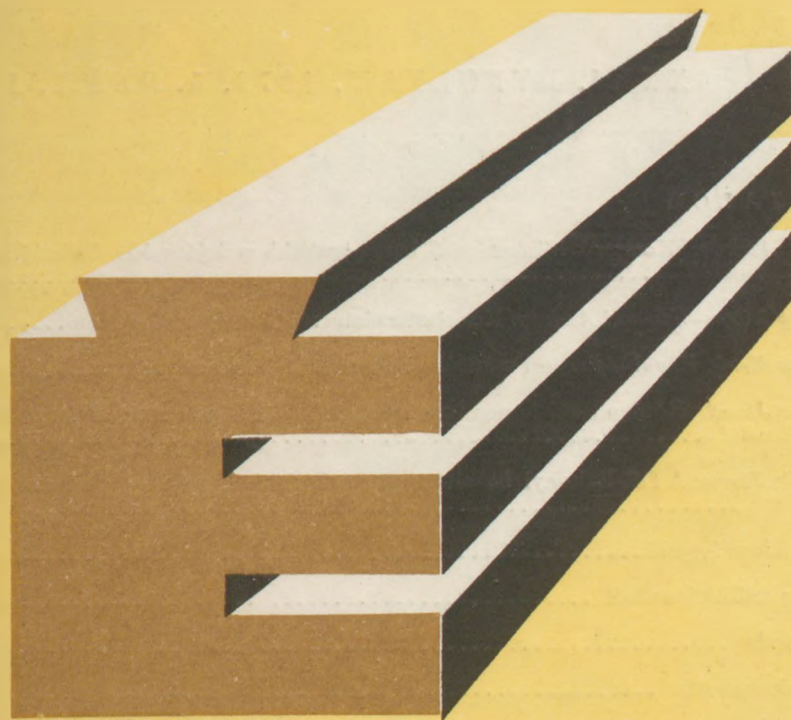


302 9351



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

5

XXXI. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1979. MÁJUS
EPITAA (31) 161—200 (1979)

9

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép-, a kő-kavics- és betonipar, a szigetelőanyagok iparának tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

TARTALOM

<i>Jankó András</i> : Korszerű klinkerégető berendezésekben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok	161
<i>Kausay Tibor – Szirmai András</i> : Konzisztenciamérés betonkeverőgépekben	170
<i>Magyar Ernő</i> : Hazai téglaiipari szárítóberendezések fejlesztése	179
<i>Kurucz József</i> : Hőtágulással kapcsolatos meghibásodások cementipari forgókemencéknél	188
<i>Klespitz János</i> : A Dél-Bakonyi bazaltbányák művelését befolyásoló földtani tényezők	193
Szabadalom figyelő	197
A világ szilikátiparából	198
Lapszemle	169, 199
Könyvismertetés	200

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Янко, А.</i> : Физико-химические процессы, протекающие в современном клинкеро-обжигательном оборудовании	161
<i>Каушай, Т. – Сирмай, А.</i> : Измерение консистенции в бетонной мешалке	170
<i>Мадьяр, Е.</i> : Развитие сушильного оборудования отечественной кирпичной промышленности	179
<i>Курucz, Я.</i> : Дефекты вращающихся печейцементной промышленности, связанные с тепловыми деформациями	188
<i>Клешпитц, Я.</i> : Геологические факторы, влияющие на разработку базальтовых карьеров района Дели-Баконь	193

INHALT

<i>Jankó, András</i> : Physikalisch-chemische Vorgänge in modernen Zementklinkerbrönnanlagen	161
<i>Kausay, Tibor – Szirmai, András</i> : Betonsteifemessung in der Mischmaschine	170
<i>Magyar, Ernő</i> : Entwicklung einheimischer Trockenanlagen der Ziegelindustrie	179
<i>Kurucz, János</i> : Durch Wärmedehnung auftretende Schäden bei Drehöfen der Zementindustrie	188
<i>Klespitz, János</i> : Den Abbau beeinflussende geologische Faktoren in den Basaltsteinbrüchen im südlichen Bakonygebirge	193

CONTENTS

<i>Jankó, András</i> : Physical-chemical Processes in Up-to-date Clinker Burning Equipment	161
<i>Kausay, Tibor – Szirmai, András</i> : Workability Measurement in the Concrete Mixer	170
<i>Magyar, Ernő</i> : Development of Dryers in the Hungarian Brick Industry	179
<i>Kurucz, János</i> : Failures in Cement Rotary Kilns by Excessive Thermal Dilatation	188
<i>Klespitz, János</i> : Geological Factors Affecting the Operation of Basalt Quarrying in the Southern Bakony Mountains	193

Korszerű klinkerégető berendezésekben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok

JANKÓ ANDRÁS

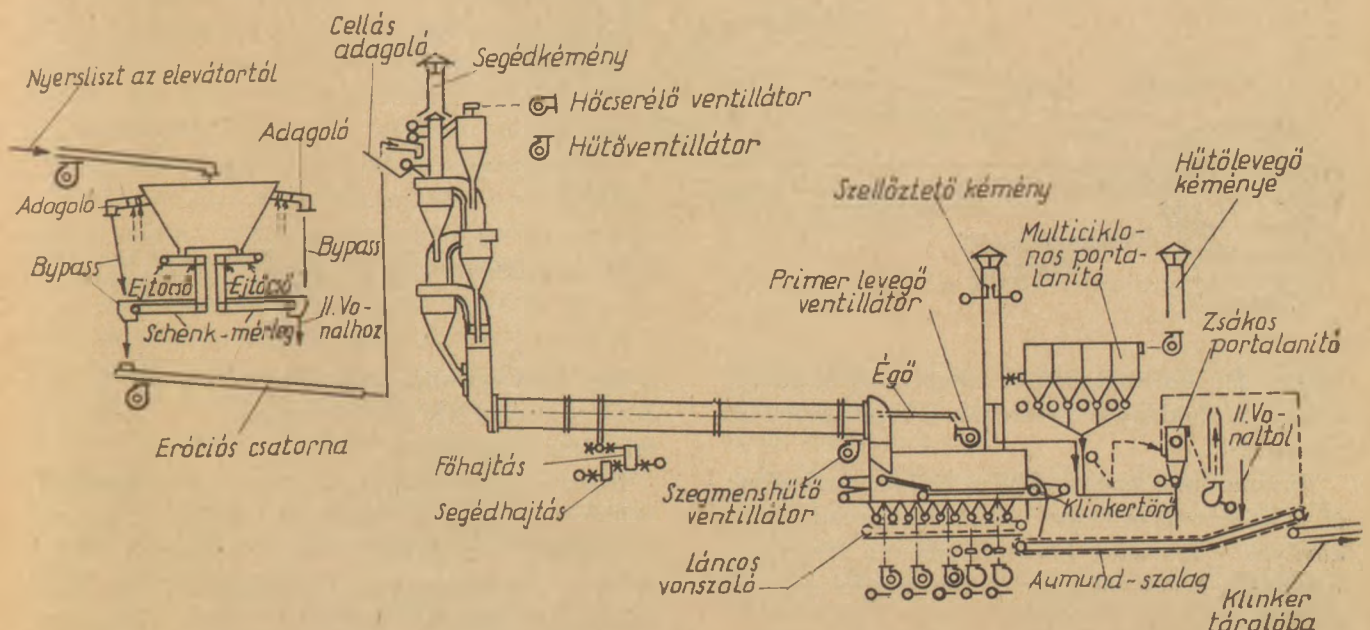
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

1. Bevezetés

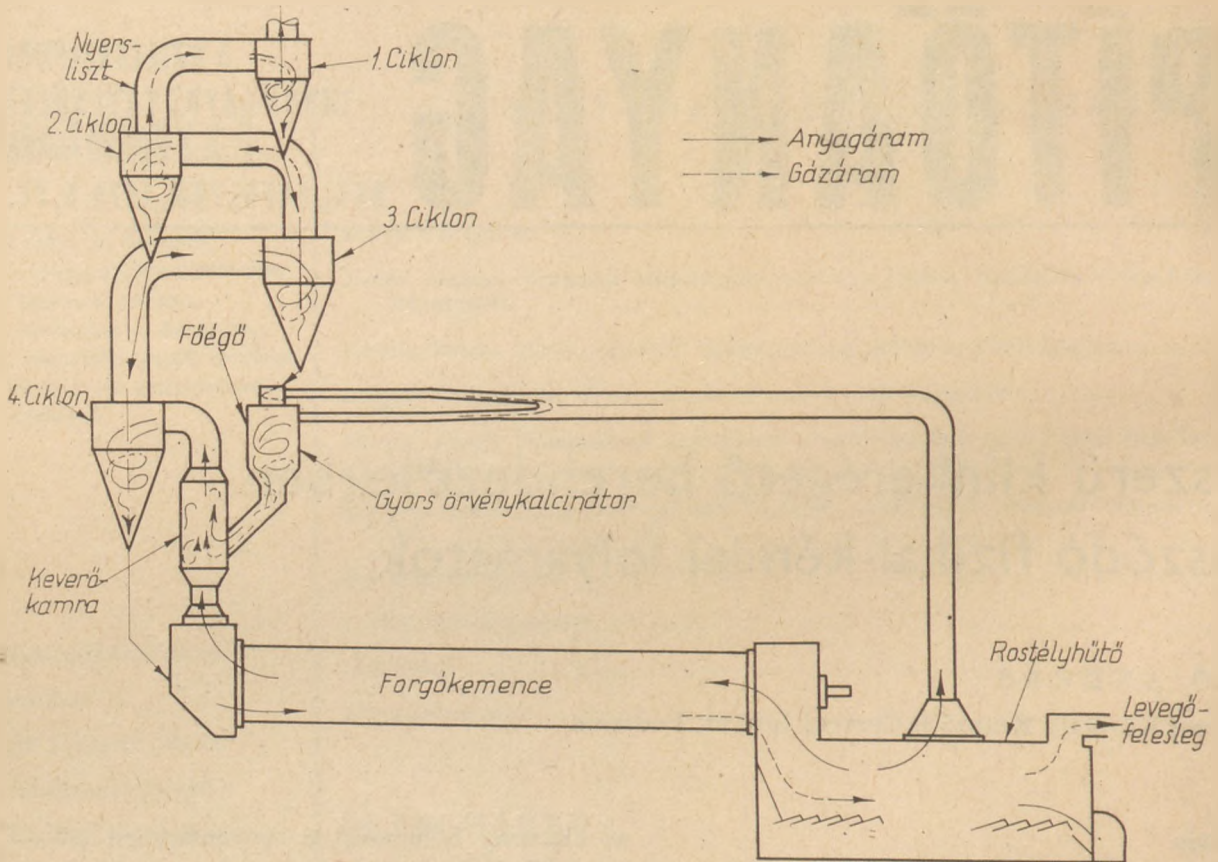
A technika és technológia jelenlegi állása szerint a lebegtető hőcserélős és előkalcinálós klinkerégető berendezések képviselik a legkorszerűbb eljárásokat. Ezeket a berendezéseket ugyanazon elv megvalósítása jellemzi: tehermentesíteni a forgókemencét a nyersliszt termikus bontásától, a forgókemence fajlagos teljesítményének (kg kl./m³h) fokozása érdekében. A nyersliszt termikus bontá-

sa alacsony hőmérsékleti tartományban (650–1050 °C) lejátszódó, erősen endoterm folyamat, amelyet a vízgőz és szén-dioxid kiválása kísér.

A heterodiszperz nyersliszt bontását tehát olyan reakcióterben kell elérni, ahol a nyersliszt szemcséi bensőséges kapcsolatba kerülnek a hőközvetítő és egyben a kiváló vízgőzt és szén-dioxidot befogadó füstgázokkal, miáltal a szilárd (A) és a gázfázis (B) között intenzív hő- és komponensátadás játszódik le. E feladatra a lebegtető

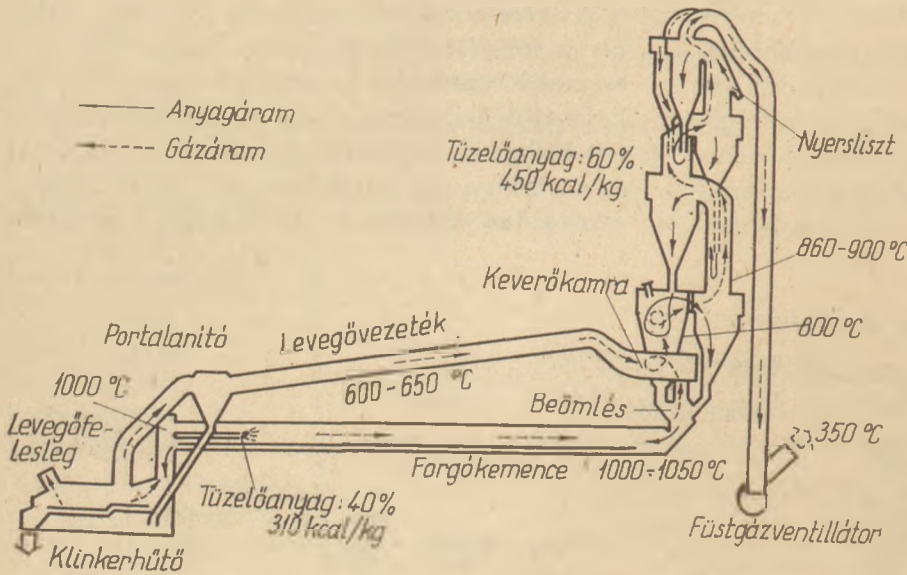


1. ábra. Humboldt klinkerégető berendezés



Hőcserélő

2. ábra. RSP eljárás (Reinforced Suspension Preheater)



3. ábra. SF klinkerégető berendezés hőmérséklet-viszonyai (Suspension Preheater and Flash Furnace)

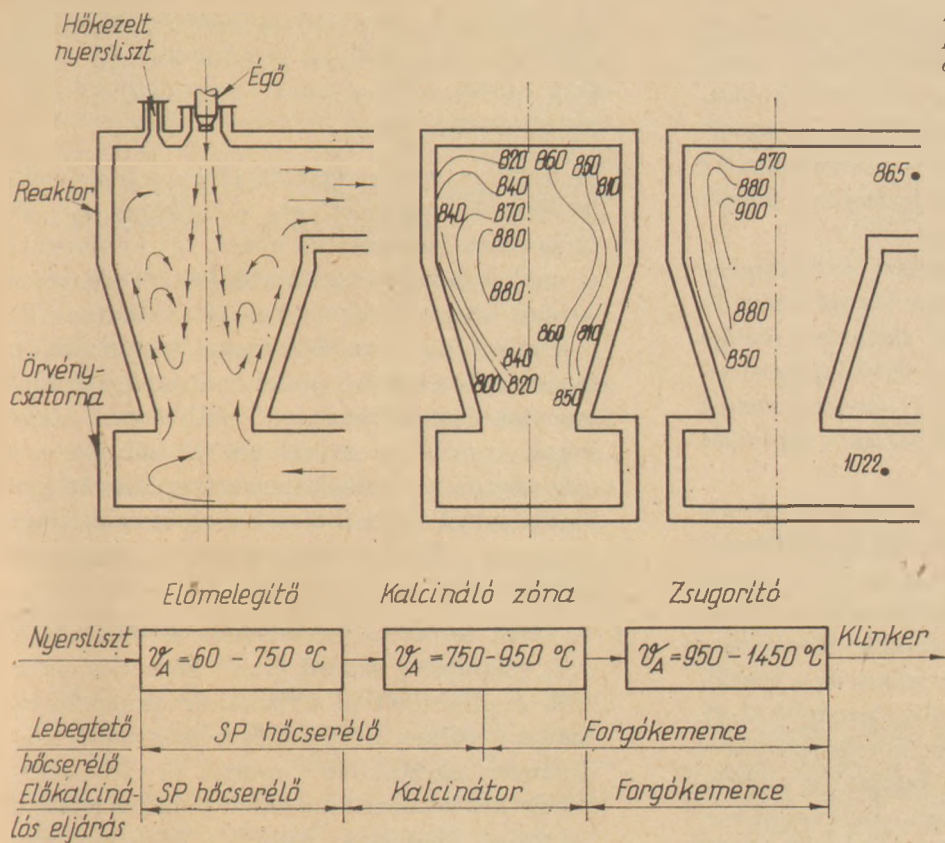
hőcserélők, kalcinátorok és kisebb teljesítmény-szinten a fluidágyas reaktorok a legmegfelelőbb készülékek.

Az ismertebb lebegtető hőcserélős berendezések pl. a Humboldt és Dopol klinkerégető rendszerek, amelyek 4-fokozatú hőcserélőjében a nyersliszt bontása $e = 40 - 50\%$ -os dekarbonizációs fokot is elérhet.

A dekarbonizáció további fokozása már csak

a tüzelőanyagáram megosztásával érhető el, miáltal oda kerül hő, ahol szükséges, – a nyersliszt termikus bontásához.

Ilyen előkalcinálós klinkerégető berendezések például az MFC (Mitsubishi Calciner System), RSP (Reinforced Suspension Preheater), SF (Suspension Preheater and Flash Furnace) és KSV (Kawasaki Spouted Bed and Vortex Chamber) klinkerégető rendszerek, amelyekkel jelentősen



4. ábra. FF reaktor metszete. Hőmérséklet-eloszlás (ϑ_B °C) a reakcióterben (Flash Furnace)

5. ábra. A lebegtető hőcserélős és előkalcinálós rendszerekben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok összehasonlítása

tudják növelni a gyártósorok teljesítményét (napi 5000 tonnától egészen 9000 tonnáig (1).

Az előkalcinálás eredményeképpen a nyersliszt $e = 80 - 90\%$ -os ($\pm 2\%$ pontossággal) dekarbonizációs fokkal ömlik be a forgókemencébe.

A lebegtető hőcserélős és előkalcinálós rendszerekben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat az 5. ábra szemlélteti.

Az új égetési eljárások gyors terjedése ellenére a világ cementtermelésének több mint 40%-át még mindig az egyszerű nedves technológiával állítják elő (2). Ezért a különböző eljárások összehasonlításakor a nedves eljárású technológiát viszonyítási alapként általában szerepeltetik.

A klinkerégető eljárások fejlődését az 1. táblázatban közölt fajlagos kemenceteljesítmény (kg kl./m³h) növekedésével jól lemérhetjük.

Az előkalcinálós klinkerégető berendezések általában 4-fokozatú lebegtető hőcserélőből és ehhez csatlakozó kalcináló reaktorból, forgókemencéből és hőrekuperáló klinkerhűtőből állnak. Ezek a hőkezelő egységek önállóak bár, de valójában energetikailag egymáshoz szorosan kapcsolódó hőcserélő berendezések, amelyek a nyersliszt előmelegítését, kalcinálását, zsugorítását és végül a klinker hűtését végzik.

Az SF és az RSP eljárás közötti egyik lényeges különbség az előkalcináláshoz szükséges hőforrás tüzeléstechnikai megoldásában jelentkezik, amely

1. táblázat
A fajlagos kemenceteljesítmények a japán cementiparban (3,5)

Kemencetípus	Szimbólum ⁽¹⁾	Térfogati teljesítmény kg kl./m ³ h	Arány %
Nedves eljárású forgókemence	W	22,8	36
Félszáraz eljárású Lepol forgókemence	L	62,7	99
Aknakemence	S	126,0	199
Lebegtető hőcserélős forgókemence	SP	63,4	100
Előkalcinálós forgókemence (IHI eljárás)	SF	141,0	222
Onoda javított zsugorító rendszerű kemence	NCB	168,8	266

(1) a szimbólumok az angolszász terminológia szerint

az alkalmazott tüzelőanyag minőségét (földgáz, fűtőolaj, szénpor) és a tüzelőszerkezet konstrukcióját határozza meg.

Az SF eljárás esetén az FF reaktorban a tüzelőanyag égése és a lebegtető hőcserélő 3. fokozatából érkező előmelegített nyersliszt dekarbonizációja a hűtőből és a forgókemencéből elszívott forró levegő, illetve füstgázok keverékében játszódik le. Az RSP eljárásban viszont a tüzelőszerkezet és az előmelegített nyersliszt erőteljes bom-

lása az örvénykalcinátorban a hűtőből elszívott levegőben kezdődik meg, majd mind az égés, mind a kalcinálás a keverőkamrában folytatódik, ahol a forgókemencéből távozó füstgázok az örvénykalcinátorból jövő gázokkal keverednek. Az égés a lebegtető hőcserélő 4. fokozatában fejeződik be.

Az FF reaktorban a nyersliszt tartózkodási ideje mintegy 2–3 sec. A hőátadás sebessége és következésképpen a nyersliszt dekarbonizációja főleg a reaktorba beporlasztott fűtőolaj égési sebességétől függ a reakciótér kis O_2 -koncentrációja (kb. 12%) és a CO_2 nagyobb parciális nyomása miatt.

Az RSP eljárásnál viszont az örvénykalcinátorban az O_2 -koncentráció dominál, ami a tüzelőanyag gyorsabb égését teszi lehetővé és az előbbiekből következően a nyersliszt dekarbonizációjának sebessége erőteljesen fokozódik. Továbbá a konstrukcióból adódóan a nyersliszt és a tüzelőszemcséinek tartózkodási ideje hosszabb (3, 4).

Az RSP eljárású berendezések konstrukciójából fakadó technológiai előnyök a kalcinálási teljesítményt fokozzák, továbbá a szénpor energiahordozóként való felhasználását is lehetővé teszik, mivel a szénpor kiégése és a mészkőszemcsék termikus bomlása között messzemenő hasonlóság van. Ez az analógia a tervezéskor jól hasznosítható.

2. Lebegtető hőcserélőben és előkalcinálóban lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok

2.1 A nyersliszt ásványainak bomlása

Mind kémiai, mind energetikai szempontból cél szerű a nyersliszt vezető ásványának, a kalcitnak ($CaCO_3$) bomlása köré csoportosítani a többi ásvány bomlását, illetve egymás közötti reakcióit.

A nyerslisztben uralkodó mennyiségben található kalcitörlemény bomlása ($e = [\theta_A]$) a tiszta örleményéhez hasonlóan egy S-alakú függvényvel írható le.

A bomlást leíró függvény menete klinkerégető berendezésekben a hőkezelés előrehaladásával jelentősen módosul a termoanalitikailag (TG) meghatározott bomlási görbéhez képest (v.ö. a 6. ábrát a 7. – 12. ábrákkal).

Az eltérést okozó jelentősebb tényezők a következők:

1. A gyors hőkezelés hatására aktíválódott ásványok a kalcitot a tényleges termikus disszociációja előtt megbonthatják.
2. A nyersbetét illó vegyületeinek (alkálik, klori-

dok, kénvegyületek stb.) és a szilárd részecskék belső körfolyamatának kialakulása. Az utóbbiak ún. visszakeveredést okoznak a klinkerégető berendezésben.

3. A forgókemence nyersbetétjében a hőmérséklet-eloszlás meglehetősen szélsőséges a hőtranszport összetettsége miatt. Így az alacsony és magas hőmérsékletszintű kémiai reakciók azonos kemenceszelvényben játszódhatnak le; a bomlási és a képződési reakciók egymást átfedhetik, és a kalcit S-alakú bomlási görbéjének meredeksége csökkenhet. Továbbá az S-alakú bomlási görbe meredekségét a hőtranszport sebessége és a heterodiszpersz nyersliszt átlagos tartózkodási ideje, illetve annak eloszlás függvénye a hőkezelő berendezésben jelentősen befolyásolja.
4. A kalcit termikus szétesésének előrehaladásával, valamint a szilárd fázisú képződési reakciók megindulásával a fizikai transzportfolyamatok kerülnek előtérbe, és a kalcitnál termodinamikailag stabilabb spurrit ($2 C_2S \cdot CaCO_3$) is keletkezhet. Ezáltal a kalcit bomlása lelassul, és teljes elbomlása nagyobb hőmérsékleten fejeződik be.
5. A kalcit bomlása CO_2 -tartalmú gázatmoszférában játszódik le, amelynek CO_2 -tartalma a kalcit bomlásának megfelelően növekszik, tehát szintén egy S-alakú függvény szerint, de a hőkezelési művelettel ellenkező irányban. Ezért tekinthető kedvezőnek az illó vegyületek jelenléte alacsony hőmérsékletszintű reakcióterben, mivel a CO_2 parciális nyomását jelentősen csökkentve a kalcit bomlását gyorsítják.

2. táblázat

A nyersliszt ásványainak egyszerűsített bomlási reakciói (6) (7)

650 – 1050 °C között	
I.	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + 5CaCO_3 \rightarrow CA + 2C_2S + 2H_2O + 5CO_2$
II.	$Fe_2O_3 + 2CaCO_3 \rightarrow C_2F + 2CO_2$
III.	$C + O_2 \rightarrow CO_2$
IV.	$SiO_2 + 2CaCO_3 \rightarrow C_2S + 2CO_2$
V.	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
VI.	$2C_2S + CaCO_3 \rightarrow 2C_2S \cdot CaCO_3$
VII.	$2C_2S + CaO + CO_2 \rightarrow 2C_2S \cdot CaCO_3$
VIII.	$2C_3S + 2CO_2 \rightarrow 2C_2S \cdot CaCO_3 + CaCO_3$
IX.	$2C_2S \cdot CaCO_3 \rightarrow 2C_2S + CaO + CO_2$

*Megjegyzés: a szabad CaO és a C_3S a belső körfolyamat miatt képződési zónájuknál kisebb hőmérsékletű zónákba is eljutnak.

A nyersliszt ásványainak a hőkezelés hatására lejátszódó reakcióit a 2. táblázatban közöljük.

Ha feltételezzük, hogy a I. – IV. bomlási reakciók a megadott sorrendben és sztöchiometrikusan játszódnak le, akkor kb. 850 °C-tól kezdve a még el nem bomlott kalcit termikusan disszociál (6).

A CaCO_3 termikus disszociációja



tulajdonképpen megfordítható reakció, amely az ellenkező irányban is lejátszódhat, ha lebegés közben a termikus bomlásból keletkezett CaO hidegebb reakcióterbe kerül, ahol a CO_2 egyensúlyi bomlási nyomása kisebb, mint a környező gázatmoszférában a CO_2 nyomása. Ennek elkerülése érdekében a kalcinált nyerslisztet gyorsan le kell választani a füstgázokból és a következő nagyobb hőmérsékletű hőkezelő egységbe kell juttatni.

A tiszta CaCO_3 bomlási nyomása 894 °C-on éri el az atmoszférikus nyomást és a bomlási entalpiája 182 kJ/mól (43,5 kcal/mól), illetve 1820 kJ/kg CaCO_3 (434,6 kcal/kg CaCO_3), amely a klinkerképződés elméleti hőigényével csaknem azonos (8).

A kalcitnál stabilabb spurrit bomlási nyomása viszont 932 °C-on éri el az 1 atm értékét és a bomlási entalpiája pedig 246 kJ/mól (58,7 kcal/mól) (9).

Ipari berendezésekben természetesen kismennyiségű CaO rekarbonizálódik, és a II. táblázat VI. – VIII. reakciói is lejátszódhatnak, amelyeket a belső körfolyamatban résztvevő kloridok és alkálik elősegíthetnek (7).

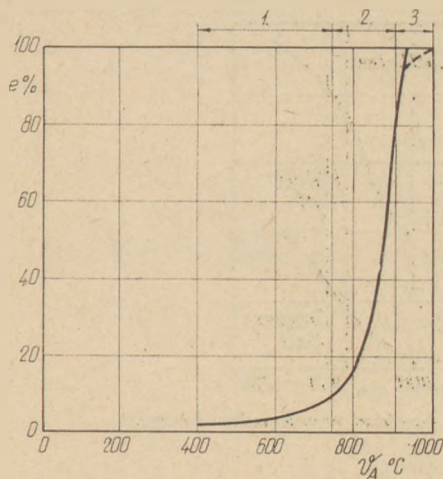
A hőcserélőben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok értékelése

Vizsgálat	Nyersliszt	Kalcinált nyersliszt egyes fokozatok után				Hőcserélőből távozó por
		1.	2.	3.	4.	
Szabad CaO %	∅	∅	∅	2,7	18,9	—
Sósavban oldhatatlan rész %	17,46	16,84	15,57	13,49	12,65	—
CO_2 (TG görbékéből) + %	35,5	34,8	33,5	31,0	19,2	34,3
Fajlagos felület m ² /g	7,6	5,9	3,9	2,9	3,8	—
Anyaghőmérséklet θ_A °C	49	280	400	790	860	370
Gáz hőmérséklet θ_B °C	370	—	—	—	934	—
	(a hőcserélő után)				(a forgókemence után)	
<i>Számított értékek</i>						
e* (dekarbonizáció mértéke) %	∅	4	9	18	56,4	5
x ₁ (a szabad mészhozama) %	∅	∅	∅	5,9	37	—
R (a kalcinált nyersliszt fajlagos mennyisége) kg/kg kl.	1,55	1,53	1,50	1,45	1,24	—
α_a ** (az agyag átalakulási foka) %	∅	4,2	13,4	27,2	38,9	—

Megjegyzés:

* a CO_2 magába foglalja az agyagásványok szerkezeti vizét és az éghető tartalmat is,

** a sósavban oldhatatlan rész értékeiből határoztuk meg



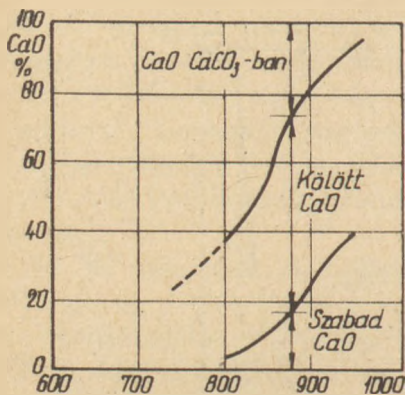
1. szakasz – az I-IV. kémiai reakciók és az illó vegyületek kondenzációja
 2. szakasz – az V. bomlási és a VI.-VIII. képződési reakciók
 3. szakasz – a fizikai transzportfolyamatok lelassulása és a IX. bomlási reakció

6. ábra. A CaCO_3 bomlása nyerslisztben. (TG vizsgálat szerint)

Az agyagásványokból szabaddá váló vízgőz és alkálik, valamint a belső alkáli- és kloridkörfolyamat a kalcit bomlási hőmérsékletét leszállítják, mivel a nagy illékonyságú vegyületek a CO_2 nyomását a reakcióterben visszaszorítják, illetve kondenzálódásuk után a kalcittal szilárd oldatot (K_2CO_3 , Na_2CO_3), vagy alacsony olvadáspontú olvadékokat (NaCl , NaF) képezve az aktiválási energiát csökkentik és a bomlási kinetikát pedig megváltoztatják (10, 11).

A nyersliszt kalcittartalmának termikus disszociációja kémiai szempontból is jelentékeny szerepet játszik: a CaO képződésének hőmérséklete, szerkezete és mérete, valamint az előbbieket

3. táblázat



7. ábra. A CaCO_3 bomlása nyerslisztben lebegtető kalcináláskor

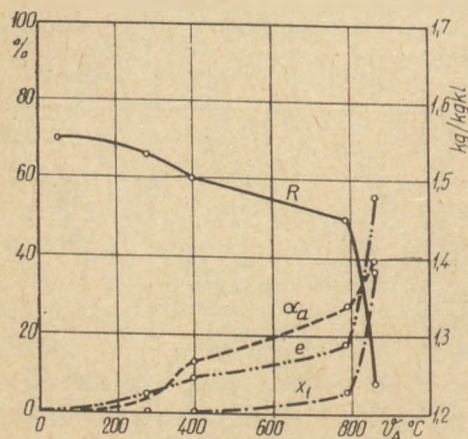
által befolyásolt reakcióképessége a szilárd fázisú klinkerképződési reakciók sebességére nagy hatással vannak.

A 6. ábra egy cementnyersliszt termikus bomlását szemlélteti (TG vizsgálat szerint) a hőmérséklet függvényében a lehetséges részreakciók fel-tüntetésével.

A 7. ábra pedig a nyersliszt CaO-tartalmának megoszlását szemlélteti a hőmérséklet függvényében lebegtető kalcinálás esetén (12).

A 3. táblázatban egy 1000 tonna/nap névleges teljesítményű Dopol klinkerégető berendezés (CEMŰ Váci Gyára, IV. kemence) hőcserélőjében lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat értékeltük.

A vizsgálati és számított értékek értelmezésekor szem előtt kell tartanunk, hogy ezek ún. látszólagos értékek, mivel a jelentős belső por-körfolyamat miatt a tényleges értékeknél nagyobbak. A vizsgálati és számított értékek 15–20 relatív %-kal kisebbítendőek, hogy a valóságos értékeket megközelítsük.



R - nyersbetét fajlagos mennyisége (kg/kgkl)
 e - a dekarbonizáció foka (%)
 α_a - az agyag átalakulási foka (%)
 x_f - a szabad mészhozama (%)

8. ábra. Dopol hőcserélőben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok értékelése

2.2 Hő- és komponensátadás lebegtető hőcserélőben és gyorskalcinátorban

A hőcsere jellege a lebegtető hőcserélő ciklonjaiban és emelő vezetékeiben lényegében egyenáramú (kivéve az örvénykamrát, ahol ellenáramúnak tekinthető), a hőcserélő egészét tekintve viszont ellenáramú.

A hőközvetítő füstgázok a bennük lebegő nyersliszt szemcséket igen gyorsan hevítik fel, mivel a szemcsék egymástól elkülönülve nagy felületen érintkeznek a hőközvetítő füstgázokkal. A nagyobb szemcsék a ciklonokban előbb választódnak le, mielőtt a környező gázfázis hőmérsékletét elérnék. Ez a hőcsere intenzitását csökkenti, és emiatt több ciklont kell soros kapcsolásban alkalmazni, hogy a hőcsere hatékonysága fokozódjon. A függőleges emelő csövekben viszont a durvább szemcsék tartózkodási ideje hosszabb, miáltal bizonyos kiegyenlítő hatás jön létre a finom és durva szemcsék felmelegedése között (13).

Az ipari berendezések esetén a hőcsere főleg a ciklonok emelő csöveiben megy végbe. Egy 4-fokozatú hőcserélőn végzett mérések szerint az emelő csövekben lejátszódó hőcsere az egész hőcsere 80%-át teszi ki, a fennmaradó rész pedig a ciklonokban megy végbe (13).

Egy nyersliszt szemcsé tartózkodási ideje 50 m magas 4-fokozatú hőcserélőben mintegy 25 sec, mialatt a nyersliszt 50 °C-ról 800 °C-ra hevül fel, míg a hőközvetítő füstgázok 1100 °C-ról 330 °C-ra hűlnek le (13).

A gázáramban lebegő mészkőszemcsék bomlása a következő részfolyamatokból tevődik össze (14, 15):

1. hőátadás a gázfázisból a szilárd fázisnak ($j = \alpha$),
2. hővezetés a szemcsében ($j = \lambda$),
3. kémiai folyamat a bomlási fronton ($j = k$),
4. komponensdiffúzió a szemcsében ($j = \delta$),
5. komponensátadás a szilárd fázisból a gázfázisnak ($j = \beta$),

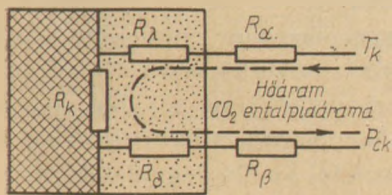
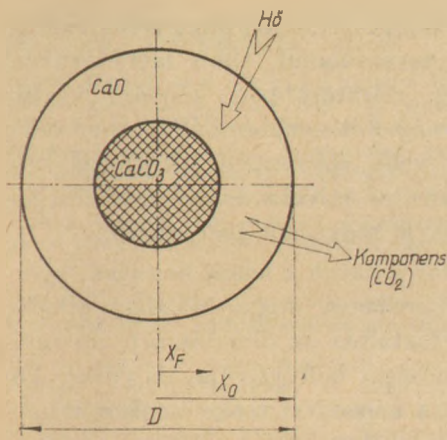
A 9. ábrán egy bomló mészkőszemcsé látható az alkalmazott jelölésekkel.

A 9. ábra jelöléseivel a kalcinálási fok (e) definiálható:

$$e = 1 - [x_F/x_O]^3$$

A részletes vizsgálatok (14, 15) szerint a $D' = 30\mu\text{m}$ jellemző szemcseméretű mészkőszemcsék termikus bomlásakor a kémiai folyamat az egyedi mérvadó részfolyamat.

Ahhoz, hogy a kémiai folyamat állandó sebességgel haladjon a mészkőszemcsé középpontja



9. ábra. Egy mészkőszemcse bomlási modellje

felé, a szemcse hőmérsékletének a környező gázfázisával azonosnak kell lennie. Ilyenképpen a bomlási front sebessége (15):

$$W_F = \frac{1}{\rho_{CK}} k_p [P'_C(T_K) - P_{CK}]$$

— ahol $\rho_{CK} = 1,19 \text{ g CO}_2/\text{cm}^3$ a lehasítható, de még a mészben kötött CO_2 sűrűsége,

k_p $19 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{h atm}$ sebességi állandó,

$P'_C(T_K)$ a kalcinálási hőmérsékletnek (T_K) megfelelő egyensúlyi bomlási nyomás,

P_{CK} a CO_2 parciális nyomása a kalcinátorban.

A bomlási idő (t_z) ezért egyenesen arányos a részecske mérettel (D). A nagyobb szemcseméretetek esetén viszont a bomlási idő a szemcseméret négyzetével arányos ($t_z \approx D^2$), mivel a fizikai transzportfolyamatok mérvadók.

3. Klinkerképződési folyamatok különböző eljárású forgókemencékben

A klinkerképződési reakciók sorrendjét a következőképpen lehet egyszerűsítve összefoglalni (16):

800 °C alatt — A CA, C_2F és C_2S képződésének megindulása,

800–900 °C között — A C_{12} A₇ képződésének kezdete.

900–1100 °C között — C_2AS képződik és ismét elbomlik. A C_3A és C_4AF képződésének megindulása. Az összes CaCO_3 elbomlik és a szabad mész maximumot ér el.

1100–1200 °C között — A C_3A és C_4AF túlnyomó részének kialakulása.

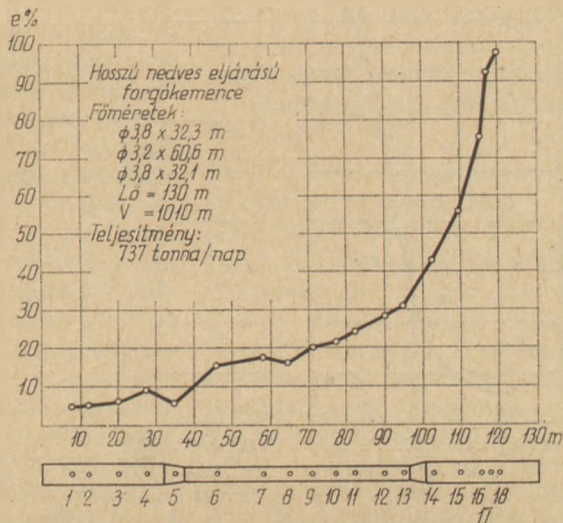
A C_2S mennyisége maximumon megy át.

1260 °C-on — Az olvadékképződés kezdete.

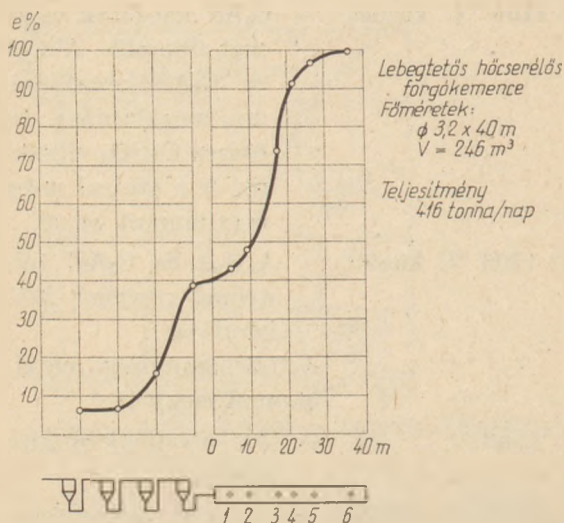
1200–1450 °C között — A C_3S képződése, amelyet a szabad CaO gyors eltűnése kísér.

Nedves eljárású hosszú forgókemencékben a kalcit és az agyagásványok termikus bomlási sebessége kicsi a meglehetősen lassú hőtadási sebesség és a kedvezőtlen reakciótér miatt, miáltal a nyersliszt ásványainak bomlási és az új ásványok képződési reakciói átfedik egymást, a képződő oxidok és vegyületek aktivitása csekély. Következésképpen a klinkerásványok képződési sebessége lassú.

A lebegtető hőcserélős és előkalcinálós forgókemence esetén viszont a nyerslisztnek a hőcserélőben végbemenő bomlása a forgókemencében lejátszódó klinkerképződési reakcióktól térbelileg elkülönülve játszódik le. A hőcserélőben és a kalcinátorban lejátszódó intenzív hő- és komponensátadás a nyersliszt ásványainak gyors bomlását ($e = 40 - 50\%$, illetve $80 - 90\%$) eredményezi, mivel a nyersliszt ásványainak termikus



10. ábra. Dekarbonizáció hosszú forgókemencében

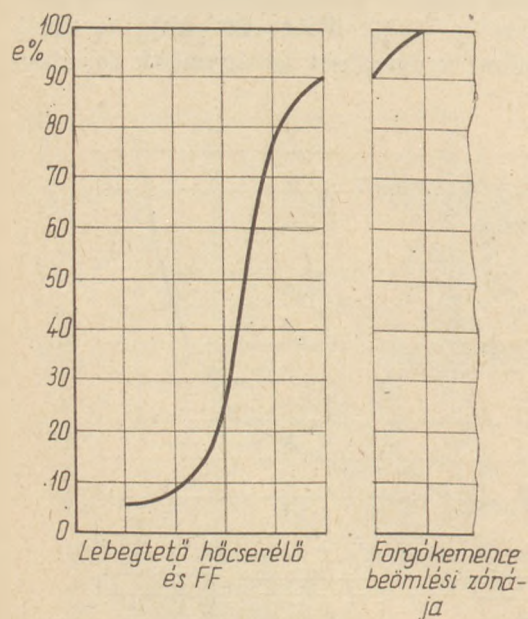


11. ábra. Dekarbonizáció hőcserélős forgókemencében

bomlása számára e készülékek sokkal kedvezőbb reakcióterek, mint a forgókemence, ahol a konvektív komponensátadás csak a töltet külső felületén érvényesül és a hőtranszportban a legnagyobb szerepet a sugárzás játssza.

Ezenkívül a nyersliszt ásványainak bomlása és a szilárd fázisú képződési reakciók szempontjából további előnyök is jelentkeznek:

1. A hőcserélőben és a kalcinátorban a nyersliszt ásványainak bomlása igen rövid idő alatt jelentősen előrehalad, miáltal a bomlástermékek (különböző oxidok és új vegyületek) igen aktív formában jutnak be a forgókemencébe.
2. A klinkerképződési reakciók a kiindulási oxidok és vegyületek (aktív CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , CA , C_2F stb.) nagyobb kezdeti koncentrációja



12. ábra. Dekarbonizáció feltételezett menete SF előkalcinálós forgókemencében

és aktivitása következtében meggyorsulnak, és lényegében zavartalanul, több mellékreakció mellőzésével, célratörőbben képesek végbemeni. A nyersbetét nyugalmi állapotba kerül; fluidizációs, vagy elárasztási jelenséggel már nem kell számolni, mivel a dekarbonizáció igen gyorsan és rövid szakaszon befejeződik.

3. A belső körfolyamatok a kalcit bomlását gyorsítják. A nyersbetét megnövekedett alkáli-, kén- és klórtartalma az olvadákfázis mennyiségét és minőségét befolyásolja, és ennek következtében a képződési reakciók és a zsugorodás meggyorsulhatnak.
4. A kedvezőbb hőmérséklet-eloszlás következtében a forgókemencében már nincs lehetőség a kalcitnál stabilabb spurrit képződésére és a kalcium-oxid rekarbonizációjára, továbbá a körfolyamatok a hőcserélőre és a kalcinátorra korlátozódnak, és ezáltal az illó vegyületek párologáshője a zsugorító zónát nem terheli.

IRODALOM

- [1] Pösch, M.: Leistungsstand der japanischer Zementindustrie Zement-Kalk-Gips, 29. (1976), 10, 469-485
- [2] Kwech, L.: Brennverfahren Zement-Kalk-Gips, 30. (1977), 12, 597-607
- [3] Hirai, M. - Kawai, M.: Cuisson de clinker de ciment et d'alumine en four rotatif selon le procédé SF Cimens-Betons-Platres-Chaux, 688. (1974), 156-159
- [4] Pastala, A. L.: The application of precalciner technology for the cement industry of a developing country World Cement Technology, 8., (1977), 4, 131-143
- [5] Garrett, H. M. - Murray, J. A.: Improving kiln thermal efficiency - dry process kilns Part 4 Rock Products, 77. (1974), 8, 58 - 63; 69 - 71
- [6] Frankenberger, R.: Beitrag zur Berechnung des Wärmeübergangs in Zementdrehöfen Schriftenreihe der Zementindustrie Heft 36/1969
- [7] Sylla, H. M.: Untersuchungen zur Bildung von Ansatzringen in Zementdrehöfen Zement-Kalk-Gips, 27. (1974), 10, 499 - 507
- [8] Frankenberger, R.: Die exergetische Beurteilung des Zementbrennens Zement-Kalk-Gips 20. (1967), 1, 24 - 30
- [9] Steuerwald, F. - Hackenberg, P.: Dampfdruck von Spurrit $2\text{C}_2\text{S CaCO}_3$ Zement-Kalk-Gips, 23. (1970), 12, 579 - 580
- [10] Kacker, K. P. - Satiya, R. C.: Einfluss von Tonmineralen auf die thermische Zersetzung von Kalkstein und Dolomit Zement-Kalk-Gips, 25. (1972), 1, 37 - 41
- [11] Wächter, H. J.: Thermoanalytische Untersuchungen in der Zementindustrie, Entsäuerung von Zementrohmehl Silikattechnik, 26. (1975), 3, 92 - 98
- [12] Hastrup, N. E.: Schwebegaskalzination im Kalzinators und im Ofeneinlauf Zement-Kalk-Gips, 29. (1976), 5, 202 - 206
- [13] Duda, W. H.: Cement Data Book, Bauverlag GmbH Wiesbaden - Berlin, 1976
- [14] Vosteen, B.: Physikalische und chemische Kinetik endothermer topochemischer Gleichgewichtsreaktionen Chemie- Ing.-Techn. 43. (1971), 7, 478 - 484
- [15] Vosteen, B.: Vorwärmung und vollkommene Kalzination von Zementrohmehl in einem Schwebegas-system Zement-Kalk-Gips, 27. (1974), 443 - 450
- [16] Lea, F. M.: The Chemistry of Cement and Concrete 3. kiadás, Edward Arnold (Publishers) Ltd, Glasgow, 1970

Jankó András: Korszerű klinkerégető berendezésekben lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok

Rövid áttekintés a lebegtető hőcserélős és előkalcinálós klinkerégető berendezésekben lejátszódó folyamatokról, valamint a különböző eljárású forgókemencék fajlagos klinkerteljesítményéről. A nyersliszt ásványainak bomlása lebegtető hőcserélőben és előkalcinálóban. Egy Dopol hőcserélőben lejátszódó fizikai-kémiai átalakulások értékelése. A különböző eljárású forgókemencékben végbemenő klinkerképződési folyamatok összehasonlítása.

Янко, А.: Физико-химические процессы, протекающие в современном клинкерообжигательном оборудовании

Дается краткий обзор процессов, протекающих в циклонных теплообменниках и клинкерообжигательном оборудовании с предварительным кальцинированием, а также удельной производительности по клинкеру вращающихся печей различных способов производства. Рассматривается разложение минералов сырьевой муки в циклонных теплообменниках и оборудовании для предварительного кальцинирования. Дается оценка физико-химических превращений, протекающих в теплообменнике типа Дополь, а также сравнение процессов клинкерообразования во вращающихся печах различных способов производства.

Jankó, András: Physikalisch-chemische Vorgänge in modernen Zementklinkerbrennanlagen

Es wird ein kurzer Überblick über die sich in Klinkerbrennanlagen mit Schwebeverfahren und mit Vorkalziniierung abspielenden Vorgänge, sowie über die spezifische Klinkerleistung der, mit unterschiedlichen Verfahren arbeitenden Drehöfen gegeben. Die Zersetzung der Mineralien des Rohmehls im Schwebeverfahren und bei Vorkalziniierung wird erörtert. Die physikalisch-chemischen Umsetzungen in einem Dopol-Wärmetauscher werden ausgewertet. Die Klinkerbildung in nach verschiedenen Verfahren arbeitenden Drehöfen wird verglichen.

Jankó András: Physical-chemical Processes in Up-to-date Clinker Burning Equipment

A brief summary is given on the processes taking place in clinker burning equipment with suspension preheater and with precalciner in connexion with the specific clinker output of various systems of rotary kilns. After discussing the decomposition of raw meal minerals in the suspension preheater and precalciner the physical-chemical changes in the Dopol heat exchanger are analysed and the intensity of clinker formation processes in various types of rotary kilns compared.

Lapszemle

LINDUSTRIE CERAMIQUE, Páris, 1978. 718. sz.

Boch Galhau, L. G.: *A 80-as évek kerámiai vállalata az új követelmények szemszögéből nézve.* 415–417. old.

Részben Franciaország, NSZK és Olaszország kerámiaiparának, ill. kereskedelmének, részben a Közös Piac országainak jelenlegi helyzetét áttekintve, válaszolják műszaki, szervezési, gazdaságossági, környezetvédelmi és szociális szempontból a kerámiaipari nyersanyag, energiaellátás 80-as évekre várható helyzetét, a Közös Piac, ill. nyugati államok kereskedelmi és ipari gondjait. A jó minőségű nyersanyagok csökkenésével módszerek szükségessége – pl. atomizőr alkalmazásával – a kevésbé megfelelő nyersanyagok feldolgozására, csökkenteni kell az energiafogyasztást a régi elavult kemencék – berendezések felújításával, új típusok tervezésével vagy adaptációjával. A hulladék és környezetszennyező anyagok csökkentése vagy felhasználása érdekében együttműködés szükséges a kutatók és felhasználók, ill. gyártók között, így az el-

mondottak figyelembevételével a 80-as évekre most megjósolt nehézségek növekedése megállítható, ill. csökkenthető. Példák a BOSCH cégnél folyó kutatómunkáról.

SPRECHSAAL, Coburg, 1978. 12. sz.

Hahn, C.: *A finomkerámiai technológia fejlődési irányai.* 730–731. old.

A munkaigényes nedves homogenizálási és előkészítési eljárások egyszerűsíthetők száraz előőrléssel és porlasztásos szárítással. A formázásban újdonság a tányérok gyártására kifejlesztett izostatikus sajtolás, amit 2–3% nedvességtartalmú porlasztással szárított anyaggal végeznek, továbbá a műanyagfeldolgozás tapasztalati alapján kialakított fröccsajtolás. Az utóbbi különösen asszimétrikus gyártásnál előnyös. Az energiatakarékossági szempontok figyelembevételével a szinterezési folyamatok gyorsítására irányulnak a fejlesztések. A díszítések kialakításánál a teljes automatizálás került előtérbe.

SZTROITELNŰE MATERIALŰ, Moszkva, 1978. 9. sz.

Szkobov, N. Ja. – Gurinovics, J. V.: *Ásvány-gyapot-termelékek gyártásának automatizálása.* 5–6. old.

Az ásványgyapot nyersanyagának kúpolókemencés olvasztási folyamatával, az ásványgyapot-szőnyeg formázásával és a kötőanyag beadagolásával, a szőnyeg sokzónás szalagszerű szárítóokban történő hőkezelésével kapcsolatos automatizációs rendszerek kidolgozásának és ipari bevezetésének adatai. Az alkalmazott rendszerek gazdasági hatékonysága, a folyamat identifikálásának elvei.

Basev, F. P. – Kadanceva, K. J.: *Foszforsalak alapú fehér és színes kötőanyagok előállítás.* 20–21. old.

A foszfor-salakok eredeti és aktivált tulajdonságai, a granulált és az öntött foszforsalakok fizikai-kémiai tulajdonságai. Foszforsalak és oltatlan mész alapon fehér hidraulikus kötőanyag, színes pigmentek – krómoxid, vörös és sárga vasoxid stb. – adagolásával, különböző színes salak-kötőanyag állítható elő. Javasolják ezen kötőanyagok szabványosítását.

Konzisztenciamérés betonkeverőgépben

KAUSAY TIBOR – SZIRMAI ANDRÁS

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet

Bevezetés

A betonkonzisztencia a friss beton sajátossága, amely azonban nemcsak a keverék szállíthatóságát, bedolgozhatóságát, állékonyságát, hanem a megszilárdult beton tulajdonságait is befolyásolja. A megfelelő konzisztencia biztosítása a betonkészítés alapvető feladata. A betontervezés tekintetében a konzisztencia függőváltozó, amely a cement mennyiségének és minőségének, a vízzadagolásnak, az adalékanyagoknak, illetve szemeloszlásának, és az adalékszer hatásának függvénye. A befolyásoló tényezők nagy száma és paramétereinek óhatatlan ingadozása a konzisztencia mérés és biztosítás jelenlegi eszközeinek fejlesztését igényli.

A konzisztencia jellemzésére különböző vizsgálati módszerekhez tartozó mérőszámok használatosak, amelyek közül az adott esetre legalkalmasabb szolgál a betontervezés és a keverék ellenőrzés céljára. Ilyen elterjedtebb mérőszám például a roskadási mérték, az átformálási mérték, a területi szám, a tömörödési tényező, a behatolási érték, a viszkozitási mutató [1], [2]. Meghatározási módjaik közös hátránya, hogy mintavétellel járnak, a betonkeverés folyamatától elkülönülnek, a szabatos és időben való konzisztencia igazításra lehetőséget nem adnak.

Ezek a hiányosságok segíti a konzisztométeres vizsgálati módszer, amely a betonkeverőgép áramfelvételének mérésén alapul. A módszer gyors, megbízható, konzisztencia helyesbítést, sőt automatizálható beavatkozást tesz lehetővé. A konzisztométer alkalmazása napjaink újdonsága, amely várhatóan hazánkban is széles körben el fog terjedni. Ezért indokoltnak tartjuk, hogy beszámoljunk a *Beton- és Vasbetonipari Művek Szolnoki Gyárában* üzemelő finn Elematic betongyári konzisztométer hitelesítésének tapasztalatairól. A munkát a *BVM Vezérigazgatóságának* megbízásából *Fenyves Hedvig főmérnök* ellenőrzése mellett végeztük. A munkavégzés feltételeit *dr. Ádámosi György gyárfőmérnök* biztosította.

A hitelesítés során azt vizsgáltuk, hogy egyrészt az üzemi konzisztométeren kijelzett feszültségértékek megbízhatóak-e, és hűen követik-e a betonkeverőgép teljesítményváltozását, másrészt az üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség miként változik a betonkonzisztencia változásának hatására, illetve a keverés közben és az üresjárat alatt digitálisan kijelzett értékek különbségének mekkora konzisztencia-mérőszám felel meg. Az üzemi konzisztométert tizennyolc féle betonkeverék elkészítése közben ellenőriztük, és a konzisztenciát négy féle módszerrel határoztuk meg. Vizsgálati eredményként analitikus összefüggéseket kerestünk a mért paraméterek között. Az összefüggéseket grafikusán is ábrázoltuk.

A betonkeverőgép teljesítményfelvételének mérése

A vizsgált Elematic betongyár két kényszerkeverőgéppel rendelkezik. Befogadóképességük egyenként 2,25 m³, villamos teljesítményük 110 kW, keverési teljesítményük 30–35 m³/óra. A keverőcsillag fordulatszáma percnként 50, a bolygóműé 300. A cement, víz, három frakció adalékanyag és adalékszer adagolására alkalmas betongyár tíz programra beállítható automatikával rendelkezik. Az automatika a beprogramozott anyagmennyiségek 0,5-, 0,7-, 1,0- és 1,5-szeresének adagolását is lehetővé teszi.

A kísérleti betonkeverékek nagysága mindig 1,35 m³ volt, amit a 0,9 m³-es betonreceptek 1,5-del való automatikus szorzása útján nyertünk.

Az Elematic betongyár keverőgépeit hidraulikus rendszer közbeiktatásával háromfázisú villamos motorral működtetik. A villamos teljesítmény pontos mérésére ipari körülmények között is jól alkalmazható teljesítmény-távadókat fejlesztettek ki. A teljesítménytávadó arra szolgál, hogy a mért háromfázisú teljesítményt 0–20 mA-es, vagy 4–20 mA-es egységesített jeltarto-

mányú egyenáramú jelle alakítsa. A távadóról a teljesítménnyel arányos egyenáramú jel vehető le. A kapott egyenáramú jelet az elvégzendő feladatnak megfelelően logikai áramkörökre kapcsolják, vagy közvetlen digitális, illetve analóg műszeren kijelzik. Az Elematic betongyártmányú Camille Bauer Messinstrumente gyártmányú Sineax 3Pl típusú teljesítménytávadót és Philips gyártmányú kétszámjegyű digitális kijelző műszert alkalmaz.

Az üzemi konzisztométer hitelesítésére Gamma gyártmányú villamos teljesítménytávadót használtunk, amelynek alaphibája kisebb, mint $\pm 0,5\%$. A teljesítménytávadó kimeneteli áramjelét $R_m = 10 \text{ Ohm} \pm 0,1\%$ -os mérőellenálláson ötszámjegyes $\pm 0,01\%$ mérési pontosságú digitális mV mérővel ellenőriztük. A beépített 150/5 A-es áramváltó $0,5\%$ pontosságú volt. Az árammal arányos jelet az áramváltót lezáró ellenállásról vettük le. A hitelesítő teljesítménytávadóval mérhető névleges teljesítmény

$$P_n = 3 \cdot U \cdot I_p = 3 \cdot 220 \cdot 150 = 99 \text{ kW}$$

volt, ahol U a hálózati feszültség és I_p a primer terhelő áram. Ehhez a névleges teljesítményhez

tartozik a távadó 20 mA-es kimeneti árama, ami az alkalmazott 10 Ohmos mérőellenálláson 200 mV-os jelet szolgáltat. A mérőellenálláson mért feszültség (H_0 , ill. H) az üzemi konzisztométeren kijelzett digitális értéknek (\ddot{U}_0 , ill. \ddot{U}) felelt meg.

A kijelzett feszültségek értékeit az 1. táblázatban tüntettük fel.

A betonkeverékek összetételét a 2. táblázat tartalmazza. Már most megjegyezzük, hogy a 16.–18. jelű keverékek Melment L-10 plasztifikátorral készültek. Ennek érdekessége, hogy a 16. és 17. jelű keveréknél a kijelzett feszültségeket a beton keverése közben a Melment hozzáadása előtt is leolvastuk. Ezek értékeit az 1. táblázatban 16.* és 17.* jel alatt szerepeltettük. A 16.*–16. és 17.*–17. mérési eredményeinek összevetése szemléletesen mutatja a Melment plasztifikáló hatását. A kijelzett feszültség mind az üzemi konzisztométeren, mind a hitelesítő műszeren a Melmentnek a keverőgépbe öntése közben rendkívül látványos módon folyamatosan csökkent. A vizsgálati módszer tehát az adalékszerek plasztifikáló hatásának mérésére is alkalmas.

A kijelzett feszültségekkel kapcsolatban megemlíttük, hogy a 4. jelű keverékkel szerzett ta-

Az Elematic üzemi konzisztométeren és a hitelesítő műszeren kijelzett feszültség (mV).

1. táblázat

Betonkeverék jele	Üzemi konzisztométer jele			Hitelesítő műszer jele		
	Üresjáratban	Keverés közben	Feszültségváltozás	Üresjáratban	Keverés közben	Feszültségváltozás
	\ddot{U}_0	\ddot{U}	$\ddot{U}_\Delta = \ddot{U} - \ddot{U}_0$	H_0	H	$H_\Delta = H - H_0$
1.	62	67	5	62,49	67,72	5,23
2.	60	67	7	59,26	67,02	7,75
3.	62	70	8	61,97	70,27	8,48
4.	61	71	10	60,91	71,36	10,45
5.	61	74	13	61,60	75,20	13,60
6.	60	73	13	59,24	73,82	14,58
7.	60	75	15	59,90	75,47	15,57
8.	62	77	15	62,65	78,94	16,29
9.	62	79	17	62,90	80,24	17,34
10.	63	80	17	63,47	81,38	17,91
11.	62	83	21	62,12	84,75	22,63
12.	59	87	28	59,11	88,58	29,47
13.	62	91	29	61,82	91,28	29,46
14.	61	92	31	61,42	93,29	31,87
15.	61	93	32	61,14	93,95	32,81
16.	61	65	4	60,27	64,29	4,02
17.	59	71	12	59,20	71,74	12,54
18.	58	86	28	57,85	86,32	28,47
16*	61	68	7	60,27	66,82	6,55
17*	59	92	33	59,20	92,10	32,90

paszta- és keverékek szerint a digitális jel 0,5 m³ beton keverésekor 5–6, 0,7 m³ beton keverésekor 3–4 értékkel kisebb, 1,5 m³ beton keverésekor 2–3 értékkel nagyobb, mint 1 m³ beton keverése esetén. Földnedves betonnál ezek az értékek megduplázódhatnak.

A betonkeveréskor kijelzett feszültség értékét a keverődő tisztasága is befolyásolja. Ezt a körülményt műszakkezdésnél a kijelzett érték kétszeresével való csökkentésével lehet figyelembe venni.

A motor melegedése és hűlése a digitális jel kismértékű és nehezen tekintetbe vehető ingadozását okozza.

A kijelzett feszültségből a villamos teljesítményfelvételt a

$$P = \frac{P_n}{i_n} \cdot i$$

képletből számíthatjuk ki, ahol

P_n = a névleges teljesítmény, esetünkben 99 kW

i_n = a távadó P_n -hez tartozó kimeneti árama, esetünkben 20 mA

i = a digitálisan kijelzett feszültségérték és az R_m mérőellenállás hányadosa, esetünkben például $\dot{U}_0/10$ mA

A hitelesítő műszeren mért feszültségekből számítva teljesítményfelvételre üresjáratban átlag 30,17 kW, és például a 4. jelű beton keverése során 35,32 kW, az 5. jelű beton keverése során 37,22 kW adódott.

A betonkeverékek összetétele és a konzisztencia mérése

A kísérleti betonkeverékeket úgy választottuk meg, hogy azok összetételükben gyakran előfordulók legyenek. A vizsgált tizennyolc keverék közül nyolc, a 4., 5., 8., 9., 11., 13., 14. és 15. jelű a szolnoki Elematic betongyár tényleges termékének anyaga volt. További hét adalékszer nélküli és három Melment L-10 adagolású betonkeveréket magunk állítottunk össze úgy, hogy a vizsgált keverékek a cement- és víztartalomnak, valamint a konzisztenciának széles kombinációit adják.

Cementként hejőcsabai 350 kspc 20 jelű kohósalak-portlandcementet használtunk. Az adalékanyag frakciók átlagértékben 45:55 tömeg% homok:kavics arányt követtek. Ezeknél mintegy 10 tömeg%-kal volt homokszegényebb a 4.

Betonkeverékek összetétele és konzisztenciája.

2. táblázat

Betonkeverék jele	Betonkeverék összetétele				Fesz. vált. (mV)		Konzisztencia mérőszám			
	Cement- tart. (kg/ m ³)	Víztart. (kg/m ³)	Vízcement- tényező	Melment L-10 tartal- om (kg/m ³)	Üzemi kon- zisztomé- teren	Hitelesítő műszeren	Roskadási mérték (cm)	Területi szám (cm)	Tömörödé- si tényező	Átformá- lási mérték
	c	v	x		\dot{U}_Δ	H_Δ	R	T	CF	A
1.	500	270	0,54	—	5	5,23	16	65	1,00	1
2.	320	200	0,63	—	7	7,75	16	57	1,00	3
3.	400	200	0,50	—	8	8,48	8	50	1,00	6
4.	500	185	0,37	—	10	10,45	6	47	1,00	9
5.	500	155	0,31	—	13	13,60	6	45	0,99	25
6.	580	210	0,36	—	13	14,58	9	50	1,00	12
7.	350	165	0,47	—	15	15,57	6	47	0,99	15
8.	400	145	0,36	—	15	16,29	4	40	0,97	35
9.	380	155	0,41	—	17	17,34	5	45	0,97	20
10.	550	195	0,35	—	17	17,91	6	50	1,00	13
11.	350	100	0,29	—	21	22,63	0	36	0,88	42
12.	250	115	0,46	—	28	29,47	2	35	0,92	47
13.	280	90	0,32	—	29	29,46	0	34	0,86	52
14.	150	50	0,33	—	31	31,87	0	34	0,85	48
15.	120	50	0,42	—	32	32,81	0	33	0,81	61
16.	500	215	0,43	7,5	4	4,02	15	50	1,00	3
17.	500	135	0,27	7,5	12	12,54	7	38	0,99	15
18.	300	95	0,32	4,5	28	28,47	1	33	0,80	56

és 5. jelű, és 20 tömeg%-kal homokdúsabb a 13. jelű keverék. A homok szemnagysága 0–5 mm, a kavicsé 5–15 mm volt.

A konzisztenciát az MSZ 4714-55 „Friss betonkeverékek vizsgálata” című szabvány 6.2 pontja szerinti Abrams-féle roskadási mértékkel, 6.3 pontja szerinti Thaulow-féle átformálási mértékkel, 6.8 pontja szerinti területi számmal és az ÉMI HSZ 236-67 számú házi szabvány szerinti Glanville-féle tömörödési tényezővel jellemeztük.

A betonkeverékek összetételét és a konzisztencia mérőszámokat a 2. táblázatban tüntettük fel. Ugyanide átvettük az 1. táblázatból a digitálisan kijelzett feszültségek változásának értékeit, és ezzel a 2. táblázat adatgyűjteményét a vizsgálati eredmények értékeléséhez teljessé tettük.

A vizsgálati eredmények értékelése

A vizsgálati eredmények értékelése során a mért jellemzők között két-, illetve háromváltozós összefüggéseket kerestünk. A másodfokú parabolát megjelenítő kétváltozós regressziós összefüggések alakja:

$$y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

A háromváltozós regressziós összefüggések z-ben különböző párhuzamos futású másodfokú parabolák sorát írják le a síkban.

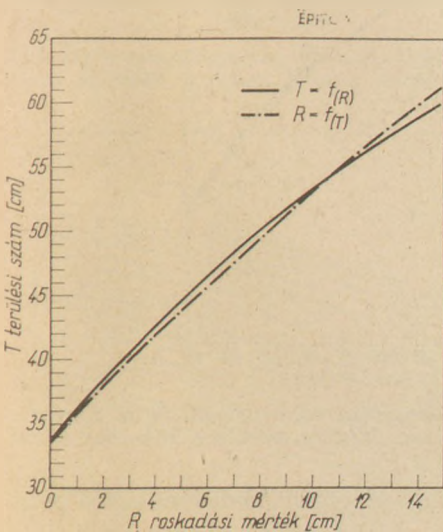
Analitikus alakjuk:

$$z = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \cdot y + d$$

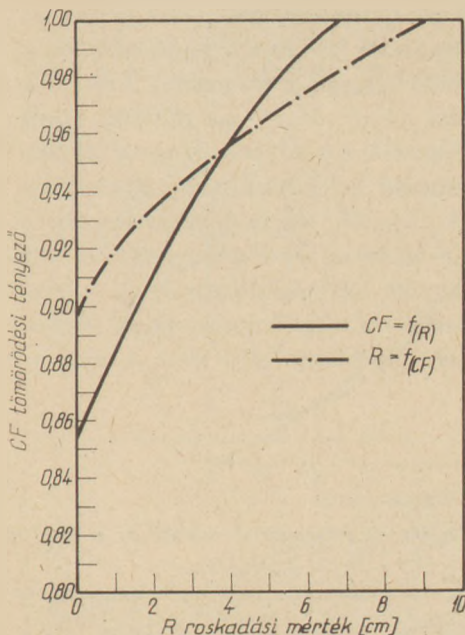
A háromváltozós összefüggések az $x-y$ síkban konstans z érték mellett a másodfokú parabola

$$y = -\frac{a}{c} \cdot x^2 - \frac{b}{c} \cdot x + \frac{z-d}{c}$$

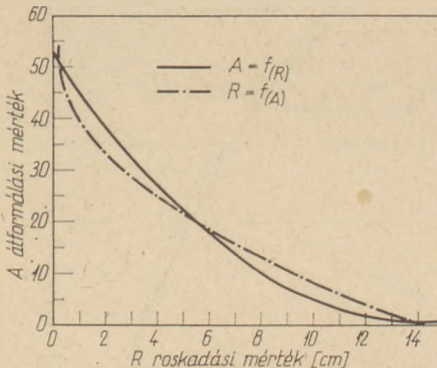
alakját veszik fel.



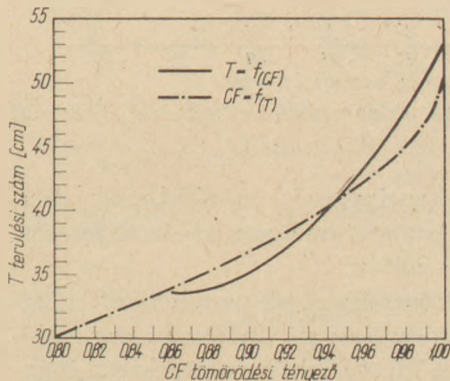
1. ábra. Összefüggés a roskadási mérték és a területi szám között



2. ábra. Összefüggés a roskadási mérték és a tömörödési tényező között

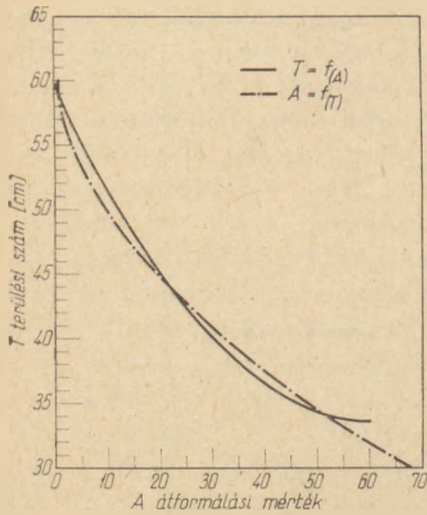


3. ábra. Összefüggés a roskadási mérték és az átformálási mérték között

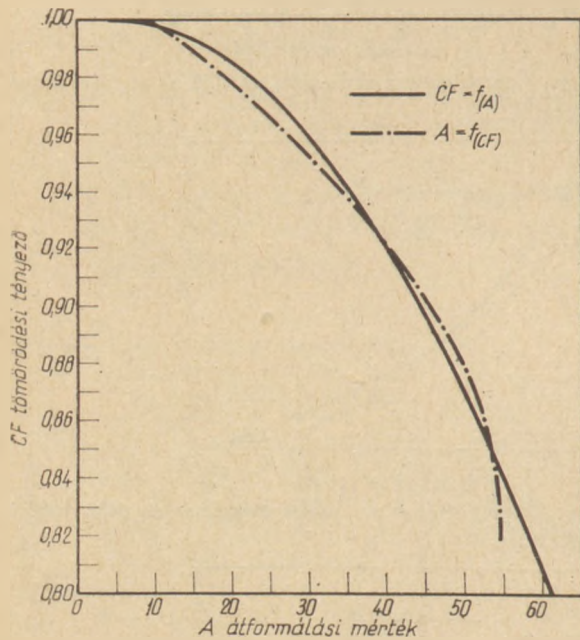


4. ábra. Összefüggés a tömörödési tényező és a területi szám között

Kétváltozós összefüggésekkel a konzisztencia mérőszámok és a kijelzett feszültségek változásának páronkénti kapcsolatát fejeztük ki. Ugyanazon két változóra a független és függőváltozó szerepének felcserélésével két függvényt határoztunk meg. A háromváltozós összefüggések független változóit a cementtartalom és vízcementtényező, illetve a cementtartalom és víztartalom, a füg-



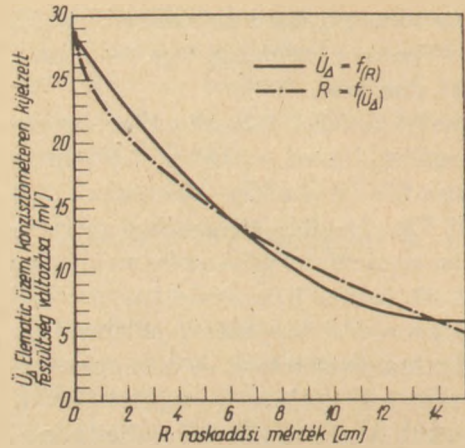
5. ábra. Összefüggés az átformálási mérték és a területi szám között



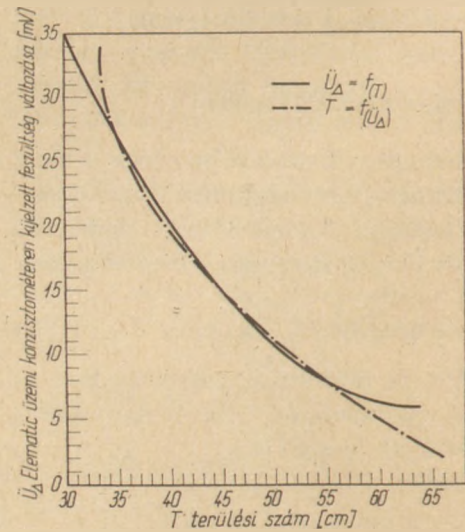
6. ábra. Összefüggés az átformálási mérték és a tömörítési tényező között

gőváltozók a konzisztencia mérőszámok, valamint az üzemi konzisztométeren kijelzett feszültségek változása voltak.

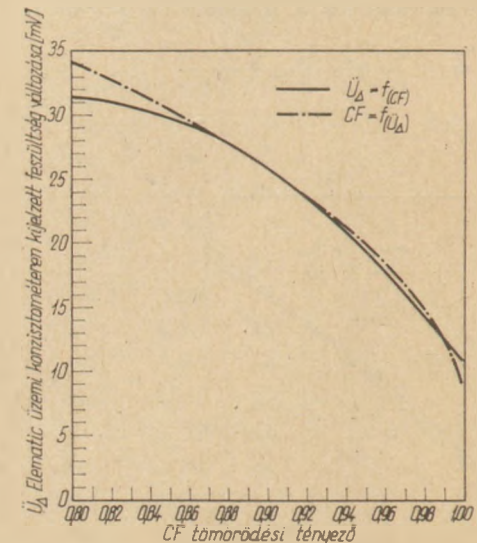
Az analitikus összefüggések paramétereit a legkisebb hibanégyzetösszegek módszere segítségével számítottuk ki. Az így meghatározott függvények közelítőképeségét az I korrelációs indexszel, a regresszió S standard és H relatív hibájával jellemeztük. A korrelációs indexekből és hibaértékekből megállapítható, hogy a regressziós összefüggések a konzisztencia mérőszámok egymásba való átszámítására, valamint a konzisztométer jelkülönbségével való kapcsolatainak kifejezésére, továbbá a konzisztencia mérőszámoknak és a konzisztométer jelkülönbségének a cementtartalom és vízcementtényező, illetve víztartalom



7. ábra. Összefüggés a roskadási mérték és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között



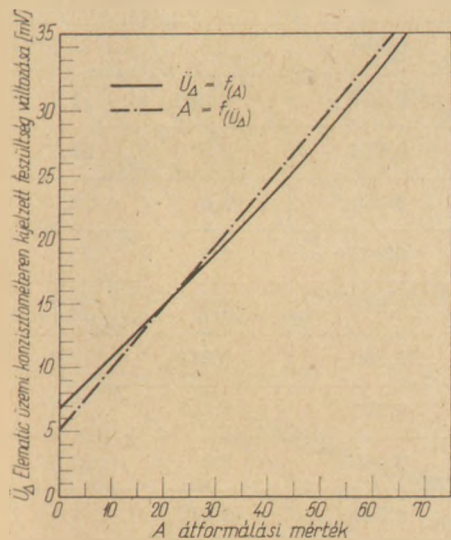
8. ábra. Összefüggés a területi szám és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között



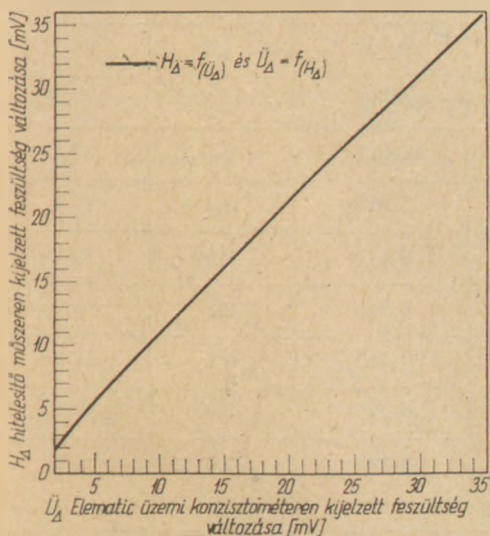
9. ábra. Összefüggés a tömörítési tényező és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között

függvényében való megjelenítésére kielégítő pontosságúak, és megbízhatóságuk nem marad el a konzisztenciamérés megbízhatósága mögött.

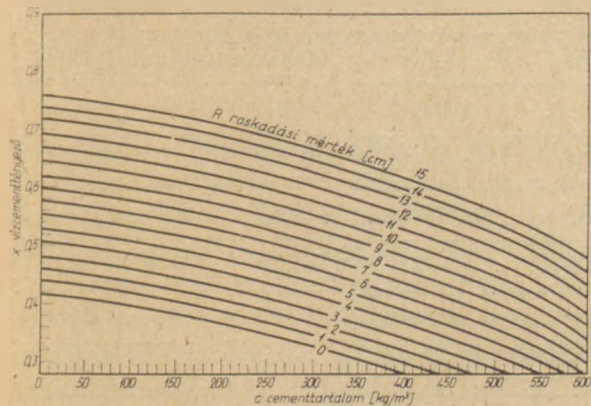
A kétváltozós összefüggések jellemzőit a 3. táblázatban, a háromváltozósakét a 4. táblázatban tüntettük fel. Az összefüggéseket grafikusan az



10. ábra. Összefüggés az átfordulási mérték és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között

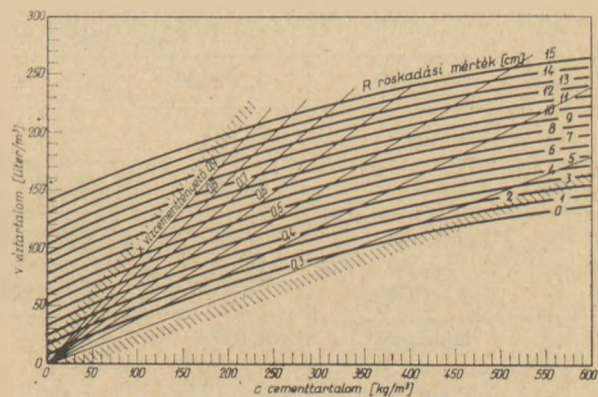


11. ábra. Összefüggés az Elematic üzemi konzisztométeren és a hitelesítő műszeren kijelzett feszültség változása között

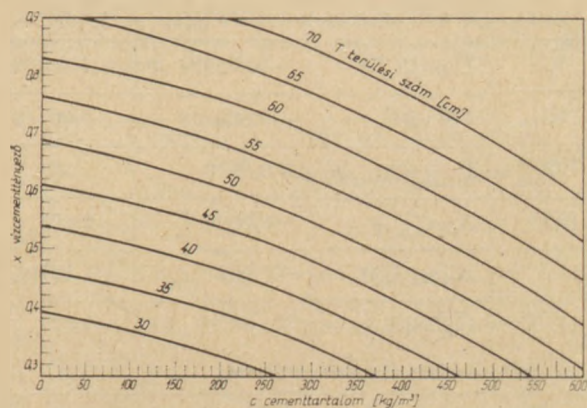


12. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a vízcementtényező és a roskadási mérték között

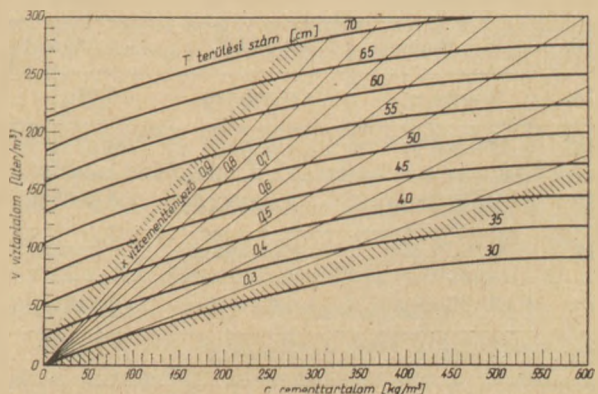
1–21. ábrákon mutatjuk be. Az ábrák egyben a táblázatok jelöléseinek értelmezését is adják. A 3. és 4. táblázatok adatait, valamint az 1–21. ábrák görbéit az 1–15. jelű, tehát adalékszer nélküli betonkeverékek 2. táblázatbeli mérési eredményeinek felhasználásával számítottuk ki, illetve rajzoltuk meg. A 13., 15., 17., 19. és 21. ábrákon – amelyeken a víztartalom a független változó – a vízcementtényező izovonalait is berajzoltuk. Ezek tartományán kívül az összefüggések és görbék nem értelmezhetők. Az 1–10. ábrák



13. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a víztartalom és a roskadási mérték között



14. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a vízcementtényező és a területi szám között



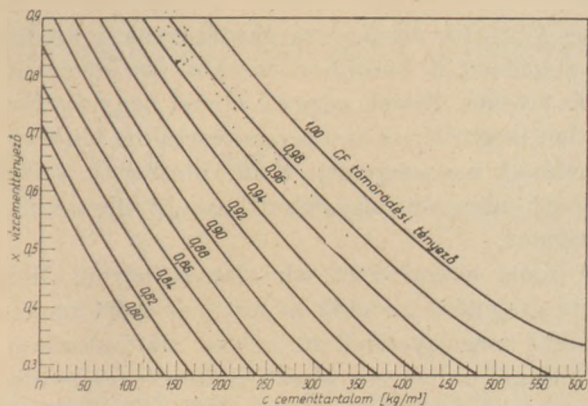
15. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a víztartalom és a területi szám között

Ábraszám	Függvény	a	b	c	J	S	H%
1.	$T = f(R)$	-0,0378	+2,311	+33,73	0,969	2,2	5,0
1.	$R = f(T)$	-0,0032	+0,240	-11,58	0,964	1,3	23,9
2.	$CF = f(R)$	-0,001365	+0,03078	+0,8539	0,969	0,016	1,7
2.	$R = f(CF)$	+520,0943	-896,509	+385,75	0,815	2,9	51,7
3.	$A = f(R)$	+0,02623	-7,354	+52,32	0,950	6,0	23,0
3.	$R = f(A)$	+0,0052	-0,535	+14,02	0,917	2,0	35,6
4.	$T = f(CF)$	+982,0755	-1689,623	+760,38	0,863	4,6	10,2
4.	$CF = f(T)$	-0,000336	+0,03736	-0,0200	0,955	0,019	2,0
5.	$T = f(A)$	+0,0072	-0,859	+59,35	0,957	2,6	5,9
5.	$A = f(T)$	+0,0652	-8,097	+251,82	0,985	3,3	12,6
6.	$CF = f(A)$	-0,000062	+0,00053	+0,9999	0,963	0,017	1,8
6.	$A = f(CF)$	-1378,7736	+2259,434	-871,13	0,947	6,19	23,9
7.	$\ddot{U}_\Delta = f(R)$	+0,1027	-3,058	+28,74	0,925	3,3	18,8
7.	$R = f(\ddot{U}_\Delta)$	+0,0255	-1,478	+21,71	0,921	1,9	34,7
8.	$\ddot{U}_\Delta = f(T)$	+0,0253	-3,225	+108,84	0,938	3,0	17,2
8.	$T = f(\ddot{U}_\Delta)$	+0,0316	-2,147	+69,99	0,923	3,5	7,8
9.	$\ddot{U}_\Delta = f(CF)$	-466,5094	+736,509	-259,15	0,919	3,4	19,5
9.	$CF = f(\ddot{U}_\Delta)$	-0,000242	+0,00250	+0,9970	0,879	0,031	3,2
10.	$\ddot{U}_\Delta = f(A)$	+0,0010	+0,364	+6,93	0,940	2,9	16,9
10.	$A = f(\ddot{U}_\Delta)$	+0,0006	-2,073	-10,36	0,940	6,5	25,2
11.	$H_\Delta = f(\ddot{U}_\Delta)$	-0,002749	+1,12105	-0,2407	0,999	0,386	2,1
11.	$\ddot{U}_\Delta = f(H_\Delta)$	+0,0026	+0,879	+0,31	0,999	0,4	2,2

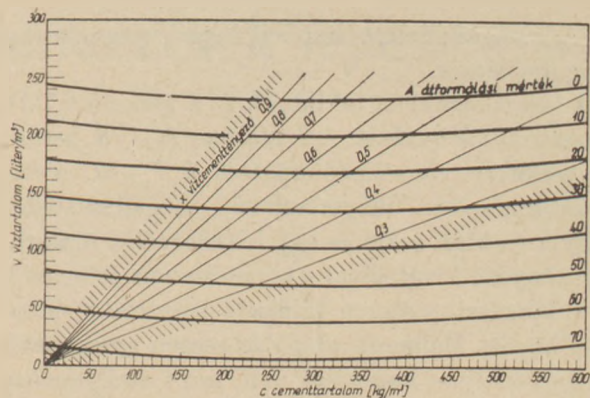
A háromváltozós összefüggések jellemzői

4. táblázat

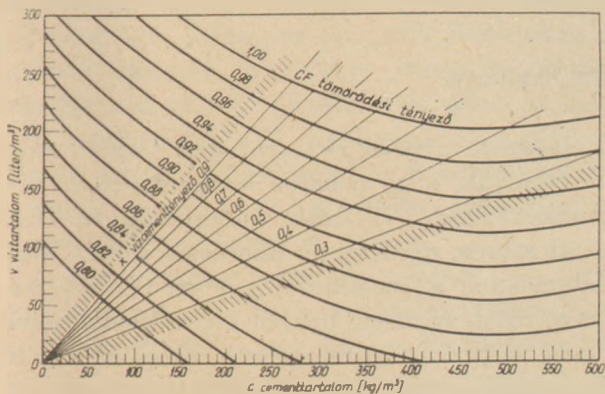
Ábraszám	Függvény	a	b	c	d	J	S	H%
12.	$R = f(c, x)$	+0,000025	+0,0051	+43,4	-17,96	0,837	2,7	48,8
13.	$R = f(c, v)$	+0,000025	-0,0395	+0,1155	-1,08	0,847	2,6	46,7
14.	$T = f(c, x)$	+0,000046	+0,0163	+67,9	+3,42	0,965	2,5	5,6
15.	$T = f(c, v)$	+0,000050	-0,0594	+0,1891	+30,16	0,972	2,1	4,7
16.	$CF = f(c, x)$	-0,0000053	+0,000789	+0,277	+0,6234	0,949	0,024	2,1
17.	$CF = f(c, v)$	-0,0000056	-0,000552	+0,000671	+0,7286	0,930	0,024	2,5
18.	$A = f(c, x)$	+0,000042	-0,1439	-115,5	+120,40	0,940	6,5	25,2
19.	$A = f(c, v)$	+0,000041	-0,0232	-0,3102	+75,35	0,941	6,5	25,0
20.	$\ddot{U}_\Delta = f(c, x)$	+0,000080	-0,1081	-45,3	+63,72	0,939	3,0	17,1
21.	$\ddot{U}_\Delta = f(c, v)$	+0,000081	-0,0617	-0,1203	+46,10	0,938	3,0	17,2



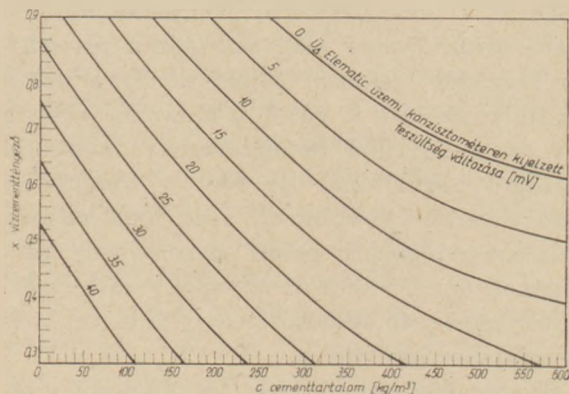
16. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a vízcementtényező és a tömörödési tényező között



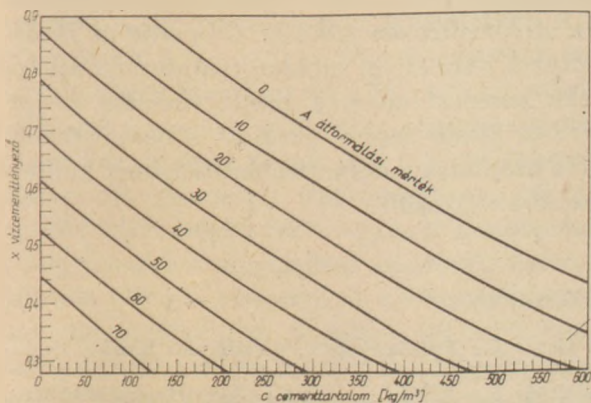
19. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a víztartalom és az átformálási mérték között



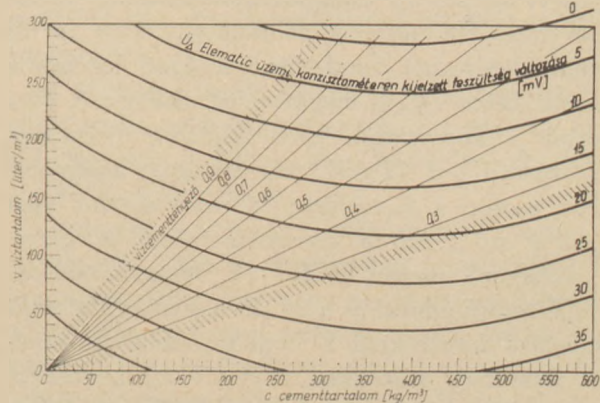
17. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a víztartalom és a tömörödési tényező között



20. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a vízcementtényező és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között



18. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a vízcementtényező és az átformálási mérték között



21. ábra. Összefüggés a cementtartalom, a víztartalom és az Elematic üzemi konzisztométeren kijelzett feszültség változása között

használatakor helyes az ábrákon szereplő két függvény középpértékével dolgozni, és a szélső tartományokat – ahol a másodfokú parabolák görbülete jelentős – használaton kívül helyezni.

A regressziós összefüggések korrelációs indexeiből és hibaértékeiből a konzisztenciamérési módszerek pontosságára nehéz következtetéseket levonni. Ha az erősen szubjektív átformálási mértéket figyelmen kívül hagyjuk, akkor úgy tűnik, hogy azok a konzisztencia jellemzők határozhatók

meg nagyobb biztonsággal, amelyeket energia-közléssel mérünk. Feltehetően ez az oka annak, hogy a konzisztenciamérőszámok közül a roska-dási mérték számítható a legnagyobb relatív hibával át, illetve becsülhető a cement- és víztartalomról, vagy vízcementtényezőből meg.

Figyelemre méltó az üzemi konzisztométeren és a hitelesítő műszeren kijelzett feszültségek változásának összefüggése. A két változó korrelációja rendkívül szoros, a függvény alakja közel

lineáris, az explicit és implicit függvény gyakorlatilag egybeesik.

A következőkben tekintsük át a Melment L-10 plasztifikátor hatását. A 2. táblázat 16–18. betonkeverékekre vonatkozó adatait a 7–10. ábrák összefüggéseibe helyettesítve megállapítható, hogy a területi szám és egy kísérletnél a tömörödési tényező kivételével a konzisztencia jellemzők és a konzisztométeren kijelzett feszültség változása között Melment adagolás esetén gyakorlatilag ugyanolyan kapcsolat van, mint amilyeneket a plasztifikátor nélküli betonokra meghatároztunk. Eltérést a 8. ábránál találtunk, amely szerint az azonos feszültségváltozáshoz tartozó betonok közül a plasztifikált a plasztifikálatlanál kevésbé terül. Ennek magyarázatát a plasztifikátor kohéziós erejében látjuk, amely a beton szétosztályozódását is gátolja. Hasonló jelenség lépett fel a 18. jelű betonkeverék tömörödési tényezője vizsgálatánál is, ahol a tömörödési tényező a vártnál kisebbre adódott. Ez a jelenség a Melment adagolású beton viszonylagos szárazságának érzetét kelti az ugyanakkora teljesítménnyel keverhető adalékszer nélküli beton konzisztenciájához hasonlítva.

A villamos teljesítményfelvétel oldaláról vizsgálva a plasztifikátor hatását kitűnik, hogy a Melment lecsökkenti a keverék belső súrlódását, és ezért az kisebb energiafelhasználással keverhető meg. Ha ugyanis például egy $T = 50$ cm területi számmal rendelkező betont kívánunk plasztifikátor nélkül megkeverni, akkor a 8. ábra szerint a konzisztométeren kijelzett feszültség változása $\dot{U}_d = 11$ mV, míg Melment adagolású beton esetén a 2. táblázat 16. sora szerint csak $\dot{U}_d = 4$ mV. Adott cementtartalom és vízcementtényező esetén a 16–18. betonkeverékek 2. táblázatbeli adatai és a 20. ábra szerint Melment adagolású keveréknél a konzisztométeren kijelzett feszültség változása 4–5 mV-tal kevesebb, mint a plasztifikálatlan betonnál. Ez az eltérés a 20. ábra szerint a Melment hatására bekövetkező mintegy 20%-os vízcementtényező csökkenést képvisel, szemben a gyakorlati 15%-os értékkel.

A 7–10. és 20–21. ábrák együttesen alkalmassak a Melment tartalmú betonok vízcementtényezőjének, illetve vízadagolásának megtervezé-

sére. A 7–10. ábrákon meghatározzuk a kívánt konzisztenciájú betonhoz tartozó feszültségváltozás értékét. Ennek négyvel növelt nagyságához rendelt izogörbének és a cementtartalom rendezővonalának metszéspontja a 20., illetve 21. ábrán megadja a keresett vízcementtényezőt, illetve víztartalmat.

A fenti következtetések alapját három Melment adagolású keverék képezte, és ezért azokat további megfigyelésekkel helyes alátámasztani. Feltétlenül érdemes a plasztifikátorok rendszeres és szélesebb körű használatbavételével egyidőben a plasztifikált betonokra kiterjedtebb konzisztométeres kísérleteket végezni.

Megállapítások

Az elvégzett mérések és számítások alapján megállapíthatjuk, hogy a beton konzisztenciája és a betonkeverőgép villamos teljesítményfelvétele között szoros, egyértelmű kapcsolat van. A konzisztenciának a betonkeverőgépben történő mérése előnyös, az üzemi gyakorlatban rendszeresen és megbízhatóan végrehajtható, és ezért a konzisztométeres vizsgálat és szabályozás hazai elterjesztését indokoltnak tartjuk.

Megállapítottuk, hogy az üzemi konzisztométerek hazai eszközökből is előállíthatók. Intézetünk *Automatizálási Kutatási Csoportja* és *Betonosztálya* a külföldivel minden tekintetben azonos értékű konzisztométerek megtervezésére, beépítésére és hitelesítésére, továbbá a betonkonzisztencia beállítása automatizálhatóságának kikísérletezésére felkészült.

IRODALOM

- [1] *Palotás L.*: Építőanyagok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1961.
- [2] *Palotás L. – Kúlián J. – Balázs Gy.*: Betonszilárdítás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.

Kausay, T. – Szirmai, A.: Измерение консистенции в бетонной мешалке

Kausay, Tibor – Szirmai, András: Betonsteifmessung in der Mischmaschine

Kausay, Tibor – Szirmai, András: Workability Measurement in the Concrete Mixer

Hazai téglaiipari szárítóberendezések fejlesztése

MAGYAR ERNŐ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Első korszerű hazai szárítóberendezések

Az első korszerű szárító megoldást Magyarországon lényegében az NSZK Keller cégtől 1960-ban a Csillaghegyi Téglagyár műszárítójának átalakításához vásárolt berendezés jelentette. Ennek mintájára az 1967-ig terjedő időszakban az Iparterv, majd SZIKKTI tervezésében 6 meglévő kamrás szárító átalakítása és 2 új kamrás szárító készült el, továbbá néhány a Téglá- és Cserépipari Egyesülés tervezésében is.

A Keller rendszerű kamrás szárítók — a berakott kamratér feletti csatornarendszerben lejátszó légcserevel — a szárítási folyamat szabályozhatóságát jól biztosították. Általában a kamrahossz kettősztásával kialakított kétvágányos kamrákban a téglarakaton át hosszirányban két körben áramló szárítólevegő sebességeloszlása azonban a keresztmetszetben egyenlőtlen. A rakaton át kb. 6 m hosszban állandó irányban megtett út végén kilépő levegő hőfoka és így szárítóképesége ugyanakkor jelentősen csökken a belépő állapothoz képest. A rakatba való belépésnél a legnagyobb sebességű légáramrészben, tehát a legkedvezőbb helyen fekvő téglánál alkalmazható a leggyorsabb megengedett nedvességtartalomváltozás. Ehhez viszonyítva az áramlásárnyékban, de legfőképpen a kilépésnél levő téglák lényegesen lassabban száradnak. A legkedvezőtlenebb helyen fekvő téglák teljes kiszárításához ezért jelentősen nagyobb időtartamra van szükség a kísérletileg nyert optimális szárítási időhöz képest, a kedvezőbb helyen levő nyersgyártmányok túlszárítása mellett. Ezek ellenére a Keller szárító nagy előrelépést jelentett a régi szárító megoldásokhoz képest.

A fenti időszakban, 1972-ig több csatornaszárító is készült. Így az Iparterv tervezésében a fehérgyarmati és bakonyszentlászlói téglagyárakban egymáshoz hasonló szárítók létesültek, a kocsihaladásra merőleges keresztirányú légáramlással. Ezek ugyancsak egyenlőtlen áramlással, de a kisebb átáramlási úthosszal, a közbenső léghevítés

és a szakaszonkénti áramlásirány-változás következtében kisebb száradási egyenlőtlenességgel működnek. A léghevítés és légcseré sok helyen lehetséges megfelelő beállításával a termékre legkedvezőbb szárítási folyamat beszabályozható. E szárítók azonos időszakban és teljesítményre a Keller szárítókhoz képest kb. 2,5-szörös kivitelezési költséggel voltak megvalósíthatók.

A Téglá- és Cserépipari Egyesülés tervezésében ugyanakkor túlnyomórészt egységes, lényegében ellenáramú megoldással valósultak meg szárítók. A háromvágányos csatornák 72 m körüli hosszán itt 6 helyen keresztkeringtetés és meglevegő bekeverési lehetőség van. Ezeknél a kocsihaladással ellentétes főáramláshoz képest csekély keresztirányú áramlás nem javítja lényegesen az egyenlőtlen száradást. A szárítás ellenáramnál kialakuló lefolyását pedig a helyenkénti meleglevegő beadással csak korlátozott mértékben lehet befolyásolni.

Az 1972-ig készült összes csatornaszárítót folyamatos kocsiátolásra tervezték, a gyártás nélküli időszakra előtároló, ill. a kijövő kocsi részére gyűjtő vágányokkal.

A kamrás szárítóknál végbemenő folyamat a szabályozó elemek kísérletileg meghatározott program szerinti kézi vagy automatikus állításával mindig azonosan szabályozható, tehát nem függ a gyártási teljesítmény ingadozástól. Ez különösen száradásérzékeny agyagoknál fontos. Más nyersgyártmányhoz szükséges eltérő szárítási folyamatra való átállás a program változtatásával könnyen megoldható. Ugyanabban a szárítóban egyszerre több termékfajta is szárítható, más-más folyamat szerint.

A csatornaszárítóknál ezzel szemben a folyamat megfelelő beszabályozása és így átállítása is nehezebb feladat. A napi gyártás, illetve a kocsiátolási sebesség változása ugyanakkor közvetlen kihatással van a szárítási folyamatra.

A tárgyalt időszakban a kamrás szárítók elterjedtebbek voltak és általánosságban kisebb beruházási költséggel létesültek.

Új hazai korszerű SZIKKTI típusú szárítók

1968 – 69-ben a Keller rendszerű kamrás szárítók vázolt fogyatékoságainak javítására két irányban dolgoztunk ki új megoldást. Mindkét alapmegoldás elsőként az 1973-ban üzembehelyezett *Tata III. új cserép- és téglagyárban* valósult meg.

Az egyik megoldási irány tulajdonképpen a Keller rendszer továbbfejlesztését valósítja meg azaz, hogy lényegében változatlan kamra-, keringtető csatorna- és hőlégelosztó- ill. eltávolító csatorna elrendezés mellett a légáramlás irányának időnkénti váltását biztosítja a rakaton át. A keringtető csatorna feletti csatornarendszerben az áramlásiránnyal együtt váltó csappantyúk mindkét irányban azonos módon szabályozzák a légcseré mennyiséget és ezzel a szárítási folyamatot. A külső és belső hőellátásnál egyaránt alkalmazható alapmegoldás Tatán a keringtető csatornában gőzfűtésű léghevítőkkel és visszakeringtető csatornával készült.

1976-ban helyezték üzembe a Törökbálinti Téglagyárban a váltakozó kényszeráramlású kamrás szárító visszakeringtető csatorna nélküli és csak külső léghevítéses kivitelre korlátozott, egyszerűsített változatát.

Az új váltakozó hosszarámlásos szárítóknál az áramlási keresztmetszetben kialakuló sebességeloszlás lényegesen nem egyenletesebb az állandó áramlásirányú szárítókhoz képest, ami az elrendezés szükségszerű velejárója. Az irányváltás következtében azonban a kb. 6 m hosszú rakománytömb két vége egyformán szárad és ennek közepén, a legkedvezőtlenebb helyen fekvő téglák maradnak le a száradásban, a fél áramlási úthossz miatt kisebb mértékben. A legkedvezőtlenebb és legkedvezőbb helyen fekvő téglák közötti száradási időkülönbség és ezzel a teljes szárítási idő kisebb tehát mint állandó áramlásiránynál.

Lényegében ugyanezt a működést ill. hatást valósítja meg, de más megoldással több ismert külföldi berendezés is. Ezek közül a nálunk is létesült berendezéseket említve a Keller cég Eger I. cserépgyárban működő Intervall típusánál az egyik áramlásirányban kialakuló 1,1 m/s körüli átlagsebességhez képest a másik irányban csak mintegy fele jön létre, közben hosszabb szünettel. A két irányban tehát itt a száradás nem ugyanaz. A bátaszéki új téglagyárban pedig a Morando cég Rovigo típusú szárítójában a két áramlásiránynál azonosan, a rakománytömb közepén légcserével távozó résszel csökkent mennyiségű továbbáramló levegő nagyobb állapotváltozást ill. szárítóképességet csökkenést szenved.

A két irányban azonosan és végig teljes mennyiségben a rakaton át végbemenő légáramlás következtében tehát megoldásaink elméletileg az említett példákhoz viszonyítva tökéletesebben valósítják meg a kamra hosszirányban váltakozó áramlású szárítást.

A váltakozóáramú szárító megoldás azonos elrendezésénél fogva aránylag kis költségráfordítással alkalmazható meglévő Keller rendszerű szárítók átalakítására, teljesítménynövelés céljából.

A Tata III. gyár automatikus szabályozású szárítója a kis száradásérzékenységre anyagból készülő szalagcserepet 24 óránál rövidebb idő alatt képes 2% végnedvességre megszáritani. A törökbálinti szárító pedig a meglehetősen száradásérzékeny agyagból gyártott B 30 téglát 48 óra alatt tudja 3% végnedvességre megszáritani. A légállapotváltozás ill. szárítási folyamat a külső hevítéses szárítónál is – pusztán a csappantyúnyitással – jól szabályozható, a belső hevítéssel azonos szárítási sebességek elérhetősége mellett.

Mérési adatok hiányában számítás alapján évi átlagban a tatabi szárítónál, kis kamratérfogat kitöltésnél 4440 kJ (1060 kcal) és 45 Wh, a törökbálinti szárítónál pedig 4400 kJ (1050 kcal) és 28 Wh hő- ill. villamosenergia fajlagos felhasználás vehető figyelembe 1 kg vízpárolgztatásra. Utóbbinál 0 °C körüli külső hőmérsékletnél végzett folyamatmérés légállapot adataiból számított tiszta vízpárolgztatási fajlagos felhasználás 1 kg vízre 3940 kJ (940 kcal) értékű. Ehhez az agyag- és lécfelmelegítés ill. falveszteség 670 kJ/kg-ra (160 kcal/kg) becsült összértékét hozzáadva összesen 4610 kJ/kg (1100 kcal/kg) adódik.

A törökbálinti kivitel szerkezetileg is több – kivitelezési, kezelési és karbantartási szempontból hasznos – továbbfejlesztett korszerű megoldást tartalmaz. Így megemlíthető a kamránkénti egyetlen leemelhető ajtó, a gyors cserét biztosító keringtető ventilátorbeépítés, stb.

A másik új megoldás a szokásos kamrahosszirányú légáramlás helyett keresztirányú, tehát a töltési irányra merőleges légkeringtetést valósít meg a rakaton át. A keringtető ventilátorok a rakatot befogadó hasznos tér felett leválasztott keringtető csatornában folyamatosan egyirányban szállítják a levegőt a hasznos tér két oldalán levő be- és kilépő csatornán át. A belépő csatornába épített légtelrelő szerkezet egyenletes légáramlást biztosít. A légcseréhez, ill. a szárítási folyamat befolyásolásához szükséges levegő a hőlégcatornákból elosztócsatornán át jut a kering-

tető csatornába, csappantyúkkal szabályozott mennyiségben.

A tatai szárító ezen megoldásban is a keringető csatornában gőzfűtésű léghevítővel szolgáltatott belső hőellátással működik. Újabb megvalósítása a Solymár II. új téglagyárban külső léghevítéses kivitelben került üzembehelyezésre 1975-ben.

A kivitelezéskor állandó érvénnyel légsebesség mérés alapján beállított légtelítő lemezek e szárítóknál az áramlási keresztmetszetben gyakorlatilag egyenletes sebességelosztást valósítanak meg. Ezt a gyakorlati eredmények igazolják a solymári szárítónál is, amelynél a beállítás elmaradt, de így sokkal egyenletesebb áramlás látható a hosszarámlású szárítókhöz képest. A leggyakoribb léces téglarakóautomatákkal való megrakás esetén itt a levegő a nyersgyártmány üregein át áramlik és így annak lehetséges legnagyobb felületét érinti. Ebből, továbbá a viszonylag kicsi – legfeljebb 3,5 m-es – átáramlási úthosszból, a közepes 1,5–2,0 m/s sebességnél átjutó nagy légmennyiségből és az egyéb áramlási körülményekből kisebb hőfokon aránylag nagy szárítási sebesség származik. A szárítólevegő hőfoka és így szárítóképessége emellett viszonylag kismértékben változik a be- és kilépés között. A szárítási folyamat a csappantyúk meghatározott nyitásával igen pontosan szabályozható.

A keresztáramlású szárítóknál tehát végeredményben a rakatba való belépés síkjában fekvő minden téglánál gyakorlatilag egyformán pontosan véghezvihető a mindenkor megengedhető legnagyobb szárítási sebességnek megfelelő szárítási folyamat. Az ebből adódó – bizonyos nyersgyártmánynál lehetséges – legkisebb szárítási időhöz képest a további függőleges síkokba eső téglák száradási ideje fokozatosan növekszik a kilépési síkban létrejövő legnagyobb értékig. Itt az összes téglák száradási ideje hozzávetőlegesen ugyancsak azonos, az egyenletes áramlás folytán.

Az egyenletes áramlásból és az áramlásközbeni kisebbmértékű légállapotváltozásból elméletileg egyértelműen következik, hogy a legkedvezőbb és legkedvezőtlenebb helyen fekvő termékek közötti száradási időkülönbség itt kisebb a hosszarámlású szárítókhöz képest.

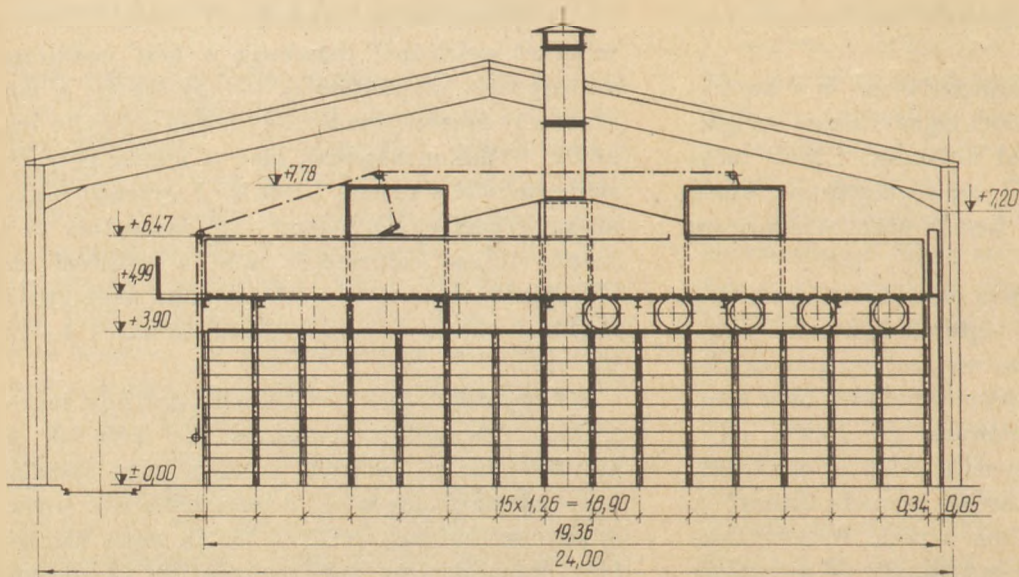
Az automatikus szabályozású tatai téglaszárító 24 óra alatt képes a kis száradásérzékenységgű agyagból készült, 28–30% nedvességtartalmú magasított téglát 4% végnedvességre megszáritani. A kézi szabályozású solymári szárító pedig az érzékenyebb agyagból gyártott 24% körüli nedvességtartalmú B 30 téglát 36 óra alatt tudja

2% végnedvességre kiszáritani. A szárítási idő mindkét szárítónál ingadozik a kézi beállítású szabályozási alapfeltételek – így Tatán a légcsonna- és gőznyomás, Solymáron a bevitt lég-hőfok – állandóságának hiánya miatt, Solymáron ezenfelül a kezelés miatt is. A gyártott téglamennyiséggel egyik helyen sem használják ki a szárító teljesítőképességét, ami a szárítási idő változását lehetővé teszi. Az elérhető legnagyobb szárítási sebesség mindkét szárítóban 1,8–2,0 %/óra.

A keresztáramlású szárítóknál a szárítási sebességhez viszonyítva szükséges kis lég-hőfok il. szárítóképesség, továbbá az egyenletes áramlás igen kedvező fajlagos hőfelhasználást eredményez. A kedvezőtlen helyen fekvő téglák teljes kiszáritása érdekében ugyanis egyenlőtlen áramlásnál a már kiszáradt téglák körül áramló légtömegek szárítóképességük kihasználása nélkül távoznak. Kifejezetten a hőfelhasználás megállapítására irányuló mérés egyik szárítónál sem volt. A folyamatmérések légállapot adataiból számítható – 1 kg vízre vonatkozó – elpárologtatási fajlagos hőfelhasználás Solymáron 20 °C külső hőmérsékletnél 3436 kJ (820 kcal) körül alakult. Ehhez a mért hőfokok alapján számított agyag- és lécfelmelegítési hő, valamint falazati veszteség összesen 504 kJ (120 kcal) fajlagos értékét hozzáadva 3940 kJ (940 kcal) összérték adódik. Az 1 kg vízelvonásra eső számított fajlagos villamosenergiafelhasználás a tatai szárítónál 30 Wh-t, a solymárinál pedig 44 Wh-t tesz ki.

Szerkezetileg a megoldásnak előnye, hogy kereskedelmi forgalomban kapható olcsó típusventillátorok alkalmazhatók és ezekhez egyszerű villamos berendezés szükséges, a folyamatonként egyszeri bekapcsolódásnak megfelelően.

A solymári 20 kamrás, kamránként 5600 db B 30 befogadóképességű szárító napiteljesítménye 36 óra szárítási idő mellett 59200 db B 30. E szárító vasbetonváz, téglák falazatos építménnyel készült és 1970-ben kiadott kiviteli költségvetéseinek összértéke – a villamos és automatika berendezés nélkül – 12 400 eFt-ot, azaz kamránként 620 eFt-ot tett ki. Az 1975-ben elkészült kivitelezés valóságos költségét 16–17 000 eFt-ra becsülve és ehhez a tervezett programautomatika helyett kézi beállítású automatikus szabályozással megvalósított villamos-automatika berendezés kb. 9 000 eFt költségét hozzáadva 1250–1300 eFt kamránkénti összköltség adódik. A gyakorlati üzemvitel kézi távvezérléssel történik, azonos kezelési igény és eredmény mellett. Így a használaton kívüli és más célra hasznosítható



1. ábra. Keresztáramlású kamrás szárító keresztmetszete

szabályozóművek 50–80 eFt kamránkénti értékének levonásával az összköltség kamránként 1170–1250 eFt-ra csökkenhet.

Jelenlegi helyzet és távlati lehetőségek

Az elrendezési és működési szempontból változatlan keresztáramlású szárító ma már az eddigi kivitelezési és üzemviteli tapasztalatok figyelembevételével még korszerűbb, továbbfejlesztett kivitelben valósítható meg. Ennek megoldása acélvázaz téglafalazatos kamrákkal; könnyű acélszerkezetes polcrendszerrel és födémrel; acéllemez szerkezetű felső csatornarendszerrel; részben acél-, részben pedig azbesztcement válaszlemezekkel, bordáslemez járdákkal; kőzetgyapot lemez szigeteléssel alu. lemez burkolattal; kamránként egyetlen, továbbfejlesztett kiemelhető ajtóval; gyors cserét biztosító keringtető ventilátor beépítéssel; végül a szabályozó csappantyúkat mozgató egyszerű, olcsó és üzembiztos programszabályozó berendezéssel jellemezhető. A kivitelezés az építőipari munkával szemben nem támaszt különösebb pontossági igényt. A takarékosan méretezett, célszerűen kialakított és pontosan előregyártott acélszerkezeti elemekből a szerelés kevés munkaráfordítással pontosan végezhető el, a csatlakozásoknál mindenütt biztosított beállítási lehetőség mellett. Nincs szükség semmiféle import anyag vagy készülék beépítésére.

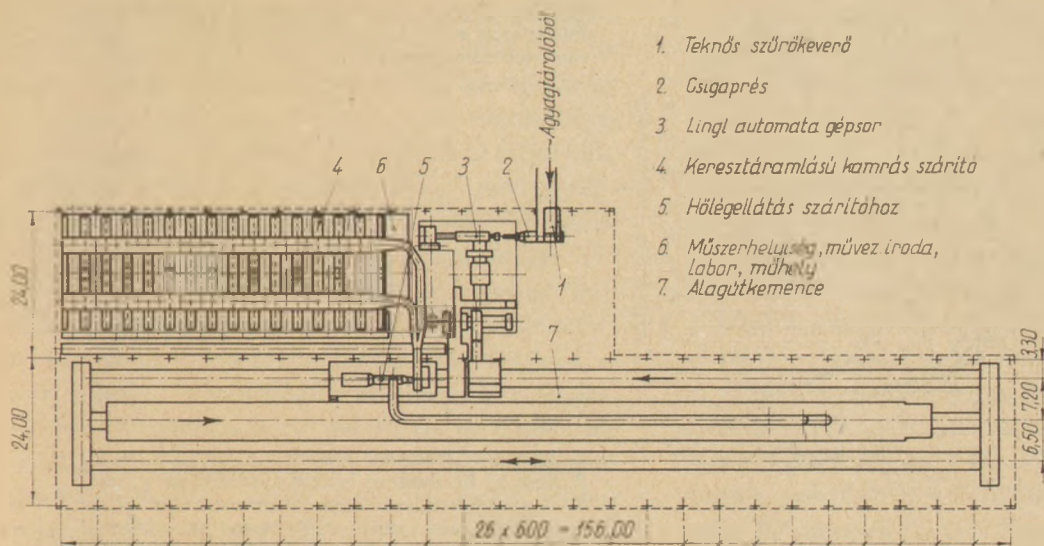
Az új szárító kivitel kétféle kamrahosszban került kidolgozásra, a 18 és 24 m fesztávú csarnokokba való beépíthetőségnek megfelelően. A 24 m-es

csarnokhoz tervezett változat egy 18,9 m hasznos hosszúságú, 11 700 db kettősméretű téglát befogadó kamrájának teljes kiviteli költsége, villamosautomatika berendezéssel és szárítóléc-töltettel együtt 1978-as áron kb. 1330 eFt-ot tesz ki. Egy korszerű téglaprés és csatlakozó automata továbbítóberendezés napi kétműszakos termelésének megfelelő 15 kamrás, 39 óra szárítási idő esetén 78 500 db kettősméretű téglá napi teljesítményű szárító teljes beruházási költsége így kerekén 20 500 eFt. Ez az összeg magában foglalja a kamrákhoz szükséges – kb. 500 eFt értékű – közös berendezéseket is, így az ajtókiemelőköt, a tartalék ventilátorokat, a központi elosztó és műszerszekrényt és egy kamra külön felműszerezését. Utóbbi így kísérleti kamraként a nyersgyártmány legkedvezőbb szárítási folyamatának meghatározására alkalmas.

A 18,9 m hasznos hosszúságú kamra keresztmetszetét az 1. ábra, a 15 kamrás szárító alaprajzát és egy megfelelő teljesítményű, kemencekocsi rakógépes Lingl gépsoros, alagútkemencés téglagyárban való elhelyezhetőségét pedig a 2. ábra szemlélteti.

A szárító üzemviteléhez külön kezelőre nincs szükség. Az összes teendő a leemelő szerkezettel könnyen kezelhető kamraajtók le- és visszaakasztásából, valamint – az ajtó melletti működtetéssel – a folyamat elindításából áll, amit a tolópadkezelő is elvégezhet.

A karbantartási munkák közül leglényegesebb a rendszeres ventilátorcsere és motorkarbantartás. Ehhez megfelelő tartalék gép, kiemelő szerkezet és minden egyéb eszköz biztosított, így



1. Teknős szűrőkeverő
2. Csigaprés
3. Lingl automata gépsor
4. Keresztáramlású kamrás szárító
5. Hőlégtelátás szárítóhoz
6. Műszerhelyiség, művezető, labor, műhely
7. Alagútkelemence

2. ábra. Napi 78500 db kettősméretű téglá teljesítményű téglagyár keresztáramlású szárítóval

kevés munkaráfordítást igényel. A szabályozó berendezés csak időnkénti felügyeletet tesz szükségessé, különleges szakképzettségi igény nélkül.

Az új kivitelű szárító fajlagos hőszükséglete – 160 °C-ot meghaladó bevitt léghőfok esetén – a terméktulajdonságoktól függően 3600–4400 kJ/kg víz (1,00–1,22 kWh/kg víz), azaz 860–1050 kcal/kg víz értékek között alakul, 3% végnedvességig való szárításnál és az évi átlagos 10 °C külső hőmérsékletnél.

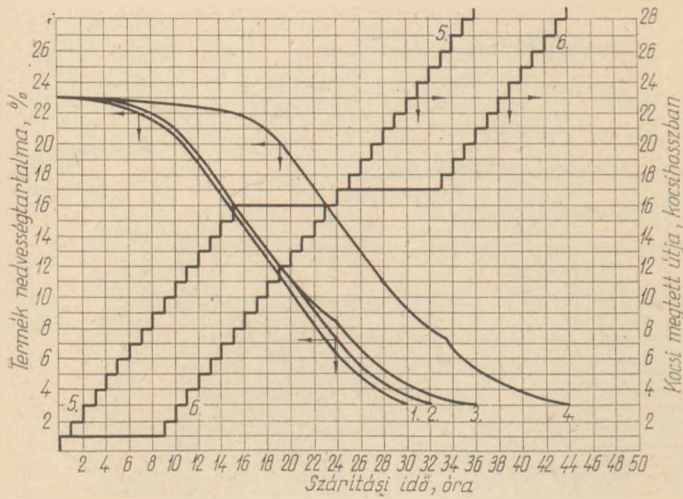
1973 óta hazánkban is kezdtek elterjedni az időszakos kocsiatállású csatornaszárítók. Ezeknél a nyersgyártási időszakban mozgó, a szünetidőben pedig álló kocsihelyzet mellett folyik a szárítás. E szárítók a szárítócsatorna hosszában – a hőlégtelátó csatornában állandó nyitásra szabályozott csappantyúkon át végbemenő – helyenként állandó légcserével, elvileg a szárítótér egy-egy szakaszán állandó szárítási sebességgel működnek. A kamrás szárítók mérései során nyert tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy állandó alapfeltételek és csappantyúnyitás mellett egy ideig valóban állandó szárítási sebesség 4–5 óra után visszaesik. Ez a jelenség álló kocsihelyzetben valószínűleg e szárítóknál is bekövetkezik.

Az időszakonként töltött csatornaszárítóknál – kivéve amikor a szárítási idő kerek napokat, ill. a befogadóképesség a napi gyártásnak kerek többszörösét teszi ki – a gyártási időszak kezdetén elsőként megrakott kocsi számára kisebb áttolási ill. szárítási idő áll rendelkezésre mint később, főként az időszak végén gyártott termék részére. Ez értelemszerűen ugyanúgy alakul mint a kamrás szárítóknál. A különböző időpontokban

megrakott ill. a szárítóba kerülő kocsikon levő nyersgyártmányok tehát különböző nedvességtartalom változás szerint száradnak. A szárítócsatorna hossza mentén beszabályozott szárítási sebességek a termék által elviselhető – kísérletileg nyert – legnagyobb értékek időbeni változásának biztonságból mérsékelt megfelelői lehetnek. Ezen sebességekből adódó idő alatti folyamatos kocsiatállásnál tehát a szárítási folyamat a beállított szárítási sebességek szerint alakul. Csak gyártás alatti tolás esetén a naponta elsőként bekerülő kocsin végbemenő száradás is ezt közelíti meg, a tolási szünetekben szükségszerűen adódó visszamaradásokkal. Attól függően, hogy a szünetidőben milyen szárítási sebességű szakaszban állnak, a később bejutott kocsikon a száradás lassúbb lehet, de nagyobb idő is állhat rendelkezésre.

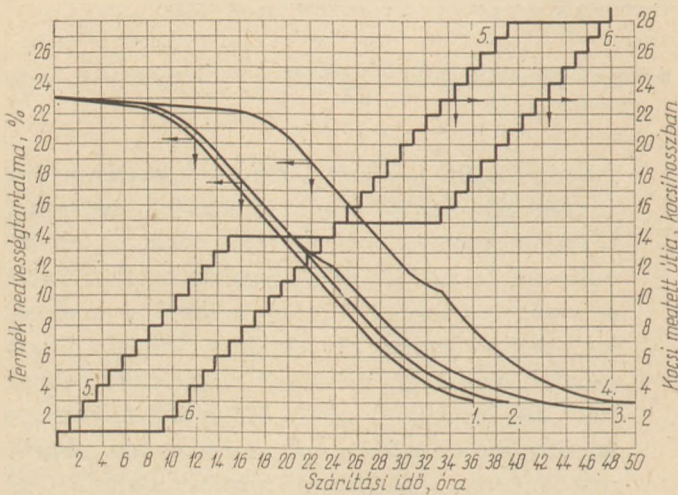
A jelenségek megvilágítására a 3. ill. 4. ábra egy-egy választott, kísérletileg egymagában 30 ill. 36 óra alatt szárítható, téglá feltételezett szárítási görbéit tünteti fel. Mindkét ábra 4 vágányos, vágányonként 28 kocsi befogadó szárítóra vonatkozik és a napi 16 órás kocsiatállás eszményi lefolyását is tartalmazza. Az ábrákon azonosan jelölt változások jelentése a 3. ábra alatt látható.

A 3. ábrán az elsőként betölt kocsin a száradás a 3. görbe szerint – a szünetben létrejövő visszamaradás miatt – 36 óra alatt következik be 3% végnedvességig, a csatornában 32 órára beszabályozott folyamat helyett (2. görbe), ami egyezik a szárítóban való tartózkodás idejével. Ugyanakkor az utolsóként bekerülő kocsin levő téglá



3. ábra. Kísérletileg 30 óra alatt szárítható téglá feltételezett szárítása időszakos áttolási 4 vágányos csatornaszáritóban

1. Kísérleti szárítási görbe
2. Szárító hosszában beszabályozott sz. görbe
3. Gyártás-kezdeti kocsin végbement sz. görbe
4. Gyártás-vég kocsin végbemenő sz. görbe
5. Gyártás-kezdeti kocsi áthaladásának változása
6. Gyártás-vég kocsi áthaladásának változása



4. ábra. Kísérletileg 36 óra alatt szárítható téglá feltételezett szárítása időszakos áttolási 4 vágányos csatornaszáritóban

lényegesen hosszabb idő alatt szárad, a kezdetben jelentkező szünetidő alatt végig kis és még visszaeső szárítási sebesség miatt. Ez azonban itt is azonos az egy további szünetidővel nagyobb 44 órás tartózkodási idővel. Hasonlóan a 4. ábrán a beszabályozott 39 órás folyamattal (2. görbe) a kezdetben betölt kocsin már 42 óra alatt 3% végnedvességre száradt téglák a kerek napoknak megfelelően minden kocsinál azonos 48 órás tartózkodási idő alatt túlszáradnak.

Légáramlási szempontból az Európaszerte jelenleg készülő összes ismert csatornaszáritó egységes megoldású: két szárító kocsi-sor közötti vágányon ide-oda mozgó, oldalt kifúvó házú, összekapcsolt ventilátorkocsikkal rendelkezik. A szárítás itt azon az elven alapszik, hogy a nyersgyártmány rövid ideig az általa folyamatosan elviselhetőnél nagyobb szárítási sebességnek tehető ki. A szellőzőkocsi mellette elhaladásának idejéig egy függőleges téglaoszlopot a keskeny függőleges nyíláson 4,5–5,0 m/s sebességgel kifúvó levegő áramolja körül, majd a mellékvé-

nyek és visszaramok megszűnése után áramlás-szünet következik be. Kétségtelen, hogy ennél a rendszernél — amennyiben a kifúvó nyílásokban az egyenletes sebességeloszlás biztosított — a végigpásztázott síkba eső minden téglá azonos áramlási körülmények között van. A szellőzőkocsi útja során a cserelevegő csatornával való kapcsolat változása és a határozatlan kialakulású visszaramlás folytán azonban a szárítólevegő állapota változik, ami bizonyos mértékű száradási egyenlőtlenséget okoz.

Természetesen az áramlásirányban távolabb eső téglák száradása itt is fokozatosan lassul a kocsiszélességnek megfelelő út végéig. Ezt a 3. és 4. ábrák nem veszik figyelembe, egy kocsin levő összes téglá száradását egyformának tételezik fel. Az ezeken szereplő kísérleti görbéket a valóságosnak megfelelő, tehát szakaszos áramlási viszonyok mellett kell természetesen megállapítani.

Egy téglá megfűvési ideje — az útirányú téglá távolság és szellőzőkocsi úthossz hányadosaként

adódóan — a kocsi útidejének ill. a ciklusidőnek 6–8%-át teszi ki, így az összes megfűvási idő a teljes szárítási időnek is. Felmerül a kérdés, hogy a körüláramlás alatti hatásos, majd visszaeső és végül megszűnő felületi párolgással a teljes ciklusidőben elvitt összes nedvesség mennyisége hogyan alakul a megengedett legnagyobb szárítási sebességgel folyamatosan ugyanannyi idő alatt végzett szárításhoz képest. A felvetett kérdésre vonatkozó megállapítások — így akár elméleti fejtegetések, de főként gyakorlati mérésekből nyert adatok — az irodalomból nem ismeretesek. A kérdés részletesebb vizsgálata az összehasonlíthatóság szempontjából hasznos lenne. Egyértelmű gyakorlati válasz azonban csak azonosan egy időben gyártott téglák a két rendszerű szárítóban egyszerre való szárításával és a folyamatok mérésével lenne nyerhető.

A vázolt csatornaszáritók kivitele falazott és a földeme felett hőlégelosztó csatornákkal ellátott építménnyel; léceken fekvő téglával rakott acélszerkezeti vázú kocsiakkal; a már említett szellőzőkocsiakkal és az ezek felett elhelyezett elzárószerkezetes légellátó nyílásokkal; általában az elhasznált levegőt a szabadba eltávolító kürtőkkel összeépített ventillátorokkal; végül pedig az automatikus működésű kapukkal összhangban a kocsi szárítóba való bevitelét és kihozatalát, valamint a szárítón belüli mozgását teljesen automatikusan végző, sok egységből álló berendezéssel írható le. Ilyen kialakítású több szárító létesül jelenleg nálunk csehszlovák szállításban, Linglicenc alapján.

Általános megállapítások, összehasonlító jellemzés

A szárítók *gazdaságosságát* nagymértékben meghatározza a közvetlen és közvetett beruházási költség, aminek leírasi hányada jelentős üzemköltséget képvisel. Az üzemköltségeket ezenfelül lényegesen megszabja az energiafelhasználás, valamint a kiszolgáló berendezéssel összevontan vizsgálható kezelési és karbantartási igény, ill. létszámszükséglet.

Mind a szárító teljes *közvetlen* beruházási *költségét*, mind pedig a befogadó csarnok igényéből és szükséges kiszolgáló berendezésből adódó *közvetett költségét* két tényező befolyásolja. Ezek egyrészt — adott nyersgyártmány esetén — a szárítás *hatásosságától* és a *kiszolgálás módjától* függő szárító nagyság ill. *befogadóképesség*, másrészt pedig a szárító megoldásból származó egyéb adottságok.

A *szárítás hatásosságát* az üzemszerűen gyártott egyetlen téglá szárításával kísérletileg nyert legkedvezőbb folyamat legkisebb lehetséges időtartamához viszonyítva az üzemi szárítóban elérhető valóságos szárítási idő fejezi ki. Összehasonlító vizsgálati eredmények hiányában logikai megfontolás alapján az üregirányú folyamatos áramlás mellett véghezvitt kísérleti szárítási folyamat tekinthető a legkedvezőbbnek. Ehhez képest a szakaszosan ismétlődő nagyobb sebességű áramlással végzett kísérleti szárítás szükséges időtartama feltételezhetően nagyobb.

A kísérleti folyamat csak megfelelő biztonsággal csökkentett szárítási sebességekkel alkalmazható a szárító legkedvezőbb helyén fekvő téglánál. A sebességek csökkentése annál kevésbé szükséges, minél könnyebben és pontosabban beszabályozhatók és minél kevésbé befolyásolja a szárítást a gyártási teljesítmény ingadozása. Az előzők értelmében e tulajdonságok a kamrás szárítókra jellemzők. A szárítótérben az összes téglá megszáradását biztosító valóságos szárítási idő annál kisebb, ill. a hatásosság annál nagyobb, minél kevésbé marad el a legkedvezőtlenebb helyen fekvő téglá száradása a legkedvezőbbhöz képest. *A legkedvezőbb kísérleti és a valóságos szárítási idők hányadosaként értelmezhető hatásossági viszonyszám* a keresztáramlású kamrás szárítóknál elérheti a 0,9-es értéket.

A kiszolgálás módja tekintetében mind a csatorna-, mind pedig a kamrás szárítóknál a napi folyamatos töltés, ürítés adja a legnagyobb napi teljesítményt ill. legkisebb szárító nagyságot, bármely szárítási időnél.

Napi időszakos gyártásnál a csatornaszáritó esetében — az előzőkben tárgyalt példa szerint — a gyártási időszak kezdetén és végén a szárítóba kerülő téglák között lényegében a gyártási szünetidőnek megfelelő szárítási időkülönbség jelentkezik, azonos végnedvesség eléréséig. A valóságos szárítási időt itt tulajdonképpen a gyártási időszak végén a szárítóba kerülő és mindig annak megfelelő ideig benntartózkodó téglá száradása határozza meg. Ennek kerek napokat kitevő értéke esetén minden kocsi áttolási ideje azonos és ekkor érhető el adott szárítóban a legkisebb megengedett idő alatti folyamatos áttoláshoz viszonyított legnagyobb, de annál mindig kisebb napi teljesítmény.

Kamrás szárítóknál ezzel szemben a meghatározott program szerint levezetett szárítási idő mindig azonos. A gyártási időszak kezdetén berakott téglák tartózkodási ideje a szárítási idővel egyezik. A gyártás végén bevitt téglák azonban

itt is általánosan a befejezett szárítás után még a gyártási szünetidőnek megfelelő ideig tartózkodnak. Kivétel a kerek napokat képező szárítási idő esete, amikor minden téglá ill. kamrarakomány tartózkodási ideje a szárítási idővel egyezik és a szárító napi teljesítménye azonos a folyamatos kiszolgálás mellettivel.

A felsorolt megfontolások alapján megállapítható, hogy a keresztáramlású szárító esetén mind a szárítás hatásosságából, mind pedig a kiszolgálásból adódóan azonos teljesítményhez kisebb befogadóképesség szükséges.

A szárítók megoldásából következő beruházási költségek szempontjából tapasztalható, hogy azokat a csatornaszáritóknál nagyban befolyásolja a nagyszámú kocsi értéke. Általánosságban minden szárítónál e téren az építmény, a szellőző- és a csatornarendszer, esetleg a kocsimozgatás kialakítása jelentős különbségeket eredményezhet.

A közvetett költségek tekintetében a csarnokigényt illetően, az adott teljesítményhez szükséges kisebb befogadóképességen felül, az alapterületre eső nagy befogadóképesség is a keresztáramlású szárító javára írható, a mai csatornaszáritókkal szemben. A csatornaszáritóknak általában tartozéka a külső és belső kocsimozgató gépekből álló kiszolgáló berendezés. Ezzel szemben jelentkezik a kamrás szárítóknál a karos leemelőkocsival ellátott tolópad költsége.

A szárítók hő- és villamosenergia felhasználása közül a hőenergia költsége a jelentősebb és ezt befolyásolja nagyobb mértékben a szárítási folyamat alakulása. A hőfelhasználás alapvetően függ egyrészt a terméktulajdonságoktól és szárítási igényétől, másrészt a szárító berendezéstől ill. annak áramlási körülményeitől.

Minél könnyebben és nagyobb végnedvességre szárítható a téglá, továbbá minél jobbak az áram-

Keresztáramlású kamrás- és Lingl rendszerű csatornaszáritó összehasonlítása

I. táblázat

Szárító fajta Termék fajta		Keresztáramlású			Lingl rendszerű		
		Kettősm.	Kettősm.	Alfa I.	Kettősm.	Alfa I.	Alfa I.
Napi teljesítmény	db	70570	78503	21560	70570	21560	32736
Kísérleti szárítási idő	óra	33*	33	32	37**	—	36
Megengedett legkisebb sz. idő legkedvezőbb helyen levő téglánál	óra	35	35	34	41	—	40
Valóságos szárítási idő	óra	39	39	37	48,2/56,2	52,4 60,4	48/48
Szükséges hasznos befogadó- képesség	db	136730	152100	39077	141856	49104	65472
Kocsirakomány ill. kocsi tar- talma	db	585	585	180	572	264	264
Kamra ill. csatorna befoga- dóképesség	kocsi db	20 11700	20 11700	17 3060	2 35464	2 × 31 = 62 16368	62 16368
Hasznos kamrák ill. csator- nák száma		11,7	13	12,8	4	3	4
Összes kamrák ill. csatornák száma		14	15	15	4	3	4
Teljes szárító szélesség × × hossz	m		19,36 × 52,70		29,67 × 73,75		
Teljes szárító alapterület	m ²		1020,3		2188,2		
Alapterületre eső hasznos befogadóképesség	db/m ²	—	149,1	38,3	64,8	—	29,9
Szükséges csarnok alapte- rület	m ²		24 × 90 = 2160		36 × 108 = 3888		
Száritó építési költsége	eFt		1388		14336		
acélszerk., csővez., szerelvények költsége	eFt		6346		1455		
gépi berendezés költ.	eFt		2654		31669		
villamos berendezés k.	eFt		3268		3420		
egyéb költségek	eFt		2125		630		
lécek beszerzési k.	eFt		4725		gépi ber.-ben		
összes költsége	eFt		20506		51510		
Becsült csarnokköltség	eFt		8640		42728		
Fajlagos hőfelhasználás							
évi átlaga	kcal/kg víz kJ/kg víz Wh/kg víz		860 – 1050 3600 – 4400 1000 – 1220		1000 4200 1163		
Fajlagos vill. energia felh.	Wh/kg víz		40 – 55		49		

* optimális szárítás

** szakaszos légáramú szárítás

lási viszonyok ill. hatásosabb a szárítás, annál kisebb a hőigény. Ez elsősorban a teljes hőszükséglet 80–85%-át kitevő vízpárolgató hőszükségletre vonatkozik, de a kisebb hőmérsékletek következtében érvényes a lécs- és esetleg kocsi felmelegítésre eső hőmennyiségre, valamint a falazati veszteségre is. A kamrás szárítóknál a kiszolgálás alatt visszahűlő kamrafalazat újrafelmelegítéséhez szükséges hőfelhasználással szemben a csatornaszáritóknál a lényegtelenül kisebb kocsi-felmelegítési hőigény jelentkezik. A kamrás szárítóknál ugyanakkor a kisebb hőátadó felület miatt a falazati veszteség valamivel kisebb.

Külső léghevítéses szárítóknál a bevitt légfok növelése a fajlagos hőfelhasználás csökkenését eredményezi, 180–200 °C-nál már kb. egyezik az azonos megoldású belső hevítéses szárítóval. Az évszak ill. a külső hőmérséklet változása azonban meglehetősen befolyásolja, télen az évi átlaghoz képest több mint 20%-kal növekedhet.

Ha a keresztáramlású szárítóhoz hasonlóan a csatornaszáritóhoz sem kell külön kezelő, előbbinél a kiszolgáláshoz műszakonként 1 tolopádkelző létszámtöbbletként jelentkezik. A csatornaszáritóknál ezzel szemben a karbantartási igény ill. létszámszükséglet lényegesen nagyobb, a több és bonyolultabb, ugyanakkor a szárító belsejében rosszabbul hozzáférhető gép miatt.

A keresztáramlású szárító műszaki és beruházási költség adatait az ajánlat, beruházási javaslat [1] ill. kiviteli tervdokumentáció [2] alapján rendelkezésre álló Lingl rendszerű szárítóval az 1. táblázat hasonlítja össze. Ez mindkét szárítónál napi 16 óra gyártási idő és 70 570 db kettősméretű vagy 21 560 db alfa I. téglá napi teljesítmény alapadatokra épül. A feltételezett szárítási idők az előző megfontolások szerint kerültek meghatározásra.

IRODALOM

- [1] A csehszlovák STAST cég ajánlata ill. szállítási szerződés tervezete és ennek felhasználásával készített beruházási javaslat, Solymár I. T gyár rekonstrukció
 [2] A Devecseri Téglagyár készülő új csatornaszáritójának kiviteli tervdokumentációja

Magyar, Ernő: Hazai téglaiipari szárítóberendezések fejlesztése

A Magyarországon működő szárítók áttekintése után ismerttetett – SZIKKTI-ben kifejlesztett – váltakozó hosszármlású és keresztáramlású kamrás szárító megoldások mindegyike 2–2 gyárban valósult meg. A váltakozóáramú szárító a két irányban azonos áramlással a régi Keller rendszerű szárítókhöz képest lényegesen jobb szárítási eredményt nyújt.

Az újabban elterjedő időszakos áttolású csatornaszáritókban a nagysebességű légáramlással szakaszosan érintett téglák, a gyártási idő különböző szakában a szárítóba kerülve más-más szárítási folyamat szerint száradnak. A hasonló rendszerű szárítóval végzett összehasonlítás értelmében – azonos termék és napi teljesítmény esetén – a keresztáramlású szárítónál az alapterületre eső nagyobb befogadóképességnek megfelelően kisebb csarnokigény szükséges.

A továbbfejlesztett, gazdaságosan kivitelezhető szerkezetű keresztáramlású szárító lényegesen olcsóbb kivitele és az üzemi csarnok megtakarítás az egyéb csatornaszáritókhöz képest jelentős beruházási költségcsökkenést jelent.

Магяр, Е.: Развитие сушильного оборудования отечественной кирпичной промышленности

На основании изучения сушилок, действующих в Венгрии, на 2–2-х заводах были внедрены новые типы сушилок, развитые в СИККТИ, а именно камерные сушилки с изменяющимся продольным и поперечным течением. Сушилка с изменяющимся потоками о счет одинаковых потоков, текущих в двух направлениях, дает лучший эффект сушки по сравнению с сушилками типа Келлер.

Сушилки с поперечными потоками, являющиеся результатом дальнейшего развития, и более экономичного исполнения, означают значительное снижение капитальных вложений за счет экономии заводских пролетов по сравнению с прочими канальными сушилками.

Magyar, Ernő: Entwicklung einheimischer Trockenanlagen der Ziegelindustrie

Nach einem kurzen Überblick über die in Ungarn angewandten Trockenanlagen wird der – im Zentralen Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie, Budapest entwickelte – Kammetrockner beschrieben, welcher mit reversierender Längs- und Querströmung, in beiden Ausführungen in je zwei Betrieben verwirklicht wurde. Der Trockner mit reversierender, in beiden Richtungen gleicher Strömung, erreicht den früheren Keller'schen Trocknern gegenüber wesentlich bessere Trocknungsergebnisse.

In den neuerdings verbreiteter angewandten Kanaltrocknern mit periodischer Wagenbewegung trocken die, durch den mit großer Geschwindigkeit strömenden Luftstrom intermittent berührten Ziegel, da sie zu verschiedenen Zeitpunkten des Fertigungsprozesses in den Trockner eintreten, nach unterschiedlichen Trocknungsprozessen. Mit Trocknern ähnlichen Systems verglichen, benötigt der Trockner mit Querströmung -bei gleichen Produkten und gleicher Tagesleistung- entsprechend dem größeren, auf die Grundfläche bezogenem Aufnahmevermögen, eine Halle von kleineren Abmessungen.

Der weiter entwickelte, wirtschaftlich ausführbare Trockner mit Querströmung, ermöglicht durch geringere Ausführungskosten und einer Verringerung der Betriebs-hallenkosten, anderen Kanaltrocknern gegenüber, eine wesentliche Herabsetzung der Investitionskosten.

Magyar, Ernő: Development of Dryers in the Hungarian Brick Industry

Chamber dryers of periodically reversible air flow direction have been recently installed: in two factories longitudinal and in two others transversal draft is applied. The reversible flow principle gives superior performance if compared with conventional Keller dryers. Recently semi-continuous channel dryers are frequently applied too. Here the bricks which have been intermittently in contact with the high-speed air flow are dried by different processes. The transverse flow drier requires less space, and identical output of identical ware presupposed. The dryer is economic and brings considerable savings in investment costs.

Hőtágulással kapcsolatos meghibásodások cementipari forgókemencéknél

KURUCZ JÓZSEF

Cement és Mészművek Váci Gyára

A cementklinker égetéséhez szükséges hőmérséklet, az alkalmazott berendezések méretei, felépítése sajátos, a forgókemencékre jellemző műszaki nehézségeket okoz. Ezek közül ragadtam ki néhányat, amelynek közös vonása, hogy mindegyik a hőtágulás jelenségével kapcsolatos. A hőtágulás egyszerűen leírható jelenségként ismert, de mindjárt sokkal bonyolultabbá válik, ha valóságos berendezések részeinek méretváltozását és ennek következményeit vizsgáljuk.

1 Hőfeszültségek a tűzálló falazatban:

Forgókemencéink legrövidebb élettartalmú alkatrésze a zsugorító zóna magnezit falazata. Különösen, ha a kemenceköpeny mechanikai állapota rossz, esetenként csak 2–3 hetet bír ki, átlagos élettartama, normális körülmények esetén, kb. 6 hónap. Tönkremenetelére jellemző, hogy 5–6 cm vastag rétegek válnak le a falazat belső felületéről a rátapadt „ansatz”-cal együtt. Amikor a téglafa 15–10 cm vastagságúra vékonyodik, a köpeny túlmelegedésének veszélye vagy a vékony téglagyűrű lecsökkent állékonysága miatt a további üzemvitel lehetetlenné válik.

A belső felülettel párhuzamos táblás leválás arra utal, hogy a károsodás kapcsolatban kell legyen a téglafalban uralkodó hőfokeloszlással, amelyet az jellemez, hogy a kemence hosszirányában a falazatban a hőáramlás és a hőfokváltozás elhanyagolható a sugárirányúhoz képest. A leválást megelőző repedések okaként elképzelhetők diffúziós folyamatok – a fal belső felületének hőmérsékletén elpárolgó vegyületek kifelé diffundálva egy alacsonyabb hőmérsékletű rétegben lecsapódnak és kikristályosodnak – és hőtágulás okozta feszültségek. Ez utóbbi valószínűleg a döntő. Diffúziós folyamatoknak az „ansatz” által nem védett falszakaszt jobban kellene károsítani, és ez nem jellemző. Külföldi tűzállóanya-

gokkal foglalkozó szakirodalomban, cikkekben mindkét jelenségre vonatkozóan találni anyagot.

1.1. A hőfeszültségek számítása:

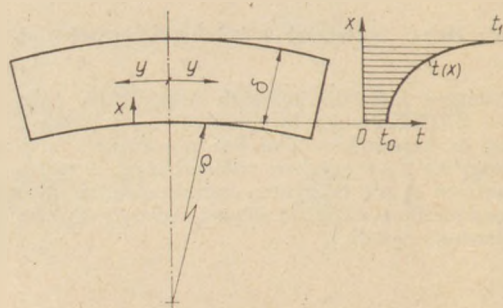
Célszerű a hőfeszültség kialakulásának folyamatát közelebbről is megvizsgálni. A leíráshoz nagyméretű, síklemez modellt választottam, és az egyszerűbb számítás érdekében még a következő feltételezéseket vettem figyelembe:

- A síklemez mozgásában ne legyen akadályozva, külső erők ne terheljék.
- A hőmérséklet csak a lemez vastagságának irányában változzon (1. ábra)
- A lemez anyagának fizikai jellemzői: rugalmassági modulus, hőtágulási együttható, szilárdság stb. ne függjenek a hőmérséklettől és irányoktól.

Ha egy ilyen feltételeknek megfelelő lemezt egy oldalról melegítünk végtelen lassan, vagy másképp megfogalmazva úgy, hogy benne a hőfokeloszlás lineáris legyen, akkor gömbhøj alakra görbül és feszültségmentes marad. Ha a hőfokeloszlás nem lineáris, akkor a helyzet annyiban változik, hogy a lemezben belső feszültségek is ébrednek, amik annál nagyobbak, minél jobban eltér a hőfokeloszlás a lineáristól.

1.1.1 Normálfeszültség

A lemezben az x -irányra merőlegesen kijelölt tetszőleges l_0 hosszúság (felmelegedés előtti $t(x)$ -



1. ábra. Az alkalmazott jelölések

= t_0 = áll. állapot), fellemegeedés után

$$l(x) = l_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$$

hosszúságúra igyekszik megnyúlni.

A ρ sugárral meggörbült lemezben az l_0 eredeti

hosszúságú szakasz $l'(x) = \frac{\rho + x}{\rho} \cdot l_0 = l_0 \left(1 + \frac{x}{\rho}\right)$

hosszúságú kell legyen (Legyen a leghidegebb réteg még t_0 hőfokú, a vizsgált l' hosszúságú szál ettől x távolságra, és legyen a lemez még feszült-mentes).

A két egyenletet összevetve:

$$l_0 [1 + \alpha(t - t_0)] = l_0 \left(1 + \frac{x}{\rho}\right) \quad \text{ebből}$$

$$t = \frac{x}{\alpha \cdot \rho} + t_0$$

Látható, hogy egy ilyen egyenlőség ($l_{(x)} = l'_{(x)}$) csak t lineáris változásakor képzelhető el. Ha a hőfokeloszlás nem ilyen, akkor a kétféle feltételből adódó hossz különbségét rugalmas alakváltozás egyenlíti ki. A fajlagos rugalmas deformáció:

$$\varepsilon = \frac{l_{(x)} - l'_{(x)}}{l_0} = \frac{l_0 [1 + \alpha(t - t_0)] - l_0 \left(1 + \frac{x}{\rho}\right)}{l_0}$$

$$\varepsilon = \alpha(t - t_0) - \frac{x}{\rho} \quad (1)$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = f(x) \quad (2)$$

A ρ görbületi sugár az egyensúlyi feltételből állapítható meg. Miután a lemezre külső erő nem hat, önmagában is egyensúlyban kell lennie.

Ha a lemezt egy felületére merőleges síkkal elvágva képzelem, akkor a metszet „F” felülete mentén a húzó- és nyomóerők egyensúlyt kell tartsanak:

$$\int_{(F)} \sigma \cdot dF = 0$$

σ csak x függvénye, így x -re merőleges irányban egységnyi hosszt vehetünk.

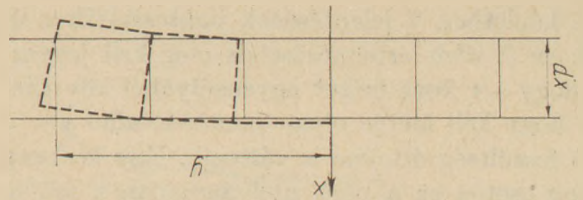
$$\int_{(F)} \sigma \cdot dF = \int_{\sigma} \sigma \cdot dx = \int_{\sigma} E \varepsilon \cdot dx \quad \text{ha } E = \text{áll. akkor}$$

$$\int_{\sigma} \varepsilon \cdot dx = 0 \quad \text{egyenlőségnek kell teljesülnie. (1) helyettesítésével a}$$

$$0 = \int_{\sigma} \left[\alpha(t - t_0) - \frac{x}{\rho} \right] dx \quad \text{egyenlőségből, bevezetve a } t_{\text{köz}} = \frac{\int_{\sigma} t dx}{\sigma}$$

jelölést, a további részletek mellőzésével ρ kifejezhető. ρ -t behelyettesítve a fajlagos rugalmas hosszváltozás (1) és

2. ábra. Hossz- és szögváltozások szemléltetése egy elképzelt négyzethálójával



2. ábra. Hossz- és szögváltozások szemléltetése egy elképzelt négyzethálójával

a normál feszültség (2) képletébe az

$$\varepsilon = \alpha \left[t - t_0 - \frac{2x}{\delta} (t_{\text{köz}} - t_0) \right] \quad (3)$$

$$\sigma = E \alpha \left[t - t_0 - \frac{2x}{\delta} (t_{\text{köz}} - t_0) \right] \quad (4)$$

kifejezéseket kapjuk.

1.1.2 Nyírőfeszültségek:

Két egymás feletti különböző hőfokú réteget vizsgálva, ha a felső nagyobb hőmérsékletű, akkor az jobban terjeszkedik és az alsóhoz képest elcsúszni igyekszik. Az elcsúszást nyírőfeszültségek akadályozzák meg, amelyek külső erő hiányában az „x” irányra merőleges síkokon belül egyensúlyban vannak.

Képzeljük el, hogy a lemezben hálózat van kijelölve a 2. ábrán látható módon. y egyelőre tetszőleges véges távolság egy x -re merőleges síkban. (A fellemegeedés utáni állapot szaggatott vonallal rajzolva.)

Ha a négyzethálóra csak a rugalmas alakváltozást visszük rá, akkor a 2. ábra helyett az alábbi képet kapjuk:

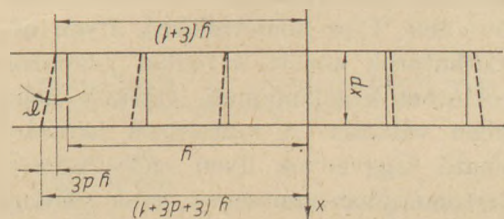
$$\text{A } \gamma \text{ szög kicsi, ezért írható: } \gamma = \frac{y d\varepsilon}{dx} \text{ és } \tau = G \cdot \gamma = G y \frac{d\varepsilon}{dx}$$

Felhasználva a (3) sz. egyenletet:

$$\frac{d\varepsilon}{dx} = \frac{d}{dx} \alpha \left[t - t_0 - \frac{2x}{\delta} (t_{\text{köz}} - t_0) \right] =$$

$$= \alpha \left[\frac{dt}{dx} - \frac{2}{\delta} (t_{\text{köz}} - t_0) \right] \text{ és így}$$

$$\tau = G y \alpha \left[\frac{dt}{dx} - \frac{2}{\delta} (t_{\text{köz}} - t_0) \right]$$



3. ábra. A rugalmas hossz- és szögváltozások szemléltetése egy elképzelt négyzethálójával

A képletben y jelentésének pontosításához és a 2. és 3. ábra értelmezéséhez meg kell jegyezni, hogy a τ feszültségek egyensúlyából következik, hogy kell lennie olyan pontnak, ahol $\tau = 0$ és a feszültség értelme is változik. Egy keskeny szalag esetén ez a pont nyilvánvalóan a szalag közepe, szimmetrikus idomok esetén a középpont. A τ feszültség előjelének nincs fizikai jelentősége, ezért y az ettől a ponttól mért távolság absz. értékét jelenti, ezen a ponton megy át a 2. és 3. ábrán az x tengely.

1.2. Kiértékelés

A feszültségek számításához vagy ábrázolásához helyettesíteni kell valamilyen $t(x)$ hőfokeloszlást. A hőátadás, hővezetés bonyolult folyamatának elemzése helyett legyen ez most a 4. ábrán felül ábrázolt alakú függvény. Alatta egy a (4) sz. képlet jelentésének értelmezését megkönnyítő ábra után $\sigma(x)$; $\tau(x)$ és $\tau(y)$ ábrázolása látható.

Mielőtt az eddigiekből levonható következtetések elemzésére rátérnék, meg kell vizsgálni, mennyire voltak jogosak a modellezéskor tett egyszerűsítő feltevések, mennyire befolyásolják a végeredmények használhatóságát. Az 1.1. pont sorrendjében:

- A tűzálló téglák nem tekinthető nagyméretű síklemeznek, mivel minden mérete egymással összemérhető. Ezért a levezetett összefüggések, elsősorban a széleken, a valóságot nem tükrözik helyesen. Például a téglák teljes felszínén a nyírófeszültségnek nullának kell lennie.
- Felmelegedés során a téglák terjeszkedése többé-kevésbé akadályozva van és külső erők is terhelik. A téglák között levő fugákkal, a falazat nyomószilárdsága és az önsúlyból adódó nyomás viszonyával az elhanyagolás indokolható.
- Egy téglán belül a hőfokgradiens sugárirányú összetevőjéhez képest a többi összetevő valóban elhanyagolhatóan kicsiny.
- A tűzálló falazat üzemi körülmények között adott esetben belső oldalán 1500 °C-os, külső fele 300–400 °C-os hőmérsékletű. Ilyen hőmérsékletváltozások között a fizikai jellemzők nem tekinthetők állandónak, értékük nagy mértékben változik. A változások leírására megbízható függvények ilyen széles hőmérséklettartományban nincsenek, csak néhány hőmérsékletre vonatkozó mérési eredménnyel találkoztam a vonatkozó szakirodalomban.

- A számítás során érvényesnek tételeztem fel a Hooke törvényt, azt is annyiban egyszerűsítve, hogy az „ x ” irányú deformációkkal nem számoltam. Ha magasabb hőmérsékleten a tűzálló anyagban olvadákfázis is megjelenik, viselkedését a Hooke-törvény már nem fogja helyesen leírni.
- A gyártási technológiából adódóan a tűzálló téglák sem homogén, sem nem izotróp.

Ha pontosabb eredményekre törekedve kevesebb elhanyagolással élünk, a számítási nehézségek rögtön rendkívül megnövekednek. Egyedül a széleken uralkodó viszonyok figyelembevétele már számítógép alkalmazását igényli. [1].

Összefoglalva: a levezetett összefüggések számításra vonatkozó következtetések levonására aligha alkalmasak, de minőségi következtetések levonhatók. Ezek a fizikai folyamatok lényegét durván közelítve tükrözik és pl. egy esetleges mérés előkészítéséhez szükséges elemzés céljára alkalmasak.

A képletekből egyértelmű, hogy minél ridegebb a tűzállóanyag és minél nagyobb a hőtágulási együtthatója, annál érzékenyebb hőfokugrásokra. A nyírófeszültség a hőfokgradiensre merőleges téglamérettel is arányos, kisebb téglák ezért kevésbé hajlamosak a repedésre. Feszültség csak akkor keletkezik, ha a hőfokeloszlás nem lineáris, azaz minél messzebb van a téglák a hőtranszport szempontjából egyensúlyi állapottól, annál valószínűbb, hogy repedni fog. Világosan látszik a hirtelen hőlökések (dt/dx) szerepe. Hirtelen hőlökést ill. hőfokugrást okozhat az „ansatz” mechanikai, üzemviteli vagy vegyi okból történő leválása; a tüzelés intenzitásának hirtelen megváltozása; a gyors felfűtés vagy lehűtés.

Az első és az utolsó említett lehetőség közvetve összefügg és a másik feldolgozott témakör részét képezik.

2. A tűzálló falazat a kemenceköpeny és a futógyűrű együttműködése:

Gyakorlati tapasztalatok alapján a falazat stabilitása érdekében a falazatgyűrűket minél szorosabban a lemezköpenyhez szorítva igyekeznek elkészíteni. Elvileg elképzelhető, hogy a falazat felmelegedése és kiterjeszkedése miatt a köpenybe beleszorul és a téglák és a köpeny közül a gyengébb károsodik. Számítással az a lehetőség a fugák bizonytalan viselkedése miatt nem ellenőrizhető, gyakorlati tapasztalatok sem utalnak ilyen károsodásra. Az ellenkezője, hogy a lehűlt és emiatt

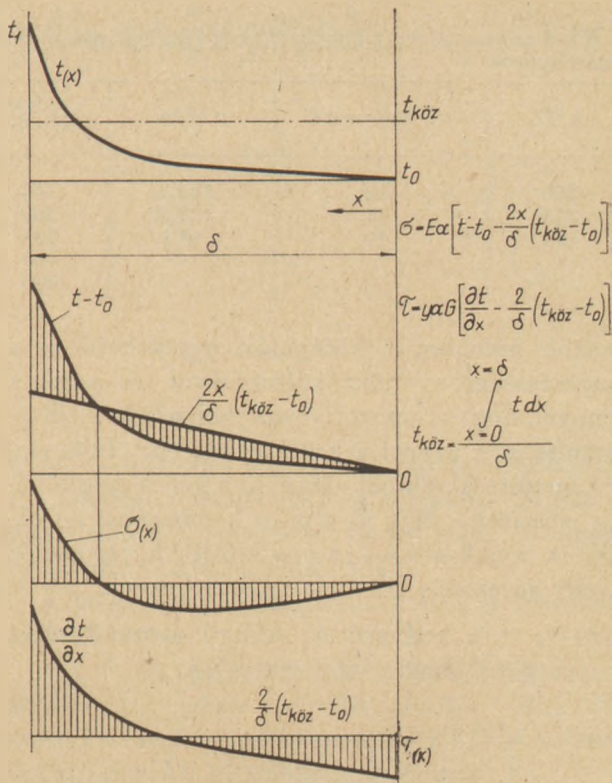
összezsugorodott falgyűrű összeomlik, vagy megsúszik, viszont gyakran előfordul.

Közismert, hogy a lemezköpeny rugalmas alakváltozásai a téglafalra is átadódnak, morzsolódást, repedéseket, a falgyűrűk kilazulását és „ansatzleválást” okozva. Ez utóbbi az 1. pontban leírtak szerint szintén repedéseket okozhat a téglában. A támaszreakciók okozta lemezköpeny behorpadás a futógyűrűk környékén a legnagyobb. Ezért, a többek között szerelhetőség miatt is szükséges hézagot a futógyűrű és a köpeny között lehetőleg kicsire kell készíteni, mert a futógyűrű a köpenynél lényegesen merevebb és azt így megtámasztja. Ugyanakkor a túl kis hézag rendkívül veszélyes lehet. Felfűtéskor a köpeny gyorsabban felmelegszik, mert tömege a hőátadó felülethez képest kicsi, hőmérséklete is mindig nagyobb mint a futógyűrűé. A futógyűrű és a köpeny között hőfokkülönbség kb. 30 órás felfűtést és jó állapotú falazatot figyelembevéve az 5. ábra szerint alakul. [2] Az ábrából látható, hogy gondos üzemvitel mellett is a köpeny és a gyűrű közepes hőmérséklete között kb. 170 °C-os differencia alakul ki. Könnyen elképzelhető, hogy a hőmérsékletkülönbség túl gyors felfűtés, helyi falazatsérülés, túl gyors tüzelőanyag-adagolás-változás esetén ennél lényegesen nagyobb lesz.

A lemezcső addig tágul, amíg a futógyűrűfurat és a köpeny külső átmérő közötti különbség eltűnik. Mivel a gyűrű a köpenynél sokkal merevebb, a hőmérsékletkülönbség további növekedése a lemez maradé alakváltozását okozza – a futógyűrű alatt a köpeny behorpad. A horpadás környezetében még újbóli falazás esetén is a téglák billegnek. A futógyűrű és a köpeny közötti hézag normális körülmények között nagyobb lesz, mindkettő a falazat helyi tönkremenetelét felgyorsítja, ami a folyamat újbóli megismétlődését valószínűbbé teszi. Vastagabb alátételemezek behelyezése a futógyűrű és a köpeny közé alig segít a helyzeten, mert egy újbóli túlhevülés esetén még jobban megnyomódhat a köpeny. Ez a káros folyamat a gyakorlatban is lejátszódik; aránylag rövid cementipari gyakorlatom alatt is sajnos több ilyen jellegű károsodást tapasztaltam. A benyomódás sokszor nem a köpeny teljes területén, hanem csak egy részén jelentkezik, mert a gyűrű nyomására a kemence önsúlyból adódó hajlító feszültség szuperponálódik.

Illusztrációképp kiszámítottam néhány adatot:

a) Hézagcsökkenés (Δd) egy $d = 4$ m átmérőjű forgókemencénél $\alpha = 1,3 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$ állandó-



4. ábra. A feszültségek alakulása egy $t(x)$ hőfokeloszlás esetén

nak vett hőtágulási együtthatóval (1. tábl.):
 $\Delta d = \alpha \cdot d \cdot \Delta t = 1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta t$
 $\Delta d = 5,2 \cdot 10^{-2} \Delta t$ mm

b) Ha a köpeny és a gyűrű közötti hézag megszűnik, a hőmérsékletkülönbség további növekedése esetén a köpenyben a nyomófeszültség igen gyorsan a folyáshatár fölé növekszik. A gyűrű gyakorlatilag teljesen merev, ezért a lemez fajlagos hosszváltozása:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{\alpha \cdot d \cdot \Delta t}{d \cdot \alpha} = \alpha \Delta t$$

Az ébredő feszültség nagysága az E és α hőmérséklettől való függését figyelmen kívül hagyva

$E = 2,1 \cdot 10^8$ kp/cm² ($2,0594 \cdot 10^5$ MPa) és
 $\alpha = 1,3 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$ értékkel: $\sigma = E \alpha \Delta t = 27,3 \cdot \Delta t$ kp/cm² ($2,677 \cdot \Delta t$ MPa)

Pontosabb eredményekhez számolni kellene még a lemez folyáshatásának csökkenésével ma-

1. táblázat

A kemence köpeny és a futógyűrű közötti hézag csökkenése hőmérsékletkülönbségük függvényében

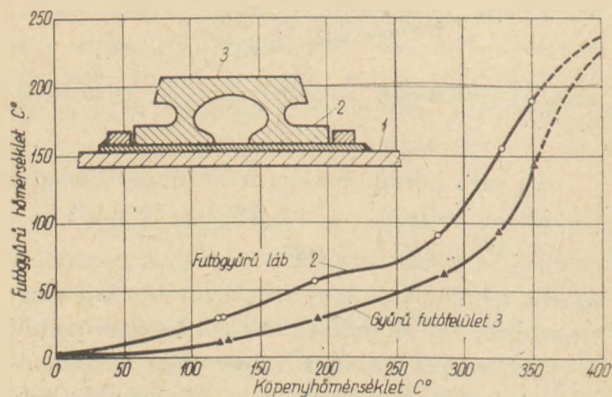
Köpeny és gyűrű közötti hőfokkülönbség Δt °C	100	200	300	400	500	600
Hézagcsökkenés Δd mm	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2

A KL-2-es kazánlemez folyáshatárának, rugalmassági modulusának és hőtágulási együtthatójának változása a hőmérséklet függvényében.

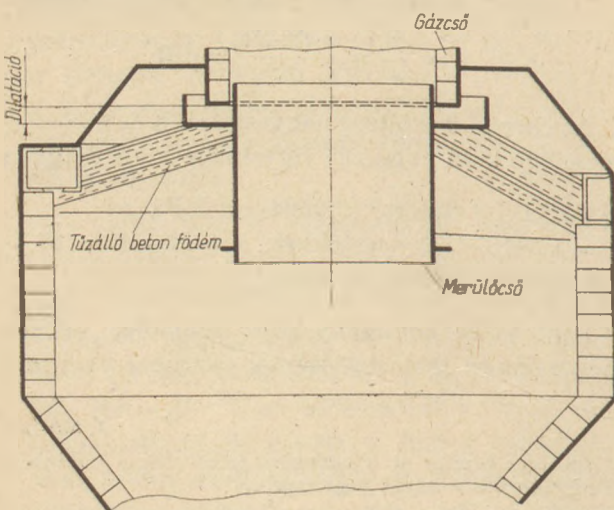
t °C	σ_F kp/mm ²	σ MPa	t °C	$\alpha \cdot 10^6$ 1/Co	t °C	E kp/cm ²	MPa
250	19	186,3	100	1,11	20	2,100000	(205940)
350	14	137,3	200	1,21	300	1,850000	(181423)
450	10	98,1	300	1,29	400	1,750000	(171616)
			400	1,35	500	1,650000	(161810)
			500	1,39			

gasabb hőfokon, a hőtágulási együttható és a rugalmassági modulus változásával, és azzal a ténnyel, hogy a kemenceönsúlyból adódó hajlítófeszültséggel együtt a kritikus helyen többtengelelyű feszültségi állapot alakul ki a lemez megfolyását elősegítve. Egy \varnothing 4 m-es kemencénél szokásosnak mondható 8–13 mm közötti hézag esetén a leírt károsodás könnyen bekövetkezhet.

c) σ_F és α kedvezőtlen irányú megváltozását a 2. táblázat adatai mutatják.



5. ábra. A futógyűrű hőmérséklete a köpeny hőmérséklet függvényében [2]



6. ábra. A ciklon vázlatos rajza

3. Dilatációs hézagok jelentősége:

Egy lebegtetős hőcserélő legalsó ciklon fokozatának monolit tűzálló beton födéme viszonylag gyorsan tönkrement. A födém vasszerkezete elégett, a ciklon merülőcsőnek nyoma sem maradt, mire egy nagyjavítással összekötve a ciklon rendbehozására is sor került. A ciklont megszívó nagysúlyú gázcső, aminek a 6. sz. ábrán csak a vége látszik, egy feljebb levő szint vasbeton födéme támaszkodik és lefelé terjeszkedhet. A ciklontest viszont felmelegedéskor felfelé tágulhat. A maradványokból rekonstruálva a födém azért ment aránylag gyorsan tönkre, mert a két vasszerkezet mozgását lehetővé tevő dilatációs hézagot – valószínűleg tévedésből – tűzálló téglával rakták tele. A hőtágulásában akadályozott gázcső a födémeket megroppantotta, a tönkremenetel ezután már érthető. A ciklon vázlatos rajzát a 6. ábra mutatja.

Jelölésjegyzék

- δ, l, x, y hosszmeret, koordináta
- ϱ görbületi sugár
- F felület
- $t(x)$ hőmérséklet (mint függő változó)
- $t_0, t_1, t_{köz}$ hőmérsékletek
- α hőtágulási együttható
- ε fajlagos rugalmas hosszváltozás
- E rugalmassági modulus
- G csúsztató rugalmassági modulus
- γ nyírófeszültséget jellemző szögváltozás
- σ normálfeszültség
- σ_F folyáshatár
- τ nyírófeszültség

IRODALOM

- [1] Dr. Walter: Methode zur Berechnung von Spannungen und Dehnungen beim Aufheizen feuerfester Steine. Refra Kolloquium 76 82–106. oldal
- [2] E. Steinbiss: Messung der Ovalitätsverformung und des Laufringspieles von Drehöfen. Zement-Kalk-Gips 7 (1976) 321–328. oldal.

Курucz, Я.: Дефекты вращающихся печей цементной промышленности, связанные с тепловыми деформациями

Kurucz, János: Durch Wärmedehnung auftretende Schäden bei Drehöfen der Zementindustrie

Kurucz, János: Failures in Cement Rotary Kilns by Excessive Thermal Dilatation

A Déli-Bakony-i bazaltbányák művelését befolyásoló földtani tényezők

KLESPITZ JÁNOS

Déldunántúli Kőbánya Vállalat

A Déldunántúli Kőbánya Vállalat Balatonfelvidéki Kőbányák kezelésében üzemelő bazaltbányák a Déli-Bakony nyugati részén; Uzsabánya, Sümeg, Vindornyaszőllős, illetve a Tapolcai medence északi: Zalahaláp, és keleti peremén: Diszel található (1. ábra).

Az uszai bazaltbánya a Lesencevölgy nyugati oldalán emelkedő Láztetőn, a sümegi a Sarvalyhegy északkeleti végén, a vindornyaszőllői bánya a Kovácsihegy délnyugati oldalán helyezkedik el. A zalahalápi bánya a község melletti Haláphegyen, a diszeli a Hajagoshegy nyugati oldalán található.

A Déli-Bakony-i bazaltvulkánok kitörésének kora a felsőpliocénbe tehető.

A Déli-Bakony és a Balatonfelvidék területén száznál több bazalt kitörési központ ismeretes. Ezek többszöri kitörésből származó lávatakarók, rétegvulkáni kúpok, hasadék-vulkánok. *Id. Lóczy* szerint a vulkáni folyamat részben sűrű kifolyás nélküli nyúlós láva, heves, szilárd törmelék-szórással, vulkánó jelleggel, részben hígfolyós, gázban dús, gyakori törmelék-szolgáltató, folyamatos lávaömléssel, stromboli jellegű kitörések formájában ment végbe.

Az igen változatos vulkáni folyamatoknak megfelelően, a keletkezett kőzetek is mind az anyag,

mind a település szempontjából igen sokfélék. A változatos kőzetanyag és település jól tanulmányozható a bazaltbányák többszáz m hosszú és többtíz m magas falfelületein.

A kőiparban a lávabazalt képezi a műrevaló haszonkövet.

A tufa és agglomerátum zúzottkő előállításra alkalmatlan, tehát a meddőt alkotja. Települése szerint a bányaművelés szempontjából fekü, belső és fedő meddőt különböztetünk meg.

A bazalt és a fekü képződmények települési viszonyai

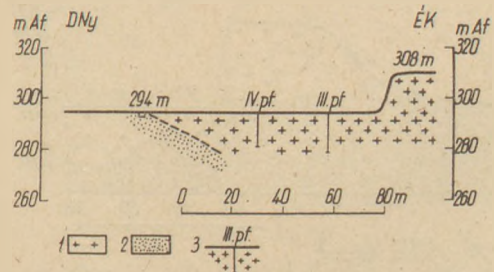
Kőbányáinkban a bazaltösszlet fekjét a felsőpannóniai homok és homokos agyag alkotja. A bazalt és a fekü érintkezési módja a zalahalápi, az uszai és a sümegi bazaltbányákban tanulmányozható.

Zalahalápon a bányaművelés következtében a hegy délnyugati és délkeleti részén került feltárásra a bazalt fekjéje. A délnyugati részen pannóniai homok (2. ábra), a délkeletin (3. ábra) tufás, hólyagüreges bazalt képezi a lávabazalt közvetlen fekjét. Megállapítható, hogy a hólyagüreges, tufás bazalt a pannóniai homoknál magasabb tengerszint feletti magasságban helyezkedik el.



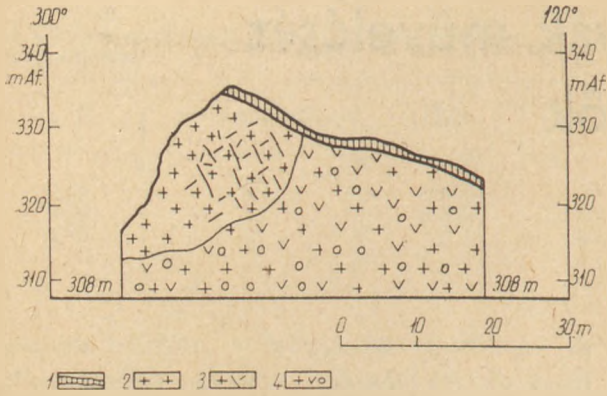
1. ábra. A „DÉLKŐ Balatonfelvidéki Kőbányák” bazaltbányáinak vázlatos helyszínrajza

1. Fejtés alatt álló bazaltterület, 2. Bazaltbánya, 3. Makadám- és műút.



2. ábra. A zalahalápi bazalt és bazaltfejú települési módja a Haláphegy délnyugati részén végzett vizsgálatok alapján

1. Bazalt (felsőpliocén), 2. Homok (felsőpannóniai), 3. Porfűrás.



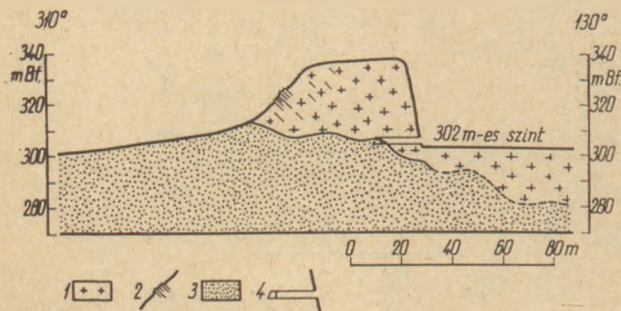
3. ábra. A Haláphegy délkeleti részén, a kőbánya 308 m-es szintjén levő tanúhegy földtani szelvénye

1. Humuszos fedőréteg (negyedkor), 2. Bazalt, 3. Tömbös megjelenésű bazalt, 4. Tufás, hólyagüreges bazalt (felsőpliocén).

Az utóbbi időben (1978) a bányaművelés következtében, a 290 m-es A. f.-i szinten, a bánya északi részén is váratlanul felszínre bukkant a fekü agglomerátum, illetve a pannóniai homok. A lávabazalt és a fekü érintkezési síkja a hegy belseje felé dől, melynek bányaművelési vonatkozása az, hogy a mélység irányában a bazalttömeg vízszintes kiterjedése csökken. Így a mélyebb szinteken kisebb készlettel, illetve bányakialakítással kell számolni.

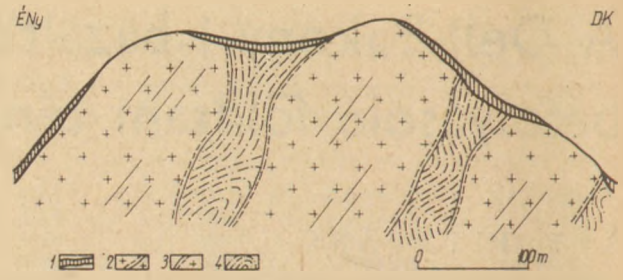
Uzsabányán a fekü üledéket a 302 m-es szint bányafalával a hegy északnyugati peremén tártuk fel. Itt a feküt sárga pannóniai homok alkotja (4. ábra). A szelvényvonal közelében lemélyített kutatófúrások a lávabazalt közvetlen feküjeként tufát és agglomerátumot tártak fel.

A bazalt és a fekü érintkezési sík itt is kedvezőtlenül lapos szögben dől a hegy belseje felé. Ennek Zalalaháphoz hasonlóan itt is az a következménye, hogy a mélység felé a bazalttömeg vízszintes kiterjedése gyorsan csökken. A fekü felszín gyakori helyi függőleges ingadozást is mutat. A délnyugati bányafal alsó szakaszán a fekü



4. ábra. Az Uzsabánya-i Lázhegyek északnyugati peremének földtani szelvénye

1. Bazalt, 2. Bazaltkibúvás (felsőpliocén), 3. Homok (felsőpannóniai), 4. Robbantótáró.



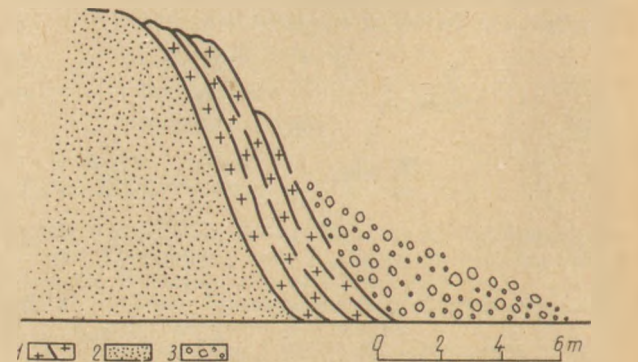
5. ábra. A Sümeg Sarvalyhegyen feltárt kőzetek településének elvi földtani szelvénye (négyeszeres túlmagyarással)

1. Negyedkori képződmények; 2. Oszlopos elválású bazalt; 3. Cserepes elválású bazalt (felsőpliocén); 4. Pannóniai üledékes képződmények.

pannóniai homok felülete 10–15 m széles és 8–10 m magas alakzatot képez.

Bazaltbányáinkban gyakran megfigyelhető jelenség, hogy a fekü kontakt zónájában a bazalt érintkezési felülettel párhuzamosan néhány cm vastagságú réteges, cserepes elválást mutat. A jelenség alapján bányaművelés közben a fekü közelségére lehet következtetni.

A sümegi bazaltbányában más jellegű feküviszonyok találhatók. Itt a fekü pannóniai üledék belső meddőként is mutatkozik. Ugyanis az eddigi ismereteink szerint az ÉK – DNy-i csapású Sarvalyhegyen, a hegyvonulattal egyező irányú, egymással párhuzamos 100–150 m szélességű bazaltvonulatok húzódnak, melyek között beékelve található a pannóniai homok (5. ábra). A bazaltvonulatok közötti pannóniai üledékben kisebb bazaltbenyomulások (telér, teleptelér) is megfigyelhetők. A sümegi bánya alsó szintjének bányafalán keresztmetszetben jól tanulmányozható a fekü és a bazalt érintkezési módja (6. ábra). Szemléletesen mutatkoznak a kontakt felülettel párhuzamosan a lávabazaltban kialakult kihűlési elválások, melynek következményeként úgy tűnik, hogy a bazalt mintegy rásimul a fekü felszín helyi egyenetlenségeire.



6. ábra. A pannóniai fekü és a bazalt érintkezési módja a sümegi bazaltbánya alsó művelési szintjén

1. Bazalt (felsőpliocén); 2. Homok (felsőpannóniai); 3. Lerobbantott bazalt

A bányaművelési tapasztalatok szerint a feként is megjelenő pannóniai üledék Sümegen is erősen szeszélyes morfológiát mutat. A bányaműveléssel a bazalt alatt 20–30 m-es magasságú meredek lejtőjű pannóniai homok kiemelkedéseket is feltártunk. A fekü felszín szeszélyes morfológiája következtében a pannóniai homok egyes területezéseken már a felső bányaművelési szinten is zavarta a bazalt kitermelését.

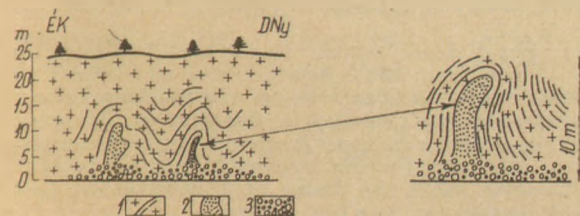
A bazaltterületeinken mutatkozó, szeszélyesen változó fekü felszín a vulkáni kitéréskor fellépő erőhatások következményeként magyarázható.

Bazaltbányáink belső meddő viszonyai

A kőbányaiparban belső meddőnek a haszonkő belsejében mutatkozó nem műrevaló kőzeteket nevezzük. A Déli-Bakonyban elsősorban a diszeli, az uzsabányai és a sümegi bazaltbányában figyelhetők meg a bányafalakon belső meddő képződmények. Kisebb nem jelentős mértékben a zalahalápi és a vindornyaszőllősi üzemeinkben is előfordul.

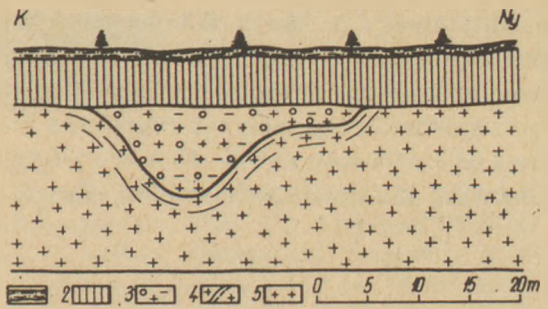
A legkifejezettebben belső meddőnek mondhatók a diszeli bánya felső szintjének (289 m A. f.) délkeleti falán mutatkozó meddőzsákok (7. ábra), melyek anyaga sárgásbarna színű, porózus, hólyagüreges, salakos, agyagos bazalt. A meddőzsákok a kőzets falon mintegy 10 m magasak és néhány m szélességűek. A lávakőzet kihülési elválási felületeinek lefutásai alapján lehet következtetni a keletkezésre, mely szerint a bazaltláva e meddő képződményeket körülfoltya, magába zárta, de már beolvasztani nem tudta. A települési módból egyértelműen adódik, hogy a meddőzsákok anyaga az őket bezáró bazaltnál idősebb képződmények, melyek a lávaömlés előtti felszínt alkothatták.

Uzsabánya felső szint (302 m B. f.) déli falszakaszán közvetlenül a fedő lösz alatt vörös, hólyagüreges, salakos bazalt települ a lávabazalt felett



7. ábra. A diszeli bazaltbánya 289 m-es szint délkeleti falán mutatkozó belső meddő települési módja

1. Réteges, cseremes elválású bazalt; 2. Porózus, hólyagüreges, salakos, agyagos bazalt (felsőpliocén); 3. Bazalt-törmelék (negyedkor).



8. ábra. Az uzsabányai felső szint (302 m B. f.-i szint) déli falán mutatkozó meddő betelepülés

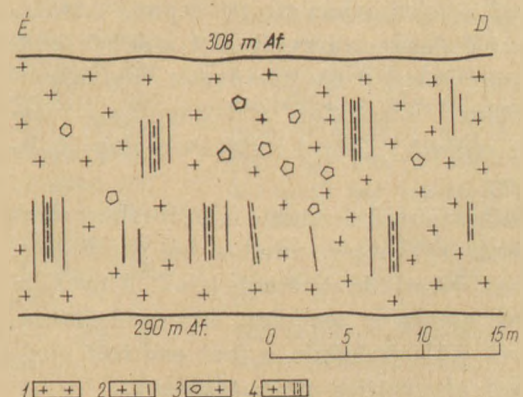
1. Humuszos termőtalaj (holocén); 2. Löss (pleisztocén); 3. Vörös, hólyagüreges, salakos bazalt, 4. Réteges elválású bazalt; 5. Bazalt (felsőpliocén).

(8. ábra). A salakos bazalt betelepülés a falsíkban mintegy 20–25 m K – Ny-i irányú vízszintes és maximálisan 8–10 m függőleges kiterjedésű. A meddő kőzet egyenetlen vastagságú, lencseformájú alakzatot képez. A hólyagüreges salakos bazalt elképzelhetően a kiömlő láva tetején korábban kihült képződmény lehet.

A sümegi bazaltbányában, mint ahogy már említést nyert, a pannóniai képződmények a keletkezésből eredően nem csupán feként, de belső meddőként is mutatkoznak. Az ÉK – DNy-i irányú bazaltvonulatok között a pannóniai homok közbeékelve helyezkedik el (5. ábra).

A zalahalápi bányában a bazaltoszlopok közötti nyílásokban, résekben a felszínről bemosódott agyag kitöltések képezik a belső meddőt (9. ábra). Érdekes, hogy az alsó szint (290 m A. f.) bányafalán, tehát már viszonylag mélyebben, az egykori felszín alatt 40–50 m-re is mutatkozik a közel függőleges bazaltoszlopok közötti néhány cm vastagságú agyagkitöltés.

A vindornyaszőllősi bazaltbányában a Ny – K-i csapású törések mentén esetenként hidrotermás



9. ábra. A zalahalápi bazaltbánya alsó szint keleti falán levő agyagkitöltés a bazaltoszlopok között

1. Bazalt; 2. Oszlopos elválású bazalt; 3. Bazalt oszlopfejek; 4. Agyagkitöltés a bazaltoszlopok között (felsőpliocén).

bontás mutatkozik. A bánya délnyugati falán a bejárattól délkeletre egy 2–3 m szélességű pseudoagglomerátum anyagú kürtöserű képződmény figyelhető meg, melynek függőleges kiterjedése a felszíntől számítva 8–10 m mélységig, a lerobbantott bazalttörmelék tetejéig vizsgálható.

Bazaltbányáink fedőmeddő viszonyai

Bazaltbányáink fedőmeddő viszonyai is igen változatosak. A morfológiailag kiemelt területeken – hegyperemeken, gerincvonulatokon – kibúvá-sokban, a mélyebb részeken fedő üledék alatt helyezkedik el a zúzottkő ipar szempontjából mű-revaló lávabazalt.

Leggyakrabban a fedőt bazalttörmelékes, barnászörös, barna agyag képezi 1–2 dm, illetve 1–2 m vastagságban. Érdekes jelenség, hogy bazalthegyieinken, azok platóján a vízzáró agyag-fedő következtében kisebb tavak is kialakulhat-tak (pl. Uzsabánya, Kovácsihegy). Egyes elkép-zelések szerint ezek krátertavak maradványai. A valóságban a hegyek platóján levő lefolyásta-lan mélyedésekben összegyűlt csapadékvízről van szó.

Az *uzsai* bazaltbánya területén a fedőt leg-gyakrabban 2–6 m vastagságú pleisztocén lösz, alárendeltebb mértékben helyenként az oszlopos elválású bazalt felett vörös, hólyagüreges, agya-gos, salakos bazalt és agglomerátum képezi.

*Sümege*n az előzőekben ismertetett keletkezés-ből eredően a pannóniai agyagos homok kisebb területeken fedőként is jelentkezik.

* * *

A kőipar – elsősorban zúzottkőipar – tekin-tetésben az előzőekben tárgyalt fekü, belső és fedő-meddő viszonyokat a bányaművelés eredménye-ként kialakult kőzetfalak szelvényezése, vala-mint az elvégzett földtani kutatások alapján is-mertük meg.

A meddőviszonyok ismerete a kőiparban elen-gedhetetlenül szükséges, mind a bányaművelés, mind a továbbkutatás szempontjából. A további vizsgálatok esetén a tervezett kutatólétesítmé-nyek helyét, hálósűrűségét, a fent említett med-dőviszonyok alapvetően meghatározzák.

IRODALOM

- [1] *Jugovics L.* (1962): Kőbányászatunk fejlesztése céljá-ból 1948–1960. évek alatt végzett geológiai kutatások gyakorlati eredményei. *Építobánya*, 14. 3. 116–120. és 4. 142–148.
- [2] *Jugovics L.* (1976): A magyarországi bazaltok kémiai jellege. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelen-tése az 1974. évről*, 431–470.
- [3] *Klespitz J.* (1978): A Földtani Szolgálat közreműkö-désével végzett kutatások értékelése és további cél-kitűzései a kőbányaiparban. *Építő- és építőanyagipari, ásványi nyersanyagok földtani kutatása*. ÉTK. Bp. 136–150.
- [4] *Lóczy L.* (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei*. I. Bp. 1–617.

Клешунуц, Я.: Геологические факторы, влияющие на разработку базальтовых карьеров района Дели-Бакони

Статья обобщает геологический опыт, накопленный в ходе разработки базальтовых карьеров, находящихся вблизи от каменных карьеров провинции — Балатон, относящихся к Объединению нерудных карьеров Южно-Задунайской части Венгрии. С точки зрения нерудной промышленности на основании размещения различают подошву пласта, внутреннюю и перекрывающую пустую породы. Характеристика залегающих пустых пород базальтовых карьеров производится на основании определенным таким образом типов вскрышных пород. Подчеркивается важность знания условий залегающих вскрышных пород как с точки зрения разработки карье-ра, так и с точки зрения дальнейших исследований в этой области.

Klespitz János: Den Abbau beeinflussende geologische Faktoren in den Basaltsteinbrüchen im südlichen Bakony-gebirge

Die während den Betrieb der Basaltsteinbrüche des Stenbruchunternehmens „DÉLKŐ” gesammelten geo-logischen Erfahrungen werden zusammengefaßt.

Hinsichtlich der Steinbruchindustrie wird aufgrund der Lagerstätte ein Abraum im Liegenden, innerhalb des Gesteinsvorkommens und im Hängenden unterschieden. Nach den derart abgegrenzten Abraumtypen werden die Abraumvorkommen der Basaltsteinbrüche analysiert. Die Kenntnis der Abraumverhältnisse ist in der Stein-bruchindustrie sowohl für den Abbau, als auch für die weiteren Erkundungen unerlässlich. Der Ort, sowie die Netzdichte der weiteren Erkundungsstellen weden näm-lich grundlegend durch die vorangegangene eingehende Analyse der Abraumverhältnisse bestimmt.

Klespitz János: Geological Factors Affecting the Operation of Basalt Quarrying the Southern Bakony Mountains

Three types of dead rock can be distinguished from the point of quarrying: those below, above and within the marketable material. Dead rocks of the Southern Bakony basalt quarries are classified in this system. The exact knowledge of dead rock types is essential during quarrying operation both for everyday stoping and further prospec-ting, as these affect the desing of drilling points, their network density etc. to a high extent.

Szabadalom figyelő

T/15 951 (51) B 65 G 15/00; (72) (71) Hartmann Karl, mérnök, Moers (DE) (54) *Végtelenített szállítószalag hullámos oldalfalakkal* (22) 31.01.77 (21) HA-1035 (74) Danubia Szabadalmi iroda, Budapest

A találmány tárgya végtelenül körbefutó hajlékony szállítószalag, amelynek, szekrény- vagy vályú-alakú szállítókeresztmetszete van, és ezt hullámos oldalfalprofilok határolják.

A találmány lényege, hogy az oldalfalak több főhullamból állnak, amelyek legalább részben egy vagy több közbenső hullámmal vannak kiegészítve, amelyek a főhullám csúcsától a hullám középvonala felé befelé és/vagy ellentétesen kifelé el vannak térítve.

A találmány szerinti szállítószalag hullámos oldalfalainak összetömörülési és nyúlási képessége optimális, ezért nagyon magas oldalfalak esetén is kis átfordítódobátmérőket ill. sugarakat lehet alkalmazni. Ugyanakkor az oldalfalak élettartama hosszú annak következtében, hogy függőleges és oldalirányú nyomással szemben nagy ellenállóképességet tanúsítanak.

A találmány segítségével rendkívül széles és magas szállítószalagok alakíthatók ki, és a szalagok öntisztuló képessége igen jó (Szabadalmi Közlöny 84. k., 1979. 1. sz. 27. old.)

T/15 957 (51) C 03 B 5/00; C 03 B 19/10; C 03 C 12/00; (71)* Elektrokustikai Gyár, Budapest (72) Bremzay József, vegyészmérnök, Buji Ferenc, gyárigazgató, Kol László, vegyészmérnök, Sasvári András, szilikátgépész, Nyíregyháza (54) *Eljárás és berendezés gömbszemcsék előállítására üvegörleményből* (22) 14.01.76 (21) EE-2399 (74) Danubia Szabadalmi Iroda, Budapest.

A gömbszemcsés szemszerkezetű üvegyanyagokat — közismert néven üveggyöngyöket — széleskörben alkalmazzák speciális ipari és laboratóriumi célokra.

Új eljárásunk gömbszemcsés szemszerkezetű anyag előállítására üvegörleményből oly módon, hogy az örölt és osztályozott szilánkos szerkezetű üvegdarát előmelegítés után közvetlen és közvetett fűtésű, magas hőmérsékletű térbe, függőlegesen adagolunk, ahol hő hatására a közvetlen hőátadást biztosító, függőlegesen lefelé kényszerített magas hőmérsékletű füstgázokkal egy irányban haladva az üvegszemcsék megolvadnak és gömbalakot vesznek fel.

Az új eljárás gyakorlati megvalósítására alkalmas berendezés, melyben az előmelegített üvegszemcsék olyan gömbölyítő szakaszba jutnak, amely keramikusszerű anyagú rácsos szerkezetű csonka kúp, melynek kúpszögével és amely körül hengeres palást zárja be a tűztér.

A csonka kúp magasságát a gömbölyítendő üvegre jellemző viszkozitási hőmérséklet határozza meg.

Az égők a tűztér alsó síkjában a hősugárzó csonka kúp mértani alkotóira merőlegesen, érintőlegesen vannak elhelyezve.

Az égőkből kilépő lángok a tűztérben a csonka kúp körül kezdetben zárt körgyűrűt alkotva spirálisan felfelé haladnak, egy részük átlép a csonkakúp felső síkjában kiképzett láng- és füstjáratokon át a gömbölyítő térben mesterséges szívás hatására függőlegesen lefelé fordul, ezáltal a magas hőmérsékletű füstgázok egyenáramban haladnak a lefelé hulló üvegszemcsékkel.

(Szabadalmi Közlöny, 84. k., 1979., 1. sz., 28. oldal)

T/15 959 (51) C 04 B 21/00; 31/00 (72) (71) Copeland William Leo, Shreveport, Louisiana, (US) (54) *Építőanyagként alkalmazható készítmény, épületszerkezetekhez* (22) 28.05.75. (33) US (32) 28.05.74 (31) 474,100 (21) CO-322 (74) Budapesti Nemzetközi Ügyvédi Munkaközösség, Budapest

A találmány tárgya vízzel való elkeverés és megszilárdulás után javított szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező építőanyagot szolgáltatató készítmény.

A találmány szerinti készítményt az jellemzi, hogy

a) 2 — 730 súly% gipszet.

b) 44 — 49 súly% vermikulitot, perlitet, agyagot vagy ércet,

c) 21 — 24 súly% portlandcementet,

d) 1 — 2 súly% polipropilén-, üveg- vagy szilárdított és

e) kötési időt szabályozó anyagként 1 — 2 súly% kalciumkloridot vagy nátrium-citrátot tartalmaz. (Szabadalmi Közlöny, 84. k., 1979., 1. sz., 29. old.)

T/16 015 (51) H 01 B 17/00; H 01 B 17/14 (71) (72) Rohodi László, elektrotechnikus, Budapest (54) *Összerakható műanyag, vagy műanyag és porcelán szigetelő előnyösen támszigetelő* (22) 26.03.76 (21) RO-884

A találmány tárgya rezgésállapítóval ellátott egységelemekből összeszerelhető műanyag és/vagy műanyag és porcelán szigetelő, amely egyik végével vezeték tartó szerelvényen keresztül az elektromos vezetékhez, másik végével pedig egy felerősítő szerelvényen keresztül tartóeszközhöz csatlakozik. A szigetelő műanyag szigetelőtestből(ekből) és műanyag rezgésállapító eleméből(ekből) áll.

(Szabadalmi Közlöny, 84. k., 1979., 1. sz., 42. old.)

A világ szilikátiparából

Oxigén alkalmazása üvegolvasztó kádakban

Az öblösüveget gyártó ipar különleges esetekben alkalmazza a düseldorfi AIR PRODUCTS által kifejlesztett oxigéninjekciós módszert.

Vízhűtéses acéllándzsák segítségével tiszta oxigént fújnak be az égő lángjának alsó részébe. Ezáltal megnő itt a láng hőmérséklete, mely megjavítja az üvegolvadéknak történő hűtadást. A tüzelőanyag kihasználása optimális lesz, és a láng teljesen kiég. A láng hőmérséklete a felső részen nagyjából változatlan marad, úgyhogy a boltozatot nem éri újabb hőterhelés. A módszert U-lángú és keresztégős kádakban alkalmazzák.

A teljesítmény növekedése az üvegolvasztó kád nagyságától és korától függően a 20%-ot is elérhet, a fajlagos tüzelőanyagfelhasználás viszont 10%-kal csökkenhet. A módszer különösen akkor gazdaságos, ha termelési csúcsokat kell mérsékelni, vagy pedig idősebb kádak teljesítményét kell tartani, mivel a beruházási költségek viszonylag kicsik az eredményekkel összehasonlítva. Nem lehetett megállapítani kedvezőtlen befolyást az üvegminőségre és a falazatra, a nagyobb olvasztási teljesítményeknél. Az O₂-módszer különleges esetekben gazdaságosabb a villamos pótfűtésnél.

A lándzsákat, vezetékeket és szabályozási berendezéseket kevés költséggel és gyorsan el lehet távolítani, vagy más üvegolvasztó kádakra rászerezni. Az oxigéninjekciót szervesen beépítik a már meglévő mérő és szabályozó központba.

A módszer nem kíván többletszerelvényt.

(Glastechnische Berichte, 1978. december)

Jeget használnak üvegesizolásra

Üvegcsiszolás során hasznosítják a jégnek azt a tulajdonságát, hogy -80 °C hőmérsékleten olyan kemény lesz, mint a fém. A csiszolószemcsét tartalmazó vizet megfagyasztják és üveget, műanyagot, fémeket csiszolnak ezzel a szokatlan szerszámmal, mely egyúttal hűt is.

(Silikattechnik, 1978. szeptember)

Ipari televízió a síküveggyártásban

A torgau VEB Flachglaskombinat legnagyobb olvasztókádján nemrég kísérleti berendezést helyeztek üzembe a termelés ellenőrzésére. A VEB Studioteknik által felszerelt megfigyelőrendszert még további két kádon fogják alkalmazni. Így egyetlen munkás egyszerre figyelemmel tudja kísérni kilenc üveghúzó gép munkáját kamera és képsokszorosító készülékek segítségével anélkül, hogy szenvedne az olvasztókád nagy hőjétől. Ezzel a módszerrel gyorsabban észre lehet venni az üveghúzás közben jelentkező hibákat is, így pl. az olvadékból levő kis köveket, és gyorsabban lehet intézkedni elhárításukról. Az új tévéberendezés felszabadít nyolc munkaerőt, további tizenegynek pedig lényegesen megjavulnak munkakörülményei.

(Silikattechnik, 1978. október)

3600 tonnás prés

Egy japán cég 3600 tonnás prést hozott forgalomba, legfeljebb 965 mm × 610 mm × 200 mm nagyságú samottkövek gyártására. A gép teljesen automatizált, hidraulikus tolóprés. A sajtót és a kiegészítő szerelvényeket elektronikusan vezérlik. A kövek minőségét berendezés ellenőrzi, és a termékek egyenletességének fenntartására szolgáló szabályozókat folyamatosan helyesbítik. Ehhez a sorozathoz 500, 1000, 1500 és 2000 tonnás prések is tartoznak.

(Silikattechnik, 1978. november)

Üvegkerámiával védik az értéktárgyakat

A brit Security Lock and Safe Comp. (Telford) üvegkerámiát épít pánccszekrények falába. Az üvegkerámia keménysége nagyjából olyan, mint a korundé és a fúrással szemben kb. négyszer-öttször ellenállóbb, mint az eddig használt anyagok. Üvegkerámia alkalmazásának feltétele a megbízható kötés volt krómnikkel- és nemesacélokkal.

(Glastechnische Berichte, 1978. október)

Új cementüzem épül Portugáliában

A CIMPOR – Cimentos de Portugal E. P., Lisszabon vállalat Souselas-i üzeméhez komplett cementgyárat rendelt az NSZK-beli Polysius cégtől. A napi 3500 t cementgyártási kapacitású üzem indítását 1981-re tervezik. A kemence az ismert DOPOL rendszerű forgókemence. A német szállítások összértéke a CIMPOR beruházásához 60 millió DM.

(Aufbereitungstechnik 1978. nov.)

CEMENT, Leningrád, 1978. 9. sz.

Timasev, V. V.-Al'bac, B. Sz.: *A klinker granulálódásának törvényszerűségei a forgókemencében.* 12–14. old.

A klinker granulálódása olvadék fázis jelenléte nélkül 1200 °C-on, bizonyos könnyen olvadó alkotórészek jelenlétében 500–1200 °C között is megkezdődhet. A nagyobb méretű szemcsék 20–30% olvadék megjelenésekor kezdenek formálódni. Az első keletkező szemcsék igen porózusak, majd zsugorodás közben csökken a porozitásuk. A granulálódást és a védőréteg képződést a szulfátok, az alkáli-stroncium-, króm-, és molibden-oxidok elősegítik, a titán-, alumínium-, vas-, kadmium-, réz-, mangán-, kobalt-, és magnézium-oxidok gátolják. Hűtés hatására a szemcsék szétesésre hajlamosak.

Malinin, Ju. Sz.-Volkonszkij, B. V.: *A cementgyártás ellenőrzés korszerű módszerei.* 14–15. old.

A korszerű fizikai-kémiai módszerek közül a mikroszkópia főleg az égetési technológia jellemzőinek meghatározására alkalmas. Felhasználását az automatikus csiszolat készítés megkönnyíti. Röntgen-diffraktometrius úton az ásványi összetétel, különösen az alitfázis meghatározása jelentős. Alkalmas a cement salaktartalmának, és a salakban levő üveges fázis mennyiségének meghatározására is. A differenciál termoanalitikai módszerek főleg az optimális égetési technológia kiválasztásában jelentősek. Mindezek hatékonysága fokozható számítógépek alkalmazásával.

Babiscsevics, G. N.—Gel'fand, Ja. E.: *Átállás a komplex automatizált berendezések tervezésére.* 22–23. old.

A cementipar nagyteljesítményű, automatizált száraz eljárású technológiákra való átállása új, korszerű tervezési módszereket követel meg. Egyik alapfeltétel az optimalizálási kritériumok és az egyes irányítási alrendszerek helyes megválasztása. Ehhez szükség van az

anyag és energiamérlegek pontos ismeretére, az elektromos és hidraulikus hálózat optimalizására, a berendezések megbízhatóságának ismeretére. Az egyes részfolyamatok analízise után a megfelelő szintézis biztosításához a tervezésnél maximálisan ki kell használni a korszerű számítástechnikában rejlő lehetőségeket.

CEMENTO HORMIGON, Barcelona, 1978. 539. sz.

Fernandez, G. R.: *A megszilárdult beton tartóssága és ennek mértéke.* 1167–1200. old.

A beton viselkedése különböző vizsgálati módszerekkel és jellemzőkkel írható le. Ezek, nyomó-, húzó-, hajlító-, csavarási- és kopási szilárdság. A beton roncsolásos szilárdsági vizsgálatai, az egyszerű- és a kombinált szilárdság meghatározása. Bonyolultabb vizsgálati módszerek, a hajlító-húzó, hengeres próbatesten meghatározható brazil szilárdság stb. Közvetett módszer a szilárdság meghatározására a Mohr-féle diagram alapján. Ismerteti a roncsolásmentes vizsgálati módszereket, rezgés, behatolási stb. vizsgálat.

CEMENTO HORMIGON, Barcelona, 1978. 540. sz.

Fasbender, H.: *A termelés növelés lehetőségei a nyersliszt- és klinkerörlő berendezésekben.* 1225–1239. old.

Cementgyártásban a termelés növelésének lehetőségei, nedves eljárásról áttérés a száraz eljárásra, a hőcserélők hőjének felhasználása előkalcinálásra. Újabb megoldások a termelés növelésére kalapácsmalomban előtörés, zárt folyamatban szárítás mellett golyósmalomban a továbbtörés. Ismerteti egy átalakítás nélküli és egy átalakított nyersliszt örlőberendezés összehasonlító adatait, teljesítmény, energia felhasználás stb. A nyílt és zárt körfolyamatos klinkerörlés jellemző adatait.

Mardulier, F. J.: *Örlést javító adalék mechanizmusa.* 1363–1376. old.

A klinker- és cement örlését kémiai adalékanyagok hozzáadásával javítani lehet. Ezek az adalékanyagok kis mennyiségben adagolva megakadályozzák a klinker szemcsék összetömörödését. A tömörödés okai, az elektromos erők hatására a szemcsék összetapadnak, a tapadást elősegíti a szemcsék felületi energiája. Az örlést javító poláros összetételű adalékanyagok hozzáadása az örlés során meggátolja a szemcsék között az elektromos erők és a felületi energia hatására fellépő tömörödést. A golyósmalmokban adalékanyag hatására vagy anélkül kapott megváltozott szemcseméret.

GLASS, Redhill, 1978. 10. sz.

Feco: *Üveg termékek színezése az üvegolvasztó kemence előmelegítő részében.* 450–453. old.

Új eljárás az üvegolvasztó kemence előmelegítő részében a beadagolt színező anyagokkal. A belépő színtelen üvegolvadékat színezik. Az előmelegítő részbe az üvegolvadék színezésére adagoló- és keverőberendezést építettek be. Adagoló továbbítja az olvadékba a színező anyagot és a keverő biztosítja az egyenmű eloszlást. Koncentrált színező anyagokat adagolnak kis mennyiségben. Az eljárás előnyei, széles színskála, megnövelt termelés, kisebb beruházási költség és energia felhasználás. A színező eljárás berendezései és tervezési elvei.

Wood, R. P.: *Hő hasznosítás az üvegolvasztásban.* 456–463. old.

Az üveg nyersanyagai a homok, szóda, mészkő és néhány adalékanyag. Az üvegipar energia szükségletének nagyrészét az üvegolvasztás igényli. Az olvasztási technológia forradalmi megújítása energiatakarékosság szempontjából nem megvalósítható. Helyette az olvasztási folyamatban korszerűsítéseket kell megvalósítani. Ezek: a tüzelőanyagok hatékony elégetése, tartósabb tűzálló falazatok, hatásos hővisszanyerés stb. Az üvegolvasztó kemence Sankey diagramja és a szerkezeti hővesztések csökkentési lehetőségei. Az üvegolvasztó kádkemencéknél a hőhasznosítás lehetőségei és nehézségei.

Könyvismertetés

Atlas of Thermoanalytical Curves 5.

Szerk. Liptay Gy. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976.

1971-ben jelent meg az Atlas of Thermoanalytical Curves első kötete és nemrég az ötödik kötet látott napvilágot.

A kiadvány feladata olyan termoanalitikai felvételek közlése, amelyek összehasonlításhoz szolgálhatnak az e témával foglalkozóknak. E cél érdekében a kísérleti körülményeket igen pontosan közlik, nemcsak a mintamennyiséget, a felfűtési sebességet, a termoelem anyagát, a készülék típusát, hanem a bevezetőben a mintatartó pontos rajzát, a termoelem elhelyezését és a készülék érzékenységét is bemutatják. Minden anyagról legalább két, különböző körülmények között készített kísérlet eredményét láthatjuk, a jobb összehasonlítás kedvéért a görbéket egymásra rajzolták. A lassú fűtésű és kis anyagmennyiséggel készült felvételek TG, DTG és DTA görbéit piros vonalakkal jelzik, a gyorsabb fűtésű, nagyobb anyagmennyiséggel végzett kísérletek eredményét fekete görbék mutatják. A levegő oxigénjére érzékeny anyagokról a levegőben készített kísérletek eredményei mellett, nitrogén atmoszférában készült

felvételeket is tartalmaznak a sorozat egyes kötetei. Az ábrák szemléletesek, jól áttekinthetők. A rajzok hátoldalán található a vizsgálatokra vonatkozó megjegyzések, a felvételek körülményei, a vizsgált anyag előállítása, származási helye, vagy a gyártó cég neve; a DTA csúcsok magyarázata és az irodalmi hivatkozások. A vizsgálatok zöme MOM Derivatograph-fal készült, de esetenként alkalmaztak más gyártmányú műszereket is, néhány DSC görbe (Differential Scanning Calorimetry) szintén megtalálható.

A modellanyagokat igen szereteágazó területekről választották ki. Láthatunk az Atlasban felvételeket szerves és szervetlen vegyületekről, kőzetekről, gyógyszer és növényvédőszer alapanyagokról, kőszenekről, ritkaföldfém-vegyületekről, kristályos szervetlen ioncserélőkről, sőt vesekővekről is. Az ötödik kötet kilenc ICTA standard DTA, TG, DTG és DSC görbét is tartalmazza. A kísérleti körülmények, a szemcseméret, az anyag szennykezései jelentősen befolyásolják a kapott termikus görbe lefutását. (Ezért szükséges a műszerparaméterek oly pontos megadása.) Ez a felismerés készítette arra az ICTA (International Confederation for Thermal Analysis) Standardizációs Bizottságát,

hogy standardeket hozzon forgalomba. A standardek alkalmazásak DSC készülékek hitelesítésére is.

Ásványok bemutatásánál a szerkesztő arra törekszik, hogy különböző, nemcsak hazai lelőhelyekről származó minták kerüljenek a gyűjteménybe. Most feketeszen és antracit vizsgálatokat közöl. Sajnos az eddigi kötetekben viszonylag kevés olyan anyag termoanalitikai görbéje került az Atlasba, amely a szilikátipari szakemberek érdeklődésére számíthat. Célszerű lenne a későbbi kötetekben, különösen ásványok esetén, megadni a vizsgált minta szemcseméretét is és azt, hogy az alkalmazott szemcseméretű frakciót milyen módszerrel nyerték. Az Atlas további kiterjesztését jelentené a DSC görbék közlése mellett, több magashőmérsékletű vizsgálat bemutatása, hiszen az 1500 °C-ig működő Derivatograph viszonylag könnyen hozzáférhető már. Az ötödik kötetrel egyidőben jelent meg az első 5 kötet összevont tartalomjegyzéke, amely nagyban segíti az eligazodást a sorozatban. Mivel a kötetek kivehető lapokkal készültek, (egy-egy kötet 75 lapon közöl kísérleti eredményeket) a szakember saját szempontjai szerint csoportosíthat. A jó elgondolást azonban nem követte elég gondos kivitelezés, így a köteteket nehéz lapozni és a kapcsok nem illeszkednek megfelelően.

Wagner Zsófia

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadója:

Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11. 1073

Telefon: 221-285. Levélcím: Postafiók 223. 1906

79/058 Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta, Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. Budapest V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzszámára. – A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 14. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 45,- Ft; félfévre 90,- Ft; éves szám ára: 15,- Ft.

INDEX: 25250

HU ISSN 0013-970 X

SZEMCSÉS ANYAGOK ÉGETÉSE — GAZDASÁGOS ÚT A NAGYOBB TELJESÍTMÉNY ELÉRÉSÉHEZ

A Přešovské Strojirny Gépgyár kemencéje, amely aknás előmelegítőből, rövid forgó kemencéből és aknás hűtőből áll, elsősorban

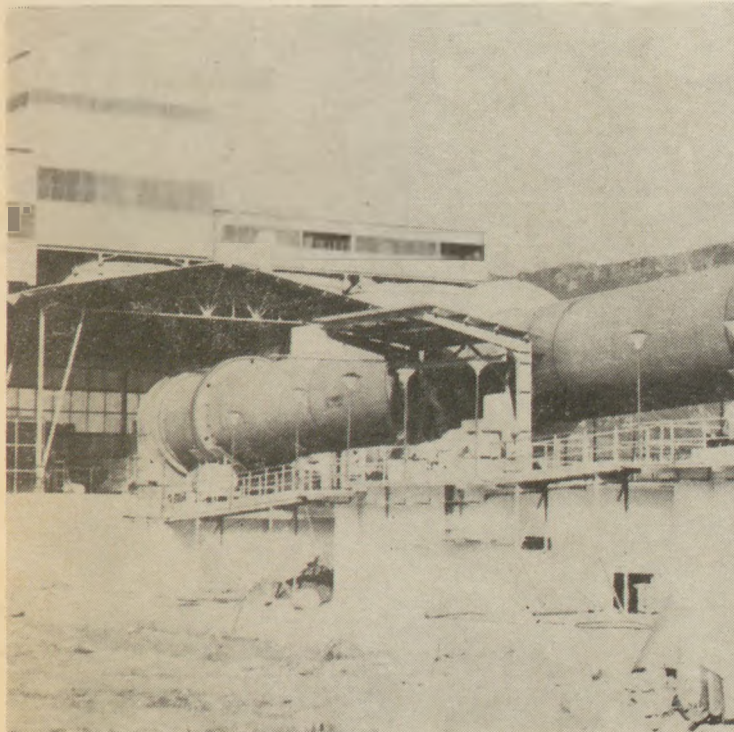
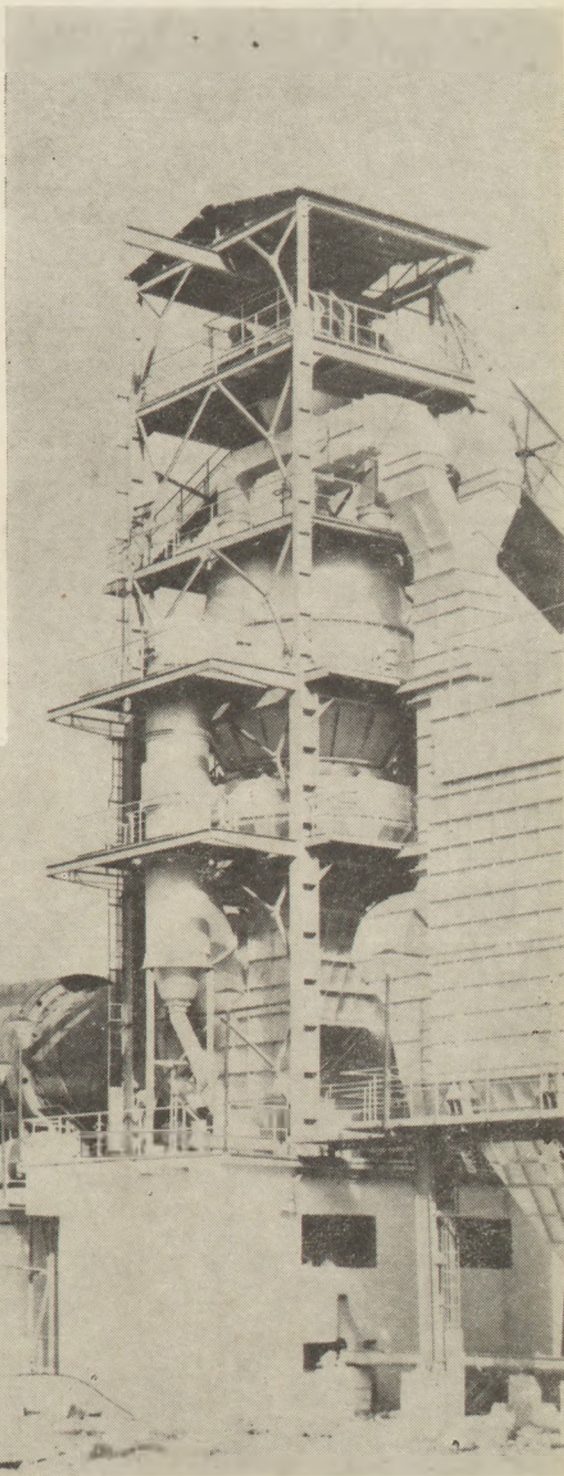
- lágyra és keményre égetett, levegőn kötő mészkő
- vízben kötő mészkő
- tűzálló anyagok

valamint egyéb olyan anyagok kiégetésére szolgál, melyek a nyersanyag tulajdonságaitól és a gyártmány kívánt minőségétől függően 8 — 60 mm belépő szem — nagysággal rendelkeznek, egy vagy több frakcióban.

Levegőn kötő mészkő égetéséhez 150, 300, 450, 600 és 1200 t/nap teljesítményű kemencéket ajánlunk.

A hosszú forgó kemencékkel szemben jelentős előny a hőfogyasztás (1050 kcal/kg mészkő-ig) csökkentése, — a berendezés nagyságától és a termék kívánt minőségétől függően.

Ajánljuk továbbá régebbi forgó kemencék rekonstrukcióját is. Přešovské Strojirny-rendszerű aknás előmelegítő, illetve aknás hűtő beépítésével jelentős mértékben csökkenthető a hőfogyasztás és javítható a gyártmány minősége.



Gyártómű:



**PŘEROVSKÉ
STROJIRNY**

Exportálja:

pragoinvest

Külkereskedelmi Vállalat
18056 Prága — Csehszlovákia

Budapest kommunális épületeinek kivitelezője a

23. sz. ÁÉV

Budapest V., Rosenberg hp. u. 16.



Készíti és szereli a

TAVANIT álmennyezetet.

2,5 óra tűzállósággal rendelkezik.

A könnyűszerkezetes és acélvázás épületek tűzvédelme a személyi biztonság és vagyonvédelem szempontjából rendkívül fontos. A TAVANIT álmennyezeti rendszer bármely földém maximális biztonságú védelmére I—V. tűzállósági fokozatú és bármely szintszámú épületben felhasználható.

Felvilágosítás

Gyártóüzemnél: 471-320

Műszaki osztályon: Ledinszki Ferenc

Műszaki Fejlesztési O.

Tel.: 326-970/421

383

