglagyárak tervbevétték nagy téglablokkok gyártását is az építkezés gépesítésének megkönnyítése céljából.

G. Weiss

A „Silikattechnik” 1956. évi 9. számának tartalmából

Hofman R. : Üveg és kerámia a második ötéves tervben.

Lange I. : Korszerű analitikai eljárások alkalmazása üvegnyersanyagok és üvegek vizsgálatánál.

Szerző ismerteti a kalcium és magnézium meghatározását mészkőben, dolomitban és mészkalkszilikát üvegekben komplexometrikus módszerrel. Kationcserélő oszloppal sikerült a nátriumszulfát hatóerejének gyors meghatározása, valamint foszorsav leválasztása foszfátüvegek elemzésénél.

Budnikov P. P.—*Gorjajnov K. E.* : Mesterséges ásványi szálanyagok viselkedése betonban.

Szerzők vizsgálatokat végeztek mesterséges szervesetlen szálanyagoknak portlandcementek hidra-

tációs termékeire való korrodáló hatására vonatkozólag betonban és azbesztcementben.

Hesse C.—*König L.*—*Reimer H.*—*Schmidt M.* : Néhány tapasztalat a szovjet táblaüvegyártás gyakorlatából.

A Német Deokratikus Köztársaságból egy tanulmányi csoport 1955-ben meglátogatott néhány szovjet táblaüvegyárat. A cikk a tanulmányút során szerzett és hazailag hasznosítható tapasztalatokról számol be.

Täuber A. : A Német Szabványügyi Hivatal Tűzállóanyag-szabványbizottságának svédországi utazása. Beszámoló a téglaiipari műszaki-gazdasági konferenciáról.

É P Í T Ő A N Y A G

Felelős szerkesztő: Egyed Zoltán — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450.

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 740 példányban.

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

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

37 192-689/2 - Révai nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felelős: Nyáry D.)

Megjelent

J. G. SZMIRNOV:

A vakolómunkák gépesítése

A második ötéves tervben a gépi vakolókra nagy feladatok várnak, mert a gépi vakolásnak az összes vakoláshoz mért aránya az első ötéves terv végén 10 százalék volt, a második ötéves terv végére pedig 40 százalékra kell növelni ezt az arányt. Ennek a célkitűzésnek eléréséhez nyújt segítséget a most megjelent kiadvány, amely leírja a Szovjetunióban a legjobb vakológépekre kiírt második össz-szövetségi pályázaton bemutatott gépeket és ismerteti az egyes vállalatok és feltalálók tapasztalatait. A függelék ismerteti a vakolás gépesítésének magyar vonatkozásait, a hazai vakológépek és berendezések szerkezetét, valamint a gépi fröcskölés munkamódszerét. A könyvben foglaltakat kivitelező vállalatok tervező intézetek és tudományos kutató intézetek mérnökei, műszaki dolgozói, valamint az építőipar művezetői részére írták.

88 oldal

65 ábra

Ára fűzve: 7,50 Ft

EGYEDI—ARATÓ—SEGÝÓ:

Központi fűtés szerelő munka (4. kiadás)

Az első három kiadásban igen rövid idő alatt elfogyott könyv a központi fűtés szerelésével kapcsolatos sokoldalú feladatokat olyképpen ismerteti, ami alkalmas arra, hogy az ezen a területen dolgozó főszerelő-lakatos, hegesztő és kőműves szakmunkások a szükséges alapismereteket elsajátíthassák, de a szakmai műveletekkel is tisztában legyenek. A könyv részletesen tárgyalja a központi fűtés rendszereit, a különböző kazánokat, fűtőtesteket és ezek szerelvényeit, a munkahelyen elvégzendő feladatokat és az egyes szerelési műveleteket. Részletezi a szerelés utáni munkákat és útmutatást nyújt az átadandó berendezés kipróbálására.

108 oldal

64 ábra

Ára fűzve: 8,50 Ft

A fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN**

Szakkönyvesbolt:

**MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, BUDAPEST VII. LENIN KÖRÚT 7
„NÉPSZAVA“ MŰSZAKI KÖNYVESBOLT VII. LENIN KÖRÚT 17**



Megjelent

TÓBIÁS LÓRÁND:

Tartószerkezetek

A mű behatóan foglalkozik az épületeken fellépő terheléseket hordó tartószerkezetekkel. Az általános fogalmak meghatározása után ismerteti a vasbeton szerkezeteket. Ezen belül foglalkozik a vasbeton alkotórészeivel, az ilyen szerkezetek alapzataival, méretezésével, kivitelével, kialakításával és az épületek statikai tervezésével. Ezt követőleg a fémszerkezeteket — acélszerkezeteket és könnyűfémszerkezeteket — tárgyalja, majd a faserkezetek ismertetése fejezi be a könyvet.

204 oldal

278 ábra

Ára fűzve: 36,— Ft

KOVÁCS DEZSŐ:

Festő- és mázoló munka (3. kiadás)

A festő- és mázoló munka nemcsak esztétikai hanem védelmi célokat is szolgál. Ha a nyers, bevonatlan fát, nyersvakolatot, stb. nem védjük festéssel, mázolással, akkor hamarosan tönkremegy. Ahhoz azonban, hogy a megfelelő helyre megfelelő anyagot alkalmazhassunk, minden szakmunkásnak a korszerű eredmények színvonalán mozgó előtanulmányokat kell végeznie. Ezt a célt követi a 3. kiadásában most megjelent könyv, amely megismerteti az olvasót a munkához szükséges anyagokkal, festékekkel, enyvekkel, stb., a szín-elmélettel és szín-észlelettel. Részletesen foglalkozik a szerszámokkal, a különböző munkaeszközökkel, a munka elvégzésének módjaival, a munkaátvételi követelményekkel és a karbantartással. Megismertet a munka helyes megszervezésének módozataival, közli a biztonságtechnikai követelményeket és befejezésül ismertetőt ad a festő és mázoló munkák elszámolásáról.

168 oldal

42 ábra

Ára fűzve: 13,50 Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az:

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN

Szakkönyvesboltok:

MŰSZAKI KÖNYVESBOLT BUDAPEST, VII., LENIN KÖRÚT 7
„NÉPSZAVA“ MŰSZAKI KÖNYVESBOLT VII., LENIN KÖRÚT 17