

302935

# ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ  
TÉGLA, KERÁMIA  
ÜVEG ÉS KŐIPAR

**5.** SZÁM

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

★

**Felelős szerkesztő:**

Egyed Zoltán

★

**Főszerkesztő:**

Dr. Korányi György

★

**Szerkesztőségi titkár:**

Hinsenkamp Alfréd

★

**Szerkesztőbizottság:**

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Groffcsik János

Király György

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

**Szerkesztőség:**

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

**Kiadja:**

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

★

**Felelős kiadó:**

Solt Sándor

## AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

### TARTALOM:

	Old.
<i>Sasvári György—Serly Gusztáv:</i> Néhány szempont a bekevert tüzelőanyaggal történő kerámiai égetés elméletéhez .. .. .	161
<i>Mattyasovszky Zs. Tamás:</i> Téglaegetés bekevert tüzelőanyaggal ..	172
<i>Korányi György:</i> Vizsgálatok az üvegek tisztítására vonatkozólag..	182
<i>Chikán János:</i> A cementgyártás technológiájának fejlődése, 1954-ben megjelent irodalmi közlemények alapján .. .. .	190
<i>Rejtő György:</i> A téglaiipar fejlődése a felszabadulás után .. .. .	192
Hírek .. .. .	199

### СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Дьердь Шашвари и Густав Шерли:</i> Некоторые вопросы к теории обжига керамических изделий замешенным топливом.....	161
<i>Тамаш Матьяшовски Ж.:</i> Обжиг кирпича замешенным топливом	172
<i>Дьердь Корани:</i> Исследования по осветлению стекла .....	182
<i>Янош Хикан:</i> Развитие технологии производства цемента (по литературным публикациям с 1954 г.).....	190
<i>Дьердь Рейте:</i> Развитие производства кирпича со времени освобождения Венгрии .....	192
Известия .....	199

### CONTENU:

	Nos Pages
<i>Gyö gy Sasvári—Gusztáv Serly:</i> Contribution à la théorie de la cuisson céramique avec du combustible ajouté .. .. .	161
<i>Tamás Zs. Mattyasovszky:</i> La cuisson des briques avec combustibles ajoutés .. .. .	172
<i>György Korányi:</i> Recherches sur la purification des verres .. ..	182
<i>János Chikán:</i> Le développement de la technologie de la fabrication de ciments, à la base des publications parues en 1954 ..	190
<i>György Rejtő:</i> Développement de l'industrie de briques .. .. .	192
Nouvelles .. .. .	199



# ÉPÍTŐANYAG

7. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

## Néhány szempont

### a bekevert tüzelőanyaggal történő kerámiai égetés elméletéhez

SASVÁRI GYÖRGY—SERLY GUSZTÁV

A bekevert tüzelőanyaggal történő durvakeramiai égetés az eljárástól várható tüzelőanyag megtakarítás miatt általános figyelmet érdemel. A teljes tüzelőanyag mennyiség bekeverésével végzett égetési kísérletek eddig sikertelenek voltak, mert a körkémencében a teljes tüzelőanyag bekeverése mellett nem tudták szabályozni a tüzet, az elszaladt és helyi túlmelegedés lépett fel, ami selejtképződést eredményezett. E hibák főoka abban keresendő, hogy a bekevert tüzelőanyag mechanizmusa a szakemberek előtt ismeretlen volt.

A kémiai reakciósebesség alapján megállapítható, hogy a bekevert tüzelőanyag szemcsemérete kiegészítő szempontjából ésszerű határok között lényegtelen. A tüzelőanyag elégése a diffúzió útján a téglába bejutó  $O_2$  mennyiségtől függ, amit a kemencében levő hőmérsékleti viszonyok és a füstgázok  $O_2$  koncentrációja szabnak meg. E paraméterek figyelembe vétele mellett számított tüzelőanyag teljes bekeverése esetén az égetés körkémencében is lehetséges.

A tüzelőanyag bekeverése a képlékeny kerámiai masszába szigetelőanyaggyártásnál a normális technológiai folyamatnak egy része. Ennek hiányában ugyanis nem lehetne eléggé porózus, könnyű térfogatsúlyú és emiatt jó szigetelő anyagot gyártani kerámiai úton. A szén bekeverése azonban számos olyan előnyt von maga után, amely miatt kívánatos lenne a volumenben sokkal nagyobb kerámiai gyártásoknál, pl. a falitégla gyártásnál ugyancsak alkalmazni.

A tüzelőanyag bekeverése a képlékeny téglagyurmába ugyancsak nem ismeretlen az iparban számos téglagyár ma is alkalmazza. Ez az alkalmazás azonban kismértékű. A kiégetéshez szükséges szemennyiségnek csak kis hányadát keverik a gyurmához és hiányzik minden tapasztalat és minden elméleti érték ahhoz, hogy a szokásos égetési folyamat mellett a bekevert szén mennyisége meddig emelhető, melyik a legkedvezőbb alkalmazható szemcsenagyság és milyen esetleges átalakítások szükségesek a kemencén a bekevert tüzelőanyaggal történő égetés biztonságos lefolytatásához.

Ebben a közleményben kísérlet történik a fenti kérdésnek számítással és kizárólag elméleti úton való megválaszolására. A szerzők tisztában vannak azzal, hogy számított eredményeik csak

tájékoztató jellegűek és a levont következtetések igazolására számos ellenőrző kísérletre lesz szükség.

#### 1. Az égés mechanizmusa

Valamely tüzelőanyag elégésének sebességét kémiai és fizikai tényezők egyaránt befolyásolják. Az alacsony hőfoknál bekövetkező oxidációnál a kémiai reakciósebesség a döntő. Itt ugyanis a tüzelőanyag felületén konvekcióval és diffúzióval cserélődő  $O_2$  feleslegben van az igen kicsi átalakulási sebesség következtében. A kémiai reakciósebesség együtthatója *Maxwell—Boltzmann* szerint

$$k = k_0 e^{-A/RT} \quad (1)$$

ahol  $e$  a természetes logaritmus alapja

$A$  az aktivizációs energia

$R$  az univerzális gázállandó

$T$  az abszolút hőmérséklet

$k_0$  a gyakorisági exponens, amelynek értékét az időegységben bekövetkező molekuláris ütközések határozzák meg.

Fenti összefüggés dimenzionális értékelésére ehelyütt nincs szükség, mert csak annak bizonyítására közöltük, hogy a kémiai reakciósebesség milyen rendkívüli mértékben függ a hőmérséklettől.

Ebből az összefüggésből nyilvánvalóvá válik, hogy emelkedő hőfokkal az égés sebessége rohamosan emelkedik. Magasabb hőfokon tehát a konvekcióval, vagy diffúzióval a tüzelőanyag felületére jutó  $O_2$  már nem lesz feleslegben, sőt még messze a kerámiai égetésnél alkalmazott hőmérsékletek alatt  $O_2$  hiány lép fel.

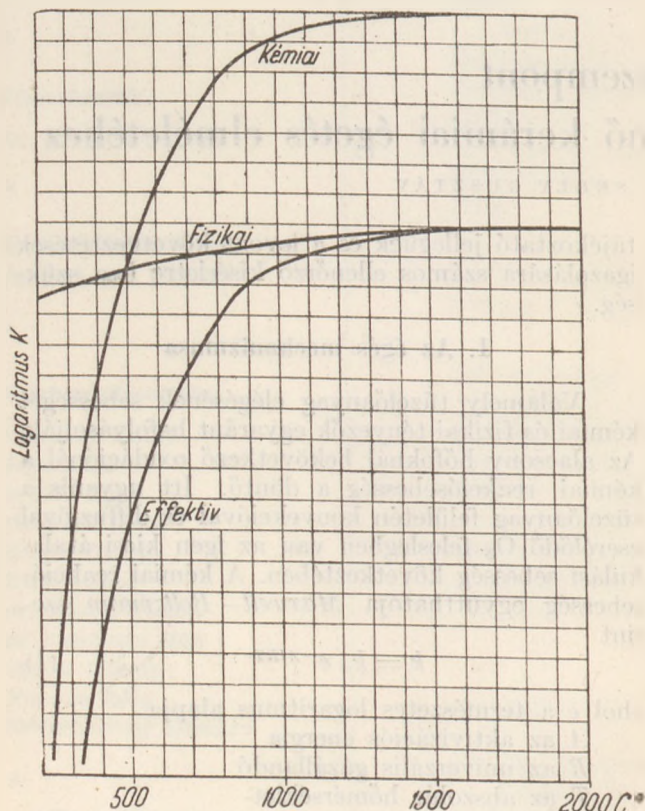
A kerámiai égetés hőmérsékletén a szén elégetésének tartamát tehát már nem a kémiai reakciósebesség, hanem a fizikai reakciósebesség, tehát az oxigénnek a felületi határrétegében lefolyó kicserélődési sebessége határozza meg. Erre *Nusselt* és *Gumz* munkáiban számos számítási mód található, de ezeket ezen a helyen felesleges idézni, mert a bekevert tüzelőanyagra e képletek nem vonatkoztathatók.



Miután a tényleges égési sebesség a hőfoktól függően mindenkor a kémiai és fizikai reakciósebesség rezultánsa, azaz

$$v = \frac{1}{\frac{1}{v_{ch}} + \frac{1}{v_h}} \quad (2)$$

az 1. ábrán ezt az összefüggést ábrázoltuk. A pontozott vonal a kémiai reakciósebességet, az eredményvonal a fizikai reakciósebességet, a teljes vonal végül a tényleges reakciósebességet ábrázolja a hőfok függvényében.

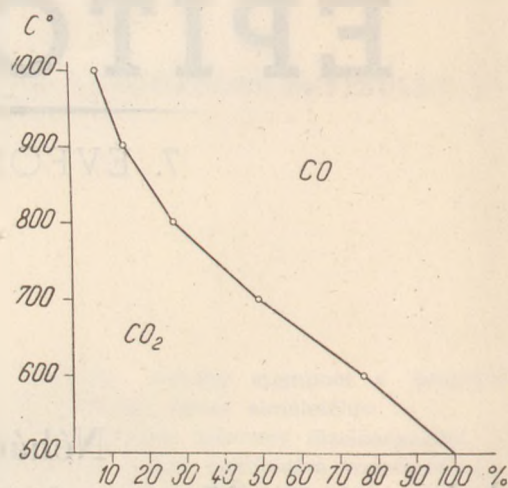


1. ábra.

Itt kell megemlítenünk, hogy az elégés primer reakciója mindenkor a CO képződés és a keletkezett elsődleges CO csak a határretegben az O<sub>2</sub>-vel való keveredés folyamán ég el CO<sub>2</sub>-dá. Ezt a tényt Grodzowsky és Choukanoff igen hosszú kísérlet-sorozattal és egybehangzó eredmények alapján állapította meg. Ezt amiatt tartjuk szükségesnek kiemelni, mert ennek a körülménynek az agyagba ágyazott szén elégésénél igen nagy jelentőséget kell tulajdonítani.

A keletkező primer CO átalakulása CO<sub>2</sub>-dá azonban nem kvantitatív és a beálló egyensúly ugyancsak a hőfoktól függ. A hőfok emelkedésével a két gáz aránya a CO javára tolódik el. Mindez természetesen a C-CO-CO<sub>2</sub> három összetevőjű rendszerre vonatkozik. Az egyensúlyt a két gáz közt szén jelenlétében az alábbi diagramm ábrázolja.

Fenti egyensúly oxigénmentes rendszerre vonatkozik. A kemencék tüzelőterében így soha nem található fel mennyiségi pontossággal fenti egyen-

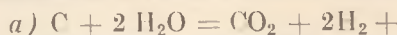


2. ábra.

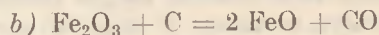
súlyi összefüggés, mert még redukáló tüzelés esetén is található O<sub>2</sub> a füstgázokban. A téglában azonban, ahol a gázcseré a szűk pórusokon át erősen fékezett, a fenti egyensúly valószínűleg kvantitatíve fennáll.

## 2. Az agyagba beágyazott szénpor elégésének lehetséges módjai

A téglagyag mindenkor tartalmaz kémiailag kötött vizet, amely 150–600 C° között távozik el és legtöbbször tartalmaz ferrioxidot és mészkő formájában kalciumkarbonátot. A téglában cserélődő oxigén által előidézett elégésen felül tehát számos hőfogyasztó reakció folyhatik le, amely a szén gázalakú oxidjai formájában eltávolíthatja a téglából. Ezek:



E reakciónak optimális hőmérséklete éppen 600 C°, tehát nagyjából megegyezik a kaolinitban kémiailag kötött víz bomlási hőmérsékletével.



A karbonát bomlás hőfokán fenti reakció csaknem kvantitatíve lejátszódik.

Ezenfelül természetesen lefolyhat az agyagba ágyazott szénszemcsék felületén a szabályos oxidáció is. Számítás útján lehetetlen meghatározni, hogy a fenti három reakciónak mekkora része van a beágyazott szénszemcsék elégetésében. A továbbiak folyamán emiatt a fenti reakciókat nem vesszük figyelembe és azt vizsgáljuk, hogy a száraz téglában fizikai szerkezetének ismeretében van-e mód a beágyazott szénszemcsék oxigénnel történő elégetésére az égetésnél rendelkezésre álló idő alatt.

Meg kell jegyeznünk, hogy a beágyazott szénszemcsék 200–500 C° közt lepárláson mennek át, és ez a folyamat a szén éghető részének mintegy 20%-át távolítja el a téglából. A lepárlási gázok azonban nem jelentenek feltétlenül veszteséget, mert ha a kemencetérben még van szabad oxigén, vagy ha e célból a kemencének abba a szakaszába, ahol a lepárlás folyamatban van, friss levegőt jut-



tatunk, akkor a lepárlási gázok elégnék és egészmelegükkel elősegítik a téglá előmelegedését. Ennek feltétele azonban, hogy a füstgázok hőmérséklete e helyen magasabb legyen, mint a lepárlási gázok gyulladási hőfoka. Ki fogjuk mutatni, hogy a körkemencében történő égetésnél ez így is van és a lepárlási gázok nem mennek veszendőbe, feltéve, hogy a keletkező füstgáz-svélgáz keverék egyáltalában gyulladóképes. (Nem tulságosan híg.)

### 3. Az égési sebesség meghatározása a téglá belsejében

A száraz téglá mikropórusokkal átszótt test. A beágyazott szénszemek csak ezen a kapilláris csőszövevényen át érintkezhetnek a kemencetér atmoszférájával. Az égés sebességét a téglá testén belül tehát az fogja meghatározni, hogy milyen gyorsan cserélődik a pórusokba zárt levegő.

A légcserének a téglán belül két oka lehet. Az első a téglában az égetés folyamán feltétlenül fellépő hőmérsékleti gradiens következtében előálló gázáramlás a kapillárisokban, mégpedig a thermikus elcsúszás törvénye értelmében a hidegebb helyről a melegebb felé. A második a koncentráció különbség következtében beálló diffúzió.

A koncentráció különbséget az eredményezi, hogy a téglá belsejében sűrűn szétosztott szénszemcsék felemésztek a jelenlevő oxigént, tehát a téglán belül a koncentráció csakhamar 0-val egyenlő.

Először feltételezzük, hogy a légcserét a thermikus elcsúszás okozza. Ezenbelül ismét két lehetőség van.

Az első lehetőség, hogy a kapillárisokon belül zárt cirkulációban áramlik a levegő, illetőleg füstgáz, tehát azon a módon, ahogy azt a 3. ábránál rajzoltuk. Ez esetben az egy kapillárison áthaladó gázmennyiség a hőfok és a nyomás függvényében az időegység alatt

$$\frac{dM}{d\tau} = - \frac{\pi \cdot r^4 \gamma_0}{8 \eta} \frac{dp}{dx} + \gamma_0^2 \pi K \frac{dt}{dx} \quad (3)$$

ahol  $r$  a kapilláris sugara,

$\gamma_0$  a gáz fajtsúlya

$\eta$  a gáz dinamikus viszkozitása.

$$K = \frac{3 \lambda R}{2 \mu c} \quad (4)$$

$R$  az univerzális gázállandó,

$\lambda$  a molekulák átlagos szabad úthossza,

$\mu$  a gáz molekulasúlya,

$C$  a molekulasebesség.

Zárt áramlás esetén (recirkuláció) a fenti egyenlőség értéke 0.

$$-\frac{\pi r^4 \gamma_0}{8 \eta} \frac{dp}{dx} + \gamma_0^2 \pi K \frac{dt}{dx} = 0$$

ebből

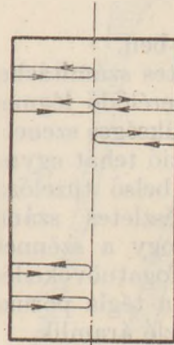
$$p_1 - p_2 = \frac{8 \eta K}{r^2} \cdot (t_1 - t_2) \quad (5)$$

ha fenti értéket a gáz mozgási sebességét kifejező egyenletbe helyettesítjük, akkor

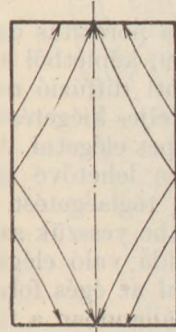
$$v = -0,75 K \frac{dp}{dx} \quad (6)$$

A részletes számításból láthatóan a thermikus elcsúszás által okozott levegőcsere távolról sem elegendő az agyagba ágyazott szénmennyiség elégetéséhez. Ha a kiégetéshez szükséges teljes szénmennyiség elégetéséről van szó, akkor a fenti összefüggés alapján az égési idő 5700 órára adódik.

A második lehetőség, az hogy a gáz a téglá alacsonyabb hőfokon levő felületrészeiről a téglá magasabb hőfokon levő felületrészeire áramlik át. Tehát a téglán át tényleges gázvándorlás folyik, a hidegebb felületrészek magukba szívják a kemencetér atmoszféráját, a melegebb felületrészek pedig kibocsátják.



3. ábra.



4. ábra.

Miután a kemencetér egyenletes nyomáson van a (3) összefüggés első tagja 0. Ebből

$$\frac{dM}{d\tau} = \gamma_0^2 \pi \cdot r^2 \cdot K \frac{dt}{dx} \quad (7)$$

a részletes számítás azt mutatja, hogy az így keletkező gázáramlás sem elegendő a bekevert szén kiégetéséhez. A téglá kiégetéséhez szükséges teljes szénmennyiség kiégetése esetén az égetési idő 2300 órára adódik.

Fentiekből nyilvánvaló, hogy az agyagba ágyazott szénszemek elégetését csak a koncentráció különbség okozta diffúzió idézheti elő. A diffúzió sebessége:

$$i = -D \frac{dC}{dx} \quad (8)$$

ahol  $D$  a diffúziós együttható

$$D = \frac{c \cdot L}{3} \text{ cm}^2/\text{sec.}$$

$c$  a molekulák közepes sebessége, cm/s.

$L$  a molekulák közepes szabad úthossza, cm.

A fenti képletben a diffúziós állandónál úgy a molekulák közepes szabad úthossza, mint a molekulák átlagos sebessége 0 °C-ra és 1 kg/cm<sup>2</sup> nyomásra vonatkozik. Miután itt a hőfok lényegesen magasabb, mindkét mennyiségre korrekciót kell alkalmazni. A kinetikai gázelmélet szerint a gáz hőmérséklete mint a molekulák kinetikai energiája értelmezhető ( $mv^2/2$ ), ebből folyik, hogy a molekulák sebessége az abszolút hőmérséklet négyzetgyökével arányosan változik. A szabad úthossz, minthogy az ideális gáz térfogata állandó nyomáson egyenesen arányos az abszolút hőmérséklettel, a gáz hőmérsékletével lineárisan fog vál-



tozni. Az alkalmazandó hőfokkorrekció a diffúzió sebességénél a (8) összefüggés helyett:

$$i = -D_0 \frac{dC}{dx} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \quad (9)$$

Az időegységben cserélődő O<sub>2</sub> mennyiség meghatározásához ismerni kell a felületet, amelyen át a diffúzió történik, amely ez esetben egyenlő a téglában levő kapillárisok keresztmetszeteinek összegével. Ez a felület a porózitás ismeretében a következő összefüggéssel állapítható meg:

$$F = P^{\frac{2}{3}} \quad (10)$$

ahol  $P$  a porózitás cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>-ben.

A (9) képletből a részletes számításban meghatározott diffúzió révén cserélődő légmennyiség a téglra teljes kiegészítéséhez szükséges szenet 7,5 óra alatt képes elégetni. A diffúzió tehát egymagában hősegesen lehetővé teszi a belső tüzelőanyaggal történő tégláégetést. A részletes számításban figyelembe vesszük azt is, hogy a szénnek szén-monoxiddá való elégeése térfogatnövekedéssel jár és ezáltal az égés folyamán a téglra pórusaiban a füstgáz állandóan a felszín felé áramlik.

Ennek az áramlásnak sebessége a központból a felület felé Poiseuille szerint:

$$v = \frac{\Delta p \cdot \pi \cdot r^4}{8 \eta l} \quad (11)$$

ahol  $\Delta p$  a nyomáskülönbség kg/cm<sup>2</sup>,

$r$  a kapilláris sugara cm,

$l$  a kapilláris hossza, cm,

$\eta$  a gáz dinamikus viszkozitása, kg sec<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>.

A dinamikus viszkozitás hőfokkorrekciója:

$$\eta = \eta_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)^n \quad (12)$$

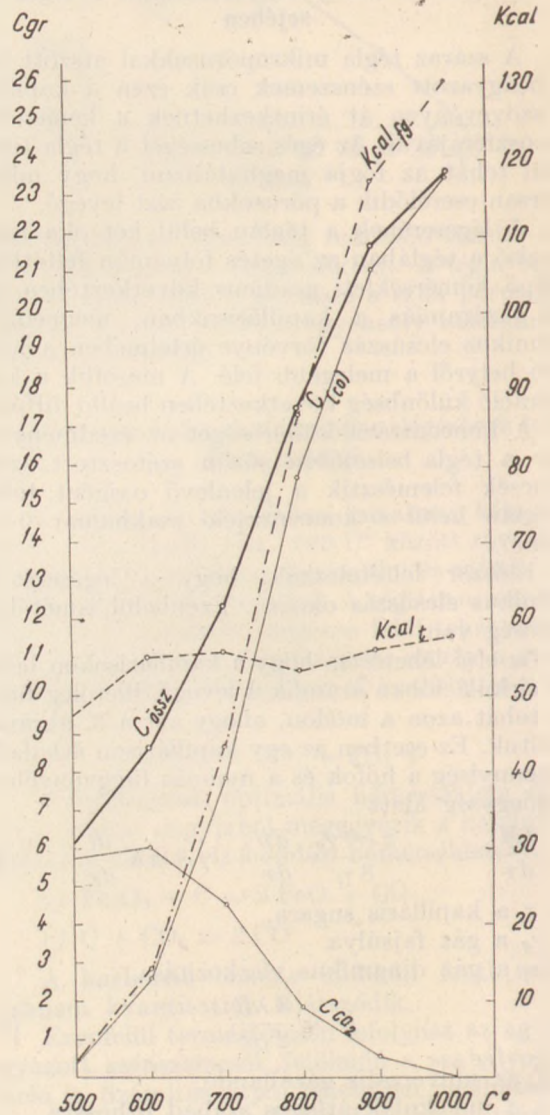
Miután a (9) összefüggés által meghatározott diffúziós sebesség dimenzióban nem egyezik a (11) összefüggéssel meghatározott gázsebességgel, a (9) összefüggést transzformálni kell. A transzformáció abból áll, hogy a (9) összefüggést elosztjuk az O<sub>2</sub> koncentrációval. Így tényleges sebességhez (cm/sec) jutván a diffúzióknak megfelelő konstruált gázsebességéből a (11) összefüggésben meghatározott sebesség levonható és meghatározható a két ellentétes sebesség eredője.

A diffúzió-sebességéből az időegységben történő O<sub>2</sub> csere a téglán belül a (9) összefüggésből meghatározható anélkül, hogy az egyéni kapillárisok átlagos átmérőjét ismernők. A (10) összefüggés viszont egyedi kapillárisra vonatkozik. Emiatt következtetni kell a kapillárisok átlagos átmérőjére. Ha feltételezzük, hogy az agyagszemcsék átlagos átmérője 10<sup>-4</sup> cm, akkor köbös térbeli elrendeződést figyelembe véve 32% porózitás mellett az átlagos kapilláris sugara 0,47 · 10<sup>-4</sup> cm-re adódik.

#### 4. A hőmérsékleti görbe.

A téglra kiégésének folyamata csak úgy tanulmányozható, ha az eredő sebességet, illetőleg az ebből számított időegységre eső O<sub>2</sub> cserét a téglra

testén belül 100°C-ként meghatározzuk. A kapott értékeket a részletes számításban közöljük. Ezután meghatároztuk, hogy az időegységben bejutó O<sub>2</sub> mennyiség ismeretében miképpen alakul a téglán belül a Boudouard-egyensúly a keletkező égéstermékek, tehát a CO<sub>2</sub> és CO között. Nyilvánvaló, hogy a megoszlás és a téglán belül keletkezett hőmennyiség a hőfok függvénye lesz. A szén ugyanis monoxiddá égve kevesebb hőt termel, mint a szabályos égés folyamán.



5. ábra.

A fenti számított eredmények birtokában mód nyílt egy téglraégető körkemence hőmérséklet görbéjét megszerkeszteni.

A fenti összefüggésből számított értékeken felül szükség volt az égetéshez szükséges teljes kalóriamennyiség ismeretére is, amelyet — a részletes számításból láthatóan — normális körkemence fal- és füstgáz-vesztéseinek figyelembe vételével határoztunk meg.

A hőmérsékleti görbe megszerkesztésénél minden órában vizsgáltuk úgy a füstgáz, mint a rakomány állapotát. Külön határoztuk meg a téglán belül keletkező hőmennyiséget és külön azt a hőmennyi-



séget, amely a téglapórusain át távozó CO elégése következtében a kemencetérben keletkezik. Az így kapott együttes hőmennyiségből levontuk a kemence fajlagos falveszteségét. Azokban az időszakokban, ahol égés még, vagy már nem folyt, pusztán a konvekcióval cserélődő hőmennyiséget számítottuk a rakomány és a füstgáz között. A konvekciós hőcserét, amennyiben a rakomány és a füstgáz között a vizsgált szakaszban hőmérsékletkülönbség állt fenn, természetesen ott is számoltuk, ahol folyt az égés. Számításaink eredményét a 6. ábra mutatja be.

Összehasonlításképpen végigszámoltuk a körkemencében történő megszokott szórótüzeléses égetést is. Ennek eredménye a 7. ábrán látható.

A 6. ábrán bemutatott görbe egy önkényesen kiválasztott fajlagos légadagolási érték alapján készült. Ha a légmennyiséget növeljük, úgy a görbe kezdeti és végső szakasza meredekebbé válik. Gyakorlatilag ennek az a következménye, hogy a tűz alatt levő szakasz meghosszabbodik. Mennél nagyobb a fajlagos levegőadagolás, annál nagyobb része izzik a körkemence teljes rakományának. Megállapítható továbbá az is, hogy emelkedő fajlagos levegőadagolás mellett a tűz előrehaladási sebessége nő. Fenti két megállapítás exakt összefüggés alakjában is felállítható. A tűzsebesség:

$$v = \frac{a \cdot A}{B}; \text{ m/óra} \quad (13)$$

ahol  $a$  az 1 Nm<sup>3</sup> levegővel elégethető szénmennyiség kg/Nm<sup>3</sup>,

$A$  a tűzzónán keresztülhaladó légmennyiség Nm<sup>3</sup>/ó,

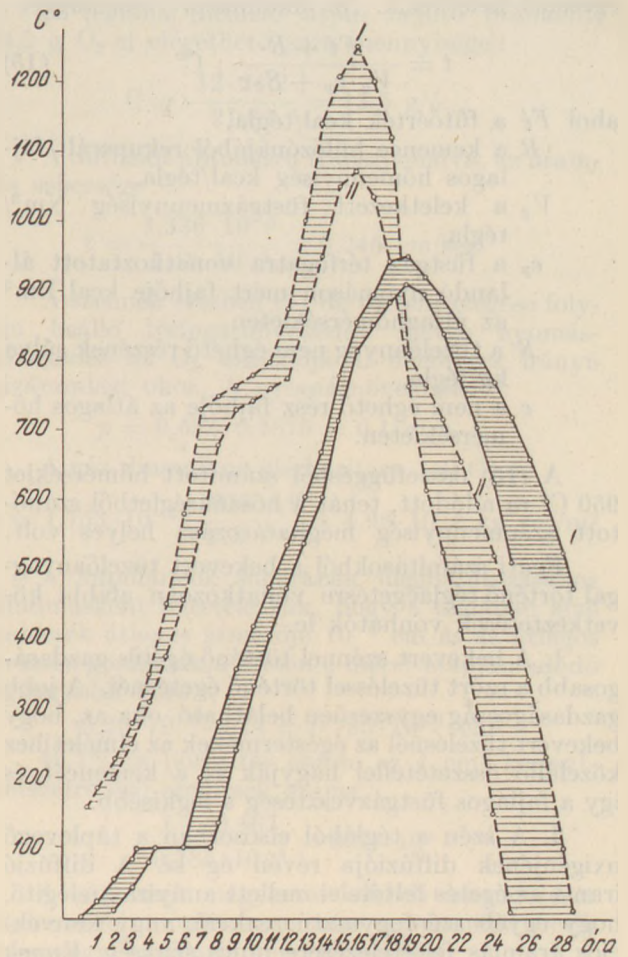
$B$  az 1 fm kemencehosszba berakott téglaszéntartalma, kg.

A tűzben levő szakasz hossza pedig:

$$l = i \cdot v; \text{ m} \quad (14)$$

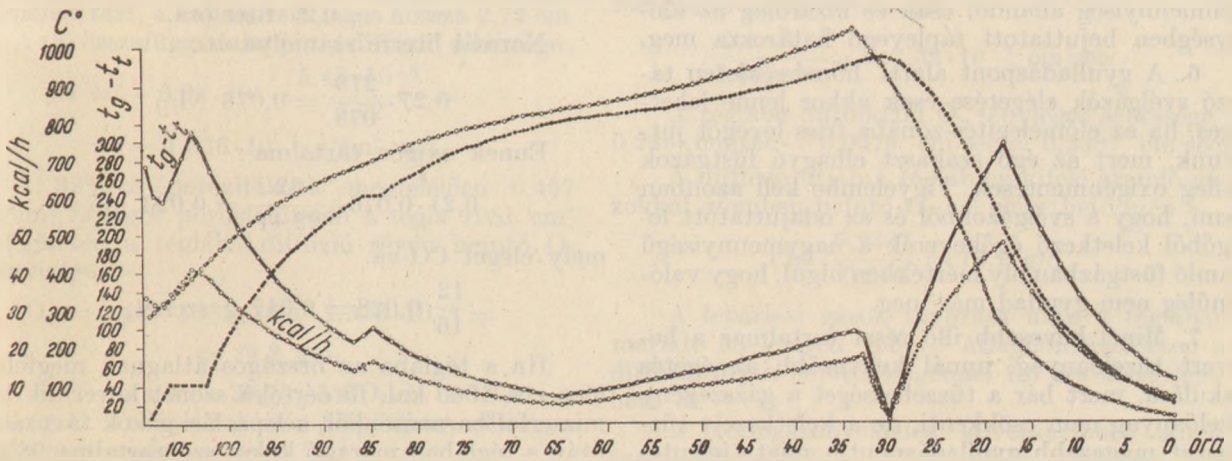
ahol  $i$  a tüzelőanyag elégéséhez szükséges idő, amely a 6. ábrából úgy határozható meg, hogy a gyulladásnak megfelelő pont és a teljes kiégésnek, tehát a bekevert szén elfogyásának megfelelő pont közötti időtartamot leolvassuk.

$v$  a (12) összefüggésből számolt tűzsebesség.



6. ábra.

Végül is ellenőriztük, hogy a kalóriaszükségletből számított fajlagos bekevert szénmennyiség nem okozhatja-e a téglát túlmelegedését, illetőleg elegendően magas hőmérsékletet teremt a téglájó kiégéséhez. Az ellenőrző számításnál abból a megfontolásból indultunk ki, hogy a szénport tartalmazó nyerstégla tulajdonképpen rendkívül nagy hamutartalmú tüzelőanyagnak tekinthető. Kiszámítottuk azt a tűztérhőmérsékletet, amely maximálisan ilyen rosszminőségű tüzelőanyag el-



7. ábra.



égésénél keletkezik. Az alkalmazott összefüggés:

$$t = \frac{Fé + R}{V_g \cdot c_p + S \cdot c} ; \text{C}^\circ \quad (15)$$

ahol  $Fé$  a fűtőérték kcal/tégla,

$R$  a kemence hűlőzónájából rekuperált fajlagos hőmennyiség kcal/tégla,

$V_g$  a keletkezett füstgázmennyiség  $\text{Nm}^3/\text{tégla}$ ,

$c_p$  a füstgáz térfogatra vonatkoztatott állandó nyomáson mért fajhője kcal/ $\text{Nm}^3$  az átlaghőmérsékleten.

$S$  a tüzelőanyag nem éghető részének súlya kg/tégla,

$c$  a nem éghető rész fajhője az átlagos hőmérsékleten.

A (15) összefüggésből számított hőmérséklet  $950 \text{ C}^\circ$ -ra adódott, tehát a hőszükségletből számított szénmennyiség meghatározása helyes volt.

Fenti számításokból a bekevert tüzelőanyaggal történő tégláégetésre vonatkozóan alábbi következtetések vonhatók le.

1. A bekevert szénrel történő égetés gazdaságosabb a szórt tüzeléssel történő égetésnél. A jobb gazdaságosság egyszerűen belátható oka az, hogy bekevert tüzelésnél az égéstermékek az elméletihez közelálló összetétellel hagyják el a kemencét és így a fajlagos füstgázvesztesség a legkisebb.

2. A szén a téglából elsősorban a táplevegő oxigénjének diffúziója révén ég ki. A diffúzió irama az égetés feltételei mellett annyira kielégítő, hogy egyéb szénfogyasztó reakció, vagy konvekciós áramlás feltételezésére nincs szükség. Ennek ellenére valószínű, hogy az égetés folyamán a téglában számos reakció folyik le, de ezek szerepe csak kísérleti úton lenne tisztázható.

3. A bekevert szén szemnagysága az elégségs sebessége szempontjából tetszőleges, mert a kémiai reakcióképesség az égésnél fellépő hőfoknál még 1 mm-es szemnagyság esetén is két nagyságrenddel nagyobb, mint az oxigén diffúzió sebessége.

4. A keletkező füstgáz összetétel mindenkor az elméletinek felel meg, függetlenül az időegységben bejuttatott táplevegő mennyiségétől.

5. A fellépő tűzsebességet és az ezzel összefüggő tűzhosszat, ha az 1 fm kemencehosszra eső szénmennyiség állandó, csak és kizárólag az időegységben bejuttatott táplevegő határozza meg.

6. A gyulladáspont alatti hőmérsékleten távozó svélgázok elégetése csak akkor lenne lehetséges, ha az előmelegítés-zónába friss levegőt juttatunk, mert az égő szakaszt elhagyó füstgázok elvileg oxigénmentesek. Figyelembe kell azonban venni, hogy a svélgázokból és az odajuttatott levegőből keletkező égőkeverék a nagymennyiségű áramló füstgázban oly mértékben hígul, hogy valószínűleg nem gyullad már meg.

7. Minél kevesebb illó részt tartalmaz a bekevert tüzelőanyag, annál kedvezőbb az égetés alakulása, mert bár a tűzsebességet a gázszegény tüzelőanyag nem csökkenti, de a keletkezett tűzhosszat magasabb gyulladáspontja miatt jelentősen lerövidíti.

8. Nincs technológiai akadály annak, hogy az égetést körkemencében bármely tüzelőanyagfajtával az égetéshez szükséges teljes mennyiség bekeverésével a szórótüzelés nélkül végezzük.

Előfeltétele ennek az, hogy a kemence jól működő schmauch-rendszerrel rendelkezék és így mindenkor kézben tartható legyen az óránként a tűzön áthaladó levegő mennyisége. Ez esetben a tűzsebességet tetszőlegesen szabályozzuk, ugyancsak beáll a tűzsebességhez tartozó és a kemencehosszhoz leginkább illeszkedő tűzhossz is.

### Számítások a bekevert tüzelőanyaggal történő kerámiai égetéshez

#### 1. Gázáramlás

a) A 3. ábrán szemléltetett lehetőséget véve figyelembe,  $700 \text{ C}^\circ$  hőmérséklet esetén a téglafelülete és közepe között  $6 \text{ C}^\circ$  hőfokkülönbség van (Helweg szerint számolva).

Ugyanezen a hőmérsékleten a termikus elcsúszás együtthatója a (4) összefüggés alapján a megfelelő értékeket behelyettesítve:

$$K = \frac{3 \cdot 0,608 \cdot 10^{-5} \cdot 8,31 \cdot 10^7}{2 \cdot 29 \cdot 1,445 \cdot 10^5} = 1,81 \cdot 10^{-4}$$

A kapillárisok átlagos hossza a legnagyobb lapon 1,625 cm, a középső lapon 3 cm és a legkisebb lapon 6,25 cm. Átlagos hosszal számolva:

$$\frac{300 \cdot 1,625 + 162,5 \cdot 3 + 78 \cdot 6,25}{540,5} = 2,72 \text{ cm}$$

A (6) összefüggés alapján a téglafelületre áramló gáz sebessége

$$v = \frac{0,75 \cdot 1,81 \cdot 10^{-4} \cdot 6}{2,72} = 2,955 \cdot 10^{-4}$$

A kiscelli agyagnál talált 32%-os pórusterfogatra alapján a (10) összefüggés alapján  $1 \text{ cm}^2$  téglafelületre  $0,467 \text{ cm}^2$  pórusterület jut. Az áramlás a kapillárisok fele keresztmetszetén befelé, másik felén kifelé történik, tehát a levegő  $0,233 \text{ cm}^2/\text{cm}^2$  keresztmetszetén áramlik a téglafelületbe.

A téglafelületre beáramló levegő óránkénti mennyisége:

$$V = 0,233 \cdot 2,955 \cdot 10^{-4} \cdot 1,08 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 0,27 \text{ liter/óra.}$$

Normál literre számolva át:

$$0,27 \cdot \frac{273}{973} = 0,076 \text{ NI/ó}$$

Ennek oxigén tartalma:

$$0,21 \cdot 0,076 \cdot \frac{32}{22,41} = 0,023 \text{ g/ó}$$

mely eléget  $\text{CO}$ -vá

$$\frac{12}{16} \cdot 0,028 = 0,017 \text{ g szenet.}$$

Ha a téglafelületre az országos átlagnak megfelelően cca 1000 kal. fűtőértékű szenet keverünk be mizserfai barnaszénből, a lepárlási gázok távozása után a téglafelületen maradó koksztartalmának 98 g. Az ennek teljes kiégetéséhez szükséges idő, ha a



légsere kizárólag a feltételezett áramlás következtében történik

$$\frac{98}{0,017} = 5700 \text{ óra}$$

b) A 4. ábrán feltüntetett áramlási viszonyokat véve figyelembe és az előző esetben is felvett 6 °C hőfokkülönbséggel számolva, a kapilláris átlagos hossza:

$$\sqrt{3,2^2 + 6,5^2} = 7,25 \text{ cm}$$

A (7) képletben a pórusok keresztmetszete ( $r^2$ ) helyett a felületi póruskeresztmetszetet helyettesítve be, a téglába bejutó levegő óránkénti mennyisége

$$V = 1,81 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1081 \cdot 0,233}{2} \cdot \frac{6}{7,25} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 0,676 \text{ l/ó}$$

A téglába bejutó légmennyiség az előzőleg tárgyalt esethez viszonyítva 2,5-szeres a bekevert szén kiegészéséhez szükséges hő ennek megfelelően cca 2300 óra.

## 2. Diffúzió

Miután a szén a téglában 500 °C és 1000 °C hőmérséklet határok között ég el, átlaghőmérsékletként 750 °C-ot véve figyelembe, a diffúziós együttható:

$$D_{(750)} = \frac{8,25 \cdot 10^{11} \cdot 2,435 \cdot 10^{-5}}{3} = 6,68 \cdot 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{sec.}$$

Feltételezzük, hogy a tégláégetés a körkemencéknél általában alkalmazott négyszeres levegőfelesleggel történik, ez esetben a füstgázokban az O<sub>2</sub> koncentrációja 15,75% és ennek megfelelően az 1 cm<sup>3</sup> füstgázban levő oxigén mennyisége 750 °C-on:

$$C_{O_2,k} = 0,1575 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{273}{1023} = 5,43 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$$

Miután a téglá belsejében az égési folyamat az O<sub>2</sub>-t teljes mennyiségében felhasználja, a koncentráció-grádiens:

$$dC = 5,43 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$$

Figyelembe véve, hogy az O<sub>2</sub> diffúziója a teljes felületen át történik és minden irányból a téglá középfelé tart, a kapilláris átlagos hossza 2,72 cm.

A (8) összefüggés alapján a diffúzió sebessége:

$$i = -6,68 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{5,43 \cdot 10^{-5}}{2,72} = -1,336 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^2 \text{ sec.}$$

A 32%-os porózitásnak megfelelően 0,467 cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup> fajlagos pórusfelületen a téglá 1081 cm<sup>2</sup> összfelületén a téglába diffúzió révén bejutó O<sub>2</sub> mennyisége:

$$O_2 = 0,467 \cdot 1081 \cdot 3600 \cdot 1,336 \cdot 10^{-5} = 24,2 \text{ g/ó.}$$

750 °C-on a szén 36,7%-a CO<sub>2</sub>-dá és 63,3% a CO-á ég el. Tehát 12 g szén elégéséhez szükséges oxigén mennyisége:

$$0,633 \cdot 16 + 0,367 \cdot 32 = 21,82 \text{ g}$$

A téglába diffúzió útján bejutó óránkénti 24,2 g O<sub>2</sub>-el elégethető szén mennyisége:

$$C = \frac{12 \cdot 24,2}{21,82} = 13,5 \text{ g/ó.}$$

A diffúziót áramlásra transzponálva, az áramlás sebessége:

$$v = \frac{1,336 \cdot 10^{-5}}{5,43 \cdot 10^{-5}} = 0,246 \text{ cm/sec.}$$

A szénnek részben CO-dá történt elégése folytán beálló térfogatnövekedés, illetve nyomásnövekedés az O<sub>2</sub> diffúziójával ellentétes irányú gázáramlást okoz. A nyomásnövekedés:

$$p = 0,633 \cdot 0,1575 = 0,1 \text{ atm.}$$

A gáz dinamikus viszkozitása 750 °C-on:

$$\eta = 1,753 \cdot 10^{-6} \left( \frac{1073}{273} \right)^{0,76} = 4,98 \cdot 10^{-6} \text{ kg sec/m}^2$$

A kapillárisok sugarának meghatározásához kiindulásként feltételezzük, hogy a téglában levő szemcsék átlagos átmérője 10<sup>-4</sup> cm és az átlagos szemcse gömbalakja esetén e méret alapján adódó legnagyobb köre:

$$0,25 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14 = 0,785 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

46,7%-os porózitás esetén az 1 cm<sup>2</sup> keresztmetszetre eső szemcsék száma:

$$\frac{1 - 0,467}{0,785 \cdot 10^{-8}} = 0,68 \cdot 10^8$$

A szemcsék négyzetes síkbeli elrendezését tételezve fel, minden szemcsére egy kapilláris esik és egy-egy kapilláris keresztmetszete:

$$\frac{0,467}{0,68 \cdot 10^8} = 0,697 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2$$

és sugara:

$$r = \sqrt{\frac{0,697 \cdot 10^{-8}}{3,14}} = 0,47 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$$

Az egy kapillárisból kiömlő gáz mennyisége a (11) összefüggés alapján:

$$v = \frac{0,1 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot 0,022 \cdot 10^{-16}}{8 \cdot 4,98 \cdot 10^{-6} \cdot 2,72} = 5,1 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^3/\text{sec.}$$

A térfogatnövekedés folytán kifelé áramló füstgáz áramlási sebessége:

$$\frac{5,1 \cdot 10^{-11}}{0,697 \cdot 10^{-8}} = 7,32 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec.}$$

A téglába diffundáló O<sub>2</sub> tényleges sebessége: 0,246 cm/sec — 0,0073 cm/sec = 0,2387 cm/sec.

A diffúzió útján a téglába a kifelé áramló gázokkal szemben bejutó O<sub>2</sub>-nel elégethető szén:

$$13,5 \cdot \frac{0,2387}{0,246} = 13,1 \text{ g/ó}$$

A lepárlási gázok távozása után a téglában maradt 98 g szén 750 °C átlaghőmérsékleten a diffúzió útján bejutó oxigénnel 7,5 óra alatt elégethető el.

A térfogatnövekedés következtében kifelé áramló füstgázok a diffúzió útján a téglába jutó oxigén-mennyiséget mintegy 3%-kal csökkentik,

tehát a diffúzió sebességét lényegében nem befolyásolják.

A szén elégése a téglában a hőfok emelkedése szerint

A (9) összefüggés alapján számított diffúziós sebesség (i) :

- 500 C°-nál =  $0,873 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec
- 600 C°-nál =  $1,045 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec
- 700 C°-nál =  $1,235 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec
- 800 C°-nál =  $1,425 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec
- 900 C°-nál =  $1,638 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec
- 950 C°-nál =  $1,740 \cdot 10^{-5}$  g O<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup> sec

Ez értékek 750 C° és 15,75%-os O<sub>2</sub>-tartalmú füstgázra vonatkoznak.

Az O<sub>2</sub> koncentrációja (dC) a hőfok szerint ugyancsak változik és pedig T<sub>0</sub>/T változásával arányosan, miután azonban az égetés folyamán a magasabb hőmérsékletű helyen nagyobb az O<sub>2</sub>-koncentráció, a füstgázok nagyobb %-os O<sub>2</sub>-tartalma miatt dC értékét állandónak vettük fel.

A téglába bejutó O<sub>2</sub> mennyisége a hőfok szerint :

$$O_2 = 4,67 \cdot 10^{-1} \cdot 1081 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot i = 1,815 \cdot 10^6 i$$

1. táblázat

A téglába óránként bejutó O<sub>2</sub> és a felszabaduló hőmennyiségben  $5,43 \cdot 10^{-5}$  g/cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> koncentráció mellett

C°	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> %	CO %	Elég : g szén/h			Kcal CO <sub>2</sub>	Kcal CO	Kcal t	Kcal /g
				CO <sub>2</sub>	CO	C össz.				
500	15,85	100,0	—	5,94	—	5,94	48,0	—	48,0	—
500	18,95	77,0	33,0	5,47	4,68	10,15	43,2	11,41	54,61	26,4
700	22,4	49,2	50,8	4,13	8,02	12,15	33,4	19,55	52,95	45,2
800	25,85	26,6	73,4	2,58	14,23	16,81	20,9	34,7	55,6	80,3
900	29,7	14,0	86,0	1,56	19,15	20,71	12,6	46,7	59,3	108,0
950	31,6	10,5	89,5	1,25	21,22	22,47	10,2	51,8	62,0	119,8

2. táblázat

Transzmissziós veszteségek kiszámítása

	P <sub>e</sub>	p <sub>e</sub> <sup>0,75</sup>	α	σ <sub>e/f</sub>	K : Kcal/m <sup>2</sup> h C°	Q : kcal/h téglá	Kcal/h téglá	
200 C°	Boltozat	$\frac{3600 \cdot 1,88}{0,180} = 37\ 600$	2660	3,38	4,22	$\frac{1}{4,22} + \frac{0,38}{0,4075} + \frac{1}{0,20} + \frac{1}{10} = 0,16$	0,001115 · 0,16 · 190 = 0,0338	0,3636
	Fal	$\frac{3600 \cdot 2,58}{0,180} = 51\ 600$	3460	3,2	3,2	$\frac{1}{3,2} + \frac{0,38}{0,4075} + \frac{1}{0,20} + \frac{0,38}{0,38} + \frac{1}{8} = 0,136$	0,001532 · 0,136 · 190 = 0,0395	
	Padló	$\frac{3600 \cdot 0,162}{0,180} = 2\ 380$	340	1,67	1,25	$\frac{1}{1,25} + \frac{0,4}{0,45} = 0,593$	0,00214 · 0,593 · 190 = 0,290	
500 C°	Boltozat	$\frac{5900 \cdot 1,88}{0,420} = 26\ 400$	2040	3,78	4,72	$\frac{1}{4,72} + \frac{0,38}{0,40} + \frac{1}{0,22} + \frac{1}{10} = 0,178$	0,001115 · 0,178 · 490 = 0,0972	0,8807
	Fal	$\frac{5900 \cdot 2,58}{0,420} = 36\ 200$	3630	3,64	3,54	$\frac{1}{3,54} + \frac{0,38}{0,40} + \frac{1}{0,22} + \frac{0,38}{0,39} + \frac{1}{8} = 0,140$	0,001532 · 0,140 · 490 = 0,1113	
	Padló	$\frac{4340 \cdot 0,162}{0,420} = 1\ 670$	283	1,88	1,41	$\frac{1}{1,41} + \frac{0,1}{0,48} = 0,650$	0,00214 · 0,650 · 490 = 0,681	
1000 C°	Boltozat	$\frac{9720 \cdot 1,88}{1,02} = 17\ 900$	1530	4,1	5,12	$\frac{1}{5,12} + \frac{0,38}{0,653} + \frac{1}{0,24} + \frac{1}{10} = 0,107$	0,001115 · 0,107 · 390 = 0,218	1,028
	Fal	$\frac{9720 \cdot 2,58}{1,02} = 24\ 500$	1950	3,8	3,8	$\frac{1}{3,8} + \frac{0,38}{0,653} + \frac{1}{0,24} + \frac{0,38}{0,41} + \frac{1}{8} = 0,165$	0,001532 · 0,165 · 990 = 0,25	
	Padló	$\frac{7130 \cdot 0,162}{1,02} = 1\ 130$	193	2,0	1,5	$\frac{1}{1,5} + \frac{0,4}{0,51} = 0,680$	0,00214 · 0,680 · 990 = 1,46	



Ennek alapján a különböző hőfokokon a téglába bejutó  $O_2$  mennyiséget a Boudouard-egyensúly alapján ezzel  $CO$ , illetve  $CO_2$ -dá elégethető szénmennyiséget, valamint az égés során keletkezett hőmennyiségeket az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat kcal-rovata a téglában felszabadult kalóriamennyiséget, míg  $kcal_{10}$  rovata az elégséges folyamán keletkezett  $CO$ -nak a téglán kívüli elégetése során felszabaduló kalóriamennyiséget tünteti fel.

#### A körkemence falveszteségei

A füstgázok transzmissziós vesztesége a hőmérséklet szerint változik. A veszteségek három részből tevődnek össze: a boltozaton, a falon és a padlón át távozó hőmennyiségekből. E veszteségek számításait típus-körkemence figyelembe vételével  $4,16 m^2$  szabadszelvény,  $5760 Nm^3/ó$  füstgázmennyiség és  $d_k = 0,094$  értékek figyelembe vételével  $200, 500$  és  $1000 C^\circ$  hőmérsékletekre számoltuk ki.

A gázsebességre a fal és a boltozat mellett  $1,5$ , a padozat mellett  $1,1$  szorzót alkalmazunk. A hőátadási tényező értékét felfelé történő hőátadásnál  $1,25$ , lefelé történő hőátadásnál pedig  $0,75$ -del szoroztuk. A számítások részleteit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

#### A téglá hőátvezetési együtthatója

Miután a hőátadási viszonyok az égetés során a hőmérséklet szerint változnak, meghatározzuk a téglá hőátvezetési együtthatóját a különböző hőmérsékleteken.

#### A bekevert szénnel égetés jelmelegedési és lehülési görbéje

A bekevert szénnel történő égetésnél a szórt tüzelésnél szokásos légfelesleggel történő égetés nem lehetséges, mert az egyensúlyi állapot beálltáig a kemencében levő bekevert szénnel, amint az a gyulladási hőmérsékletet elérte, a levegő oxigénje

A téglá hővezetési együtthatója különböző hőmérsékleteken  $d_k = 0,094$  ;  
szabadszelvény =  $4,16 m^2$  és  $F_g = 5,760 Nm^3/h$

3. táblázat

$C^\circ$	$\lambda_{ég}$	Légsebesség $m/ó$	$P_r$	$p_e^{0,75}$	$\lambda_{levegő}$	$\alpha =$ $= 0,04 p_e^{0,75} \cdot$ $\lambda/d_k \text{ kcal}/m^2h$ $C^\circ$	$\frac{1}{K} = \frac{0,0325}{\lambda_{ég}/\alpha}$	$k$	$K_{tégla} =$ $\frac{kcal}{tégla h C^\circ}$
100	0,38	1,890	$\frac{1890 \cdot 0,094}{0,119} = 1490$	240	0,0264	2,79	0,455	2,20	0,152
200	0,4075	2,400	$\frac{2400 \cdot 0,094}{0,180} = 1250$	210	0,0318	2,84	0,432	2,32	0,139
300	0,435	2,910	$\frac{2910 \cdot 0,094}{0,251} = 1090$	190	0,0369	2,97	0,413	2,42	0,145
400	0,4625	3,420	$\frac{3420 \cdot 0,094}{0,332} = 966$	174	0,0417	3,08	0,395	2,54	0,152
500	0,49	3,940	$\frac{3940 \cdot 0,094}{0,420} = 882$	158	0,0463	3,13	0,386	2,59	0,155
600	0,5225	4,420	$\frac{4420 \cdot 0,094}{0,520} = 805$	151	0,0507	3,24	0,371	2,70	0,162
700	0,555	4,930	$\frac{4930 \cdot 0,094}{0,650} = 737$	141	0,0549	3,28	0,363	2,76	0,165
800	0,5875	5,450	$\frac{5450 \cdot 0,094}{0,750} = 682$	131	0,0590	3,28	0,360	2,78	0,167
900	0,62	5,950	$\frac{5950 \cdot 0,094}{0,880} = 638$	126	0,0631	3,37	0,349	2,88	0,173
1000	0,653	6,480	$\frac{6480 \cdot 0,094}{1,02} = 598$	118	0,0671	3,37	0,347	2,89	0,174

elég. Miután ipari tüzelőberendezéseknél nyert tapasztalat szerint a füstgázokban mindenkor van oxigén, feltesszük, hogy ez az oxigén-maradvány 4% lesz a légfesleg nélküli égetés esetén is. Ennek megfelelően 1,44 Nm<sup>3</sup>/tégla légmennyiséggel történő égetés esetére végezzük el a hőtörbe kiszámítását.

Kiindulásként felvesszük, hogy a téglá az égetés során 950 C° hőmérsékletig lesz felmelegítve, a távozó füstgázok 200 C°-on hagyják el a kemencét és a levegő 810 C° hőmérsékletre melegszik fel. Ez esetben az égetés hozzávetőleges kalóriaszükséglete :

Tégla felmelegítése .....	1070 kal.
Falvesztés.....	76 „
Füstgázvesztés.....	90 „
	1236 kal.
Rekupálható .....	380 kal.
	856 kal.

Ennek megfelelően a téglába 0,278 kg (3050 kcal fűtőértékű) mizserfai szenet keverünk be.

A 950 C°-os téglá az első órában a 810 C°-os levegőnek a 140 C° hőmérsékletkülönbség mellett átad 0,174 · 140 = 24,4 kcal-t. A levegő oxigén-koncentrációja :

$$C_{O_2} = 0,21 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3} \frac{273}{1223} = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$$

Miután az 5. ábrán feltüntetett értékek 5,43 · 10<sup>-5</sup> g/cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>-re vannak kiszámolva, a táblázat értékeit 6,4/5,43 arányban módosítani kell, vagyis 1,11 faktossal szorzunk. Ezen korrekció

alkalmazása mellett 950 C°-on 1 óra alatt 25 g szén ég el a téglába kevert szénből és e közben felszabadul a téglá belsejében 68,8 kcal és a CO elégetése következtében felszabadul a füstgázokban 134 kcal.

A téglában felszabadult 68,8 kcal-ból 58% a karbonát bontására lett elhasználva (40 kcal), a téglá felmelegítésére tehát

$$68,8 - (24,4 + 40,0) = 4,4 \text{ kcal szolgált.}$$

A 8 ábrából leolvasható téglá fajhő (0,2835) és súly (3 kg) alapján a 4,4 kcal a téglá hőmérsékletét 5,2 C°-kal emelte, vagyis az órá elején a téglá hőmérséklete 950 - 5,2 = 944,8 C° volt. A füstgáz ez órá alatt a téglától kapott 24,4 kcal-t, a CO elégetése folytán 134 kcal-t és leadott a fal felé a 2. táblázat alapján interpolálva 810 C°-os hőmérsékleten, 1,5 kcal-t. Kalóriatartalma tehát 24,4 + 134 - 1,5 = 156,9 kcal-val nőtt. Ennek az 1,44 Nm<sup>3</sup> mennyiség és a 8. ábrából leolvasható fajhő alapján  $\frac{156,9}{1,44 \cdot 0,355} = 310 \text{ C}^\circ$  hőfokemel-

kedés felel meg, vagyis a gáz hőmérséklete ez órá folyamán 810 C°-ról 1120 C°-ra emelkedett. A második órá elején az előző órában elégett 25 g szén oxigénfogyasztása miatt a gáz oxigén-koncentrációja csökkent. A 25 g szén elfogyasztott  $\frac{32}{12} \cdot 25 = 66,5 \text{ g}$  oxigént, vagyis az 1 cm<sup>3</sup> gázban levő oxigénmennyiség csökkent :

$$\frac{66,5}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 4,62 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3\text{-rel.}$$

A levegő oxigéntartalma 0,21 · 1,29 · 10<sup>-3</sup> = 0,271 · 10<sup>-3</sup> g/cm<sup>3</sup> volt. Az oxigén-koncentráció

4. táblázat

A téglá felmelegedése, ill. a levegő lehülése bekevert tüzelőanyag esetén t<sub>k</sub>v = 950 C° és t<sub>g</sub> = 810 C°-ból kiindulva (f<sub>v</sub> = 1,44 Nm<sup>3</sup>/tégla)

óra	t <sub>lv</sub>	Kcal C	Kcal gáz	Kcal CO <sub>2</sub>	Kcal melegít	Δt	t <sub>tk</sub>	t <sub>tg</sub>	Kcal téglá	Kcal CO	Kcal fal	Kcal meleg	Δt	t <sub>gv</sub>	t <sub>l</sub> -t <sub>g</sub>	Elégett C <sub>g</sub>	O <sub>2</sub> 10 <sup>-5</sup> g/cm <sup>3</sup>	Diffúziós faktor
1	950,0	+68,8	-24,4	-40,0	+ 4,4	5,2	944,8	810,0	+24,4	+134,0	-1,5	+156,9	307,0	1117,0	140,0	25,0	6,4	1,11
2	944,8	50,4	+47,2	56,5	41,1	47,6	897,0	1117,0	-47,2	94,5	2,2	+ 45,2	84,5	1201,5	272,2	18,1	4,42	0,81
3	897,0	52,5	+37,8	52,3	38,0	43,0	854,0	1201,5	-37,8	66,8	2,4	+ 26,6	49,3	1250,8	30,5	20,6	3,54	0,65
4	854,0	29,5	+67,5	29,2	67,8	75,2	778,8	1250,8	-67,5	47,3	2,4	- 22,6	41,6	1209,2	396,8	9,7	2,79	0,515
5	778,8	25,6	+71,5	—	97,1	107,5	671,3	1209,2	-71,5	35,0	2,4	- 38,9	72,0	1137,2	430,4	7,5	2,53	0,467
6	671,3	6,9	+76,4	25,9	54,4	64,4	606,9	1157,2	-76,4	5,3	2,2	- 73,3	137,8	1000,2	465,0	0,6	—	—
7	606,9	—	+63,5	—	63,5	70,5	536,4	1000,2	-63,5	—	1,9	- 65,4	124,5	875,7	383,3	—	—	—
8	536,4	—	+53,1	—	63,1	59,5	476,9	875,7	-53,1	17,0	1,7	- 37,8	73,3	802,4	339,3	—	—	—
9	476,9	—	+50,0	—	50,0	56,8	420,1	802,4	-50,0	41,5	1,5	- 10,0	19,6	782,8	325,5	—	—	—
10	420,1	—	+55,0	—	55,0	64,5	355,6	782,8	-55,0	47,0	1,5	- 9,5	18,7	764,1	362,7	—	—	—
11	355,6	—	+60,5	—	60,5	73,0	282,6	764,1	-60,5	53,3	1,4	- 8,6	16,9	747,2	408,5	—	—	—
12	282,6	—	+66,7	—	66,7	84,0	198,6	747,2	-66,7	59,2	1,4	- 8,9	17,5	729,7	464,6	—	—	—
13	198,6	—	+73,8	—	73,8	97,5	101,1	729,7	-73,8	—	1,4	- 75,2	149,0	580,7	531,1	—	—	—
14	101,1	—	-63,2	62,5	0,7	1,1	100,0	580,7	-63,2	—	1,1	- 64,3	131,0	449,7	479,6	—	—	—
15	100,0	—	+46,1	46,1	—	—	100,0	449,7	-46,1	—	0,8	- 46,9	96,7	353,0	349,7	—	—	—
16	100,0	—	+33,4	24,4	9,0	12,0	88,0	353,0	-33,4	—	0,6	- 34,8	72,0	281,0	253,0	—	—	—
17	88,0	—	+25,1	—	25,1	33,3	54,7	281,0	-25,1	—	0,5	- 25,6	55,4	225,6	193,0	—	—	—
18	54,7	—	+21,8	—	21,8	29,7	25,0	225,6	-21,8	—	0,4	- 22,2	48,6	177,0	170,9	—	—	—
19	25,0	—	+11,6	—	11,6	15,0	10,0	177,0	-11,6	—	0,2	- 11,8	26,0	151,0	—	—	—	—



5. táblázat

A téglá lehülése és levegő felmelegedése  $t_{ti} = 950\text{ }^\circ\text{C}$  és  $t_{gv} = 810\text{ }^\circ\text{C}$ -ből kiindulva ( $I = 1,44\text{ Nm}^3/\text{tégla}$ )

Óra	$t_{iv}$	Kcal gáznak	$\Delta t$	$t_{ti}$	$t_{gk}$	Kcal téglától	Kcal fal	Kcal meleg	$\Delta t$	$t_{gv}$	$t_i - t_g$
1	950,0	24,3	28,6	921,4	810,0	*24,3	1,5	22,8	44,5	765,5	140,0
2	921,4	27,0	31,9	889,5	765,5	27,0	1,4	25,6	50,3	715,2	155,9
3	889,5	30,2	35,6	853,9	715,2	30,2	1,3	28,9	57,2	658,0	174,3
4	853,9	33,2	39,6	814,3	658,0	33,2	1,2	32,0	63,7	594,3	195,9
5	814,3	37,0	44,2	770,1	594,3	37,0	1,1	35,9	73,0	521,3	220,0
6	770,1	41,2	49,5	720,6	521,3	41,2	0,9	40,3	83,0	438,3	248,8
7	720,6	46,7	56,2	664,4	438,3	46,7	0,8	45,9	96,0	342,3	282,3
8	664,4	52,5	63,8	600,6	342,3	52,5	0,6	51,9	110,0	232,3	322,1
9	600,6	59,5	72,6	528,0	232,3	59,5	0,4	59,1	129,5	102,8	368,3
10/62 %	528,0	41,0	50,6	477,4	102,8	41,0	0,1	41,1	92,8	10,0	425,2

a második óra elején:

$$C_{O_2} = (0,271 - 0,0462) \cdot 10^{-3} \frac{273}{1393} = 4,42 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$$

Az 5. ábra szerint  $5,43 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$  oxigén-koncentráció mellett elég  $944,88\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $22,3 \text{ g}$  szén. Az adott  $4,42 \cdot 10^{-5} \text{ g/cm}^3$  oxigén-koncentráció mellett  $\frac{4,42}{5,43} \cdot 22,3 = 11,8 \text{ g}$  szén ég el és ennek megfelelően  $50,4 \text{ kcal}$  szabadul fel a téglá belsejében és  $94,5 \text{ kcal}$  a CO-nak a téglán kívüli elégeése folytán a füstgázban. A számításokat óránkénti időközökre elvégezve, a kapott értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

A 6-ik órában a bekevert szén nem-illó tartalmából, mely összesen  $81 \text{ g}$  volt, csak  $0,6 \text{ g}$  éghetett el.  $500\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérséklettől lefelé a téglá  $1 - 1\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletváltozásnak  $0,73 \text{ kcal}$  fűtőértékű svélgáz képződése felel meg, amennyiben feltételeztük, hogy  $218 \text{ kcal}$ -t tartalmazó svélgázok a  $200\text{ }^\circ\text{C}$  és  $500\text{ }^\circ\text{C}$  közötti felmelegedési idő alatt a hőfokemelkedéssel arányosan távoznak.

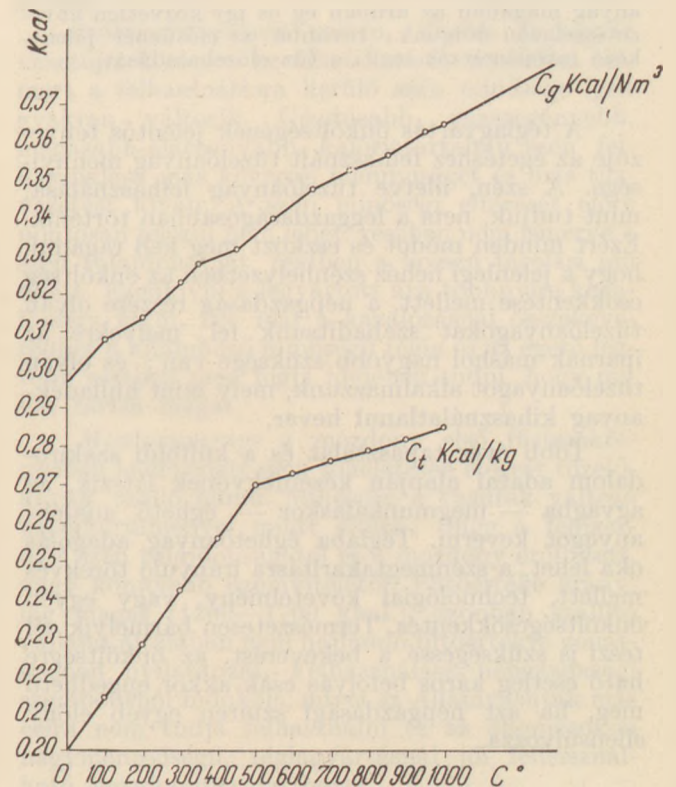
A táblázatból megállapíthatóan a felvett körülmények mellett a téglá  $950\text{ }^\circ\text{C}$ -ra való felmelegítéséhez  $19 \text{ óra}$  kellett, a távozó gázok végső hőmérséklete  $151\text{ }^\circ\text{C}$ .

A levegő felmelegedését hasonló elvek szerint kiszámolva,  $950\text{ }^\circ\text{C}$  téglá és  $810\text{ }^\circ\text{C}$ -os levegő-hőmérsékletből mint végállapotból visszafelé számolva az 5. táblázat tartalmazza.

A hőmérséklet értékei egyrészt, mert az alkalmazott  $1 \text{ óra}$  időközökre végzett vizsgálatok alatt bekövetkezett nagy hőmérsékletváltozások ellenére az óra kezdetén érvényes  $K_{\text{tégla}}$ ,  $C_{\text{tégla}}$ ,  $C_{\text{gáz}}$  értékeket alkalmaztunk, másrészt, mert a hőátadás szempontjából a felső gázhőmérsékleti értéket véve figyelembe, az időtengelyt önkényesen eltoltuk, pontatlanok.

Ezen hibák részbeni kiküszöbölése végett az előzőleg is alkalmazott elvek alapján kiszámítva a

téglá felmelegedését és a gáz lehülését  $10\text{ }^\circ\text{C}$ -os téglá és  $200\text{ }^\circ\text{C}$ -os távozó füstgázhőmérséklet alapján — amikor is úgy a  $K_{\text{tégla}}$ ,  $C_{\text{tégla}}$ ,  $C_{\text{gáz}}$ , értékei az ellenkező irányban tolnának el, és amikor az időtengely önkényes eltolása minimális — a kapott gáz és téglahőmérséklet változásokat a 7. ábrán 11. jelölt görbék tüntetik fel.



8. ábra.

Ha a folyamat idejének közelítésével az alulról és felülről számított hőfok-időfüggvények idejének középértékét vesszük, úgy a téglá felmelege-

désének és 500 °C-ra való lehűlésének ideje :

$$\frac{28,2 + 23}{2} = 25,6 \text{ óra.}$$

#### Tűzsebesség

Típus körkemencében 5700 Nm<sup>3</sup>/ó légmennyiséggel égetve, 1 fm kemencehosszban 1670 db téglát rakva be és téglánként 0,278 kg szén keverve be, a kemence 1 fm-ében levő szénmennyiség 1670 · 0,278 = 465 kg. Amennyiben az égetés 1,44 Nm<sup>3</sup>/tégla légmennyiséggel történik, 1 Nm<sup>3</sup>-rel elégethető szén mennyisége :

$$\frac{0,278}{1,44} = 0,193 \text{ kg/Nm}^3$$

A tűzsebesség a (13) összefüggés alapján :

$$\frac{193 \cdot 5700}{465} = 2,37 \text{ m/ó}$$

#### Tűzhossz

A téglá felmelegítésére, valamint a táplevegő előmelegítéséhez szükséges zóna hossza a (14) összefüggés alapján :

$$25,6 \cdot 2,37 = 61 \text{ m.}$$

#### Tűztér hőmérséklete

A (15) összefüggés alapján a tűztér hőmérséklete :

$$T = \frac{856 + 381}{1,44 \cdot 3,5 + 3 \cdot 0,27} = 950 \text{ °C}$$

## Téglaégetés bekevert tüzelőanyaggal

MATTYASOVSKY ZS. TAMÁS

Szerző ismerteti az éghető anyagok bekeverésének technológiai okait; a szárításnál, égetésnél és felhasználásnál jelentkező előnyöket. Fontosnak tartja az üregetéglagyártás bevezetését. Ismerteti, — a szénen kívül, — felhasználásra alkalmas éghető adalékanyagokat. Az adalékanyag előkészítési módjai mellett vázolja a bekeverés, adagolás különböző lehetőségeit. Végül az égetésnél elemzi a végbemenő folyamatokat a magasabb CaCO<sub>3</sub> és a nagy vastartalmú anyagoknál. Éghető anyag bekeverésével tüzelőanyag-megtakarítás érhető el, mivel a tüzelőanyag magában az áruban ég és így közvetlen hővezetéssel van dolgunk; továbbá az előtűznél jelentkező infraszugárzás segíti a tűz előrehaladását.

A téglagyártás önköltségének jelentős tényezője az égetéshez felhasznált tüzelőanyag mennyisége. A szén, illetve tüzelőanyag felhasználása, mint tudjuk, nem a leggazdaságosabban történik. Ezért minden módot és eszközt meg kell ragadni, hogy a jelenlegi nehéz szénhelyzetben az önköltség csökkentése mellett, a népgazdaság részére olyan tüzelőanyagokat szabadítsunk fel, melyekre az iparnak máshol nagyobb szüksége van; és olyan tüzelőanyagot alkalmazzunk, mely mint hulladékanyag kihasználhatatlanul hever.

Több éves tapasztalat és a külföldi szakirodalom adatai alapján kézenfekvőnek látszik, az agyagba — megmunkáláskor — éghető adalékanyagot keverni. Téglaégetőanyag adagolás oka lehet, a szénmegtakarításra irányuló törekvés mellett, technológiai követelmény, vagy egyéb önköltségcsökkentés. Természetesen bármelyik cél teszi is szükségessé a bekeverést, az önköltségre ható esetleg káros betolyás csak akkor engedhető meg, ha azt népgazdasági szinten egyéb előny ellensúlyozza.

#### Technológiai követelmények :

1. hangszigetelés és ezzel együtt hővezetőképesség-csökkentése — különösen könnyű téglagyártása esetén ;
2. soványítás — szárítási idő csökkentése

végett, vagy túlkövér agyag esetén, szárítási érzékenység csökkentése miatt ;

3. tűzsebesség növelése.

#### Önköltségcsökkentő szempontok :

1. könnyebb téglá előállítás, szállítási költségek megtakarítása miatt, vagy vékonyabb falazat alkalmazhatósága végett ;
2. tüzelőanyag-megtakarítás ;
3. esetleges munkabérmegtakarítás.

Igen alkalmas soványító anyagok, szén mellett, az éghetőt tartalmazó adalékanyagok, mivel ezek alkalmazása révén, a túl képlékeny agyag szárítással szembeni érzékenységének csökkentése mellett, a tüzelőanyag egy részét az árubá juttatjuk, így részben megrövidíthető a szárítási idő a soványítás révén; részben kedvezőbb körülmények között égethető az áru a bekevert tüzelőanyaggal. Éghetőt tartalmazó soványító anyag esetében tüzelésnél kevesebb szén kell a kemencébe beszórni, esetleg külön tüzelés teljesen szükségtelessé válik. Természetesen fontos az egyenletes keverés és az adalékanyag szemcse nagysága, hogy égetésnél helyi túlmelegedés ne következzen be, mert, rossz keverés esetén, egyes téglákba az égetéshez szükségesnél több kalóriatartalmú éghető jut.

Általános tapasztalat, hogy éghető anyagnak a téglába való keverése esetén, a tűz sebessége növekszik és így a kemence kihasználása javul. Növekvő tűzsebesség révén a kemencefalazat okozta hővesztés csökken és a téglában égő anyag, meggyulladás után, belülről melegíti a téglát, így kedvezőbbnek kell lennie a szénfogyasztásnak és az áru tökéletesen kiég. Különösen előnyös mészkőtartalmú agyag esetén a szénporos bekeverés. A finomra őrölt CaCO<sub>3</sub> szemcséket a bekevert tüzelőanyag belső égés alkalmával agyonégeti.

Sokszor szükséges a téglá súlyának a csökkentése, hogy szállításnál fuvardíj szempontjából ver-



1. táblázat

	Nedves- ség %	Hamu- tartalom %	Fűtő- érték kkal.
Napraforgómaghéj . . . . .	15	2,3	3680
Szalma . . . . .	10	5,0	3750
Lenpozdorja . . . . .	11	3,2	3365
Rizshéj . . . . .	10	20,0	3130
Kukoricacsutka . . . . .	19	1,9	3270
Gyapotmagház . . . . .	15	8,5	3415
Gyapoteserjeház . . . . .	15	4,0	3470
Szárított trágyalepény . . . . .	26	20,0	2580
Nád . . . . .	10	3,0	3700

senyképes maradjon és szükség esetén hő- és hangszigetelő legyen. Fenti okokból a gyártó művek három eljárást alkalmaznak a téglá súlyának könnyítésére :

1. üreges áru gyártása ;
2. bekevert tüzelőanyaggal térfogatsúly-csökkentés ;
3. porózus, üres téglá gyártása.

A tüzelőanyaggal történő térfogatsúly-csökkentés, illetve hőszigetelőképeség növelése vezetett a könnyű téglák előállítására, melyeknél a térfogatsúly-csökkentést nagymennyiségű kis hamutartalmú adalékanyaggal érjük el. Tüzelőanyag felhasználási szempontból ez nem gazdaságos, mivel ilyenkor a kiégetéshez szükségesnél több éghetőt adagolunk be az agyagba. Ennek költség-többletét ellensúlyozhatjuk az árunak vegyes rakásával a kemencébe, amikor a felszabaduló felesleges hőt egyéb áruk égetésére használjuk fel.

Üreges árunál és közönséges fali téglánál is alkalmazzák ma már a szénbekeverést, mivel az éghető adalékanyaggal gyártott téglá az adalék tulajdonságaitól függően könnyebb lesz, mert a kiegészítő anyag helyén apró porosok maradnak. Ezt a tulajdonságot külföldön fokozottan használják ki. Pl. a német szabvány szerint az 1,2 kg/dm<sup>3</sup>-es téglával bizonyos esetben 24 cm-es falvastagság elegendő, míg ugyanazon követelmények mellett 1,4 kg/dm<sup>3</sup>-es téglá alkalmazása esetén már 30 cm-es falat kell készíteni. Üreges árunál a régi német szabvány előírta, hogy a keresztmetszeti felület 20%-nál nagyobbak kell lennie a szabad felületnek. Ma már csak 15%-kal kell nagyobbak lennie a szabadfelületnek a keresztmetszeti felületre vonatkoztatva. Ugyanekkor 1,2, 1,4 kg/dm<sup>3</sup>-es térfogatsúly is elő van írva. Az épületek falvastagsága szempontjából nem mindegy, hogy milyen hő- és hangszigetelő téglából kell falazni. Ezért tömörre égő agyagnál, mely tapasztalat szerint magas nyomószilárdságú árut ad, a porozitás mesterséges növelése, megfelelő égetés esetén, igen alkalmas az előírt térfogatsúly elérése céljából — mivel csak 100—150 kg/cm<sup>2</sup> nyomószilárdság a követelmény —, akár az alkalmazott lyukrendszer fenntartása mellett üreges árunál, akár tömör fali téglánál.

Az előbbi követelmények a kivitelezőktől indultak ki, részben költségcsökkentés miatt, részben hő- és hangszigetelés növelése céljából.

### Éghető adalékanyagok

Éghető adalékanyagként Magyarországon jelenleg szénport, mozdonypernyét, salakot, fűrészport használják. Ezekon kívül az iparban és mezőgazdaságban igen sok éghető hulladékanyag keletkezik, melyek fűtőértéke vetekszik az előbb említett anyagok fűtőértékével. A mezőgazdasági hulladékanyagok, Bubnov szerint, az alábbi tulajdonságokkal bírnak (1. táblázat) :

Legkézenfekvőbb adalékanyag a szénpor, azonban szénport csak abban az esetben szabadna alkalmazni, ha azt minősége miatt a népgazdaság más célra már nem tudja felhasználni, vagy abban az esetben, ha a táglagyártásra szolgáló agyag túl-

sovány és nagyobb mennyiségű soványító hatással bíró adalékanyag a formázás és a nyersáru szilárdságának rovására menne.

Ha tüzelőanyagot akarunk megtakarítani, akkor nemcsak csökkenteni kell a téglá égetéséhez szükséges fajlagos kalóriefelhasználást, hanem olyan anyagokat kellene lehetőség szerint bekeverni, melyek lehetővé teszik egyes esetekben a szén — legalább részbeni — mellőzését. Ennek szem előtt tartásával sok esetben fontosabb célra engedhetünk át szent a népgazdaság részére. Szénpor alkalmazása kétségtelenül a leggazdaságosabb — önköltségi szempontból —, mert megfelelő szervezés esetén, anyagmozgatási költség-többlettel nem jár. Mint soványító anyag és térfogatsúlycsökkentő anyag lényegtelen befolyással bír.

Szénporbekeverés esetén, kisebb téglagyár vezetője, könnyen kerülhet komoly probléma elé, mert a felhasználásra kerülő szén minősége igen gyakran változik. Gázdúsabb, gázszegényebb, magasabb-alacsonyabb, kalóriatartalmú szén felhasználása más keverési mennyiséget és más tűzvezetést kíván. A szén minőségi eltérését előre pontosan jelezni nem lehet, részben nem ismerve a szén tulajdonságát, részben a hosszú tárolási idő miatt. Ezenkívül a legyártott áru többnyire kazalozásra kerül. Így már a kazalozásnál összekeveredhet a különböző minőségű téglá és az égető legtöbb esetben nem fogja idejében tudni, hogy mihez tartsa magát.

Mozdonypernyé a mozdony első füstszekrényében leülepedett nem tökéletesen elégett tüzelőanyag, szálló hamu. Minősége a vasutak változó üzemi körülményei miatt eltérő ; függ a felhasznált szén tulajdonságától és a mozdony erőltetett, vagy könnyebb üzemvitelétől. Fűtőértéke aránylag magas (1200—1700 kkal.), azonban szállító vállalat általában nem hajlandó fűtőértékre vonatkozóan nyilatkozni. Felhasználása népgazdasági szempontból indokolt, mivel az Államvasutak más célra nem tudja felhasználni és az állomásokon nagymennyiségű, téglagyártásnál jól felhasználható mozdonypernyé hever.

Mozdonypernyével azonos elbírálás alá esik az erőtelepek szálló hamuja. Aránylag igen finom szemcsézetű és ez a tulajdonsága különösen alkalmas téhetei soványabb agyagok adalékanyagának. Éghető tartalma igen alacsony. Irodalmi ada-



tok alapján (Die Tiegelindustrie, 1954. 8. sz.) magasabb éghető tartalom esetén szállóhamu cserépgyártásnál igen alkalmas adalékanyag, mert egész finom — félig zárt — pórusok lesznek a cserépben, ami annak minőségét megjavította és vízáteresztőképességét — megfelelő adagolás esetén — megszüntette.

**Kazánsalak** felhasználására két szempont vezetheti a téglapart:

1. saját kazánsalak felhasználása és ezáltal a salakban visszamaradt éghetők értékesítése;
2. soványítás.

Gőzüzemű telepeknek minden körülmények között a salakot fel kellene használni adalékanyagként. A rossz szénellátás miatt különösen tökéletlen az erőltetett kazánokban a szén elégetése. Igen sok éghető marad a salakban. Ezt a nagy széntartalmú salakot még kisebb üzemekben is gazdaságos lehet felhasználni. Aránylag sovány agyagok esetén mennyisége a felhasznált agyaghoz viszonyítva kevés, így gyártási szempontból nem okozhat zavart. Olyan agyagnál, melyet nagyobb mértékben kell soványítani, feltétlenül helyes salaknak agyagba való keverése. Megfelelő őrlőberendezéssel a salakot szükséges szemcseeloszlására apríthatjuk. A salak formázáskor hasonló feladatot szolgál, mint az égetett agyagörlemény a samott-gyártásnál, azonban a salakörlemény szilárdságnövelő hatással nem bír. A szemcse-nagyság megoszlása feltétlen befolyással lesz az agyagszalagnak viselkedésére, száradási tulajdonságokra, égetés lefolyására és a kiégetett téglafizikai tulajdonságaira. Olyan üzemek, melyek soványításra homokot használnak, feltétlenül jó eredményt érhetnek el a salakkal való soványítással, mert a homokot alkotó kvarc hőtágulása okozta szilárdságcsökkenő hatása elmarad.

Figyelemmel kell lenni arra, hogy a finomabb salakszemcsék és a durva rész éghető tartalma nem azonos. Általában a finomabb szemcséjű, 20 mm alatti, salakszemcsék nagyobb széntartalmúak, mint a durvábbak. Ez a megállapítás a salak őrlés előtti állapotára vonatkozik.

A salakok származási helyük szerint igen eltérő összetételűek és magas hőfokon való viselkedésük is különböző. Vannak salakok, melyek már 1100 °C körül meglágyulnak. Ez a körülmény felhasználás előtt mérlegelendő és helyes lenne, ha különböző olvadáspontú salakokkal és különböző összetételű agyagokkal kísérletek folynának annak megállapítására, hogy melyik agyaghoz, melyik salak a legalkalmasabb.

**Kokszdara** alkalmazása elméleti megfontolások alapján nem tanácsos, mivel gyúléshőmérséklete magas, 650—750 °C. Így a tűz előrehaladását nem segíti elő. Ezenkívül meggyulladva könnyen az áru összesüléséhez vezethet. Előnye, hogy hamutartalma aránylag kicsi. Alkalmazásakor helyes, ha alacsonyabb hőmérsékleten gyúlé adalékanyaggal együtt keverjük. Megvizsgálandó, hogy a kokszgyáruk ún. koksz-iszapja milyen módon kerül értékesítésre és esetleg kisebb mennyiségű beadagolása milyen hatással van.

**Tőzeg** nagy humuszsav-tartalma miatt szárításnál repedezésre hajlamossá teszi a téglát. Fel-

használása ezenkívül sem helyes, mivel vegyiparunk fontos alapanyaga.

**Kemencesalak és tégláörlemény** éghető anyagot nem tartalmaz, azonban az adalékanyag fűtőértékének szabályozására igen alkalmas.

**Fűrészpor** felhasználása általában könnyű tégláknál szokásos (kőszivacstégla). Sovány agyag állítólag könnyebben tehető porózussá fűrészporral, mint kövér agyag. Hamutartalma alacsony, azonban nedvességtartalma magas és erős higroszkópos tulajdonsággal bír. A keményfa fűrészpora finomabb lyukakat ad, míg a puhafa nagyobb méretűt. Utóbbinak hátránya az is, hogy a sarat rugalmassá teszi, mely a szájnnyílásból kijöve duzzad, tehát a téglamérete nagyobb lesz, mint a szájnnyílás mérete. Kokszhhoz  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$  arányban adagolva segíti annak meggyulladását, illetve a kokszt aránylag magas gyúléshőmérsékletének hátrányait kiküszöböli.

Hazai szempontból komolyan kell foglalkozni a len- és kenderporozdorja, továbbá rizshéj adalékanyagként való felhasználásával. Mindhárom anyag csak olyan üzemben alkalmazható, ahol a szállítás egyszerű, mert térfogatsúlyuk igen kicsi és így a szállítás körülményes lehet. Rizshántoló üzemek hatalmas rizshéjalmokkal rendelkeznek, mert hasznosítása eddig komoly formában még nem nyert megoldást. Agyagba való bekeverésénél kellemetlen tulajdonsága, hogy rugalmas és a sártömb a szájnnyílást elhagyva, durva felületű lesz, mivel a felület közelében levő rizshéj, rugalmasságánál fogva kiegyenesedik és kiáll a felületből. Magyarországon eddig a kőszivacs-gyártásnál használták eredményesen. Megjegyezni kívánom, hogy a rizshéjnek tűzállótégla-alapanyaggá való átalakítására már van eljárás, mely szerint a rizshéjat kiizzítják és a visszamaradt tiszta kavasvartalmú hamuját használják fel a tűzállótégla nyersanyagaként.

#### *Éghető adalékanyag mennyisége*

Az éghető adalékanyag bekeverési arányát a technológiai szükségesség és gazdaságosság kérdésén kívül, a bevitt éghető rész mennyisége, illetve az adalékanyag fűtőértéke szabja meg. Az adagolt anyag éghető tartalmát állandóan ellenőrizni kell és meg kell állapítani a soványító anyag mennyiségét. Egyidejűleg ismernünk kell az adalékanyag „térfogategységnyi fűtőértékét”. A térfogategységnyi fűtőérték alatt értjük az 1 liter, állandó súlyra szárított adalékanyag (tüzelőanyag, salak stb.) fűtőértékét. A térfogategységnyi fűtőértékű anyaghoz kell beállítani a keverési arányt. Éghető tartalom növekedése esetén az adalékanyag mennyisége marad, azonban kemencesalak vagy tégláörlemény hozzákeverésével kell az állandó fűtőértékre beállítani. A térfogategységnyi fűtőérték megállapítása az alábbi képlet alapján történhet:

$$T = Q \cdot \gamma$$

$$T = \text{térfogategységnyi fűtőérték, kkal/l,}$$

$$Q = \text{adalékanyag fűtőértéke kkal/kg,}$$

$$\gamma = \text{adalékanyag átlagos térfogatsúlya, kg/l.}$$



Éghető adalékanyagok térfogatsúlya megközelítőleg az alábbi :

széndara .....	0,80 kg/l
szénpor .....	0,90 „
pernye.....	0,90 „
salak (őrületlen) .....	0,80 „
koksz.....	0,54 „
fűrészpör .....	0,18 „

A téglá anyagába bevihetjük ugyan az égetéshez szükséges teljes tüzelőanyag-mennyiséget, azonban a későbbiek szerint helyes, ha csak a 70—90%-át keverjük be. Ennek alapján közöljük a bekeverhető adalékanyag mennyiségét (Bubnov szerint).

2. táblázat

Az agyagba adagolt tüzelőanyag mennyisége és térfogatnyi fűtőértéke közötti összefüggés

Térfogat-egységnyi fűtőérték kkal/l	Adagolandó tüzelőanyag %	Térfogat-egységnyi fűtőérték kkal/l	Adagolandó tüzelőanyag %
800	20,0—22,0	2600	7,2—8,0
1000	16,7—18,3	2800	6,7—7,5
1200	14,5—15,8	3000	6,2—7,0
1400	12,5—13,9	3200	5,9—6,5
1600	11,1—12,3	3400	5,6—6,2
1800	10,0—11,1	3600	5,3—5,9
2000	9,1—10,1	3800	5,0—5,6
2200	8,3— 9,3	4000	4,5—5,4
2400	7,7— 8,6	4200	4,6—5,2

Százalékos keverési arány eléréséhez szükséges adalékanyag mennyisége

3. táblázat

Százalékos keverési arány	Agyag mennyisége m <sup>3</sup> -ben		
	0,75	0,50	1,00
adalékanyag menny. l-ben			
2	10	15	20
4	21	31	42
6	32	48	64
8	43	65	87
10	55	83	111
12	68	102	136
14	81	122	163
16	95	143	190
18	110	165	220
20	125	187	250
22	141	211	282
24	158	237	316
26	176	263	351
28	194	292	389
30	214	316	428

A gyakorlati tapasztalatok alapján bekeverhető éghető adalékanyag mennyisége grafikusán nyert ábrázolást a 2., 3. táblázat alapján. Az 1. ábrában az adalékanyag T-értékének függvényében leolvasható a százalékos keverés mellett, a különböző csilleürtartalomhoz adható adalékanyag mennyisége literben. A kiszámított adalékanyag-mennyiség a teljes csilleürtartalomnak megfelelő agyagmennyiségre vonatkozik. Pl. ha 2400 kalóriás szenet akarunk bekeverni, akkor a T-érték-

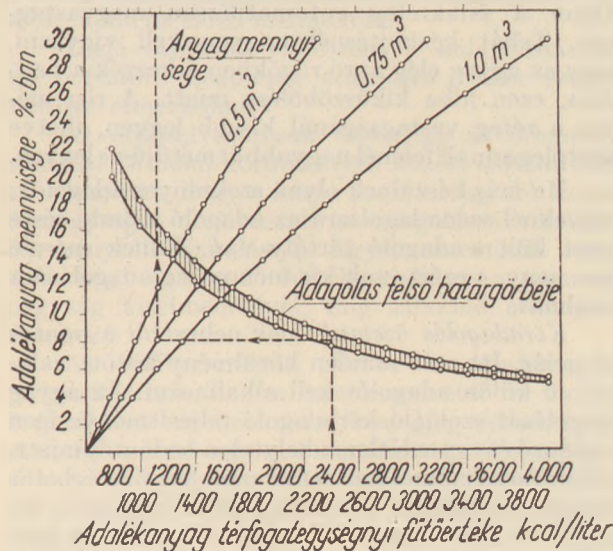
nek megfelelően 8% körül van a bekeverhető adalékanyag mennyisége. 0,75 m<sup>3</sup> agyaghoz 65 liter szenet adhatunk.

Ha bizonyos agyagmennyiséghez annyi éghetőt kell adnunk, hogy az éghető tartalom keverés után X%-nak feleljen meg, úgy az adalékanyag mennyiségét az alábbiak szerint számolhatjuk ki :

$$\frac{X}{100 - X} \cdot 1000$$

Fenti példa esetében  $8 : (100 - 8) \times 1000 = 87$  liter.

Adalékanyag mennyisége liter  
50 65 100 150 200 250 300 350 400



1. ábra.

Adalékanyag előkészítése és bekeverése

Az adalékanyag minőségétől és mennyiségétől függően más és más előkészítési eljárás a legalkalmasabb. A következőkben a különböző adalékanyag-fajták előkészítésével és a bekeverés módjával fogok részletesebben foglalkozni.

Üzemszervezési szempontból kényes kérdés az adalékanyagok előkészítése, az agyagba való bekeverése, illetve az előírt arányban való adagolása és a bedöntő szintre való juttatása.

Üzemeink kétféle adagoló-berendezéssel rendelkeznek : köradagolóval és szekrényes adagolóval.

Szekrényes adagolónál könnyen megoldható az előírt keverési arány beállítása és betartása. A szekrényes adagolókat el kell látni megfelelő szabályozó lemezekkel. Ezeket nem szívesen alkalmazzák, mert a gép meghajtásához több erő kell. Helytelen, hogy a legtöbb adagoló kiömlő végénél nincs rétegmagasság-szabályozó lemez. Ennek hiányában teljesen egyenlőtlenül jut az agyag a megmunkáló gépekbe és az adagoló nem tölti be feladatát. A megmunkáló gépek egyenlőtlen, lökésszerű igénybevétele a gyártmány minőségének rovására megy, vagy a gépek állandó üzembiztosára. A berendezés magasabb adagoló-

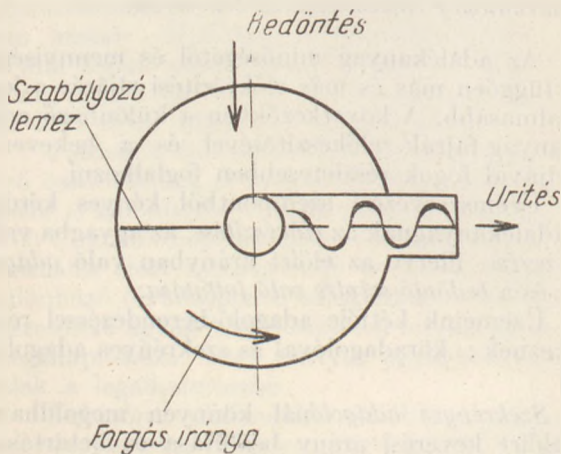


töltés esetén túlsok agyagot kap, vagy szakaszos előtolású adagolónál a lazább agyag lefolyása nem folyamatos és a természetes rézsűszögénél meredekebb helyzetből ömlik le az anyag a természetes rézsűszögnek megfelelő helyzetig.

Szekrényes adagolóink általában három szakaszra oszthatók. A lemezek magasságának állításával beállítható a szükséges keverési arány. Mályiban, mikor aránylag egyenletes összetételű volt az agyag, a legalsó rétegbe szénport, a középsőbe salakot és legelölről agyagot adagoltunk. Ha az adalékanyag-őrleményt alul tesszük, az az adagoló pikkelyeinek résein könnyen áthull. Alsó agyagadagolásnál a résnél nagyobb rögök megakadnak a lemez mögött és előfordulhat, hogy emiatt vékonyabb rétegben fog az agyag átmenni. Ekkor a salakréteg automatikusan megvastagszik. Tehát kézfajtésnél nagyon kell vigyázni, hogy az agyag elég apró rögökben érkezzék a padlásra, ezen hiba kiküszöbölése miatt. A rög mérete a réteg vastagságánál kisebb legyen, illetve lehetőleg annak felénél nagyobb átmérőjű ne legyen.

Ma már készülnek olyan szekrényes adagolók, melyeknél szénadagolásra az adagoló kiömlő része felett külön adagoló tartály van. Ennek mérete nem nagy, s ezért csak kis mennyiség adagolására alkalmas.

Köradagolás üzemenél már nehezebb a pontos adagolás. Itt már minden körülmény között valamilyen külön adagolót kell alkalmazni. Az agyag adagolását szolgáló köradagoló teljesítménye igen ingadozó és egyenlőtlen a helytelen bedöntés miatt. Külön figyelemmel kell lenni arra, hogy az éghetőt adagoló berendezés a köradagolóval egyszerre induljon és álljon meg. Ezen második adagolót közvetlen a köradagoló után kell bekapcsolni. Általában köradagolóink üzemeltetésénél súlyos hiba,

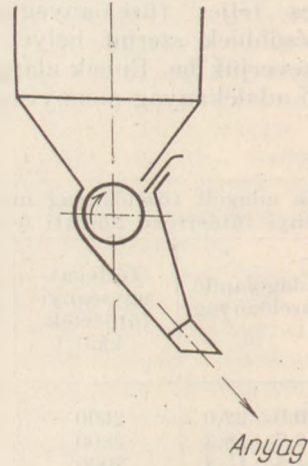


2. ábra.

hogy a bedöntés helye a csiga előtt van. Helyes elrendezésnél a bedöntés mindig az ürítő csiga mögött történik és a csiga a bedöntés oldala felől borítva van védőburkolattal. Ilyen üzemeltetés mellett bedöntésnél nem fog agyag folyni a csigára. Javasolom a csiga másik oldalára rétegmagasság-szabályozó elhelyezését, mely teljesen kiküszöbölné az egyenlőtlen ürítést. Sokan ajánlják a Ruetz-berendezést éghető anyag adagolására.

Véleményem szerint ennek teljesítménye túl alacsony és csak pár százalék éghető adagolására használható.

Csak állítható teljesítményű adagoló nyerhet alkalmazást. Az adagolás mennyiségének változtatásához, vagy a tartály tölcserének nyílását kell tudni szabályozni, vagy az adagoló berendezés fordulatszámát változtatni. Arra is számítani kell, hogy a nedves por könnyen beragadhat.



3. ábra.

Az alábbi három berendezés látszik alkalmasnak nagyobb mennyiségű őrölt soványító anyag adagolására :

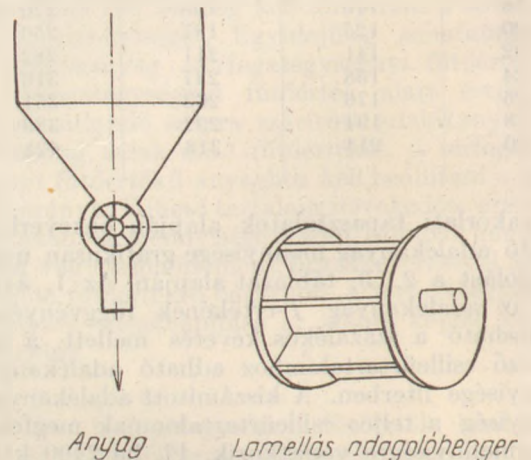
1. a köradagolóhoz hasonló tányéros adagoló, melyben egy-két, csigavonalban elhelyezett terelőlemez van. Teljesítménye az ürítőnyílás állításával, a csigavonal-alakú terelőlemez fordulataival szabályozható. A terelőlemezek magassága is befolyással van a teljesítményre.

2. Adagolóhenger ; a) sima táphengerrel (3. ábra), b) lamellás etetőhengerrel (4. ábra).

3. Adagolószalag ; a) tartályon elhelyezett állítható nyílásszabályzóval (5. ábra), b) réteg-szabályzó nélkül (6. ábra).

Ezen berendezéseknél a teljesítmény a lemez állításával, vagy a fordulatszám változtatásával szabályozható.

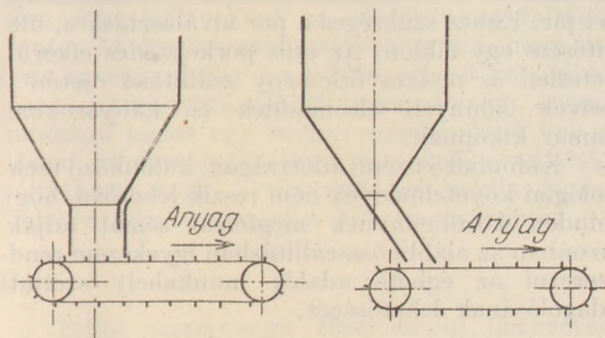
Mint már mondtam, szekrényes adagolónál a keverési arányt a szabályozó lemezek magas-



4. ábra.



ságának aránya adja meg; minden egyéb adagoló-nál azonban a teljesítményt vagy ki kell számítani az anyag haladási sebességéből, vagy ki kell kísérletezni. A teljesítmény előre megállapítható 1. és 2/a esetben méréssel, 2/b, 3/a, 3/b esetben számítással.



5. ábra.

6. ábra

Az adagolás történhet *lapátolással* is. Ekkor leghelyesebb az egy csillébe adagolandó lapátszámot előírni. Megállapítható, hogy egy lapátra mennyi szén fér és ebből kiszámítható, hogy egy csille földhöz, a kívánt százalékos keverési arány mellett, mennyi szenet kell adni. Ilyen üzemi berendezésnél munkabér szempontjából már nem gazdaságos kevés éghetőt tartalmazó adalékanyag felhasználása. Lapátolás helyett alkalmasabb olyan ürtartalmú veder használata, mellyel a szükséges mennyiség bemérhető a csillébe. 0,75 m<sup>3</sup>-es csilléhez, 4% szénbekeverés esetén, 31 l szenet kell adnunk, ami kb. 4 vedernek felel meg. Ebben az esetben a bányába menő üres csillébe 2 veder szenet kell önteni és a padlásra jövő, agyaggal teli csillére a másik 2 veder szenet. Ez a köradagolóban elég egyenletes keverés előfeltételeit biztosítja, ha a köradagoló helyes üzeméről gondoskodunk.

Most probléma még az adalékanyag megfelelő szem nagyságának biztosítása és az adagolási szintre való juttatása. A szállóhamu, pernye és kimondottan szénpor kivételével, minden adalékanyag előzetes őrlésre szorul. Az őrlés az, ami komoly többletköltséget jelenthet. A szemcsefinomság nagy befolyással van az áru minőségére és ezért válik szükségessé az aprítás bevezetése még többletköltségek mellett is. Általános tapasztalat, hogy lehetőleg finom őrleményre van szükség. Több irodalmi adat 3–5 mm szem nagyságot is megenged, azonban az Építőanyagipari Kutató Intézet Mályi agyaggal végzett kísérlete mutatja, hogy a salakszemcse növekedése csökkenti a nyomószilárdságot. A tégláőrlemény ugyanúgy nincs szilárdságcsökkentő hatással, mint a tűzállótégla-gyártásnál a samottszemcse, mely magas hőfokon égetett agyag; a salak azonban laza szerkezetű és bármelyik éghető adalékanyag kiegészítő üreges vázát hagy maga után. A szilárdságcsökkenést csak tökéletes égetéssel tudjuk némiképpen ellensúlyozni.

Az őrléshez leghasználatosabbak a különböző verőmalmok, melyek aránylag kis méretűek és

olcsók. Alkalmasak a kalapácmalmok, melyek közül a verőkengyeles kivitel megfelelőbb a verőkalapácsosnál. Használható a desintegrátor és a dismembrátor (verőlapátos malom). Ezen utóbbi meghajtási szempontból egyszerűbb, mint a desintegrátor. A szénportüzelésű kazánházak szénőrle-berendezései — a Loesche-malom és Fuller-malom — téglaiipari szempontból nem jöhetnek számításba, a magas költségek miatt.

A verőmalmok hátránya, hogy nedves anyag őrlésénél befulladás; 10% nedvességtartalmú anyag esetén már gyakori az üzemzavar, ezért ilyen esetben legmegfelelőbb a téglaiiparban használatos finom hengerpár, melynek üzemeltetése esetén utólagos szitálásra nincs szükség, azonban a feladható anyag szemcsemérete lényegesen kisebb, mint az előző malmoknál.

Tégla őrlésénél előtörésre a kalapácmalom elé pofástörő beállítása szükséges. Salak esetén előtörés elmaradhat.

Az őrléssel szorosan összefügg az őrlemény *szitálása*. Minden körülmények között szitálni kell az őrleményt, hogy a káros hatású nagyobb szemcse nagyságot elválasszuk az adagolásra alkalmas őrleménytől. Szitálásnál figyelemmel kell lenni arra, hogy a szén fűtőértéke csökken a szemcse nagyság kisebbedésével, míg salaknál a helyzet ellenkező.

Az őrlőberendezés, illetve az adalékanyag előkészítésének helyes munkamenetét a 7., 8., 9. ábrákban vázolom, azzal a megjegyzéssel, hogy szükség szerint egyes berendezések elmaradhatnak. Az első gép úgy helyezendő el, hogy lehetőleg ne kelljen külön dolgozó az etetéshez. Csilléből lemezre, vagy acélszállítószalagra döntve, az anyag megfelelő adagolással juthat az őrlőgépbe. Rétegmagasság könnyen szabályozható. Ebben az esetben az üzemrész ellenőrzéséhez egy fő elegendő az anyagot szállító dolgozón kívül.

Az első berendezés (7. ábra) csak abban az esetben alkalmazható, ha az anyag végigmegy az egész előkészítési folyamaton. Már említettem, hogy a salak és a szén éghető tartalma függ a feladott szemcse nagyságtól. Mivel a malom a rosta után van elhelyezve, könnyen megtörténhetik, hogy az egyik frakciót kiválasztjuk és így a másik rész csak később kerül őrlésre, ennek következtében változó fűtőértékű adalékanyagot kapunk.

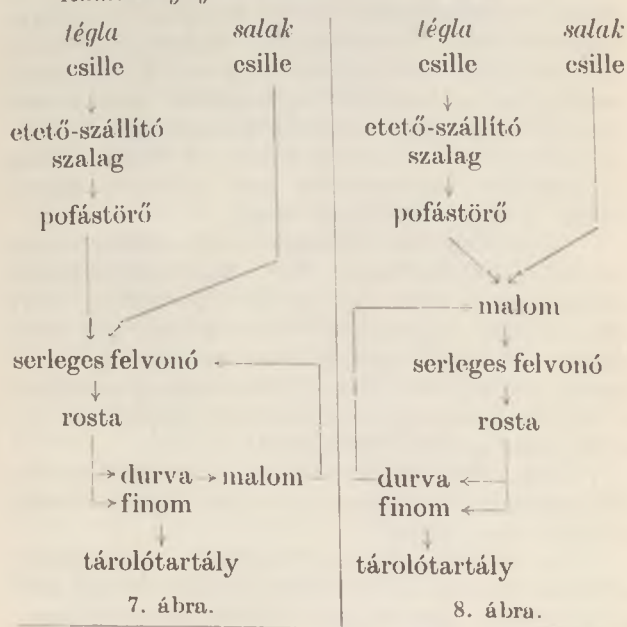
A malmokat a serleges felvonóval összekötő *csúszdák* kiképzésére nagy gondot kell fordítani és különösen azok lejtésénél figyelembeveendő az őrlemény természetes rézsűszöge. A csúszdák legalább 60 fokos lejtéssel készüljenek, mert ennek figyelmen kívül hagyása esetén az anyag fennakad. Lehetőség szerint fényes lemezből kell azokat készíteni.

Az őrleményt *tároló tartály* fenekének szintén megfelelő lejtéssel kell készülnie. Búvónyílásról gondoskodni kell, mert a nedves őrlemény könnyen összeáll és télen összefagyhat.

Az őrleménynek a *bedöntőszintre való juttatására* legalkalmasabb

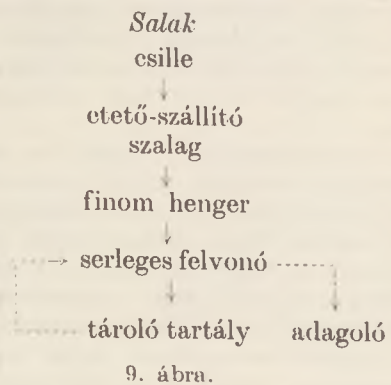
1. a csille, ez a mód azonban csak kevés üzemben valósítható meg, mert a legtöbb téglagyárban a bánya nehezen közelíthető meg. Tiszaföldváron

Adalékanyag előkészítésének munkamenete



7. ábra.

8. ábra.



9. ábra.

Az előbb elmondottakat összevetve az alábbi táblázatban tüntetjük fel a különböző adalékanyagok előkészítéséhez szükséges munkafázisokat :

Adalékanyag előkészítéséhez szükséges munkafázisok :

A d a l é k a n y a g			
tégla	széndara-por, salak, koks	pernye	kender rizshéj
Előtörés ..	—	—	—
Örlés ....	örlés	—	örlés
Szitálás ..	Szitálás*	+ szitálás	—
	* Finom hengerrel való örlés esetén elmarad	+ Vas ellen kell csak	

például az állomásról közvetlen a bányapartra hordható a mozdonypernye és itt a kézibányászok csillébe tudják rakni.

2. Másik lehetőség serleges felvonó alkalmazása. Ha nem salak a soványító anyag, igen kis teljesítményű, könnyű felvonó kielégítheti a szük-

ségletet. Sok esetben az őrlőberendezés a prësház fala mellé helyezhető. Ekkor a tartály ürítőnyílásából az őrlemény a felvonóra visszafolyva feljut a padlason levő etetőbe, vagy már a rostáról közvetlen folyhat az adagolóberendezésbe.

3. Számításba jöhet a pneumatikus szállítás, azonban ez a berendezés igen sok kellemetlenséggel jár. Ehhez szükséges a por kiválasztására, ülepítésére egy ciklon. Az erős porképződés elkerülhetetlen és nedves őrlemény szállítása esetén a csövek könnyen eltömődnek és kanyarokban hamar kikopnak.

Különböző üzemi adottságok, különböző technológiai követelmények nem teszik lehetővé, hogy minden körülménynek megfelelő sémát adjak. Azonban az alábbi összeállításban igyekszem rendszerezni az éghető adalék munkahely szerinti adagolásának lehetőségét.

Éghető adalék munkahely szerinti adagolása :

- I. Bányában, csillébe adva
  1. minden csillébe kézi adagolással,
  2. külön csillébe kézi adagolással.
- II. Adalékanyag-szállító csille bányába leeresztve és bedöntő szintre húzatva
  1. csille lapátolással rakva,
  2. előkészített anyag tárolótartályból csillébe bemérve.
- III. Bányából jövő csillébe adva
  1. bányába menő üres és jövő tele csillébe kézi adagolással,
  2. bányába menő üres és jövő tele csillébe tárolótartályból bemérve.
- IV. Közvetlen bedöntőszintre juttatás
  1. földszinten bedöntéssel :
    - a) csillével tárolótartályból, lapátolással ;
    - b) szállítószalaggal tárolótartályból, lapátolással ;
    - c) tárolótartályból közvetlen ;
  2. emeleten bedöntéssel
    - a) csillével (azonos 3/a és 3/b-vel) ;
    - b) serleges-felvonóval tárolótartályból, lapátolással, csilléből.

Teljes üzembiztonság miatt kisebb fedett tároló feltétlen előnyös, hogy az őrlőműre mindig száraz anyagot adhassunk és így az időjárás nem befolyásolhatja az őrlés menetét. Külön gond fordítandó még a fűtőházi salak és mozdonypernye használása esetén *vasdarabok kiválasztására*. Ilyenkor lehetőleg gondos etetés szükséges.

Szárítás

Igen gyakori eset, hogy szervezetlenség miatt másodrendű kérdésnek tartják egyes gyárvezetők az állandó szénpor-adagolást. Így gyakran előfordul, hogy bár az üzem reggeli indulásánál minden szabályszerűen megy, későbbi munkaerő-átcsoportosítás, vagy egyéb ok miatt, elmarad a szénadagolás. Erről sok esetben még a nyers-



gyártási művezető sem vesz tudomást és így a szárítóba az éghető adalékanyagú téglá, szénmentes téglával vegyesen kerül. Ennek következménye aztán az égetésnél fog jelentkezni helyi leégésben, vagy gyengén égetett téglá kihordásában. A legyártott nyersárut adagolt éghető anyag szerint kell a szárítóba elhelyezni és a szárító részen meg kell jelölni az adalékanyag fajtáját. Fontos az égetés szempontjából tudni, hogy milyen keverési arány és milyen éghető volt alkalmaszva nyersgyártásnál. Mint mondtam, azonos minőségű téglát egy helyen szárítsunk és behordásnál az égetőt figyelmeztetni kell a minőségváltozásra, hogy a tűzvezetéssel módja legyen idejében alkalmazkodni a behordott áruhoz.

### Égetés

Teljes mennyiségű tüzelőanyag bekeverése nem tanácsos, mert könnyen vezethet túlégetéshez, amit az üzemi gyakorlat igen sok esetben bebizonyított. Az égetési folyamatot, bekevert tüzelőanyag esetében, igen sok, eddig még részben tisztázatlan körülmény befolyásolja.

A tűz nem tud egyenletesen haladni a kamra keresztmetszetében, mert a kemence falazata sok hőt von el és a fal mellett, sok esetben az égést tápláló levegő jobban halad, mint a középben, a fal mellett levő téglák lehűlnék és ezáltal sokkal később gyullad meg bennük az adalékanyag, mint a kemence közepén levőkben. Megfigyelhető, a tűz előresietésénél, a fal mellett 5–6 soros lemaradás, ugyanekkor a középső sorokban a hőmérsékletemelkedés túlgyorsan megy végbe. A tüzelőanyag kalóriatartalmának és térfogatsúlyának egyenetlen volta miatt túlsok vagy túlkeves éghető juthat az agyagba. Ez különösen veszélyes, ha a teljes mennyiségű tüzelőanyagot keverjük be. 70–80%-os éghető bekeverése esetén felső szárással a tűz menete könnyen kiegyenlíthető. Tanácsos ezenkívül olyan *égetési védőszakaszt* beiktatni, melyben további hőmérsékletemelkedés, a téglá kritikus kiegészi hőmérséklete előtt, bizonyos ideig megszűnik, hogy ezáltal a téglában keletkező gázok a felület tömörre égése előtt eltávozhasanak, illetve a szén kiegészéséhez elég levegőt kapjon a pórusok elzáródása előtt. Az égetésnél jelentkező kellemetlenségeket erősen befolyásolja a levegő mennyisége. Elméleti légmennyiség-gel történő égetésnél tüzelőanyag-megtakarítás van, azonban könnyen léphet fel helyi túlelégedés. A levegőtöbblet erős hűtő- és hőmérséklet-kiegyenlítő hatással van. A légfelcsapás növekedésével növekszik az égéslevegő felmelegítéséhez szükséges melegmennyiség. Azonban tüzeléstechnikai szempontok mellett mindig figyelemmel kell lenni, hogy a kiegészített áru jóminőségű legyen. A téglá 300 °C hőmérséklet elérése után hamar melegszik, megkezdődik a tüzelőanyag részben láng nélküli égése, részben magasabb gyúláshőmérsékletű lepárlási termékek eltávozása. A téglába sajtolt tüzelőanyag égésének mértékében emelkedik a kemence hőmérséklete, teljes kiegészésének pillanatában azonban a hőmérséklet csökkenhet. Ezért az égetési folyamat végén tüzelőanyagot kell

szórni, még mielőtt a téglá hűlése bekövetkezne. A beszórást kívánó hőmérséklet függ az agyagba adagolt tüzelőanyag mennyiségétől és fajtájától, a kemence állapotától, a rakási módtól stb. Az égetési hőmérséklet lehető egyenletessége a keresztmetszetben a levegő mennyiségének elosztásával szabályozható. Középen ritkább rakás esetén a szélre aránylag több tüzelőanyag jut és a középbe több levegő, így a kiegyenlítés a helyesen alkalmazott szórótüzeléssel könnyen elérhető.

Az égetés közben végbemenő folyamatok lényegesen bonyolultabbak, semhogy a tényleges alakulás egyszerűsítésekkel követhető legyen. A szénből távozó gázok egy részének gyúlás-hőmérséklete 500–700° körül van. Elégésükre befolyással van a levegő-gázkeverékben levő gázmennyiség ( $\text{CH}_4$  650–750° között gyullad, 6–15%-os hígítási közben). Alacsonyabb gázmennyiség nem elégséges a gyúladáshoz, magasabb gázkeverék esetén pedig a levegő kevés az égéshez.

Az agyagban égés közben visszamaradó szén kiegészésének végbemenetele még ismeretlen. A karbon gyúláshőmérséklete 750–800° körül van. Ennek elégséges oxigénre van szükség. A gyakorlat azt mutatja, hogy az oxigén bejutása nem megy végbe a diffúziós elmélettel kiszámított sebességgel. Sok esetben még szépen kiegészített téglában is találhatók elkocszosodott szén szemcsék (2., 3. felvétel). Az égetés folyamán a szárítás és kiegészítés szakaszában vízgőz és szél-gázok távoznak a téglából, majd az agyagásványok kémiaiilag kötött víze és a  $\text{CaCO}_3$  homlásából eredő  $\text{CO}_2$ . Míg ezen gőzök és gázok el nem távoznak, addig a téglá belsejében túlynomás van a környezethez viszonyítva. A víz a hidroxidokból és agyagásványokból 220–700° között távozik, a  $\text{CO}_2$  az éghetőkből és karbonátokból 700–1000° között. Megnehezíti az oxigénnek a szénhez való jutását, hogy a szén szemcséket formázáskor az agyag kolloidális finomságú szemcséi hártvaszerűen bevonják és így elzárják a levegő bejutását. Az áru tökéletes széntelenedését el kell érni. Ez gyors tűzvezetés esetén nem sikerül, mivel nincs ideje a belső részeknek a széntelenedésre, ezért kell alkalmazni a szórótüzelést is, hogy ezzel meghosszabbítsuk a tűz zónát, és tömörre égés előtt meg kell állítani a hőmérséklet-emelkedést.

Az áru széntelenítési folyamatánál a gyártásra felhasznált agyagtól függően két eset fordulhat fenn. Másképp viselkedik a nagy mésztartalmú és másképp a vasoxid-tartalmú agyag.

Az erősen  $\text{CaCO}_3$  tartalmú agyag porozitás-növelő anyag nélkül is nagy vízfelvevő képességet ad égetés után. Ilyen agyagban a széntelenedés viszonylag könnyen mehet végbe. Azonban gyors tűzhaladás esetén a külső, porózus felület rossz hővezetőképességű lévén, nem tudja az égés folyamán a téglá belsejében felszabaduló hőt szükséges mértékben elvezetni. Ez a körülmény helyi túlelégedéshez, a téglá belsejének tömörre égéséhez vezethet. Fehérre égő, nagy mésztartalmú agyagnál előfordulhat, hogy tökéletesen széntelenedik, belsejében azonban zsugorodik és az ebből keletkező nagy feszültségek miatt szétrepedezhet. Kiseb, finomra őrölt (1,0–1,5 mm) mészkő éghető



anyag bekeveréssel agyonégethető. Minthogy a kalciumkarbonát bomlása hőelvonó folyamat, az égetésnél erre külön figyelemmel kell lenni, nehogy a téglá idő előtt lehűljön, mert a hőelvonás nagyobb lehet, mint a téglában még maradt szén kiégésekor keletkező hő.

Nagy vasoxid-tartalmú agyagoknál gyakori, hogy a külső felület hamar kiég és tömörre égve, a pórusok elzáródnak. A pórusok idő előtti bezáródása révén, vagy túlfinom pórusok esetén az áru belsejében redukációs folyamat lép fel. Oxigén hiányában  $\text{CO}_2$  helyett  $\text{CO}$  keletkezik. Ez a  $\text{CO}$  pedig az erősen vastartalmú agyag vasoxid-tartalmát



szerint redukálja. Vagyis feketeszínű vasoxidul képződik szén-sav keletkezése mellett. Redukciónál 1 mol vasoxidból 2 mol vasoxidul keletkezik, melynek folyósító hatása nagyobb, mint az 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -nak, tehát redukciónál könnyen bekövetkezik, hogy cserepünk igen gyorsan tömörre ég,



1. felvétel.

Bekevert adalékanyag: 15% fűtőházi salak, 5% mozdonypernye.

Jól látható a feketés közepes rész, melyben oxidáció nem tudott végbemenni. A fekete részek az elégetlen széndarabkák.

illetve a belseje fekete lesz és benne elégetlen, el-kokszosodott szénzemcsék, felfúvódott fészkek mellett található. Ha a felület tömören elzáródott, akkor a keletkezett  $\text{CO}_2$  gázok nem tudnak eltávozni és a téglá felfúvódik, mert a belső rész olvadáspontja alacsonyabb lett, mint a kiégetett külső felületé, a keletkezett  $\text{FeO}$  miatt (1. sz. felvétel).

A széntelenedés folyamata kívülről befelé, lassan megy végbe. A végleges széntelenedés befejezéséig az áru felületének porózusnak kell maradnia, hogy az égetéshez szükséges levegő be tudjon jutni, s a keletkező gázok a téglából eltávozhatnak.

Érdekes, hogy azon téglák, melyeken a nedves téglá berakása miatt égetéskor fehér lepedék képződött, többnyire nem széntelenednek (4., 5. sz. felvétel). Ennek csak az lehet az oka, hogy a felületi pórusokat a lepedék elzárta. Ugyanígy vizes áru kemencébe rakásánál deformáció követ-

keztében a téglá a falban egymáshoz tapad és a felfekvési részeken még az áru felülete sem kap elég levegőt tökéletes oxidációhoz.

Meg kell állapítani, mint azt már mondtam, hogy az éghető adalékanyaggal gyártott téglánál égetési szempontból még sok ismeretlen folyamat lefolyását kell kivizsgálni. Annyi már most biztos, s az előbbiekből következik, hogy a sovány nyersanyagok könnyebben széntelenednek, mint a kö-



2. felvétel.

Szénzemcse a téglá törésfelületén, ráeső fényben, 10-szeres nagyításban. Jobb alsó sarokban látható háromszögű folt már oxidált rész.

vérek; a korán tömörre égők nehezebben, mint a magasabb hőfokon égethetők. Mész-tartalmú agyag kedvezőbben viselkedik, mint a vastartalmú agyag. Ezzel kapcsolatban felvetődhet az a gondolat, hogy az erősen vasoxid-tartalmú, igen érzékeny agyaghoz éghető adalékanyag mellett adagolható-e mészkőőrlemény. Az Építőanyag-ipari Kutató Intézet megállapította a Mályi agyagnál, hogy ezen adalékanyag az áru szárítás alatti viselkedését igen kedvezően befolyásolja. Ugyanígy láttuk, hogy erős mészkő-tartalmú agyagok az eltávozó szén-sav révén porózusakká válnak.  $\text{CaCO}_3$  hozzáadással esetleg megkönnyíthető a levegőnek a téglába jutása. Természetesen mérlegelendő, hogy a többletköltség arányban van-e a minőségjavulással.

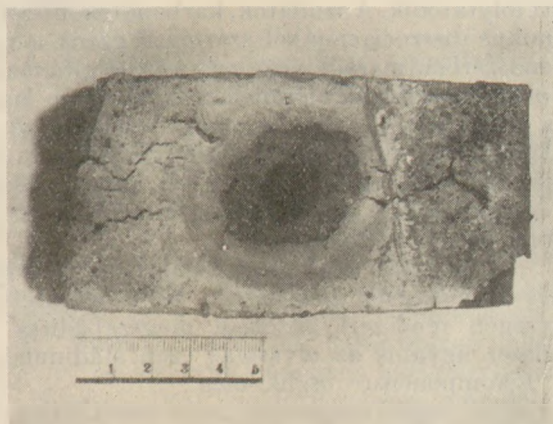


3. felvétel.

A képen jól látszik egy elkokszosodott szénzemcse, mely a redukációs és oxidációs vonal határán fekszik (képen átlósan van a határ). A szén mindig a redukált, fekete részben, a kokszos az oxidált részben volt található. (10-szeres nagyítás ráeső fényben).



Ha az árunak tökéletes széntelenítése nincs elérve, kedvezőtlen tulajdonságú és nem tetszetős téglát kapunk. Térfogatsúlya és hővezetőképessége



4. felvétel.

Vizes áru kemencéberakásánál deformáció következtében a téglát a falban egymáshoz tapad és a felülete nem tudott oxidálni.



5. felvétel.

Nedves téglát berakása alkalmával égetéskor a téglát a felületén képződött fehér lepedék (rácsós fényben 10-szeres nagyítás).

sége nem csökken annyira, mint amennyire annak az adalékanyag mellett be kellett volna következnie. Az adalékanyag tüzeléstechnikai szempontból csak részben lett felhasználva és könnyen léphet fel olyan nagy égetési költség, mely magasabb a szokványos égetés költségénél. A nem széntelenedett cserép egymástól elütő külső és belső színével a felhasználó előtt selejtesnek tűnik; tökéletlen kiégés miatt még oldható sókat is tartalmazhat a téglát.

Szólni kell még a *fajlagos kalóriamegtakarítás*-ról is. Valóban jelentkezik komoly kalóriamegtakarítás, de ennek a pontos matematikai levezetés mellett, kézenfekvő okai vannak:

1. Feltétlenül fognak 600°-ig eltávozó desztillációs termékek, svél-gázok füstgázzal elégetlenül távozni a kéménybe, mert a téglából kilépő gázok, a kemence hidegebb része felé áramolva, lehűlnek

és egy részük gyúláshőmérséklete magasabb a környező hőmérsékletnél. Ezenkívül a füstgáz desztillációs termékekkel egy igen híg és valószínűleg nem gyúlóképes gázkeveréket fog alkotni.

2. Az előző veszteséggel szemben megtakarítás, hogy szóró tüzelésnél a korai és sokszor túl nagy adagban történő rátüzelésnél sok szén elégetlenül marad a kemence fenekén.

3. Éghető anyag bekeverése esetén — kokszt kivételével — a rátüzelés már izzó téglára történhet, tehát a beszórt szén meggyulladásának előfeltétele biztosított van.

4. Szóró tüzelésnél a szén elégséges alkalmával keletkező hő felmelegíti a levegőt, majd a levegő hőátadás révén adja át melegtartalmát a téglának, a téglát belseje felé hővezetés lép fel. Bekevert tüzelőanyagnál a téglában magában megy végbe az égés és a hőátadás okozta veszteség nem jelentkezik.

5. A leglényegesebb előny szerintem, hogy az izzó téglák sugárzás útján melegítik egymást és ekkor 600° alatt az infravörös sugárzással van dolgunk, amiről tudjuk, hogy igen kis veszteséggel jár. Sugárzásnál a hő közbelső közeg felmelegítése nélkül megy át egyik testből a másikba. A hő-sugarak ugyanazon törvényszerűség szerint terjednek, mint a fény-sugarak. Külföldi kísérleteknél megállapítást nyert, hogy előfordulhat az az eset, hogy az égetés 650° alatti szakaszában olyan gyorsan megy végbe a téglában a hőfejlődés, hogy az áru hőfoka a kemence hőmérsékletét 150—180°-kal meghaladja. (L'Industrie Ceramique, 1952. aug.—szept.).

### Összefoglalás

Éghető adalékanyag bekeverésével az áru minősége tökéletesebb kiégetés révén javítható, azonban mindenkor, minden agyagfajtánál komoly megfontolás tárgyát kell képezze az adalékanyag fajtája, annak bekeverésre alkalmassága, tételeinek módja és többletköltség nélküli felhasználása. Kalóriamegtakarítás mellett népgazdasági szinten a téglaiipar komoly tüzelőanyagmegtakarítást érhet el abban az esetben, ha olyan éghető anyagot kever a téglába, mely mint melléktermék vagy hulladékanyag jelentkezik az iparban.

Fentiekben igyekeztem ismertetni az alkalmazható éghető adalékanyagokat, azoknak bekeverési lehetőségeit és az égetésnél felmerülő problémákat. Az égetésnél még fennálló nehézségek csak úgy küszöbölhetők ki, ha a kutatók és azok az üzemek, melyek már alkalmazzák a tüzelőanyag bekeverést, a tudományos kutatási eredményeket, a gyakorlati tapasztalatokkal egybevetve, az ipar rendelkezésére bocsátják; mert éghető adalékanyagoknak a felhasználása a téglagyártásnak egyik olyan érdekes és korszerű problémája, melyet érdemes tovább tanulmányozni. Az égetett agyagból készített falazóanyag jövője csak akkor van biztosított, ha olyan fizikai tulajdonságokkal rendelkező falazóanyagot tudunk előállítani, mely minőségben és árban versenyképes marad egyéb falazó anyaggal.



## Vizsgálatok az üvegek tisztulására vonatkozólag\*

KORÁNYI GYÖGY

Szilikátüvegek tisztulása alkalmával a gázbuborékok átmérőinek vizsgálata az idő függvényében felvilágosítást ad a tisztulás lefolyására vonatkozólag. A tisztulás kezdetén a gázbuborékok átmérőmegoszlása statisztikailag rendezetlen. Később határozott megoszlásgörbe mutatkozik, mely felbontható egy Poisson féle és egy Gauss féle megoszlásra. A tisztulás befejező időszakában a gázbuborékok átmérőinek megoszlása tisztán Gauss típusú. A tisztulás előrehaladásának mértéke jellemezhető a megoszlásgörbék fő paramétereivel.

Befagyasztott olvadéktörödékekben mért megoszlásgörbék vizsgálata arra enged következtetni, hogy tisztulás alkalmával a gázbuborékok egy része ún. egyensúlyi állapotban van, tehát átmérője nem változik, illetőleg az egyes buborékok átmérője az „egyensúlyi” átmérő elérésére törekszik.

A vázolt módszerrel megállapítható volt, hogy tisztán arzénoxid adagolása a tisztulás elősegítése, sebességének növelése céljából nem ad kielégítő eredményeket, arzénoxid és kálsalétrom együttes alkalmazása ellenben lényegesen meggyorsítja az egyensúlyi átmérők kialakulásának sebességét.

### Bevezetés

Szilikátüvegek olvasztásánál a következő részletfolyamatokat szokás megkülönböztetni:

- a) szilikátképződés
- b) üvegesedés
- c) tisztulás
- d) homogenizálódás.

Ezen részletfolyamatok egymástól éles határokkal nem különülnek el, különösen a technológiai folyamatoknál erősen fedik egymást térben és időben egyaránt. Az üvegolvasztás folyamatának vizsgálatánál azonban célszerűnek mutatkozik a részletfolyamatok egymástól függetlenül történő felderítése, bár ilyen eljárásnál gyakorlati értékelés szempontjából az egyes részletfolyamatok egymásra való hatása nem hanyagolható el. Az üveggyártás bizonyos ágazataiban, különösen az optikai és hradástechnikai üvegek gyártásában a késztermékekben lévő inhomogenitások minőségileg jelentős mértékben befolyásolják a felhasználási tulajdonságokat. Az inhomogenitások jelentős részét az üveganyagban lévő gázzárványok képezik ezek okai pedig túlnyomórésben a tisztulási folyamatoknál bekövetkező hibák. A tisztulás részletes vizsgálata tehát azért fontos kérdés, hogy az üvegtermékek minőségének javítására a megfelelő intézkedéseket foganatosítani lehessen. Az üvegolvasztás szilikátképződési részletfolyamatában olyan reakciók mennek végbe, melyek végtermékei között gáz halmazállapotú anyagok is előfordulnak. Az egyes nyersanyagok dehidratációja, termikus disszociációja már viszonylag alacsony hőmérsékleten szilárdfázisú reakcióknál is gázok felszabadulását eredményezi. Ezek a gázok azonban a szemecék közötti járatokon a rendszert könnyen elhagyják. A gázképződés azonban az üvegesedés, azaz olvadékképződési részletfolyamat

alatt folytatódik. A szulfátok, karbonátok, nitrátok termikus disszociációjából származó gázok a még a rendszerben maradt vízgőz és levegő eltávolítása az olvadékképződés előrehaladásával egyre lassul és a gázok jelentős része a magas viszkozitású olvadékban az üvegesedés részletfolyamatának befejeztével bennreked. Ugyancsak megmaradnak az olvadékokban az olvadékot képező egyes illekkony oxidok gáztermékei.

A tisztulási folyamat célja az, hogy az üvegesedés befejeztével keletkezett, több tekintetben heterogén rendszert gázoktól megszabadítsa. A rendszer ugyanis az olvasztás ezen stádiumában két főkomponensre oszlik meg:

a) Olvadékkomponens, mely önmagában heterogén, az olvadékot alkotó oxidok, szilikátok eloszlása még nem fejeződött be és jelentős lokális koncentráció különbségek fordulnak elő. Ezen felül az olvadékkomponens tartalmaz oldott vagy más módon kötött gázokat. A gázok részben a szilikátképződési folyamat gáztermékeiből, részben pedig a kemenceatmoszférából származnak.

b) Gázkomponens, mely az olvadékban gázbuborék alakjában helyezkedik el. A szilikátképződési folyamat azon gáztermékeit tartalmazza, melyek az olvadékképződés befejeztéig a rendszert nem tudták elhagyni.

A tisztulási folyamat stagnáló olvadékkomponens esetén abból áll, hogy a gázbuborékok felhajtó erő hatására elhagyják az olvadékot. A tisztulási folyamatot a rendszer számos paramétere befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak:

- az olvadék hőmérséklete,
- az olvadék vegyi összetétele,
- az olvadék viszkozitása,
- a gázok vegyi összetétele,
- a gázok parciális nyomása,
- a keletkezett gázbuborékok átmérője
- a kemenceatmoszféra gázainak parciális nyomása,
- a gázbuborékok távolsága az olvadékfelszíntől,
- az olvadék felületi feszültsége stb.

A tisztulási folyamat sebességét különféle módszerekkel lehet növelni, illetőleg az olvadék tisztulását különféle technológiai eljárásokkal lehet mennyiségivé tenni. Ezek közé a módszerek közé tartozik a tisztulás időtartamának meghosszabbítása, a hőmérséklet növelése, az olvadék belsejében történő intenzív gázfejlesztés kívülről a megolvasztott anyagba mártott nedves segédeszközökkel vagy a keverékbe adagolt, olvasztás alkalmával könnyen elgázosodó adalékok segítségével. Ugyancsak befolyásolható a tisztulás magas nyomás és vákuum alkalmazásával, elektromos kisülésekkel, komprimált gázok bevezetésével és ultraszónikus eljárásokkal. (1—10).

Tisztulás alkalmával az olvadékból csak a buborékok alakjában jelenlévő gázok távoznak el, az oldott vagy más módon az olvadékban lévő

\* Építőanyagipari Központi Kutató Intézet közleménye. (Kandidátusi disszertáció.)



gázok egy része az olvadéokban marad. Utólagos hevítés vagy a kemenceatmoszféra redoxegyensúlyának megváltozása emiatt a már tisztult olvadékból újabb gázbuborékok kiválását eredményezheti.

### I. A tisztulással foglalkozó vizsgálatok és a tisztulás elmélete

Az üvegben lévő gázbuborékok keletkezésével első ízben Bosc d'Antic foglalkozott 1780-ban, aki felfedezte, hogy a gázbuborékok nem levegőt, hanem az üveg „szennyeződéséből” származó gázokat tartalmaznak. (11) A kémiai tudományok fejlődésével kiderült, hogy mely gázok szerepelnek az üvegben lévő buborékokban és H. E. Benrath 1875-ben határozottan állítja, hogy „... az olvasztott üvegben lévő gázok azokból a bázisok által feloldott szénsav maradékokból származnak, melyek a növekvő hőmérséklet, illetőleg a karbonátok teljes megbomlása révén felszabadulnak és az üveget hólyagossá (gishig) ezáltal használhatatlanná teszik.” (12)

A vizsgálatok sokáig kizárólag annak tisztázására irányultak, hogy a kész üvegben lévő gázok, melyek bizonyos körülmények között, pl. vákuum vagy hevítés hatására eltávozhatnak, milyen formában vannak jelen. A vita különösen arra irányult, hogy vegyileg kötött vagy fizikailag oldott gázokról van-e szó. (13; 14; 15; 16). Ezzel párhuzamosan egész sor műszakilag jelentős üveg gázeresztőképességét vizsgálták meg és meghatározták a hideg üvegek gázoldóképességét. Ezek az értékek azonban egymástól nagymértékben eltérnek és erősen függnek az üvegek olvasztási körülményeitől, termikus multjától.

A mikroanalitikai módszerek fejlődésével az üvegben lévő gázbuborékok tartalmát is sikerült megfelelő pontossággal meghatározni (17; 18; 19a). Ezek az adatok értékes felvilágosításokat nyújtottak pl. a vákuumtechnikai berendezések tervezéséhez, azonban a tisztulás mechanizmusát nem világították meg. A tisztulás mechanizmusának részletes vizsgálatára irányuló szükségletet az indokolta, hogy a tisztulást elősegítő adalékanyagok mennyiségének tudományos pontossággal történő meghatározása hiányzott, másrészt a szulfátolvasztás olyan kérdéseket vetett fel, melyek megoldásához bizonyos tisztulási részletkérdéseket tisztázni kellett. A tisztulást elősegítő adalékanyagokkal már a múlt században is többen foglalkoztak. Különösen a nagymértékben elterjedt arzénvegyületek hatásmechanizmusát derítették fel a különböző szerzők. (20—25).

Az első világháború alatt Németországban merült fel a kálsalétrom pótlásának szükségessége, melyre vonatkozólag kutatások folytak. (26—28). A pótlásra javasolt bárium-superoxid, kálium-klorát és perklorátok azonban nem váltak be. Angol kutatók 1926 körül részletes vizsgálatokat folytattak mészkálszilikát és ólomüvegek olvasztási folyamatainak felderítésére, ez alkalommal vizsgálták meg és derítették fel az alkáli-vegyületek, bórvegyületek tisztulást elősegítő hatását. (29—32). A folyópátnak és egyéb fluor

tartalmú vegyületeknek az olvasztást gyorsító hatását is ebben az időben vizsgálták (33, 34), de ezeknek a vegyületeknek gyakorlati alkalmazását csak a Szovjetunióban valósították meg az 1950-es években. Többen vizsgálták a különféle antimonvegyületek adagolásának befolyását az üvegolvasztás és tisztulás menetére vonatkozólag. (35—37).

A nátriumsulfátnak a tisztulást elősegítő hatását mintegy fél évszázaddal ezelőtt ismerték fel (41), hatásmechanizmusát többen vizsgálták (42—46). Különösen a szulfátolvasztás nagymértékű elterjedésével párhuzamosan a szulfátredukciós folyamatok felderítésére kiterjedt kutatás folyt, ezek a munkálatok azonban nem foglalkoztak részletesebben a szulfátvegyületeknek a tisztulást elősegítő hatásával.

A Szovjetunióban az olvasztás meggyorsítására irányuló kutatások néhány évvel ezelőtt arra az eredményre vezettek, hogy célszerűnek mutatkozik olvasztást gyorsító adalék-keverékek alkalmazása (47), azonban ezek a vizsgálatok sem terjedtek ki arra, hogy a tisztulási folyamatot ilyen adalék-keverékek alkalmazásánál felderítsék.

A tisztulás lefolyása közben végbemenő rész-folyamatok kísérleti felderítését és tisztulási folyamat számértékekkel való jellemzését elsőízben Gehlhoff, Thomas és Kalsing igyekeztek kísérletekkel megoldani (48).

Főleg félüzemi kísérleti olvasztások elvégzésével megvizsgálták az olvadéokban lévő buborékok összesített számának alakulását az idő és az egyes tisztulást elősegítő anyagok alkalmazási mennyiségének függvényében. Az olvasztásokat több, üzemiileg alkalmazott alapüvegre vonatkozóan végezték el és értékes felvilágosításokat kaptak az egyes adalékanyagok hatására és a tisztulás sebességére vonatkozólag. Vizsgálati eredményeik közül kiemelendő az, hogy arzén adagolás esetén, más tisztulást elősegítő anyag hiányában a tisztulási folyamat lényegében nem változik és nem egyértelmű a félüzemi olvasztások tisztulásának értékelésénél az arzénadagolás hatása. Más tisztulást elősegítő, ipariilag alkalmazott anyagoknál és anyagkeverékeknél az irodalmi adatokkal megegyező eredményeket nyertek, kibővítve azzal, hogy számszerűen tudták követni a tisztulás lefolyását.

A Gehlhoff-féle kísérletek azonban nem alkalmasak arra, hogy a tisztulás mechanizmusának néhány, a gyakorlat szempontjából rendkívül jelentős részletkérdésre vonatkozólag választ adjanak. Ennek okai a következőkben foglalhatók össze :

a) Gehlhoff és társai a tisztulás mértékszámául az üveg térfogategységében bizonyos idő eltelté után (8—12 óra) található buborékszámot vették alapul. Nem vették azonban figyelembe az egyes buborékok átmérőjét, tehát az üvegben maradó gázmennyiségre vonatkozó jellemzőket. Könnyen elképzelhető, hogy ugyanazon buborékszám esetén az üvegben maradt gázmennyiség, különböző gáztartalmú keverékek olvasztása esetén nagymértékben különböző, mert az egyes buborékok átmérője kisebb vagy nagyobb lehet.



b) A tisztulási folyamatok elméletére vonatkozólag nem foglalnak el határozott álláspontot és munkájuk elméleti alátámasztásaként annak a kívánságuknak adnak kifejezést, hogy modellkísérletekkel és elméleti számításokkal kellene a tisztulásmechanizmus néhány kérdését tisztázni.

A Gehlhoff által javasolt modellkísérleteket nagymértékben kibővítve Kitajgorodszkij és munkatársai végezték el (47). A tisztulást glicerines folyadékban elosztott levegőbuborékokkal modellezték nyugvó és mozgó folyadékok esetén és egyik legjelentősebb megállapításuk az volt, hogy igen kicsiny a valószínűsége annak, hogy két vagy több buborék összekerüljön és nagyobb átmérőjű buborékok alkossanak. Érdekes vizsgálataikat körmozgásban lévő tisztuló folyadékokra vonatkozólag eddig még gyakorlatilag nem alkalmazták. Jebsen Marwedel a tisztulás lefolyásának mechanizmusára vonatkozólag hidrodinamikai magyarázaton alapuló elméletet állított fel. (45; 49) Elmélete szerint az üveglvadékban lévő, viszonylag egyenletesen elosztott buborékoknak a felszínre való felhatolását az aero-, és hidrodinamikában széles körben alkalmazott Stokes-féle törvény szabja meg.\* Ebből a célból feldolgozta régebbi szerzők (51; 52; 53) elméleti matematikai és hidrodinamikai műveit és megállapította, hogy az üveglvadékban felszálló buborékok által okozott áramlás lamináris jellegű. Turbulencia hiányában ez azt jelenti, hogy a buborékok átmérőjétől és az olvadék viszkozitásától függ és gyakorlatilag csak ezek a tényezők befolyásolják. A Stokes-törvény ugyan figyelembe veszi az olvadék és a diszpergált gáz sűrűsége közötti különbséget is, ez a különbség ( $\Delta_1 - \Delta_2$ ) azonban olyan kis mértékben változik, hogy a sebességváltozásra való hatása gyakorlatilag elhanyagolható.

Jebsen Marwedel gyakorlati számítások céljára olyan térdiagrammot szerkesztett, melyen közönséges alkálímésszilikát üvegekben a keletkezett gázbuborékok felszállási sebességét különféle hőmérsékleteken az átmérő függvényében ábrázolja. A térdiagrammon (idézett mű 66. old.) megjelöli a technikailag jelentős tisztulási területet, azaz a gyakorlatilag előforduló hőmérsékleteken és gyakorlatilag előforduló buborékátmérőknél beálló tisztulási időket. A térdiagrammot későbbi következtetéseinek áramló olvadékokban elhelyezkedő buborékok felszínre hatolási sebességének kiszámítására alkalmazza.

Jebsen Marwedel hidrodinamikai tisztulási elmélete az áramló folyadékok tisztulási viszonyainak minőségi értékelésénél igen hasznos volt, azonban nyugvó olvadékoknál és szélsőségesen kicsiny vagy nagy átmérőjű buborékok esetében mennyiségi értékelésre alkalmatlan. Ennek oka,

\* A Stokes-féle összefüggés szerint :

$$v = \frac{2}{9} \cdot g \cdot r^2 \cdot \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\eta}$$

ahol  $v$  = gázbuborékok felszállási sebessége,  
 $g$  = nehézségi gyorsulás,  
 $r$  = gázbuborékok sugara,  
 $\Delta_1$  = folyadék sűrűsége,  
 $\Delta_2$  = a gáz sűrűsége,  
 $\eta$  = folyadék viszkozitása.

hogy elmélete a Stokes-féle törvényt széles körben és meglehetősen mechanikusan alkalmazza, kizárólag hidrodinamikai szempontokat vesz figyelembe a tisztulás mechanizmusának értelmezésére.

A tisztán hidrodinamikai tisztulási elméletnek ezen hiányosságaira Kitajgorodszkij mutatott rá (50) legutóbb kiadott munkájában.

Kitajgorodszkij megállapította, hogy bizonyos olvadékok tisztulásánál a különböző átmérőjű buborékok százalékos mennyiségének vizsgálata olyan eredményekre vezet, melyek a Stokes-törvény korlátozott alkalmazhatóságára mutatnak. A tisztulás valamely későbbi időpontjában ugyanis a kisebb átmérőjű buborékok mennyiségének csökkenése meghaladja a nagyobb átmérőjűekét, ami azt jelenti, hogy a kisebb átmérőjű buborékok az olvadékból fokozottabb mértékben távoznak. Ez lényegében ellentmond a Stokes-féle törvénynek, s így annak a tisztulásra való alkalmazhatóságát is kétségessé teszi. Jebsen Marwedel elméletének és diagrammjának másik hiányossága, hogy a térdiagrammon szereplő három változó közül egyik sem változtatható függetlenül, mert például azonos hőmérsékleten, tehát azonos viszkozitási viszonyok esetén a buborékátmérők sokkal szélesebb skálája fordul elő a tisztuló üvegekben, mint amilyet a térdiagramm észszerű tisztulási, illetőleg buborékfelszállási sebességi határok közé besorol. (Pl. 1400 C°-on a térdiagramm csupán 1—5 mm átmérőjű buborékokra vonatkozólag adja meg a felszállási sebességet, azaz 0,1—3 mm/mp-t, holott a valóságos olvadékokban jelentős mennyiségű buborékokat találunk 0,1 mm alatti átmérővel is). A hidrodinamikai tisztulási elmélet szerint azok az olvadékok, melyekben a gázbuborékok átmérője 0,1 mm, esetleg 0,01 mm alatt vannak, csak igen hosszú idő alatt tisztulnának, ami a gyakorlati adatoknak ellentmond.

Kitajgorodszkij világosan kifejti azt, hogy az ellentmondás bizonyos tényezők figyelembe nem vételéből származik. Ilyen tényező például az olvadékokban oldott gázok parciális nyomásának változása a kemenceatmoszféra vagy a hőmérséklet változásával. Ha ugyanis az oldott gázok parciális nyomása megnő, a gázok nyilvánvalóan a meglévő buborékok belsejébe diffundálnak és azok térfogatát megnövelik, vagy már a tisztult olvadék esetében utóhólyagosodást eredményeznek. Az olvadékokban lévő gázbuborékok átmérője tehát nem tekinthető állandónak a tisztulási folyamat alatt, hanem az jelentős mértékben változik, mégpedig helyes olvasztási körülmények esetén állandóan növekszik.

További szempont, mely a hidrodinamikai elmélet gyakorlati felhasználását mennyiségi következtetésekre lehetetlenné teszi az, hogy technikai olvadékokban a felszín és mélyebb rétegek közötti hőmérsékletkülönbség igen jelentős és a hőmérséklet a felszín irányában folyamatosan növekszik. A buborékok átmérője azért is növekszik tehát folyamatosan, mert a felszín felé haladva az olvadék viszkozitása állandóan csökken és a bennük lévő gázok parciális nyomása állandóan növekszik. Technikai olvadékoknál nem ritka a



80–100 °C-on, sőt ennél nagyobb hőmérsékleti gradiens az olvadék függőleges metszetében, ami a gázok parciális nyomásának figyelmen kívül hagyásával is, kizárólag viszkózitáscsökkenés következtében a felemelkedési sebességet tízesed nagyságrenddel képes növelni.

A hidrodinamikai elmélet nem veszi figyelembe továbbá az üvegolvadék felületi feszültségének hatását, mely ugyan a hőmérséklettel nem nagyon változik, de a buborékok növekedésénél való szerepe, az olvadékfelszín alatti buborékfeldúsulásban való szerepe stb. kísérletileg még egyáltalán nincsen tisztázva.

Fentieket összevetve, annak ellenére, hogy az üvegolvadékok tisztulására befolyással rendelkező csaknem valamennyi tényezőt minőségileg alaposan ismerjük, a tisztulás mennyiségi viszonyaira vonatkozó kielégítő számítási módszerek az alábbi legfontosabb okoknál fogva nem adhatók meg:

a) A buborékok keletkezése és az olvadékban való homogén vagy közel homogén eloszlásának folyamata nem függetleníthető az olvadék homogenizációs folyamatától. Az olvadék homogenizálódása pedig lényegében bonyolult diffúziós folyamatok összessége, melyek mennyiségi jellemzői ezideig csak nagy közelítéssel ismeretesek.

b) A kemenceatmoszféra, az olvadékban feloldott gázok és a buborékok gáztartalmának parciális nyomásviszonyai egymással szorosan összefüggnek. Mivel azonban nincsenek pontos ismereteink az olvadékban magas hőmérsékleten feloldott gázok mennyiségéről, azok parciális nyomásviszonyairól, nem tudjuk számításokkal követni az olvadékban elhelyezkedő buborékok átmérőváltzásait. Ezekre az adatokra vonatkozólag modellkísérletek sem adhatnak kielégítő felvilágosítást, közvetlen megfigyelésük pedig rendkívüli technikai nehézségekbe ütközik.

A tisztulás lefolyására vonatkozólag az eddig ismertett kutatások, valamint a gyakorlati tapasztalatok alapján kialakult nézet azonban nem teljesen egyértelmű és sok szempontból nem egyeztethető össze egyes kutatási, illetőleg gyakorlati tapasztalatokkal. A gázbuborékok felszállásánál megállapították (56), hogy az olvasztó edény fala nagy befolyással van a buborékátmérőre induláskor. Másféle buborékok keletkeztek korund és másféle samottégelyek alkalmazása esetén. Ebből és más gyakorlatilag megfigyelhető tényből Löffler azt a következtetést vonja le, hogy a tisztulásban lévő üvegolvadék lényegében túlhevített folyadéknak tekintendő. Bármely külső, a rendszertől független hatásra az olvadékban lévő metastabil gázegyensúly megbomlik, a gázbuborékképződés hevesen megindul és a tisztulás sebessége nő. Ezt látszólag alátámasztja a gyakorlat is. Ha látszólag tisztult olvadékba olyan anyagot helyeznek, mely gázt fejleszt, utógázosodást, habosodást lehet elérni.

Az üvegolvadékok tisztulása alkalmával felszálló buborékok alakjára és nagyságára vonatkozólag ugyancsak eltérőek a vélemények. A gyakorlati tapasztalatok arra mutatnak, hogy a tisztulási periódus megkezdésekor az olvadékból

kisebb, befejezéskor nagyobb buborékok távoznak el a felszínen keresztül. A tisztulás közben a próbavason kivett minták a buborékok átmérője szempontjából nem mutatnak egyöntetű képet, sőt sok esetben a vasfelületen keletkezett gázok a minta értékelhetőségét kétségessé teszik. A tisztulás hidrodinamikai elmélete szerint az üvegből legkisebb viszont a legkisebb átmérőjű buborékok távoznak el. Jebsen Marwedel még azt is általános érvényűnek tételezi fel, hogy a kisebb és nagyobb buborékok, bizonyos esetekben egyesülnek. Meg kell azonban állapítani, hogy a buborékok egymással történő egyesülése, néhány elvégzett modellkísérlet és elméleti megfontolások alapján csak igen ritkán következhet be és semmi esetre sem tekinthető általános, a tisztulás sebességét döntően befolyásoló tényezőnek. Modellkísérletek hebizonyították viszont, hogy alkoholos víz oldatokban a gázbuborékok átmérőjének növekedése felszállás közben nagyobb mértékű, mint azt a buborék felett elhelyezkedő folyadék-réteg hidrosztatikai nyomáscsökkenése indokolná.

Az a gyakorlati tapasztalat tehát, hogy a tisztulás végén a távozó gázbuborékok átmérője állandóan nő, csak részben igazolható. Az üzemi olvasztási viszonyok között ugyanis igen jól megfigyelhetők nagy gázbuborékok szétpattanásai a felszínen, de kisebbeké már nehezebben. Ugyanakkor előfordulhat, hogy a kemenceatmoszféra redoxviszonyainak és nyomásviszonyainak a tisztulás, majd a lehűtés időpontjában történő megváltozása az olvadékban lévő kisméretű gázbuborékoknak reszorbeióját vonja maga után.

A tisztulási vizsgálatok metodikájával, különösen a tisztulás lefolyásának mennyiségi paraméterek alapján történő követésével eddig igen kevesen foglalkoztak. Gehlhoff és társai (48) módszere bruttóeredményt szolgáltat a tisztulás lefolyásáról. Schönborn (38) kiöntött és befagyasztott mintákon mikroszkópiai úton számlálta meg a megmaradt buborékokat. Egyedül a szovjet kutatók vizsgálták egyes esetekben a kivett minták alapján a gázkoncentrációt és néhány buborékméret százalékos megoszlását. Vizsgálatainkban ezért az eddigi eredmények és módszerek ismeretében azt a célt tűztük ki, hogy egyes alapüvegeknél és egyes tisztulást elősegítő adalékok alkalmazásánál megvizsgáljuk az idő függvényében az olvadékban jelenlévő buborékok átmérőinek százalékos megoszlását. Amennyiben a buborékok átmérőinek százalékos megoszlása jellegzetes az üveg tisztulására vonatkozólag, a vizsgálat célja az is volt, hogy az üveg tisztulására jellemző állapot számszerű rögzítésére alkalmas vizsgálati és számítási módszer kialakítható legyen.

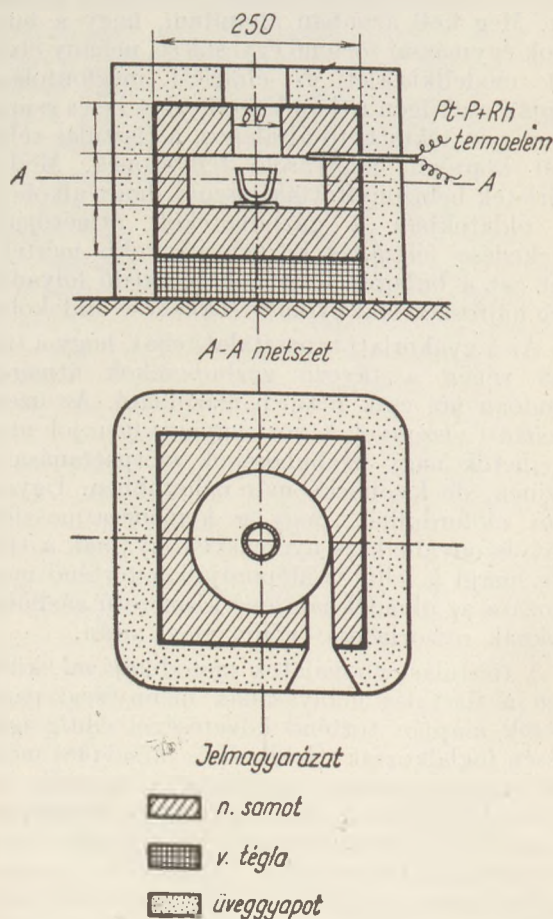
## II. Üvegolvadék tisztulási fokának mérése a buborékok átmérőinek százalékos megoszlása alapján

### 1. Vizsgálati berendezés és módszer

A kísérleti olvasztások az 1. ábra szerinti tangenciális égőelrendezésű Veress-féle világítógázfűtésű laboratóriumi kemencében történtek. A ke-



mence teste 32/35 SK samottéglából, a hőszigetelő burkolat laza üvegyapotból állt. A samottéglák felülete és hézagai azbeszttel szigeteltek. A tangenciális égőelrendezés biztosítja egyrészt a belső hőmérséklet homogenitását, másrészt azt, hogy a tégely feletti térben túlnyomás nem keletkezhet. A tégely porcelánból vagy különleges magas tűzállóságú samottból készült. A hőmérséklet ellenőrzése Pt-PtRh hőelemmel és normálkiviteli profil-leolvasó műszerrel történt.



1. ábra.

A gáznomáshban és gázösszetételben bekövetkezett kisebb ingadozások a hőmérsékletet nem befolyásolták. Nagyobb gáznomáshingadozásoknál a gázadagolás szabályozásával a hőmérséklet könnyen szabályozható volt. Az égéshez szükséges levegőt egy 2 m<sup>3</sup>/perc teljesítményű kompresszor szolgáltatta, a levegő nyomása 1,5 atü volt. A kemence rekuperációs berendezést nem tartalmazott.

A kísérleti olvasztás lefolytatásánál az üres tégelyt a hideg állapotú kemencébe helyezük, a 400 g keverék, illetőleg kb. 350 g olvadék befogadására alkalmas tégelyt üresen és a kemencét a kívánt hőmérsékletre felfűtjük. A kísérleteket általában 1325 és 1375 C°-on végeztük. A hőmérséklet elérése után, az előkészített keveréket a tégelybe három részletben adagoljuk. Adagolás közben a tüzelést be kell szüntetni, mert az adagolás a lehúzónyíláson keresztül történik. Megfelelő

adagolási módszer esetén a kemence hőmérséklete az adagolás alatt és után rövid ideig csökken, majd ismét a kívánt hőmérsékletre emelkedik. A tapasztalat azt mutatta, hogy adagolás alkalmával a hőmérséklet mintegy 50 C°-ot csökkent, ezt a hőmérsékletesést azonban kellő gázadagolással gyorsan, néhány perc alatt ki lehetett küszöbölni. A hőmérséklet ilyen értelmű csökkenése megfelel az üzemi viszonyok közötti keverék-adagolási hőmérsékleti viszonyoknak. Két adagolás közötti időtartam általában 5—15 perc volt. A második és harmadik adag bevitelére akkor került sor, amikor az előző adag már leolvadt, azaz a kemencébe való betekintéskor a tégely belső felületén az olvadásban lévő anyag felszíne kiegyenlített.

A harmadik adagolást követően, az olvadékfelszín kiegyenlítése, leolvadása után kezdődött meg a tisztulási periódus.

Szigorúan véve, a tisztulási periódus csak ez után az időpont után kezdődik meg, éles határt azonban nem lehet meghatározni a magas hőmérsékletű kemencében és nem előnyös a többszöri próbavétel sem az olvadék csekély mennyisége következtében. Tájékoztató kísérleti olvasztások azonban arra mutattak, hogy a harmadik adag leolvasása után igen rövid idővel megkezdődik a tisztulás, azaz olvadatlan szemcsék már nem mutatkoztak az olvadékban.

A tisztulás 1, 2, 3 és egyes esetekben 4 órán át azonos hőmérsékleten való tartással következett be. Ez alatt az idő alatt természetesen az üveg nem tisztult ki teljes mértékben. A kísérletek alkalmával ezért az volt a feladat, hogy a kérdéses időpontban a rendszer állapotát stabilizáljuk; ezért a kijelölt tisztulási idő leteltével a gázszelepet elzárva és a levegőszelepet maximálisan kinyitva, a kemencébe hideg levegő befúvatásával az olvadékot befagyasztottuk. Hideg, sűrített levegő hatására a kemence és a benne lévő tégely, valamint olvadék hőmérséklete néhány perc alatt 500 C° körüli hőmérsékletre lehűlt. Ezután a kemence nyílásait gondosan lezárva, az üveg feszültségeseződésének elkerülése céljából a kemencét lassan kihűtöttük.

A teljes kihűlés után a tégelyben lévő üvegből a vizsgálatra kerülő mintákat a tégely középső részéből, a felszíntől és tégelyfalaktól körülbelül egyenlő távolságú helyekről választottuk ki. Az üvegdarabok térfogata 0,2—1 cm<sup>3</sup> volt, alakjuk teljesen szabálytalan, de lehetőleg egyik lapjuk közel sík.

Az üvegdarabokat síklapjukkal felfelé parafinba ágyazva mikroszkópiai vizsgálatnak vetettük alá. Egy olvasztásból ilyen módszerrel mintegy 30—40 db mintát lehetett kiválasztani, ezek közül mikroszkópiai vizsgálatra 4—8 db került.

A mikroszkóp látóterében az üvegben lévő buborékok áteső, ráeső vagy kevert fényben igen jól észlelhetők, körvonalaik élesre állíthatók. Mivel a buborékok szabályos körvonalúak voltak, megfelelően beállított okulármikrométerrel átmérőjük ±0,002 mm pontossággal mérhető 120-szoros nagyítás esetén.



Egy kísérleti olvasztásból kb. 480 buborék átmérőjének megmérése volt szükséges a kívánt megoszlási görbe megállapításához azzal a megkötéssel, hogy a 480 buborék legalább 6 darab üvegből származzék, az egyes üvegdarabokból közel azonos számú mérések eredményeként. Tájékoztató kísérletekkel egyes olvasztásokból meghatározásra került 480, 320, 240, 120 és 100 buborékátmérő.

Ugyanazon buborék átmérőjének kétszeri, vagy többszöri mérése elkerülésére a mikroszkópiai méréseket pontosan meghatározott módszerrel kellett elvégezni, mégpedig oly módon, hogy a tárgyasztalnak a látótérben csak egyirányban való mozgása engedélyezett és minden látótérben a tubus mozgásával a mélységben található valamennyi buborékot le kell mérni. Az üvegminta felszínén lévő nyitott buborékokat a mérésből ki kell hagyni, mert azok látszólagos átmérője nem felel meg a valódi átmérőnek.

A kísérleti olvasztásokhoz a következő nyersanyagok kerültek felhasználásra:

1. Hochenbockai homok.
2. Ammoniakszóda puriss.
3. Mészköliszt puriss.
4. MgO puriss.
5. MgCO<sub>3</sub> puriss.
6. As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puriss.
7. KNO<sub>3</sub> puriss.
8. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> puriss.
9. Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> p. a.

A nyersanyagokat nem elemeztük meg, mert a szennyezések okozta hiba a kísérleti hibákat nem haladja meg. A kísérletek alkalmával nem határoztuk meg az üvegminták tényleges gázkoncentrációját a következő okokból:

a) A kísérletek célja többek között az volt, hogy üzemileg alkalmazható tisztulási sebességvizsgálati módszert dolgozzon ki. A gázkoncentráció vagy buborékkoncentráció közvetlen mérése apparatív nehézségeket okozna üzemekben. Ilyen mérések végrehajtására egyébként kialakult módszer nincs. Az üvegminták megsziszolása és nefelometrikus mérése, valamint a fajsúlymérés nem megbízható. A nefelometrikus méréseknél a szokványos nefelométerek pontossága nem kielégítő még immerziós módszer alkalmazásával sem. A fajsúlymérésekre vonatkozólag végeztünk néhány tájékoztató vizsgálatot, azonban ezek is arra mutattak, hogy a mérés pontossága nem tudja követni a gázkoncentráció csökkenését szokványos piknométeres módszer alkalmazásával. Így például egy üvegmintából fajsúlyméréseket végeztünk 1, 2, 3 és 4 órai tisztulás után, amikor is a gázkoncentráció változása szemmel látható volt.

A fajsúlymérések eredményei a következők:

1 órai tisztulás után	2,4861
2 órai tisztulás után	2,4896
3 órai tisztulás után	2,4922
4 órai tisztulás után	2,4815

Más esetekben még nagyobb eltérések mutatkoztak. Gehlhoff és Thomas nagyüzemi kísérletnél a gázkoncentráció változását úgy követték,

hogy időközönként izzólámpaballont fújtak az olvasztott és tisztulásban lévő üvegből és az egy ballonban lévő gázbuborékok számát, illetőleg azok gáztartalmát összegezték.

b) Az I. részben kifejtettek alapján a látható gázbuborékokban lévő gáz mennyisége nem egyértelműleg határozza meg a tisztulásban lévő üveg gáztartalmát. Nem ismeretes oly módszer, mely a tisztulás hőmérsékletén meghatározza az olvadékokban abszorbeált gáz mennyiségét.

Fentiek alapján feltételeztük Gehlhoff, Thomas és Kalsing kísérletei alapján, hogy a tisztulás folyamán az olvadékokban lévő gáz koncentrációja exponenciálisan csökken. Ez a feltételezés azonban a gázbuborékok átmérőinek százalékos megoszlására vonatkozó vizsgálatainkat egyáltalában nem befolyásolja és mint a későbbiekben kiderül, a tisztulás sebességének és mértékének meghatározásához a gázkoncentráció meghatározására nincs is szükség, sőt téves eredményekre vezetne.

## 2. Kísérletek kisméretű tégelyolvasztásokkal

A fentiekben leírt tégelykemence ellenőrizhető üzemének beállítása céljából nyolc előkísérletet végeztünk. A nyolc felfűtés alkalmával kialakult a kísérleti üvegek olvasztásának leírt, tégelykemencében végrehajtható optimális módszere. A tájékoztató jellegű előkísérletek után a tényleges kísérletek megkezdhetők voltak.

### I. sz. sorozat.

Keverék összetétele:

Homok	58,84%
Szóda	22,39%
Mészkö	13,57%
MgO	4,90%
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30%

Összesen 100,00%

Keverék gáztartalma 15,5 %

Üveg elméleti összetétele

SiO <sub>2</sub>	69,7 %
Na <sub>2</sub> O	15,5 %
CaO	9,0 %
MgO	5,8 %

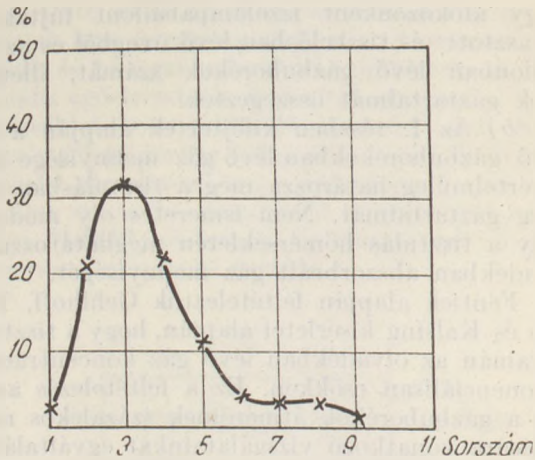
Összesen 100,0 %

A buborékok átmérőjének mérése alkalmával a különböző átmérőhatárok közötti értékeket sorszámmal jelöltük. A sorszámoknak megfelelő buborékátmérőket az 1. táblázat tartalmazza.

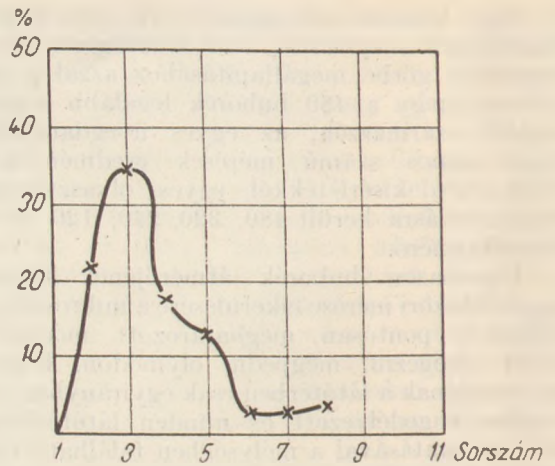
### 1. táblázat

Sorszám	Átmérőhatárok mm-ben
1	0,001—0,030
2	0,031—0,060
3	0,061—0,090
4	0,091—0,120
5	0,121—0,150
6	0,151—0,180
7	0,181—0,210
8	0,211—0,240
9	0,241—0,270
10	0,270 felett

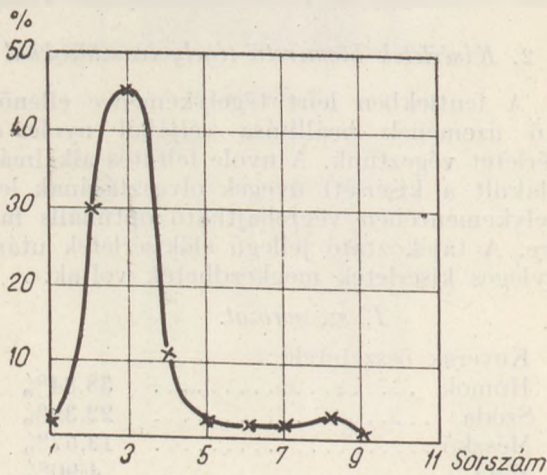




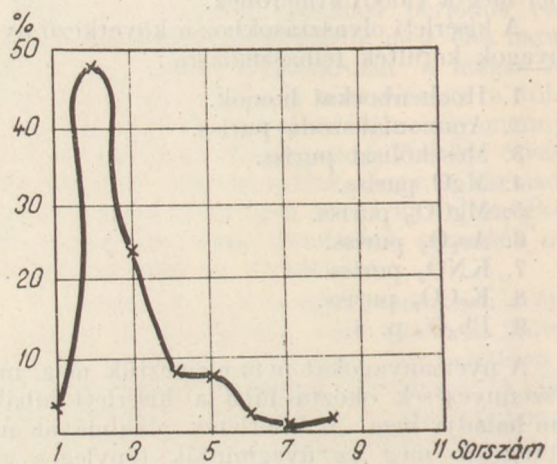
2. ábra. Minta száma : 1. Olv. hőfok : 1400 C°. Tisztulási idő : 1 óra.



3. ábra. Minta száma : 2. Olv. hőfok : 1380 C°. Tisztulási idő : 2 óra.



4. ábra. Minta száma : 3. Olv. hőfok : 1380 C°. Tisztulási idő : 3 óra.



5. ábra. Minta száma : 4. Olv. hőfok : 1375 C°. Tisztulási idő : 4 óra.

II. sz. sorozat

A buborékok átmérőinek százalékos megoszlását az alábbi digrammok grafikusán ábrázolják. (2–5. ábra).

Fenti kísérletekből a következő következtetések vonhatók le :

a) A tisztuló olvadékban maximálisan 0,270, minimálisan 0,001 mm átmérőjű buborékok helyezkednek el.

b) Már a kezdeti tisztulási időszakban is a kisebb buborékok mennyisége meghaladja a nagyobbakét. A tisztulás előrehaladásával a nagyobb buborékok viszonylagos mennyisége csökken, a kisebbeké emelkedik.

c) A vizsgálatok alkalmával  $4 \times 480 = 1920$  buborék átmérőjét mértük meg. A buborékok között négy (tehát 0,2%) volt kismértékben deformált, figyelmen kívül hagyva a felszíni nyitott buborékokat. Valamennyi többi buborék tökéletesen gömbalakúnak mutatkozott a mikroszkópban. Egyetlen olyan esetet sem figyeltünk meg, amikor két buborék az összepattanás állapotában lett volna. Több esetben egy nagyobb buborékot egy vagy két kisebb buborék kísért, azonban az elválás felület igen határozottan észlelhető volt és sem a nagyobb, sem a kisebb buborék nem deformálódott.

Annak ellenőrzésére, hogy az üvegösszetétel alapvető változtatása, tehát ugyanazon hőmérsékleten a viszkozitásviszonyok alapvető változtatása okoz-e észlelhető eltérést a megoszlási görbékben, meghatározott összetételű ólomüvegolvasztás alapján megállapítottuk a tisztulási megoszlásgörbét.

Keverék összetétele :

Homok .....	49,59%
Szóda .....	6,33%
KNO <sub>3</sub> .....	4,53%
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	9,50%
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	30,05%

Összesen ..... 100,00%

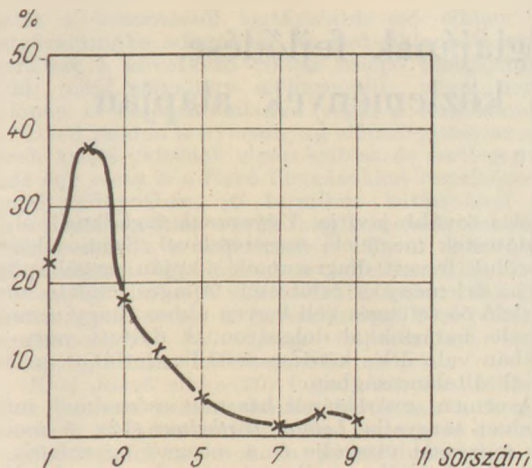
Keverék gáztartalma..... 8,2%

Üveg elméleti összetétele

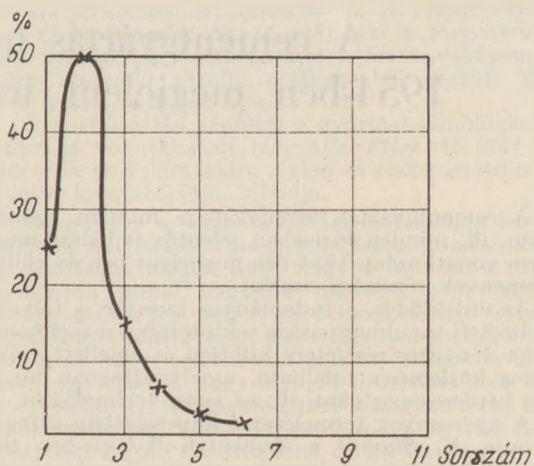
SiO <sub>2</sub> .....	54,0 %
Na <sub>2</sub> O .....	4,0 %
K <sub>2</sub> O .....	10,0 %
PbO .....	32,0 %

Összesen ..... 100,00%





6. ábra. Minta száma : 5. Olv. hőfok : 1320 C°. Tisztulási idő : 1 óra.



7. ábra. Minta száma : 6. Olv. hőfok : 1365 C°. Tisztulási idő : 1 óra.

A buborékok átmérőinek százalékos megoszlását az alábbi diagrammok grafikusán ábrázolják. (6. és 7. ábra).

Fenti kísérletekből a következő következtetések vonhatók le :

a) Eltérő üvegösszetétel esetében a tisztulási megoszlási görbék jellege azonos, elhelyezkedése azonban különböző.

b) Ugyanazon hőmérsékleten kisebb viszkozitással rendelkező üveglvadék tisztulása feltételezhetően nagyobb sebességgel történik. A diagrammokról megállapítható, hogy 1320 C°-on a kérdéses üvegben megállapított megoszlási diagramm nagyjából megfelel az I. sorozat 2. mintájánál meghatározott diagrammnak, tehát ennek az ólomüvegnek tisztulási foka 1320 C°-on 1 óra alatt megfelel az előző magnéziumoxidtartalmú üveg 1380 C°-on 2 óra alatt elért tisztulási fokának. Az ólomüveg 1365 C°-on 1 óra alatt elért tisztulási foka pedig nagyjából megfelel az előző, magnéziumoxidtartalmú üveg 1375—1380 C°-on 3—4 óra alatt elért tisztulási fokának.

c) Annak ellenére, hogy az ólomüvegkeverék gáztartalma az előző sorozatban olvasztott magnéziumoxidos keverék gáztartalmának csupán kevésen 53%-a, a tisztulási megoszlásgörbék jellege azonos a két esetben. Ebből az következik, hogy a tisztulás megindulása után a tisztulási megoszlásgörbék jellege fenti körülmények között független a keverék gáztartalmától.

d) A megvizsgált két mintában 0,001 mm alatti és 0,270 mm átmérő feletti buborékok nem fordultak elő. Valamennyi átmérő szempontjából megmért buborék szabályos gömbalakú volt. Buborék összepattanása nem volt tapasztalható, egyetlen esetben sem.

(Folytatjuk)

## K I T Ū N T E T É S

### VERESS ZOLTÁN

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa a Kossuth-díj Bizottság előterjesztésére Veress Zoltánnak, a Karcagi Üvegyár főmérnökének, Egyesületünk tagjának 1955. március 15-én a Kossuth-díj II. fokozatát ítélte meg.

Veress Zoltán több évtizedes munkájával az üvegyipari technológia egyik legkiválóbb képviselőjévé vált, aki tudományos módszerekkel hasznosította ipari tapasztalatait a különleges összetételű üvegek gyártásában. A híradástechnika és különösen a rádió-adócsőgyártás legnehezebb üvegyártási problémáit a legutóbbi években sikerrel megoldotta és ezzel hozzájárult, hogy a magyar rádió-adóberendezések exportja megnövekedhetett.

Kutató munkájában számos újítással javította meg a gyártástechnológiát és az üvegyanyag minőségellenőrzésében, az üvegben előforduló hibák felderítésében példamutató munkát végzett.

Az Építésügyi Kormányzat lehetővé tette, hogy Veress Zoltán megfelelő berendezésekkel és jól felszerelt laboratóriumban, kísérleti üzemben további kutatómunkát végezzen és a magas kitüntetés az eddigi teljesítmények elismerését jelenti egyúttal.

Egyesületünk elnöksége és tagsága örömmel üdvözli Veress Zoltán főmérnök kartársunkat kormánykitüntetésével alkalmából és további sikeres munkájához legmelegebb szerencsekívánatait fejezi ki.



## A cementgyártás technológiájának fejlődése, 1954-ben megjelent irodalmi közlemények alapján

CHIKÁN JÁNOS

A cementgyártás technológiája minden vonatkozásban, ill. minden fázisában jelentős fejlődést mutat, az erre vonatkozóan 1954-ben megjelent bel- és külföldi közlemények tanúsága szerint.

Az érdeklődés, a tudományos kutatás, a folyamatok elméleti tanulmányozása tekintetében a technológia minden lényeges részletére kiterjed és emellett számos érdekes közlemény található, amely átfogóan tárgyal egyes kérdéses csoportokat, ill. az egész technológiát.

A nyersanyag termelésével kapcsolatban átfogóan tárgyalja K. *Stumpf* a Zement-Kalk-Gips-ben megjelent cikkében (1) a kamrás, nagylyukú és sorozat-robbantásos termelési módokhoz leginkább alkalmas rakodó és szállítóberendezéseket, valamint előtörő berendezéseket. Végeredményként kimutatja, hogy az egész nyersanyagtermelő üzem gazdaságossága akkor optimális, ha a bányá természetének megfelelő jövesztési móddal a rakodó, szállító és előtörő berendezések típusa és nagysága összhangban van és gyakorlati útmutatást ad az összhang megállapítására, ill. megteremtésére.

Hasonló tárgyú A. *Heidrich* (6) közleménye, amely a kamrás és nagylyukú robbantási eljárással termelt kő utánapritására fordított költségek alakulását tárgyalja.

A bányaművelés terén érdekes *Benedek Dénes* tanulmánya (2) a cementgyártásra alkalmatlan fedőrétegnak hidromechanikus lefedéséről, R. *Kriste* cikke (3) egy bányauzem szállító berendezésének racionalizálásáról és A. *Eberhardt* (4) hasonló tárgyú tanulmánya, valamint K. *Furajda* (5) tanulmánya a kőbányák termelésének racionalizálásáról.

Sokkal nagyobb számú közlemény található a nyersanyag aplitásának problémájával kapcsolatban. A közlemények jelentős része az aplitás és őrlés kérdését átfogóan, nemcsak a nyersőrlés, de a cementőrlésre vonatkozóan is tárgyalja.

A finomőrlés problémáját átfogóan tárgyalja *Ary Ernő* cikke (7) a finomőrlésre szolgáló berendezések fejlődésének tükrében. Részletesebben foglalkozik a légárammalokkal F. *Krans* (8), aki kísérletek alapján három típusú malom munkáját vizsgálja: a régi típusú, ú. n. nyitott ciklusú őrlést; a zárt ciklusban való őrlést légáram szállítással, statikusan működő porleválasztó ciklonnal; végül megszakított körfolyamú forgótányéros szeparátorral ellátott rendszert.

A kísérletek azt az eredményt adták, hogy ezen legutóbbi rendszer erőfogyasztás és kopás szempontjából is kedvezőbb, cementőrlés esetében. Ennél a rendszernél a megfelelően szellőzött malomból kikerülő őrléményt nem légárammal, hanem külön serleges emelőművel szállítják fel egy forgótányéros szeparátorra, amely a megfelelő szemnagyságú őrléményt kiválasztja, míg a durva őrléményt megfelelő szállítóberendezéssel újból a malomra vezetik.

Ugyanezen problémával foglalkozik E. *Schott* cikke (9), aki egy zárt ciklusú légárammalom és egy serlegműves, megszakított körfolyamú malom összehasonlítására végzett kísérlet eredményeiről számol be, mely szerint cementőrlésnél a zárt ciklus 27 kW ó/t, míg a megszakított ciklusú elrendezés 15 kW ó/t erőfogyasztással dolgozott azonos nyersanyag és azonos őrlési finomság mellett. A légszűrrel működő malmok számításával foglalkozik *Proks M.* és *Kulhavy Z.* két közleménye (10).

A csőmalomok problémájával foglalkozik páncéltart és őrlőtestkopás szempontjából J. *Slegten* és P. *Slegten*, a Zement-Kalk-Gips-ben megjelent cikkében (11). Hosszas kísérletek alapján a malompáncéltart tekintetében arra a megfigyelésre jutottak, hogy megfelelő alakú kiképzés mellett Cr ötvözés nélküli magas (14–15%) Mn tartalmú acéltötvényből lehet vetemedésmentes páncélt készíteni. A páncélt kopási viszonyait 0,35% Si

adagolás tovább javítja. Ugyancsak foglalkozik a cikk az őrlőtestek megfelelő összetételével. Számos kísérlet és a róluk felvett diagrammok alapján megállapítják, hogy az őrlémény és őrlőtestek fajlagos felülete között megfelelő összefüggés kell legyen ahhoz, hogy a malom optimális hatásfokkal dolgozzon. A nyitott vagy zárt ciklusban való őrlés kérdése szerzők szerint nem dönthető el általánosságban.

A cement gyártásánál használt csőmalomok működési elvét tárgyalja *Lothar Birthelmer* (12). A malomtöltés mozgását vizsgálja és a mozgási egyenletek, ill. mozgási görbékből megállapítja a malom maximális és optimális fordulatszámait. Vizsgálja a malomtöltés összetételének és a töltési foknak befolyását az őrlés hatásfokára. A töltési fok megállapítására és az után-töltésre irányelveket ad.

A csőmalomok meghajtására szolgáló motorok teljesítményének helyes meghatározásáról, az indításnál és leállításnál előálló forgótónyomatékváltozás lefolyásáról szól W. *Scherer* közleménye (13). Az ismeretes szerint a nagy egységek meghajtásánál segédmeghajtásos rendszer alkalmazása a helyes, ahol az indítás nagy forgató nyomatékát nagyfokú áttételezéssel segédmotor biztosítja, miáltal a meghajtómotor a hasznos teljesítményre méretezhető.

A szárítóőrlés kérdésével — szén esetében — foglalkozik *Vasadi Ferenc* (14) különös tekintettel ezeknek és a szénszárító berendezések robbanásveszélyére és robbanással szembeni védelmére.

Szárító-őrlő berendezésekhez tartozó szénpor fűtési tüzelőberendezések kialakításával foglalkozik *Ernst Schlender*, a Silikáttechnikában megjelent cikkében (15).

Érdekes cikkeket találunk a szovjet szakirodalomban a cementüzemi malmok automatizálására terén folytatott kísérletekről. E. V. *Tkacsev* (16) nedves nyersőrlő malom automatizálásáról számol be. Az automatizálás a malomból kijövő termék víztartalma és az első kamra őrlémény szintmagassága alapján történik. A víztartalom érzékelésére egy folytonos üzemű iszapvizskozitás mérőt, míg az I. kamra szintjének mérésére egy a malom nyakasapjába benyúló két elektródából álló ellenállás rendszert alkalmaznak. Ezen utóbbi impulzusaival az adagolóberendezés motorját szabályozza olyan értelemben, hogy ha az I. kamra töltésfoka felemelkednék, az adagolást csökkentik, míg ha lecsökken a töltés, az adagolás növekedjen. Az iszap víztartalmának mérését szolgáló berendezéstől származó impulzusokkal a finomőrlő kamrába vezető vízvezeték szelepet vezérik olyan értelemben, hogy alacsony víztartalom esetében a finomőrlő kamra pótvízadagolást kap.

Cementőrlő malmok automatikus adagolására végzett kísérletekről D. S. *Bereza* számol be (17). Az automatizálás alapját egy a malom első kamrájának külső köpenyéhez közel elhelyezett hangérzékelő (mikrofon) szolgálja, amely az első kamra zörgésének változása alapján az adagolómotor sebességét megfelelően változtatja.

A legnagyobb érdeklődés és fejlődés a cementtechnológia égetésszerű vonatkozó szakaszán található. Számos közlemény foglalkozik a kemencék hőgazdaságosságának javításai lehetőségével. Ezek közül legjelentősebbek V. *August Hoga* (18), W. *Avery* (19) és E. *Schott* (9) cikkei, amelyek a száraz eljárású forgókemencékhez felszerelt *Humboldt*-rendszerű hőkiecsérelő, ill. lebegtető előmelegítő elvével és szerkezetével foglalkozik, ill. az elért eredményekről számol be. Ez a legújabb időkben kialakított berendezés a forgókemencét a Lepol-rendszerhez hasonlóan kizárólag zsugorító és részben kalcináló zónára korlátozza, míg az előmelegítést és a kalcinálást egy részét is a nyersliszt lebegtetett állapotában a forgókemence után sorba-kapcsolt ciklonokban végzi. A teljesen száraz nyers-



lisztet a kemencétől legtávolabb eső ciklon belépő füstgázáramába adagolják. Az első ciklonban lecsapott nyerslisztet a következő ciklon belépő füstgázáramába kerül, majd ugyanígy a harmadik, végül negyedik ciklonon is keresztülhaladva végül a forgókemencébe jut. Ilyen módon a nyersanyag előmelegítése az agyag-részek kristályvizének elpárolgatása és esetleg a kalcinálás egy része is a forró füstgázokkal bensőséges diszpergált állapotban, jó termikus hatásokkal megy végbe. Korszerűtlen rövid forgókemencék rekonstrukciójánál elérték a teljesítmény 130-ról 200 t/nap-ra való emelését egyidejűleg a hőfelhasználás 1700-ról 1000 cal/kg klinkerre való csökkentésével (16). Egy új létesítménynél ezzel a berendezéssel  $37,5 \times 2,1 \varnothing$ -jú forgókemencével 250 t/nap teljesítményt értek el 980 kal/kg klinker hőfelhasználás mellett.

*Karl Jakob* cikke (20) foglalkozik az utóbbi évek másik jelentős kemencekonstrukciójának a Lepol kemencének termikus hatásfokával, sorra véve a termikus hatásfokot befolyásoló okokat és körülményeket.

A forgókemencék termikus hatásfokával és a hazai forgókemencék hőmértékének felvételénél szerzett tapasztalatokkal foglalkozik *Makoldi Mihály* (21) cikke.

A kettős füstgáz átvezetéssel dolgozó Lepol kemence hőgazdaságosságával foglalkozik *H. S. Tham* (22) egy Hellekiszben felállított új egységen végzett mérések alapján. A hellekisi Lepol kemence 552 t/nap teljesítményű és 811 kal/kg klinker hőfogyasztással dolgozik.

Továbbra is az érdeklődés homlokterében áll a forgókemencék füstgázai hőtartalmának minél jobb kihasználása a kemencékbe beépített újfajta hőkicsérő szerkezetek segítségével. *Hodorov* és társai (23) a lánczóna elé csuklósan beépített lemezbordák beépítéséről számolnak be. Másik közleményben *Mazurov D. Ja* (24) a kalcináló zónában a falazatba beépített és abból kinyúló tűzálló acélból sajtolt felületnövelő betétek alkalmazását ismerteti.

Több érdekes közleményt lehet találni a forgókemencék, ill. az égetési folyamat automatizálására vonatkozó kísérletekről és eredményekről. Az ezen a téren elért eredményeket szovjet tapasztalatok alapján *Gerhard Böcking* (25) ismerteti. Ugyanerre vonatkozólag az Építőanyagban jelent meg *Hodorov* cikkének fordítása (26), melyben az égetést jellemző paraméterek összefüggését és azok befolyásolásának módját ismerteti egy  $107 \times 3,6/3,3 \varnothing$  méretű forgókemencén végzett kísérletek alapján. Ugyanezen kérdéssel kapcsolatban *Gutschik K. A.* szerző Pit. a Quarry-ban megjelent cikke (27) és *W. E. Dixon* közleménye (32) a forgókemence műszerezését tárgyalja.

*G. Ruppert* és *E. Grimm* (3) különösen száraz eljárással dolgozó forgókemencék esetében arra hívja fel a figyelmet, hogy a füstgázokban számottevő H tartalom lehet, amelynek mérése a füstgázban igen fontos. Egy új rendszerű automatikus hidrogén érzékelő készüléket ismertet, amelyet a füstgázellenőrzés többi műszerei között ( $\text{CO}_2\text{O}_2$ ) száraz eljárású forgókemencénél feltétlen alkalmazni ajánl.

A forgókemencék köpenyének vízhűtését, ill. a vízhűtéssel elért eredményeket ismerteti *Ilina N. V.* Cementben megjelent cikke (28).

A forgókemencék helyes beállításának, ill. mechanikai működésének ellenőrzésére szolgáló egyszerű berendezést ismertet *G. Rosenbald* (29), amelynek segítségével a kemencetestet hordó görgők egyenletes megterhelése ellenőrizhető, és a berendezéssel a köpeny deformációkról nyerhető kép alapján következtetés vonható le a falazat élettartamára vonatkozólag is.

*Anslem* a Rev. d. Mat.-ban megjelent cikkében (31) a klinkerégető aknakemencék égetési folyamatát és a tüzelőanyag fogyasztást befolyásoló körülményeket tárgyalja.

Klinkerégető aknakemencék rostélyának új formájú kialakításáról és az új rostélyal elért eredményekről számol be *E. Spoku* (33) és ismerteti az aknakemence hőgazdaságosságának javítására folytatott kísérleteket, melynek alapja, hogy a beőrlött tüzelőanyaggal készült nyers granálikat tüzelőanyagmentes réteggel vonják be és ezáltal az aknakemence generátorhatása, ami a füstgázok CO veszteségében jelentkezik, csökken.

Forgókemencék portalánításának kérdésével fog-

lalkozik *Krilov Sz. M. Sumacher L. A.* cikke (34), valamint *Graszdamszkij Sz. A.* (35), aki a forgókemencék porvesztésének csökkentésére a kemenceköpeny belsőjébe építendő tűzálló acélemezből készült visszahordó spirálbordákat ajánl.

A portalánítás kérdését a gyártástechnológia egész területére vonatkozóan tárgyalja *Elias M.* (36), aki a kemencék portalánítására ciklon és elektrostatikus portalánító kombinációját ajánlja.

Összegezve a cementgyártási technológia legújabb fejlődését az 1954-ben megjelent irodalmi adatok alapján, azt állapíthatjuk meg, hogy a fejlődés a munkafolyamatok minél nagyobb mértékű gépesítése, sőt automatizálása felé halad. Az őrlésnél a zárt ciklusú és megszakított körfolyamú légosztályozós malmok alkalmazása az irány, rendszerint szárító őrléssel. A kemencéknél úgy látszik, hogy a rövid forgókemencék eléjük épített megfelelő hőkicsérőlőkkel a nagyméretű, hosszú forgókemencéket háttérbe szorítja. A kettős füstgáz átvezetésű Lepol kemencékkel és legújabban a Humboldt rendszerrel elért kedvező eredmények, amelyek hőgazdaságosság szempontjából a korszerű aknakemence eredményeivel versenyeznek, ezt az irányt igazolják is.

Véleményem szerint a hazai cementipar fejlesztésénél a fenti eredményeket és irányzatokat figyelembe kell venni annál is inkább, mert azok felhasználására hazai üzemek rekonstrukciójánál is lehetőség nyílik.

## IRODALOM

- (1) *K. Stumpf*: Abstimmung zwischen Sprengmethode, Bagger Abmessungen, Fördermittel und Brechergrößen im Steinbruch. Zement-Kalk-Gips. 1954. 4. sz. 124—130. old.
- (2) *Benedek Dénes*: Hidromechanikai közetletakartási eljárás. Építőanyag. 1954. 3. sz.
- (3) *R. Kriste*: Zweigleisige Kettenbahn für auf und Abwärtsförderung von Förderwagen und Loren. Zement-Kalk-Gips, 1954. 5. sz. 211—213.
- (4) *A. Eberhardt*: „Ladekübel“ ein Rationalisierungsmittel für handbetriebene Steinbrüche. Zement-Kalk-Gips. 1954. 10. sz. 396—397.
- (5) *K. Zurajda*: A termelés gazdaságossá tétele a kőbányában. Stavivo 1954. 7. sz. 249—252.
- (6) *A. Heidrich*: Die Kosten der Nacherkleinerung von Rohhaufwerken bei verschiedenen Sprengverfahren im Kalkstein. Zement-Kalk-Gips, 1954. 9. sz. 356—361.
- (7) *Ary Ernő*: Az őrlőmalmok fejlődése. Építőanyag, 1954. 10. sz.
- (8) *F. Kraus*: Über die Arbeitsweise von Siehtmühlen Zement-Kalk-Gips. 1954. 7. sz. 273—281.
- (9) *E. Schott*: Praktische Untersuchungen an verschiedenen Ofensystemen sowie an Mahlanlagen Zement-Kalk-Gips, 1954. 3. sz.
- (10) *Proks M.—Kulhavy Z.*: Golyósmalmok műszaki számítása lég érrel és lég ér nélkül. Stavivo 1954. 2. sz. 59—61 3. sz. 89—92.
- (11) *F. Slegten, P. Slegten*: Kugelmühlen Probleme Zement-Kalk-Gips, 1954. 6. sz. 241—249.
- (12) *Lothar Birtelmer*: Die Rohrmühlen in der Zementindustrie. Silikattechnik. 1954. 4. sz. 163—167.
- (13) *W. Scherer*: Arbeitsprobleme bei Schwerkraftmühlen. Zement-Kalk-Gips, 1954. 9. sz. 349—355
- (14) *Vasadi Ferenc*: Szénőrlő és szárítóberendezések robbanásvédelme. Építőanyag. 1954. 8. sz. 294—300.
- (15) *Ernst Schlender*: Heizöfen für Mahlröcknungsanlagen Silikattechnik. 1954. 4. sz. 170—174.
- (16) *E. V. Tkocsev*: Nedvesőrlőmalmok automatikus szabályozása. Cement, 1954. 2. sz. 25—30.
- (17) *B. S. Bereza*: Klinkeradagolás automatikus szabályozása. Cement. 1954. 2. sz. 18—20.
- (18) *V. August Hoga*: Der Humboldt Drehofen mit Schwebeegas-Wärmeaustauscher. Tonindustrie Zeitung. 1954. 11—12. sz. 167—171.
- (19) *W. Awery*: Beszámoló egy Humboldt kemencéről Pit and Quarry. 1954. 47. sz. 88.



- (20) *Karl Jakob*: Überprüfung der einzuplandenden Wärmemengen für Lepolöfen. Silikattechnik, 1954. 2. sz. 77—80.
- (21) *Makoldi Mihály*: Forgókemencék hőfolyamatainak vizsgálata. Építőanyag, 1954. 2. sz.
- (22) *H. S. Tham*: Eine Wärmeökonomische schweidische Trockenanlage. Zement-Kalk-Gips, 1954. 1. sz.
- (23) *Hodorov, E. I.; Krasenyikos, M. N.; Sajdjuk, V. K.*: Forgókemencék kalcináló zónáihoz szolgáló hőkicszerelők. Cement 1954. 3. sz. 6—9.
- (24) *Mazurov, D. Ja.*: Ekraunizáló hőkicszerelők. Cement, 1954. 4. sz. 8—10.
- (25) *Gerhard Böcking*: Automatische Regelung des Brennprozesses im Drehofen. Silikattechnik, 1954. 5. sz. 219—226.
- (26) *Hodorov*: Forgókemencék égetési folyamatának automatikus szabályozása. Építőanyag, 1954. 3. sz.
- (27) *Gutschik, K. A.*: Iwther Expands Davenport Plant. Pit and Quarry, 1954. 1. sz. 86—95.
- (28) *Ilina, N. V.*: A forgókemence vízhűtésének be-
- folyása a kéregképződésre. Cement, 1954. 1. sz. 20—24.
- (29) *G. Rosenbald*: Radiale Deformation der Drehofenmäntel. Zement-Kalk-Gips, 1954. 7. sz. 130—136.
- (30) *G. Ruppert, E. Grimm*: Über die Bildung und Messung von Wasserstoff im Abgas des Zementdrehofens. Zement-Kalk-Gips, 1954. 9. sz. 326—330.
- (31) *Anselm*: Tüzelőanyag befolyása a cementégetésre. Revue des Matériaux, 1954. 163. sz.
- (32) *W. E. Dixon Jr.*: Forgókemence üzemeltetése. Industrial and Engineering Chemistry 1954. július 1436—1441.
- (33) *E. Spohn*: Der Schachlofen von Morgen. Zement-Kalk-Gips, 1954. 11. sz. 409—415.
- (34) *Krüllov, Sz. M.; Schumacher, L. A.*: A forgókemencék elektromos portalanítójának fémköpenye. Cement, 1954. 1. sz. 25—27.
- (35) *Grazsdamszkij, Sz. A.*: Porvesztőség csökkentése az újjáépített kemencékben. Cement 1954. 2. sz. 3—6.
- (36) *Elias, M.*: Cementgyárak portalanításáról. Stavivo, 1954. 7. sz. 237—239.

## A téglaiipar fejlődése a felszabadulás óta

REJTŐ GYÖRGY

A cikk a felszabadulást közvetlenül követő állapotról kiindulva ismerteti a téglaiipar fejlődését. Egybeveti az 1938-as évvel előbb a hároméves terv végéig, majd az első ötéves tervben elért termelési eredményeket.

Foglalkozik az állóeszközök növekedésével, szembeállítva ezt az elért termelés-emelkedéssel. Részletezi a bányamunkák gépesítését, a bányák helyzetét, a prések kihasználása, a levágás automatizálása, a belső anyagmozgatás terén elért fejlődést, a szárítás helyzetét, a kemencekihasználás alakulását.

A termelékenység alakulására összehasonlítható mutatókat ad. Végül taglalja az önköltség és az árak alakulását, utóbbit egyrészt 1938-hoz, másrészt 1949-hez viszonyítva.

A háború következtében a gyáripar létesítményeinek és termelőképességének majdnem felét, anyag- és gyártmánykészletének pedig még ennél is nagyobb hányadát vesztette el. A kő-, agyag- és üvegipar, amelynek keretébe a háború előtti iparcsoportosítás szerint a téglaiipar is tartozott, összes gyárai kapacitásának 29,4%-át vesztette el a háborús károk folytán. Ha azonban azt vizsgáljuk, hogy a ténylegesen károsult gyáraknál ez az arány miként alakul, úgy a kapacitásvesztéséget 48%-ra becsülhetjük.

A veszteségeket illetően fogalmat alkothattunk magunknak, abból is hogy míg 1938-ban 289 téglá- és cserépgyár volt üzemben, 1945-ben csak 52 gyár vette fel a termelést.

A téglaiiparnak a felszabadulás utáni időben felmérhető feladatait illetően talán elég a következő néhány számot tekintetbe venni: A háborús épületkárok teljes összege több mint 4 milliárd pengőre rúgott. Ebből lakóházakra 1860 millió pengő esett, mely összegnek kétharmad részét tették ki a budapesti lakóház-károk. A budapesti lakások 80%-a szenvedett kárt, a szobák 23,7%-a használhatatlan volt. Nyilvánvaló, hogy ezek

helyreállítása elsőrendű szükséglet volt és ahhoz mindenekelőtt téglá és cserép kellett.

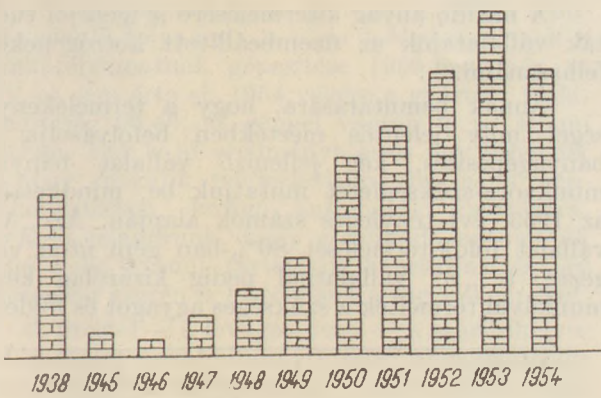
A helyreállítás szakaszában, a hároméves terv végéig téglagyáraink termelése a mélypontról fokozatosan emelkedett ugyan, de még távolról sem érte el a háború előtti, 1938. évi színvonalat. A téglatermelés ebben az időszakban a következőképp alakult:

Év	Téglatermelés az 1938. évi termelés százalékában
1938	100,0
1945	12,2
1946	11,4
1947	27,0
1948	40,2
1949	61,2

Ugrásszerű fejlődés következett az 1950. évben, amikor is a hazai téglagyárak termelése elérte, sőt meghaladta az 1938. évi szintet. Az ötéves terv keretében előirányzott és túlnyomóan 1950. évben megindult hatalmas építkezések téglaszükséglete ekkor jelentkezett. Ettől kezdve a téglatermelés hatalmas fejlődésnek indult. Az 1938. évhez és az első ötéves terv házisdőszakához, 1949-hez viszonyítva, a következő fejlődést láthatjuk:

Év	Téglatermelés	
	1938. termelésének	1949. százalékában
1950	123,0	201,0
1951	141,0	230,3
1952	178,5	291,7
1953	215,9	352,8
1954	179,1	292,7

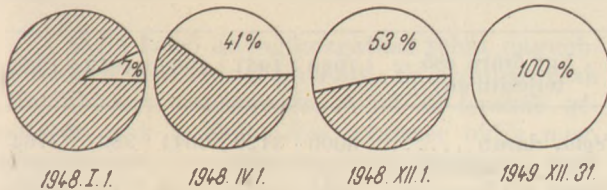




1. ábra

A téglaiipar lényegesebb felfejlődése az állami tulajdonbavétel után indult meg. Állami tulajdonban vagy kezelésben volt :

1948-ban .....	34 téglagyár
1949. I. 1-én .....	35 téglagyár
1949. XII. 1-én .....	72 téglagyár
1949. XII. 31-én .....	156 téglagyár



2. ábra

Míg a felszabadulás előtt az építőipar túlnyomóan téglaszerkezeteket alkalmazott, a felszabadulás óta jelentős tért hódítottak a betontermékek. Különösen a nagyüzemi előregyártás és a helyszíni előregyártás különböző módszereinek alkalmazása segítette hozzá az építőipart a fokozódó szükségletek kielégítéséhez és műszaki elmaradottságának felszámolásához. Hogy ennek ellenére a téglaiipar feladatai változatlanul jelentősek, arra nézve elegendő azt megemlíteni, hogy különösen az 1953. júliusi kormányprogram óta nagy ütemben megindult lakásépítkezések — mind állami, mind magánérdekből — ismét a téglai igényesebb építkezéseket hozták előtérbe.

Jellemző erre a két érintett iparágnak, a téglai és betonelemgyártó iparnak az összes építőanyagipari termelésből való részesedése, amit a következő számok mutatnak :

Év	A teljes építőanyagipari termelésből	
	a téglaiipar	a betonelemgyártóipar
	részaránya százalékban	
1935	31,2	4,5
1939	27,8	4,8
1949	16,8	7,9
1953	21,1	26,7

A betonelemgyártó ipar adatai nem tüntetik fel a helyszíni előregyártást, hanem kizárólag a beton- és cementáruipari üzemek termelését.

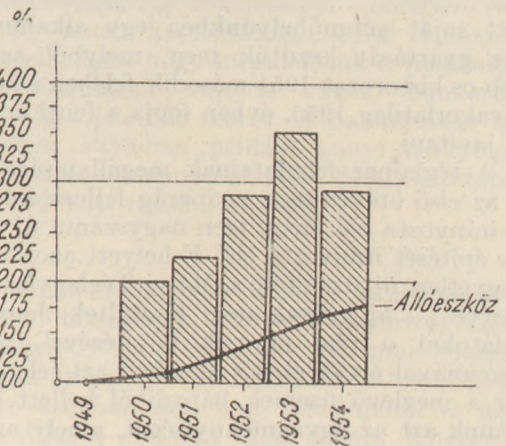
\*

A téglaiipar állóeszközeinek, termelőberendezéseinek bruttó (új) értéke 1949 óta a következőképp fejlődött :

1949. %-ában	1949	1950	1951	1952	1953	1954
	100,0	102,6	113,4	133,3	154,9	167,6

Az állóeszközök évről évre javuló kihasználását az állóeszközállomány és a termelés fel-futásának egybevetett görbéi szemléltetik.

\*



3. ábra

A termelésnél az 1954. évi visszaesés a múlt év rendkívül kedvezőtlen időjárási viszonyainak és a téglaiiparban erősen megnyilvánult munkaerőhiánynak tulajdonítható elsősorban.

A téglagyártás technológiai menetének sorrendjében, az egyes munkafázisok és üzemrészek szerint igyekszünk bemutatni, hogy mely körülmények tették lehetővé a termelésnek ezt a hatalmas arányú felfutását. Azt is bemutatjuk, hogy a téglaiipar műszaki színvonala, gépesítése miként alakult. Rátérünk olyan kérdésekre, amelyek általános népgazdasági szempontból fontosak, mint a termelés területi megoszlása, a lakosság felé kibocsátott téglai és cserépmennyiségek alakulása. Foglalkozunk végül a termelékenység alakulásának kérdésével és az önköltséggel.

\*

A téglaiipar nyersanyaga : a gyárak bányáiban kitermelt agyag. A kitermelés a felszabadulás előtt gyakorlatilag teljesen kézi erővel folyt, csupán elvétve, egy-két téglagyárban találhattunk erre alkalmas *bányagépeket*.

A termelékenység növelésének és a nehéz fizikai munka kikapcsolásának kézenfekvő útja volt a bányamunka gépesítése. Nagyobb mértékben



1951-ben indult meg a téglagyári bányákban az ötéves terv beruházási programja keretében üzembehelyezett kotrógépek munkája. Ebben az évben a szükséges agyag és földmennyiség 33%-át termeltük már géppel. A géppel termelt mennyiség emelkedését a következő grafikon mutatja:

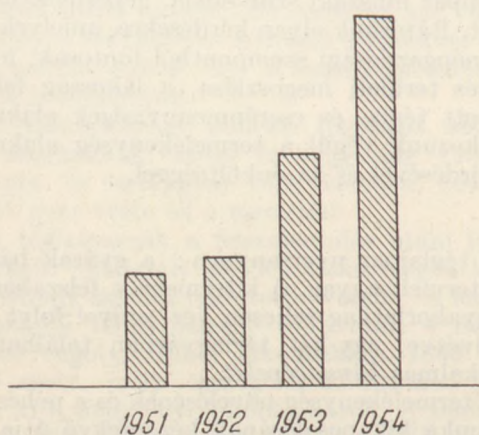
Géppel kitermelt agyag és földmennyiség az összes kitermelt mennyiség %-ában	1951	1952	1953	1954
	33,4	29,8	25,9	25,3

Mint ebből látható, a bányagépesítés fejlesztése nem tartott lépést a termelés felfutásával. Ennek arányában további kotrógépekre van szükség, amelyek beállítása folyamatban van.

Megjegyzendő, hogy az 1951. évben üzembehelyezett külföldi kotrógépek nem bizonyultak teljes mértékben alkalmasnak a téglaiipar céljaira. Ezért saját gépműhelyünkben egy alkalmasabb típus gyártását kezdtük meg, melyből az első 10 db-os kissorozat 1954 második felében elkészült és gyakorlatilag 1955. évben fogja a fenti arányokat javítani.

A téglaiipar feladatainak megállapítása mellett az első ötéves terv az iparág fejlesztését olyképp irányozta elő, hogy igen nagyszámú új téglagyár építését irányozta elő. E helyett azonban — az egyetlen új üzemtől, a Mályi Téglagyártól eltekintve — új gyárak nem létesültek, hanem a feladatokat a régi üzemek bővítésével, rekonstrukciójával értük el. Ez azonban azt jelentette, hogy a meglévő üzemek bányáiból kellett kitermelnünk azt az agyagmennyiséget, amely az első ötéves terv termeléséhez szükséges volt. A bányák tehát jelentősen eltávolodtak a gyárak törzsétől: a préháztól és a kemencéktől. Ezenfelül évről évre fokozódott a bányafalak meddőrétegének nagysága. Ez természetesen az agyagkitermelés költségeit növelte és a termelékenységi mutatókat is rontotta. A *meddő anyag* aránya 1951 óta a következőképp változott:

Meddő anyag a teljes kitermelés százalékában ..	1951	1952	1953	1954
	10,9	10,4	14,6	23,3



4. ábra

A meddő anyag kitermelésére is igen jól tudták vállalatunk az üzembeállított kotrógépeket felhasználni.

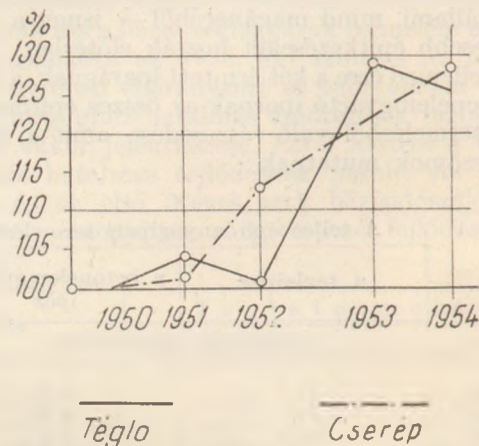
Annak bemutatására, hogy a termelékenységet mily jelentős mértékben befolyásolja a bányagépesítés, két jellemző vállalat bányamunkaóra-szükségletét mutatjuk be, mindkettőt az 1953. évi tényleges számok alapján. Az „A” vállalat földkitermelését 80%-ban gépi úton végezte, a „B” vállalatnál pedig kizárólag kézi munkával termelték a szükséges agyagot és földet.

	1000 db téglára eső bányamunkaóra szükséglet
„A” vállalat (gépi) ...	3,8
„B” vállalat (kézi) ...	6,6

A téglá és cserép prések kihasználására jellemző az egy tényleges présórára eső termelt mennyiség alakulása. Eltekintve a téglatermelés már említett 1945. évi visszaesésétől, mind a téglá-, mind a cseréppréseknél egyenletes emelkedést láthatunk.

Egy órára eső teljesítmény	1950	1951	1952	1953	1954
Tégla, darab .....	3000	3120	3041	3892	3764
1950 százalékában	100	104,0	101,4	129,7	125,5
Cserép, db .....	1050	1077	1183	1286	1358
1950 százalékában	100	102,6	112,7	122,5	129,3

Ezt a kétségtelenül igen szép eredményt lefontja az a körülmény, hogy a prések állásorái évről évre szinte azonos szinten mozognak és javulást ezen a téren felmutatni nem tudunk. A tervszerű megelőző karbantartás rendszerének kiépítésével kell ezen a területen a helyzetet megjavítanunk, de egyéb intézkedések is szükségesek a prések üzemidejének jobb kihasználására (agyagtárolás megszervezése a kisebb esők idején folytatható gyártás érdekében, munkaszervezési intézkedések stb.)



5. ábra



A téglaiiparnak egyik igen nehéz fizikai munkát igénylő folyamata a téglá levágása. Ennek a munkafolyamatnak gépesítése 1950-ben még az 50%-ot sem érte el. 1954 végére a gyártott téglamennyiség 96,4%-át géppel vágták le az állami iparban. Ezt a jó eredményt csak úgy érthettük el, hogy magunk rendezkedtünk be, saját gépműhelyeinkben, levágó automaták gyártására. További feladatunk, hogy a működő automaták mellé kellő számú tartalékot képezzünk és így üzemzavar esetén is biztosítsuk a tartalékgepeket.

A préstől — a levágás után — a szárítóhelyre kell a téglát továbbítani. A *belső anyagmozgatás* gépesítésére több lehetőség van, azonban ezek mindegyike számottevő beruházási igénnyel jár (Keller-mozgatás, himba- és szalagtranszportok, sínes vontatás körforgalomban). Mindezeket tekintetbe véve, az összes nyers téglá- és cseréptermelekből kézzel továbbított mennyiség részaránya a következőképp alakult 1951 óta:

Az összes nyersgyártás százalékában .....	1951	1952	1953	1954
Tégla .....	64,2	66,6	60,4	56,0
Cserép .....	15,0	19,5	19,5	17,8

A téglá belső anyagmozgatása tehát nagyobbik felében gépi erővel történik. Ez azonban csak a továbbításra vonatkozik. A fel- és lerakás gépesítését csak a Keller-féle rendszer oldja meg, ami 1954-ben is a nyerstéglamennyiségnek csak kerekén 17%-ára terjedt ki. Cserépnél a kézi arány emelkedése látható 1951-ig, gyel szemben, aminek oka az, hogy a cserépszükséglet fokozódása következtében olyan gyárakban is átálltunk cserépgyártásra, ahol a belső anyagmozgatás gépesítése megoldva nincs.

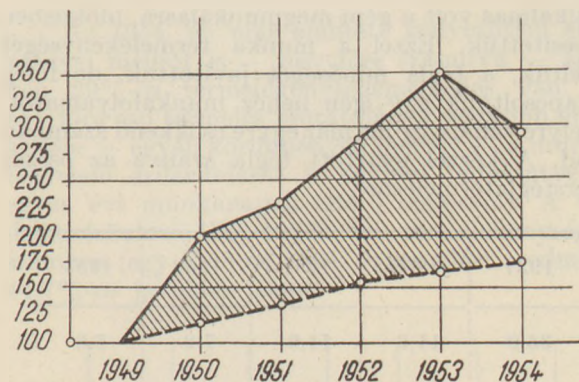
A téglaiipar szűk keresztmetszete a *szárítás*. Ez 1949 óta mindinkább kidomborodik, mert a szárítóterület növekedése nem állott arányban a termelés felfutásával és az iparral szemben támasztott követelményekkel.

A szárítóterület növekedése az 1949., illetve 1951. évi állapothoz viszonyítva:

	100 : 1949	100 : 1951
1949 .....	100	
1950 .....	120	
1951 .....	135	100
1952 .....	154	113
1953 .....	160	121
1954 .....	163	124

Ha ezt a termelés felfutásához hasonlítjuk, akkor rögtön nyilvánvalóvá válik, hogy egyre több téglát kell szabad ég alatt bankettákon szárítanunk.

A *bankettán* szárított téglá az 1952—54. években kerekén a teljes nyerstéglatermelés  $\frac{1}{3}$  részét tette ki. Ez a helyzet mindaddig nem változhat, amíg számottevő szárítóépítkezéseket nem kez-



Termelés Szárítók Bankettás szárítás növekedése  
6. ábra

dünk. A szárítóépítkezések nemcsak azt jelentik, hogy technológiailag tökéletesebb módszert vezetünk be, hanem kapacitásnövekedést is hoznak olyan értelemben, hogy megmentjük a pusztulástól az időjárásnak teljesen kitett, bankettán száradó téglá jelentős részét. A bankettázás következtében 1953-ban például annyi nyerstégla ment tönkre, amennyiből kb. 2400 kétszobás családi ház lett volna felépíthető.

\*

A téglaiiparnak igen komoly problémája a *meghajtóerő* biztosítása. 1951-ben a gyártott téglamennyiség 30,8%-át termeltük villamos energiával. Ez az arány 1954-re felemelkedett 43,5%-ra. Tekintve azonban azt, hogy kazánjaink és gőzgépeink átlagos életkora igen magas, feltétlenül népgazdasági érdeket képez, hogy a villamosítást tovább kiépítsük.

A téglaiiparban lévő villanymotorok száma 1949-ről 1953 végére 94,5%-kal, ezek teljesítőképessége 97,4%-kal emelkedett. Igen érdekesen változott azonban az egy elektromotorra eső teljesítőképesség kW-ban, a következőképpen:

	1935	1939	1949	1953
kW	14,2	13,4	10,7	10,9

Ez a csökkenés a villamosításon belül azt a törekvést fejezi ki, hogy gyáraink mindinkább rátérnek az egyedi meghajtás alkalmazására. Az egyedi meghajtási mód révén ugyanis az üzemvitel lényegesen könnyebb, a sebesség-átvitel és szabályozás egyszerűbb, a gépek áthelyezése kisebb problémát jelent, amellet az állásidő csökkentését teszi lehetővé. A transzmissziós rendszernél ugyanis bármilyen üzemzavar a transzmisszióra kapcsolt valamennyi gép leállítását eredményezi, míg egyedi meghajtásnál az üzemzavart egy gépre szűkíthetjük.

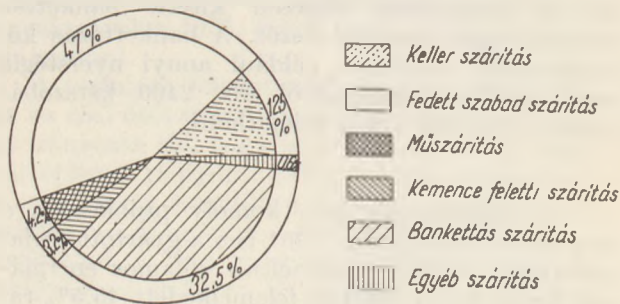
A téglaiiparban 1937-ben még a gyártott mennyiség  $\frac{1}{3}$ -át kézzel vetették. Azokat a kézi gyárakat, amelyeknek nyersanyaga csak félig-meddig



is alkalmas volt a gépi megmunkálásra, időközben gépesítettük. Ezzel a munka termelékenységét emeltük, a téglák minőségét javítottuk, de főleg kikapsoltunk egy igen nehéz munkafolyamatot, amelyre vállalkozó ma már egyre csökkenő számban akad. A kézzel gyártott téglák aránya az összes nyersgéglatermeléshez :

1937	1950	1951	1952	1953
35,0	11,6	11,0	7,2	5,6

A következő megoszlási grafikon azt mutatja, hogy a téglát, illetve cserepet milyen módon szárítjuk. (1954. évi állapot.) Mint az előbb már kimutattuk, a szárítóterület növelése nem állt arányban a termelés felfuttatásával és így a korábbi évekkel szembeni többletgyártás főként bankettás szárításként jelentkezik.



7. ábra

Legfontosabb termelőberendezéseink, a kemencék kihasználása a következőképp fejlődött :

	Termelés db/m <sup>3</sup> /nap	1949 százalékaiban	1950 százalékaiban
1949 .....	8,0	100	
1950 .....	12,0	150	100
1951 .....	15,4	199	128
1952 .....	19,1	239	159
1953 .....	22,3	278	186
1954 .....	19,2	240	160

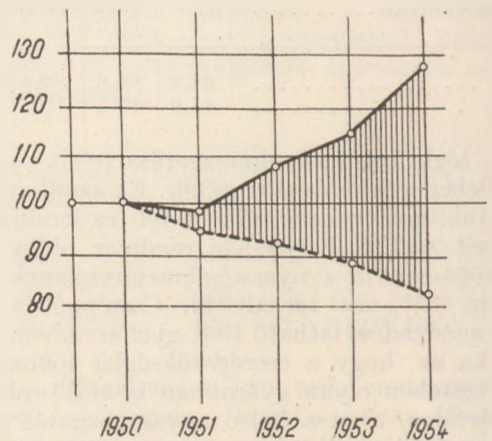
Ezt a fejlődést a szovjet sztahanovistáktól átvett (Duvanov- és Mazov-féle) gyorségetési módszerek elterjedésének köszönhetjük. A gyorségetéssel gyártott téglamennyiség aránya az összes égetéshez :

- 1950. —
- 1951. 34,6%
- 1952. 56,7%
- 1953. 69,9%

Iparágunk döntő anyaga a szén. Szénét égetéshez, illetve nyersgyártáshoz és műszárításhoz használunk. A fajlagos szénfelhasználás (1000 db téglára eső) kilogrammban és kalóriában, valamint az égetési szén átlagos fűtőértéke a következőképp alakul, ha 1950-et 100 nak vesszük :

	1950	1951	1952	1953	1954
<b>Égetés</b>					
Fajlagos szén, kg	100	98,7	108,1	114,5	127,1
Kalória .....	100	95,6	103,6	102,2	105,5
Átlagos fűtőérték	100	95,5	93,0	89,1	83,5
<b>Nyersgyártás .....</b>					
Fajlagos szén, kg	100	91,1	159,1	184,1	221,4
Kalória .....	100	74,1	120,1	122,1	159,8
Átlagos fűtőérték	100	81,6	75,7	71,7	72,4

Ezekből a számokból mindenekelőtt az átlagos fűtőérték igen jelentős romlása tűnik ki. Az 1954. évi átlagos szénkeverék fűtőértéke égetési szénnél 16,5%-kal, kazánszénnél 27,6%-kal alacsonyabb az 1950. évinél. A gyengébb szének kihasználhatósága sokkal rosszabb. Ez megmutatik a fajlagos felhasználási adatokban, akár súlyban, akár kalóriában vizsgáljuk. A nyersgyártás és műszárítás együtt mért felhasználása visszatükrözi azt, hogy az ötéves tervidőszakban jónéhány műszárítót helyeztünk üzembe.



8. ábra

A téglák és cserep termelés megoszlása tájegységenként :

	1949-ben		1954-ben	
	tégla	cserep	tégla	cserep
	az összes termelés százalékában			
Dunántúl ....	36,7	31,5	35,0	23,5
Nagybuda pesti	38,7	26,4	25,1	29,5
Észak .....	6,9	7,0	9,6	4,8
Alföld .....	17,7	35,1	30,3	42,2

A termelés megoszlása természetesen a nyersanyagelőfordulás függvénye. A nyersanyag-szabta lehetőségek keretén belül lehet csak szó a fejlesztésről. Ennek alapján kedvezőnek mondható, hogy az Alföld (Duna—Tisza köze és a Tiszántúl) téglatermelését az összes termelés arányában kifejezve csaknem kétszeresére fokozhattuk. Ugyancsak kedvező — a vasúti szállítás szempontjából — az a körülmény, hogy Nagy-Budapest részesedése az országos téglatermelésben lényegesen csökkent. A cserep termelésnél még fokozottabban fennáll,



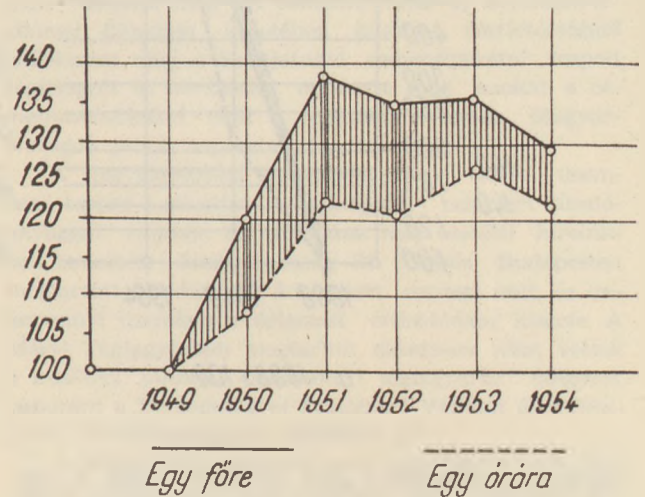
hogyan a nyersanyagelőhelyek szabják meg a telepítést.

A téglá- és cseréptermetés fokozása olyan helyeken, ahová ma távolról kell a téglát vagy cserépet szállítani, nemcsak az állami építkezések, hanem a lakosság ellátása szempontjából is fontos. Az új szakasz politikájának megfelelően fokozódott a lakosság felé forgalombahozott téglá- és cserépfélék mennyisége. A belkereskedelem útján a lakosságnak átadott építőanyag értéke — csak az állami téglá- és cserépgyárakra vonatkoztatva — megközelíti a félmilliárd forintot az 1954. évben. 1950 óta a lakosságnak átadott téglá és cserép mennyisége a következőképp változott:

1950 százalékában	
1950 .....	100
1951 .....	141
1952 .....	233
1953 .....	252
1954 .....	491

A termelékenység alakulása iparágunkban emelkedő ugyan, de nem kielégítő. Ez velejárója a téglaiipar jelenlegi helyzetének. Az elért gépesítési eredmények dacára a téglaiipar ma is rendkívül munkaigényes. A kemencemunka gépesítése műszakilag ma sem megoldott kérdés. A belső anyagmozgatásra vannak ugyan gépi megoldások, de ezek egyrészt nem váltották be a termelékenység területén hozzájuk fűzött reményeket (pl. a Kellerek), másrészt megvalósításuk olyan komoly beruházásokat igényel, hogy azokkal csak fokozatosan, lassú ütemben lehet számolni (pl. himbatranszportörös megoldás). A nagyméretű bankettázás szükségessé teszi a szabad szárítóhelyek előkészítését. A nyersgyártás nagymérvű fokozása olyan belső árumozgatást igényel (kazalozás), amelynek révén megfelelő helyen és módon tároljuk a téli égetéshez a nyerstéglát. A meddő föld kitermelésének már ismertett lényeges fokozódása a termelékenységi mutatókat rontja. Az évente visszatérő jelentős eső- és fagykarok nemcsak azt eredményezik, hogy a termelési érték a selejtképződés miatt kiesik, hanem oda is vezet, hogy az elázott vagy elfagyott nyerstéglátömeget el kell takarítani, ami szintén munkaerőt köt le, improduktív módon. Mindezek ellenére a termelékenység területén fejlődés tapasztalható. Az 1949. évi változatlan árak alapján számolva — tehát az első ötéves terv metódikája szerint — 1949 óta az egy főre és egy órára eső termelés a következő dinamikát adja:

Az 1954. év már említett kedvezőtlen eredményei mellett is — egy főre számítva — keréken 29%-os termelékenységemelkedés van. Az egy főre eső termelés mutatójának nagyobb emelkedése — egyéb körülmények mellett — a munkafegyelem szilárdulását is tükrözi (eltekintve az egyes évi munkanapok eltérő számától). A rendelkezésünkre álló 1938. évi termelékenységgel szemben (egy főre) az 1954. évben elért eredmény 44,7%-os javulást jelent.



9. ábra

Habár ez a kép nem kedvezőtlen, nem lehet kétséges, hogy jobb szervezéssel, az állások kihasználásával, erélyesebb vezetés révén a termelékenység területén is jobb eredmények lettek volna elérhetőek.

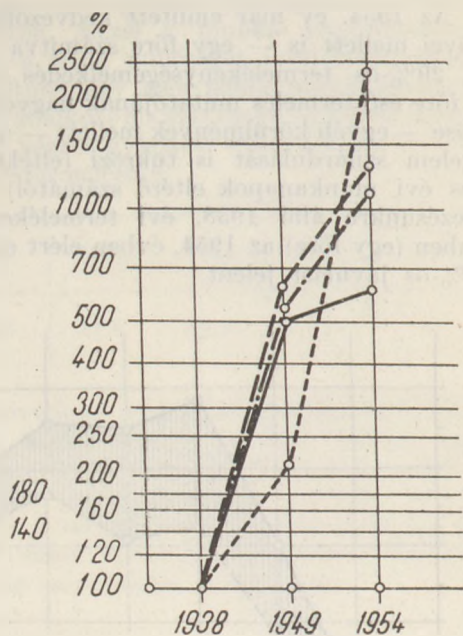
Az önköltség alakulása területén az összehasonlíthatóság megteremtése igen nehéz. Az öt év alatt igen sok anyagárváltozás volt; számottevően változtak a téglaiipar gyártmányainak hatósági egységei is. Bérpolitikai intézkedések és különböző bérügyi rendelkezések a bérhányadot változtatták. Pénzügyi szabályozás következtében a leírási hányad mértéke megváltozott. Ha mindezeket igyekszünk közös nevezőre hozni, megfelelő indexszámokkal az egyes éveket összehasonlíthatóvá tenni — annak tudatában, hogy ezek a számítások bizonyos hibaforrásokat elkerülhetetlenné tesznek — úgy az 1950. évi költség-szintet 100-nak véve, a téglaiipar önköltsége a következőképp alakult (a teljes termelés összes ráfordításai a termelési érték százalékában):

Year	1950	1951	1952	1953	1954
eső termelési érték alakulása 1949. év százalékában	100,0	94,0	96,2	95,4	106,5

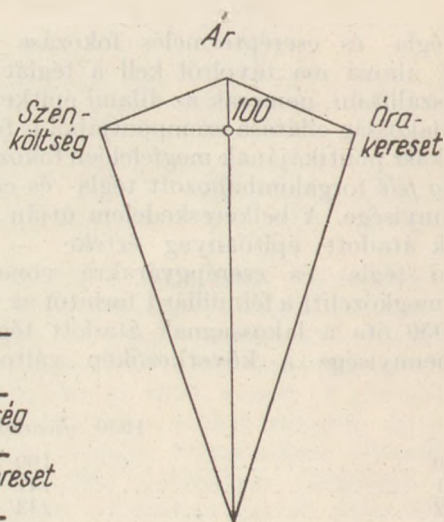
Figyelembe vettük a legkülönbözőbb címenek felmerülő korrekciókat és ezek alapján lényegében arra következtethetünk, hogy a termelés felfutása csak bizonyos határon belül hat csökkentően az önköltségre az állandó költségek jobb eloszlásán keresztül. (Lásd 1950-ről 1951-re

	Egy főre		Egy órára	
	eső termelési érték alakulása 1949. év százalékában			
1949 ....	100,0	100,0	100,0	100,0
1950 ....	120,6	107,6	122,0	107,6
1951 ....	139,0	122,0	122,0	122,0
1952 ....	134,9	120,6	120,6	120,6
1953 ....	135,6	126,5	126,5	126,5
1954 ....	128,9	121,3	121,3	121,3





a 1938 - 100



Téglaár  
 Szénköltség  
 Átl. órakereset  
 Amortizáció

b 1949 - 100

19. ábra

beállott csökkenést.) Ezt követően már a termelés felfuttatása olyan költségtöbbletekkel jár, amelyek a más vonalon jelentkező önköltségcsökkenést felelmeztik, sőt bizonyos önköltségemelkedés jelentkezik. Az 1954. évben az ismert kedvezőtlen körülmények miatt ez tovább fokozódott.

Önköltségi vonatkozásban tehát elért eredményeink nem kielégítőek. Nem menti ugyan a helyzetet, de némiképp magyarázatot ad erre a következő táblázat, amelyből egyrészt az tűnik ki, hogy míg a téglatermelését elsősorban befolyásoló tényezők milyen mértékben emelkedtek 1938-cal, illetve 1949-cel szemben, addig a téglatermelésével ezzel távolról sem tartott lépést. Az itt feltüntetett költségek (munkabér, szén amortizáció) a téglatermelésének kb. 80%-át teszik ki.

	1949	1954	1954
	1938 év	%-ában	1949 év %-ában
1000 db téglatermelői ár	500	658	132
1 q égetési szén átlagos ára	727	1067	147
Szénköltség			
1000 db téglához ...	665	1420	214
Átlagos órakereset ...	645	1337	207
Amortizáció			
1000 db téglára ...	222	2450	1105

Nyilvánvaló, hogy a 32%-kal emelt téglatermelői ár (1949-cel szemben) nem adhat fedezetet a 114%-kal emelkedett szénköltségre, valamint a kb. kétszeresére emelkedett munkabérre. Ezt a téglatermelés önköltségének megítélésénél tekintetbe kell venni.

SERÉNY JÁNOS:

### Díszítő szobrász-, műkő-, márvány- és műkőmunkák kivitelezése

A szakma sajátossága, hogy némely ágazatában nem fejlődött túl a régi kézműves termelés keretein, más területén viszont utat tört már a gépesítés. A szerző ezeknek a szempontoknak figyelembevételével gazdagon illusztrált, hasznos gyakorlati és elméleti útmutatást ad a szakma dolgozóinak.



## Egyesületi hírek

A Magyar-Szovjet Barátsági Hónap keretében Egyesületünk 17 előadást szervezett. A témák nagyobb része szovjet tapasztalatokat, vagy azoknak alapján kidolgozott hazai eredményeket ismertetett. A Finomkerámiai szakosztály előadásáról, melyet *Farkas Ödön* tartott, már beszámoltunk. A szakosztály másik előadása a Pécsi Porcelángyárban *dr. Déri Márta* műegyetemi docens: „Piezoelektromos kerámiai anyagok“ volt. Az előadás ismertette a szigetelőanyagokban elektromos tér hatására bekövetkező polarizáció fajtáit és ezzel kapcsolatban a legújabban megismert seignette elektromos anyagszoptok tulajdonságait. Kerámiai anyagok piezoelektromos voltánuk alapproblémáját részletezte, amely abban áll, hogy a kerámiai szigetelőanyagoknak lehetőleg nagyszimmetriájú kristályrendszerbe tartozó seignette elektromos anyagnak kell lennie. A megoldást báriumtitanát alapú kerámiai rendszerek adják. Az előadás ezután báriumtitanát és szálalékainak ismertetésére terjedt ki. A hozzászóló *Koncz István* műegyetemi docens, a piezoelektromos kerámiai anyagok ipari alkalmazásának lehetőségeire mutatott rá. Ez az alkalmazás három nagy csoportba osztható: mint ultrahang generátor rezgőelemei, mint dielektromos erősítők és mint nagykapacitású kondenzátorok. — A hallgatók érdeklődése különösen az ultrahang-generátorban történő alkalmazásra irányult, a rezőelemek olyan kiképzése miatt, amely az ultrahang hullámok fókuszálását lehetővé teszi. A továbbiakban élénk vita alakult ki a legmegfelelőbb kristályszerkezetek kerámiai megmunkálás útján történő kialakítási lehetőségeire vonatkozóan. A vita érdekességét emelte, hogy az előadó a problémára fizikai-kémiai, *Mattyasovszky Zs. László* főmérnök kerámiai és *Koncz István* metallográfiai szempontból igyekezett feleletet keresni.

Fenti előadást *dr. Déri Márta* Budapesten a Kőbányai Porcelángyárban is megtartotta igen nagy számú hallgatóság érdeklődése mellett. A cementszakosztály hat üzemben tartott előadást „A cement- és mészipar fejlődése az első ötéves tervben“ címmel. Előadók voltak: *Holecz Balázs, Talabér József, Beke Béla, dr. Wessely Imre, Varga Imre*. Valamennyi előadás foglalkozott az első ötéves tervben a cementtermelés fokozásának kérdésével, valamint a minőség megjavítása terén elért eredményekkel. Ezen a vonalon megemlíti az előadás, hogy a cementipar nagy utat tett meg a minőség megjavítása terén. A heterogén cementek bevezetésének bizonytalankodásai után az ipar határozott irányban fordult a nagyszilárdságú cementek felé és hogy jó úton jár, bizonyítják a felhasználó iparok elismerései és a nagymértékű, kiváló minőségű exportszállítások. A mészipar fejlesztésével kapcsolatban megemlítette az előadás, hogy a bélapátfalvai mészkemencék ma az ipar legjobb és leggazdagosabb berendezései és a mészipar fejlődésének elvi irányát (az emberi munkaerő kíméletlen igénybevételének megszüntetése és a szénenergia pocsékolásának felszámolása) hosszú évekre előre kijelölték.

Az előadásokat az üzemek dolgozói komoly érdeklődéssel hallgatták, márcsak azért is, mert sokat tanultak belőle és az előadók megmutatták a soronkövet-

kező feladatokat is. A nagyobb üzemekben, mint Hejőcsaba, ahol kb. 100 dolgozó, Bélapátfalván 140 dolgozó és a Lábatlani Cementgyárban kb. 90 dolgozó hallgatta meg az előadásokat, valamint az ezzel kapcsolatos Magyar-Szovjet Barátsági Hónap méltatását és a Szovjetuniótól kapott segítség ismertetését.

A Cementszakosztály Központi M. Sz. B. H. előadását *Bereczky Endre* professzor, Egyesületünk elnöke tartotta meg „A cementkutatás új eredményei“ címmel. Előadása keretében különös részletességgel emlékezett meg a Szovjetunió cementiparától kapott segítségről és névszerint említette meg azokat a cementmérnököket, akik a legutóbbi években Magyarországon jártak tapasztalatátadás céljából.

A Durvakerámiai szakosztály négy vidéki üzemben tartott előadást „Téglaégetés bekevert tüzelőanyaggal“ címmel. Az előadások már ezelőtti híreinkben ismertett *Mattyasovszky Zs. Tamás* Budapesten megtartott előadásának kibővített anyaga volt, és valamennyi üzemben a dolgozók érdeklődése kísérte. A Mályi Téglagyárban megtartott előadáson részt vettek a miskolci, putnoki, görömbölyi téglagyárak dolgozói, valamint a Borsodmegyei Építőipari Vállalat és a Diósgyőri Tűzállóanyaggyár küldöttei is.

A Kőbányász szakosztály az uzsai és a szobi Kőbánya Vállalatnál tartott előadást, mely a Zsirnóvi kőbánya berendezését és működését ismertette. Az előadás kiemelte, hogy a zsirnóviak a munka termelékenységének igen magas fokát nem a dolgozók számának és fizikai erejének fokozásával, hanem a gépek legszélesebbkörű alkalmazásával, a célszerű és gondos munkabeosztással, a szocialista munkaverseny hatalmas lendületével érték el. Megragadta a hallgatók figyelmét az a nagy precizitás és nagy gondosság, amellyel a zsirnóviak technológiájukat kifejlesztették megtalálták, a kő mosását helyettesítő előválasztó berendezés legcélszerűbb összeállítását. Ezenkívül nagytömegű kőjövésztés kérdésének megoldása nagyteljesítményű fúróberendezésekkel, továbbá a legnehezebb munkát teljesen kiküszöbölő gépi rakodás, az újszerű osztályozás, végül a korszerű 10 napi tartalékot is megengedő tárolási lehetőség érdekelte a legjobban a hallgatóságot.

Április 7-én felszabadulásunk 10 éves évfordulójának megünneplésére klubest rendezett az Egyesület, melyen *Bereczky Endre* professzor, az Egyesület elnöke tartott előadást „Az építőanyagipar 10 éve“ címmel és *dr. Korányi György*, Egyesületünk főtítkára beszámolt lipcsei tanulmányútjáról, vetített képekkel. A jelenlévők örömmel fogadták a klubest programját, mert *Bereczky* professzor előadásából átfogó képet kaptak nagy vonalakban az elmúlt 10 év fejlődéséről és megismerték a még fennálló hiányosságokat, — *Korányi* főtítkár lipcsei beszámolója pedig igen szívesen és élvezetesen tárta a hallgatóság elé — mind az öt iparágban tapasztaltakat. Ismertette a vásár eredményeit és bírálta a hiányosságokat, melyeknek kijavításához a jövőben Egyesületünk is hozzájárulhat, ha megfelelő javaslatokat tesz a kiállítás rendező és szervező külkereskedelmi szervek felé.

A Cementszakosztály április 13-i klubestjén Kiss



Károly főmérnök tartott előadást „Az azbesztcement-gyántmányok minőségi kérdései” címmel. Az előadáson részt vettek a felhasználók és élénk vita alakult ki. Ugyancsak ezen a klubesten került bemutatásra a szakosztály által készített „50 éves Eternit Művek” című keskenyfilm, mely bemutatta az Eternit Művek fejlődését. A kb. 1½ órás film igen komoly élvezetet nyújtott a klubest résztvevőinek és a siker arra indította a film készítőit, hogy újabb filmet készítsenek, mely szakmai vonatkozású és az iparban dolgozók érdeklődésére számot tarthat.

Az Üvegszakosztály április 15-i klubestjén *Porubszky Jenő* tartott beszámolót „Üvegek feszültségvizsgálata a retardációs eljárással” címmel. A beszámolót élénk vita követte és a jelenlévők megállapodtak abban, hogy a további eredményeket újabb klubest keretében vitatják meg.

A Durvakerámiai szakosztály április 22-i ülésén *Sasvári György* kutatómérnök tartott előadást „Hazai kísérletek és az újabb fejlődés irányvonalai a durvakerámiai műszárítás terén” címmel, a megjelentek nagy érdeklődésétől kísérve.

A Finomkerámiai szakosztály április 29-i ülésén *Korach Mór* professzor tartott előadást „A Kervit csempegyártás elmélete és technológiája” címmel. Az előadás ismerteti, hogy e csempe előállításának lényege, hogy alkalmazza eddig világvizonylatban a csempegyártásnál sehol sem hasznosított harmadik technológiát, az öntési eljárást. A megoldás forradalmi újítás; kényszeríti egy ötletes tapasztó-elválasztó réteggel a csempe anyagát, hogy száradás és égetés alatti zsugorodása csak egyirányú legyen a többi dimenzió rovására. Mindezt összekapcsolja a porozitás 1—2%-ra való csökkentésével, ami biztosítja a maradandó hajszálrepedés-mentességet és a fagyállóságot. — Lé-

nyegbevágó, hogy a gyártási, de jelentős mértékben a beruházási költséget leszállítja a jelenleg csempegyártáshoz alkalmazott technológia hét gép, illetve berendezés egységének mellőzésével. Nincsen szükség membránszivattyú, szűrősajtó, masszaszárítás, aprítás (kolerozás), préseles, újabb szárítás és zsengelésre. Mindezt pótolja a csempeázológép továbbfejlesztéséből kialakított öntőgép. — *Korach* professzor elmondta, hogy előbb nem az elméletet állította fel, hanem az anyag, a technológia megalkotása közben és után dolgozta ki azokat a fiziko-kémiai elméleti alapokat, melyek összhangban a gyakorlattal, biztosítják a gyártás biztonságát. Előadása bizonyítja, hogy céltudatos, következetes, nem lankadó munka, lehetővé teszi sokak által előzetesen sikertelennek minősített probléma megoldását. Azok az olasz és francia gyárak, melyek több mint egy évtizede a Kervit csempeket gyártják, tanúsítják e tétel igazát.

Egyesületünk vezetősége áprilisban klubesten vendégül látta a hazánkban tartózkodó lengyel építőanyagipari küldöttséget. Vendégeink is és a klubesten résztvevő tagjaink azzal a megállapítással mentek el, hogy igen eredményes volt a megbeszélés, sok olyan tapasztalattal gazdagodtak úgy a magyar, mint a lengyel szakemberek, melynek ismerete előbbre viszi mindkét részről a munkát. Májusban a csehszlovák kőbányaipari küldöttséget láttuk vendégül, ahol ugyancsak ilyen tapasztalatokat szereztek a résztvevők. Úgy a lengyel, mint a csehszlovák szakemberekkel megállapodás történt, hogy szorosabb műszaki kapcsolatot fognak fenntartani. Nagy érdeklődéssel foglalkoztak lapunkkal, és az őket érdeklő cikkekkel, és megígérték, hogy küldenek minket érdeklő cikket, vagy kiadványt az ott megjelenő szaklapokból.

Az Áruraktározási Hivatal — mint az országos raktárgazdálkodás szakirányító szerve — és a Csomagolástechnikai Gazdasági Iroda a tárolási és csomagolási veszteségek csökkentése érdekében a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségével együttműködve tervbevette egy „RAKTÁROZÁS ÉS CSOMAGOLÁSTECHNIKA” c., egyelőre kéthavonként (majd havonként) megjelenő szakfolyóirat kiadását.

A tervezett lap foglalkozni kíván az időszzerű raktározási és raktárgazdálkodási problémákkal, a tapasztalatcserével és népgazdaságunk legfontosabb, legnagyobb mennyiséget képező áruφέlésegeinek helyes csomagolási elő-

írásaival, csomagolóanyag-kérdéseivel. Súlyt helyez majd a folyóirat az áruvédelemmel, ezen belül a raktározással, raktárgazdálkodással, csomagolással foglalkozó szakemberek szakmai tudásának rendszeres továbbfejlesztésére.

A folyóiratot csak abban az esetben adhatjuk ki, ha a szakemberek körében megfelelő érdeklődés mutatkozik annak előfizetésére. Ezért kérjük mind a vállalatokat és intézményeket, mind az egyéni érdeklődőket, közöljék a MTESZ Központi Tervgazdasági Bizottságával a tervbevett lap megrendelésére vonatkozó szándékukat. A lap ára példányonként előreláthatólag 3—4 Ft lesz.



# A MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ KIADÁSÁBAN MEGJELENT LEGÚJABB SZAKKÖNYVEK

## **Építőgépközelők könyve III. Építőgépek**

Az emberre háruló nehéz fizikai munka csökkentése az építőiparban is egyre nagyobb teret biztosít a gépesítésnek. Az építőgépek alkalmazásához és szakszerű kezeléséhez nyújt segítséget a szakmunkásoknak az Építőgépközelők könyve, amelynek most megjelent III. kötete a könnyűgépek típusainak csoportjait, szerkezetét, működését, kezelését, karbantartását tárgyalja

602 lap

Ára kötve 65,— Ft.

\*

*Serény János:*

## **Díszítő szobrász-, műmárvány- és műkőmunkák kivitelezése**

A címben megjelölt szakma sajátossága, hogy némely ágazatában nem fejlődött túl az apáról fiúra szálló kézműves termelés keretein. Más területén viszont utat tört már a gépesítés — a betontechológia alapos ismeretét követelő termelési mód. A szerző ezeknek a szempontoknak figyelembevételével gazdagon illusztrált, hasznos gyakorlati és elméleti útmutatást ad a szakma dolgozóinak.

124 lap

Ára kötve 22,— Ft.

\*

## **A magyar betonacélgyártás helyzete**

Az építőiparban egyre nagyobb tért hódít az előregyártott és a feszített vasbetonszerkezetek alkalmazása. Ez tette szükségessé, hogy a magyarországi betonacélgyártás helyzetének megvitatására, a hibák feltárására és orvoslására ankétot hívjanak össze. A kiadvány az ankét anyagát ismerteti.

92 lap

Ára fűzve 15,— Ft.

\*

## **Budapest városépítészeti kérdései**

Budapest szocialista várossá fejlődése előtérbe helyezte a főváros rendezésének kérdését. A Budapesti Városrendezési Tervező Iroda terveinek megvitatására 1953 novemberében ankétot tartottak. A könyv az ankét anyagát tartalmazza.

152 lap

Ára fűzve 25,— Ft.

\*

*Denke László:*

## **Földmunkagépek II.**

A földmunkagépek szakszerű üzemeltetése megköveteli a leggondosabb kezelést és karbantartást. A könyv a kezelő és üzemeltető személyzet részére ismerteti a fontosabb földmunkagépek szerkezetét és technológiáját, a TMK előírásokat és a munkavédelmi szabályokat.

320 lap

Ára kötve 58,— Ft.

A fenti könyvek beszerezhetők  
az ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT könyvesboltjaiban



# Megjelent

KARSAY SÁNDOR :

## **Kőművesmunka**

A második kiadásban megjelent munka az alapfogalmakból kiindulva részletesen ismerteti a különböző — a kőművesmunkák során előforduló — számtani és mértani műveleteket. Ezután a kőművesmunkák tárgyalására tér és ennek keretében megismerteti az olvasót az épület szerkezeti részeivel, a felhasználásra kerülő anyagokkal, a téglafalazatokkal és azok kivitelezésével, a kitűzési és földmunkákkal, a vakolásokkal, az építőipari gépekkel, a betonozási munkákkal és a tervekkel, valamint tervolvasással. A függelékben a balesetelhárítási és biztonsági előírásokat, valamint a munkaszervezés és munkavezetés elveit részletezi. Az építőipari dolgozók a könyv segítségével könnyen elsajátíthatják a továbbképzéshez szükséges elméleti kérdéseket és ennek alapján gyakorlati munkájukat jobbra, könnyebbé tehetik.

224 oldal

Ára füzve 15.— Ft

## **A magyar betonacélgyártás helyzete**

Az építőiparban egyre nagyobb tért hódít az előregyártás és a feszített vasbetonszerkezetek alkalmazása. Ez tette szükségessé, hogy a magyarországi betonacélgyártás helyzetének megvitatására, a hibák feltárására és orvoslására ankétot hívjanak össze. A kiadvány az ankét anyagát ismerteti.

92 oldal

Ára füzve 15.— Ft

I. A. FIZDEL :

## **Beton és falazott szerkezetek hibáinak kijavítása**

A könyv a legújabb szovjet tapasztalatok és módszerek alapján ismerteti az ilyen természetű építkezéseken előforduló hibákat és azok kijavításának módozatait. Bevezetésül a szükséges berendezésekről, leltári felszerelésekről, tartozékokról és a hibák kijavításával kapcsolatos munkák megszervezéséről, valamint kivitelezéséről ad részletes tájékoztatást.

115 oldal

Ára füzve 20.— Ft

◆

A fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők

az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT**  
**SZAKKÖNYVESBOLTJAIBAN**